



Maria Pommer

**14. SAJANDI ARHEOLOOGILISED KÖIED:
KONSERVEERIMINE JA MEETODITE ANALÜÜS LOOTSI 8
VRAKI LEIDUDE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Riina Rammo, PhD

Tallinn 2024

EESTI KUNSTIAKADEEMIA
Kunstikultuuri teaduskond
Muinsuskaitse ja konserveerimise osakond

Maria Pommer

**14. SAJANDI ARHEOLOOGILISED KÖIED: KONSERVEERIMINE JA
MEETODITE ANALÜÜS LOOTSI 8 VRAKI LEIDUDE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Riina Rammo, PhD

Tallinn 2024

AUTORIDEKLARATSIOON

Töö autorina kinnitan, et

- 1) käesolev lõputöö on minu isikliku loomingulise töö tulemus, seda ei ole osaliselt ega tervikuna kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud;
- 2) töös sisalduva(te) originaalse(te) teos(t)e loomisega seotud isiklikud autoriõigused kuuluvad minule kui töö autorile ja teos(t)ega seotud varalisi õigusi kasutatakse vastavalt Eesti Kunstiakadeemias kehtivale korrale;
- 3) olen koostanud töö iseseisvalt ning kõik selle koostamisel kasutatud teiste autorite tööd (teosed), seisukohad ja mistahes muudest allikatest pärinevad andmed on töös nõuetekohaselt viidatud.

/allkirjastatud digitaalselt/

Kuupäev ja aasta: 21.05.2024

Autori nimi: Maria Pommer

Õppekava: BMK 2021

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. AJALOOLISED KÖIED	8
1.1 Laevaehitus ja taglastus Läänemere piirkonnas 14.–15. sajandil	8
1.2 Arheoloogilised köieleiud	9
2. LOOTSI 8 KÖIED	12
2.1 Köite leiusituatsioon	12
3. KÖITE SEISUKORD ENNE KONSERVEERIMIST	16
3.1 Köiekatkete kirjeldus ja kahjustused	16
3.2 Konserveerimiskontseptsioon	18
4. UURINGUD	19
4.1 Kiudude määramine	19
4.1.1 Optiline mikroskoop	20
4.1.2 SEM uuringud	25
4.2 Tõrva koostise uurimine	27
4.3 Uuringute kokkuvõtte	28
5. KÖITE KONSERVEERIMINE	29
5.1 Puhastamine ja soolatustamine	30
5.2 Immutamine	34
5.2.1 PEG	35
5.2.2 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin	36
5.2.3 5% PEG 1500	36
5.2.4 Silikoonõli	37
5.3 Kuivatamine	39
5.3.1 Normaalrõhul kuivatamine	40
5.3.2 Vaakumkülmkuivatamine	43
5.3.3 Lahusepõhine kuivatamine	45
5.4 Järeltöötlus: Klucel G	47
5.5 Pakendamine	49
5.6 Säilitamisettepanekud	49
5.7 Jäätmekäitlus	49
6. ARUTELU	50
6.1 Puhastamine	50
6.2 PEG ja lisandid	51

6.3 Silikoonõli	52
6.4 Köied, mida ei immutatud	52
KOKKUVÕTE	54
SUMMARY	56
KASUTATUD ALLIKAD	57
ILLUSTRATSIOONIDE NIMEKIRI	62
LISAD	
LISA 1. Kataloog	
LISA 2. Konserveerimistöõde kaart	
LISA 3. Proovivõtukohtad	
LISA 4. Tabel leidude kaaluga, mida konserveeritakse lahusega 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin dest. vees	
LISA 5. Tabel leidude kaaluga, mida konserveeritakse lahusega 5% PEG 1500 dest. vees	
LISA 6. Tabel silikoonõliga konserveeritavate ja lahusepõhiselt kuivatatud köite kaalu ja lahuse kontsentratsioonidega kuivatamise perioodil ja töötlemise lõpus	
LISA 7. Tabel normaalrõhul kuivanud köite kaaluga enne ja pärast kuivatamist	
LISA 8. Tulemuste koondtabel	

SISSEJUHATUS

Bakalaureusetöö teema on 2022. aastal Tallinnas Lootsi 8 avastatud 14. sajandi laevavraki (edaspidi Lootsi laev) arheoloogilistelt kaevamistelt pärit köied ja nende konserveerimine, mis toimus kogu 2023/24 õppeaasta vältel. Bakalaureusetöö peamine eesmärk on uurida taimsest kiust arheoloogiliste köite konserveerimisel erinevaid meetodeid ja võrrelda saavutatud tulemusi. See võimaldab Eestis konserveerijatel samalaadse materjali käsitlemisel edaspidi teha teadlikumaid otsuseid. Teema valikul lähtus autor valdkonnast, mis teda kõnetab – arheoloogiliste leidude säilitamine.

Lootsi laev osutus leidude poolest rikkalikuks. Peale arheoloogias tavapärase keraamika ja metallesemete tuli vrakilt välja suhteliselt arvukalt tekstiili ja nahakatkeid. Nende esemete hulka kuulusid ka mitmed köied. Töös käsitletavat leiud säilitatakse Eesti Meremuuseumis peanumbri 23708 Aa. Selguse mõttes tuuakse välja, et sõna „kõis“¹ kasutatakse töös kõikide taimsetest kiududest punutud või keerutatud esemete kohta olenemata nende mõõtmetest.

Töö esimene peatükk annab ülevaate laevandusest Läänemere piirkonnas keskajal, köite ajaloost merenduses ja vettinud arheoloogilisest keskkonnast pärit esemete leiukonteksti eripärast. Teine peatükk keskendub Lootsi vraki köitele ja annab ülevaate nende leiusituatsioonist. Töö kolmas osa tutvustab köite konserveerimiseelset seisundit, nende kahjustusi ja püstitab uurimisküsimused. Neljas peatükk kirjeldab bakalaureusetöö käigus läbiviidud uuringuid ja nende tulemusi. Töö viies peatükk kirjeldab köite praktilist konserveerimist ja kasutatud töömeetodeid. Samas peatükis räägitakse leidude pakendamisest, soovitatakse hoiustamistingimusi ja käsitletakse protsessi käigus tekkinud jäätmete käitlemist. Kuuendas peatükis analüüsitakse säilitamismeetodite tulemusi. Töö lõpus on kaheksa lisa. Esimene neist on kataloog, kus kirjeldatakse kõiki töö käigus puhastatud leiukogumeid ja neist eraldatud katkeid. Teine on konserveerimistöde kaart. Kolmandas on uuringute tarbeks leidudest eraldatud proovide kohta käiv dokumentatsioon. Neljas kuni seitsmes lisa sisaldavad tabeleid, kus on välja toodud köite kaalu muutumine konserveerimisprotsessi käigus. Viimane lisa on konserveerimismeetodeid ja saavutatud tulemusi koondav tabel.

¹ Töös kasutatakse sõna „kõis“ kõikide esemete kohta, mis on punutud või keerutatud kinnitamis- ja sidumisvahendid. Termin Eesti keele seletavas sõnaraamatus (EKSS), <https://www.eki.ee/dict/ekss/> (vaadatud 03. I 2024).

Bakalaureusetöö kirjaliku ja praktilise osa juhendaja oli Tartu Ülikooli (edaspidi TÜ) arheoloogia osakonna kaasprofessor Riina Rammo. Kõied konserveeriti TÜ arheoloogia osakonna laboris. Töö kirjutamisel kasutati arheoloogiaalaseid bakalaureuse ja magistritöid, vastavat publitseeritud kirjandust, internetiallikaid ning suulisi materjale. Töö autor tänab uuringute läbiviimisel ja tulemuste tõlgendamisel toeks olnud juhendajat Riina Rammot, keemiaalase nõu eest Eesti Vabaõhumuuseumi Konserveerimis- ja digiteerimiskeskuse Kanut tekstiili ja segamaterjalide konservaator Heige Peetsi, TÜ geoloogia osakonna skaneeriva elektronmikroskoobiga (edaspidi SEM) teostatud uuringutel abiks olnud analüütikut Marian Külaviiri, tõrva koostise uurimist läbiviinud TÜ Archemy uurimisgrupi liiget Shidong Cheni ja Eesti Meremuuseumit, kes toetas vajalike uuringute teostamist ja hankis tööks vajalikud materjalid. Kõik töös kasutatud fotod ja tabelid tegi autor, kui ei ole märgitud teisiti.

1. AJALOOLISED KÖIED

Köied on üheaegselt nii tavaline kui ka erakordne arheoloogiline leiumaterjal. Asjatundmatule pilgule jääb tihtipeale tähelepanuta köie eripärane ehitus ja selle materjali ajalugu. On alust arvata, et tule kasutuse ja kiviaja tööriistade kõrval on köied/nöörid ja nende valmistamine inimkonna ajaloos vanim käsitööoskus.² Nöörid ja köied võimaldasid asju sidudes ühendada, raskeid esemeid transportida ja lõpuks jõuda keerulisemate tekstiilesemete valmistamiseni. 2015. aastal leiti Lõuna-Prantsusmaal Abri du Marase koopast peaaegu 50 000 aasta vanused jäljed köievalmistamisest ja nende kasutamisest. See avastus võib olla seotud nii neandertaallaste kui ka inimestega, mis annab tõestust, et köied on inimkonna ajaloos olnud tähtsal kohal.³

1.1 Laevaehitus ja taglastus Läänemere piirkonnas 14.–15. sajandil

Hansa Liidu kaubandusvõrgustikus domineerisid 13.–14. saj koge tüüpi laevad⁴ (ill 1), mis osutusid tõhusamateks varasemalt samas piirkonnas levinud ning teisi ehitustraditsioone järginud viikingilaevadest.⁵ 14. saj viimastel kümnenditel kuni 15. saj lõpuni toimus Põhja-Euroopa merenduses märkimisväärne edasimineku.⁶ Arenev ülemerekaubandus tekitas soodsa pinnase tehnilisteks uuendusteks muutes laevad avamerel sõitmiseks palju vastupidavamaks.⁷ Uuendused hõlmasid nii laevaehituse, seilamise kui ka



1. Elbingi linna pitser 14. saj. Foto: Wikimedia Commons.

² D. Sanders, Knowing the Ropes: The Need to Record Ropes and Rigging on Wreck-Sites and Some Techniques for Doing So. – The International Journal of Nautical Archaeology 2010, 39.1, lk 5.

³ B. L. Hardy jt, Direct evidence of Neanderthal fibre technology and its cognitive and behavioral implications. – Nature. Scientific reports 2020, 10:4889, lk 1–6. <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61839-w> (vaadatud 03. I 2024).

⁴ J. Litwin, Medieval Baltic Ships – Traditions and constructional aspects. – L'innovation technique au Moyen Âge. Actes des congrès de la Société d'Archéologie Médiévale 1998, 6, lk 93. https://www.persee.fr/doc/acsam_0000-0000_1998_act_6_1_1126 (vaadatud 15. III 2024).

⁵ Pikemalt laevatüüpidest L. Reinvars, Lootsi tänava laevavraki ehitus. Bakalaureusetöö, Tartu Ülikool, arheoloogia osakond. Tartu, 2023, lk 10. <https://hdl.handle.net/10062/92335> (vaadatud 17. X 2023).

⁶ D. Sanders, Knowing the Ropes..., lk 19.

⁷ D. Ellmers, The Cog as Cargo Carrier. – Cogs, Caravels and Galleons: The Sailing Ship 1000–1650. R. Gardiner jt. London: Conway Maritime Press, 1994, lk 37–38.

taglastusega⁸ seotud edasiminekuks.⁹ Arenevas meresõidus kasvas nõudlus erisuguste laevaköite järgi.¹⁰ Mida keerulisemaks muutus laevaehitus, seda enam vajati tugevat köiesüsteemi, mis vastutas laeval muuhulgas purjede ja mastide töötamise eest. Põhja-Euroopa merenduses ja laevaehituses kasutati pikalt harilikust pärnaniinest (*Tilia*) valmistatud köisi. 14. saj hakkasid selle kõrvale järjest rohkem levima harilikust kanepist (*Cannabis sativa*) valmistatud köied. On teada, et Läänemere piirkonnas, Hansa Liidu keskmes, kasvatati kvaliteetset kanepikiudu, mida kasutati köite valmistamisel.¹¹ Kanepist tehtud köied on tugevamad ja painduvamad kui niineköied. Samuti on neid võimalik toota korraga suurtes kogustes. Ent kanepist valmistatud köied pole märjana sama vastupidavad kui pärnaniinest köied. Seetõttu köisi tõrvati, et lisada täiendavat tugevdust. Tõrva põletamiseks kasutati Läänemere piirkonnas tõenäoliselt kohalikku männipuitu (*Pinus*).¹²

1.2 Arheoloogilised köieleiud

Tihti peale arvatakse, et laevahuku korral säilivad köied võrreldes näiteks puidust või nahast esemetega halvasti. Kuid mitmed veealused väljakaevamised on näidanud, et teatud soodsatel tingimustel püsivad nii köied kui ka ülejäänud taglastusega seotud elemendid vettinud keskkonnas alles.¹³

Erialaspetsialistid kurdavad, et arheoloogilistel välitöödel ei pöörata sageli köitele piisavalt tähelepanu ja keskendutakse rohkem laevakerele. Köiejäänuste kogumist ja dokumenteerimist peetakse ebavajalikuks ja ajakulukaks ning arvatakse, et need ei oma piisavalt uurimisväärtust. Taglastusse suhtutakse kui millessegi teisejärgulisse ja paljud leiud hävivad kohapeal. Ent purjetamise seisukohast polnud tegemist vähetähtsate elementidega. Köied olid suur

⁸ Taglastuse all mõeldakse köike, mis on laeval seotud purjede süsteemiga, nt nende heiskamise- ja langetamisega. Taglastusse kuuluvaid köisi nimetatakse üldterminiga tõuvärk. Vestlusest Eesti Meremuuseumi nooremteadur L. Reinvarsiga. Märkmed autori valduses.

⁹ D. Sanders, *Knowing the Ropes...*, lk 19.

¹⁰ Teated köietegijate kohta Tallinnas pärinevad aastast 1352. Sel ajal kedratud köied veeti ekspordina nt Lübeckisse ja Hollandisse. Tallinnas keerutati väiksemaid köisi ja nõõri kohaliku turu jaoks. Selleks kujunesid eraldi linnajaod nagu nt Köismägi, mis asus Kalamaja ja linnamüüri vahelisel alal. K. Kaplinski, *Tallinn – meistrite linn*. Tallinna Kultuuriväärtuste Amet, 2015, lk 101.

¹¹ D. Sanders, *Knowing the Ropes...*, lk 19.

¹² Samas.

¹³ A. Middleton, *Conservation trials of rope from The London, a protected shipwreck site. – Wet Organic Archaeological Materials 2016. Proceedings of the 13th ICOM-CC Wet Organic Archaeological Material Working Group*. Florence: ICOM-CC, 2016, lk 73.

investeering laeva edukasse toimimisse. 14. saj toodeti kõisi suurtes kogustes Läänemereäärsete linnade köisteedel.¹⁴

Hukkunud laev on merearheoloogias eriline kontekst. Tegemist on alusega, mis mingil põhjusel ei jõudnud oma sihtkohta. Köied võivad anda informatsiooni sellest, millistel põhjustel laev uppus ning seetõttu tasub pöörata taglastusele ja selle dokumenteerimisele erilist tähelepanu. Arheoloogilised köied võimaldavad uurida tehnikaid, mida kasutati nende valmistamisel, millised olid selle ajastu käsitöölised traditsioonid ja piirkondlik kaubanduslik võrgustik.¹⁵

Eestis on leitud laevadega seotud arheoloogilist köiematerjali harva. Suurim leiukogu pärineb 2015. aastal Tallinnas ehitustööde käigus avastatud Kadriorust kahelt vrakilt.¹⁶ Esimene neist on Peeter, mis oli keskaegne koge ja uppus arvatavasti 14. saj lõpus ja teine Viljo, mille ehitusaeg jäi 15. saj lõppu.¹⁷ Köiekatkeid leiti mõlema aluse pealt, ent eriti rikkalik kogu pärineb Peetrilt (ill 2–3). Need leiud pakkusid konservatoritele ja arheoloogidele palju uurimisainest ja vajadust juurutada Eestis uusi konserveerimisvõtteid.¹⁸



2–3. Näiteid Peetri vrakilt pärit köitest. Eesti Meremuuseumi kogu.

¹⁴ Tehnoloogilise arenguga 14. saj tekkisid linnade lähedale köisteed, kus valmistati kõisi mehaniseeritud protsessidega. Selline viis hakkas järjest asendama seni käsitsi keerutatud kõisi. Samal ajal toimus ka nihe pärnaniinelt kanepikiududele. D. Sanders *Knowing the Ropes...*, lk 2, 18–19.

¹⁵ Samas, lk 3–4.

¹⁶ M. Roio jt, *Medieval ship finds from Kadrioru, Tallinn. – Archaeological Fieldwork in Estonia 2015*, Tallinn, 2016, lk 139–140.

¹⁷ Samas, lk 141–145.

¹⁸ R. Rammo, *Kadrioru Peetri vraki tekstiilide, köite ja mattide konserveerimisaruanne (MM 15329: 1–213; 295–296 Aa)*. Tartu Ülikool, arheoloogia labor. Tartu, 2018, lk 10–16. Käsikiri Eesti Meremuuseumis.

Lisaks Kadrioru laevadele leiti mõned aastad tagasi, samuti Tallinnas, Lootsi 8 toimunud ehitustegevuse käigus 14. saj kaubalaev,¹⁹ mille pardal oli rohkelt köiematerjali. Nii Kadrioru kui ka Lootsi tn vrakid avastati rannikupiirkonnast ehitustegevuse käigus.²⁰ Võib oletada, et sarnaste arendustööde jätkumisel võib tulevikus vrakkidega seotud köiematerjali lisanduda veelgi. Seetõttu on oluline teadvustada taglastuse tähtsust laevaehituses ja arheoloogilises kontekstis. Tuleb juhtida tähelepanu köiematerjali korrektsele dokumenteerimisele ja kirjeldamisele ning töötada välja Eesti konteksti sobiv konserveerimiskava.

¹⁹ L. Reinvars, Lootsi tänava laevavraki ehitus..., lk 14.

²⁰ Samas.

2. LOOTSI 8 KÖIED

2.1 Köite leiusituatsioon

2022. aastal toimunud Lootsi 8 laevavraki arheoloogilistel kaevamistel tuli välja mitmeid orgaanilisest materjalist leide, sealhulgas rohkelt tekstiile.²¹ Nende hulgas oli nii laevaga seotud suuri köiejäänuseid²² (ill 4) kui ka loomsest kiust pakkekangaste hargnenud katkeid. Töö keskendub taimsest kiust köite konserveerimisele. Puhastatud leiukogumite hulgas oli samuti üksikuid loomsest kiust pakkekangastest pärit lõngu (ill 5), mis töö käigus puhastati ja kuivatati, aga nende töötlemist järgnevalt ei käsitleta. Loomset päritolu nõõre on siiski kirjeldatud kataloogis, et säilitada informatsioon ühe leiukogumi kohta samas kohas.²³ Mikroskoobi uuringutesse on loomsed kiud kaasatud, et määrata kindlaks kõikide leitud esemete kiud ja omandada mikroskoobitöö kogemusi. Autor konserveeris 28 suhteliselt väikest taimsest kiust köie- ja nõõrikatket. Selline materjali kogus võimaldas proovida erinevaid konserveerimismetoodikaid ja hinnata samast kontekstist pärit leidude põhjal tulemusi. Orgaanilise arheoloogilise materjali konserveerimine nõuab rohkelt ajaressurssi ja kõikide Lootsi laeva köieleidude, mis kohati olid mõõtmelgelt tunduvalt suuremad, konserveerimine poleks mahtunud bakalaureusetöö seatud ajalise mahu piiresse.

²¹ Erialakirjanduses tähistab mõiste „arheoloogiline tekstiil“ nii köisi, matte, kangaid, aga ka kõiki muid inimese poolt kiududest valmistatud esemeid. Pikemalt arheoloogiliste tekstiilide definitsiooni kohta R. Rammo, Usage of tree bast in the Baltic Sea region based on 14th century cog finds. – *Advances in Archaeobotany* 6. The Missing Woodland Resources. Archaeobotanical studies of the use of plant raw materials, Groningen: Barkhuis Publishing, 2021, lk 111.

²² Lootsi laevalt leitud suuremõõtmeliste köite konserveerimisest lähemalt K. Rannaäär, Tallinnas Lootsi tänavalt leitud koge köite ja tekstiilide konserveerimisaruanne. Aruanne, Tartu Ülikool, ajaloo ja arheoloogia instituut. Tartu, 2023. Käsikiri Eesti Meremuuseumis.

²³ LISA 1. Kataloog.



4. Lootsi 8 arheoloogilistel kaevamistel leitud suuremõõtmeline köiejäänus.



5. R68 kogumist tulnud u 5cm lõngajupp.

Lootsi 8 vrakk on suurim seni leitud keskaegne laev Euroopas. Vrakk transporditi 2022. aasta juulis Eesti Meremuuseumi territooriumile Lennusadamas. Selleks ehitati laeva sisse puidust toestav karkass. Laev oli ühes tükis transportimiseks liiga raske ja seetõttu lõigati see neljaks osaks – vöör, kaks keskmist osa ja ahter.²⁴ Kaubalaev asub spetsiaalselt selle jaoks ehitatud vrakihallis, kus toimuvad tänaseni arheoloogilised puhastamis- ja uurimistööd ning võib oletada, et erinevaid leide, sealhulgas ka köisi lisandub veel juurde. Hetkeseisuga on täielikult välja puhastatud vaid laeva ahtripoolne osa.²⁵ On teada, et suurem hulk arheoloogilisi leide, sh köied, tuli välja laeva ahtriosast (ill 6).²⁶

²⁴ L. Reinvars, Lootsi tänava laevavraki ehitus..., lk 14.

²⁵ Samas.

²⁶ M. Tammet, P. Lätti, R. K. Heikkilä, A 14th century wreck discovered at Lootsi Street 8 in Tallinn. – Archaeological Fieldwork in Estonia 2022, 2023, lk 120–121.



6. Kõite leiuplaan. Punasega on tähistatud leiud, millel on teada kindel asukoht. Kollase punktiiriga leiud, millel on ligikaudne asukoht. Foto: S. Jäger, 2022. Leiuplaan: L. Reinvars, 2023.

Lootsi 8 laevalt pärit kõied säilitatakse Eesti Meremuuseumis peanumbri 23708 Aa. Alanumber tähistab peanumbri (leiukollektsiooni) alla kuuluvat eset või leidude kogumit leiunimekirjas. Üks selline leiukogum võib koosneda mitmest väiksemast esemest ja/või katkest. Seetõttu pole bakalaureusetöö raames konserveeritavate kõite arv vastavuses alanumbrite üldarvuga. Kokku konserveeritakse bakalaureusetöö käigus 12 alanumbrit/kogumit, mille all on kokku 34 üksikut esemekatket, millest kaks on loomsest kiust lõngad.

Kõitel puudub praegu lõplik alanumber üldises Lootsi 8 vraki leiunimekirjas, sest selle koostamine pole veel lõppenud. Seetõttu on töös konserveeritavate leidude kokkuleppeline ajutine tähistus R7, R9, R10, R13, R25, R37, R44, R46, R55, R64, R65 ja R68, mis lähtub TÜ arheoloogia laborisse konserveerimisele toodud leidude nimekirjast.

Arheoloogiliste leidude puhul on oluline, et kaevamiste ajal oleksid leiud võimalikult täpselt dokumenteeritud. Selline informatsioon jääb esemega seotuks kõikide kaevamisjärgsete toimingute vältel. Orgaanilisest materjalist esemed on enamasti hea pakendada koos ümbritseva pinnasega (ill 7), sest see hoiab neile harjumuspärasest niisket keskkonda ja pakub toetust.



7. Koos ümbritseva pinnasega pakendatud leiukogum R7. Pealmine kileümbris on eemaldatud.

Töös kirjeldatavad leiud olid pakendatud kas minigrip-kilekottidesse, või asetatud tugevale alusele (nt kilesse mähitud papile või plastikule), toetatud pinnasega ja kaetud pealt kilega. Kõik 12 leiukogumit olid pakendamise ajal niisked ja liivased. Pärast konservaatoritele üle andmist ja kuni konserveerimistööde alguseni säilitati kõiki leide TÜ arheoloogia osakonna labori külmkappides, mille temperatuur jäi vahemikku +4 kuni +12 °C.

3. KÖITE SEISUKORD ENNE KONSERVEERIMIST

Konserveerimisprotsess jaotati kaheks osaks, millest esimene toimus sügis- ja teine kevadsemestril 2023/24. Sügissemestril kirjeldati köite seisundit enne conserveerimistöde algust. Anti ülevaade leidude puhastusmeetoditest ja tehti algus conserveerimisprotsessi esimese etapiga.²⁷ Kevadsemestril jätkati conserveerimise teise etapiga – viidi lõpuni immutusprotsessid ja kuivatamine ning analüüsi saadud tulemusi. Mõlema osa põhjal valmis köite conserveerimist tervikuna käsitlev bakalaureusetöö.

3.1 Köiekatkete kirjeldus ja kahjustused

Enne praktilise conserveerimise algust tuli kõigepealt täpselt dokumenteerida leidude conserveerimiseelne olukord. Vastavalt köite seisukorrale jagati need kolme rühma:

1. Hea: R46, R64
2. Rahuldav: R25, R37, R44, R55, R65
3. Mitterahuldav: R7, R9, R10, R13, R68

Kuna kõigi 12-leiukogumi säilivusaste ja kahjustused olid sarnased, siis eraldi digitaalset kahjustuste kaardistust töös käsitletavatest köitest ei teostatud. Köite esialgne doukumentatsioon koos mõõtmete ja kahjustustega on kataloogis iga leiukogumi juures lahti kirjutatud.²⁸ Pikim ühes tükis olnud köis on 55-sentimeetrine R65. Kõige jämedam köis on R37, mille läbimõõt on 68,3 mm. Leiusituatsioonist tingituna olid suurem osa köitest niisked ja liivased. Kahe leiu puhul (R25 ja R55) oli pakendist välja võtmise järel näha, et köied olid osaliselt kuivanud (ill 8–9). Ilmselt polnud õnnestunud välitöödel nende pakendit õhukindlalt sulgeda. Need köied olid jäigemad ja kergemad kui ülejäänud.

²⁷ Pikemalt conserveerimisprotsessi etappidest ptk. 5.

²⁸ LISA 1.



8–9. Vasakul R25 ja paremal R55 pärast pakendist välja võtmist. Kõied on kuivanud rohkem läbi kui ülejäänud leiud, katsumisel jäigemad ja kerged.

Leiud R37 ja R64 olid kaetud tõrvaga.²⁹ Lootsi laeva pealt leiti mitu katki läinud tõrvatünni ja nende läheduses olnud leiud olid määrdunud.³⁰ Nagu mainitud töö esimeses peatükis (ptk 1.1), tõrvati kõisi selleks, et anda lisatugevust ja kaitsta välitingimuste eest.³¹ R37 tõrvakiht oli u 2 cm ja R64 u 1,5 cm paks, mis on tunduvalt tusedam kui tahtlikult tõrvatud köitel. Sageli tõrvati hoopis keesid (üksikuid köieharusid), mis alles seejärel keerutati köieks. Tõrv pidi imbuma kiudude vahele ja sisse, mitte katma keesid paksu kihina.³² Lootsi leidude puhul võib arvata, et tegemist ei olnud tahtliku tõrvamisega, vaid kõied määrdusid seetõttu, et asusid laeva peal tõrvaga täidetud ja laevahukuga seoses lekkima hakanud tünnide läheduses. Samast kohast avastati veel teisigi tõrvaga saastunud esemeid (nt villased kapuutsikatked).³³ Tõrvalõhna on tunda ka teiste leidude juurest.

²⁹ Pikemalt puhastamisest ja tõrva eemaldamisest ptk 5.

³⁰ M. Tammet, P. Lätti, R. K. Heikkilä, A 14th century wreck..., lk 124 ja vestlusest L. Reinvarsiga. Märkmed autori valduses.

³¹ D. Sanders, Knowing the Ropes..., lk 23.

³² J. Eichhoff, Die Sprache des niederdeutschen Reepschlägerhandwerks. Köln & Graz: Böhlau, 1968, lk 13, 92.

³³ Vestlusest R. Rammoga. Märkmed autori valduses.

3.2 Konserveerimiskontseptsioon

Lootsi laeva arheoloogiliste köite konserveerimiskontseptsiooni koostamisel lähtuti põhimõttest, et leiud tuleb säilitada võimalikult terviklikult ja neid täiendavalt kahjustamata. Tänapäevases arheoloogilises konserveerimises valitsevad printsiibid on „minimaalne sekkumine“ ja „tagasipööratavus“.³⁴ Tulemuslikku konserveerimisprotsessi toetab täiendavate materjaliuuringute teostamine. Uuringute jaoks püstitati järgmised uurimisküsimused: Millistest kiududest on köied valmistatud? Milline on tõrva koostis? Kiudude ja nende päritolu määramine toimus mikroskoopia abil ja see annab teavet materjali omaduste ning säilivuse kohta.

Tõrva koostist uuris TÜ Archemy uurimisgrupp 2024. aasta kevadel (pikemalt ptk 4.2). Konserveerimise seisukohalt annab tõrva koostise tundmine parema ülevaate vanade säilitamisvõtete kasutamisest. Samuti võimaldab selline teadmine langetada konservaatoril oma töös täpsemaid otsuseid, mis puudutavad kaasajal säilitamise praktikaid – nt selle kihi eemaldamise võtete kohta. Arvestades kõiki ülaltoodud asjaolusid koostati konserveerimiskava, mis on leitav konserveerimistöde kaardis.³⁵

Säilitamismeetodite võrdlemiseks jäeti neli köiekatket (R7K, R7M, R7O ja R7Q) töötlemata ja säilitati TÜ arheoloogialabori külmkapis. Nii saab jälgida muutusi, mis tekivad töödeldud ja täiesti töötlemata leidude vahel.

³⁴ B. A. Rodgers, *The Archaeologist's Manual for Conservation. A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization*. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004, lk 169, lk 13.

³⁵ LISA 2. Konserveerimistöde kaart.

4. UURINGUD

4.1 Kiudude määramine

Arheoloogiliste tekstiilide kiumaterjali määratakse enamasti mikroskoopia abil. Esmalt vaadeldi kiude TÜ arheoloogia laboris optilise polarisatsioonimikroskoobiga Olympus BX51 ja seejärel uuriti neid TÜ geoloogia osakonna laboris SEM EVO MA15 abil. Proovivõtukohtade³⁶ määramisel lähtuti põhimõttest, kuidas minimeerida köitele tehtav kahju. Vajalik kogus uuritavat materjali eemaldati köite küljest õrnalt pintsettide abil rebenenud ja juba niigi katkistest kohtadest (nt köieotstest). Võimaluse korral valiti proovimaterjaliks köitest juba eraldunud osad (ill 10). Kogutud materjal asetati markeeritud proovinõudesse (ill 11). Selguse mõttes tuleb märkida, et üks kiuproov ei koosne üksikust kiust, vaid suuremast kiudude ja taimeosakeste klombist, millest eraldatakse vaatlemiseks väiksemad osad. Töö käigus uuriti optilise mikroskoobi ja SEMiga 22 proovi. Töös tuuakse tulemused välja valitud proovidest, et vältida informatsiooni üleküllust.³⁷ Saadud uuringutulemuste põhjal leiti vastused püstitatud uurimisküsimustele.



