

EESTI KUNSTIAKADEEMIA
Kunstikultuuri teaduskond
Muinsuskaitse ja restaureerimise osakond

Triin Jänes

**Padise kloostri arheoloogilised
leiud:
raudesemete konserveerimine**

BAKALAUREUSETÖÖ

Juhendaja: MA Aive Viljus
Konsultant: MA Villu Kadakas

Tallinn 2012

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud bakalaureusetöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

„ ” 2012. a.

.....
üliõpilase allkiri

Töö vastab bakalaureusetööle esitatud nõuetele :

„ ” 2012.a.

.....
juhendaja allkiri, akadeemiline või teaduskraad

Kaitstud hindede:

.....

„ ” 2012. a.

.....

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. PADISE KLOOSTER	6
1.1 Padise kloostri lühiajalugu.....	6
1.2 Padise kloostri leiud.....	8
2. LEIUKESKKOND JA ARHEOLOOGILISE RAUA KAHJUSTUSED	9
2.1 Keskkonna muutused enne ja pärast arheoloogilisi kaevamisi	9
2.2 Raua hoiustamine pärast väljakaevamist.....	11
3. ARHEOLOOGILISE RAUA KONSERVEERIMISE PROTSESS.....	13
3.2 Testid metalli olemasolu väljaselgitamiseks	13
3.3 Kloriidi testimine.....	14
3.4 Korrosiooniproductide mehaaniline puhastamine.....	16
3.5 Elektrolüütiline puhastamine.....	18
3.7 Destilleeritud vees keetmine.....	21
3.8 Kuivatamine.....	21
3.9 Stabiliseerimine	22
4. PADISE KLOOSTRI ARHEOLOOGILISTE LEIDUDE KONSERVEERIMINE	23
4.1 Padise kloostri leidude hoiustamine pärast väljakaevamisi.....	23
4.2 Metalli olemasolu välja selgitamine leius	23
4.3 Kloriiditestid eksikaatori ja hõbenitraadilahusega	25
4.4 Padise kloostri raudobjektide mehaaniline puhastamine.....	26
4.6 Leidude leotamine ja keetmine destilleeritud vees.....	28
4.7 Raudobjektide stabiliseerimine.....	29
4.8 Pinna tugevdamine	29
4.9 Järeldus.....	30
5. ARHEOLOOGILISE RAUA HOIUSTAMINE	32
5.1 Keskkonnatingimused arheoloogilise raua säilitamiseks	32
5.2 Hoiustamise viisid	33
5.1.1 Leidude märgistamine	34
5.1.2 Leidude hooldamine	34
KOKKUVÕTE	35
SUMMARY.....	36

KASUTATUD MATERJALID.....	37
6. LISA I.....	40
6.1 Konserveerimistöõde tabel	40
6.2 Kahjustuste kaardistus	44
6.2.1 Esemek HMK: 370 kahjustuste kaardistused	44
6.2.2 Esemek HMK: 383 kahjustuste kaardistus	46
LISA II	
CD	

SISSEJUHATUS

Bakalaureusetöö teemavalik sai alguse autori seotusest Padise kloostri arheoloogiliste väljakaevamistega. Antud bakalaureusetöö käsitleb arheoloogilise raua konserveerimis-meetodite väljatöötamist. Padise leidude konserveerimine sai alguse 2011. aasta kursuseprojektina, mille käigus toimus peamine raua konserveerimiseks vajaliku informatsiooni kogumine. Praktilise tööna teostati eelnimetatud perioodil leidude ülespildistamine, kahjustusastme määramine ja osade objektide mehaaniline puhastus.

Töö eesmärgiks oli uurida erialakirjanduses kõige rohkem esinenud konserveerimis-meetodeid, samuti seda, millised on leiumaterjali säilimiseks soodsad tingimused ja millised mitte. Konkreetsetele teadmistele tuginedes on võimalik hiljem kaardistada peamised jõujooned, millega tuleb konserveerimisprotsessis arvestada ning neid võimalikult palju ka konserveerimisel kasutada.

Esmalt on esitatud lühike kokkuvõte Padise kloostri ajaloost, millele järgneb teoreetiline uurimine. Referatiivne osa koosneb raua kahjustuste kirjeldustest, arheoloogilise raua erinevatest konserveerimismeetoditest ning raua edaspidisest säilitamisest. Kogu bakalaureusetöö on üles ehitatud toetudes erinevale erialakirjandusele ja internetiallikatele. Käesolevas töös kasutatud taustmaterjal pärineb põhiliselt ingliskeelsest erialakirjandusest, mille autorid on Lyndsie Selwyn ja Bradley A. Rodgers. Eestikeelsetest allikatest on kasutatud Renovatumeid ja Ajaloo Instituudi poolt välja antud erialakirjandust, kus käsitletakse põhiliselt arheoloogiliste leidude uurimist ja konserveerimist.

Töö praktiline osa käsitleb arheoloogilistele raudesemetele rakendatud erinevaid konserveerimismeetodeid, et hiljem teha järeldus, milline meetod oli konserveerimiseks kõige efektiivsem.

Töö põhimahtu täiendavad konserveerimistöõde tabelid, fotodokumentatsioon, Ajaloo Instituudis tehtud röntgenfotod ja kahjustustekaardid. Tähelepanufookuses on üks leid (HMK: 370), mis oli osaliselt mineraliseerunud ning mistõttu oli sobiva konserveerimismeetodi leidmine komplitseeritum.

Bakalaureusetöö raames soovib autor tänada konsultanti Villu Kadakat, Ajaloo Instituudi konservaatorit Tarvi Toomet, tänu kellele oli võimalik teha leidudest röntgenfotosid.

1. PADISE KLOOSTER

1.1 Padise kloostri lühiajalugu

Padise klooster on asutatud Dünamünde munkade poolt. Nende maavaldusi ja kalastusõigusi on mainitud Eestimaal juba 1250. ja 1260. aastatel, esimesed teated sakraalehitisest pärinevad aga aastast 1281. Selle hoone täpsem asukoht on teadmata, kuid arvatakse, et see asub praeguse kloostrikompleksi lõunatiivas. Kersti Markus arvab, et algne kabel asub 8 kilomeetri kaugusel Päekülas. 2009. aastal Tallinn-Haapsalu maanteel toimunud kaevamiste käigus leiti hoone vundament, kuid kas tegemist on algse kabeliga ei ole teada.¹

Kloostri põhiplaani on erinevate ehitusetappide ning põlengute käigus palju muudetud. Praeguse suuruse on klooster omandanud alles 1750. aastal.

1559. aastal muudeti klooster sõjaliseks tugipunktiks ning see lõpetas tegevuse. 1561. aastal vallutati hoone rootslaste poolt. 1576. aastal vallutati klooster venelaste poolt, kuid 1580. aastal loovutati see nälja tõttu taas rootslastele.²

Klooster jäi neljakümneks aastaks tühjana seisma, kuni aastani 1622, mil omanikuks sai Thomas Ramm, kes kaotas oma mõisa- ja maa-alad Liivimaal. 1628. aastaks oli kloostris tehtud palju erinevaid ümberehitusi, et kohandada klooster eluruumideks.³ Mõisa tegevus kloostris lõppes 1766. aastal, kui hoone süttis välgulöögi tagajärjel. Maha põles lõunatiib ning osa läänetiivast. Hoone jäi varemetesse pärast seda, kui uus mõisahoone kloostrist idapoole ehitati, kus see asub siiani.⁴

Padise kloostrile pöörati uuesti tähelepanu 1934. aastal, kui Eesti Vabariigi Haridus- ja Sotsiaalministeeriumi juures asuv muinsuskaitseenõukogu tegi ettepaneku varemeid korrastada ja toetada.⁵ 1936. aastal pöördus Padisele Sten Karlingu õpilane Villem Raam, kes tegutses seal kuni 1995. aastani.⁶ Aastani 1969 toimusid konserveerimistööd Padisel pisteliselt pidevalt.

Uuesti algasid konserveerimistööd 1990. aastate alguses Villem Raami juhendusel, kes suri 1996. aastal. Töid jätkasid AS Restor ja spetsiaalselt Padise kloostri konserveerimiseks

¹ J. Tamm, Padise klooster. Ehitus- ja uurimislugu. Tallinn: TEA kirjastus, 2010, lk 35–36.

² Samas, lk 111–112.

³ Samas, lk 111–112.

⁴ Samas, lk 115–118.

⁵ Samas, lk 119.

⁶ Samas, lk 9.

loodud OÜ Padise Grupp.⁷ Väljakaevamised ja konserveerimistööd elavnesid 2000. aastatel, mil kaevati lagunenuid hooneosad lõplikult ehitusrusust välja ning osaliselt ehitati üles müürid.

2010. aastal alustati Padise kloostri väljakaevamisi koostöös Soomes asuva Vaanta linnaga, mille eesmärgiks on uurida keskaegset kultuurikihti Padise kloostri. Projekti rahastati Euroopa Liidu struktuurifondidest ja see kuulub Kesk-Läänemere INTERREG IV A programmi 2007–2013 alaprogrammi.⁸ Padise kloostri on kaevamistel välja tulnud erinevaid leide: rohkelt keraamikat, sealhulgas haruldasi potikilde 14. ja 15. sajandist, kahhelplaate, metalli (naelad, uksehinged, noad, mündid jt), veinipudelite templeid, raidkive, üksikuid aknaklaasikilde jm.⁹

⁷ Samas, lk 119–121.

⁸ Padise kloostri koduleht <http://www.padiseklooster.ee/>

⁹ Suulised andmed Villu Kadakalt, oktoober 2011.

1.2 Padise kloostri leiud

Kaevamiste käigus avastati palju huvitavaid ja ainulaadseid leide. Lisaks tavapärastele leidudele, milleks on keraamika, naelad ja klaasist pudelikillud, on välja tulnud ka tähelepanuväärsemaid esemeid. Näiteks suurtükk, kahurikuul.

Üheks silmapaistvamaks leiuks on 2011. aasta septembris leitud suurtükk. Objekti pikkuseks on 61 sentimeetrit. Raud on osaliselt mineraliseerunud, pinda katavad korrosiooniproduktid ja pinnamustus. Suurtüki küljes olev rõngas on korrodeerunud ning on osaliselt mineraliseerunud ja võib hooletul käsitlemisel eemalduda. Villu Kadaka hinnangul võib suurtükk pärineda Liivi sõja ajast.

Padise kloostri rauast leiud jõudsid konserveerimisse kahes järgus. Esmalt 2011. aasta oktoobris ning 2012. aasta jaanuaris. Teises järgus olevad leiud olid konserveerimistöde alguseks nummerdatud ja sildistatud. Leidude konserveerimisest peatükis 4.



1. Padise kloostrist leitud suurtükk, 03.05.2012.

2. LEIUKESKKOND JA ARHEOLOOGILISE RAUA KAHJUSTUSED

Puhas raud on hõbe-valge värvusega, suhteliselt pehme metall, millel on kõrge sulamis- ja keemistemperatuur. Tema magnetiline omadus esineb vaid toetemperatuuril, raud kaotab oma magnetilisuse kuumutamisel 900°C. Rauale tekib kergesti rooste, mistõttu ei esine seda looduses puhtal kujul ega kasutata sellisel kujul ka tööstuses; tavaliselt segatakse seda süsinikuga, et valmistada terast, roostevabaterast ja muid sulameid.¹⁰

Arheoloogiline raud on üldjuhul kaetud kihiti oleva korrosiooniga. Välimine kiht on segu rauakorrosioonist ja kõrvalistest materjalidest, eelkõige pinnasest: väikesed kivid, liiv, savi ja pinnasemineraalid.¹¹ Rooste tekib atmosfääris leiduvate ühendite ning metalli pinnal oleva niiskuse koostoimel. Korrosioon kujutab endast redoksprotsessi, mille käigus metalli aatomid oksüdeeruvad. Korrosiooniproduktid koosnevad raudoksiididest, raud oksühüdrosiididest ja raudhüdrosiidide segust, selle paksus ja koostis oleneb metalli puhtuseastemest, niiskusrežiimist ning õhu puhtusest.¹²

Kahjustava toimega on rauale erinevad kloriidid, kahjulikumad neist on kollased ning rohelised soolakristallid (kloriididest täpsemalt järgnevas peatükis).

