

Anu Kinnunen

Luu-metalli komposiittiveitset

Analyysi, kloridien poisto ja konservointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Konservaattori (AMK)
Konservoinnin koulutusohjelma
Opinnäytetyö
27.04.2012

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Anu Kinnunen Luu-metalli komposiittiveitset. Analyysi, kloridien poisto ja konservointi. 79 sivua + 4 liitettä 27.4.2012
Tutkinto	konservaattori (AMK)
Koulutusohjelma	konservoinnin koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	esinekonservoinnin suuntautumisvaihtoehto
Ohjaaja(t)	lehtori Heikki Häyhä konservaattori Riikka Saarinen
<p>Opinnäytetyön aiheena on luu-metalli komposiittiesineet. Käytännön työnä konservoitiin viisi luu- tai sarvikahvaista veistä, jotka ovat kaikki kaupunkiarkeologisia löytöjä ja kuuluvat Turun museokeskuksen kokoelmiin.</p> <p>Työn ensimmäisenä tavoitteena oli selvittää komposiittiesineiden sekä luumateriaalin erityisluonnetta konservoinnin näkökulmasta, sillä aiheista on kirjoitettu hyvin vähän. Tämän jälkeen selvitettiin yleisesti veitsien rakennetta sekä niiden historiallista taustaa keskiajalta 1800-luvulle. Lisäksi taustatietojen pohjalta tehtiin tulkintoja viidestä veitsestä. Lopuksi vertailtiin Turun museokeskuksella sekä Kansallismuseon konservointilaitoksella nykyisin käytössä olevia luu-metalli komposiittiesineiden konservointikäsitteilyjä ja pyrittiin tekemään arvioita käytettyjen metodien toimivuudesta.</p> <p>Työn käytännön konservoinnin tavoitteena oli stabiloida ja puhdistaa veitset, jotta niiden luettavuus paranisi ja ne säilyisivät nykyisessä kunnossaan. Kolme veitsistä oli märkiä löytöjä ja niille suoritettiin 60 päivän mittainen kloridinpoistojakso. 0,03 M natriumseskvikarbonaatin tehoa suhteessa perinteiseen huuhteluun deionisoidussa vedessä testattiin. Lisäksi haluttiin testata, voiko desalinaatiota natriumseskvikarbonaatilla nopeuttaa joko hapettomassa tilassa käsittelemällä tai käsittelyssä 35°C asteessa lämpökaapissa. Kloridinpoistoa monitoroitiin säännöllisesti Aquamerck – kloriditesti pakkauksella. Kloridinpoistoperiodi testatuilla metodeilla havaittiin kuitenkin liian lyhyeksi, joten sitä jatketaan Turun museokeskuksella puolen vuoden ajan.</p> <p>Kaikille veitsistä suoritettiin dokumentointi, vauriokartoitus, materiaalianalyysjä sekä mekaaninen puhdistus. Kahdelle kuivalle veitselle tehtiin myös pieniä liimauksia Paraloid B72:lla.</p>	
Avainsanat	Arkeologia, kloridinpoisto, komposiittiesineet, konservointi, luu, natriumseskvikarbonaatti, rauta, sarvi, veitset

Author(s) Title Number of Pages Date	Anu Kinnunen Bone-metal composite knives. Analysis, chloride removal and conservation. 79 pages + 4 appendices 27 April 2012
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Conservation
Specialisation option	Conservation of Cultural Historical Objects
Instructor(s)	Heikki Häyhä, Lecturer Riikka Saarinen, Conservator
<p>The subject matter of the thesis was bone-metal composite objects. Altogether five knives with bone or antler handles were conserved. All the knives were town archaeological finds and belonged to the collections of The Museum Centre of Turku.</p> <p>The first goal was to explain the special nature of the composite objects and bone-material from the point of view of conservation because there appeared to be a lack of written sources concerning these subjects. Following this the general construction of knives and their historical background from the medieval period to the 19th century was examined. Finally, interpretations about the five knives based on the background information were made. Comparison between conservation methods used today in The Museum Centre of Turku and in the National Museum of Finland's Conservation laboratory was made in order to estimate their effectiveness.</p> <p>The second goal was to stabilize and clean the five knives in order to improve the understanding of the objects and to preserve them in their present condition. Three of the knives were wet finds, and a chloride removal for over 60 days was conducted for them. The effectiveness of 0,03 M sodium sesquicarbonate was tested in relation to traditional washing in de-ionised water. In addition, it was interesting to test if desanation with sodium sesquicarbonate could be expedited either by de-aerated treatment or by treatment at 35°C in a hot air oven. The removal of chlorides was monitored periodically with <i>Aquamerc</i> – chloridetest kit. The period of chloride removal with the tested methods was discovered to be too short and therefore The Museum Centre of Turku decided to continue these treatments for over half a year.</p> <p>Documentation, damage survey, material analysis and mechanical cleaning were done to all the five knives. Small consolidations were also made with Paraloid B72 to two dry knives.</p>	
Keywords	Antler, archaeology, bone, chloride extraction, composite objects, conservation, iron, knives, sodium sesquicarbonate