10. Valge kolmnurk osutab vasakus alumises nurgas leiukogumist R10 eraldunud katke, mis valiti proovimaterjaliks. 11. Proov R10 nõus. Markeering kaanel.

³⁶ LISA 3. Proovivõtukohtad.

³⁷ Töös käsitletud 12-leiukogumi valitud proovide tulemused on kirjeldatud LISA 1.

Mikroskoopia võimaldab jälgida kiudude välimust ja struktuuri ning tuvastada võimalusel kaltsiumoksalaadikristallide (ptk. 4.1.1) ja niinekiudude puhul ka nende rakuseina fibrillide keerumise suunda.³⁸ Arvestades ajaloolist konteksti ja Läänemere geograafilist asendit, valmistati kõisi eelkõige niinekiududest³⁹ – peamiselt kanepist või pärnaniinest. Välistada ei saa ka lina ja teisi puiduniini.⁴⁰

4.1.1 Optiline mikroskoop

Kõigepealt uuriti 12st leiukogumist pärit proove TÜ arheoloogia osakonnas optilise mikroskoobiga suurendustel 100×, 200× ja 500×. Uuringute läbiviimisel ja tulemuste tõlgendamisel oli abiks juhendaja Riina Rammo. Seitsme uuritava materjali või leiukogumi lõikes võeti erinevatest kohtadest mitu proovi.⁴¹ See oli vajalik võimalikult kindlate määrangute saamiseks, sest arheoloogilise materjali säilivusaste eseme piires võib varieeruda ja uuringutulemusi mõjutada.

Sobiv proovimaterjal asetati preparaadiklaasile ning fikseerimiseks tilgutati peale glütseriinist ja destilleeritud veest koosnevat lahust (vastavalt vahekorras 1:1). Seejärel püüti nõelte abil võimalusel eraldada üksikuid kiude, nende kimpusid või õhukesi rakkude kihte. Vaadeldavate kiudude säilivusaste varieerus heast mitterahuldavani. Kiudude pind oli kahjustunud ja ebaühtlane. Enamus proove viitas, et tegemist on niinekiududega nagu nt proovid 9.1, R64.2 ja R 65.2 (ill 12–13), sest näha oli taimsele kiule iseloomulikku struktuuri, nt luumenit⁴² ja ristikohti. Kiududega koos oli nendes klompides veel teisi taimeosakesi – nii ksüleemist (puitunud osast) kui ka epidermisest (kattekihhist).⁴³ Proovi R65.2 puhul olid optilise

³⁸ R. Rammo, Usage of tree bast in the Baltic Sea region..., lk 112–116.

³⁹ Niinekiud on piki taime vart floemis kulgevad kiudude kimbud. Niinekiude on üksteisest keeruline eristada. Halvasti säilinud arheoloogilise orgaanika puhul on suur oht määrata valesti kanepi ja linakiudusid. Lähemalt R. Kesküla, Arheoloogiliste niinekiudude määramine kaltsiumoksalaatkristallide abil ja võrdlusandmestiku koostamine. Bakalaureusetöö, Tartu Ülikool, arheoloogia osakond. Tartu, 2021, lk, 5–8.
<https://dspace.ut.ee/items/57557c35-610c-4444-a0e2-2c24ed0cba8b> (vaadatud 20. X 2023).

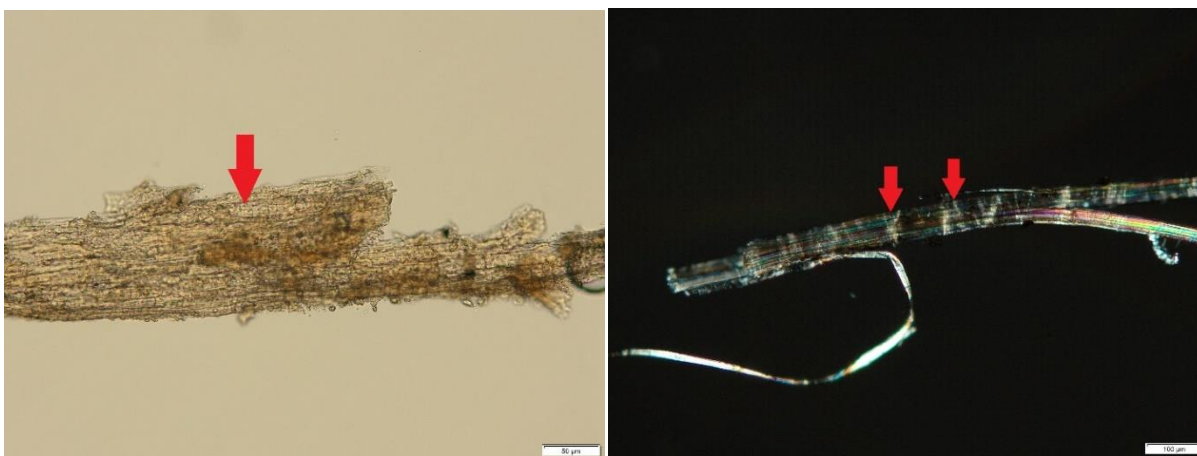
⁴⁰ R. Rammo, Kõied, purjed ja matid. – Peetri vrakk, Eesti Meremuuseum, Tallinn, 2025 ilmunisel.

⁴¹ Proovide hulk sõltus sellest, kui palju oli esemest materjali juba loomulikult eraldunud, ent ebamääraste tulemuste korral võeti esemest ka tahtlikult kordusproovi. LISA 3 ill 1. Proovivõtukohtad köiel R9.

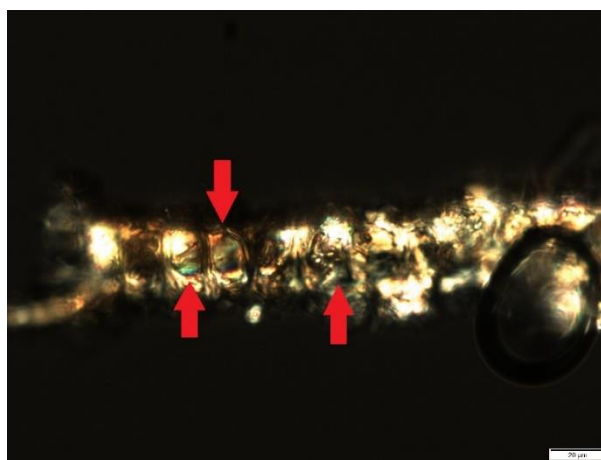
⁴² Luumen on pikki taimset kiudu kulgev kanal. M. L. E. Florian jt, The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials, Princeton University Press, 1990, lk 12–13.

⁴³ D. F. Cutler jt, Plant Anatomy. An Applied Approach. Singapore: Fabulous Printers Pte Ltd, 2007, lk 6–7.

mikroskoobi all nähtavad oksalaadikristallid (ill 14).⁴⁴ Kristallide kuubile sarnanev kuju ja korrapärased ruudukujulised rakud on iseloomulikud nt tammele ja pajule.



12–13. Proovid R9.1 ja R64.2. Rohttaimedele iseloomulikud rakkude kihid (punase noolega vasakul) ja kiukimbul polariseeritud valguses nähtavale tulevad ristikohad (punaste nooltega paremal). Mikroskoobi suurendus 200× ja 100×.



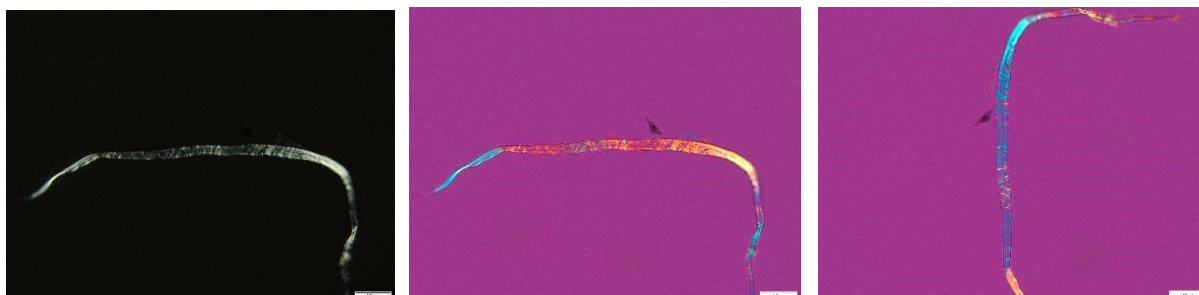
14. Proov R65.2. Punaste nooltega on märgitud polariseeritud valguses helendavad oksalaadikristallid, mis on iseloomulikud nt tammele ja pajule. Mikroskoobi suurendus 500×.

Kanepi ja lina eristamiseks kasutatakse „muudetud Herzogi testi“⁴⁵, kus oli võimalik eristada üksikuid kiude, et tegemist on kanepiga (ill 15–17). Viimasele on iseloomulik Z-suunalise

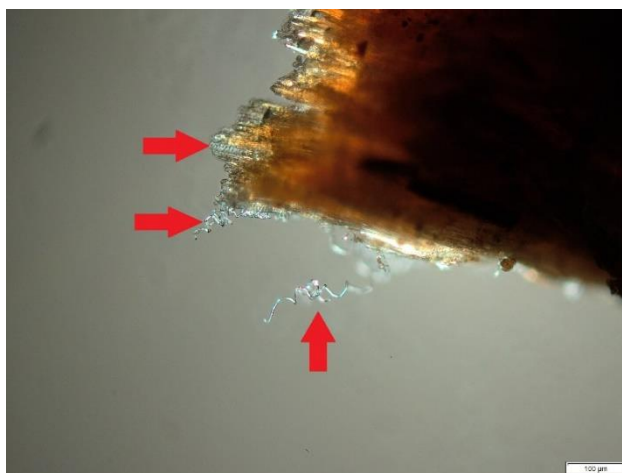
⁴⁴ Täpsemalt tamme ja paju oksalaadikristallidest R. Kesküla, Arheoloogiliste niinekiudude määramine..., Lisa 2.

⁴⁵ Niinekiu raku kesta sees paiknevad niitjad kimbud ehk fibrillid. Herzogi testi abil tehakse kindlaks fibrillide keerdumise suund. Erinevatele liikidele on omane kindel suund, kuidas fibrillid keerduvad, moodustades vastavalt S või Z suunalisi keerde. Pikemalt Herzogi testi kohta E. Haugan, B. Holst, Determining the fibrillar

keeruga fibrillide asetus raku seina S2 kihis; linal on see vastupidiselt S-suunaline. Suurem osa uuritud proovidest olid valmistatud kanepikiududest, mis vastab igati ajaloolisele kontekstile.⁴⁶ Proovis R55 nähtavaid spiraalseid taimerakke leidub kanepis samuti (ill 18).⁴⁷



15–17. Herzogi test proovil R9.1. Vasakul *extinct position*, horisontaalasendis kollane ja vertikaalasendis kiudude sinine värvus näitab, et fibrillid on Z-keeruga, mis on iseloomulik kanepile. Mikroskoobi suurendus 200×.



18. Proov R55. Nähtaval on spiraalsed rakud, mis on iseloomulikud mõningatele taimedele, nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 100×.

Proovi R37 uurimisel olid vaadeldavad kiud halvas säilivusastmes ja ei andnud Herzogi testi abil usaldusväärseid tulemusi. Selle asemel, et vaadelda üksikut kiudu keskenduti selle proovi puhul suuremate kiuklompide uurimisele. Nende sees paistsid sõõrjad moodustised (ill 19–20), mis on iseloomulikud nt nõgese ja kanepi epidermise kihis olevatele trihhoomiaukudele.⁴⁸

orientation of bast fibres with polarized light microscopy: the modified Herzog test (red plate test) explained. – Journal of Microscopy 2013, Vol. 252 (2), lk 159–168.

⁴⁶ D. Sanders, *Knowing the Ropes...*, lk 18–19.

⁴⁷ Vestlusest R. Rammoga. Märkmed autori valduses.

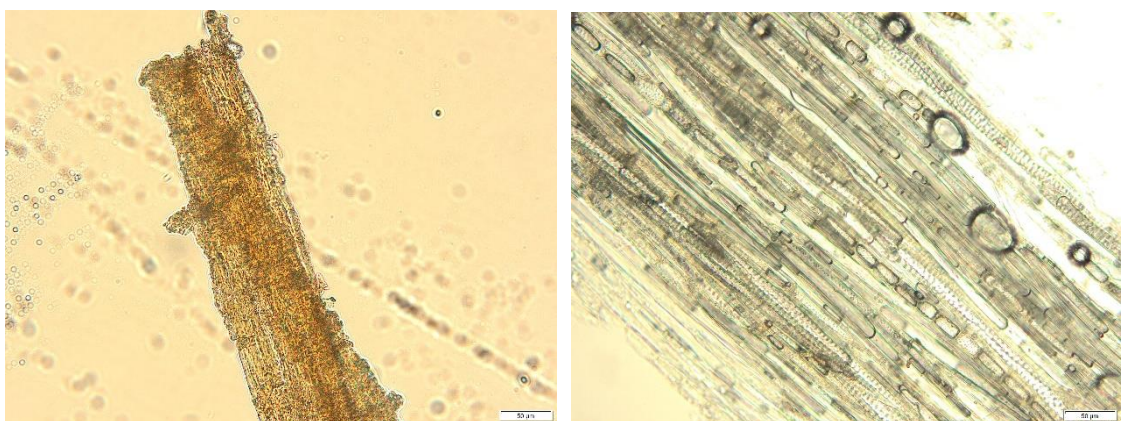
⁴⁸ A. Rast-Eicher, *Fibers. Microscopy of Archaeological Textiles and Furs*. Budapest: Prime Rate Kft, 2016, lk 98.

Saadud tulemuse põhjal ja tuginedes ajaloolisele köievalmistamise kontekstile, järeldati, et köis R37 on valmistatud samuti kanepist.



19–20. Proov R37. Vasakul on punase sõõriga tähistatud trihhoomiauk, üldvaade epidermisele. Paremalt lähivaade trihhoomiaugust. Mikroskoobi suurendus 100× ja 500×.

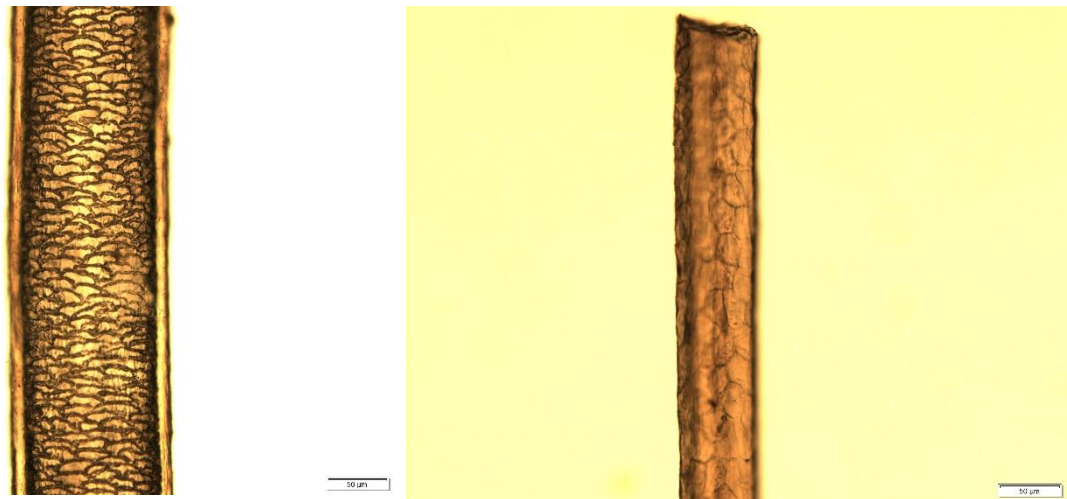
Võrdlusena vaatles töö autor ka tänapäevase kanepi ja lina kiudusid ning taimeosi (ill 21–22),⁴⁹ et paremini mõista uuritavat arheoloogilist materjali ning osata ära tunda aja jooksul tekkinud kahjustusi ja lagunemisprotsesse. Konserveerimise seisukohalt on oluline mõista kasutatavat materjali ja selle säilivust, et langetada korrektseid tööotsuseid.



21–22. Arheoloogilise kanepi proov R13.1 (vasakul) ja tänapäeva kanepi proov (paremal). Vasakul oleva proovi rakustruktuur on lagununud ja moodustab taimsetest jäänustest massi. Paremalt on eristatavad kandilised rakustruktuurid ja kanepile iseloomulikud spiraalid. Mikroskoobi suurendus 200×.

⁴⁹ Autor kasutas referentsmaterjalina R. Kesküla moodustatud võrdluskogus olevaid lina ja kanepitaimi. Referentskogu TÜ arheoloogia laboris.

Proovid R65 ja R68 koosnesid nii karvadest kui ka orgaanikast. Selguse mõttes ja sama proovi taimsetest osadest eristamise eesmärgil on loomsed proovid tähistatud R65.1 ja R68.4. Loomsest materjalist proovide pinnalt on selgelt eristuv karvadele iseloomulik soomuskiht e kutiikula. Proovi R68.4 puhul oli näha hästi säilinud ja pea kogu karva laiust säsikanalit, mis on u 700-aastase arheoloogilise materjali puhul suurepärase näide. Selline soomusmuster ja säsikanali struktuur on omased kodukitse pealiskarvale (*Capra hircus*). Peenemate karvade puhul pole nii lihtne liiki määrata ja nende hulgas võib olla ka lambakarvu (*Ovis aries*) (ill 23–24).⁵⁰ Loomsetest kiududest valmistatud lõngade katked, mis olid juhuleidudena taimsest kiust kõite juures ja millest need proovid pärinevad, on hargnenud jämedakoelistest pakkekangastest.⁵¹



23–24. R68.4 säsikanali muster (vasakul) ja R65.1 soomused (paremal) on hästi jälgitavad. Mikroskoobi suurendus 200x.

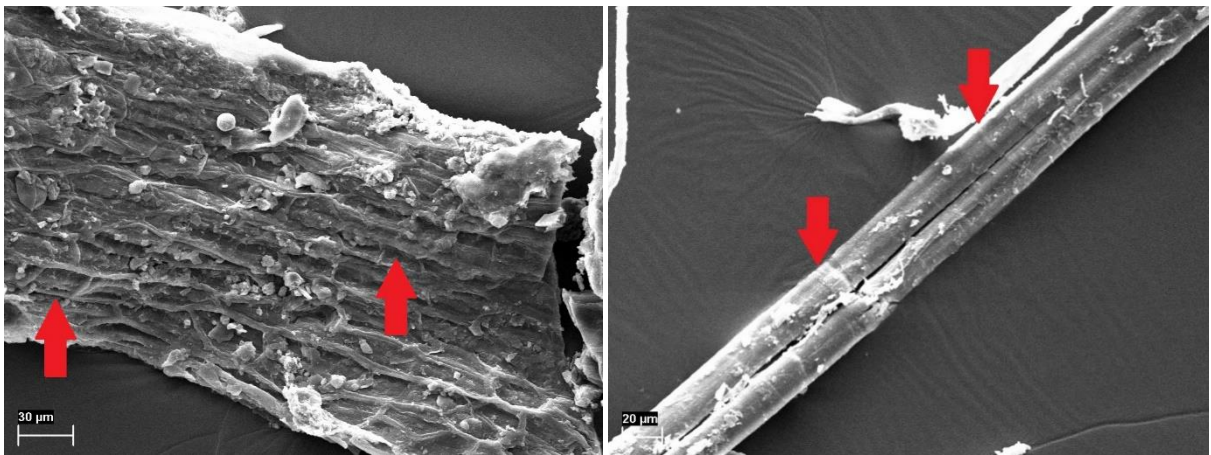
⁵⁰ A. Rast-Eicher, *Fibers. Microscopy of...*, lk 249, 251, 265–269.

⁵¹ R. Rammo, *Archaeological Textiles from a Medieval Cog Found in Estonia*. – *Archaeological textiles – links between past and present NESAT XIII*. Editors M. Bravermanova, H. Brezinova, J. MalcolmDavies. Liberec: Technical University of Liberec, 2017, lk 2.

4.1.2 SEM uuringud

Selleks, et paremini uurida proovimaterjali pinnstruktuuri, vaadeldi proove TÜ geoloogia osakonna SEM laboris mikroskoobi suurendusega 300×–4000×.⁵² Eelnevalt valmistati proovid SEMi analüüsi jaoks ette töö autori poolt TÜ arheoloogia laboris. Valitud proovidest eraldati petri tassi peal vajalikud tükid pintsettide ja nõelaga ning paigutati need seejärel spetsiaalsele mikroskoobialusele süsinikteibi peale.⁵³ Proove vaadeldi kolmel päeval ja ühe korra jooksul uuriti kaheksa proovi.

Proovid R10 ja R64 viitasid sellele, et tegemist on taimset päritolu kiududega (ill 25–26). Pildidelt on näha taimeosadele iseloomulikke tunnuseid: ristkülikukujulised rakustruktuurid, mis kulgesid vöönditena piki taime vart, ning kiududel olevad „põlved“ ja ristikohad.

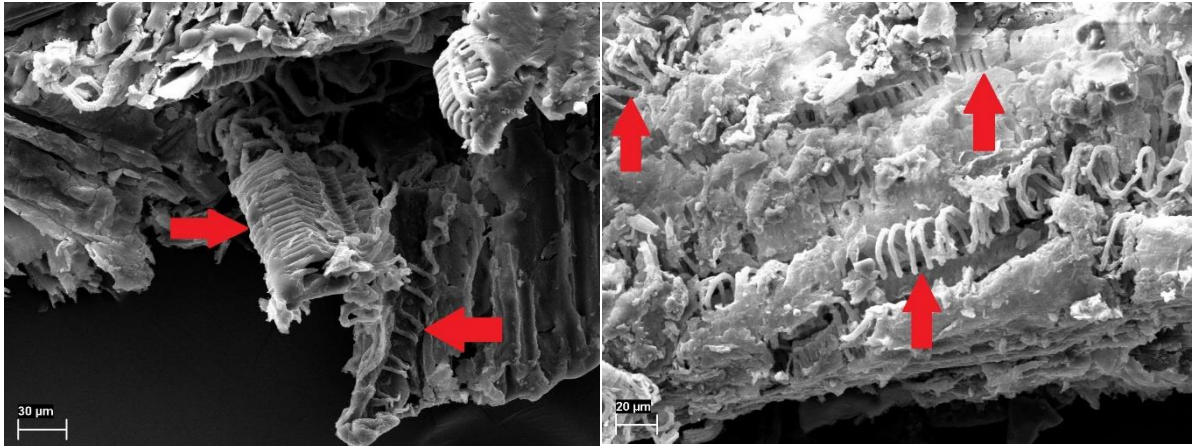


25–26. Taimset päritolu kiud. Proov R10, iseloomulikud mitmes kihis paiknevad ristkülikukujuliste rakkude read (punaste nooltega vasakul). Proov R64, „põlved“ ja ristikohad (punaste nooltega paremal). Mikroskoobi suurendus 400× ja 1000×.

⁵² Uuringute teostamisel oli abiks TÜ geoloogia osakonna analüütik ja SEMi tehnik M. Külaviir, kes kattis autori poolt ettevalmistatud proovid plaatinaga. See tekitab proovi pinnale elektrit juhtiva kihi. Töös kasutatud proovide katmiseks kasutati aparati Leica EM SCD 500. Vestlusest M. Külaviiriga. Märkmed autori valduses.

⁵³ C. Caple, *Objects. Reluctant witnesses to the past*. Canada and USA: Routledge, 2006, lk 195.

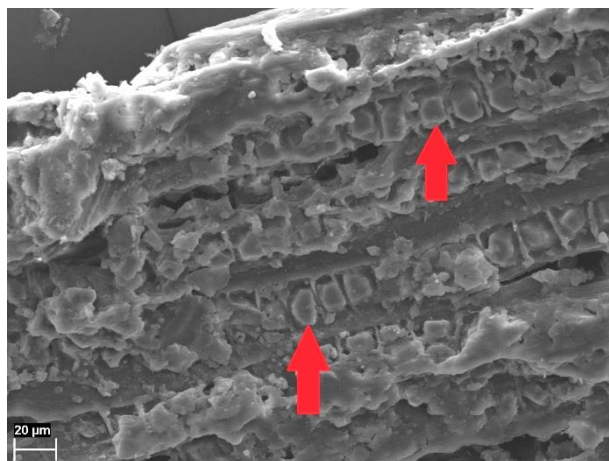
Kanepile on iseloomulikud proovides R9.1 ja R10 nähtavad spiraalsed taimerakud (ill 27–28).



27–28. Proovid R9.1 (vasakul) ja R10 (paremal). Pildil on eristatavad kanepitaimele iseloomulikud spiraalsed rakud (punaste nooltega). Mikroskoobi suurendus 800× ja 200×.

Proovis R65.2 olevad kaltsiumoksalaadikristallid (ill 29), mis olid jälgitavad juba optilise mikroskoobiga, osutasid sellele, et tegemist võib olla tamme või pajuga (ptk 4.1.1). SEMiga ühendatud EDS detektoriga tehtud analüüs kinnitas, et tegemist on tõesti kaltsiumit sisaldavate oksalaadikristallidega.⁵⁴

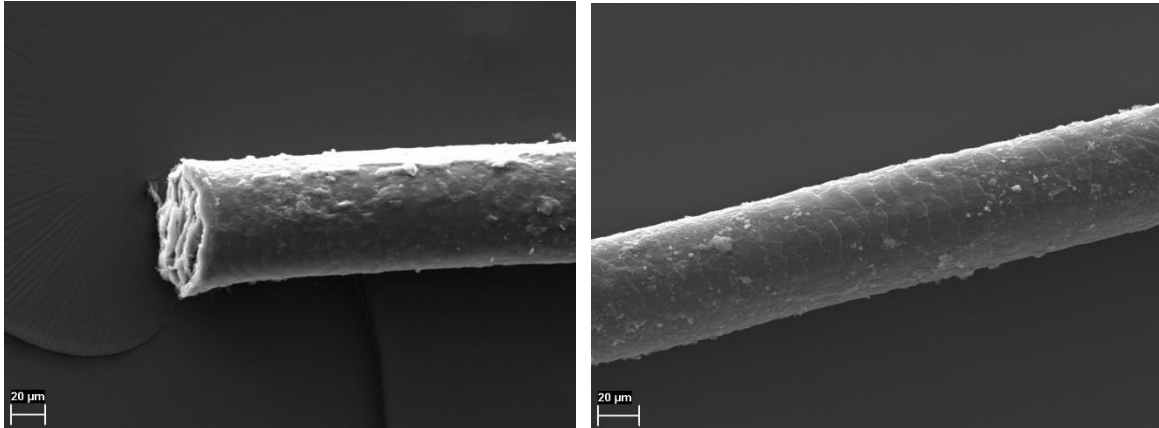
Konserveerimise seisukohalt on selline uurimustöö vajalik, sest see avardab konservaatori nägemust säilitatavast materjalist, selle seisukorrast rakutasandil ja innustab käsitlema eset tervikuna ajaloolises kontekstis.



29. Proov R65.2. Pildil punaste nooltega märgitud oksalaadikristallide kuju on iseloomulik nt tammepuidule. Mikroskoobi suurendus 600×.

⁵⁴ M. Pommer, R. Rammo, SEM EDS raport, TÜ geoloogia osakond, Tartu, 2023. Autori valduses.

SEM võimaldas proovides R65.1 ja R68.4 olevate karvade soomuskihi muustrit paremini vaadelda ja kinnitas juba optilise mikroskoobiga saadud tulemusi, et tegemist on kitse ja võimalik, et ka lamba karvadega (ill 30–31).



30–31. Proovid R65.1 (vasakul) ja R68.4 (paremal). Piltidel on eristatavad nt kitse karvadele iseloomulik säsikanal (vasakul) ja soomusmuster (paremal). Mikroskoobi suurendus 900× ja 800×.

4.2 Tõrva koostise uurimine

TÜ Archemy uurimisgrupi liige Shidong Chen teostas tõrva analüüsi.⁵⁵ Eesmärk oli määrata kindlaks tõrva koostis, et tajuda paremini vanu konserveerimisvõtteid, ajaloolist konteksti ja õppida tudma tõrva kui materjali. Koostise täpne määramine annab informatsiooni selle kohta, kas kasutatud tõrv oli puhas (nt männi- või kasetõrv) või segatud lisaainetega nagu loomsete rasvade, vahade või taimsete õlidega (nt linaseemneõli).⁵⁶ Selline teadmine aitab vajadusel paremini valida puhastusmeetodeid, mis kas lahustavad või säilitavad köiel leiduvat kattekihti.

Materjali keemilise koostise määramist teostati Fourier' teisendusega infrapunaspektroskoopia (FT-IR) abil. Selle meetodi eeliseks on mittedestruktiivsus, sest analüüsi jaoks ei ole vaja suurt materjalikogust ega eeltötlust ning koostise mõõtmine toimub otse proovi pinnalt.⁵⁷ FT-IR on lihtne ja kiire analüüsimeetod, mille hinnaklass on paindlik ja võimaldab teostada lisauuringuid.

⁵⁵ S. Chen, Archemy Lab Report. TÜ, Tartu, 2024. Käsikiri Eesti Meremuuseumis.

⁵⁶ Vestlusest Archemy uurimisgrupi liikme S. Cheniga. Märkmed autori valduses.

⁵⁷ I. Leito, P. Peets, S. Vahur, Infrapunaspektroskoopia tekstiilikiudude uurimises. – Renovatum Anno, 2015, pagineerimata. <https://www.anno.renovatum.ee/ee/renovatum-anno-2015/infrapunaspektroskoopia-tekstiilikiudude-uurimises?rq=FT-IR> (vaadatud 25. IV 2024).

Analüüsi jaoks saadeti TÜ geoloogia osakonna laborisse kahelt leiult (R37 ja R64) võetud tõrvaproovid, mis kaalusid vastavalt 0,63 g ja 1,43 g. Neid uuriti mudeliga Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR. Tõrvaproove võrreldi Archemy laboris oleva referentskoguga, mille tulemused näitasid, et Lootsi laevalt pärit proovi põhikomponent on männitõrv. Lisaaineid teostatud uuringu käigus ei tuvastatud.⁵⁸

4.3 Uuringute kokkuvõte

Valgusmikroskoobi ja SEMi abil uuritud proovide tulemused viitavad, et tegemist oli nii taimset kui ka loomset päritolu materjaliga. Töö seisukohast olid huvipakkuvad taimsest kiust proovid, kuna keskendutakse eelkõige sellest materjalist köiejäänuste konserveerimisele. Taimsest kiust proovid olid valdavalt pärit kanepist, mis on iseloomulik käsitletavale 14. saj köietehnoloogiale.⁵⁹ Kuna laev oli ehitatud tammest ja selle lasti hulgas oli tammepuit⁶⁰, siis on ootuspärane, et muu orgaanika hulka on sattunud arvatav tammepuidu katke (R65.2). Loomset päritolu kiud, nt karvad on eristatavad nendele iseloomuliku toruja kuju ja soomusmusteri järgi. Loomakarvade pealismuster, säisikanali struktuur ja mõõtmed erinevad liigiti. Töös uuritud loomakarvad on ilmselt enamjaolt kodukitselt, aga välistada ei saa ka lammast. Keskaegsetest pakkekangastest on varemgi tuvastatud kodukitsekarvu.⁶¹

⁵⁸ S. Chen, Archemy Lab Report.