2.1 Keskkonna muutused enne ja pärast arheoloogilisi kaevamisi

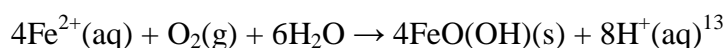
Pärast väljakaevamist võib raual esineda erinevaid korrosiooniprobleeme. Eristada on võimalik keemilist, elektrokeemilist ja bioloogilist korrosiooni. Kõige kahjulikum neist on keemiline korrosioon, mis toimub metalli kokkupuutel kuivade gaaside või vedelikega, mis ei juhi elektrivoolu. Kui äsja väljakaevatud raudobjekt satub uude keskkonda, siis muutub rauda ümbritsenud keskkonna õhuniiskus ning veekontsentratsioon. Kui raud kuivab, kahjustab seda happeline FeCl₂. Lisaks on kahjustava toimega soolade kontsentratsioonid, mille tõttu korrosioonikihid hakkavad pragunema ning võimaldavad hapniku ligipääsu. Kiire kuivamine välja kaevatud metallil võib põhjustada kollaste FeCl₂ kristallide tekke.

¹⁰ L. Selwyn, *Metals and Corrosion. A Handbook for the Conservation Professional*. [Kanada]: Minister of Public Works and Government Services, 2004, lk 89.

¹¹ L. Selwyn, *Overview of archaeological iron: the corrosion problem, key factors affecting treatment, and gaps in current knowledge*. Kanada: Canadian Conservation Institute, 2004.

¹² H. Välja, *Mustmetalli puhastamise lihtsamad võtted*. – *Renovatum* 1988, Tallinn: Ennistuskoda Kanut, lk 20-21.

Kui happeline lahus raud(II)kloriid on hapniku eest kaitsmata, võib Fe(II) ioon teha läbi hüdroolüüsi (vesilõhustumise) ning oksüdeeruda Fe(III) iooniks, mille tagajärjel võivad moodustuda uued ühendid:



See korrosiooniprotsess põhjustab kahjustusi objekti kujus ning keemilist kahju allesolevale rauale; näiteks soolhappe HCl moodustumine. Hävitava toimega on Cl⁻ ioonid, mis moodustavad koos raud(II) ioonidega lahustuva soola.¹⁴

Füüsilisi kahjustusi põhjustavad raudoksiidhüdroksiidi (FeO(OH)) moodustumine, mis tekitab pinna pinget ja pragusid. Välja kaevatud raua korrosiooniprobleemide põhjused on erinevad. Kui objektis on palju niiskust, siis tekivad pinnale happelise vedeliku tilgad (nimetatakse ka raua nutmiseks või higistamiseks). Higistamine viitab kloriidsooladele rauas. Juhul kui pind on liiga kuiv, võib eseme pinnal näha sügavaid pragusid.

Raud(II)kloriid ja raud(III)kloriid on mõlemad niiskust imavad. Samuti on nad võimelised sooli moodustama, soolad tekivad vee hüdratsiooni ja on mõjutatud suhtelisest niiskusest. Kollaste kristallide (FeCl₂·2H₂O) tekkeks piisab kui suhteline niiskus on alla 20%, samas roheliste kristallide (FeCl₂·4H₂O) tekkeks peab suhteline niiskus olema 20–55% vahel. Kui suhteline niiskus on kõrge, siis soolad neelavad vett, lahustuvad ja moodustuvad oranži vedeliku tilgad. Raud oksiidhüdroksiid sadestub tilkade peale ja nende ümber tekivad sfäärilised kestad, mis muudavad rauapinna ebatasaseks. Nimetatud kestade tekkimine on ohtlik kuna sinna võivad jääda alles ka vedelikuproduktid, mis reageerivad edasi ning tekitavad aktiivset korrosiooni. Kloriidid on metalli hävitava toimega, mistõttu on oluline konserveerimise käigus nende eemaldamine rauapinnalt.¹⁵

Sarnane elektrokeemilisele korrosioonile on biokorrosioon. Biokorrosiooni põhjustavad pinnases ning õhus leiduvad aeroobsed ja anaeroobsed mikroorganismid, eelkõige bakterid. Mikroorganismid eraldavad happeid, katoode ning hävitavad kaitsekatteid. Nendest eralduvad sulfaatioonid ning rauaga reageerimisel moodustub raudsulfid, mis on äärmiselt korrosiivne ühend. Organismidest eralduvad happed põhjustavad aktiivset korrosiooni, mille tulemusel moodustub metalli pinnale biokile. Biokile tulemusel kogunevad elektrolüüdid, mis omakorda soodustavad korrosiooni levikut.¹⁶

¹³ Lühendite seletused: (aq) – vesilahus; (g) – gaas; (s) – tahke aine.

¹⁴ L. Selwyn, Overview of archaeological iron.

¹⁵ Samas.

¹⁶ K. Konsa, Konserveerimisbioloogia. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia Restaureermiskool, 2006, lk 135.

2.2 Raua hoiustamine pärast väljakaevamist

Kõik pinnasest puhastatud raudobjektid korrodeeruvad aktiivselt edasi, kuid nende protsessi kiirus sõltub erinevatest teguritest nagu hapnik, niiskustase jm. Kahjustunud raua kuivamisel võivad hakata happed korrosioonikihis metalliga reageerima, mille tulemuseks võib olla pragunenud ja hävimisohus objekt. Isegi nendel objektidel, millel ei esine aktiivseid korrosiooniprodukte ning mida hoitakse madala niiskustaseme juures, esineb pinnases omandatud anioone. Hoolimatul konserveerimisel võivad mikropragudes säilinud kloriidioonid rauaga uuesti reageerima hakata, mille tulemusel võivad korrosiooniprotsessid taas aktiveeruda.¹⁷

Seega algab eseme stabiliseerimine koos taastamisega. Õige hoiustamine saab alguse väljakaevamistel. Leidude hoiustamiseks on erinevaid meetodeid.

Erineva säilivusastega arheoloogilist rauda pakendatakse pärast väljakaevamisi erinevalt. Kui suhteline niiskus on alla 15%, siis raud pakitakse tavaliselt ilma liigse pinnaseta. Kui metalli pinda katavad orgaanilised materjalid, siis ei tohiks leidu liigselt kuivatada. Orgaaniliste materjalide olemasolul peaks leiu asetama polüeteenist karpi. Veerohkest leiukohast pärit objekti tuleks säilitada niiskes või märjas keskkonnas, kuna korrodeerumine toimub õhu kokkupuutel edasi. Hoiustamine peaks algama vihmaveega, deioniseeritud vee või destilleeritud veega. Kraanivesi sisaldab kloriidioone, mis suurendavad korrosiooni, seetõttu ei tohiks seda kasutada. Heas või rahuldavas seisukorras metalli puhul pole ohtu, et tekib osmootne kokkukukkumine (molekulide hajumine), siis võib objekti asetada otse leeliselisse vette.¹⁸

Juhul kui pole teada, kas tegemist on rauaga või mitte, kuid pind on raua korrosioonile omapäraselt pruun või oranž, tuleks seda siiski hoiustada nii nagu oleks tegemist raudobjektiga. Kõige tavalisem hoiustamise viis on, et leid asetatakse kohe peale kaevamist väikestesse minigrippidesse, mis on õhukindlalt suletavad.

Erialakirjanduses võib leida meetodeid, kus konserveerimine algab juba esmasel hoiustamisel, mille käigus korrosioon pehmeneb ning on kergemini eemaldatav. Järgnevat hoiustamise/konserveerimise meetodit võib nimetada galvaaniliseks mähiseks. Leiud mässitakse alumiiniumfooliumisse ja asetatakse vesilahusesse, kuhu on lisatud erinevaid

¹⁷ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation: a guide to non-toxic, minimal intervention artifact stabilization*. London: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2004, lk 69–96.

¹⁸ Samas.

elektrolüütilisi ühendeid nagu naatriumkarbonaat või naatriumbikarbonaat, mis neutraliseerivad objekti pinnal olevaid happeid. Nimetatud neutraliseerivad ühendid on odavad, kergesti kättesaadavad, turvalised ja samuti on neid võimalik kasutada elektrolüüdilahusena (elektrolüüsist pikemalt kirjas alapeatükis 3.5). Esemed asetatakse 5–10%-lisse naatriumkarbonaadi ja destilleeritud vee lahusesse, mille pH on umbes 13. See lahus aitab leide stabiliseerida. Foolium peaks olema tihedalt mässitud ümber objekti, kuid nii, et lahus pääseks fooliumi vahele.

Foolium aitab alustada objekti redutseerimist. Kuna alumiiniumil on madalam korrosioonipotentsiaal kui raual, siis see loovutab elektrone rauale ja vähendab selle oksüdatsiooniastet. Meetod võimaldab eemaldada liigset pinnast ja neutraliseerida võimalikult palju happeid, kuna foolium alustab kohestioonivahetust objektiga.

Rauast objekti selline hoiustamine on ajutine lahendus stabiliseerimisprobleemile. Raud ise on poorne ja omandab suurtes kogustes anioone, mis tuleb protsessi käigus eemaldada, et tagada objekti edaspidine stabiilsus.¹⁹

¹⁹ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

3. ARHEOLOOGILISE RAUA KONSERVEERIMISE PROTSESS

Arheoloogilise raua konserveerimise eesmärgiks on raua säilitamine. Arheoloogilise raua puhul on kõige olulisem informatsioon, mida ese sisaldab: millise esemega on tegemist? Kui palju on leius säilinud metalli, kui suur on selle kahjustusaste, mis ajastu esemega on tegemist. Kõige selle teada saamiseks on vaja läbi viia erinevaid füüsikalisi ja keemilisi protsesse.

Konserveerimisel tuleb igat objekti vaadelda sõltumatuna teistest ning erinevate objektide puhul kasutatakse erinevaid meetodeid. Sageli on konserveerimisel otstarbekas kasutada kombineeritud meetodeid: elektrokeemiline-, keemiline-, mehaaniline töötlemine jt. Näiteks võib hästi säilinud esemeid puhastada korrosiooniproduktidest galvaaniliselt ning lühiajaliselt keeta inhibiitoreid sisaldavas destilleeritud vees, millega eraldatakse ning stabiliseeritakse korrosioonitekitajad.²⁰ Täielikult või osaliselt mineraliseerunud raua puhul võib valede konserveerimise võtete kasutamine objekti jäädavalt kahjustada. Järgnevalt uurime, millised on võimalikud konserveerimismeetodid.

3.2 Testid metalli olemasolu väljaselgitamiseks

Raua olemasolu väljaselgitamine objektis on oluline kriteerium sobiva konserveerimis-meetodi leidmisel. Raudesemed on sageli erineva säilivusastmega, ka siis kui nad on pärit samast leiukeskkonnast.

Raua olemasolust leius on võimalik aru saada kaalu järgi. Selle meetodiga pole võimalik teada saada täpset metallisisaldust, kuid see annab ettekujutuse, kas metalli on üldse säilinud. Sellise meetodi puhul tuleb arvestada raudobjekti suurusega. Kui peopesa suurune leid on kergem kui see eeldatavalt võiks olla, on suure tõenäosusega leius metalli vähe ning tegemist on suures osas roostemullaga.

Rauasisaldust objektis saab analüüsida magnetiga, kuna raua puhul on tegemist magnetilise metalliga. Katsudes leiupinda magnetiga on võimalik aru saada, kas tõmme on olemas või mitte. Tugeva magnetitõmbe puhul on leius rauda palju säilinud, korrodeerunud on vaid

²⁰ K. Heinoja; A. Lavi; J. Peets, Viikingiaegne raudkatel Raatvere sepamatusest ja selle konserveerimine. Muinasaja teadus 5. Loodus, inimene tehnoloogia: interdistsiplinaarseid uurimusi arheoloogias. Tallinn: Ajaloo Instituut, 1998, lk 328–329.

pealne pind. Sellise leiu puhul on võimalik rakendada tugevamat mehaanilist puhastust (täpsemalt peatükk 3.4) jm. Nõrga magnetitõmbe puhul on leius metalli vähe, suurem osa rauast on mineraliseerunud. Selline raudobjekt on kergesti lagunev ning selle säilitamiseks on vajalik kasutada teistsuguseid konserveerimismeetodeid kui hästi säilinud leiu puhul.

Metallisisaldust on võimalik kontrollida ka elektrilise multimeetriga. Multimeetri tööpõhimõte seisneb vaadeldava objekti elektrivoolu takistuse mõõtmisel. Metallide voolujuhtivus on hea, seega on võimalik multimeetriga välja uurida, kui palju on leius säilinud metalli. Kui takistus on väike, on objektis piisavalt palju metalli konserveerimiseks. Kui aga objekti takistus on suur, on leius säilinud vähe metalli.