Sisällys

1 Johdanto	1
2 Arkeologinen löytömateriali	2
2.1. Arkeologiset maalöydöt	2
2.2. Komposiittiesineet	3
2.3. Luu esinemateriaalina	6
3 Veitset	10
3.1. Veitsien historiallinen tausta	10
3.2. Veitsien rakenne	13
3.3. Opinnäytteen veitset ja niiden vauriokartoitus	16
3.3.1. Veitsi TMM22700:ME0400:002	18
3.3.2. Veitsen kahva TMM22700:LU0802:001	21
3.3.3. Veitsi TMM22814:ME2010:002	24
3.3.4. Veitsi TMM21816:LU119	28
3.3.5. Veitsen kahva TMM21816:LU101	32
4 Nykyiset käsittelymetodit ja niiden toimivuus	35
4.1. Turun museokeskus	36
4.2. Kansallismuseon konservointilaitos	42
5 Dokumentointi	44
5.1. Digikuvaus	44
5.2. Dino-Lite digitaalinen mikroskooppi	45
5.3. Röntgenkuvaus	45
5.4. XRF-mittaukset	46
5.5. Mikroskopointi	49

6 Konservointi	49
6.1. Lähtökohdat ja tavoitteet	49
6.2. Konservointisuunnitelma	50
6.3. Puhdistus	52
6.4. Kloridinpoistokäsittelyt	53
6.5. Käsittelyjen valinta	54
6.6. Käsittelyjen toteutus	60
6.7. Kloridimittaukset	61
6.7.1. Kloridimittausten tulosten arviointia	62
6.7.2. Kuntokartoitus kloridimittausten yhteydessä	68
7 Veitsien tulevaisuus	69
7.1. Olosuhde suositukset luumateriaalille ja raudalle	69
7.2. Komposiittiesineiden säilytys	70
7.3. Veitsien sijoituspaikka Turun museokeskuksella	71
8 Lopuksi	73
Lähteet	76
Liitteet	
Liite 1. Työkuvia kloridinpoistokäsittelyistä ja kloridimittauksista	
Liite 2. Dokumentointikuvat konservoinnin jälkeen	
Liite 3. Turun museokeskuksen konservointikäsittelyt luu-metalli komposiiteille	
Liite 4. Kansallismuseon konservointilaitoksen konservointikäsittelyt luu-metalli komposiiteille	

1 Johdanto

Opinnäytetyöni lähtökohtana oli kiinnostukseni arkeologisen materiaalin, erityisesti haasteellisten komposiittiesineiden, konservoimiseen. Konservoin käytännön työnä viisi luu- tai sarvikahvaista veistä, jotka ovat kaikki kaupunkiarkeologisia löytöjä ja kuuluvat Turun museokeskuksen kokoelmiin. Näistä kolme on märkiä ja kaksi kuivia löytöjä. Opinnäytetyöni ensimmäiseksi haasteeksi nousi komposiittiesineitä sekä luumateriaalia käsittelevien kirjallisten lähteiden vähyys konservointialan tutkimuksessa. Erityisesti tietoa näiden löytöryhmien kloridinpoistokäsittelyistä oli hyvin hankala löytää. Opinnäytetyöni ensimmäiseksi tavoitteeksi nousikin pyrkimys täydentää tätä informaatiotyhjiötä ja koota yhteen eri lähteistä tiedonmurut arkeologisten komposiittiesineiden sekä luumateriaalin konservoisesta.

Luumateriaalin yhteydessä nostan esille myös umpisarvisten eläinten sarven (antler) sekä norsunluun, sillä kaikki nämä kolme materiaalia ovat koostumukseltaan hyvin samanlaisia, ja vaikka konservaattori saattaa törmätä työssään näistä jokaiseen, niitä voi olla hyvin vaikea erottaa toisistaan. Lisäksi, vaikka puhun opinnäytetyössäni luu-metalli komposiittiesineistä ja veitsien kahvat on Turussa luetteloitu luisina, osa niistä voi mahdollisesti olla myös sarvea. Pyrin työn kuluessa tekemään alustavia päätelmiä siitä, kumpaa materiaalia veitsien kahvat mahdollisesti ovat, mutta lopullinen tunnistus jää mahdollisten myöhempien tutkimusten varaan.