⁵⁹ Vestlusest R. Rammoga. Märkmed autori valduses.

⁶⁰ M. Tammet, P. Lätti, R. K. Heikkilä, A 14th century wreck..., lk 124–125.

⁶¹ R. Rammo, Archaeological Textiles from..., lk 160.

5. KÖITE KONSERVEERIMINE

Töös kasutatud konserveerimismeetodid arutati läbi koos juhendaja Riina Rammo ja konsultandi Heige Peetsiga. Töökäik kujunes eelkõige selle põhjal, milline on käsitletavate objektide säilivusaste. Konserveerimistöde eesmärk oli köite puhastamine suuremast mustusest, stabiliseerimine, algse kuju ja mõõtmete säilitamine ning tulevikus eksponeeritavuse tagamine. Leidude konserveerimine jaotati kahte etappi. Esimene leidis aset sügissemestril ning selle käigus teostati köite pesemine (ill 32), puhastamine (ill 33), soolatustamine ja asetati leiud kahte erinevasse immutamislahusesse. Teine etapp viidi läbi kevadsemestril ja selle käigus võeti leiud vastavatest konserveerimislahustest välja ning alustati kuivatusprotsessiga. Viimaks konserveeritud köied pakendati ja tehti säilitamissettepanekud.



32. Köie R46 märgpuhastus dest. vees.



33. Köie R9 puhastamine pinnasest ettevaatlikult pintsliga.

5.1 Puhastamine ja soolatustamine

Peale esmast dokumentatsiooni ja visuaalset vaatlust teostati köite märgpuhastus.⁶² 14. saj pärit leiud olid haprad ja õrnad. Et märgpuhastus ja edaspidine käsitsus oleks leidude suhtes minimaalselt kahjustav, asetati köied ühekaupa sünteetilise võrgu peale. See moodustas konserveerimisprotsessi ajaks köie ümber kaitsva ümbrise. Puhastamise lõpus õmmeldi võrk nailonist tamiili abil kinni ja iga köie juurde kinnitati silt vastava leiuinformatsiooniga, nt Lootsi 8 R7C (ill 34). Sildid valmistati Tyvekist, mis on vetthülgav materjal, ja sellele kirjutati pliiatsiga info. Grafiit ei kulu Tyveki pealt maha ja ei määri vee sees olevat leidu.⁶³



34. Köis asetati lisatugevduseks sünteetilise võrgu peale ja õmmeldi nailonist tamiili abil kinni. Lisatud Tyvekist silt leiuinformatsiooniga Lootsi 8 R7C.

Köied loputati õrnalt dest. veega täidetud anumast kuni suurem osa liivast oli eemaldunud. Ülejäänud pinnas eemaldati ettevaatlikult pehme pintsliga. Sellise puhastusviisi juures tasub olla ettevaatlik, et pintsel ei kahjustaks eset.⁶⁴ Teades võimalikke ohtusid ja olles ettevaatlik, on pehmed pintsliid siiski kasulikud. Märgpuhastuse järel jaotati leiud kolme konteinerisse.⁶⁵

Suur osa leide paigutati konteinerisse nr 1 dest. vee ja etanooli lahusesse (90:10). Leiud R37 ja R64 olid kaetud paksu tõrvakihiga ja seetõttu tuli need asetada leotusse teistest köitest eraldi (ill 35–36) konteinerisse nr 2. Kõigepealt katsetati tõrva eemaldamiseks 50:50 ja seejärel 70:30 (etanool:dest. vesi) lahuse kontsentratsioonidega. Kangem lahuse eemaldas tõrva palju

⁶² Leiud tulid niiskest keskkonnast ja seetõttu kuivpuhastus ei andnud siinkohal mingit efekti.

⁶³ R. Rammo, Kadrioru Peetri vraki tekstiilide..., lk 11.

⁶⁴ D. Sanders, Knowing the Ropes..., lk 18.

⁶⁵ Ptk. 5.1 ill 42. Elektrijuhtivuse ja temperatuuri näitajate tabel kuue nädala jooksul kolmes konteineris.

edukamalt. Köisi katnud paks tõrvakiht muutus pehmeks, peaaegu lahustuvaks ja võimaldas seeläbi esemeid soovitud tulemusteni puhastada (ill 37–39). Köied olid puhastamisel haprad ja neid katnud tõrv moodustas omamoodi tugevduskihi. Kõne all olevate köite tõrva eemaldamist arutati läbi nii juhendaja kui ka leiu omaniku Eesti Meremuuseumiga. Arvestades töö peatükis 3.1 välja toodud argumente ja leiukonteksti, võib öelda, et köied R37 ja R64 olid juhuslikult saastunud tõrvaga. Paks ja kleepuv kiht segas uurimist ja immutamist ning kuna mõlema köie otsad olid lahtised, siis ei katnud tõrv leide hermeetiliselt ja ei kaitsenud köisi kapslina. Soolatustamise ajal hoiti neid köisi 50:50 kontsentratsiooniga etanooli vesilahuses, et tõrvajäänuste lahustumine jätkuks.



35–36. R37 (vasakul) ja R64 (paremal). Köied olid paksult kaetud tõrvaga.



37–39. Vasakpoolne pilt 06.10.23 enne lahusesse minekut, keskel pilt samal päeval pool tundi hiljem, lahusest välja võetuna. Tõrv on muutunud pehmeks. Parempoolne pilt 13.10.23, tõrva on eemaldatud veelgi, on nähtavad köiekonstruktsioonid.

Kööied R10 ja R25 leiti koos metallist objektidega (ill 40–41) ja neid puhastati täiendavalt triammooniumtsitraadi lahusega (TAT).⁶⁶ Metallisoolade välja lahustamiseks asetati need 5% TAT vesilahusesse kaheksaks tunniks. Seejärel võeti köied lahusest välja ja loputati dest. vees. Anuma põhja oli vajunud peen liiv, lahuse värv muutus kollakaks ja oli tunda kerget raualõhna. Ühtlasi hoiti neid seetõttu eraldi konteineris nr 3. Kõik kolm konteinerit suleti kaantega ja kaeti pealt musta kilekotiga, et vältida otsest valgust ning jäeti toatemperatuuri seisma. Kuue nädala jooksul vahetati korduvalt lahust ja jälgiti seda, et ei tekiks bioloogilist kasvu. Kõige paremini sai seda jälgida pidades silmas lahuse värvust, lõhna ja pinnale tekkivat valget kirmet ja muid laiike.⁶⁷



40–41. Vasakul R10, ringiga on tähistatud u 4 cm pikkune metallist nooleots, mille teine pool oli köiemassi sees, punase noolega on märgitud luutükk. Paremal R25, ringiga on tähistatud metallist mass, mis tuli koos leiuga.

Merega seotud kontekstist pärit esemetel tuleb enne konserveerimist kõigepealt kontrollida soolade taset ja teostada vajadusel nende soolatustamine. Nt tehti seda 2015. aastal Kadrioru Peetri kogelt leitud köite konserveerimisel.⁶⁸ Nii Lootsi laeva kui ka Peetri koge leiusituatsioonid on sarnased. Mõlemad vrakid uppusid algselt madalas rannikulähedases merevees, kuid leidmise hetkel olid need liivasse mattununa merepiiri lähedal nõ kuival maal.⁶⁹ Kuna Peetri köiekatkete soolade sisaldus oli suhteliselt kõrge (leotusvee elektrijuhtivus tõusis

⁶⁶ Vestlusest H. Peetsiga. Märkmed autori valduses.

⁶⁷ Samas.

⁶⁸ R. Rammo, Kadrioru Peetri vraki tekstiilide..., lk 12.

⁶⁹ Lootsi laeva leiud olid saastunud erinevate maapõuest ja veest pärit ühenditega (Mg, Ca, Fe ja Cu soolad), mis olid leidude pinnal paakunud mustusena. Vestlusest H. Peetsiga. Märkmed autori valduses.

üle 1000 μS),⁷⁰ siis otsustati soolatusamisega alustada ka Lootsi leidude puhul. Soolade taseme hindamiseks mõõdeti leotuslahuse (dest. vesi) elektrijuhtivust aparaadiga Elmetron CX-401 üks kord nädalas. Nimetatud aparaat mõõdab elektrijuhtivust mikrosiimensites (μS) ja lahuse temperatuuri ($^{\circ}\text{C}$). Mõõtmistulemuste hindamisel kasutati kontroll-lahusena dest. vett, mille μS näitaja jääb vahemikku 1,5–3,5. Mida suurem on näit, seda suurem on lahuse elektrijuhtivus ja seega ka lahustunud soolade sisaldus. Töö käigus selgus, et Lootsi köiekatkete soolade tase erines Peetri vraki omadest oluliselt ja nende tase oli tunduvalt madalam (elektrijuhtivus kuni 180 μS). Selle põhjus võib olla, et Lootsi vraki uppumiskoht jääb oletatavasti Härjapea jõe kunagise suudmealale, kus tänu jõevee juurdevoolule võib vesi olla suhteliselt mage.⁷¹ Soolatusamise eesmärgil jäeti enamuse leide likku kuueks nädalaks ja mõõtmistulemused on esitatud tabelina (ill 42). Kuue nädala jooksul on μS näitades kõikumised. Konteineris olevat vett vahetati vajadusel ja värske vee lisamise järgselt oli μS näit järgmisel korral mõõtes madalam kui eelnev.

Soolatusamist võib lõpetada, kui elektrijuhtivus on langenud alla 100 μS . Selline näit on kokkuleppeline ja ei vasta küll dest. vee soolade sisaldusele, kuid on piisav selleks, et jätkata konserveerimise järgmise etapiga. Arvestada tuleb asjaoluga, et immutuslahuses jätkub soolade eraldumine.⁷²

Konteiner	05.10.23	12.10.23	19.10.23	04.11.23	17.11.23	01.12.23
1	45 μS 21,4 $^{\circ}\text{C}$	74 μS 22 $^{\circ}\text{C}$	22,2 μS 21,8 $^{\circ}\text{C}$	54,4 μS 21,6 $^{\circ}\text{C}$	23,2 μS 22,3 $^{\circ}\text{C}$	85,6 μS 23,7 $^{\circ}\text{C}$
2	18 μS 22 $^{\circ}\text{C}$	1,49 μS 22 $^{\circ}\text{C}$	180 μS 21,8 $^{\circ}\text{C}$	68,7 μS 21,6 $^{\circ}\text{C}$	3,4 μS 22,1 $^{\circ}\text{C}$	10,7 μS 23,4 $^{\circ}\text{C}$
3	-	-	49,7 μS 21,9 $^{\circ}\text{C}$	46,1 μS 21,7 $^{\circ}\text{C}$	7,5 μS 21,4 $^{\circ}\text{C}$	27,3 μS 23,2 $^{\circ}\text{C}$

42. Elektrijuhtivuse ja temperatuuri näitajate tabel kuue nädala jooksul kolmes konteineris. Kolmanda konteineri leidude puhastamine ja likku asetamine toimus teistest pisut hiljem.

⁷⁰ R. Rammo, Kadrioru Peetri vraki tekstiilide..., lk 12.

⁷¹ L. Reinvars, Lootsi tänava laevavrak..., lk 14.

⁷² K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu konserveerimine: meetoodika ja praktika. Magistritöö, Tartu Ülikool, ajaloo ja arheoloogia instituut. Tartu, 2018, lk 50–51.

5.2 Immutamine

Taimsest kiust arheoloogiliste leidude puhul on konserveerimise käigus tähtis asendada materjali sees olev vesi. Maapinda mattununa asendab vesi lagunemisprotsessi käigus osaliselt taime rakustruktuuri ning vee eemaldamisel (nt kuivatamise käigus) toimub rakuseinte kokkulangemine. Sellise protsessi käigus tõmbuvad köied kokku ja muutuvad hapraks.⁷³ Olukorra vältimiseks kasutatakse erinevaid täiteaineid, mis jäävad peale kuivatamist esemesse ja toestavad seda seestpoolt. Töö käigus katsetatakse köite konserveerimisel kolme immutuslahust:⁷⁴

1. 5% PEG 400, 1% Ethulose'i ja 2% glütseriini lahus dest. veega
2. 5% PEG 1500 lahus dest. veega
3. Silikoonõli

Kasutatud konserveerimismeetodid ja millised köied läksid valitud lahusesse, leiab järgnevast tabelist (ill 43).

5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin	5% PEG 1500	Silikoonõli	Puhastatud, kuid immutamata⁷⁵
R7A, R7C, R7D, R7J, R7L, R7N, R10, R37, R44, R55, R64B ja R64D	R7E, R9, R46 ja R68.3B	R7B, R7P, R13, R25, R64A, R64C ja R68A	R7F, R7G, R7H, R7I ja R68B

43. Tabel kasutatud immutuslahuste ja vastavalt töödeldud köitega.

⁷³ K. A. Jakes, J. C. Mitchell, The Recovery and Drying of Textiles from a Deep Ocean Historic Shipwreck. – Journal of the American Institute for Conservation 1992, Vol 31, No 3, lk, 344, 346.

⁷⁴ Immutuslahuste valikul lähtuti eelkõige TÜ arheoloogia laboris olemasolevatest vahenditest.

⁷⁵ Siinkohal ei võeta arvesse köiejuppe R7K, R7M, R7O ja R7Q, mida ei puhastatud ega immutatud.

5.2.1 PEG

Eestis on arheoloogiliste vettinud köieleidudega teadaolevalt vähe kogemusi ja töös kasutatakse seetõttu varasemalt kirjanduses avaldatud uurimusi, mis on andnud positiivseks hinnatud tulemusi.⁷⁶ Tänapäeval on kõige levinum täiteaine arheoloogilise orgaanika konserveerimisel polüetüleenglükool (PEG), mida on saadaval erinevate molekulmassidega. Köitele soovitatakse eelkõige madala molekulmassiga (M 400 ja 600) variante.⁷⁷ Siinkohal on oluline silmas pidada, et ehkki tegemist on sama ainega, on erineva molekulmassidega PEGidel teistsugused omadused, mis mõjutavad esemete säilimist ja väljanägemist. PEG lahustub hästi vees ja alkoholis, pole konservatorile ohtlik ja seda on kerge käidelda.⁷⁸

Sellel konservandil on ka teatud plastilisuse efekt, mis tähendab seda, et immutatud esemeid on võimalik mingil määral painutada. Immutamise käigus asendab PEG ülearuse vee ja toestab rakustruktuuri. Lisaks toimib see pehmendina, mis muudab rakuseina vähem jäigaks ja suurendab selle elastsust.⁷⁹ Negatiivse aspektina võib välja tuua seda, et see täiteaine ei ole köitest täies mahus tagasipööratav.⁸⁰ Kui konservant on juba materjali imunud, pole võimalik PEGi täielikult sealt eemaldada.⁸¹ Samuti on PEG hügrokoopne, mis tähendab seda, et töödeldud ese on tundlik õhuniiskusele. Ebasobivates hoiustamistingimustes võib PEG imada endasse ümbritsevast õhust niiskust ja seeläbi kahjustada töödeldud eseme struktuuri.⁸² Lisaks jääb PEG materjalis mobiilseks, mistõttu võib see teatud tingimustel migreeruda eseme pinnale jättes rakustruktuuri toetuseta. Seetõttu on oluline tagada PEGiga töödeldud esemetele stabiilse niiskusrežiimiga säilitamistingimused.⁸³

Vaatamata negatiivsetele külgedele on PEGi eelis selle pikaajaline kasutuskogemus, mõistlik hind, kättesaadavus ja ohutus. Samuti on PEGiga immutatud esemeid võimalik edaspidi uuesti töödelda.⁸⁴

⁷⁶ E. E. Peacock, G. Schofield, A survey of conservation methods for Trondheim's water-degraded archaeological rope. Conference Paper, Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, York, 9–13. IX 1996, 1997, lk 118–121.

⁷⁷ Samas, lk 115.

⁷⁸ K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu..., lk 32, 34.

⁷⁹ Samas, lk 32.

⁸⁰ Üldiselt peetakse PEGi tagasipööratavaks materjaliks kuna see lahustub hästi nii piirituses kui ka vees, kuid väga habraste esemete puhul on seda täiteainet võimatu täielikult kätte saada, kui see on imunud sügavale struktuuri, ilma objekti kahjustamata. Vestlusest R. Rammoga. Märkmed autori valduses.

⁸¹ K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu..., lk 32.

⁸² J. R. McCaskill, Conserving waterlogged rope: A review of traditional methods and experimental research with polyethylene glycole. Master of Arts, Texas A&M University, Anthropology. Texas, 2009, lk 75.

⁸³ Samas.

⁸⁴ C. W. Smith, Archaeological Conservation Using Polymers. Texas A&M University Press, 2003, lk 66.

5.2.2 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin

Selle meetodi immutamislahus koosneb 5% PEG 400, 1% Ethulose⁸⁵ ja 2% glütseriinist dest. vees. Nagu eelpool mainitud muudab PEG eseme elastsemaks. Sarnased lahused, kus peale PEGi ja glütseriini kasutatakse mõnda tselluloosieetrit on tänapäeval erinevates laborites kõige laiemalt kasutuses.⁸⁶ Töös valiti tselluloosieetritest etüülhüdrosüetüütselluloosi (EHEC), mille tootenimi on Ethulose.⁸⁷ See aitab tugevdada konserveeritava objekti struktuuri ja glütseriin annab täiendavat plastilisust.

Kööied R7A, R7C, R7D, R7J, R7L, R7N, R10, R44, R55, R64B ja R64D kaaluti⁸⁸ enne immutamise algust ja asetati seejärel kirjeldatud lahusesse kuueks nädalaks. Köisi hoiti klaasist anumast labori külmkapis. Segu valmistamiseks lahustati kõigepealt 30 g Ethulose'i pulbrit dest. vees ja jäeti see üheks ööpäevaks lahustuma. Seejärel lisati juurde 150 ml PEG 400 ja 60 ml glütseriini ning valmis segu sõtkuti käsitsi läbi selleks, et kõik koostisosad seguneksid ühtlaselt.⁸⁹ Lahuse kogus kokku oli 3000 ml.

Köis R37 asetati sama retsepti järgi valmistatud lahusesse, ent teistest eraldi anumasse, sest ese oli suhteliselt suur ja algselt kaetud paksu tõrvakihiga. See asetati eraldi immutuslahusesse, et teised köied ei puutuks kokku tõrvaga. R37 säilitati valguse eest kaitstuna esialgu toatemperatuuril, sest TÜ arheoloogia labori külmkapid on piiratud mahutavusega.⁹⁰

5.2.3 5% PEG 1500

Enne immutamist köied R7E, R9, R46 ja R68.3 kaaluti⁹¹ ja asetati 5% PEG 1500 ja dest. vee lahusesse kuueks nädalaks. Selles meetodis kasutati kõrgema molekulmassiga PEGi ning võeti eeskujuks Saksamaal Kielis leitud laeva Princess Hedvig Sofia pardalt köite konserveerimine.

⁸⁵ Etüülhüdrosüetüütselluloos (EHEC) tootenimega Ethulose on konserveerimises laialt kasutatav tselluloosieeter, mis toimib liimina. R. L. Feller, M. Wilt, Evaluation of Cellulose Ethers for Conservation. The Getty Conservation Institute. – Research in Conservation 3. Printed in the United States of America, 1990, lk 26.

⁸⁶ J. R. McCaskill, Conserving waterlogged rope..., lk 60.

⁸⁷ E. E. Peacock, G. Schofield, A survey of conservation methods..., lk 114–115.

⁸⁸ LISA 4. Tabel leidude kaaluga, mida konserveeritakse lahusega 5% PEG, 1% Ethulose ja 2% glütseriin dest. vees.

⁸⁹ E. E. Peacock, G. Schofield, A survey of conservation methods..., lk 116. Ethulose'i ohutuskaart, <https://www.talasonline.com/images/PDF/MSDS/ethulose.pdf> (vaadatud 08. XII 2023).

⁹⁰ 29.12.23 asetati R37 TÜ arheoloogia labori külmikusse, sest lahusele oli toatemperatuuril ühe nädala jooksul moodustunud peale hele kirme. 05.01.24 vahetati R37 lahus välja puhta vastu ja köis asetati tagasi külmikusse.

⁹¹ LISA 5. Tabel leidude kaaluga, mida konserveeritakse lahusega 5% PEG 1500 dest. vees.

5% PEG 1500 ja dest. vee lahuses olevad köied otsustati hoida konserveerimissegus kokku vähemalt kuus nädalat nagu esimesena kirjeldatud lahuse puhul ja mitte kaks nädalat nagu oli tehtud võrdlusuuringutes.⁹² Eri uuringutes immutusajad varieeruvad.⁹³ Võimalik, et eri autorite poolt välja toodud immutusajad erinevad sellepärast, et nende leiumaterjal on teistsuguste mõõtmega ja/või seisukorras. Lahuse imbumise ulatust esemesse on raske objektiivselt hinnata. Töös sooviti pikendada köite lahuses olev aeg selleks, et võimaldada kõrgema molekulmassiga PEG 1500 korralikult imbuda materjali sisse.

5.2.4 Silikoonõli

Kolmanda meetodina katsetati köite konserveerimist silikoonõlis. Teadaolevalt ei ole selle meetodiga Eestis varem arheoloogilisi köisi konserveeritud, ent seda on tehtud vettinud puiduga.⁹⁴ Silikoonõlide kasutamine arheoloogias on mujal üsna levinud.⁹⁵ Silikoonõliga töödeldud materjal on väidetavalt ajas vastupidav, samas jättes eseme elastseks.⁹⁶ See on temperatuuri kõikumiste ja õhuniiskuse suhtes vähem tundlik kui nt PEG. Silikoonõli kasutamise jaoks on töötatud välja spetsiaalne meetod⁹⁷, mis väidetavalt muudab selle käsitlemise mõnevõrra lihtsamaks võrreldes PEGi või mõne muu ainega. Siinkohal tuleb kindlasti silmas pidada konserveeritava objekti lagunemisastet ja eseme suurust, millest sõltuvalt võib meetodi toimimisviis erineda.

Silikoonõli negatiivne aspekt on suhteliselt kõrge hind. Seega sobib sellega konserveerida pigem väiksemaid objekte. Peale katalüsaatori lisamist, pole see protsess enam tagasipööratav. Kasutatavad ained on mürgised, kergesti süttivad, lenduvad ja ohtlikud nii konservaatorile kui ka keskkonnale.⁹⁸ Seetõttu tuleb silikoonõliga konserveerimisel alati kasutada

⁹² G. Zink, O. Emgrund, The conservation of rope with PEG 800 and kerosene. – Wet Organic Archaeological Materials 2016. Proceedings of the 13th ICOM-CC Wet Organic Archaeological Materials Working Group. Florence: ICOM-CC, 2016, lk 81. PEG 800 asemel kasutati TÜ laboris käepärast olevat suurema molekulmassiga PEG 1500.

⁹³ Nt uuringus, milles konserveeriti 17. saj laevavrakilt pärit köisi, oli PEG 1500 10% lahuses immutusaeg seitse päeva. A. Middleton, Conservation trials of rope..., lk 75.

⁹⁴ K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu..., lk 35–37.

⁹⁵ J. R. McCaskill, Conserving waterlogged rope..., lk 68–74.

⁹⁶ B. A. Rodgers, The Archaeologist's Manual..., lk 169.

⁹⁷ H. Dewolf ja D. L. Hamilton, Conservation Research Laboratory Instructions Polymer Passivation (silicon oil) conservation treatment based on report by Helen Dewolf, May 26, 2004 and modified by Donny L. Hamilton September 25, 2007. Texas A&M University. Silikoonõlijuhend, pagineerimata.

⁹⁸ Silikoonõli ohutuskaart, <https://www.sigmaaldrich.com/EE/en/sds/aldrich/378364?userType=undefined> (vaadatud 11. IV 2024), MTMS ohutuskaart, <https://www.sigmaaldrich.com/EE/en/sds/aldrich/440175?userType=anonymous> (vaadatud 11. IV 2024),

isikukaitsevahendeid ja tõmbekappi ning töö käigus tekkivad jäätmed vastavalt korrale utiliseerida.⁹⁹

Silikoonõliga konserveeritakse töös köied R7B, R7P, R13, R25, R64A, R64C ja R68A. Valitud meetod koosneb kolmest sammust – lahusepõhine kuivatamine, silikoonõliga immutamine ja katalüüs.¹⁰⁰ Seetõttu alustati silikoonõlis töödeldavate leidude kuivatamist juba sügissemestril. Kõigepealt köied kaaluti enne lahusepõhise kuivatamise algust.¹⁰¹

Peale kuivatamist kaaluti köied uuesti ja asetati otse atsetooniga täidetud anumast silikoonõlisse. Tuleb jälgida hoolega, et köied ei jõuaks vahepeal kokkupuutel õhuga kuivada. Silikoonõlis konserveeritavatele köitele lisati raskus, et vältida nende tõusmist pinnale. Selleks kasutati klaasist viaale, mida täideti silikoonõlilahusega ja mis seejärel jäid sobiva survega köite peale heljuma. Protsessis läheb vaja kolme koostisosa: silikoonõli¹⁰², ristsideme tekitaja (MTMS)¹⁰³ ja katalüsaator (DBTDA).¹⁰⁴ Selle kolme koostisosa mõjul tekib taimeraku seinte ja ainete vahele ristside, mis toestab rakustruktuuri. MTMS moodustab ühenduse iseenda, silikoonõli ja taimeraku vahel ning nii moodustub iga taimeraku sees kolmemõõtmeline tugivõrgustik.¹⁰⁵

Immutamise jaoks asetati köied silikoonõlisse, millele lisati 10% MTMSi.¹⁰⁶ Töös kasutati kolm liitrit lahust, mis koosnes 2700 ml silikoonõlist ja 300 ml MTMSist. Silikoonõli ja MTMS lahuses on võimalik hoida esemeid piiramata aja vältel. Suuremaid objekte soovitatakse hoida lahuses pikemat aega, vähemalt kuus nädalat.¹⁰⁷ Arvestades esemete suhteliselt väikest suurust ja piiratud aega, otsustati kõisi immutada ühe nädala.

Immutuse järgselt töödeldi kõisi katalüsaatori DBTDA abil. Selle tegevuse eesmärk on käivitada köite sees oleva silikooni polümeriseerumine. Katalüsaatorit tuleks käsitseda teistest

DBTDA ohutuskaart, <https://www.sigmaaldrich.com/EE/en/sds/aldrich/290890?userType=anonymous> (vaadatud 11. IV 2024).

⁹⁹ K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu..., lk 37.

¹⁰⁰ H. Dewolf ja D. L. Hamilton, Conservation Research Laboratory..., pagineerimata.

¹⁰¹ LISA 6. Tabel silikoonõliga konserveeritavate ja lahusepõhiselt kuivatatud köite kaalu ja lahuse kontsentratsioonidega kuivatamise perioodil ja töötlemise lõpus.

¹⁰² Silikoonõli on passiivne polümeer ehk aine, mis ei allu keskkonnamõjutustele. H. Dewolf ja D. L. Hamilton, Conservation Research Laboratory..., pagineerimata.

¹⁰³ Metüültrimetoksüsilaan e MTMS tekitab ristsidemeid, st seob silikoonõli taime sees olevate rakkudega.

¹⁰⁴ Katalüsaator dibutüülitiin diatsetaat e DBTDA kiirendab aega, mil silikoonõli polümeriseerub.

¹⁰⁵ K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu..., lk 35–36.

¹⁰⁶ H. Dewolf ja D. L. Hamilton, Conservation Research Laboratory..., pagineerimata.

¹⁰⁷ L. Ludwick, A comparative study on surface treatments in conservation of dry leather, with focus of silicon oil. BA/Sc, Göteborgs Universitet, institutionen för kulturvård. Göteborg, 2012, lk 15.

lahustest eraldi tööpinnal, et vältida ainete omavahelist segunemist – enne uue lahuse avamist tuleb eelmine sulgeda ja kasutada puhast segamispulka.¹⁰⁸

DBTDA puhul soovitatakse kasutada suletud ruumis aurutamismeetodit. Köied asetati plastikust läbipaistvasse kasti, sinna sisse pandi eraldi alumiiniumist anum, mille sees oli 10 ml DBTDA-d. Kast suleti ja asetati tõmbekappi. Katalüsaatorit vahetati iga 24 tunni tagant ühe nädala jooksul.¹⁰⁹

5.3 Kuivatamine

Arheoloogiliste esemete kuivatamisel tuleb lähtuda materjalide eripäradest. Teatud kuivamisprotsess algab juba siis, kui ese eemaldatakse keskkonnast, milles see on väljakaevamise hetkeni viibinud.¹¹⁰ Orgaaniline arheoloogiline materjal (nt taimsest kiust esemed) hakkab niiskest pinnasest väljavõetuna õhu käes kuivama ja sellest tingitult algab ka lagunemisprotsess. Seetõttu on esemete stabiliseerimine ja ühtlase kuivamisprotsessi tagamine säilimise seisukohalt tähtis.¹¹¹ Köied jaotati vastavasse kuivatusmeetodisse nende suuruse põhjal, selleks et saavutada võimalikult üheselt võrreldavad tulemused. Töös kasutatakse kolme erinevat kuivatamise meetodit:

1. Normaalarõhul kuivatamine
2. Vaakumkülmkuivatamine
3. Lahusepõhine kuivatamine

Vastavate meetoditega kuivatatud köiekatked on toodud välja tulemuste koondtabelis.¹¹² Järgnevalt tutvustatakse rakendatud meetodeid lähemalt.

¹⁰⁸ Katalüsaatori abil eseme sees olev silikoonõli taheneb ja pakseneb aja jooksul kiiremini. H. Dewolf ja D. L. Hamilton, Conservation Research Laboratory..., pagineerimata.

¹⁰⁹ L. Ludwick, A comparative study..., lk 15–16. Katalüsaatori vahetamisel oli abiks juhendaja R. Rammo.

¹¹⁰ D. Watkinson, V. Neal, First Aid for Finds. United Kingdom: The Lavenham Press Limited, 1972/2001, lk 10–11.

¹¹¹ B. A. Rodgers, The Archaeologist's Manual..., lk 164.