Kõige parema tulemuse saab röntgeniga. Röntgen annab ülevaate objekti tihedusest ning säilivusastmest. Röntgenpilt on heledam kohtadest kus objekt on tihe ning tumedam nendest kohtadest, kus objekti materjal on hõredam.²¹



2. Röntgenfoto võtmest, 09.03.2012
(Foto: Tarvi Toome).



3. Võti enne konserveerimist, 24.01.2012.

3.3 Kloriidi testimine

Kloriiditesti abil on võimalik määrata kloriidisisaldust raudobjektis. Erialakirjandusest on võimalik leida erinevaid meetodeid testi läbiviimiseks. Lihtne, ohutu ja mittedaastav testimisviis on indikaatoriga test. Testi protsess on järgmine: destilleeritud veest, kus objekt on seisnud võetakse väike kogus vedelikku ning valatakse teise väiksemasse anumasse. Vedelikule lisatakse indikaator, mis soolade olemasolul värvust muudab. Hiljem võrreldakse indikaatoriga tekkinud vedeliku värvust kloriidioonide tabeliga, kus on esitatud erinevad värvid vastavalt kloriidide kontsentratsioonile.²²

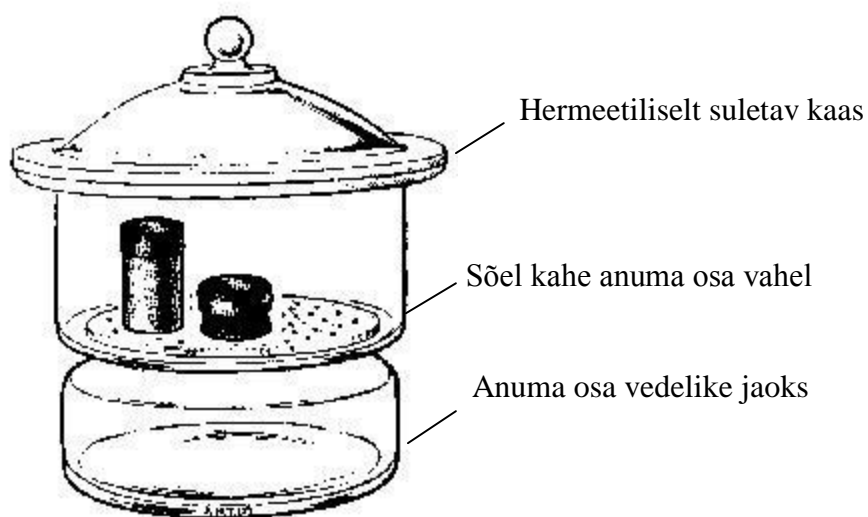
Teiseks kloriidide määramise meetodiks on eksikaatoriga testimine. Eksikaator on

²¹ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

²² Samas.

paksuseinaline hermeetiliselt suletav klaasnõu, mida kasutatakse tavaliselt ainete aeglaseks kuivatamiseks või säilitamiseks.²³

Anuma alumisse ossa valatakse destilleeritud vesi, täituvus peaks olema kaks kolmandikku. Sõelale asetatakse paber, näiteks majapidamispaber, millele omakorda asetatakse objektid. Objektid peaksid eksikaatoris seisma 3-5 päeva, mille jooksul tekivad kloriidide olemasolul eseme pinnale tilgad. Tilkade hulk näitab kloriidide kontsentratsiooni objekti pinnal.²⁴



4. Eksikaator.



5. Kloriididega saastunud esemepind, 20.01.2012.



6. Kloriidipiisk rauapinnal, 01.02.2012 .

²³ <http://mt.legaltext.ee/esterm/concept.asp?conceptID=25037&term=eksikaator>

²⁴ Aive Viljuse selgitus kloriiditesti tegemiseks.

Kolmandana on võimalik kloriiditesti sooritada hõbenitraadiga. Meetodi miinuseks on asjaolu, et test ei näita täpset kloriidisisaldust, vaid annab aimu, et rauas leidub soolasid. Testi läbi viimiseks on vaja destilleeritud vett, katseklaasi, lahjendatud lämmastikhappega 5% hõbenitraadi lahust. Raudese asetatakse päevaks destilleeritud vette. Järgmisel päeval võetakse veest proov, mille suuruseks on umbes 10 milliliitrit. Vee proovi tilgutatakse kaks–kolm tilka lämmastikhappe ja hõbenitraadi segu. Kerge loksutamise järel vastu valgust vaadates on näha, kas proov sisaldab kloriide või mitte. Kui vesi on hägune, on rauas soolad, kui mitte, siis jääb veeproov selgeks. Kuna vesi muutub häguseks vaid hetkeks, ei ole võimalik kindlaks teha, kui palju kloriide rauas täpselt on.²⁵



7. Kloriiditest hõbenitraadilahusega, 09.03.2012.

3.4 Korrosiooniproductide mehaaniline puhastamine

Korrosioon takistab erinevate soolade ning kloori eemaldumist rauapinna sügavustest, seetõttu on vajalik korrosiooni eemaldamine raudeseme pinnalt.

Meetod korrosiooni eemaldamiseks sõltub sellest, kui palju on leius säilinud metalli. Tihke ja raske objekti puhul piisab lahtiste korrosiooniproductide eemaldamiseks paarist haamrilöögist. Mineraliseerunud raua puhul võib haamrilöök viia leiu täieliku purunemise, mille tõttu pole haamri kasutamine sobiv.

Suuremates laborites kasutatakse raudesemetelt korrosiooni eemaldamiseks näiteks tööriistu, mis töötavad surveõhu abil²⁶, tavaliselt kõrgsurvepesurit²⁷ või liivapritsi.²⁸

²⁵ Hõbenitraaditest, <http://www.nps.gov/museum/publications/conservoogram/06-03.pdf> (vaadatud 07. III 2012)

²⁶ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

²⁷ M. Samma; H. Välja, *Pärnu Nikolai kiriku tornikukest ja selle konserveerimisest*. – *Renovatum* 2006, Tallinn: Ennistuskoda Kanut, lk 48.

²⁸ M. Lõhmus; E. Oras; M. Veldi, *Kaks rauast nooleotsa Jägala Jõesuu linnamäelt. Ilusad asjad*.

Sügavamate uurete puhastamiseks korrosioonist kasutatakse erinevaid tööriistu, näiteks skalpelle, meisleid²⁹, traatharju³⁰ jt.

Probleeme võib tekitada korrosiooni liigne kuivamine ajutise hoiustamise ajal, mistõttu võivad eseme pinnale tekkida praod. Esemete pinna puhastamine võib olla problemaatiline, kuna korrosioon ei pruugi täielikult lõhenenud pinnalt eemalduda.

Kui rooste on pinnalt eemaldatud, tuleb rauast objekti puhastamisel tolmust kasutada erinevaid pintsleid ja harju³¹, võimalik on ka tolmuimeja kasutamine.³² Pärast põhjalikku puhastamist on objekt valmis edasiseks konserveerimiseks.³³

3.5 Esemete puhastamine erinevate lahustega

Erinevate kloriidisisaldusega raua jaoks kasutatakse erinevaid keemilise puhastuse meetodeid. Kui tegemist on mineraliseerunud esemega, millele pole võimalik teha elektrolüüsi või muud intensiivset puhastusmeetodit, siis on parimaks lahenduseks nii nimetatud galvaaniline mähis. Eelnevalt on sellest juba juttu tehtud alapeatükis 2.1. Pärast ajutise hoiustamise võib nimetatud protsessi kasutada ka väga lagunevate või korrodeerunud esemetel.

Galvaaniliseks (keemiline energia muundub elektrienergiaks) teeb mähise kasutatav lahus. Destilleeritud veele lisatakse soodat, mis on kergesti kättesaadav aine ning pole tervisele ohtlik. Lahuse protsendilisus peaks jääma vahemikku 5–10%, sellise protsendilisuse juures on toime kõige efektiivsem. Eseme ümber mässitakse foolium ning asetatakse leid lahusesse.

Raudeset hoitakse nimetatud lahuses 2–3 nädalat. Vee vahetamine ei ole kohustuslik, kuid kloriidide äravooluks esemest on mõistlik seda teha. Leotamise perioodi ajal on vaja rauda puhastada, et eemaldada lahtine rooste ning tagada läbipääs kloriidideni. Puhastamiseks on hea kasutada kas nailon- või traatharju või mõnda muud tugevate harjastega eset.³⁴ Puhastamine toimub jooksva vee all.

Mähis aitab korrodeerunud pinnase rohketal esemetel ümber olevat pinnast pehmenendada,

Tähelepanuväärseid leide Eesti arheoloogiakogudest. Tallinn: Raamatutrükikoda, 2010, lk 39–40.

²⁹ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

³⁰ H. Välja, *Mustmetalli puhastamise lihtsamad võtted*, lk 20–21.

³¹ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

³² H. Välja, *Mustmetalli puhastamise lihtsamad võtted*, lk 20–21.

³³ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

³⁴ K. Heinoja; A. Lavi; J. Peets, *Viikingiaegne raudkatel Raatvere sepamatusest*, lk 329–330.

mille tõttu on skalpelli või meisliga selle eemaldamine kergem.³⁵ Kui aga tegemist on väga laguneva esemega, ei ole vajalik sooda lisamine, sest see võib eset vaid rohkem lagundada.

Galvaanilise mähise meetod ei pruugi olla alati efektiivne. Eseme mikropragudesse võivad jääda siiski kloriidid, mis võivad hiljem hakata uusi korrosiooniprodukte tootma.³⁶

Väikesemate esemete roostest puhastamiseks võib kasutada fosforhappelahust. Fosforhappelahus valmistatakse destilleeritud veest ja fosforhappest. Lahuse protsendilisus ei tohiks ületada 10%, kuna sellisel juhul võib see hakata eset liialt lagundama ning võib seda kahjustada. Et rooste paremini lahustuks, võib fosforhappele lisada sipelghapet, sidrunihapet või oblikhapet. Korraga võib lisada mitut orgaanilist hapet. Puhta raudpinna happes lahustumise vältimiseks on soovitatav lahusele lisada veidi urotropiini, naatriumfosfaati või naatriumnitritit. Protsessi peab pidevalt jälgima tabamaks momenti, mil eseme pind saavutab küllaldase puhtuse. Üksikutes kohtades ei pruugi rooste niisama ruttu eemalduda kui metalli ülejäänud pinnalt, selliseid kohti on soovitatav ettevaatlikult puhastada terasharja või kaabitsaga. Eset keedetakse hiljem destilleeritud vees, et eemaldada rauapinnal happe- ja kloriidijäägid.³⁷

3.5 Elektrolüütiline puhastamine

Elektrolüüs rauas ei ole midagi muud kui hõlbustatud loputamine.³⁸ Objekti pind muutub tumedaks stabiilseks magnetiidiks, samal ajal kui kahjustavad anioonid objektist välja pestakse.³⁹

Elektrolüüs on redoksreaktsioon, mis toimub elektrienergia arvel. Elektrienergia abil saab sundida toimuma paljusid redoksreaktsioone, mis iseenesest ei toimu või kulgeks vastassuunas. Elektrolüüsi nimetus tuleneb sellest, et algul kasutati elektrivoolu ainete lagundamiseks (*lysis* – kr k lagundamine)⁴⁰, seetõttu on ta ka efektiivne korrosiooni lagundamiseks ja kloriididest vabanemiseks.

Elektrolüüsiseade koosneb elektrolüüdi lahusega täidetud anumast ja sellesse paigutatud elektroodidest. Elektroodide ühendamisel alalisvooluallika klemmidega omandab üks

³⁵ Samas.

³⁶ Samas.

³⁷ H. Välja, Mustmetalli puhastamise lihtsamad võtted, lk 20–21.

³⁸ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

³⁹ Samas.

⁴⁰ L. Tamm, *Üldine ja anorgaaniline keemia, õpik gümnaasiumile II osa*. Tallinn: Avita, 2008, lk 56–60.

elektrood negatiivse, teine positiivse laengu.⁴¹

Elektrolüüsireaktsioon kulgeb kahe osareaktsioonina, mis toimuvad eraldi elektroodidel: negatiivse laenguga elektroodil redutseerimisreaktsioon, positiivse laenguga elektroodil oksüdeerimisreaktsioon. Elektrolüüsi käigus läbib seadet elektrivool.

Madalvoolulise elektrolüütilise redutseerimise (elektrolüüsi) eesmärgiks on välimise karboniseerinud kihi pudenemine õhukeste kihtidena. Raua elektrolüütilise puhastuse käigus pind redutseerub ning korrosioon hakkab lagunema. (Kuigi elektrolüüs ei suuda varustada nii suure energiaga, et oleks võimalik korrosiooni tagasi raudelemendiks muundada, suudab see muuta metalli magnetilisemaks ja palju stabiilsemal kujul mineraliseerunud rauaks). Esemel redutseerumine lubab korrosioonikihtidel elektrolüütilise loputuse käigus avaneda.