Käyn lyhyesti läpi myös veitsien käyttöhistorian keskiajalta 1800-luvulle, sillä opinnäytteeni viisi komposiittiveistä ajoittuvat löytökerrosten perusteella näihin aikoihin. Lisäksi selvitän yleisesti veisten rakennetta. Pyrin tekemään tulkintoja veisten historiallisen ja rakenneteknillisen taustan sekä suorittamieni analyysien perusteella myös opinnäytteeni veitsistä. Käytän yleissanaa veitsi kaikista viidestä tutkimusmateriaalini komposiittiveitsestä, vaikka kaikista niistä teräosa on katkennut ja kahdessa ei ole enää kuin kahvaosa jäljellä. Esineinä ne ovat kuitenkin yhä veitsiä.

Opinnäytteeni käytännön konservoinnin tavoitteena oli stabiloida ja puhdistaa veitset, jotta niiden luettavuus paranisi ja ne säilyisivät nykyisessä kunnossaan, ilman että niiden historiallinen, tutkimuksellinen tai esteettinen arvo vaurioituisi. Käytännön työn

keskeisin päämäärä oli etsiä ja testata tehokkaampaa kloridienpoistometodia märille luu-metalli komposiittiesineille, jotka käsitellään yhtenä kokonaisuutena ilman että materiaaleja erotetaan toisistaan käsittelyjen ajaksi. Käsittelytaustan ja vertailulähtökohdan saamiseksi oli tärkeää tutustua myös nykyisin käytössä oleviin luumetalli komposiittien konservointim metodeihin sekä niiden toimivuuteen. Tätä varten kävin Turun museokeskuksen konservointiyksikössä sekä Kansallismuseon konservointilaitoksella lukemassa tehtyjä konservointiraportteja. Turussa pääsin näkemään myös raportteja vastaavat esinelöydöt sekä arvioimaan niiden nykyistä kuntoa ja käsittelyiden toimivuutta.

Kaikille veitsille suoritettiin myös dokumentointi, vauriokartoitus, materiaalianalyysjä, sekä mekaaninen puhdistus mikroskoopin alla sekä mikrohiekkapuhaltamalla.

2 Arkeologinen löytömateriali

2.1 Arkeologiset maalöydöt

Arkeologiset löydöt ovat esineitä tai niiden katkelmia jotka ovat joutuneet maahan joko vahingossa hukattuina, tahallaan sinne kätettyinä tai tarpeettomuuttaan poistettuina. Siihen kuinka arkeologiset esineet säilyvät maassa vaikuttaa yhdessä useat tekijät: materiaalien koostumus, valmistusmetodit, miten esinettä käytettiin, esineen kunto sekä hautautumisolosuhteet (fyysinen ja kemiallinen tuhoutuminen). Kuten J.M Cronyn (1990, 14-17) teoksessaan *The Elements of Archaeological Conservation* huomauttaa kaikki materia tuhoutuu, joten säilyäkseen maassa, täytyy hautausympäristöstä puuttua yksi tai useampi haitallisista elementeistä. Näitä ovat esimerkiksi vääränlainen pH, huuhtova vesi, lämpötilavaihtelut sekä haitalliset organismit tai vastavuoroisesti hautausympäristössä on oltava elementti joka suojelee esinettä, kuten hapettomuus. Koska eri materiaaleilla on erilaiset säilymisominaisuudet, saattaa esineestä löydettyessä puuttua jotkin osat tai koko esine on voinut tuhoutua maahan.

Arkeologinen esine on voinut säilyä häiriöttä maan sisällä satoja, jopa tuhansia vuosia, saavuttaen tasapainon ympäristönsä kanssa. Kun esine löydetään ja nostetaan ylös maasta, sen ympäristöolosuhteet muuttuvat dramaattisesti ja esineen tasapaino