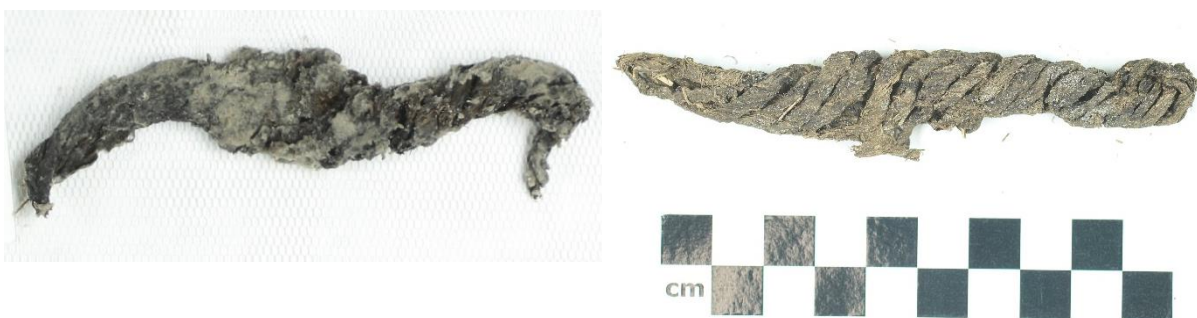
¹¹² LISA 8. Tulemuste koondtabel.

5.3.1 Normaalarõhul kuivatamine

Esimese kuivatamismeetodina kasutati kolme erinevat normaalarõhul keskkonda, milleks oli kuivamine õhu käes, külmkapis ja sügavkülmikus. Puhastatud, kuid immutamata köied R7G, R7I, R7H ja R68B kuivasid sarnase kiirusega, vaatamata sellele, et osa nendest olid toatemperatuuril ja osa külmikus (ill 44–47).¹¹³ Toatemperatuuril +22 °C kuivanud köied hoiti plastmassist karbi sees, pealt kaetult ja kaitstuna otsese päikesevalguse eest. Kuivamisperioodi vältel tekkis toatemperatuuril olnud köitele R7H ja R7I kergelt hapukas lõhn. Visuaalsel vaatlusel puudus nende pinnalt hallitus või kirme. Ebameeldiva lõhna eemaldamise jaoks piserdati köisi edaspidi etanooliga ja kuivamise edenedes lõhn kadus. Külmikus temperatuuril +4 kuni +12 °C olnud köied R7G ja R68B asetati lahtiselt alusele ja nendele ei tekkinud kuivamise vältel ebameeldivat lõhna ega hallitust. Toatemperatuuril kuivatatud köied jäid haprad, õrnad, kerged ja pudenevad. Külmikus kuivatatud köied jäid kerged, kuid stabiilsemad ja tugevamad kui toatemperatuuril kuivanud leiud.



44–45. Köis R7G enne puhastamist ning külmkapis kuivatamist (vasakul) ja pärast (paremal).



46–47. Köis R7H enne puhastamist ning õhu käes kuivatamist (vasakul) ja pärast (paremal).

¹¹³ LISA 7. Tabel normaalarõhul kuivanud köite kaaluga enne ja pärast kuivatamist.

5% PEG 400, 1% Ethulose'i ja 2% glütseriini lahuses immutatud köied R7J ja R44 ning 5% PEG 1500 lahuses immutatud köis R7E (ill 48–49) kuivatati samuti külmkapis temperatuuril +4 kuni +12 °C pärast nimetatud lahustest välja võtmist. Vastavates lahustes immutatud köitel lasti enne külmkappi asetamist nõrguda, mille järel need kaaluti.¹¹⁴ Kuivamise järgselt jäid köied R7J ja R44 stabiilsed, tugevad ja ei pudenenud, R7E hoidis kuju, kuid oli õrn ja vajas järeltöötlemist.¹¹⁵



48–49. Köis R7E enne konserveerimist (üleval), pärast töötlemist ja kuivatamist külmkapis (all).

5% PEG 400, 1% Ethulose'i ja 2% glütseriini lahuses immutatud köied R7A, R7C (ill 50–51), R7N, R10, R37, R55 ja R64D ning 5% PEG 1500 lahuses immutatud köis R9 (ill 52–53) asetati kuivama TÜ arheoloogia labori sügavkülma plastmassist kasti sees temperatuuril –28 °C. Köied paigutati kasti selliselt, et need ei muljuks ega vajutaks teineteise peale oma raskuse all. Selleks, et vältida liigse niiskuse kogunemist kasti lisati sinna silikageeli kotid vastavalt anuma suurusele.¹¹⁶ Kuivamise järgselt oli enamus köisi visuaalselt terviklikud ja stabiilsed.¹¹⁷ Katsudes tugevad ning ei pudenenud.¹¹⁸ Köitel puudus sügavkülmas kuivamise perioodi vältel hallitus ja ebameeldiv lõhn.¹¹⁹ Köis R10 jäi hapuka lõhnaga ning ei püsinud koos. Samuti vajas järeltöötlemist R55.

¹¹⁴ LISA 5.

¹¹⁵ LISA 8.

¹¹⁶ Kasutatud kast oli mahutavusega u 5 L. 1 silikageeli koti kaal on 68 g. Vaja läks 10 kotti silikageeli e 680 g. D. Watkinson, V. Neal, First Aid for Finds..., lk 23.

¹¹⁷ LISA 1.

¹¹⁸ LISA 4–5.

¹¹⁹ LISA 8.



50–51. Kõis R7C enne konserveerimist (vasakul), pärast konserveerimist ja kuivatamist sügavkülmas (paremal).



52–53. Kõis R9 enne konserveerimist (vasakul), pärast konserveerimist ja kuivatamist sügavkülmas (paremal).

5.3.2 Vaakumkülmkuivatamine

Teise meetodina kasutati vaakumkülmkuivatamist. Mujal maailmas on sel viisil arheoloogiliste orgaaniliste esemete kuivatamine väga levinud.¹²⁰ See meetod on nii kuivatatava materjali kui ka tööks kuluva aja suhtes säästev. Õigesti valitud kuivatusrežiimi programmiga säilitavad esemed maksimaalselt oma algupärase kuju ja välimuse, on kerged ja heledad. Vaakumkülmkuivatamist eelistatakse veel seetõttu, et väidetavalt väheneb keskkonnast tingitud niiskuse mõju PEGiga töödeldud esemetele. Kuivatusprotsessi õnnestumine sõltub eelkõige materjalist ja selle suurusest, objekti üldisest seisukorrast ja lagunemisastmest ning eelnevalt kasutatud konserveerimislahustest.¹²¹ Vaakumkülmkuivatamise negatiivne aspekt on arheoloogias sobiva suurusega masina leidmine, mistõttu antud meetod on eelkõige soovitatud väiksemate objektide kuivatamiseks.

Töös ei kirjeldata üksikasjalikult vaakumkülmkuivatuse kõikide etappide protsesse ja masina ehitust, vaid antakse ülevaade töö autori kogemusest ja tulemustest kõite dehüdreerimisel. Külmkuivatus koosneb kolmest etapist – külmutamine, sublimatsioon ja desorptsioon.¹²² Selle meetodi peamine eesmärk on eemaldada eseme sees olev vesi ning alles jääb vaid täiteaine (nt töös kasutatud PEG), mis ei aurustu välja. Protsess toimub lühidalt kirjeldades nii, et külmutamise faasis vesi jäätub, sublimatsiooni ajal läheb vesi jää olekust otse auruks, jättes vahele vedela oleku. Sellist üleminekut saab kõige paremini tekitada vaakumis. Vaakumkülmkuivatati töö seisneb korduvate tsüklite põhimõttel kuni kogu vesi on aurustunud. Pärast eelnimetatud etappe jääb osa veest eseme sisse alles ja selle eemaldamist nimetatakse desorptsiooniks. Viimased kaks sammu, sublimatsioon ja desorptsioon, on erinevad etapid, kuid toimuvad samaaegselt.¹²³

¹²⁰ E. E. Peacock, G. Schofield, A survey of conservation methods..., lk 117.

¹²¹ K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu..., lk 38.

¹²² J. M. Flink ja H. Knudsen, An introduction to Freeze Drying. Holbæk: Center-Tryk ApS, 2002, lk 9–10.

¹²³ E. E. Peacock, Drying Archaeological Textiles. – Archaeological Textiles in Northern Europe. Report from the 4th NESAT Symposium 1.–5. May 1990 in Copenhagen. Editors. H. B. Madsen, L. Bender Jorgensen, E. Munksgaard. *Tidens Tand*, 5. Copenhagen, 1992, 202–203.

Ülalmainitud meetodiga kuivatati kahel erineval viisil immutatud köisi. Valitud köied kuivatati TÜ Archemy labori vaakumkülmkuivatiga SCIENTZ-10N Freeze Dryer kahes osas.¹²⁴ Üldjuhul peaks konserveerimisel kasutataval masinal olema võimalik valida täpsed parameetrid (aeg, temperatuur ja rõhk) lähtuvalt materjalist, kuid sellel masinal oli kindel tsükkel, mille parameetreid ei olnud võimalik muuta. Seetõttu prooviti kuivatamist kõigepealt kahe näidisega R7D ja R7L. Ülejäänud leiud, R46, R64B ja R68.3B kuivatati hiljem.¹²⁵ Köied peavad olema kuivatamisele eelnevalt külmutatud. Selleks hoiti neid TÜ arheoloogia labori sügavkülmas temperatuuril -24°C kolm nädalat. Ühe kuivatustsükli pikkus oli 72h.¹²⁶ Kuivatamise järgselt olid nt köied R7D ja R7L väga kerged, haprad, kippusid pisut pudenema, kuid püsisid koos ja olid täiesti kuivad (ill 54–55).



54–55. Köis R7D enne konserveerimist (vasakul), pärast töötlemist ja vaakumkülmkuivatamist (paremal).

¹²⁴ Vaakumkülmkuivatati valiti selle põhjal, et see oli piisava suurusega, töökorras ja millele võimaldati ligipääsu.

¹²⁵ LISA 8.

¹²⁶ Kuivatamisprotsess toimus 01.03–04.03.24 ja 12.04–15.04.24. Masin teeb töötamise ajal müra, seetõttu teostatakse kuivatamise tsüklid reeglina nädalavahetuseti, siis kui labor on tühi.

5.3.3 Lahusepõhine kuivatamine

Viimasena kasutati lahusepõhist kuivatamist. Sellist meetodit rakendati eeskätt töös varasemalt mainitud silikoonõliga konserveeritavate leidude puhul, sest lahuses kuivatamine eelneb silikoonõliga immutamisele.

Silikoonõli ei ole vees lahustuv, seetõttu tuleb köied eelnevalt asetada sellisesse lahusesse kuivama, mis eemaldab esemest vee ja mida silikoonõli suudab hiljem asendada.¹²⁷ Selliseks lahustiks sobivad nt isopropanool, etanool ja atsetoon.¹²⁸ Töös kasutatakse lahusepõhise kuivatusena etanooli ja atsetooni. Köied asetati kõigepealt etanooli vesilahusesse, mille kontsentratsiooni tõsteti järk-järgult 25% võrra kuni 100%. Viimases kontsentratsioonis tuleb köisi hoida kaks korda, et materjalist olev vesi asenduks täies mahus etanooliga.¹²⁹ Sama protseduuri korratakse seejärel atsetooniga, mil eseme sees olev etanool asendatakse järk-järgult kontsentratsioonide suurenemisega atsetooniga. Lahusepõhise kuivatuse lõpuks on eseme sees olev etanool täielikult asendunud atsetooniga. Lõpliku lahustina kasutatav atsetoon on eelistatud eelkõige selletõttu, et see on kergesti lenduv ja jätab eseme soovitud kuivuse astmel. Aeg, mis kulub hoidmisele kontsentratsioonides sõltub objektide suurusest, materjalist ja seisukorrast.¹³⁰ Köisi hoiti etanooli lahuses kokku 15 nädalat. Atsetooni kontsentratsioonides hoiti köisi neli nädalat, mille järel esemete sees olnud etanool asendus täielikult atsetooniga.

Lahusepõhine kuivatamine võib olla ka eraldi iseseisev konserveerimisvalik ja ei pea olema seotud mõne järgneva töötlemisviisiga. Varasemate uurimuste näitel on teada, et lahusepõhine kuivatamine on selliste leidude puhul nagu arheoloogilised köied sobiv viis liigse vedeliku ja niiskuse eemaldamiseks. Köite sees olev vesi asendatakse sellise lahusega, mis soodustab ühtlast aurustumist. Meetodi puhul on oht, et liiga kiire kuivamise korral muudab ese oma kuju, tõmbub kokku, muutub hapraks ning rakustruktuurid langevad kokku.¹³¹ Kuivamise ajal tuleb esemeid kaaluda selleks, et jälgida vedeliku etapilist asendumist. Protsessi lõpus võetakse esemed kuivatuslahusest välja ja lastakse neil õhu käes lõplikult kuivada. Täiendava tugevduse tagamiseks tuleks kasutada sel viisil kuivatatud esemel mõnda järeltöötlemismeetodit.¹³²

¹²⁷ J. R. McCaskill, *Conserving waterlogged rope...*, lk 68, 70–71.

¹²⁸ E. E. Peacock, *Drying Archaeological Textiles...*, lk 201.

¹²⁹ H. Dewolf ja D. L. Hamilton, *Conservation Research Laboratory...*, pagineerimata.

¹³⁰ L. Ludwick, *A comparative study...*, lk 15.

¹³¹ J. R. McCaskill, *Conserving waterlogged rope...*, lk 58.

¹³² J. R. McCaskill, *Conserving waterlogged rope...*, lk 59.

Töös teostati vaid atsetooniga kuivatamist köiel R7F (ill 56–59). Atsetooni eelistati etanoolile sellepärast, et see lendub kiiresti ja kuivamisprotsess toimub jõudsamalt. Valitud köis asetati klaasist purki toatemperatuuril atsetooni vesilahusesse, mille kontsentratsiooni tõsteti kontrollitult läbi mitme nädala. Purgi kaas teibiti õhukindlalt kokku ja kaeti pealt musta kilekotiga selleks, et kaitsta päikesevalguse eest.



56–59. Köis R7F (ülevallt alla) enne ja pärast puhastamist, pärast atsetooniga kuivatamist ja lähivaade kiustruktuurist.

Enne igat kontsentratsiooni tõstmist köis kaaluti.¹³³ R7F oli igas kontsentratsiooni astmes umbes neli nädalat vastavalt kaalu muutumisele. Kontsentratsiooni tõsteti siis, kui kaalunäitaja oli enam -vähem stabiilne.¹³⁴ Viimases kontsentratsioonis (100% atsetoon) hoiti eset kaks korda, et tagada täielik vee asendumine. Kuivatamise perioodi vältel oli vedelik kollakas-roheka värvusega, ebameeldiv lõhn puudus, hallitust ei esinenud. Pärast kuivatamist säilitas ese oma kuju ja mõõtmed¹³⁵, kuid köis oli väga kerge, õrn ning pudenes.¹³⁶ Värvimuutust ei täheldatud, köis lõhnas atsetooni järele.

¹³³ LISA 6.

¹³⁴ Köie R7F kaal langes kuivatamise perioodi vältel ühtlaselt.

¹³⁵ LISA 1.

¹³⁶ LISA 8.

5.4 Järeltöötlus: Klucel G

Mõningatel juhtudel võib olla pärast konserveerimist vajalik leidude täiendav tugevdamine pealekantavate ainetega. Vajadus eseme struktuurile lisatoestust pakkuvate lahuste järele tuleneb sellest, et vaatamata töötlemisele võivad osad leiud jääda hapraks. Sellises seisus esemete säilitamine võib aja jooksul tekitada probleeme. Otsust, kas ja millises ulatuses esemeid järeltöödelda, tuleb võtta vastu läbikaalutult. Eeskätt peaks lähtuma säästva konserveerimismetoodika põhimõttest ja võimaluse korral rakendada minimaalset sekkumist. Järeltöötlust teostatakse vaid sellistele leidudele, mille struktuur konserveerimisjärgselt vajab täiendavat tugevdust ja stabiliseerimist.

Pärast erinevatel viisidel kuivatamist olid köied R7E, R7F, R7G, R7H, R7I, R55 ja R68.3B pudedad ja haprad. Köiematerjali rohke pudenemise korral leiu mõõtmed ja visuaalne tervik muutub. Selleks, et toetada köie säilimist, tugevdati õrnad leiud lisakihiga. Neid töödeldi 1% Klucel G lahusega (ill 60).



60. Haprad köied töödeldi 1% Klucel G tugevdava lahusega. Pildil köis R7G.

Esemete struktuuri stabiliseerimiseks võib kasutada erinevaid tselluloosi derivaate. Üheks levinumaks on hüdroksüpropüülselluloos, mille tootenimi on Klucel G.¹³⁷ See on konservaatorile ohutu¹³⁸ ja konserveerimises kasutatakse seda juhul, kui kuivatamise järgselt on ese habras ja kiud ei ole piisavalt tugevad. Klucel G toimib immutusvahendina, moodustades objekti pinnale tugevdava kile. See kiht muudab rabeda ja kahjustunud pinna mehaanilistele mõjutustele vastupidavaks. Lahuse kontsentratsioon sõltub sellest, milline on kaetav materjal. Nt tekstiili ja naha puhul kasutatakse tugevdamiseks 1–2% lahust. Mida kõrgem on kontsentratsioon, seda tugevam on kuivamine ja seda suuremat pinget tekitab Kluceli kiht eseme pinnal. Seetõttu soovitatakse kasutada pigem madalama kontsentratsiooniga lahust ja kanda seda peale mitu korda kui korraga teha paksu kihti.¹³⁹

Klucel G lahustub nii külmas vees kui ka etanoolis. Viimast soovitatakse kasutada seetõttu, et vältida veega lahustamisel niiskuse uuesti sisseviimist juba kuivanud esemesse. Enne lahuse pealekandmist tuleks töödeldava eseme pinda täiendavalt niisutada etanooliga, et soodustada Kluceli imbumist sügavamale. Lahus tuleb peale kanda nt lapiku pintsliga ühtlase kihina. Kluceliga töödeldud pinnad jäävad läbipaistvad. Kuna Klucel G on modifitseeritud tselluloos, mis sarnaneb koostiselt konserveeritavatele köitele, siis on see töö kontekstis sobiv.

¹³⁷ H. Peets, Polümeeride kasutamise (valiku) üldised põhimõtted konserveerimises. Eesti Kunstiakadeemia konserveerimiskeemia loeng, Tallinn, 14. XI 2005, lk 4. <https://evm.ee/kanut/teenused/spetsialistidele/juhendid-ja-oppematerjalid/konserveerimiskeemia-materjalid> (vaadatud 07. II 2024).

¹³⁸ Klucel G ohutuskaart, https://deffner-johann.de/media/datasheets/2440100/EN/2440100_Safety%20Data%20Sheet_Klucel%20G_EN_DJ.pdf (vaadatud 13. III 2024).

¹³⁹ Vestlusest H. Peetsiga. Märkmed autori valduses.

5.5 Pakendamine

Konserveerimistöode lõpus võeti köied välja neid ümbritsenud kaitsevõrgust ja dokumenteeriti tulemus. Esemete kuju järgivad toestavad vormid valmistati polüetüleenvahust (Ethafoam), mis kaeti pealt Jaapani paberiga ja paigutati happevabast kartongist karpidesse. Köied ümbritseti Jaapani paberiga ja asetati vormi sisse. 12-leiukogumile lisati Tyvekist uued sildid, markeeriti pliiatsiga esemete katalooginumber ja lisati karpi. Köied anti üle Eesti Meremuuseumi hoidlasse.

5.6 Säilitamisettepanekud

Leide tohib liigutada ainult koos säilituskarbiga. Võimaluse korral peaks vältima esemete eemaldamist karpidest. Konserveeritud köisi tuleb säilitada happevabas kartongist karbis koos köie kuju järgiva polüetüleenvahust toetusega ja ümbritseva Jaapani paberiga. Äärmisel vajadusel tõstetakse leiud karpidest välja järgmiselt: tuleb võtta kinni köie mõlemas otsas Jaapani paberist aluse servadest ja tõsta toestatud ese ettevaatlikult välja. Köisi uurides tuleks kanda puuvillaseid kindaid. Köite käsitlemisel ei tohi neid ebaloomulikul viisil painutada ja muul moel muljuda.

Köisi peab edaspidi hoiustama stabiilsetes tingimustes, eemal otsesest päikesevalgusest ja tolmuvabas keskkonnas, mille soovituslik temperatuur jääb vahemikku +10 °C kuni +24 °C ja suhteline õhuniiskus vahemikku 45–55%. Suhtelise õhuniiskuse lubatud kõikumine ei tohiks ületada 3% ööpäevas.¹⁴⁰

5.7 Jäätmekäitlus

Konserveerimistöode käigus kasutati selliseid aineid, millest osa vajab pärast tööde lõppemist erikäitlemist (eespool ptk 5.2.4). Keskkonnale ja konservaatorile ohtlikud jäätmed nagu silikoonõli, MTMS ja DBTDA koguti kokku markeeritud kanistritesse ja utiliseeriti vastavalt TÜ jäätmekäitluseeskirjale.¹⁴¹

¹⁴⁰ K. Konsa. Artefaktide säilitamine. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007, lk 147–154.

¹⁴¹ Tartu Ülikooli jäätmekäitluseeskiri. Õigusaktid. Vara haldamine. <https://ut.ee/et/oigusaktid> (vaadatud 12. IV 2024).

6. ARUTELU

Iga arheoloogiline ese on unikaalne, mille alalpüsimist mõjutavad nii leiukontekst kui ka säilitamise praktikad. Oluline on valida sobiv töötlemisviis ja arvestada olemasolevate konserveerimisvõimalustega. Uurimuse keskmes olid arheoloogilised köied ja nende erinevad säilitamismeetmed Eesti oludes. Selleks viisin läbi katsed, milles kombineerisin kolme immutuslahust ja mitmeid kuivatusmeetodeid.

6.1 Puhastamine

Puhastasin köied suuremast mustusest dest. vee ja pehmete pintslitega, mis on arheoloogiliste esemete puhul traditsiooniline. Valitud puhastusmeetod sobis Lootsi leidudele hästi ja kuigi pintslite kasutamist on kritiseeritud¹⁴², siis ettevaatlikult kasutades on need vahel vajalikud. Orgaaniliste õrnade esemete puhul on oluline toetuse tagamine tööde käigus. Selleks õmblesin iga leiu nailonist tamiili abil sünteetilisest materjalist võrku. Meetod pakkus piisavalt tuge, lasi lahused läbi ja sünteetilisest materjalist võrk oli piisavalt inertne, et pidas kõik etapid vastu. Negatiivseks osutus see, et võrk jättis tõrvastele köitele oma mustri, mis küll edaspidise töötlemise käigus kadus. Tulevikus peab silmas pidama, kui tegemist on materjaliga, mille pind on pehme ja sellel on muster, siis tuleks võrgu asemel kaaluda mõnda alternatiivset materjali.

Puhastamise käigus selgus ootamatusena, et viit leidu kattis paks tõrvakiht. See polnud hermeetiline ega ühtlane ja segas uurimist ning konserveerimist, seega otsustasin tõrva eemaldada. Mõne kivi või osa eemaldamine terviklikust ajaloolisest kogumist peab olema alati kaalutud, põhjendatud ja dokumenteeritud. Seda põhimõtet püüdsin järgida. Leiud, mis olid kokkupuutes metallidega leotasin ka eraldi, 5% TAT vesilahuses, et tõhusamalt eemaldada soolasisid. Selleks, et eemaldada esemetest võimalikult palju pinnasest ja mereveest tulnud soolade hulka soolatustasin kõisi dest. vees. Tööde alguses ei olnud soolade sisaldus ülemäära kõrge ja protsessi lõppedes jäi see kokkulepitud normipiiridesse. Edaspidi võib sarnastel asjaoludel soolatustamise jätta vahele.

¹⁴² D. Sanders, Knowing the Ropes..., lk 18.

6.2 PEG ja lisandid

Kahes vesilahuses kasutasin PEGi, mis on tänapäeval arheoloogilise orgaanika konserveerimisel kõige tavapärasem. Esimeses kombineerisin PEG 400 (5%) tselluloosieetri (1%) ja glütseriiniga (2%) ja teine oli PEG 1500 (5%) vesilahus. Kirjanduses on kritiseeritud glütseriini lisamist¹⁴³, sest see võib soodustada bioloogilise kasvu tekkimist ning seetõttu tuleks esemed säilitada konserveerimisprotsessi jooksul külmkapis või glütseriinist loobuda. Nii PEG kui ka glütseriin lisavad esemele elastsust, seega võib otsustada lahuse piires ainult PEGi kasuks. Tselluloosieeter on vajalik, sest toimib liimainena, mis toestab laguneva eseme struktuuri. Varasemad kogemused sama lahusega näitasid, et toatemperatuuril immutades kaasnes ebameeldiv lõhn, mis viitas lagunemisprotsessile.¹⁴⁴ Külmkapis hoiustamine kaotas selle probleemi täiesti. Konserveerimise tulemused mõlema PEGi lahustega olid üldjoontes rahuldavad – köied jäid suhteliselt tugevad, säilitasid oma kuju ja vormi. Ainus silmatorkav erisus kahe lahuse vahel oli värvuse muutus. Nimelt muutusid PEG 1500ga töödeldud köied R7E ja R46 tumedamaks. Sarnasele tulemusele on viidatud ka varasemates uurimustes.¹⁴⁵ Seega edaspidiselt soovitan valida pigem madala molekulmassiga ja väikese kontsentratsiooniga PEG (400–600) koos tselluloosieetriga.

Parima tulemuse andsid PEGiga töödeldud köied, mis dehüdreeriti vaakumkülmkuivatis või normaalrõhul sügavkülmas. Vaakumkülmkuivatamise läbinud köied säilitasid üldiselt oma kuju, mõõtmed ja värvuse, kuid kuivasid liialt läbi, olid väga kerged ja õrnad. Viimase probleemi tingis sobiva masina puudumine Eestis. Ligipääsetaval masinal ei saanud programmi seadistada piisavalt detailselt. Arheoloogiliste esemete konserveerimisel on vajalik suhteliselt suure kambri masin, kus saab seadistada nii kondenseri kui ka kambri temperatuure ning valida erineva temperatuuriga tsüklite kestust.

Normaalrõhul sügavkülmas on võimalik samuti PEGiga immutatud leide edukalt kuivatada, ent selle miinus võrreldes vaakumkülmkuivatiga on protsessi tunduvalt pikem kestus ja keerulisem niiskuse ärajuhtimine. Enamus sügavkülmas kuivanud köisi hoidsid oma vormi ja säilitasid painduvuse. Tavalises külmkapis kuivasid leiud (R7E ja R7G) ebahõltsamalt ja tulemus jäi hapram, seetõttu vajasisid need järeltöötlust Klucel Gga. Veelgi kehvem oli toatemperatuuril hoitud köite seisukord, neile tekkis ebameeldiv lõhn ja tulemus jäi habras.

¹⁴³ G. Zink, O. Emgrund, The conservation of rope..., lk 78.

¹⁴⁴ R. Rammo, Kadrioru Peetri vraki tekstiilide..., lk 14.

¹⁴⁵ E. E. Peacock, G. Schofield, A survey of conservation methods..., lk 118.

6.3 Silikoonõli

Silikoonõli on arheoloogiliste esemete säilitamisel suhteliselt uus võimalus ja selle mõjusid pikemas ajas veel ei teata. Selle positiivne omadus on erinevalt PEGist vastupidavus kõikuvatele keskkonnatingimustele.¹⁴⁶ Ehkki silikoonõliga saavutatud tulemusi on kirjanduses kiidetud, ei õnnestunud see protsess ootuspäraselt. Köied jäid praeguses seisus õliseks, värvuselt tumedaks ja struktuurilt hapraks, sest õli polümeriseerumine ei toimunud oodataval määral. Siin võib välja tuua kaks võimalikku probleemi. Esiteks pakun, et köied ei olnud enne polümeriseerimise etappi DBTDAga piisavalt silikoonõlist nõrgunud ja õli oli esemetel liiga palju. Õlised köied asetati filterpaberile ja nõrutati 24h, kuid edaspidiselt peaks katsetama tunduvalt pikema perioodiga. Teiseks võis DBTDA kogus osutada esemete arvu, suurust ja suletava karbi ruumala arvestades liiga väikeseks. Protsessi keskel suurendati DBTDA kogust täiendavalt 10 ml võrra ja see kiirendas mõningal määral silikoonõli polümeriseerimist.

Tulemuste põhjal võib öelda, et konserveerimisel silikoonõliga võib olla potentsiaali, kuid selleks pole Eestis veel piisavalt kogemusi. Suhteliselt põhjalikud protokollid on küll saadaval, ent nendest ei piisa eduka konserveerimise kordamiseks. Kindlasti tasub üksikasjalikult läbi mõelda tööetapid, selleks vajaminevad materjalid ja pidada täiendavalt nõu spetsialistidega, kes seda meetodit hästi tunnevad. Silikoonõli sobiks pigem väiksematele objektidele. Vastuargumendina silikoonõli kasutamisel on selle kulukus ja ohtlikkus konservaatori tervisele ja keskkonnale nagu on välja toonud teisedki autorid.¹⁴⁷ Õliseid esemeid ja tekkivaid jäätmeid on ebamugav käsitseda.

6.4 Köied, mida ei immutatud

Köied R7H ja R7I, mida ma ei immutanud, kuivasid toatemperatuuril õhu käes. Tulemus jäi pude ja õrn ning protsessi käigus tekkis lisaks hapukas lõhn. Nende kuju ja värvus enamvähem säilis. Eraldi lahusepõhist kuivatamist atsetoonis teostas in ühe leiuga (R7F). Seegi köis jäi habras ja pude, kuigi säilitas oma kuju ja värvuse. Kõik eespool mainitud leiud vajasisid järeltöötlemist Klucel Gga. Seega on kuivatusmeetodid ilma immutamisetä, st vee asendamisetä lagunened rakustruktuuris, kindlasti ebasoovitavad ja materjali suhtes

¹⁴⁶ L. Ludwick, A comparative study..., lk 12.

¹⁴⁷ K. Tint, Arheoloogilise vettinud puidu..., lk 37.

destruktiivsed. Uurimistöös testgrupis olid neli pisikest köiejuppi (R7K, R7M, R7O ja R7Q), mida ma ei puhastanud ega immutanud, vaid säilitasin puutumata kujul labori külmkapis. Tööde lõpus hindasin nende seisukorraks „hea“, kuid arvestama peab sellega, et köieosad on mõõtmel vääkesed ja nende säilivusaste ei ole siiski üheselt tõlgendatav ülejäänud suuremate leidudega. Võimalik, et väiksemaid katkeid saab peale kaevamisi hoiustada külmkapis, ent sellisel juhul ei peaks nende puhul enne rakendama märgpuhastust. Suuremate köite puhul on kokkutõmbumine ja mõõtmete säilitamine sellise meetodiga ilmselt siiski küsitav.