Elektrolüüsi käigus eemaldub objekti metallipinnalt vesinik gaasina. Kui elektrivool on limiteeritud, siis gaasi tekkimine on minimaalne ja selle käigus vesinik lagundab või hävitab korrodeerunud väliskihi.

Elektrolüütilise puhastuse protsess on järgmine. Puhastatud objektid asetatakse spetsiaalsesse anumasse. Valmistatakse elektrolüütiline lahus, mis valatakse objekti peale, nii et see oleks kaetud. Lahuses peab iga 100 milliliitri kohta olema 0,25-0,5 grammi soodat. Lahuse protsendilisuus kontrollib voolutugevust või elektrivoolu hulka, mis läbib süsteemi, seega mida rohkem lisada soodat, seda rohkem läbib elektrivool vabu ioone.

Kui elektrolüüt on valmis seatud ja asetatud anumasse, pannakse objekti lähedusse kaks teras anoodi. Anood ei tohiks objekti puutuda, sest siis ei anna elektrolüüs soovitud tulemust. Anood ühendatakse plussklemmi külge alligaatorühendusega. Objekt ise ühendatakse negatiivklemmi külge. Ühendus peab olema kinnitatud objekti halja metalli külge, teine võimalus on paigutada traat ümber objekti, nii et see puutuks võimalikult palju kokku objekti pinnaga.

Raud saab elektrolüüsi madalate amprite korral 6 volti ja kõrge puhul 12 volti. Lühikese aja jooksul eraldub objektist vesinik, muutes vee häguseks.

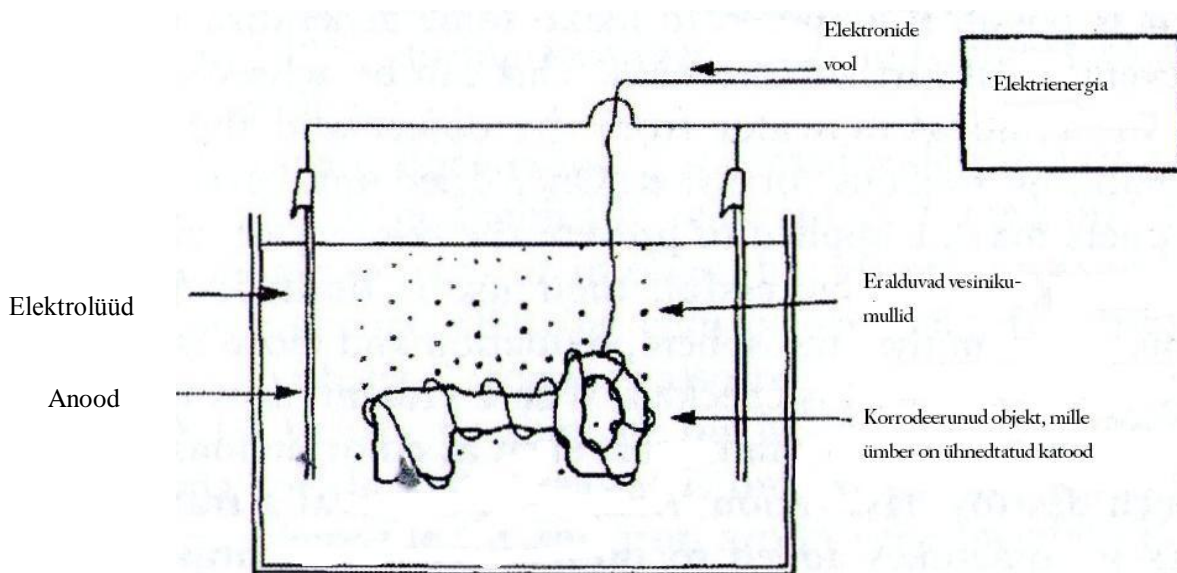
Elektrolüüsi tulemusel kloriidid ja teised anioonid, mis on leiukeskkonnast metalli külge jäänud, imuvad pooridest, mikromõradest ja sisemusest välja elektrolüütilisse lahusesse, kuna nad ei ole enam korrosiooni poolt blokeeritud.⁴²

Et protsess oleks efektiivsem, tuleks eset vahepeal traat- või nailonharjaga puhastada, et eemalduks veel alles olev korrosioon. Elektrolüüsi lõpuks on kloriidioonid oksüdeerunud

⁴¹ Samas.

⁴² A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

klooriks,⁴³ tulemusel on raudobjekt stabiliseeritud ning valmis kemikaalidest puhastamiseks.⁴⁴



8. Elektrolüüsi joonis.

3.6 Neutraliseerimine

Elektrolüüsi läbinud leidu tuleb pärast galvaanilist mähist või elektrolüüsi puhastada. Puhastamine toimub tavaliselt spetsiaalse pastaga, mis hõõrutakse raua pinnale nailonharjaga. Kasutatav pasta on valmistatud naatriumkarbonaadist ja destilleeritud või deioniseeritud veest. Pärast pasta peale kandmist tuleks lasta esemel liguneda destilleeritud vees ning see järel loputada, pestes samal ajal pehme harjaga. Leotamine destilleeritud vees tagab suurema osa elektrolüüdi ja bikarbonaadi eemaldumise eseme pragudest ja pinnalt.⁴⁵

Leotamise alternatiivina on võimalik leidu keeta 2% naatriumkarbonaat- või bikarbonaatlahuses, mis aitab objekti sügavalt puhastada. Viimast saab teostada vaid heas seisukorras olevale raudesemele, kuna osaliselt mineraliseerunud objekt võib keetmisel laguneda. Pärast seda tuleks objekti loputada ja leotada destilleeritud vees. Selleks ajaks on objekt puhastatud kloriididest ning söövitavatest ainetest.

⁴³ L. Tamm, Üldine ja anorgaaniline keemia.

⁴⁴ A. Bradley, The Archaeologist's Manual for Conservation, lk 69–96.

⁴⁵ Samas.

3.7 Destilleeritud vees keetmine

Heaks alternatiiviks elektrolüüsile on leidude keetmine destilleeritud vees. Tegemist on küll palju ressursse vajav (nii ajaliselt kui ka materjalide kulu poolest) puhastusmeetod. Protsessi eesmärgiks on leidude keetmine destilleeritud vees kuni eseme mikropragudest on eemaldunud kõik võimalikud kloriidid ning pind on muutunud korrosioonivabaks.

Aeg, mis kulub leidude keetmisele, sõltub objekti suurusest ning leiukeskkonnast. Praktika on näidanud, et üldjuhul tuleb esemeid keeta 2–3 nädalat ning keemist tuleb pidevalt jälgida, vajadusel vett lisada. Kuumutamise veetemperatuur ei tohiks ületada 90°C, sest siis tekib oht raudeseme lagunemiseks keemisel. Raudobjekti tuleb iga päev või paari päeva tagant traatharjaga puhastada, et eemaldada pinnale tekkinud rooste. Sellist meetodit on võimalik kasutada vaid hästi säilinud raudesemete puhul, nõrgemad esemed võivad keemisel puruneda. Viimaste puhul on võimalik rakendada destilleeritud kuumas vees leotamist, kuid mitte keetmist, mis tähendab, et veetemperatuur ei tohiks ületada 70–80°C.⁴⁶

Leidude vees keetmise meetodit on kasutatud ka Eestis juba 1925. aastal, kui Kuressaare linnusest leitud raudesemeid konserveeriti. Meetod oli efektiivne, kuna leiud on tänaseni heas seisukorras.⁴⁷

3.8 Kuivatamine

Raua kuivatamisel kasutatakse kahte põhilist meetodit. Üheks kuivatamise meetodiks on ahjus kuivatamine, mida kasutatakse üldiselt hästi säilinud sepiste jaoks. Teiseks kuivatamise meetodiks on lahustiga kuivatamine, mida kasutatakse üldjuhul halvemini säilinud raua ning muude metallide konserveerimisel.⁴⁸

Pragunenud või õrnade leidude puhul ei sobi kuumutamine. Kui asetada ahju kuivama suurte pragudega raudese, mille pragudes on vesi, siis võib vesi keema hakata ning ese pingete tõttu katki minna.

Ahjus kuivatamiseks peab ahju temperatuur olema keskmiselt 175 kraadi ning leid peab seal kuivama 24–48 tundi. Eseme kuivamine sõltub tema pinnatekstuurist. Tavaliselt mida tugevam on pind, seda kauem võtab kuivamine aega. Tihti tekivad enne raua täielikku

⁴⁶ K. Heinoja; A. Lavi; J. Peets, Viikingiaegne raudkatel Raatvere sepamatusest, lk 329–330.

⁴⁷ Samas.

⁴⁸ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

kuivamist pinnale oranžid oksiidilaigud, kuid need pole ohtlikud. Juhul kui need häirivad eseme välisilmet, saab laiike kergesti eemaldada alkoholiga niisutatud lapiga.⁴⁹

Lahustiga on võimalik kuivatada kõiki raudesemeid – plekkesemeid, sepiseid jm. Lahustiga kuivatamine seisneb erinevates lahustite vannides, milleks kasutatakse kas atsetooni või denatureeritud piiritust. Kuna selliste lahustite puhul on tegemist kergesti süttivate ainetega, tuleks olla nende käsitlemisel ettevaatlik. Samuti on need äärmiselt kiiresti aurustuvad ained ning tuleks vältida nende sissehingamist ning pikaajalist kokkupuudet nahaga.

Leid peaks lahustis seisma umbes tund, selleks ajaks on suurem osa vett eseme mikropragudest eemaldunud. Ese tuleks võtta ettevaatlikult lahustivannist. Raudeseme kuivatamiseks ei piisa vaid ühekordsest vannist, protseduuri tuleks vähemalt üks kord korrata.⁵⁰

3.9 Stabiliseerimine

Raua stabiliseerimiseks pärast konserveerivaid puhastusi kasutatakse parkhapet ehk tanniini. Leiu hea säilimise või kloriidide puudumise korral ei ole happe kandmine pinnale kohustuslik.

Tanniini kantakse metallipinnale kahel põhjusel: tegemist inhibiitoriga, mis loob kompleksseid orgaanilisi ühendeid, mis aitavad pinda stabiliseerida. Teine põhjus tanniini kasutamiseks on „ajaloolise“ välimuse taastamine, tanniin annab sepisele omase värvuse ning pinnastruktuuri.⁵¹

Tanniinilahus saadakse nelja komponendi tulemusel: destilleeritud vesi, etanool, tanniin ja fosforhape. Tanniinilahus kantakse esemepinnale ühtlase kihina, mille peale kandmiseks kasutatakse lühikese harjasega jäika pintslit. Lahus tuleb pinda sisse hõõruda, et kogu esemepind oleks ühtlaselt kaetud, seal hulgas uurred, lohud ja praod ning see tuleb peale kanda võimalikult õhukese kihina. Pärast tanniini kuivamist võib metalli pinda katta lillakas jahusarnane moodustis, sellest vabanemiseks tuleb esemepinda harjata.⁵²

Tanniiniga töötlemisel omandavad raudesemed musta läikiva pinnakatte.

⁴⁹ Samas.

⁵⁰ Samas.

⁵¹ A. Bradley, *The Archaeologist's Manual for Conservation*, lk 69–96.

⁵² H. Välja, *Mustmetalli puhastamise lihtsamad võtted*, lk 20–21.

4. PADISE KLOOSTRI ARHEOLOOGILISTE LEIDUDE KONSERVEERIMINE

4.1 Padise kloostri leidude hoiustamine pärast väljakaevamisi

Pärast väljakaevamist kattis esemeid pinnas ja erinevad korrosiooniproduktid. Kõikide esemete puhul eemaldati koheselt liigne pinnas, mis oli esemete ümber jäänud leiukeskkonnast. Pinnas oli erinev, leidus nii kuiva mördist kui ka niisket söest pinnast, mis eemaldati esmase pakendamise käigus. Esemed asetati *minigrip*-kottidesse. Leiud, mis kaevati välja suhteliselt kuivast pinnasest asetati kotti õhukindlalt. Niiskemast pinnasest pärinenud leiud asetati kotti koos pinnasega ja suleti samuti õhukindlalt.

Pärast pinnase ja korrosiooniproduktide eemaldamist ning metalli olemasolu testimist, jagati raudesemed kolme gruppi: heas seisukorras esemed, rahuldavas olukorras ja mineraliseerunud esemed. Esemed jagati gruppidesse, kuna kõigi esemetele rakendatavad konserveerimismeetodid on erinevad.