Lõpetuseks võib tõdeda, et konserveerimisprotsessi tulemust mõjutas ka köite seisukord enne töötlust. Need köied, mis olid juba eelnevalt mitterahuldavas seisus, võisid saada kohati sama hinnangu ka peale konserveerimist. Nt PEG 400, Ethulose'i ja glütseriini lahusega immutatud R55, mis kuivas sügavkülmas, ei andnud rahuldavaid tulemusi. Võimalik, et eseme õhukindlalt pakendamine oli kaevamistel ebaõnnestunud ja katke oli seetõttu kuivanud rohkem kui ülejäänud. See tõenäoliselt mõjutas tulemusi. Toodud näide tõestab, et arheoloogilise eseme säilitamisprotsess algab juba kaevandis esemete korrektse pakendamise ja hoiustamisega.

KOKKUVÕTE

2022. aastal arheoloogiliste väljakaevamiste käigus leiti Tallinnas Lootsi 8 seni teadaolevalt Euroopa üks suuremaid keskaegseid kaubalaevu, millelt tuli välja rikkalik arheoloogiline leiumaterjal, sh köiejäänused. Bakalaureusetöö käigus uuriti erinevaid meetodeid, mida kasutatakse taimsest kiust arheoloogiliste köite konserveerimisel ja võrreldi saavutatud tulemusi. Arheoloogiliste leidude konserveerimine toimus juba välitöödel, mil neid võimalikult täpselt kaardistati, dokumenteeriti ja pakendati. Laevalt pärit köisi konserveeriti TÜ arheoloogia osakonna laboris. Töös käsitletavat köied säilitatakse Eesti Meremuuseumis peanumbriga 23708 Aa.

Vettinud keskkonnast tulevate arheoloogiliste esemete konserveerimisel tuleks silmas pidada materjali ja leiukonteksti eripärasid. Esemed on sageli kaetud mustusega, niisked ja liivased ning on erinevas säilivusastmes, st materjali uurimine on tihti raskendatud. Konserveerimistööd algasid leidude põhjaliku fotodokumentatsiooni ja kirjeldamisega. Kõigepealt puhastati köied mudast ja liivast ettevatlikult dest. veega täidetud anumad, kasutades pehmeid pintsleid. Seejärel köisi soolatustati enne konserveerimislahustega immutamist. Mõned leiud olid kaetud paksu tõrvakihihiga. Köisi katnud tõrv oli ebaühtlane ja segas nende puhastamist, uurimist ja töötlemist. Seetõttu otsustati tõrv eemaldada. Konserveerimisel kasutati kolme immutuslahust: 1) 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin dest. vees; 2) 5% PEG 1500 dest. vees ja 3) silikoonõli. Esimese kahe lahuse valik tulenes sellest, millised võimalused olid laboris olemas ja ühtlasi on need kõige levinumad konserveerimismeetodid Eestis ja ka laiemalt Euroopas. Kolmas valik põhines sellel, et silikoonõli on arheoloogiliste esemete säilitamisel valdkonnas uus nähtus ja sellega ei ole teadaolevalt Eestis varem arheoloogilisi köisi konserveeritud. See meetod pakkus bakalaureusetöö jaoks põnevat uurimisvõimalust.

Immutamised kombineeriti erinevate dehüdreerimise võtetega: normaalrõhul kuivatamine, vaakumkülmkuivatamine ja lahusepõhine kuivatamine. Võib öelda, et üldiselt saavutati püstitatud eesmärgid ja töö tulemused on rahuldavad. Traditsioonilistest meetoditest andis kõige parema tulemuse kombinatsioon PEGi, Ethulose'i ja glütseriini lahusest ja normaalrõhul sügavkülmas või vaakumkülmkuivatis kuivatamisest. Rahuldava tulemuse andis ka PEG 1500, millega immutatud esemed kuivatati sügavkülmas. Konserveerimist silikoonõliga tuleks täiendavalt uurida ja kaaluda igal konkreetsel juhtumil poolt- ja vastuargumente (nt mürgisus, hind). Kindlasti tuleks vältida ilma immutamiset lahusepõhist kuivatamist atsetooniga, sest

see dehüdreerib eseme liialt ja on sellisel moel destruktiivne. Köiejupid, mida jäeti konserveerimata andsid positiivseid tulemusi, kuid on mõõtudelt väikesed ja seetõttu ei ole tulemus ülejäänud esemetega adekvaatselt võrreldav.

Köite uurimisel selgus, et enamus olid tõenäoliselt valmistatud kanepist, mis sobib hästi teadaoleva 14. saj köievalmistamise tehnoloogiaga. Üksikud leiud olid valmistatud puuniinest ja ilmselt kasutati pärna. Kaks loomsest kiust valmistatud lõnga olid kedratud kodukitse ja/või lamba karvadest. Üks uuritud proov sisaldas tammele või pajule iseloomulike kaltsiumoksaaladikristalle. Teadaolevalt veeti Lootsi laeval lastina tammeprusse ja see võib viidata materjali ristsaastumisele. Tõrva uuring näitas, et selle põhikomponendiks oli männitõrv, mis on vastavuses ajaloolise kontekstiga.

Konserveerimistöde käigus laiendas autor ajaloolise taustaga oma silmaringi, omandas uusi praktilisi oskuseid ja kogus väärtuslikke teadmisi valitsevate säilitamisprintsipiide kohta. Tööde tulemuste tõlgendamine, analüüsimine ja sünteesimine kinnistas seniõpitud ja tekkisid uued seosed arheoloogiliste esemete konserveerimise valdkonnaga. Vettinud arheoloogilised leiud, sh köied on konservatorile suur väljakutse ja eeldab laialdasi teadmisi nii ajaloolisest taustast kui ka säilitamisele suunatud tegevustest. Sellise materjali kaudu on võimalik uurida käsitletava perioodi laevaehitust ja valitsenud käsitöö traditsioone. Köied on ühtaegu nii tavaline kui ka eriline materjal, mille uurimine ja konserveerimine on tänuväärne töö kõikidele põlvedele.

SUMMARY

A shipwreck was found during the construction of an office building at 8 Lootsi Street (Tallinn) in the Spring of 2022. This ship is dated to the 14th century and it is believed to be the biggest merchandise vessel from that period found in Europe to date. Among other findings such as glass, leather and wood objects, also cordage remains were unearthed on the wreck. The author had an opportunity to participate in the archaeological field work at Lootsi Street and afterwards to continue with the conservation process regarding the organic finds. For a conservator student, it was a valuable lesson to observe how the archaeological objects travel from the site to the work place of a conservator. The wreck and its findings are in the possession of the Estonian Maritime Museum.

The primary goal of this Bachelor's thesis was to preserve the cordage made of plant fibers and to analyse chosen methods in the Estonian context. The whole conservation process was done with the help, guidance and observation of University of Tartu archaeology department. In the theoretical part of this Bachelor's thesis different studies and papers were examined which focused on preserving similar material. This step helped to better understand wet archaeological cordage and its properties. In historical maritime context, cordage was of great importance. Rope was expensive and crucial part for the sailing ship. These objects hold vital information on sail making, sailing and craftsmanship from that time period.

The cordage was brittle and rapidly decomposing. Most of the finds were unearthed at the wreck's stern. Twelve units were preserved among which a total of 34 cordage fragments varying in length from 55 cm to 3–5 cm were cleaned and treated during the work process, two of which were yarns made of animal fibres. The remaining 32 fragments were from plant fibres ropes. The practical conservation process consisted of three stages: cleaning, immersing and drying. Combinations of various methods were tested. Three immersion solutions and three drying methods were used. Some finds needed also aftertreatment. Proposals for future preservation were given in written form to the Estonian Maritime Museum.

Archaeological cordage is valuable source material for understanding the bygone times. It gives us insight into different craft techniques, maritime merchandise practises and vessel construction. Conserving archaeological rope means preserving scarce information for future generations.

KASUTATUD ALLIKAD

Publitseerimata käsikirjad

S. Chen, Archemy Lab Report. Tartu Ülikool, 2024. Käsikiri Eesti Meremuuseumis.

H. Dewolf ja D. L. Hamilton, Conservation Research Laboratory Instructions Polymer Passivation (silicon oil) conservation treatment based on report by Helen Dewolf, May 26, 2004 and modified by Donny L. Hamilton September 25, 2007. Texas A&M University. Silikoonõlijuhend, pagineerimata.

H. Peets, Polümeeride kasutamise (valiku) üldised põhimõtted konserveerimises. Eesti Kunstiakadeemia konserveerimiskeemia loeng, Tallinn, 14. XI 2005, lk 4–6. <https://evm.ee/kanut/teenused/spetsialistidele/juhendid-ja-oppematerjalid/konserveerimiskeemia-materjalid> (vaadatud 07. II 2024).

M. Pommer, R. Rammo, SEM EDS raport, TÜ geoloogia osakond, Tartu, 2023. Autori valduses.

R. Rammo, Kadrioru Peetri vraki tekstiilide, köite ja mattide konserveerimisaruanne (MM 15329: 1–213; 295–296 Aa). Tartu Ülikool, arheoloogia labor. Tartu, 2018, lk 10–16. Käsikiri Eesti Meremuuseumis.

Intervjuud

E. Oras ja S. Chen, TÜ Archemy uurimisgrupi liikmed, kirjalik vestlus autoriga, 29. I 2024. Märkmed autori valduses.

M. Külaviir, TÜ geoloogia osakonna analüütik, suuline vestlus autoriga, 07. XII 2023. Märkmed autori valduses.

H. Peets, Eesti Vabaõhumuuseumi Konserveerimis- ja digiteerimiskeskuse Kanut tekstiili ja segamaterjalide konservaator, suuline vestlus autoriga, 16. XI 2023. Märkmed autori valduses.

R. Rammo, Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna kaasprofessor, suuline vestlus autoriga, 05. I 2024. Märkmed autori valduses.

L. Reinvars, Eesti Meremuuseumi nooremteadur, suuline vestlus autoriga, 04. I 2024. Märkmed autori valduses.

Internetiallikad

Bermocoll E 481 FQ (Ethulose) ohutuskaart,

<https://www.talasonline.com/images/PDF/MSDS/ethulose.pdf> (vaadatud 08. XII 2023).

Dibutüülin diatsetaadi (DBTDA) ohutuskaart,

<https://www.sigmaldrich.com/EE/en/sds/aldrich/290890?userType=anonymous> (vaadatud 11. IV 2024).

Eesti keele seletav sõnaraamat, otsingusõna „köis“

<https://www.eki.ee/dict/ekss/> (vaadatud 03. I 2024).

Klucel G ohutuskaart,

https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/63706_SDS.pdf
(vaadatud 07. II 2024).

Metüültrimetoksüsilaani (MTMS) ohutuskaart,

<https://www.sigmaldrich.com/EE/en/sds/aldrich/440175?userType=anonymous> (vaadatud 11. IV 2024).

Silikonõli ohutuskaart,

<https://www.sigmaldrich.com/EE/en/sds/aldrich/378364?userType=undefined> (vaadatud 11. IV 2024).

Tartu Ülikooli jäätmekäitluseeskiri. Õigusaktid. Vara haldamine,

<https://ut.ee/et/oigusaktid> (vaadatud 12. IV 2024).

Publitseeritud allikad

C. Caple, *Objects. Reluctant witnesses to the past. Canada and USA*: Routledge, 2006, lk 195–198.

D. F. Cutler jt, *Plant Anatomy. An Applied Approach*. Singapore: Fabulous Printers Pte Ltd, 2007, lk 6–7.

J. Eichhoff, *Die Sprache des niederdeutschen Reepschlägerhandwerks*. Köln & Graz: Böhlau, 1968, lk 13, 92.

D. Ellmers, *The Cog as Cargo Carrier. – Cogs, Caravels and Galleons: The Sailing Ship 1000–1650*. R. Gardiner jt. London: Conway Maritime Press, 1994, lk 37–38.

- R. L. Feller, M. Wilt, Evaluation of Cellulose Ethers for Conservation. The Getty Conservation Institute. – Research in Conservation 3. Printed in the United States of America, 1990, lk 26.
- J. M. Flink, H. Knudsen, An introduction to Freeze Drying. Holbæk: Center-Tryk ApS, 2002, lk 9–10.
- M. L. E. Florian jt, The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials, Princeton University Press, 1990, lk 12–13, 235–240.
- B. L. Hardy jt, Direct evidence of Neanderthal fibre technology and its cognitive and behavioral implications. – Nature. Scientific reports 2020, 10:4889. PDF kättesaadav <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61839-w> (vaadatud 03. I 2024).
- E. Haugan, B. Holst, Determining the fibrillar orientation of bast fibres with polarized light microscopy: the modified Herzog test (red plate test) explained. – Journal of Microscopy 2013, Vol. 252 (2), lk 159–168.
- K. A. Jakes, J. C. Mitchell, The Recovery and Drying of Textiles from a Deep Ocean Historic Shipwreck. – Journal of the American Institute for Conservation, Vol 31, No 3, 1992, lk, 343–353.
- K. Kaplinski, Tallinn – meistrite linn. Tallinna Kultuuriväärtuste Amet, 2015, lk 101–102.
- R. Kesküla, Arheoloogiliste niinekiudude määramine kaltsiumoksalaatkristallide abil ja võrdlusandmestiku koostamine. Bakalaureusetöö, Tartu Ülikool, arheoloogia osakond. Tartu, 2021, lk 5–11. <https://dspace.ut.ee/items/57557c35-610c-4444-a0e2-2c24ed0c8b> (vaadatud 20. X 2023).
- I. Leito, P. Peets, S. Vahur, Infrapunaspektroskoopia tekstiilikiudude uurimises. – Uuringud ja materjalid. Renovatum Anno, 2015, pagineerimata. <https://www.anno.renovatum.ee/ee/renovatum-anno-2015/infrapunaspektroskoopia-tekstiilikiudude-uurimises?rq=FT-IR> (vaadatud 25. IV 2024).
- J. Litwin, Medieval Baltic Ships – Traditions and constructional aspects. – L'innovation technique au Moyen Âge. Actes des congrès de la Société d'Archéologie Médiévale 1998, 6, lk 93.
- L. Ludwick, A comparative study on surface treatments in conservation of dry leather, with focus of silicon oil. BA/Sc, Göteborgs Universitet, institutionen för kulturvård. Göteborg, 2012, lk 15.

- J. R. McCaskill, Conserving waterlogged rope: A review of traditional methods and experimental research with polyethylene glycole. Master of Arts, Texas A&M University, Anthropology. Texas, 2009, lk 59–61, 68–75.
- A. Middleton, Conservation trials of rope from *The London*, a protected shipwreck site. – Wet Organic Archaeological Materials 2016. Proceedings of the 13th ICOM-CC Wet Organic Archaeological Materials Working Group. Florence: ICOM-CC, 2016, lk 72–76.
- E. E. Peacock, G. Schofield, A survey of conservation methods for Trondheim's water-degraded archaeological rope. – Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference. York: ICOM-CC, 9–13. IX 1996, 1997.
- E. E. Peacock, Drying Archaeological Textiles. – Archaeological Textiles in Northern Europe. Report from the 4th NESAT Symposium 1.–5. May 1990 in Copenhagen. Editors. H. B. Madsen, L. Bender Jorgensen, E. Munksgaard. *Tidens Tand*, 5. Copenhagen, 1992, 201–203.
- R. Rammo, Usage of tree bast in the Baltic Sea region based on 14th century cog finds, 2021. – Advances in Archaeobotany 6. The Missing Woodland Resources. Archaeobotanical studies of the use of plant raw materials. Editors M. Berihuete-Azorin, M. M. Seijo, O. Lopez-Bulto, R. Pique. Groningen: Barkhuis Publishing, 2021, lk 111–122.
- R. Rammo, Archaeological Textiles from a Medieval Cog Found in Estonia. – Archaeological textiles – links between past and present NESAT XIII. Editors M. Bravermanova, H. Brezinova, J. MalcolmDavies. Liberec: Technical University of Liberec, 2017, lk 2, 159–165.
- A. Rast-Eicher, Fibers. Microscopy of Archaeological Textiles and Furs. Budapest: Prime Rate Kft, 2016, lk 98–99, 249, 251, 265–269.
- L. Reinvars, Lootsi tänava laevavraki ehitus. Bakalaureusetöö, Tartu Ülikool, arheoloogia osakond. Tartu, 2023, lk 10–14. <https://dspace.ut.ee/items/bdc8b267-a171-436b-be88-377cf8fe88d0> (vaadatud 17. X 2023).
- B. A. Rodgers, The Archaeologist's Manual for Conservation. A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization. New York: Kluwer Academic Publishers, 2004, lk 7–13, 169.
- M. Roio jt, Medieval ship finds from Kadriorg, Tallinn. – Archaeological Fieldwork in Estonia 2015, Tallinn, 2016, lk 139–145.

- D. Sanders, Knowing the Ropes: The Need to Record Ropes and Rigging on Wreck-Sites and Some Techniques for Doing So. – *The International Journal of Nautical Archaeology* 2010, 39.1, lk 2–23.
- C. W. Smith, *Archaeological Conservation Using Polymers*. Texas A&M University Press, 2003, lk 66.
- M. Tammet, P. Lätti, R. K. Heikkilä, A 14th - century wreck discovered at Lootsi Street 8 in Tallinn. – *Archaeological Fieldwork in Estonia 2022*, Tallinn, 2023 lk 120–121, 124.
- K. Tint, *Arheoloogilise vettinud puidu konserveerimine: meetodika ja praktika*. Magistritöö, Tartu Ülikool, ajaloo ja arheoloogia instituut. Tartu, 2018, lk 32–37, 46, 50–51.
- D. Watkinson, V. Neal, *First Aid for Finds*. United Kingdom: The Lavenham Press Limited, 1972/2001, lk 10–11, 21–25.
- G. Zink, O. Emgrund, The conservation of rope with PEG 800 and kerosene. – *Wet Organic Archaeological Materials 2016*. Proceedings of the 13th ICOM-CC Wet Organic Archaeological Materials Working Group. Florence: ICOM-CC, 2016, lk 81.

ILLUSTRATSIOONIDE NIMEKIRI

Illustratsioonid on tehtud autori poolt, kui ei ole märgitud teisiti.

1. Elbingi linna pitser 14.saj. Foto: Wikimedia Commons.

https://en.wikipedia.org/wiki/Elbl%C4%85g#/media/File:Siegel_Elbing_1350.jpg (vaadatud 30. XII 2023).

2–3. Näiteid Peetri vrakilt pärit köitest. Vastavalt MM 15329 /72 /1–8 Aa ja MM 15329 /53 /1–2; /54 /1–2; 55; 56 /1–2; /58 Aa, Eesti Meremuuseumi kogu.

4. Lootsi 8 arheoloogilistel kaevamistel leitud suuremõõtmeline köiejäänus.

5. R68 kogumist tulnud u 5cm lõngajupp.

6. Köite leiuplaan. Punasega on tähistatud leiud, millel on teada kindel asukoht. Kollase punktiiriga leiud, millel on ligikaudne asukoht. Foto: S. Jäger, 2022. Leiuplaan: L. Reinvars, 2023.

7. Koos ümbritseva pinnasega pakendatud leiukogum R7. Pealmine kileümbris on eemaldatud.

8–9. Vasakul R25 ja paremal R55 pärast pakendist välja võtmist. Köied on kuivanud rohkem läbi kui ülejäänud leiud, katsumisel jäigemad ja kerged.

10. Valge kolmnurk osutab vasakus alumises nurgas leiukogumist R10 eraldunud katke, mis valiti proovimaterjaliks.

11. Proov R10 nõus. Markeering kaanel.

12–13. Proovid R9.1 ja R64.2. Rohttaimedele iseloomulikud rakkude kihid (punase noolega vasakul) ja kiukimbul polariseeritud valguses nähtavale tulevad ristikohad (punaste nooltega paremal). Mikroskoobi suurendus 200× ja 100×.

14. Proov R65.2. Punaste nooltega on märgitud polariseeritud valguses helendavad oksalaadikristallid, mis on iseloomulikud nt tammele ja pajule. Mikroskoobi suurendus 500×.

15–17. Herzogi test proovil R9.1. Vasakul *extinct position*, horisontaalasendis kollane ja vertikaalasendis kiudude sinine värvus näitab, et fibrillid on Z-keeruga, mis on iseloomulik kanepile. Mikroskoobi suurendus 200×.

18. Proov R55. Nähtaval on spiraalsed rakud, mis on iseloomulikud mõningatele taimedele, nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 100×.

19–20. Proov R37. Vasakul on punase sõõriga tähistatud trihhoomiauk, üldvaade epidermisele. Paremal lähivaade trihhoomiaugust. Mikroskoobi suurendus 100× ja 500×.

21–22. Arheoloogilise kanepi proov R13.1 (vasakul) ja tänapäeva kanepi proov (paremal). Vasakul oleva proovi rakustruktuur on lagunened ja moodustab taimsetest jäänustest massi. Paremal on eristatavad kandilised rakustruktuurid ja kanepile iseloomulikud spiraalid. Mikroskoobi suurendus 200×.

23–24. R68.4 säsikanali muster (vasakul) ja R65.1 soomused (paremal) on hästi jälgitavad. Mikroskoobi suurendus 200x.

25–26. Taimset päritolu kiud. Proov R10, iseloomulikud mitmes kihis paiknevad ristkülikukujuliste rakkude read (punaste nooltega vasakul). Proov R64, „põlved“ ja ristkohad (punaste nooltega paremal). Mikroskoobi suurendus 400× ja 1000×.

27–28. Proovid R9.1 (vasakul) ja R10 (paremal). Pildil on eristatavad kanepitaimetele iseloomulikud spiraalsed rakud (punaste nooltega). Mikroskoobi suurendus 800× ja 200×.

29. Proov R65.2. Pildil punaste nooltega märgitud oksalaadikristallide kuju on iseloomulik nt tammepuidule. Mikroskoobi suurendus 600×.

30–31. Proovid R65.1 (vasakul) ja R68.4 (paremal). Piltidel on eristatavad nt kitse karvadele iseloomulik säsikanal (vasakul) ja soomusmuster (paremal). Mikroskoobi suurendus 900× ja 800×.

32. Köie R46 märgpuhastus dest. vees.

33. Köie R9 puhastamine pinnasest ettevaatlikult pintsliga.

34. Köis asetati lisatugevduseks sünteetilise võrgu peale ja õmmeldi nailonist tamiili abil kinni. Lisatud Tyvekist silt leiuinformatsiooniga Lootsi 8 R7C.

35–36. R37 (vasakul) ja R64 (paremal). Köied olid paksult kaetud tõrvaga.

37–39. Vasakpoolne pilt 06.10.23 enne lahusesse minekut, keskel pilt samal päeval pool tundi hiljem, lahusest välja võetuna. Tõrv on muutunud pehmeks. Parempoolne pilt 13.10.23, tõrva on eemaldatud veelgi, on nähtavad köiekonstruktsioonid.

40–41. Vasakul R10, ringiga on tähistatud u 4 cm pikkune metallist nooleots, mille teine pool oli köiemassi sees, punase noolega on märgitud luutükk. Paremal R25, ringiga on tähistatud metallist mass, mis tuli koos leiuga.

42. Elektrijuhtivuse ja temperatuuri näitajate tabel kuue nädala jooksul kolmes konteineris. Kolmanda konteineri leidude puhastamine ja likku asetamine toimus teistest pisut hiljem.

43. Tabel kasutatud immutuslahuste ja vastavalt töödeldud köitega.

44–45. Köis R7G enne puhastamist ning külmkapis kuivatamist (vasakul) ja pärast (paremal).

46–47. Köis R7H enne puhastamist ning õhu käes kuivatamist (vasakul) ja pärast (paremal).

48–49. Köis R7E enne konserveerimist (üleväl), pärast töötlemist ja kuivatamist külmkapis (all).

50–51. Köis R7C enne konserveerimist (vasakul), pärast konserveerimist ja kuivatamist sügavkülmas (paremal).

52–53. Köis R9 enne konserveerimist (vasakul), pärast konserveerimist ja kuivatamist sügavkülmas (paremal).

54–55. Köis R7D enne konserveerimist (vasakul), pärast töötlemist ja vaakumkülmuivatamist (paremal).

56–59. Köis R7F (ülevalt alla) enne ja pärast puhastamist, pärast atsetooniga kuivatamist ja lähivaade kiustruktuurist.

60. Haprad köied töödeldi 1% Klucel G tugevdava lahusega. Pildil köis R7G

LISA 1. Kataloog

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
1	R7 ¹⁴⁸	LOOTSI KÖIS LK4 JUUREST SEK. 3 V. PARRAS 05.05.2022







Pikkus ¹⁵⁰	Diameeter	Ümbermõõt	Seisukord	Kirjeldus
-	-	-	Mitterahuldav	Papist alusel, kiletatud. Niiske, liivane, hargneb. Köis on lagunenu koost, muljutud.

¹⁴⁸ Köis R7 koosneb seitsmeteistkümnest osast R7A–R7Q.

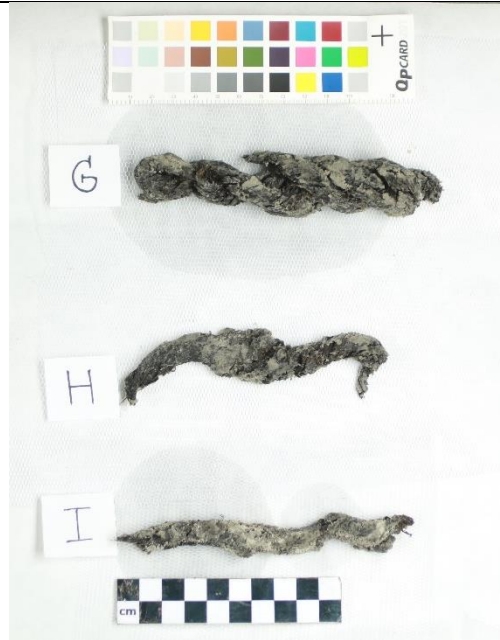
¹⁴⁹ Köie R7 seitsmeteistkümne osa konserveerimiseelsed ja -järgsed fotod on toodud allpool.

¹⁵⁰ Pikkused on mõõdetud eraldi kõigist seitsmeteistkümnest köieosast pärast märgpesu lahtiharutatult.

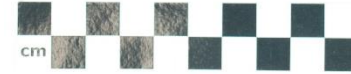
Köis	Pikkus enne	Pikkus pärast	Diameeter enne	Diameeter pärast	Übermõõt enne	Übermõõt pärast	Seisukord pärast
R7A	36 cm	34,8 cm	2,5 cm	2,2 cm	23,7 mm	21,6 mm	Hea
R7B	19 cm	18 cm	2,5 cm	2 cm	22,2 mm	19,37 mm	Mitterahuldav
R7C	17 cm	16,9 cm	2 cm	1,7 cm	21 mm	17,93 mm	Hea
R7D	15 cm	14,5 cm	2,5 cm	2 cm	18,8 mm	18,83 mm	Rahuldav
R7E	23 cm	21 cm	2,5 cm	2 cm	19,9 mm	16,8 mm	Mitterahuldav
R7F	20 cm	18,6 cm	1,5 cm	1,2 cm	11,4 mm	11,19 mm	Mitterahuldav
R7G	14 cm	11,5 cm	2,5 cm	2 cm	23,2 mm	17,29 mm	Rahuldav
R7H	12 cm	11,2 cm	1,5 cm	1 cm	10,9 mm	10,6 mm	Rahuldav
R7I	13 cm	10,5 cm	1,5 cm	1 cm	11,6 mm	9,77 mm	Rahuldav
R7J	4,5 cm	4,5 cm	1 cm	1 cm	10 mm	9,12 mm	Hea
R7K	4 cm	3,3 cm	1 cm	0,8 mm	10,4 mm	9,22 mm	Hea
R7L	4,5 cm	5,3 cm	1 cm	1 cm	9,9 mm	10,4 mm	Rahuldav
R7M	3,5 cm	3 cm	1 cm	0,8 mm	10,9 mm	7,85 mm	Hea
R7N	6,5 cm	5,5 cm	1 cm	1 cm	10,5 mm	8,83 mm	Hea
R7O	5 cm	3,5 cm	1 cm	0,9 mm	10,7 mm	9,25 mm	Hea
R7P	7 cm	6,5 cm	1 cm	1 cm	9,8 mm	9,53 mm	Rahuldav
R7Q	4,5 cm	3,5 cm	1 cm	0,9 mm	10 mm	9,17 mm	Hea

Kõis	Enne konserveerimist	Pärast konserveerimist
R7 A–C	 <p>A</p> <p>B</p> <p>C</p>	 <p>A</p> <p>B</p> <p>C</p>
R7 D–F	 <p>D</p> <p>E</p> <p>F</p>	 <p>D</p> <p>E</p> <p>F</p>

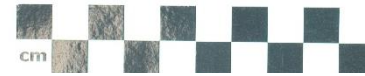
R7 G-I



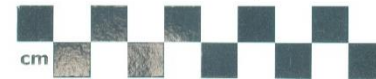
G



H



I



R7 J-Q



J



L



N



P



K



M


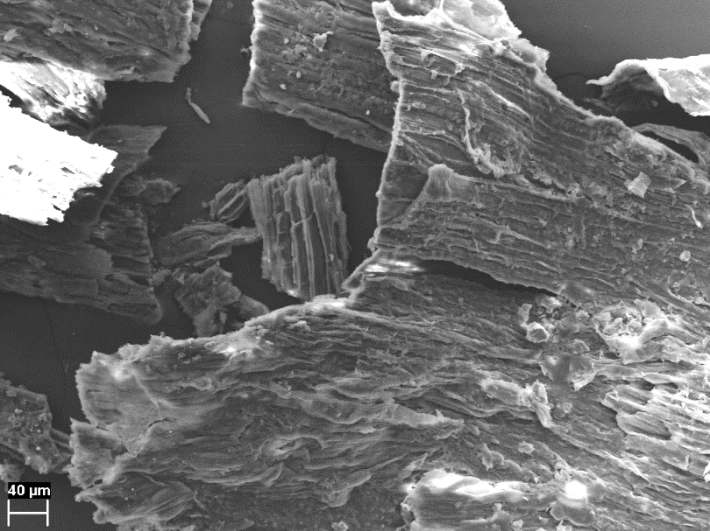


O



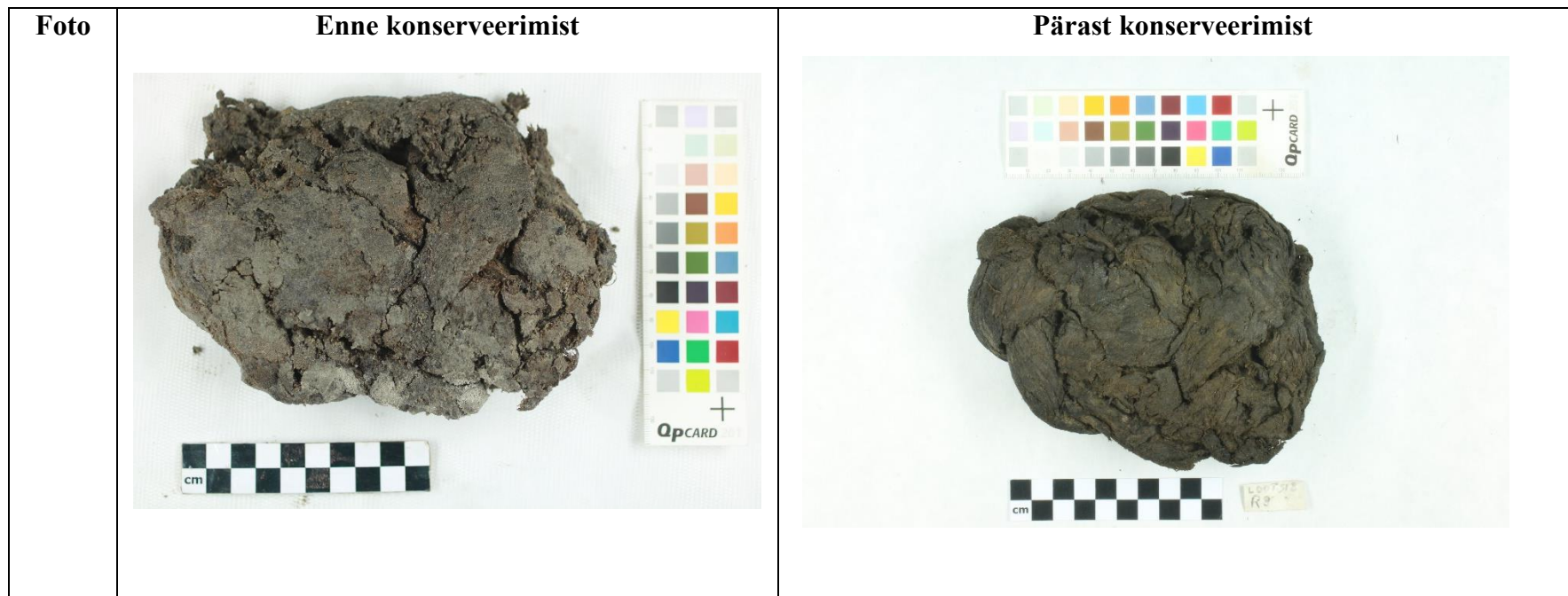
Q



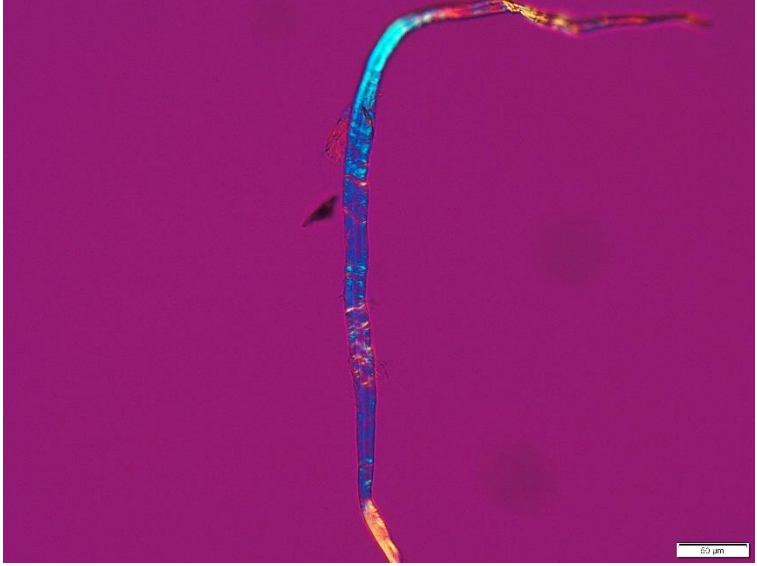
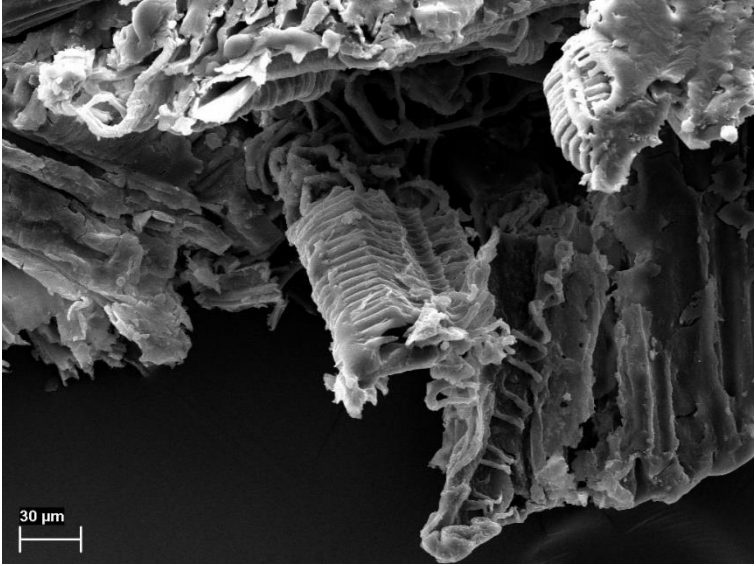
Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R7	 <p data-bbox="309 890 1102 995">Herzogi testis vertikaalasendis siniseks värvunud kiud viitab rakuseina fibrillide Z-keerule, see on iseloomulik nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 200×.</p>	 <p data-bbox="1128 890 1935 963">Taimeosad, millele on iseloomulikud mitmes kihis paiknevad piklikud rakkude read. Mikroskoobi suurendus 400×.¹⁵¹</p>

¹⁵¹ SEM suurendus valiti informatiivsuse põhjal.

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
2	R9	LOOTSI 8 29.04.2022 KÖIS TÕRVATÜNNIDE ALT SEKT. 2 V. PARRAS



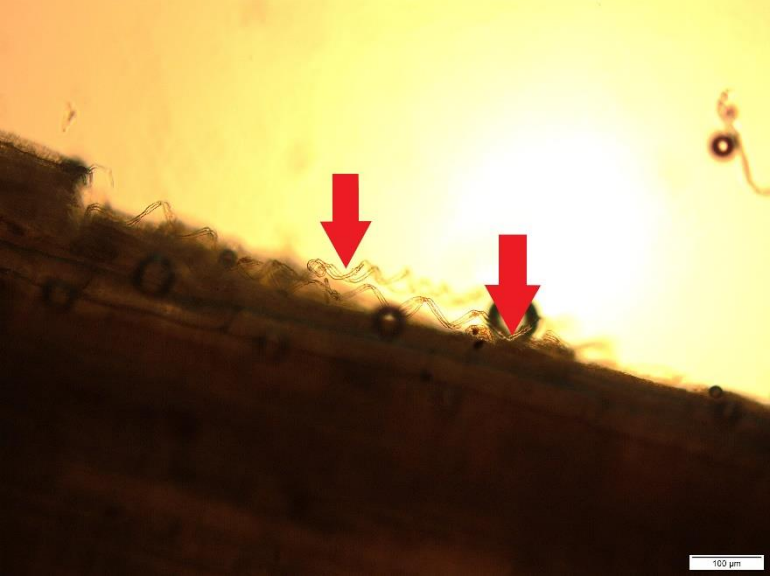
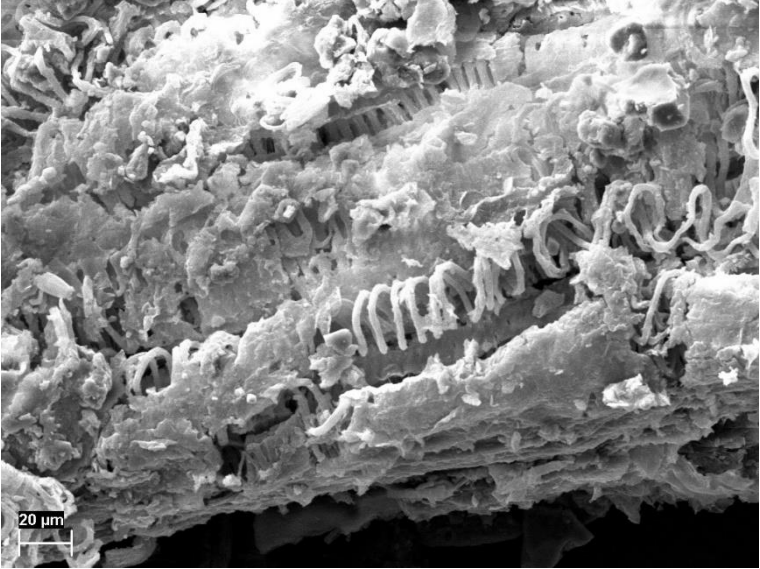
Pikkus enne	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
18 cm	13 cm	114,1 mm	Mitterahuldav	Papist alusel, kiletatud. Niiske, liivane, suurem köiekogum.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
17 cm	12 cm	110,28 mm	Rahuldav	

Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R9	 <p data-bbox="315 922 1115 1027">Herzogi testis vertikaalasendis siniseks värvunud kiud viitab rakuseina fibrillide Z-keerule, see on iseloomulik nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 200×.</p>	 <p data-bbox="1137 928 1937 1034">Pildil on selgelt eristatavad spiraalsed rakud, mis on iseloomulikud mõningatele taimedele, nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 800×.</p>

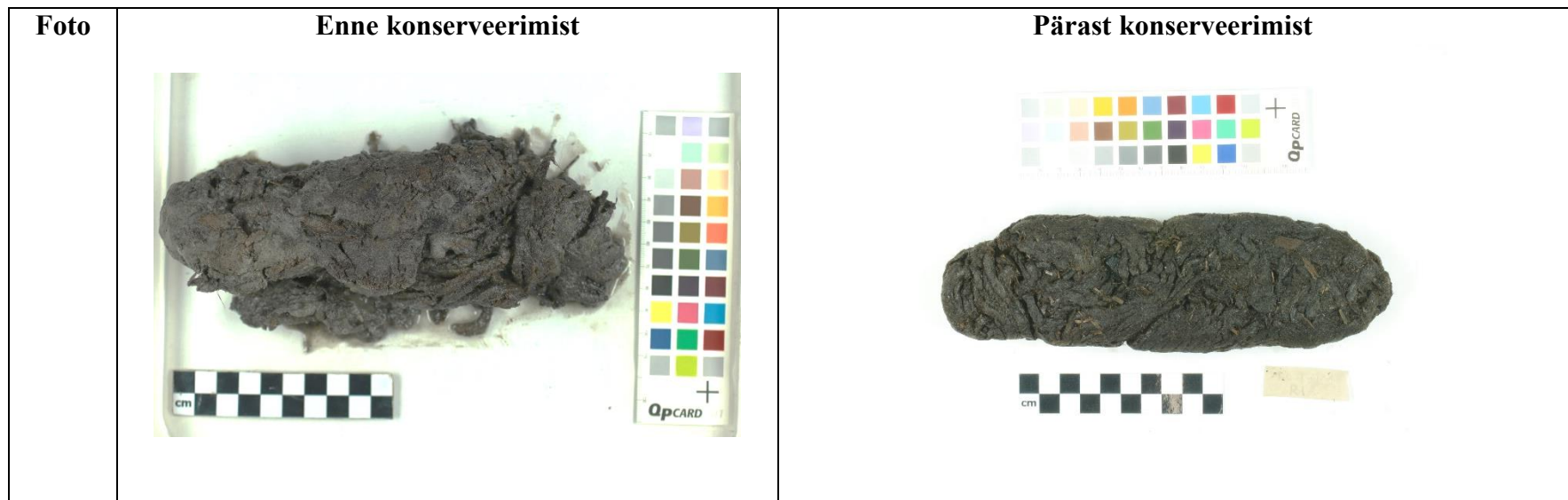
Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
3	R10	LOOTSI 8 KÖIS 53.-54. PIIMI ALT VASAK PARRAS



Pikkus enne	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
24 cm	6 cm	Mõõt on ebatäpne, köiekogum on lapik	Mitterahuldav	Minigrip kotis. Niiske, liivane, habras. Kaotanud oma vormi. Köie sees luutükk ja metallist nooleots.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
24,3 cm	6,5 cm	67,54 mm	Mitterahuldav	

Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R10	 <p data-bbox="315 938 1117 1010">Pildil on nähtavad spiraalsed rakud, mis on iseloomulikud nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 100×.</p>	 <p data-bbox="1140 930 1937 1038">Pildil on selgelt eristatavad spiraalsed rakud, mis on iseloomulikud mõningatele taimedele, nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 1000×.</p>

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
4	R13	LOOTSI 8 2022 KÖIS TÜNNI ALT SEKTS. 2



Pikkus enne	Diameeter enne	Ümbermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
21 cm	6 cm	60,5 mm	Mitterahuldav	Minigrip kotis. Niiske, liivane, habras. Ei püsi koos. Ühes otsas on sõlm. Kõie seest tulid välja kaks u 4cm kalaluud.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Ümbermõõt pärast	Seisukord pärast	
21,3 cm	6 cm	64,69 mm	Rahuldav	

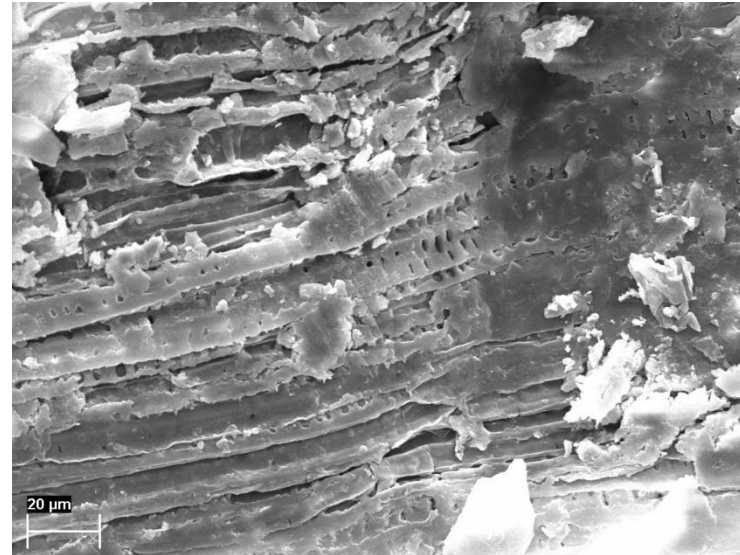
Proov
R13

Olympus BX51



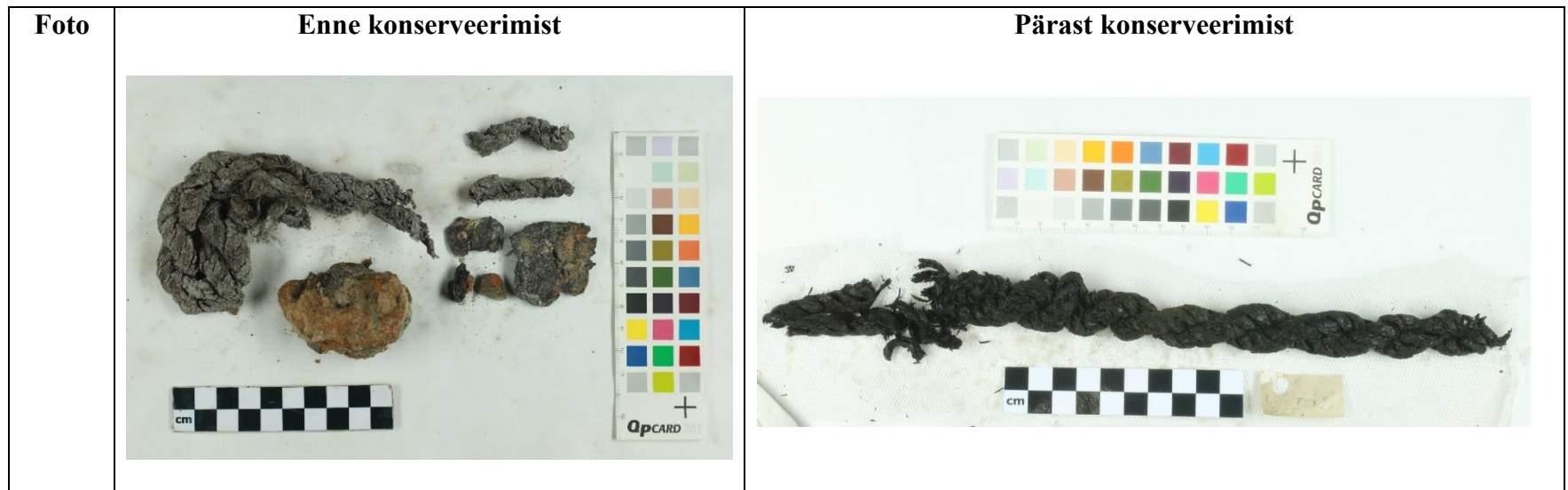
Taimedele iseloomulik rakustruktuur on lagunenenud ja moodustab taimsetest jäänustest massi. Mikroskoobi suurendus 200×.

SEM EVO MA 15



Pildil on taimset päritolu materjal, millele on iseloomulikud piklikud rakkude read, mis paiknevad mitmes kihis. Selgelt on eristatavad ümmarguste aukude read, mis viitavad spiraalsete rakkude olemasolule. Mikroskoobi suurendus 1500×.

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
5	R25	LOOTSI 8 09.05.22 S3 KAMBÜÜSI VAHESEINA SEEST KÖIS KOOS METALLIGA

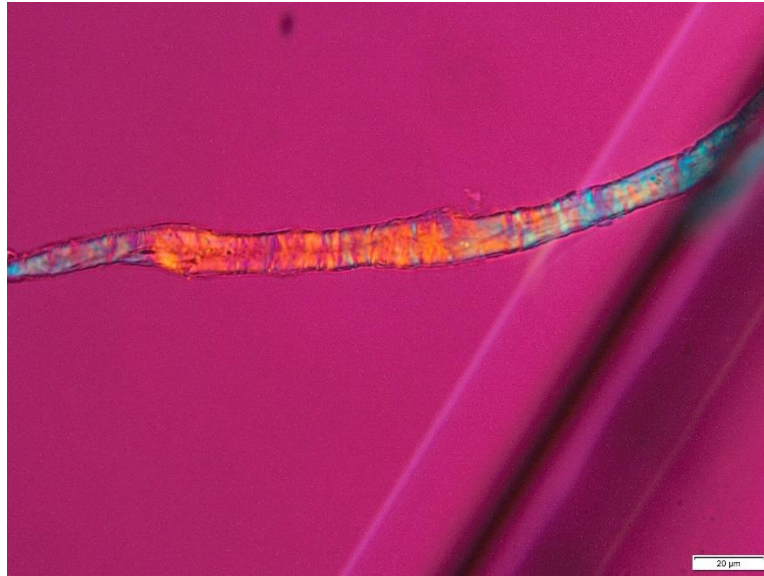


Pikkus enne¹⁵²	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
27 cm	2 cm	15,5 mm	Rahuldav	Minigrip kotis. Kuiv, jäik, liivane, habras, kánkras. Köie otsad on hargnenud ja murdunud küljest lahti. Köie juures on 6x4 cm metallist šlakk.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
23,5 cm	2 cm	17,0 mm	Mitterahuldav	

¹⁵² Pikkus on antud pärast märgpuhastust lahtiharutatult.

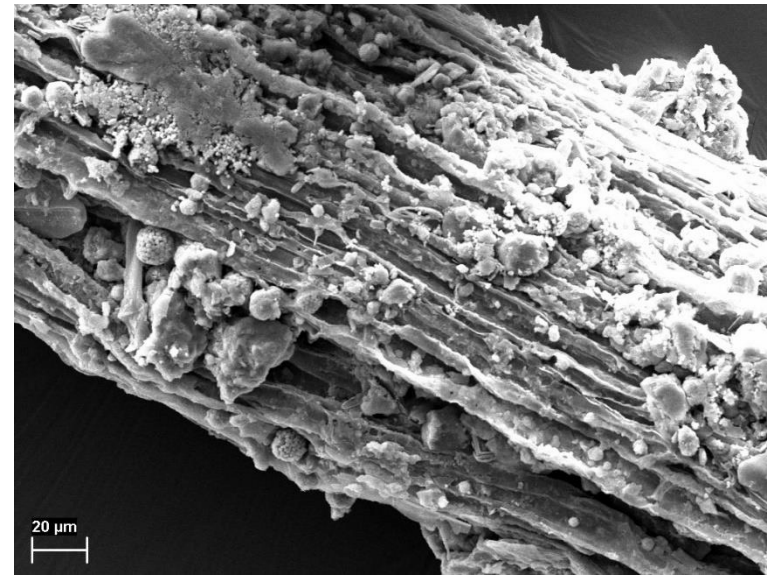
Proov
R25

Olympus BX51



Herzogi testis horisontaalasendis kollaseks värvunud kiud viitab rakuseina fibrillide Z-keerule, see on iseloomulik nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 500×.

SEM EVO MA 15



Pildil on taimejäänused, millele on iseloomulikud mitmes kihis paiknevad piklikud rakkude read. Mikroskoobi suurendus 1000×.

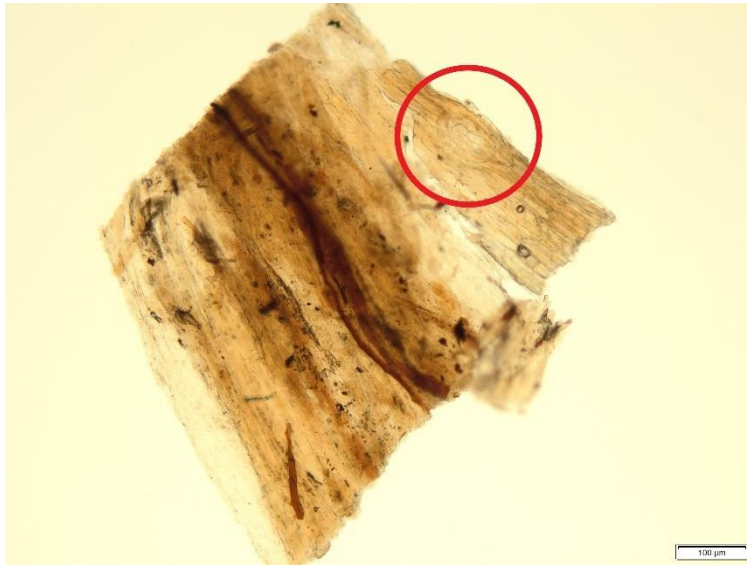
Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
6	R37	LOOTSI 8 KÖIS? SEK. 4 V. PARRAS PARDALAUDE VAHELT LK 6 ALT 13.05.2022



Pikkus enne	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
30 cm	7 cm	68,3 mm	Rahuldav	Kiletatud. Üks ots lahtine teine tömp. Kaetud u 2 cm paksuse tõrvamassiga. Liivane, niiske. Põimitud.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
30 cm	6,8 cm	67,05 mm	Hea	

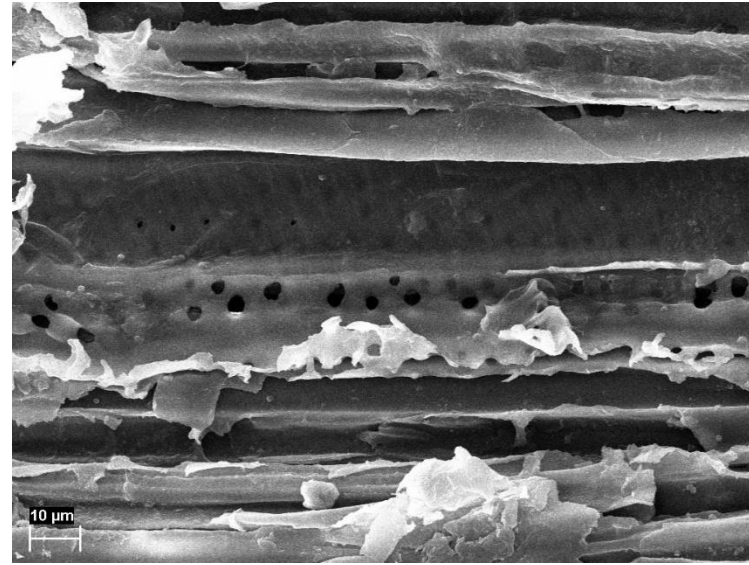
Proov
R37

Olympus BX51



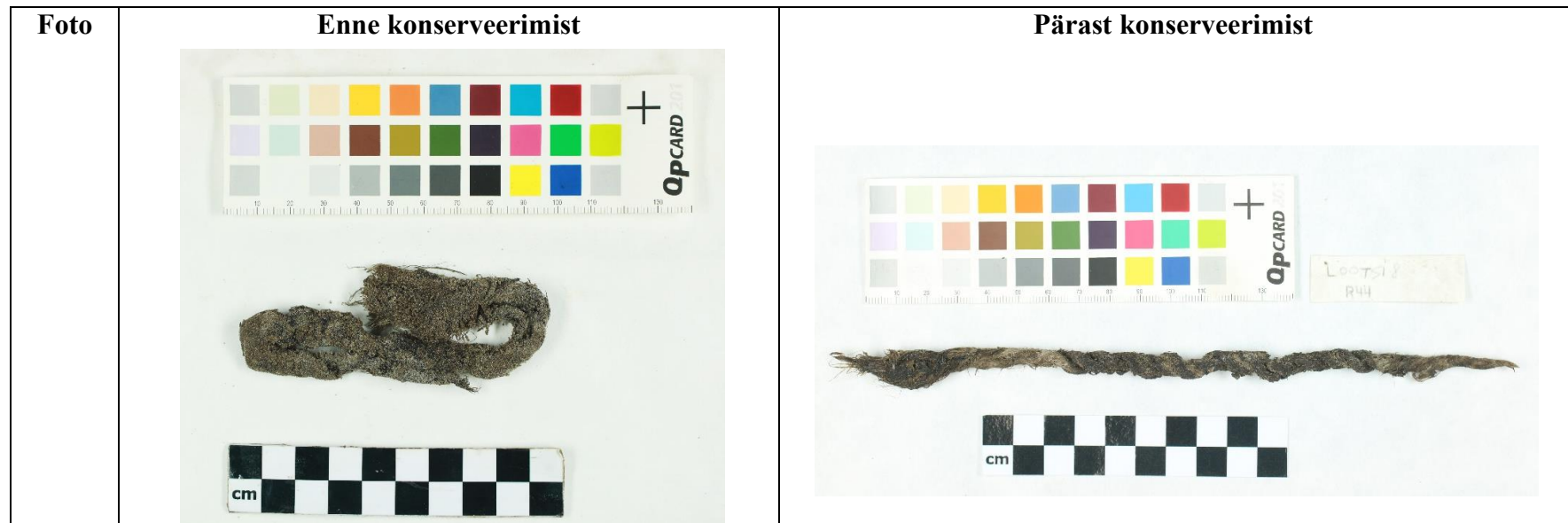
Pildil on rohttaime epidermise kiht. Punase ringiga on tähistatud trihhoomiauk, mis on iseloomulik nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 100×.

SEM EVO MA 15



Pildil on näha taimetele iseloomulikke piklikud kandilised, mitmes kihis rakud ja ümmargused augud, mis viitavad spiraalsete rakkude paiknemisele. Mikroskoobi suurendus 800×.

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
7	R44	LOOTSI 8 KÕIEJUPP 51.–52. KAARE VAHELT 6.–7. PLANGU VAHELT VP 22.07.2022

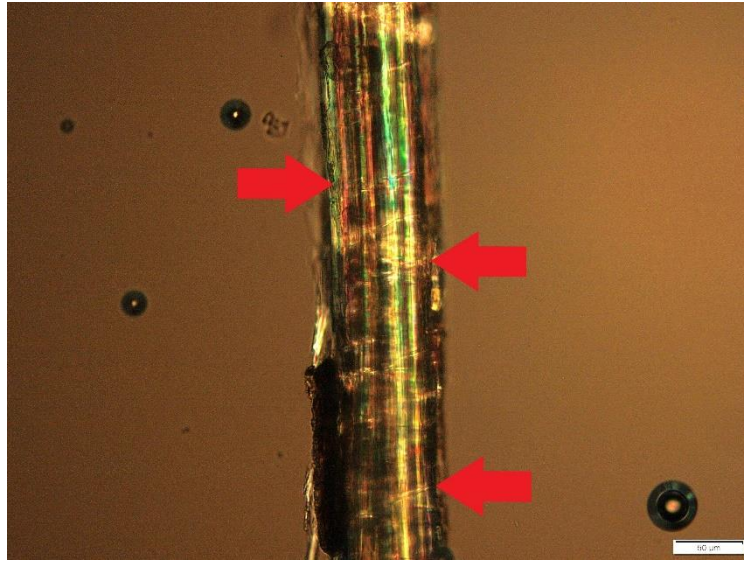


Pikkus enne¹⁵³	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
22 cm	1 cm	6,68 mm	Rahuldav	Minigrip kotis. Kuiv, jäik, liivane, habras, kánkras. Otstest hargnenud. Ühest otsast lapik.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
22,3 cm	0,5 cm	7,47 mm	Hea	

¹⁵³ Pikkus on antud pärast märgpuhastust lahtiharutatult.

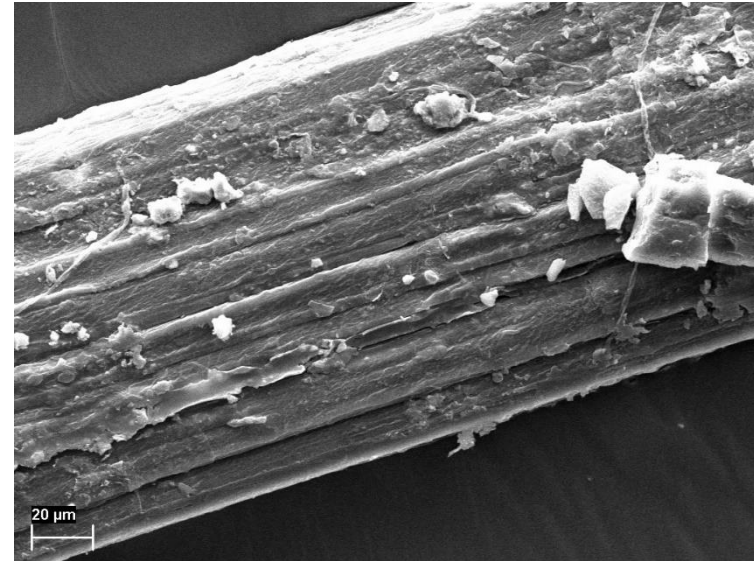
Proov
R44

Olympus BX51



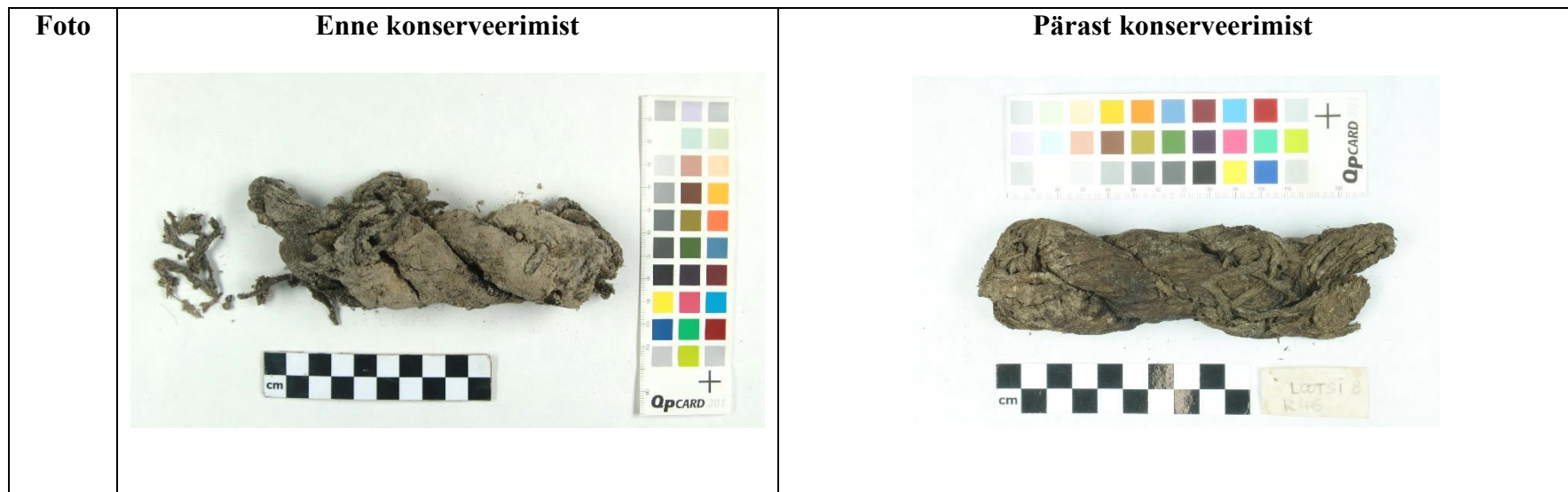
Kiud on loomulikus kimbus, mida hoiab koos looduslik liimaine. Niinekiududele iseloomulik struktuur ja ristikohad kiududel. Mikroskoobi suurendus 200×.