4.2 Metalli olemasolu välja selgitamine leius

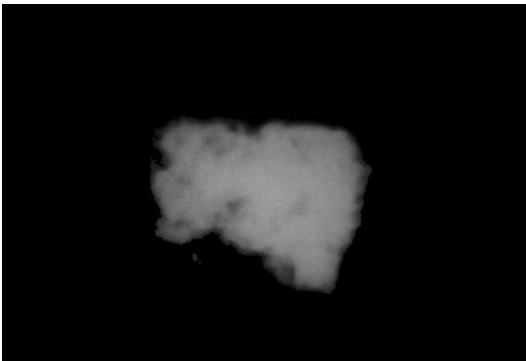
Esmalt testiti objektide seisukorda magnetiga. Magnetiga abil saadakse teada, kui suures ulatuses on säilinud leiu metallisüdamik. Kui magneti tõmme on tugev, on leius veel küllaldaselt metalli. Juhul kui tõmme puudub, siis on raud mineraliseerunud (metall puudub).

Heas seisukorras esemete grupi pinnal oli suhteliselt õhuke kiht korrosiooni. Rahuldavas olukorras oleva grupi metall oli rohkem korrodeerunud, kuid polnud nii habras, et mureneks. Mineraliseerunud esemete grupil metallisüdamik puudus. Mehaanilisel töötlemisel eemaldus eseme pinnalt korrosiooniproduktid ja osaliselt mineraliseerunud metalli, sageli lagunes objekt töötlemise käigus mitmeks osaks.

Teiseks testimisviisiks, eelkõige mineraliseerunud leidude metalli olemasolu välja selgitamiseks, kasutati röntgenit. Röntgenpildid tehti kolmest osaliselt mineraliseerunud esemest, millest kõige olulisemaks oli leid HMK: 370 (vaata illustratsioon 2). Kvaliteetse kujutise saamiseks kasutati erinevaid parameetreid: esimese foto tegemiseks kasutati 70 KVp (maksimaalne pinge) võimsust 10 mAs (milliamper sekundi) kohta, teise pildi jaoks 70 KVp 16 mAs kohta ja kolmandaks 80 KVp 10 mAs kohta. Parima tulemuse andis kolmandana

tehtud pilt, milles on selgelt näha metalli olemasolu leius. Heledamad kohad näitavad, kus metalli on veel säilinud, läbipaistvamad kohad näitavad, kus metall on väga korrodeerunud ning sellega seoses ka sisuliselt hävinud. Foto näitas, et võtmekeermed on peaaegu täielikult hävinud ning puhastamise käigus need ei säiliks. Samuti on näha, et võtme käepidemel on vaid mõnes kohas metallisüdamik säilinud, kuid suuremas jaos on käepide mineraliseerunud. Kõige terviklikumalt on säilinud võtme vars. Selle röntgenfoto järgi võib öelda, et võti on suuremas osas mineraliseerunud ning mehaanilist (haamritega) korrosiooni eemaldamist sellele rakendada ei saa, kuna sellisel juhul ese laguneks. Samuti ei ole võimalik sellist eset puhastada destilleeritud vees keetmise näol, kuna selline meetod on intensiivne ning võib menetluse käigus eseme lagundada. Ainukeseks võimalikuks konserveerimismeetodiks sobis destilleeritud vees leotamine ning skalpelliga pehmenenud korrosiooni eemaldamine.

Röntgen sooritati veel kahele leiule, mis esmapilgul tundusid olevat mineraliseerunud. Mõlemale esemele sooritati kaks erinevate parameetritega jäädvustust. Esimesele 70 KVp 10 mAs kohta ja 85 KVp 10 mAs kohta. Teisele, pildil toodud esemele, 85 KVp 10 mAs kohta ja 85 KVp 16 mAs kohta. Röntgenfotol on viimaste parameetritega pilt. Röntgenfotolt on näha, et metallisüdamik on suure osas säilinud, leidub vaid üksikuid sügavama korrosiooniga alasid.



9. Röntgenfoto esemest HMK: 603 , 09.03.2012
(Foto: Tarvi Toome).



10. Ese enne konserveerimist, 24.01.2012.

4.3 Kloriiditestid eksikaatori ja hõbenitraadilahusega

Järgmiseks konserveerimisetapiks oli metallis olevate kloriidide testimine. Teste sooritati kahe meetodiga: eksikaatoriga ja hõbenitraadilahusega.

Kloriiditest eksikaatoris näitas ära täpse koguse kloriide metallis. Kloriidide olemasolu väljendus oranžide tilkade, laikude (vaata illustratsioon 5 ja 6) või tumeda samblataolise moodustise tekkimises metalli pinnale. All oleval fotol on näha, et kahurikuuli pinnale on moodustunud oranžid laigud, samuti on võimalik näha oranže tilkasid kontsapekil, mõlemal juhul sisaldasid leiud kloriide.



11. Padise kloostri leiud eksikaatoris, 20.01.2012.

Teiseks kloriiditesti tegemise meetodiks on hõbenitraadilahus. Ese asetati anumasse, mis täideti destilleeritud veega kuni leid oli täielikult kaetud. Usaldusväärse testi saamiseks peab ese olema destilleeritud vees vähemalt üks ööpäev. Järgmisel päeval täideti väike läbipaistev anum veeprooviga. Proovi tilgutati kaks tilka juba varem valmis segatud hõbenitraadilahust. Kui esemes oli väiksem kogus kloriide muutus vesi veidi hägusemaks, kui kloriide oli rohkem, oli vesi piimjas (vaata illustratsioon 7).

4.4 Padise kloostri raudobjektide mehaaniline puhastamine

Mehaaniline puhastamine viidi läbi erinevate tööriistadega, mille hulka kuulusid haamrid, erineva suurusega meislid, skalpell, traat- ja nailonharjad, erinevate otsikutega



12. Kahurikuul enne mehaanilist puhastust.

trell jms.

Haamrit oli võimalik kasutada esemete puhul, mis olid hästi säilinud, st leius oli säilinud palju metalli. Selliste leidude puhul võis täheldada pigem metallisüdamikku ümber korrodeerunud pinnast ning rauaoksiide. Esmalt piisas korrodeerunud pinnase eemaldamisest haamriga koputamisest, hiljem suuremate uurete puhul

tuli kasutada erinevaid meisleid, mis võimaldas eemaldada korrosioonproduktid põhjalikumalt. Pragude ning lahtiste pinnakihtide puhastamiseks sobis skalpell, mis võimaldas pragudesse lähemale pääseda. Pinna lahtise oksiidi puhastamiseks kasutati erinevaid harju. Paakunud korrosiooni puhastamiseks olid vajalikeks vahenditeks trelli erinevad otsikud (põhiliselt kivi- ja traatharjaga otsikud).

Rohke korrosiooniga (juhul kui korrosiooni polnud võimalik haamri ja meisliga eemaldada) või mineraliseerunud raua puhastamiseks asetati leiud paariks päevaks destilleeritud vette või destilleeritud vee lahusesse, kuhu oli lisatud naatriumkarbonaati. Veet leotamine aitas pehmendada korrosiooni ning seda oli kergem meislite või skalpelli abiga eemaldada.

Pärast korrosiooni mehaanilist puhastust erinevate tööriistadega on ese valmis edasiseks konserveerimiseks.



13. Kahurikuul pärast mehaanilist puhastust.

4.5 Galvaaniline mähis ja fosforhappelahus

Esemete puhastamine erinevate lahustega seisnes põhiliselt galvaanilise mähise tegemisest kahjustunud raudesemetele. Galvaaniline mähis koosneb kolmest elemendist: destilleeritud veest, naatriumkarbonaadist ja alumiiniumfooliumist (täpsemalt on galvaanilisest mähisest kirjutatud peatükis 2.2)

Galvaanilist mähist tehti erinevatele esemetele, põhiliselt naeltele. Mähise eesmärgiks oli kontrollida, kas selline meetod toimib tugevasti korrodeerunud raua puhul ning aitab lagundada leiupinnal olevat korrosiooni.

Leid mässiti alumiiniumfooliumisse ning asetati ~10% naatriumkarbonaadi ja destilleeritud vee lahusesse. Objekt seisis nimetatud lahuses 2–3 nädalat, olenevalt leiu korrosioonipaksusest. Objekt võeti iga 3 päeva tagant lahusest ja fooliumist välja ning pesti traatharjaga voolava vee all. Enne leiu taasmässimist fooliumisse ja asetamist lahusesse, kuivatati ese majapidamispaberiga, et eemaldada esemepinnalt liigne kraanivesi. Lahust värskendati iga nädal.



14. Objekt HMK: 414 töötlemise käigus, 16.03.2012.

Teiseks lahuseks, mida kasutati oli fosforhappelahus. Fosforhappelahust kasutati ühe leiu puhul, et testida selle lahuse efektiivsust. Valmistati 8% lahust fosforhapest ja destilleeritud veest. Ese asetati lahusesse kolmeks päevaks. Kolme päeva möödudes oli lahuse pinnale tekkinud musta õlikihi taoline kile. Esemel eemaldamisel lahusest võis näha, et selle

pinda kattis millimeetripaksune lahtine korrosioonikiht. Pärast lahusest eemaldamist pesti leid voolava vee all traatharjaga, objekt neutraliseeriti naatriumvesinikkarbonaadi 10% lahuses ning asetati seejärel destilleeritud vette ligunema ja keema. Keemise käigus eemaldati rauapinnalt fosforhappe ja kloriidi jäägid.

4.6 Leidude leotamine ja keetmine destilleeritud vees



15. Kahurikuul pärast 3 päevast keetmist, 18.04.2012

Riidest kott asetati potti, mis täideti destilleeritud veega, nii et leiud oleks korralikult kaetud. Leide kuumutati 90°C juures. Üldjuhul keesid leiud destilleeritud vees 8–14 päeva, kuid oli ka erandeid, kus keemisprotsess kestis kauem, kuna kõik kloriidid polnud eseme mikropragudest eemaldunud.

Sellise puhastusprotsessi puhul on vajalik leide pärast iga keetmist mehaaniliselt puhastada. Esemed pesti voolava vee all traatharjaga ning asetati pärast kuivatamist õõseks destilleeritud vette, et need järgmisel hommikul jälle keema panna. Keemise käigus tekkis raudesemete pinnale must kiht.

Pärast 8 päevast keetmist tehti leidudele kontrolliks kloriiditest hõbenitraadiga, kui vesi hägustus õige vähe, sooritati kordustest eksikaatoriga. Kui kloriiditesti oli positiivne, pandi leiud veel mõneks päevaks keema. Pärast paari päevast keetmist sooritati taas kloriiditest. Negatiivse tulemuse korral oli leid valmis edasiseks konserveerimiseks.

Kõikide leidude puhul ei olnud võimalik rakendada destilleeritud vees keetmist. Eelkõige polnud selline puhastusviis sobilik mineraliseerunud või osaliselt mineraliseerunud raudesemete puhul. Destilleeritud vees keetmise alternatiivina kasutati vees leotamist. Sellist meetodit kasutati osaliselt mineraliseerunud võtme puhul. Võti asetati destilleeritud vette ligunema kolmeks nädalaks. Esimese nädala jooksul oli vee pinnale tekkinud oranž õlitaoline kiht. Destilleeritud vett vahetati iga 3–4 päeva tagant. Pärast leotamist sooritati kloriiditest eksikaatoris.

Destilleeritud vees leotamist rakendati ka leidude puhul, millele olid eksikaatoris kloriiditesti tehes pinnale tekkinud vaid paar üksikut laiku. Esemed seisid destilleeritud vees 2 nädalat, mille jooksul vahetati vett 3 korda. Eksikaatoriga tehtud kloriidi kordus



16. Veepinnale tekkinud õlitaoline kiht, 16.03.2012.

testiga roostelaike, pinnale ei tekkinud, seega olid leiud valmis edasiseks töötlemiseks.

4.7 Raudobjektide stabiliseerimine

Raudesemete stabiliseerimiseks kasutati tanniinilahust. Tanniinilahus koosnes destilleeritud veest, tanniinist, etanoolist ja fosforhapest.

Tanniinilahus kanti eseme pinnale jäiga lühikarvalise pintsliga. Lahus tuli korralikult esemepinda hõõruda, et see ulatuks ka sügavamate uureteni, vastasel juhul võib korrosioon suurema tõenäosusega uuesti tekkida. Pärast lahuse pinnalekandmist asetati leid happevabale paberile kuivama. Mõnel juhul tekkis eseme pinnale 2–3 päeva jooksul jahutaoline lilla moodustus, mida oli võimalik eemaldada traatharjaga.

Pärast stabiliseerimist on leid valmis kattekihi peale kandmiseks.

4.8 Pinna tugevdamine

Pinna tugevdamine tehti vaid ühele leiule, milleks oli osaliselt mineraliseerunud võti. Pinna tugevdamist teostati 10–15% Paraloid B72 lahusega, mis oli lahustatud atsetoonis. Lahus kanti eseme pinnale jäiga pintsliga abil. Paraloidi lahus kanti kogu eseme pinnale ühtlase kihina. Poorsemale pinnale kanti lahust mitu korda, et eseme pind oleks ühtlaselt kaetud. Lahus kuivas umbes 20 minutit. Seejärel asetati leid spetsiaalselt polüetüleenvahust plaadiga pehmendatud karpi.



17. Võti polüetüleenvahust plaadiga pehmendatud karbis, 17.04.2012.

4.9 Järeldus

Arheoloogiliste raudesemete konserveerimisel kasutati mitmeid erinevaid meetodeid, sageli neid omavahel kombineerides. Eesmärk oli objekti seisundi parandamine, mis eeldas objektikeskset praktilist tegevust. Oluline oli objekti seisundi füüsiline ja keemiline stabiliseerimine, et aeglustada selle vananemist ja vältida edasist kahjustumist. Aktiivse konserveerimise tegevused kohandati igale esemele eraldi, lähtuvalt materjali säilivusest, kahjustuste ulatusest ja olemusest.

Proovides erinevaid puhastusmeetodeid mehaanilise puhastamise korral võib tõdeda, et parimaks pinnase eemaldamise viisiks oli haamri ja meisliga toksimine. Selle puhatuse käigus ei tekkinud suures koguses tolmu, mida võis täheldada näiteks trelliga puhastamise korral. Tõdeda tuleb, et uureteni pääses siiski ligi vaid (mini)trelli abil, mistõttu tuli seda ka vahest kasutada.

Efektiivseks puhastusviisiks osutus leidude leotamine destilleeritud vees. Kuigi erinevas erialakirjanduses soovitati destilleeritud veele lisada naatriumkarbonaati, näitas praktika, et see polnud vajalik, kuna naatriumkarbonaadi lisamisel lahusele ei pehmenenud korrosioonikiht kiiremini ega rauapinnast ei eemaldunud kloriide. Pärast paksu korrosioonikihiga leiu eemaldamist destilleeritud veest, kus see oli seisnud keskmiselt 2 nädalat, mõnel juhul vähem, võis juba vee värvusest järeldada, et korrosiooniproduktid on

hakanud lagunema. Skalpelliga eemaldusid korrosiooniproduktid kergemini, polnud vajalik kasutada liigset jõudu.

Fosforhappe lahuse kasutamine tundus tarbetu. Leid pidi edasiseks puhastamiseks fosforhapest minema siiski destilleeritud vette keema ning selle keemisaeg ei erinenud palju muude leidude keemisajast. Lisaks keemise teel puhastamisele, on fosforhappe kihti leiupinnalt raske eemaldada ning täielikult eemaldus sinakas fosforhappe värvus alles pärast seitset päeva keemist.

Kõige efektiivsemaks kloriididest vabanemise viisiks osutus destilleeritud vees keetmine, mis ei ole siin kohal üllatav, kuna sellist meetodit on kasutatud juba 19. sajandi lõpust/20. sajandi algusest. Selline puhastamine avab leiu pinnal oleva korrosioonikihi pärast kolmandat päeva keemist. Pärast neljandat päeva keetmist oli peaaegu kõikidele leidudele tekkinud peale tume kiht, mis näitab, et korrosioon on pehmenenud ning seda on kergem eseme pinnalt eemaldada. Samuti algab korrosioonikihtide avanemise käigus kloriidide väljavool eseme mikropragudest.

5. ARHEOLOOGILISE RAUA HOIUSTAMINE

5.1 Keskkonnatingimused arheoloogilise raua säilitamiseks

Arheoloogiliste objektide säilitamine on sageli keerukam ja problemaatilisem, võrreldes ajalooliste museaalidega. Väga oluline arheoloogiliste leidude käsitlemise juures on kasutada ennetavaid meetmeid. Ettevaatlik pakkimine, transport ja hoiustamine on arheoloogiliste objektide säilitamisel kriitilise tähtsusega. Leidude säilitamisel on peaesmärgiks nende hoidmine võimalikult stabiilses keskkonnas.⁵³

Kõige ohtlikumaks teguriks metallide säilitamise seisukohalt on ülemäärane kõrge õhuniiskuse tase. Paljud uurimused kinnitavad, et eriti järsult hakkab korrosioonikiirus kasvama kui suhtelise niiskuse tase ületab 60% piiri. Mida madalam on hoidla suhtelise õhuniiskuse tase, seda paremini säilivad metallist esemed.⁵⁴

Raud, ka stabiilses seisundis raud, on keskkonnatingimuste suhtes väga tundlik. Kui raudobjekt on stabiilne, peaks selle hoiustamisel temperatuur olema vahemikus 10–24°C. Püsiva suhtelise õhuniiskuse säilitamiseks võib õhutemperatuur kohati muutuda, kuid mitte üle 5°C ööpäevas. Stabiilse raua suhteliseks õhuniiskuseks sobib hästi 30–40%. Ka suhteline õhuniiskus peaks olema võimalikult stabiilne ega ületada 3% kõikumist ööpäevas.

Ebastabiilse raua puhul on tegemist väga keskkonnatundliku materjaliga. Materjali säilitamiseks ei tohiks suhteline õhuniiskus muutuda. Ebastabiilse raua puhul on ideaalseks õhuniiskuseks 15% või veel vähem. Temperatuur peab jääma vahemikku 15–22°C ning ööpäevane temperatuuri kõikumine ei tohi ületada 2°C ööpäevas.⁵⁵

Suured temperatuurikõikumised on ohtlikud just seetõttu, et sellega kaasneb kondensatsioonivee teke eseme pinnale. Moodustunud veetilgas lahustuvad mitmesugused õhus leiduvad agressiivsed gaasid, moodustades korrodeeruvaid ühendeid.⁵⁶

Kui raudesemed on seisnud pikka aega ühtedes tingimustes, stabiilse temperatuuri ja õhuniiskusega kohas, tuleb olla nende keskkonna muutmistega äärmiselt ettevaatlik. Kui rohke korrosiooniga objekt on asetatud keskkonda, kus pole palju niiskust ja hapnikku, on korrosiooni edasine areng peatatud. Kui aga seejärel asetada leid niiskesse ja

⁵³ K. Konsa, Artefaktide säilitamine. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007, lk 148–154.

⁵⁴ E. Falk-Valk, Muuseumi varahoidja meelespea. Tallinn: Kultuuri- ja Haridusministeerium, 1994.

⁵⁵ K. Konsa, Artefaktide säilitamine, lk 148–154.

⁵⁶ E. Falk-Valk, Muuseumi varahoidja meelespea.

hapnikurikkasse keskkonda, hakkavad korrosiooniproduktid aktiivselt edasi reageerima.⁵⁷

5.2 Hoiustamise viisid

Arheoloogiliste leidude pakendamiseks ja säilitamiseks on enamjaolt levinud osadeks jaotatud karbid, kus bioloogilised esemed pannakse eraldi kottidesse. Spetsiaalsed kotid on valmistatud *Tyvek*ist, polüetüleenist või riidest. Kõige levinum hoiustamisviis on polüetüleenist valmistatud *minigrip*-kotid. Objektide hoiustamisel õhukindlates plastkottides, peavad leiud olema enne täiesti kuivad, kui ei, siis on võimalik neid kotte augustada. Kindlasti ei tohiks kasutada polüvinüülkloriidist kotte, kuna need võivad lagunemisel metallile anda korrosiooni tekitavaid kloriide.

Metallobjektide hoiustamisel võib kasutada niiskust imavaid aineid nagu silikageeli sisaldavaid konteinereid. Silikageel on hügrokoopne aine, mis imab suletud keskkonnast liigse niiskuse. Objekt ei tohi kokku puutuda silikageeliga.⁵⁸

Tavaliselt kasutatakse hoiustamiseks erineva konstruktsiooniga karpe. Väiksemate objektide korral kasutatakse vahedega karpe, kuhu asetatakse polüetüleenkotikestes objektid. Kotti lisatakse happevabast paberist silt määrgistusega. Suured ja raskemad objektid hoiustatakse kergematest objektidest eraldi.

Habraste leidude puhul on tarvilik ka toetusmaterjal, see on vajalik takistamaks objektide nihkumist karpide käsitlemisel. Vältida tuleks tihedat polsterdust, kuna see võib tekitada esemele pingeid. Toetusmaterjalideks sobivad hästi rullitud või kokkuvolditud paberid, kuid mitte kortsutatud, kuna see võib suuremaks minna ja eset kahjustada. Metallesemete puhul on sobiv kasutada ka polüetüleenvahust plaate, kuhu on võimalik esemekujuline sügavik sisse lõigata. Kuna selle pind on kare tuleks süvend enne katta *Tyveki* või mõne muu pehme materjaliga.

Objektid tuleks karpi asetada alati kindlat süsteemi järgides. Hoiustamisel kasutatud materjalid peavad olema keemiliselt võimalikult stabiilsed ja inertsed.⁵⁹

Puit ei ole raudesemete hoiustamiseks sobiv, sest puidust eralduvad formaldehüüd ja orgaanilised happed kiirendavad korrosiooni teket. Galvaanilise korrosiooni tekke vältimiseks ei tohiks hoiustamisel erinevaid metalle kokku puutuda.⁶⁰

⁵⁷ K. Konsa, Artefaktide säilitamine, lk 167–168.

⁵⁸ Samas.

⁵⁹ Samas, lk 148–154.

⁶⁰ Samas, lk 168.

5.1.1 Leidude märgistamine

Arheoloogiliste leidude puhul märgistatakse nii leiud ise kui ka karbid, kus need asetsevad. Märgistamiseks kasutatakse akrüüllakki ja musta tušši või püsivaid markereid. Leiu esteetilisuse säilitamiseks kantakse märgistus võimalikult vähe silmatorkavasse kohta. Kui märgistust ei ole võimalik kanda esemepinnale, kirjutatakse see happevabale paberile või *Tyvek*ile ja asetatakse silt kotti. Teiseks võimaluseks on kinnitada silt puuvillase niidiga objekti külge.

Arheoloogiliste objektide igasugune käsitlemine peaks toimuma ainult hädavajalikus korras. Neid võib liigutada ainult koos karbi või vastava alusega. Transpordi aluste tegemiseks võib kasutada tugevaid pappe, plaate jms. Objekt kinnitatakse plaadile puuvillade paelaga, et vähendada selle liikumist ja kahjustumist.

Metallojekte ei tohi kunagi tõsta käepidemest, sest ühendus objekti ja käepideme vahel võib olla väga nõrk. Eksponeerimisel tuleks jälgida, et hapramad objektid oleks kindlalt toetatud.⁶¹

5.1.2 Leidude hooldamine

Konserveeritud metallesemeid ei tohi katsuda palja käega. Higi on agressiivse toimega ning võib tekitada korrosiooniprojekte. Raua käsitlemisel tuleks alati kanda kas puuvillaseid või lateks kindaid.⁶²

Arheoloogiliste leidude puhul tuleks hoiduda igasugusest puhastamisest, kui see on võimalik. Piirduda tuleks hädavajaliku tolmu ja mustuse eemaldamisega vaakumimurite ning pintslite abil. Kuna leiu pind on tihti peal murenenud ja pragudega, mistõttu on võimalik seda väga kergesti liigsel hõõrumisel ja pressimisel kahjustada.

Raudesemeid ei tohiks kindlasti puhastada ega mingil viisil pesta kraanist voolava veega. Kraanivesi sisaldab erinevaid kloriide, mis võivad sellise puhastuse käigus mikropragudesse tungida ning põhjustada seal uue korrosiooni teket.

⁶¹ Samas, lk 168.

⁶² E. Falk-Valk, Muuseumi varahoidja meeles pea.

KOKKUVÕTE

Antud bakalaureusetöö ülesandeks oli uurida erineva säilivusastmega raudesemete konserveerimismeetodeid. Töö referatiivses osas käsitletakse arheoloogilise raua säilimist maapõues, töö annab ülevaate võimalikest kahjustustest (keemilised, füüsikalised, mehaanilised ja bioloogilised), mis mõjutavad arheoloogilist materjali. Kahjustuste ulatus sõltub nii leiukeskkonnatingimustest kui ka objekti enda valmistamistehnoloogiast (näiteks materjali keemiline koostis jm), kuna korrosiooniproductide koostis ja ülesehitus on sõltuvuses metallisulami koostisest. Eraldi pöörati tähelepanu objektide õigele pakkimisele pärast väljakaevamist.