SEM EVO MA 15

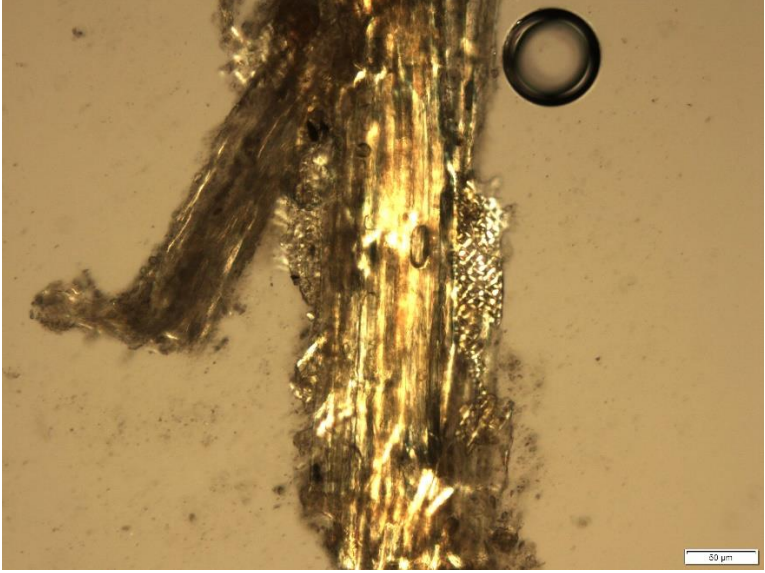
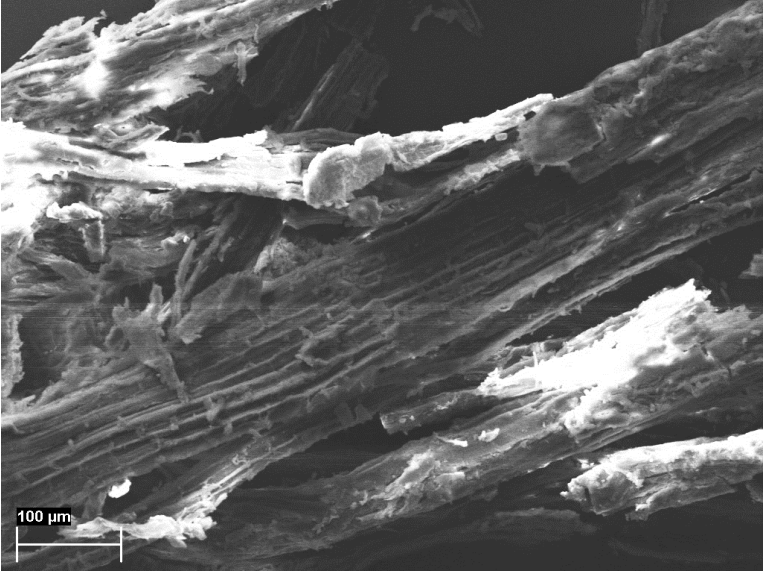


Taimsele metralile iseloomulik struktuur. Mitmes kihis rakkude võõndid, kaetud kattedkihiga. Mikroskoobi suurendus 1000×.

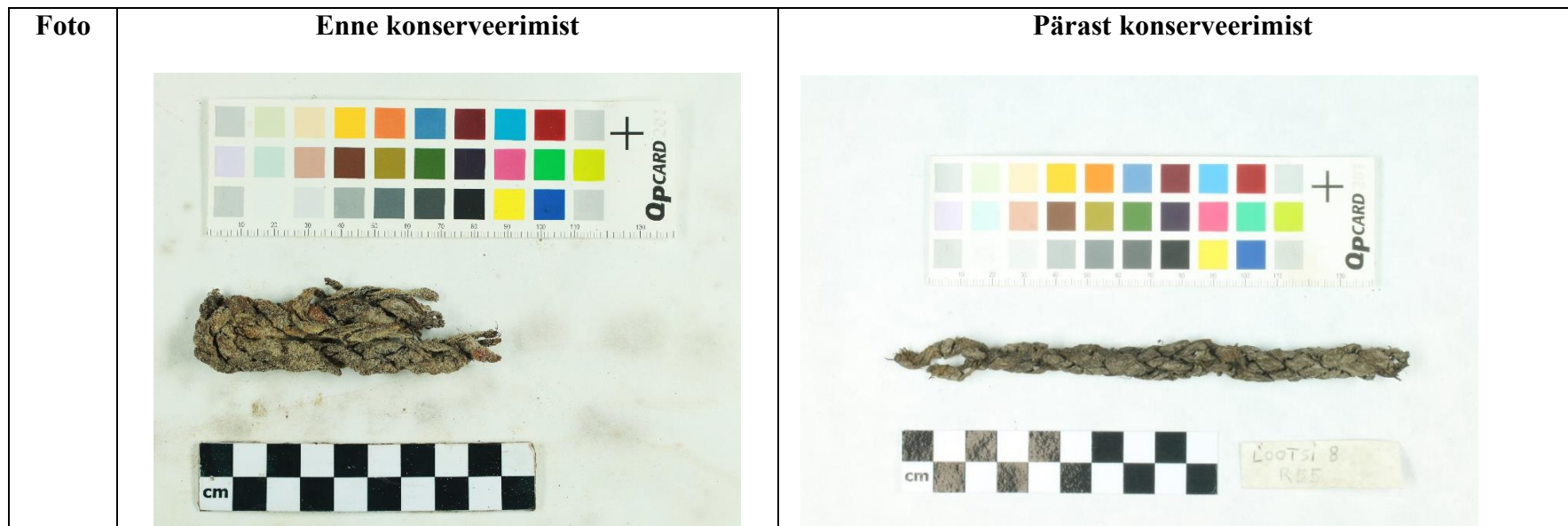
Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
8	R46	LOOTSI 8 51.-52. KAAR 8. PLANK V. PARRAS 24.08.2022 TEKSTIIL



Pikkus enne	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
16 cm	5 cm	40,9 mm	Hea	Minigrip kotis. Niiske, liivane, habras. Hoiab kuju. Otstest ei ole hargnenud. Üks ots lõigatud läbi.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
15,7 cm	4,2 cm	40,9 mm	Hea	

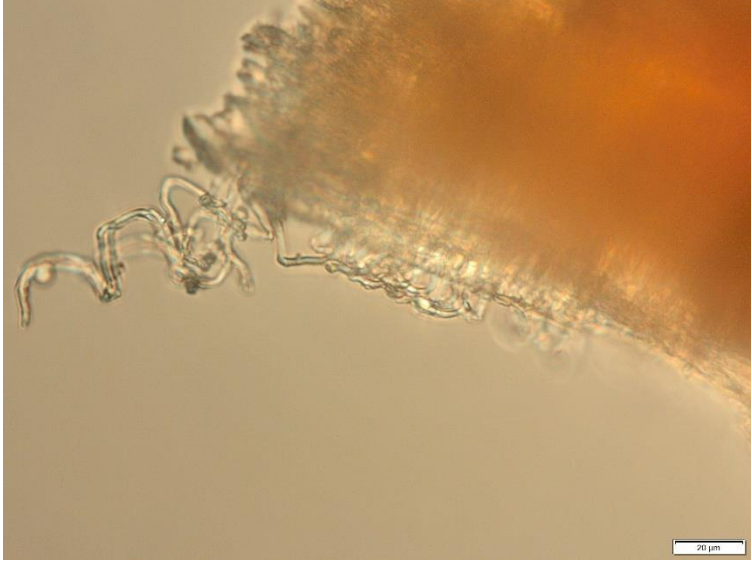
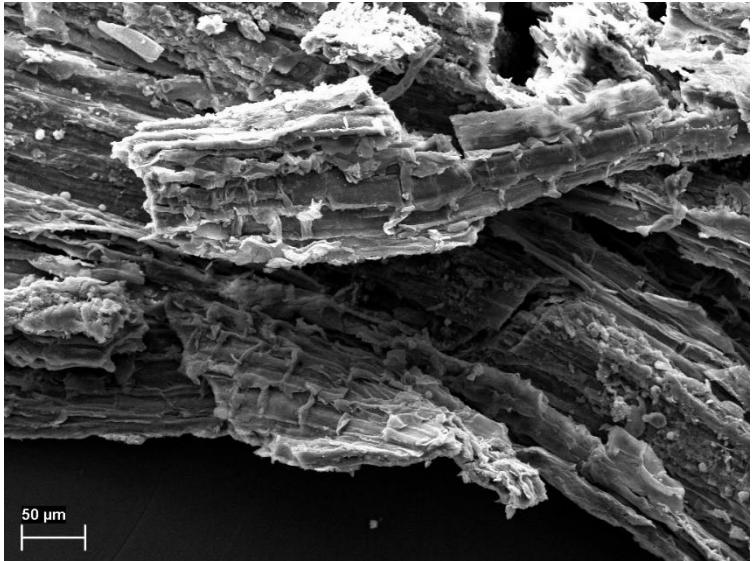
Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R46	 <p data-bbox="322 935 1115 1038">Proovimaterjal on halvasti säilinud, taimeliigi määramine on raskendatud. Nähtaval on taimetele iseloomulik rakustruktuur. Mikroskoobi suurendus 200×.</p>	 <p data-bbox="1137 935 1930 1038">Pildil on näha ridadena kandilised rakud mitmes kihis, mis on iseloomulikud taimset päritolu materjalile. Mikroskoobi suurendus 500×.</p>

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
9	R55	LOOTSI 8 49.–50. KAARE VAHELT 8. PLANGU ALT 15.07.2022 VP KÕIS

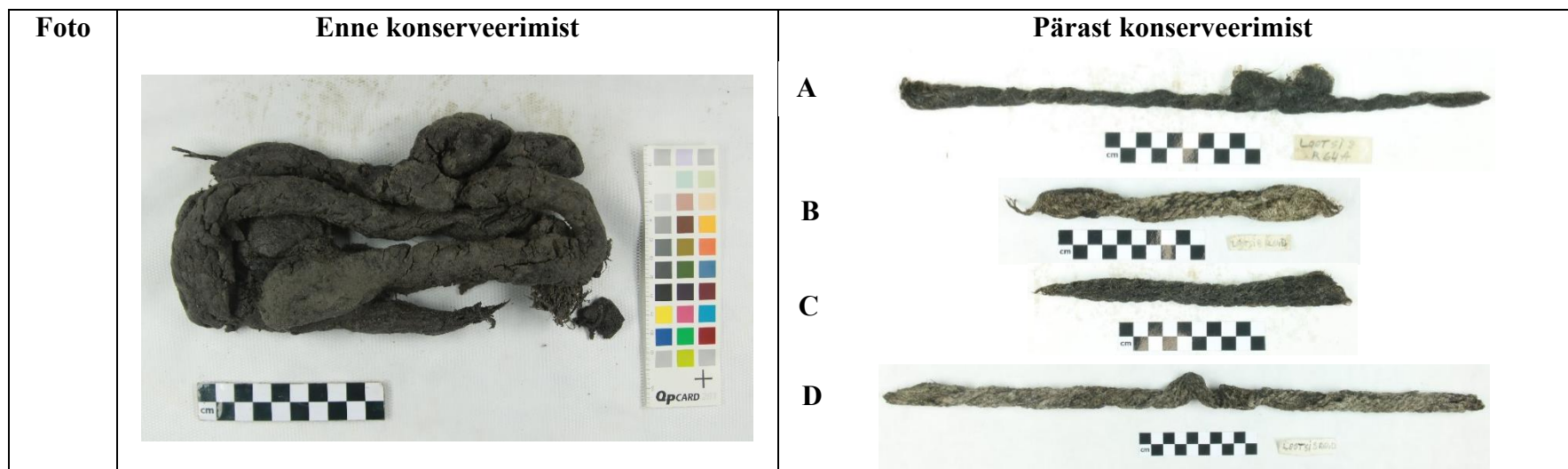


Pikkus enne¹⁵⁴	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
16,5 cm	1 cm	8,8 mm	Rahuldav	Minigrip kotis. Kuiv, jäik, liivane, habras, känkras.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
16,2 cm	1 cm	8,96 mm	Mitterahuldav	

¹⁵⁴ Pikkus on antud pärast märgpuhastust lahtiharutatult.

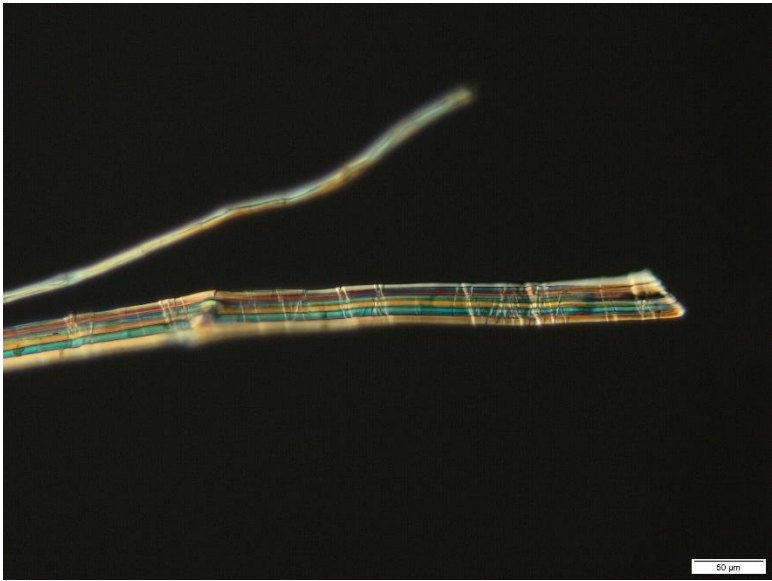
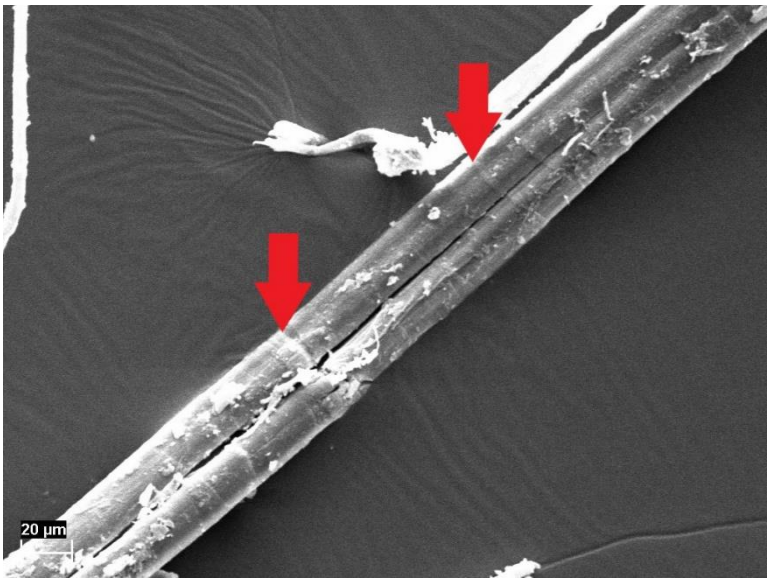
Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R55	 <p data-bbox="322 922 1102 995">Pildil on eristatavad spiraalsed rakud, mis on iseloomulikud nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 500×.</p>	 <p data-bbox="1128 922 1930 995">Pildil on nähtavad ruudukujulised rakud. Iseloomulik nt kanepi epidermisele. Mikroskoobi suurendus 500×.</p>

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
10	R64	LOOTSI 8 KÖIS 53.–54. KAAR 6. PLANGU ALL VP 18.10.2022

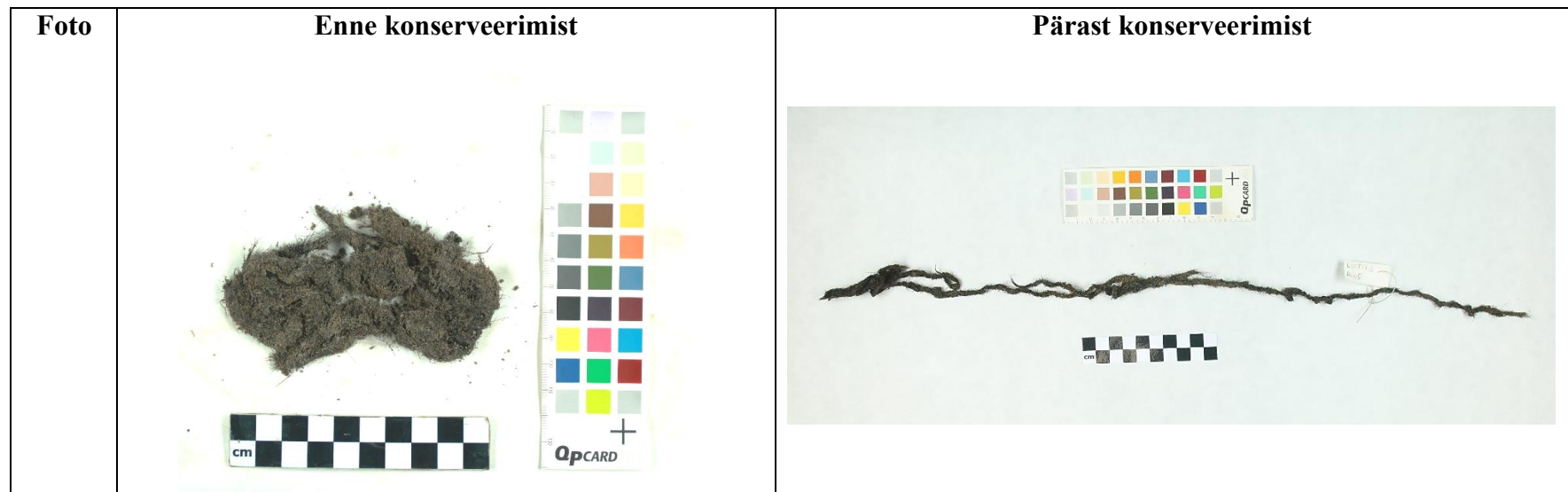


Pikkus E/P¹⁵⁵		Diameeter E/P		Ümbermõõt E/P		Seisukord E/P		Kirjeldus
A 36 cm	A 37 cm	A 2 cm	A 1,3 cm	A 15,3 mm	A 10,3 mm	A Hea	A Hea	Kosneb neljast köiejupist. Tähistatud A–D. Minigrip kotis. Niiske, liivane. Tõrvane. Hoiab oma kuju.
B 19 cm	B 22,3 cm	B 2 cm	B 1,8 cm	B 17,0 mm	B 16,86 mm	B Hea	B Hea	
C 21 cm	C 21,2 cm	C 2 cm	C 1,7 cm	C 15,5 mm	C 13,97 mm	C Hea	C Hea	
D 52 cm	D 51,2 cm	D 2 cm	D 1,7 cm	D 16,9 mm	D 17,2 mm	D Hea	D Hea	

¹⁵⁵ E – enne; P – pärast


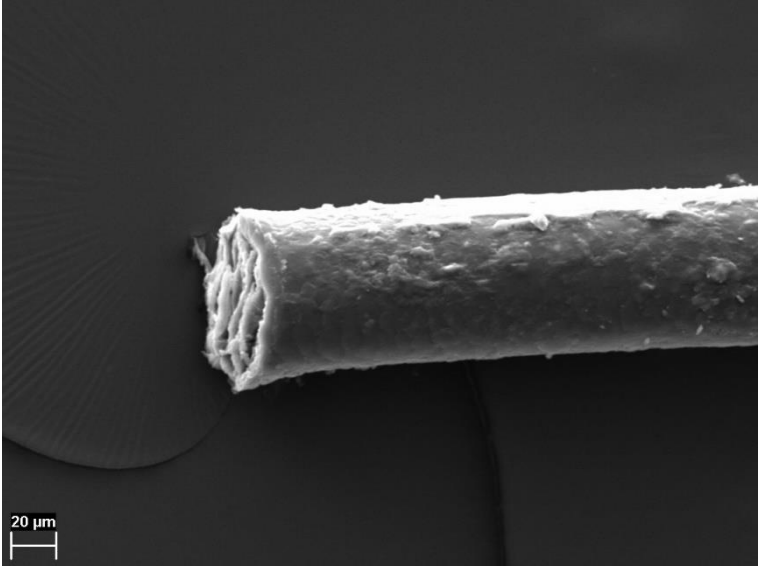
Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R64	 <p data-bbox="315 1007 1115 1078">Kiud loomulikus kimbus, näha on niinekiududele iseloomulikud ristikohad. Mikroskoobi suurendus 200×.</p>	 <p data-bbox="1137 1007 1937 1078">Niinekiule iseloomulikud tunnused nagu põlve- ja ristikohad. Mikroskoobi suurendus 1000×.</p>

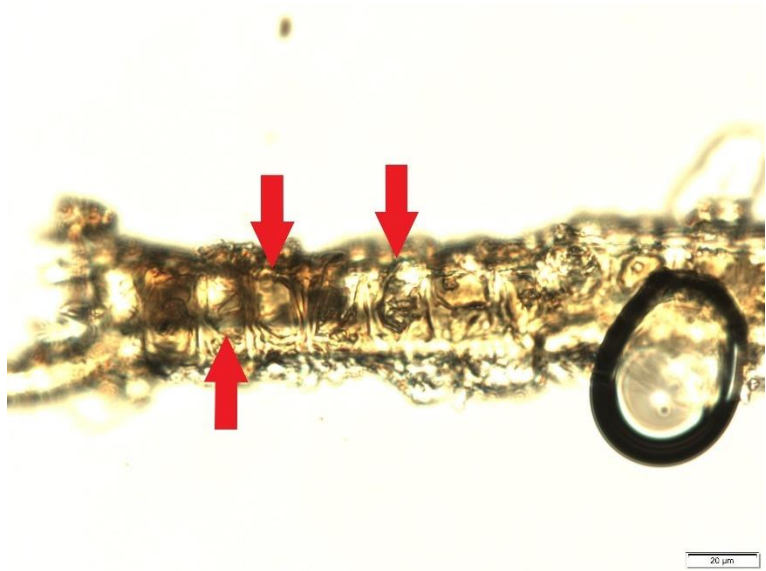
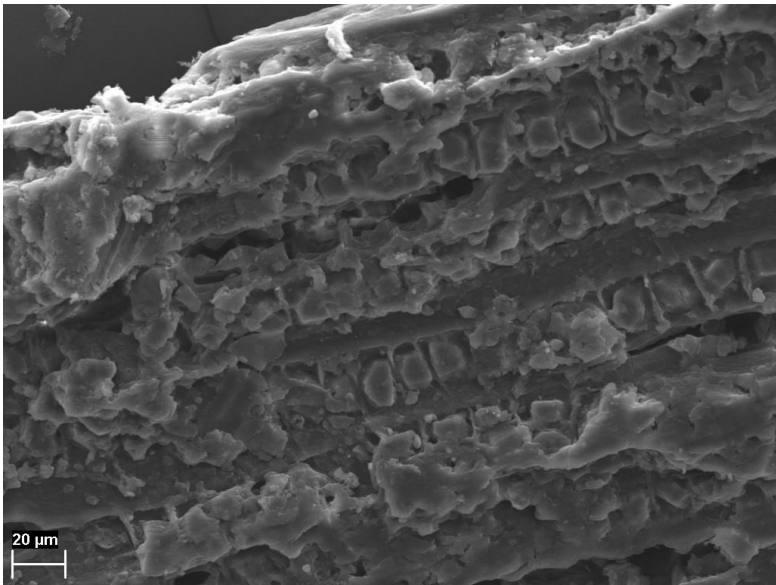
Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
11	R65	LOOTSI 8 KÖIEJUPP 48.–49. KAARE 5.–6. PLANGU VAHELT VP 28.09.2022



Pikkus enne¹⁵⁶	Diameeter enne	Übermõõt enne	Seisukord enne	Kirjeldus
55 cm	0,5 cm	5,2 mm	Rahuldav	Minigrip kotis. Niiske, liivane. Känkras. Hargnev otstest. Karvane. Keskel ja ühes otsas on sõlmekoht. Keskel on jätkukoht–kahe köie otsad on näha.
Pikkus pärast	Diameeter pärast	Übermõõt pärast	Seisukord pärast	
54,5 cm	0,3 cm	4,75 mm	Hea	



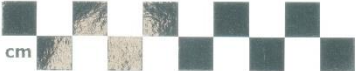



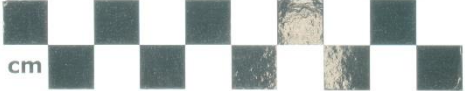
¹⁵⁶ Pikkus on antud pärast märgpuhastust lahtiharutatult.

Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R65	 <p data-bbox="309 1007 1115 1150">Pildil on näha karvale iseloomulik soomuskiht. Soomuste mustri, kuju ja suuruse järgi võib oletatada, et karv võis kuuluda lambale (<i>Ovis aries</i>) või ka kitsesele (<i>Capra hircus</i>). Mikroskoobi suurendus 200×.</p>	 <p data-bbox="1137 1002 1935 1107">Pildil on selgelt eristatav karvale iseloomulik lai pea kogu karva läbilõiget hõlmav säsikanal ja soomuskiht. Mikroskoobi suurendus 800×.</p>

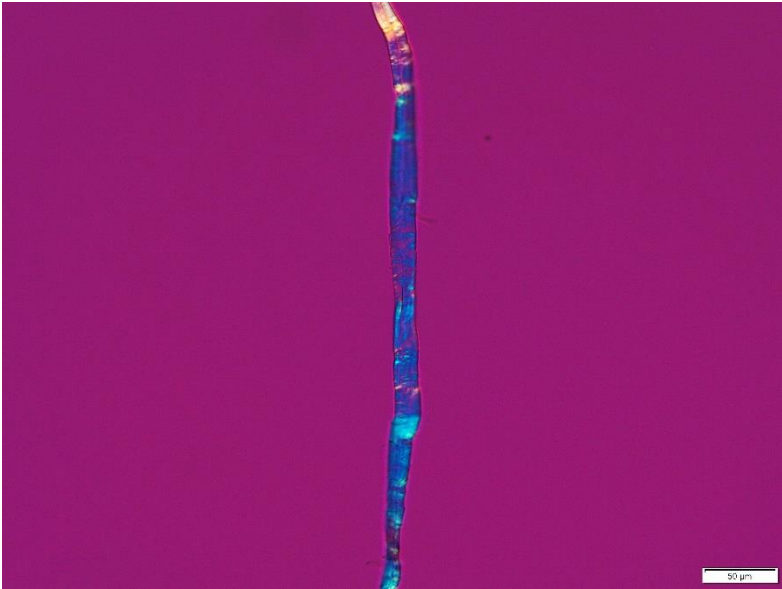
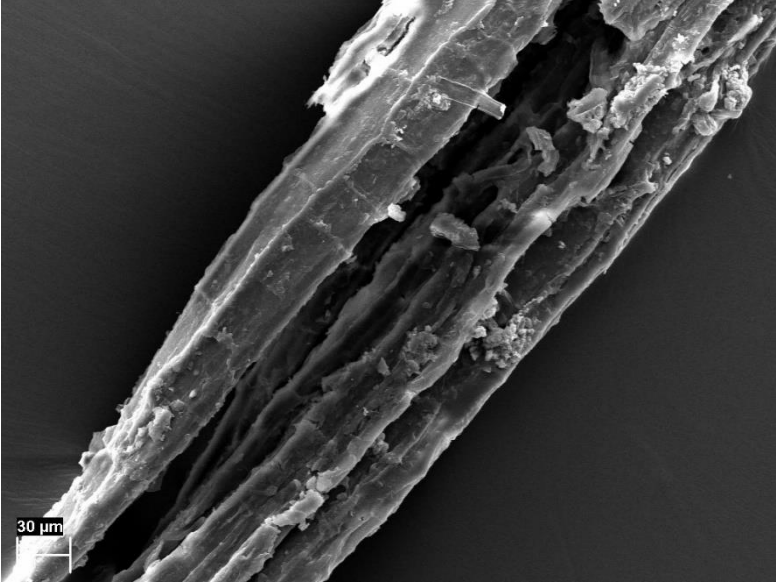
Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R65		
	<p>Pildil on näha kandilised oksalaadikristallid rakkude sees. Kuju ja suuruse järgi on need iseloomulikud tammele või pajule.¹⁵⁷ Mikroskoobi suurendus 500×.</p>	<p>Pildil on nähtavad niinekiule iseloomulikud rakustruktuurid ja kandilised oksalaadikristallid. Kristallide kuju ja suurus viitab pajule või tammepuidule. Mikroskoobi suurendus 600×.</p>

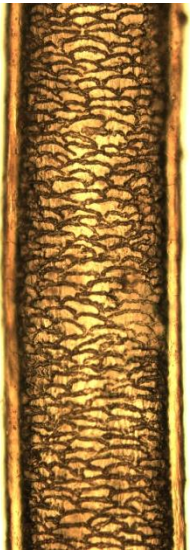
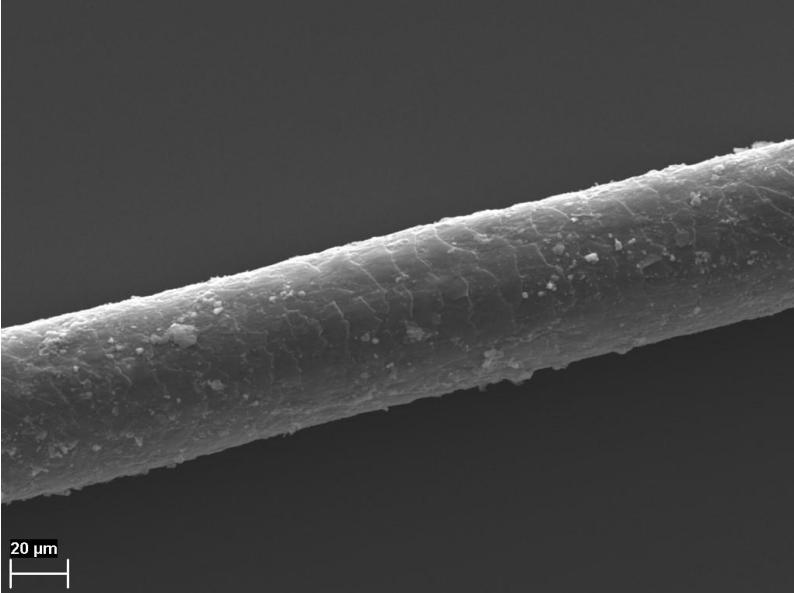
¹⁵⁷ Tegemist võib olla puiduga, mis on seotud kas laeva või selle lastiga.