Töö praktiline osa käsitles Padise kloostrist leitud arheoloogiliste raudesemete konserveerimist. Eesmärk oli objekti seisundi parandamine, mis eeldas objektikeskset praktilist tegevust. Oluline oli objekti seisundi füüsiline ja keemiline stabiliseerimine, et vältida edasist kahjustumist. Aktiivse konserveerimise tegevused kohandati igale objektile eraldi, lähtuvalt selle kahjustuste ulatusest ja olemusest, et kindlustada objekti säilimine. Tööprotsess sisaldas järgmisi tegevusi: kahjustuste kaardistamine, esemete metallisisalduse määramine, kloriidide olemasolu testimine, leidude mehaaniline puhastamine, keemiline töötlemine, vajadusel materjali tugevdamine. Tugevdamise protsessi oli vaja rakendada osaliselt või täielikult mineraliseerunud objektide puhul, mis on õrnad ja võivad kergesti puruneda.

Praktiline töö näitas, et kõige efektiivsema tulemuse andis erinevate konserveerimis-meetodite kombineerimine (mehaaniline puhastamine, galvaaniline- ja keemiline töötlemine jt). Arheoloogilise raua säilitamine koondab endas kõiki tegevusi, mis aeglustavad ja takistavad objekti lagunemist. Parimad üldkasutatavad viisid objektide säilitamiseks on objektile otsese ligipääsu tõkestamine, spetsiaalne ladustamine selleks ettenähtud kohas, sobiv pakendamine, vajadusel objekti toestamine, pidev keskkonna seire jne. Padise kloostri arheoloogiliste raudesemete konserveerimine andis ettekujutuse antud materjali paljudest erinevatest kahjustusteguritest ning sellega seotud probleemidest.

SUMMARY

Padise monastery archaeological findings: conservation of iron objects

An ongoing problem with archaeological iron is continued corrosion after excavation caused by the accumulation of salts during burial. On site, the only treatment given to iron should be that of careful handling and passive stabilization, and this should begin as soon as possible after exposure.

Reviewed first are the corrosion processes that iron undergoes during burial and after excavation, including a discussion of the critical role of chloride ions. Included in this discussion are how pH, Fe(II) ions etc. effects iron.

The stabilization of archaeological iron presents difficult problems. Iron is a relatively reactive metal, and is especially influenced by different salts and other mineral that can be found in the ground. The treatment of archaeological iron is often based on immersing the object in an aqueous solution and waiting for the chloride ions to diffuse out.

There are many different ways of iron conservation and most popular ones are expounded in this paper. There has to be very careful in choosing the wright way of the conservation, because iron is very unstable material and can lightly decay.

Practical part of the thesis was to preserve Padise monastery archaeological iron. The aim was to improve the state of the object. In order to prevent further damage of the objects, the physical and chemical stabilization of the object state was important. Active conservation was adapted to each item individually, based on the nature and extent of the damage, the essence was the preservation of the object. The preservation process: mapping the damages, determining the metal content of objects, chloride testing, mechanical cleaning, chemical treatment, and if its necessary strengthening of the material. Strengthening process was implemented to partially or fully mineralized objects that were fragile and could easily break.

Practical work showed that the most effective way was to combine different conservation methods (mechanical cleaning, galvanic and chemical treatment, etc.). Preservation of archaeological iron brings together all the activities that slow down and prevent the disintegration of the object. Very important retaining the items are: special storage in a designated area, suitable packaging, if it is necessary, then object support, ongoing environmental monitoring etc.

KASUTATUD MATERJALID

Allikad

Padise leidude tabel, Villu Kadakas, 23. XI 2011.

Kirjandus

Falk-Valk, Endel, Muuseumi varahoidja meespea. Tallinn: Kultuuri- ja Haridusministeerium, 1994.

Haiba, Elna; Mäesalu, Ain; Peets, Jüri, Nahast küünarvarrekaitsmed keskaegsest Tartust. Artiklitekogu Muinasaja teadus 17. Loodus, inimene ja tehnoloogia 2: interdistsiplinaarseid uurimusi arheoloogias, Tartu: Tartu Ülikool, 2008, lk 27–36.

Heinoja, Kalju; Lavi, Ain; Peets, Jüri, Viikingiaegne raudkatel Raatvere sepamatuses ja selle konserveerimine. Muinasaja teadus 5. Loodus, inimene tehnoloogia: interdistsiplinaarseid uurimusi arheoloogias. Tallinn: Ajaloo Instituut, 1998, lk 321–332.

Konsa, Kurmo, Artefaktide säilitamine. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 2007, lk 147–154, 163–174.

Konsa, Kurmo, Konserveerimisbioloogia. Tallinn: Eesti Kunstiakadeemia Restaureerimiskool, 2006.

Lõhmus, Mari; Oras, Ester; Veldi, Martti, Kaks rauast nooleotsa Jägala Jõesuu linnamäelt. Ilusad asjad. Tähelepanuväärseid leide Eesti arheoloogiakogudest. Tallinn: Raamatutrükikoda, 2010, lk 33–46.

Rodgers, Bradley A., The Archaeologist's Manual for Conservation: a guide to non-toxic, minimal intervention artifact stabilization. London: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2004.

Samma, Markus; Välja, Helmut, Pärnu Nikolai kiriku tornikukest ja selle konserveerimisest. – Renovatum 2006, Tallinn: Ennistuskoda Kanut, lk 48.

Selwyn, Lyndsie, Overview of archaeological iron: the corrosion problem, key factors affecting treatment, and gaps in current knowledge. Kanada: Canadian Conservation Institute, 2004. Pärineb:

http://nma.gov.au/shared/libraries/attachments/publications/metal_04_proceedings/section_3_better_understanding_of_treatments/files/7844/NMA_metals_s3_p06_overview_archaeological_iron.pdf (vaadatud 13. XI 2011)

Selwyn, Lyndsie, Metals and Corrosion. A Handbook for the Conservation Professional. [Kanada]: Minister of Public Works and Government Services, 2004.

Tamm, Jaan, Padise klooster. Ehitus- ja uurimislugu. Tallinn: TEA kirjastus, 2010.

Tamm, Lembi, Üldine ja anorgaaniline keemia, õpik gümnaasiumile II osa. Tallinn: Avita, 2008, lk 56–60.

Välja, Helmut, Eesti kunstimuuseumi skulptuuride restaureerimisest. – Renovatum 2004, Tallinn: Ennistuskoda Kanut, lk 19.

Välja, Helmut, Mustmetalli puhastamise lihtsamad võtted. – Tallinn: Ennistuskoda Kanut, Renovatum 1988, lk 20–21.

Interneti allikad

Höbenitraaditest, <http://www.nps.gov/museum/publications/conservation/06-03.pdf> (vaadatud 07. III 2012)

Padise kloostri koduleht. <http://www.padiseklooster.ee/> (vaadatud 27. XI 2011)

Eksikaatori sõnaseletus:

<http://mt.legaltext.ee/esterm/concept.asp?conceptID=25037&term=eksikaator> (vaadatud 06. XII 2011)

Illustratsioonide allikad

Illustratsioon nr. 4

<http://zimmer.csufresno.edu/~davidz/Chem105/DandW/DryW2.html> (vaadatud 02. XII 2011)

Illustratsioon nr. 8

Cronyn, J. M., The Elements of Archaeological Conservation. London: Routledge, 1990, lk 174.

6. LISA I

6.1 Konservimistöõde tabel

Kuupäev	Tehtud tööd	Kulunud aeg	Kasutatud materjalid
1.11.11	Metall-leidude sildistamine ja grupeerimine	3h	Minigripp-kotid, paber pliats, magnet.
8.11.11	Objekti seisundi dokumenteerimine, mehaaniline puhastamine.	4 h	Mõõtkett, digitaalkaamera, haamer, erineva suurusega meislid, pintsel.
9.11.11	Objekti seisundi dokumenteerimine, mehaaniline puhastamine.	2 h	Mõõtkett, digitaalkaamera, haamer, erineva suurusega meislid, kruvi, pintsel.
15.11.11	Objekti seisundi dokumenteerimine, mehaaniline puhastamine.	3,5h	Mõõtkett, digitaalkaamera, haamer, erineva suurusega meislid, kruvi, pintsel.
16.11.11	Objekti seisundi dokumenteerimine, mehaaniline puhastamine.	2h	Mõõtkett, digitaalkaamera, haamer, erineva suurusega meislid, pintsel.
18.11.11	Objekti seisundi dokumenteerimine, mehaaniline puhastamine.	1,5h	Mõõtkett, digitaalkaamera, haamer, erineva suurusega meislid, pintsel.
12.12.11	Raua mehaaniline puhastamine	1h	Haamer, erineva suurusega meislid, pintsel.
17.01.12 – 2 01.02.12	Kloriiditestid, testi tulemuste dokumenteerimine.	4h	Eksikaator, destilleeritud vesi, filterpaber, õli, mõõtkett, digitaalkaamera, pliats, paber.
24.01.12	Objekti seisundi dokumenteerimine	1,5h	Mõõtkett, digitaalkaamera.
15.02.12 – 07.03.12	Esemete leotamine ja pesemine destilleeritud vees.	1h	Destilleeritud vesi, karp.
15.02.12 – 07.03.12	Galvaaniline mähis elektrolüütilahuses.	1h	Destilleeritud vesi, sooda, alumiiniumfoolium.

29.02.12	Mehaaniline puhastus, galvaaniline mähis.	2h	Traathari, nailonhari, skalpell, meislid, haamer, destilleeritud vesi, sooda, foolium.
02.03.12	Raudesemete loputamine.	1h	Vesi, nailonhari, traathari.
08.03.12	Raua mehaaniline puhastamine, dokumenteerimine.	4h	Haamer, meislid, skalpell, traathari, nailonhari, mõõtkett, digitaalkaamera.
10.03.12	Kloriiditestid, raua mehaaniline puhastamine. Röntgenülesvõte Ajaloo Instituudis.	3h	Katseklaas, hõbenitraadilahus, pipett, digitaalkaamera, skalpell, meisel, haamer, traat- ja nailonhari, röntgenaparaat.
13.03.12	Destilleeritud vees leotamine, mehaaniline puhastamine, leiu töötlemine fosforhappelahuses.	1,5h	Destilleeritud vesi, kaus, fosforhape, nailonhari.
13.03 – 15.03.12	Kloriiditestid, keemiline töötlemine, neutraliseerimine, objekti keetmine		Eksikaator, hõbenitraat. Fosforhappelahus, naatriumvesinikkarbonaat, destilleeritud vesi.
14.03.12	Mehaaniline puhastamine.	4h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
16.03.12	Mehaaniline puhastamine.	2h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
19.03.12	Mehaaniline puhastamine.	1h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
21.03.12	Mehaaniline puhastamine.	3h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
23.03.12	Mehaaniline puhastamine.	1h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
28.03.12	Mehaaniline puhastamine.	3,5h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
27.03– 30.03.12	Objekti HMK: 370 kloriiditest.		Eksikaator, destilleeritud Vesi.
29.03.12	Mehaaniline puhastus, kloriiditest.	1,5h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari, klaas, pipett, hõbenitraat, digitaalkaamera.
30.03.12	Objekti HMK: 370 kloriiditesti lõpetamine, tulemuste dokumenteerimine.	0,5h	Eksikaator, digitaalkaamera, paber, Pliats.

02.04.12	Mehaaniline puhastamine.	2h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
03.04.12	Mehaaniline puhastamine.	2,5h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
04.04.12	Mehaaniline puhastamine, tanniinilahuse kandmine eseme pinnale.	3,5h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari, tanniinilahus, pintsel.
09.04.12	Tanniinilahuse jääkide eemaldamine, mehaaniline puhastamine.	2,5h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
10.04.12	Mehaaniline puhastamine.	2h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
10.04– 13.04.12	Kloriidide testimine.		Eksikaator, destilleeritud Vesi.
11.04.12	Mehaaniline puhastamine.	2h	Haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
12.04.12	Objekti HMK: 414 mehaaniline puhastamine.	0,5h	Traathari.
13.04.12	Kloriiditest, mehaaniline puhastus.	1h	Eksikaator, destilleeritud vesi haamer, meislid, skalpell, Traathari, nailonhari.
17.04.12	Kloriiditesti tulemus objektile HMK: 414, osaliselt mineraliseerunud objekti materjali tugevdamine, suurtüki mehaaniline puhastamine.	3h	Eksikaator, destilleeritud vesi, Paraloid B72, atsetoon, pintsel, skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
18.04.12	Destilleeritud vees keenud leidude mehaaniline puhastamine.	1h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
17.04.– 19.04.12	Objekt HMK: 472-473 eksikaatoris.		
19.04.12	Objekti HMK: 383 mehaaniline puhastamine.	3h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
02.05.12	Mehaaniline puhastamine, leidude sorteerimine.	3,5h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
03.05.12	Mehaaniline puhastamine.	2h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
04.05.12	Mehaaniline puhastamine.	3h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
08.05.12	Mehaaniline puhastamine.	4h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.

10.05.12	Mehaaniline puhastamine.	3h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
11.05.12	Mehaaniline puhastamine.	4h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
11.05– 14.05.12	Objektide kloriiditest.		Eksikaator, destilleeritud ves
15.05.12	Mehaaniline puhastamine.	4h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
16.05.12	Mehaaniline puhastamine.	3h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
16.05– 18.05.12	Objektide kloriiditest.		Eksikaator, destilleeritud ves
18.05.12	Objekti seisundi dokumenteerimine, mehaaniline puhastamine.	1,5h	Paber, pliats, skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.
18.05– 21.05.12	Objektide kloriidide kordustest.		Eksikaator, destilleeritud vesi.
21.05.12	Kloriiditesti tulemused. Mehaaniline puhastamine, kloriiditest, stabiliseerimine	4,5h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid, hõbenitraadilahus, anum, pipett, tanniinilahus, pintsel.
22.05.12	Mehaaniline puhastamine, leidude sorteerimine ja sildistamine.	4h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid, paber, pliats, leidudetabel.
23.05.12	Mehaaniline puhastamine, leidude dokumenteerimine, stabiliseerimine.	5h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid, mõõtkett, digitaalkaamera, tanniinilahus, pintsel.
24.05.12	Mehaaniline puhastamine	5h	Skalpell, haamer, traat- ja nailonhari, meislid.

6.2 Kahjustuste kaardistus







6.2.1 Esemel HMK: 370 kahjustuste kaardistused

Ese HMK: 370 enne konserveerimist



Kahjustustekaart



	Korrosioon		Töötlemise käigus eralunud fragment
	Mördi jäägid eseme pinnal		Pragu
	Tuhakiht esemepinnal		Kloriidisisaldus leius

Röntgenfoto



Ese pärast konserveerimist

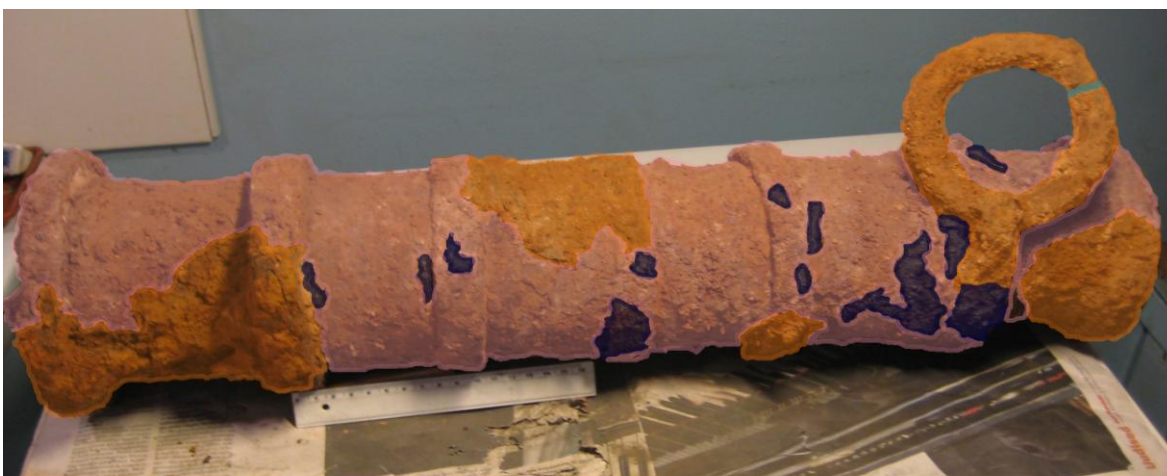






6.2.2 Esemek HMK: 383 kahjustuste kaardistus

Ese HMK: 383 enne konserveerimist



Pinnakahjustusi näitav kaardistus



- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--------------------------|
|  | Korrosiooniproduktid esemepinnal |  | Mördi jägid eseme pinnal |
|  | Osaliselt mineraliseerunud esemepind |  | Pragu |

Ese HMK: 383 pärast mehaanilist puhastust



6.3 Konserveerimistöõde kaart

Konserveerimistöõde kaart

Tulme nr.	
Vorm 1	Raud

Objekt : Leiukoht:	Padise klooster, Harjumaa	
-------------------------------	---------------------------	--

Materjal :	Raud
Tehnika :	Sepis, metall

Tulme kuupäev :	Oktoober 2011	Tööd alustatud :	November 2011
Tööd lõpetatud :		Tagastatud omanikule :	

Omanik / valdaja :	AGU EMS OÜ
Omaniku inv. nr. :	HMK

Tööde kokkuvõte, soovitusel edaspidiseks hoiustamiseks ja eksponeerimiseks :	<p>Arheoloogilised leiud hoiustada püsiva kliimaga ruumides: soovitatav temperatuur +16-+18°C.</p> <p>Hoiduda PVC plastikust, mille lagunemisel eraldub vesinikkloriid, mis soodustab metallide korrodeerumist. Mitte hoiustada koos puiduga, kuna puit soodustab raua korrodeerumist. Samuti hoiduda erinevate metallide kokkupuutest üksteisega.</p> <p>Leidude hoiustamisel peab suhteline õhuniiskus olema (RH) kuni 15–40%. Osaliselt mineraliseerunud raua RH peab olema vahemikus 15–25%, heas seisukorras oleva raua RH ei tohi ületada 40%.</p>
---	--

Kuupäev:

Konservaator:

Konserveerimistöde kaart

Tulme nr.	
Vorm 2	Raud

Objekti dokumentaalandmed

Andmed varasemate restaureerimiste kohta :	Varasemaid conserveerimis- ega restaureerimistöid pole tehtud.
---	--

Materjalide määramine :

Analüüsitav materjal v. struktuur	Kirjeldus	Tulemus
Kloriidide määramine rauas: testid viidi läbi pisteliselt conserveerimistöde käigus kahel viisil: kasutati eksikaatorit ja hõbenitraadilahust.	<p>Eksikaatori alumine osa täideti osaliselt destilleeritud veega. Eksikaatori sõelale asetati raudesemed 3-ks ööpäevaks. Kui esemepinnale tekivad oranžid tilgad, roheline sambla taoline laik või niiskuslaigud, viitab see kloriidide olemasolule.</p> <p>Hõbenitraaditest. Esemed asetati üheks päevaks destilleeritud vette. Destilleeritud veest võeti väiksesse anumasse veeproov. Veeproovi tilgutati 2 hõbenitraadi tilka. Vesi muutus häguseks.</p>	<p>Positiivne – metall sisaldas kloriide.</p> <p>Positiivne – metall sisaldas kloriide.</p>
<p>Röntgenfoto: Raua olemasolu määramine röntgenkujutise abil.</p> <p>Ese: HMK :370</p>	Röntgenfotolt on näha raua olemasolu objektis, mida tihedam on raudsüdamik, seda heledam on röntgenkujutis.	Ese on valdavalt mineraliseerunud.

Konserveerimistöõde kaart

Tulme nr.	
Vorm 3	Raud

<p>Objekti kirjeldus: Seisund:</p>	<p>Pärast väljakaevamist kattis esemeid pinnas ja erinevad korrosiooniproduktid. Kõikide esemete puhul eemaldati koheselt liigne pinnas, mis oli esemete ümber jäänud leiukeskkonnast. Pinnas oli erinev, leidus nii kuiva mördist kui ka niisket söest pinnast, mis eemaldati esmase pakendamise käigus. Esemed asetati üldjuhul <i>minigrip-kottidesse</i>. Leiud asetati kotti õhukindlalt.</p> <p>Pärast pinnase ja korrosiooniproduktide eemaldamist ning raua sisalduse testimist, jagati raudesemed kolme gruppi: heas seisukorras esemed, rahuldavas olukorras ja mineraliseerunud või osaliselt mineraliseerunud esemed. Esemed jagati kolme gruppi, kuna kõigile esemetele rakendatavad conserveerimismeetodid on erinevad.</p> <p>Heas seisukorras oli leid HMK0: 966, rahuldavas seisukorras oli leid HMK: 414 ja mineraliseerunud oli leid HMK : 370.</p>
--	--

<p>Konserveerimis- ja restaureerimisülesanne :</p>	Konserveerida säilitamiseks hoidlas.
<p>Konserveerimiskava:</p>	<p>Esemete dokumenteerimine</p> <p>Esemete jagamine kolme rühma säilivusastme järgi</p> <p>Mehhaaniline puhastus paakunud mulla-liiva eemaldamiseks</p> <p>Kloriiditestid</p> <p>Korrosiooniproduktide mehaaniline- ja keemiline töötlemine</p> <p>Stabiliseerimine</p> <p>Dokumentatsiooni koostamine</p> <p>Pakendamine hoiustamiseks</p>

<p>Muudatused Konserveerimise või restaureerimise käigus :</p>	Ei tehtud.
--	------------

Konserveerimistöõde kaart

Tulme nr.	
Vorm 5	Raud

Digitaalkujutis enne töötlemist	Faili asukoht	Märkused
		HMK: 967
		HMK: 544
		HMK: 545



HMK: 963



HMK: 147



HMK: 966



HMK: 370



HMK: 414



HMK: 383



HMK: 429
Ese on
töötlemisel



HMK: 964
Ese on
töötlemisel



HMK: 419–
420
Ese on
töötlemisel



HMK: 351
Ese on
töötlemisel



HMK: 362
Ese on
töötlemisel



HMK: 503
Ese on
töötlemisel



HMK: 505
Ese on
töötlemisel



HMK: 122
Ese on
töötlemisel



HMK: 818
Ese on
töötlemisel




HMK: 531
Ese on
töötlemisel



HMK: 600
Ese on
töötlemisel

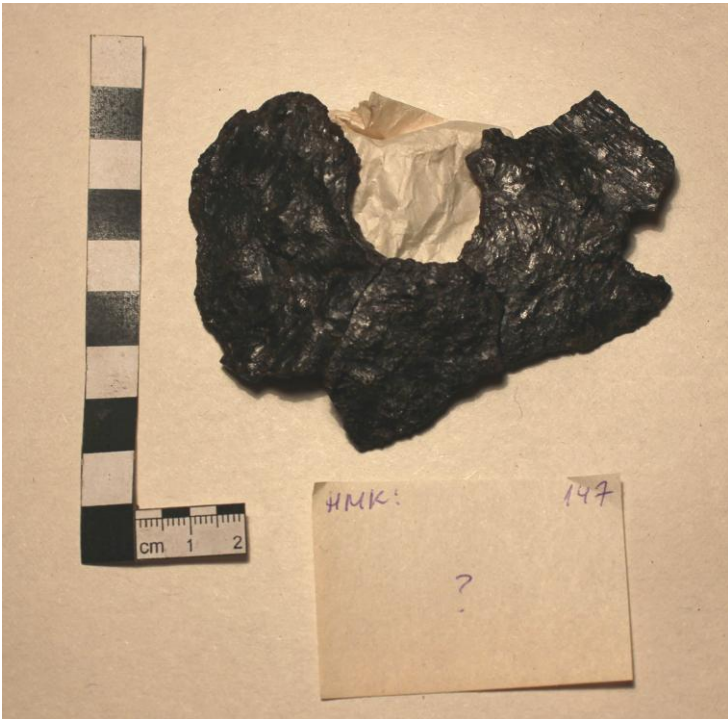
Konserveerimistöde kaart

Tulme nr.	
Vorm 6	

Digitaalkujutis pärast töötlemist	Faili asukoht	Märkused
 <p>KLOOSTER NUCA</p>		HMK: 967
 <p>5 cm</p> <p>PADISE KLOOSTER</p>		HMK: 544
 <p>cm 1 2</p> <p>HMK: kaldspillett? 545</p>		HMK: 545



HMK: 963



HMK: 147



HMK: 966



HMK: 414



HMK: 370



HMK: 383
Ese pärast
mehaanilist
puhastust.
Eseme
töötlemine
jätkub
septembris
2012, leid on
näitusel.

HMK: 429
Ese on
töötlemisel

Leid pärast
kolme päevast
keemist.

HMK: 419–
420
Ese on
töötlemisel

Ese pärast
kümne päevast
keemist



HMK: 351
Ese on
töötlemisel

Leid pärast
kolme päevast
keemist.



HMK: 505
Ese on
töötlemisel

Ese pärast
kümne päevast
keemist



HMK: 531
Ese on
töötlemisel

Leid pärast
kolme päeva
keemist.



HMK: 600
Ese on
töötlemisel

Leid pärast
kolme päevast
keemist.