Jrk nr	Ajutine tähis	Leiu kontekst ja leidmise aeg
12	R68	LOOTSI 8 KÖIED 54.–55. KAAR AHTERTÄÄVI PEALT 24.10.22

Foto	<p style="text-align: center;">Enne konserveerimist</p> 	<p style="text-align: center;">Pärast konserveerimist</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1093 485 1487 746"> <p>A</p>   </div> <div data-bbox="1509 485 1912 746"> <p>BI</p>   </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>BII</p>   </div>
-------------	--	---

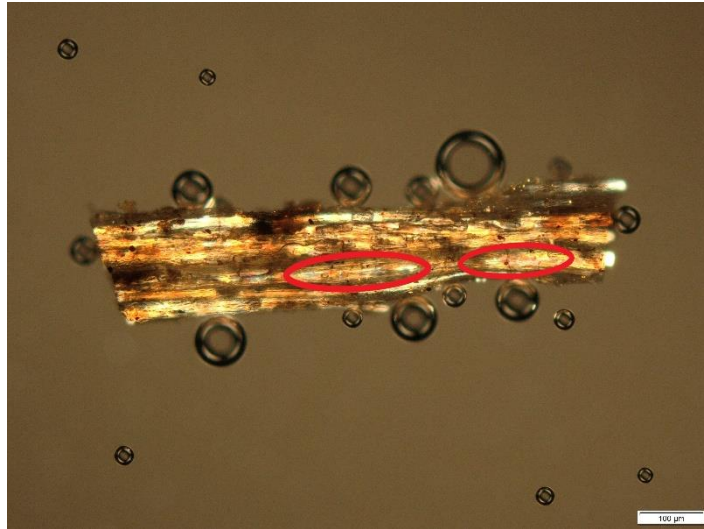
Pikkus E/P		Diameeter E/P		Übermõõt E/P		Seisukord E/P		Kirjeldus
								Koosneb lahtistest köiejuppidest ja ühest villasest lõngajupist, grupeeritud A–B. Minigrip kotis. Niiske, liivane, õrn. Kotisisu: üks kalaluu u 2,5 cm pikk.
Grupp A 7 cm	7 cm	5 cm	4 cm	46,3 mm	38,94 mm	Mitterahuldav	Rahuldav	Suurem köis on mähitud peenema nõoriga.
Grupp B BI 7 cm BII 16 cm	7 cm 15,5 cm	4 cm 1 cm	3 cm 0,7 cm	11,5 mm 8,8 mm	14,33 mm 7,59 mm	Mitterahuldav Mitterahuldav	Hea Rahuldav	Koosneb kahest erinevast köiejupist, millest ühel on sõlm. Pealtnäha teistsuguse tekstuuriga, puiduniinest valmistatud köied.

Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R68	 <p data-bbox="311 967 1099 1072">Herzogi testis vertikaalasendis siniseks värvunud kiud viitab rakuseina fibrillide Z-keerule, mis on iseloomulik nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 200×.</p>	 <p data-bbox="1122 967 1910 1072">Pildil on nähtavad taimsele materjalile iseloomulikud piklikud rakud ja kihilisus. Mikroskoobi suurendus 700×.</p>

Proov	Olympus BX51	SEM EVO MA 15
R68	 <p data-bbox="987 911 1061 927">50 µm</p> <p data-bbox="311 978 1093 1118">Lõngakatke on loomsest kiust. Pildil on näha hästi säilinud karva laia säsikanalit. Selline lai ja mullilise struktuuriga säsikanal on iseloomulik kodukitsele (<i>Capra hircus</i>). Mikroskoobi suurendus 200×.</p>	 <p data-bbox="1133 927 1193 943">20 µm</p> <p data-bbox="1115 986 1933 1091">Pildil on loomakarv, millel on näha soomuskiht. Soomuste paiknemise muster sobib nt kodukitse karvale. Mikroskoobi suurendus 900×.</p>

Proov
R68

Olympus BX51



Pildil on näha taimset katket, millel on puidule, nt pärnale, iseloomulikud säsiikiirte ristlõiked, mis on tähistatud punaste ringidega. Mikroskoobi suurendus 100×.

Dino-Lite Edge AM7915MZTL



Punaste nooltega on tähistatud pärnale iseloomulikud säsiikiirte ristlõiked tänapäeva proovil (üleval) ja proovil R68 (all). Mikroskoobi suurendus 43× ja 93×.

LISA 2. Konserveerimistöõde kaart


Objekt:	Köis
Autor, koolkond, töökoda:	Teadmata
Dateering:	14. saj II pool
	

Foto enne konserveerimist: 30.10.2023

Foto peale konserveerimist: 16.05.2024

Materjal:	Kanepist köis		
Tehnika:	Köiekeerutamine		
Mõõtmed:	Pikkus 30cm x laius 7 cm x läbimõõt 68,3mm		
Konservaator:	Maria Pommer		
Tulme kuupäev:		Tööd alustatud:	30.09.2023
Tähtaeg:	Pole määratud.		
Tööd lõpetatud:	Mai 2024	Tagastatud omanikule:	Leid tagastatakse koos ülejäänud kollektsiooniga.

Tööde kokkuvõte, soovitud edaspidiseks hoiustamiseks ja eksponeerimiseks:	Konserveeritud leidu peab edaspidi hoiustada stabiilsetes tingimustes, otsesest päikesevalgusest eemal, tolmuvas keskkonnas. Köis tuleb asetada happesaba kartongist karpi toetatuna Jaapani paberiga jälgides, et see ei saa muljuda. Katalooginumber markeeritakse pliatsi abil Tyvekist
--	--

	valmistatud sildile ja kinnitatakse leiu ümber puuvillase niidiga. Leidu tohib liigutada ainult koos karbiga. Soovituslik säilitamise keskkond, mille temperatuur on vahemikus +10°C kuni +21°C ja suhteline õhuniiskus vahemikus 45–55%. Suhteline õhuniiskus peaks olema võimalikult stabiilne, lubatud kõikumine ei tohiks ületada 3% ööpäevas.
--	--

Konservaator: Maria Pommer

Juhendaja: Riina Rammo, TÜ Arheoloogia osakond

Objekti dokumentaalandmed

Legend:	Köis on pärit Lootsi 8 laevavraki väljakaevamistelt kevadel 2022. Köis leiti sektsioonis 4 vasaku parda pardalaudade vahelt leiukogumi 6 alt.
----------------	---

Bibliograafia:	K. Konsa. Artefaktide säilitamine. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007, lk 147–154.
-----------------------	---

Töö kirjeldus:

2022. aastal toimusid Lootsi 8 laevavrakil väljakaevamised, mille käigus leiti mitmeid arheoloogilisi esemeid, sh eri suurusega köisi. Konserveerimistööd teostati 2023/2024. aasta jooksul, mille käigus uuriti köite seisukorda ja teostati puhastus. Köisi immutati valitud lahustes ja kuivatati. Töö eesmärgiks oli töötada välja sobiv(ad) meetod(id) sarnaste leidude edaspidiseks konserveerimiseks Lootsi 8 köite näitel. Kokku konserveeriti 12 kogumit köiekatkeid. Kõik leiutähised on ajutised ja antud Eesti Meremuuseumi poolt. Projekti raames teostati konserveerimistööd leidudel R7, R9, R10, R13, R25, R37, R44, R46, R55, R64, R65 ja R68. Käesolev konserveerimistöörde kaart keskendub vaid ühele köieleiule, mille tähis on R37.

Sügisel 2023 konserveerimistöörde I etapi käigus teostati köiest R37 põhjalik kirjalik dokumentatsioon. Leidu fotografeeriti, dokumenteeriti kahjustused ning teostati uuringud. Köis oli niiske ja liivane, kuid rahuldavas seisus. Üks ots oli tõmp ja teine lahti hargnenud. Esmavaatlusel sai koheselt selgeks, et köis oli kaetud kleepuva tõrvamassiga, mis oli tõrvale iseloomuliku lõhnaga.

On teada, et laevavrakist leiti ümber läinud tõrvatünn. Mitmed teised leiud (R9, R13 ja R64) ja sh tekstiilid, mida käesolevas töös ei käsitleta, olid samuti kaetud tõrvaga. Leiu peal olnud tõrv ei katnud seda hermeetiliselt. Köie üks ots oli lahtine, mille kaudu pääses ligi hapnik ning seetõttu oli materjal avatud võimalikule bioloogilisele tegevusele. Tõrvamass segas köie uurimist, puhastamist ja immutamist. Tõrvakihi paksus (u 2 cm) ning köie suurus viitas sellele, et taolist köit poleks võimalik olnud sellisel kujul laeval kasutada kasutada ja see polnud tahtlik lisandus. Seetõttu võeti vastu kaalutletud otsus tõrv eemaldada.

Puhastamine:

Dokumenteerimise järgselt teostati õrn kuivpuhastus pehme pintsliga. See tegevus andis vähest efekti tõrvamassi paksuse tõttu. Kuigi antud leid oli rahuldavas seisus, siis selle hõlpsamaks käsitlemiseks ja lisatoestuseks asetati köis nailonist võrgule. Seejärel asetati leid destilleeritud veega vanni, et eemaldada pealmist liivakihti. Veevannis teostati õrn puhastus pehme pintsliga, et tuua välja köie kuju ja piirjooned. Antud tegevus ei andnud oodatud efekti paksu tõrvamassi tõttu. Köis jäeti üheks nädalaks destilleeritud vee vanni.

Järgnevalt prooviti teostada puhastust destilleeritud vee ja 96,7% etanooli lahuses vahekorras 1:1. Köit leotati lahuses 30 min ning seejärel hakkasid puhastamise käigus nõrgalt eristuma detailid. Tõrvamassi oli mõnevõrra hõlpsam eemaldada, sest see muutus pehmemaks.

Järgmise sammuna valmistati destilleeritud vee ja 96,7% etanooli lahus vahekorras 3:7 ning köis asetati 45 minutiks likku. Tõrvamass pehmenes ja eemaldus koos muu pinnasega köie küljest paremini. Jätkati õrna puhastamisega karedama pintli ja erinevate spaatlitega. Selle käigus ilmusid nähtavale köie konstruktsiooni osad. Vaatamata sellele oli köis jätkuvalt tõrvamassiga koos ning see jäeti nädalaks kontsentratsioon 1:1

destilleeritud vee ja 96,7% etanooli lahusesse likku, selleks, et eseme sees olevad soolad saaksid eralduda.

Konserveerimine:

Konserveerimistöõde eesmärk oli köie puhastamine suuremast mustusest, stabiliseerimine, algse kuju ja mõõtmete säilitamine ning edaspidiselt eksponeeritavuse tagamine. Taimsest kiust arheoloogiliste leidude puhul on conserveerimise käigus tähtis asendada materjali sees olev vesi, mis on osaliselt asendanud laguneva rakustruktuuri. Kuivamise käigus vee eemaldumisel toimub rakuseinte kokkulangemine, mille tagajärjel muutub ese hapraks. Sellise olukorra vältimiseks kasutatakse erinevaid täiteaineid.

2024. aasta kevadel jätkati R37 conserveerimise II etapiga. Köis töödeldi immutuslahusega, mis koosnes 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriinist destilleeritud vees. Enne immutamise protsessi algust R37 kaaluti ja seejärel asetati klaasist anumasse nimetatud lahusesse kuueks nädalaks. Esialgu hoiti köit toatemperatuuril, valguse eest kaitstuna, sest labori külmkapid olid piiratud mahutavusega. Ühe nädala jooksul tekkis köie pinnale hallitav kirme ning R37 asetati labori külmkappi temperatuuril +4°C kuni +12 °C. Külmkapis ei tekkinud eseme pinnale rohkem hallitust ega ebameeldivat lõhna.

Kuue nädala pärast võeti R37 immutuslahusest välja ja asetati restile nõrguma. Seejärel köis kaaluti ja asetati plastmassist kasti sisse kuivama TÜ labori sügavkülmikusse temperatuuril -28 °C. Selleks, et vältida liigse niiskuse kogunemist kasti lisati sinna silikageeli kotid, mida kuivamise jooksul ühe korra vahetati.

Kuivatamise lõpus köis R37 kaaluti uuesti. Sügavkülmas olnud aja jooksul ei tekkinud köiele hallitust ega ebameeldivat lõhna. Köis oli visuaalselt terviklik ja stabiilne. Katsudes tugev ning ei pudenenud ja säilitas mõningal määral painduvust. Värvimuutust ei täheldatud.

Konserveeritud köis pildistati ja asetati Jaapani paberiga toetatud happevabasse säilituskarpi, kuhu oli tehtud polüetüleenvahust (Ethafomist) köit toestav vorm. Karbi peale trükiti leidu käsitlemisnõuded.

Uuringud:

Köie R37 kiudusid uuriti Tartu Ülikooli (TÜ) arheoloogia osakonna labori mikroskoobiga Olympus BX51 ja TÜ geoloogia osakonna skaneeriva elektronmikroskoobiga (SEM), selleks, et teha kindlaks, millisest materjalist oli köis valmistatud.



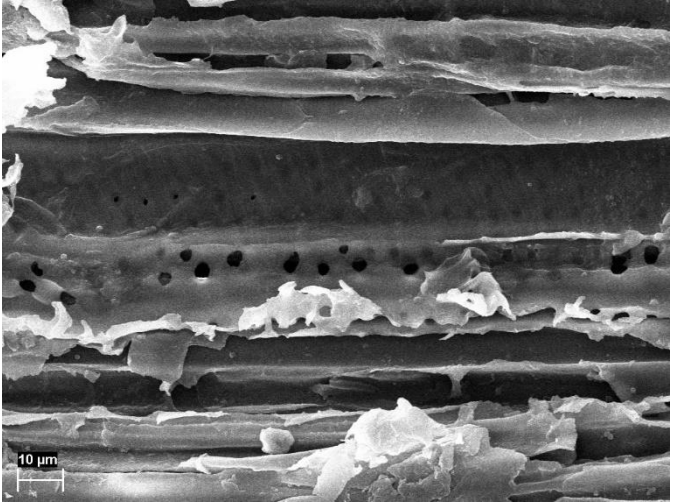
Konserveerimistöõde kaardis on välja toodud köie R37 kiudude kogumite uurimise tulemused. Uuringuteks valitud proovikogumid võeti märgpuhastuse käigus lahti tulnud köieosadest, et minimaalselt kahjustada leidu.

Lisaks kiudude uurimisele teostati immutuslahuse pH monitoorimist. Lahuse pHd mõõdeti selleks, et hinnata bioloogilise tegevuse jälgi. Kuue nädala

	<p>jooksul püsis lahuse pH eeldatava normi juures vahemikus 4,52–6,62. Lahus oli värvuselt selge, ebameeldiv lõhn ja kirme puudusid.</p> <p>R37 köit katnud tõrva uuris TÜ Archemy uurimisgrupp ja eesmärk oli saada ülevaadet selle koostisest ja ajaloolisest kontekstist. Konserveerimise seisukohalt annab tõrva koostise tundmine parema ülevaate vanade säilitamisvõtete kasutamisest. Samuti võimaldab selline teadmine langetada konservaatoril oma töös täpsemaid otsuseid, mis puudutavad kaasajal säilitamise praktikaid.</p> <p>Tõrva uuriti Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR abil. Analüüsi kahte tõrvatükki proovilt R37 ja R64 ja saadi teada, et põhikomponendiks on männitõrv. Lisaaineid nagu õlid ja vaigud ei tuvastatud.</p>
--	---

Koostaja: Maria Pommer

SEM ja Olympus BX51 mikroskoobiga tehtud fotod

Nr.	Proovi asukoht	Mikroskoobid
1.	 <p data-bbox="328 972 724 1205">Proovikogum R37.1 on võetud köie R37 lahtise otsa küljest. Proovikogum koosneb köieosast, mis eraldus leotamise käigus, märgitud punaste nooltega.</p>	<p data-bbox="751 389 962 423">Olympus BX51</p>  <p data-bbox="751 954 1461 1066">Pildil on näha rohttaime epidermist. Punase ringiga on märgitud trihhoomiauk, mis on kiutaimedest iseloomulik nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 100×.</p> <p data-bbox="751 1093 823 1126">SEM</p>  <p data-bbox="751 1655 1461 1805">Pildil on näha taimetele iseloomulikud piklikud kandilised, mitmes kihis rakud ja ümmargused augud, mis viitavad spiraalsete rakkude paiknemisele. Selline pilt sobib nt kanepile. Mikroskoobi suurendus 800×.</p>

<p>Konserveerimis- ülesanne:</p>	<p>Köie puhastamine, stabiliseerimine, algse kuju ja mõõtmete säilitamine, säilivuse ja visuaalse terviku parandamine. Eksponeeritavuse tagamine.</p>
<p>Konserveerimiskava:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konserveerimiseelne dokumentatsioon Köite visuaalne vaatlus, seisundi kirjeldus ja kahjustuste kaardistamine. Fotografeerimine. 2. Uuringud Köite, teiste tekstiilileidude kiudude ja tõrva koostise kindlaks määramine. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Optiline mikroskoop 2.2. Skaneeriv elektronmikroskoop 2.3. Tõrva koostise uurimine 3. Köite conserveerimine <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Puhastamine Tõrvamassi ja liiva puhastamine destilleeritud vee ja pehme pintsliga. Destilleeritud vee ja etanooli (96,7%) erinevates kontsentratsioonides lahuses leotamine. Triammooniumsitraadi 5% lahuses leotamine. 3.2. Immutamine <ol style="list-style-type: none"> 3.2.1. 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin 3.2.2. 5% PEG 1500 3.2.3. Silikoonõli 3.3. Kuivatamine <ol style="list-style-type: none"> 3.3.1. Normaalrõhul kuivatamine 3.3.2. Vaakumkülmkuivatus 3.3.3. Lahusepõhine kuivatus 4. Järeltöötlus: Klucel G 5. Köite pakendamine Konserveeritud köite toestamine polüetüleenvahust tugevdusega ja Jaapani paberiga ning asetamine happevabast kartongist karpi. 6. Säilitamissetpanekud ja jäätmete käitlemine

Konserveerimistööd

Kuupäev: I etapp 28.09.23–29.12.23

Tehtud tööd:

Köite dokumenteerimine, pildistamine, märgpuhastamine, proovide võtmine. Leotuslahuste (destilleeritud vesi ja etanool 90:10) elektrijuhtivuse mõõtmine. Puhastuslahustes leotamine: 5% triammooniumsitraadi (TAT) lahus, des. vee ja etanooli kontsentratsioonid 50:50 ja 30:70. Preparaatide ettevalmistamine ja mikroskoobiga arheoloogiliste proovide ja tänapäeva referentsproovide uurimine. Köite jaotamine töötlemismeetodite järgi. Silikoonõlisse minevate ja töötlemata köite kaalumine. Silikoonõlis töödeldavate köite jaoks alkoholis kuivatusvanni ettevalmistamine. PEGi vanni ettevalmistamine. TÜ Chemicumis SEM abil proovide uurimine ja proovide ettevalmistamine eelnevalt TÜ arheoloogia osakonna laboris. Leidude ettevalmistamine PEGiga katmiseks. 5% PEG 1500 köite ja 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin lahusesse minevate köite kaalumine. Lahuste kontrollimine, segamine. Silikoonõlis konserveeritavate köite kaalumine ja kontsentratsioonide järk-järguline suurendamine. pH mõõtmise jaoks proovide võtmine PEG lahustest. SEMi jaoks proovide ettevalmistamine: süsinikteip, alus, pintsetid. proovide katmine platinaga.

Kulutatud aeg: 156 h.

Vahendid: klaasist kausid ja plastikust kastid, pintsel, pintsetid. Nailonvõrk, tamiil, nõel, Tyvekist silt, pliiats. Preparaadiklaas, Kimtech salvrätikud preparaadiklaasi puhastamiseks, SEMi proovialused, süsinikteip.

Lahused ja vedelikud: destilleeritud vesi, 96,7% etanool, 5% TAT lahus. Mikroskoobiproovide jaoks glütseriini ja des. vee lahus kontsentratsioonis 1:1.

Tehnika: fotoaparaat Canon EOS 760D; Elmetron CX-401 aparaat elektrijuhtivuse mõõtmiseks; kaal KERN PEJ 4200-2M; pH meeter KegLand KL04169; stereomikroskoop Nikon SMZ 1000; polarisatsioonimikroskoop Olympus BX51; SEM ZEISS EVO MA 15.

Konserveerimislahused:

Lahusepõhine kuivatamine: dest. vesi, etanool. Soolatustamine: des. vesi, etanool.

PEGi immutus: 1% Ethulose'i lahustamine dest. vees 24h. Ethulose'i segamine ja lahuse valmistamine: 1% Ethulose, 2% glütseriin, 5% PEG.

Kuupäev: II etapp 05.01.24–16.05.24

Tehtud tööd:

Immutusmeetoditega jätkamine. Lahuste jälgimine – hallituse, ebameeldiva lõhna jms tekkimise monitoorimine. Lahuste pH mõõtmine. Silikoonõlis töödeldavate kõite kontsentratsioonide jälgimine ja esemete kaalumise. Silikoonõliga konserveerimise jaoks vahendite ja lahuste tellimine. Silikoonõliga konserveerimise järgmised etapid – kõite asetamine silikoonõli ja ristsideme tekitaja MTMS lahusesse, silikoonõli polümeriseerimine DBTDAGA. Kuivatamine – vaakumkülmkuivatamine, lahusepõhine kuivatamine (vesi–etanool ja etanool–atsetoon lahused), normaalrõhul kuivatamine (õhu käes, sügavkülmas ja külmkapis kuivatamine). Tõrva uurimine. Järeeltöötlus Klucel Gga. Ühe proovi täiendav uurimine Dino-Lite mikroskoobiga. Konserveerimisjärgne dokumentatsioon, pakendamine. Säilitamisettepanekute tegemine. Jäätmete utiliseerimine.

Kulutatud aeg: 102 h

Vahendid: klaasist kausid ja plastikust kastid, pintsel, pintsetid, alumiiniumist anum. Kaitseriided, -mask ja -prillid. Nitriilkindad. Mõõdulint.

Konserveerimislahused: silikoonõli, MTMS, DBTDA, PEG 400 ja 1500, Ethulose, glütseriin, Klucel G, etanool

Tehnika:

fotoaparaat Canon EOS 760D; kaal KERN PEJ 4200-2M; pH meeter KegLand KL04169; vaakumkülmkuivati SCIENTZ-10 N Freeze Dryer; Dino-Lite Edge AM7915MZTL.

LISA 3. Proovivõtukoht



1. Proovivõtukoht köiel R9.



2. Proovivõtukoht köiel R25.

LISA 4. Tabel leidude kaaluga, mida konserveeritakse lahusega 5% PEG 400, 1% Ethulose ja 2% glütseriin dest. vees

Köis	07.12.23 Enne lahusesse minekut	08.02.24 Pärast lahusest välja võtmist	10.05.2024 Pärast kuivatamist
R7A	90,02 g	79,28 g	21,84 g
R7C	28,8 g	24,86 g	20,67 g
R7D	32,78 g	25,1 g	6,53 g
R7J	3,88 g	3,9 g	1,09 g
R7L	3,69 g	2,75 g	0,65 g
R7N	3,61 g	2,78 g	1,3 g
R10	343,95 g	310,4 g	214,74 g
R37	893,25 g	901,52 g	749,11 g
R44	10,75 g	8,5 g	4,55 g
R55	8,01 g	5,51 g	2,79 g
R64B	47,22 g	39,76 g	18,82 g
R64D	104,83 g	103,96 g	45,5 g

LISA 5. Tabel leidude kaaluga, mida konserveeritakse lahusega 5% PEG 1500 dest. vees

Köis	07.12.23 Enne lahusesse minekut	08.02.24 Pärast lahusest välja võtmist	10.05.2024 Pärast kuivatamist
R7E	41,64 g	40,8 g	9,07 g
R9	484,29 g	470 g	299,41 g
R46	123,22 g	117,8 g	31,52 g
R68.3B	3,89 g	3,93 g	0,95 g

LISA 6. Tabel silikoonõliga konserveeritavate ja lahusepõhiselt kuivatatud kõite kaalu ja lahuse kontsentratsioonidega kuivatamise perioodil ja töötlemise lõpus

Kõis	01.12.23 25% piiritus	08.12.23 25% piiritus	15.12.23 50% piiritus	29.12.23 50% piiritus	05.01.24 50% piiritus
R7B	35,9 g	36,05 g	35,48 g	35,41 g	31,66 g
R7P	3,6 g	4,35 g	4,44 g	3,43 g	3,5 g
R13	384,5 g	388,46 g	366,75 g	352,13 g	343,26 g
R25	38,06 g	39,54 g	37,65 g	35,81 g	36,63 g
R64A	42,5 g	46,23 g	44,78 g	44,28 g	41,57 g
R64C	38,8 g	41,49 g	41,49 g	42,78 g	41,3 g
R68A	39,6 g	39,34 g	39,78 g	37,63 g	36,22 g
Kõis	12.01.24 50% piiritus	25.01.24 75% piiritus	02.02.24 75% piiritus	23.02.24 100% piiritus	15.03.24 100% piiritus
R7B	32,9 g	30,6 g	30,6 g	27,68 g	24,77 g
R7P	3,64 g	3,30 g	2,82 g	2,9 g	2,9 g
R13	337,43 g	314,7 g	313,91 g	315,93 g	305,65 g
R25	35,86 g	31,8 g	30,3 g	30,05 g	29,45 g
R64A	41,88 g	37,36 g	33,7 g	36,9 g	35,73 g
R64C	38,57 g	36,7 g	34,5 g	33,56 g	34,96 g
R68A	36,98 g	33,34 g	33,38 g	28,9 g	29,17 g

Kõis	22.03.24 50% atsetoon	29.03.24 100% atsetoon	11.04.24 100% atsetoon	10.05.2024 Kaal töötlemise lõpus
R7B	26,53 g	22,27 g	22,23 g	23,46 g
R7P	2,9 g	2,18 g	2,18 g	2,24 g
R13	301,3 g	286,45 g	275,51 g	291,75 g
R25	29,12 g	25,25 g	24,3 g	24,91 g
R64A	33,72 g	31,34 g	31,3 g	31,73 g
R64C	33,91 g	31,28 g	30,81 g	31,39 g
R68A	28,2 g	25,32 g	25,33 g	25,87 g

Kõis	07.12.23 Kaal enne atsetooni lahusesse minekut	15.12.23 25% atsetoon	12.01.24 50% atsetoon	08.02.24 75% atsetoon	01.03.24 100% atsetoon	29.03.24 100% atsetoon	18.04.24 Kaal pärast atsetooniga kuivatamist
R7F	19,8 g	16,7 g	13,42 g	13,7 g	11,88 g	10,29 g	9,8 g

**LISA 7. Tabel normaalrõhul kuivanud kõite kaaluga enne ja pärast
kuivatamist**

Kõis	Kuivamise alguses 01.12.23	Kuivamise keskel 08.02.24	Kuivamise lõpus 12.04.24
R7G	23,2 g	4,57 g	4,40 g
R68B	8,46 g	1,61 g	1,56 g
R7H	10,1 g	2,34 g	2,23 g
R7I	9,91 g	1,84 g	1,77 g

LISA 8. Tulemuste koondtabel

Kõis	5% PEG		1% Ethulose	2% glütseriin	Silikoonõli	NK			VKK	LK	1% KG	Tulemused
	400	1500				Õ	KK	SK				
R7A	x		x	x				x				Õrn, hoiab kuju, värv norm, paindub
R7B					x					x		Otsast katki, õline, habras, värv tume
R7C	x		x	x				x				Hoiab kuju, paindub, tõrva lõhn, värv norm
R7D	x		x	x					x			Pude, kerge, õrn, hoiab kuju, värv norm
R7E		x						x			x	Õrn, pude, tumenenud, hoiab kuju, habras
R7F										x	x	Õrn, pude, värv norm, atsetooni lõhn
R7G							x				x	Kerge, pude, õrn, värv norm, ei paindu
R7H						x					x	Kerge, õrn, hapukas lõhn, hoiab kuju, hele
R7I						x					x	Hapukas lõhn, pude, kerge, õrn, värv norm
R7J	x		x	x			x					Kerge, hoiab kuju, värv norm, paindub
R7L	x		x	x					x			Kerge, hoiab kuju, värv norm
R7N	x		x	x				x				Õrn, paindub, hoiab kuju, värv norm
R7P					x					x		Õline, hoiab kuju, värv tume, paindub
R9		x						x				Värv tume, tõrvane, hoiab kuju
R10	x		x	x				x				Habras, ei hoiab kuju, hapukas lõhn, tume
R13					x					x		Õline, värv tume, hoiab kuju
R25					x					x		Ots katki, habras, õline, värv tume
R37	x		x	x				x				Tõrvane, hoiab kuju, paindub, värv norm
R44	x		x	x			x					Jäik, tumenenud, hoiab kuju, paindub
R46		x							x			Tumenenud, pude, hoiab kuju, kerge
R55	x		x	x				x			x	Pude, ei hoiab kuju, värv norm, paindub
R64A					x					x		Õline, paindub, värv tume, hoiab kuju
R64B	x		x	x					x			Hoiab kuju, jäik, värv norm, paindub
R64C					x					x		Õline, hoiab kuju, paindub, värv norm
R64D	x		x	x				x				Hoiab kuju, jäik, paindub, värv norm
R65						x						Loomne lõng, hoiab kuju, paindub, tume
R68A					x					x		Õline, paindub, värv tume, hoiab kuju
R68B							x					Kerge, hoiab kuju, paindub, värv norm
R68.3B		x							x		x	Pude, värv norm, paindub, õrn, hoiab kuju
R68.4						x						Loomne lõng, hoiab kuju, paindub, tume
R7K; R7M; R7O; R7Q töötlemata												Värv norm, hoiavad kuju, kerged, õrnad
NK – normaalrõhul kuivatamine; VKK – vaakumkülmkuivatamine; LK – lahusepõhine kuivatamine												
Õ – õhkkuiatus; KK – külmkapp; SK – sügavkülm; 1% KG – Klucel G												