järkky, kun sen materiaalit reagoivat uusiin olosuhteisiin. (Cronyn 1990, 17, 29). Muutokset esineessä saattavat tapahtua silmin nähden jopa muutamissa sekunneissa. Hyvä sääntö onkin että kaivauksilta esiin nousseet löydöt pyritään pitämään lähellä niitä olosuhteita kuin maassa ollessaan, jotta muutokset esineessä eivät olisi äkkinäisiä ja tuhoutumista kiihdyttäviä. Useimmille materiaaleille tuhoisin tekijä kaivausten jälkeen on vesipitoisuuden muuttuminen esineessä (Cronyn 1990, 30). Tämän takia märät löydöt pidetään myös kaivausten jälkeen märkinä ja kuivat kuivina. Märät esineet tulisi myös säilyttää viileässä jääkaapissa ja valolta suojattuna ennen konservointiin pääsyä, jotta ne eivät kuivu, orgaaninen materiaali ei homehdu ja säilyttää muotonsa ja korroosion muodostuminen hidastuisi (Halinen, Immonen, Lavento, Mikkola, Siiriäinen & Uino 2009, 232; Klaavu 2002, 67). Löytöjen puhdistamista kentällä tulisi myös välttää. (Bohm, Christensson, Fjæstad, Lampel, Lindahl, Lundwall & Sandström 2005, 19.) Erityisesti kaupunkiarkeologiset kaivaukset vaativat yhteistyötä arkeologien ja konservattoreiden, mutta myös muiden alojen asiantuntijoiden välillä jo kenttätyövaiheessa (Kostet 2004, 22). Mikäli arkeologinen esine ei saavuta tasapainoa uuden, kaivausten jälkeisen ympäristönsä kanssa, se jatkaa tuhoutumisprosessia kiihtyvällä vauhdilla. Konservattorin tehtävänä on luoda tämä uusi tasapaino ja stabiloida esine mahdollisimman nopeasti kaivausten jälkeen (Cronyn 1990, 29).

2.2 Komposiittiesineet

Komposiittiesineet koostuvat kahdesta tai useammasta eri materiaalista (Bohm ym. 2005, 19). Suomenkielessä puhutaan myös monimateriaali esineistä, mutta erityisesti viitattaessa arkeologisiin löytöihin sana komposiittiesine (engl. *composite object*) on yleistynyt käyttötermiksi. Esimerkiksi luukahvainen rautaveitsi, lasimaalaus, jossa on lyijypuitteet tai nahkavyö, jota koristaa kupariniitit ovat komposiittiesineitä. Konservoinnin kannalta komposiittiesineet ovat ongelmallisia, koska usein paras käsittelymetodi esineen toiselle materiaalille voi olla sopimaton tai vahingollinen kokonaisuuden toiselle puoliskolle (Pearson 1987, 247; Rodgers 2004, 187). Tämä ongelma voidaan kuitenkin eliminoida, mikäli esineen eri materiaaliosat pystytään irrottamaan toisistaan konservointikäsittelyn ajaksi ja kokoamaan sen jälkeen uudestaan yhteen (Cronyn 1990, 93-94; Pearson 1987, 247; Rodgers 2004, 187). Se ei kuitenkaan ole aina mahdollista esinettä vahingoittamatta, ja toisistaan erotettujen

osien mittasuhteet saattavat myös muuttua käsittelyn aikana esimerkiksi kutistumalla tai vääristymällä, jolloin osat eivät sovikaan enää entisille paikoilleen (Pearson 1987, 247). Mikäli esine hajotetaan osiin, saatetaan siitä menettää myös tärkeää teknologista informaatiota, ja on muistettava että arkeologiset artefaktit ovat itsessäänkin arvokkaita dokumentteja menneisyydestä (Cronyn 1990, 94; Jedrzejewska 1990, 25; Sease 1992, 55). Usein komposiittiesine päädytäänkin käsittelemään yhtenä kokonaisuutena. Samalla tehdään myös kompromissi käsittelymetodista, jonka on sovellettava esineen kaikille eri materiaaleille (Jedrzejewska 1990, 25; Pearson 1987, 247). Konservattori joutuukin tekemään työssään valintoja ja huomioimaan niin eettiset, tutkimukselliset kuin käytännön seikatkin pohtiessaan parasta käsittelytapaa komposiittiesineille. Hanna Jedrzejewska huomauttaakin artikkelissaan *Ethical problems in the conservation of composite metal objects* (1990, 25), että vaikka komposiittiesineisiin pätee tietyt yleiset peruseriaatteet, on jokainen monimateriaaliesine yksilöllinen ja siihen on aina suhtauduttava tapauskohtaisesti.

Mikäli esine koostuu sekä epäorgaanisesta materiaalista, kuten lasi, metalli, keramiikka tai kivi, että orgaanisesta materiaalista kuten puu, luu, tekstiili tai nahka, on sopivan käsittelymetodin löytäminen entistä vaikeampaa (Pearson 1987, 248). Joudutaan valintojen eteen, ja tekemään priorisointia joidenkin materiaalien hyväksi (Cronyn 1990, 94; Sease 1992, 55). Parhaat stabilointimetodit orgaaniselle ja epäorgaaniselle materiaalille ovat myös erilaisia (Cronyn 1990, 93). Tällöin käsittely valitaan usein hauraamman orgaanisen materiaalin mukaan, mutta poikkeustapauksiakin voi olla, mikäli orgaaniset jäänteet ovat vähäisiä ja huonokuntoisia suhteessa epäorgaanisen materiaalin kuntoon ja tutkimukselliseen arvoon. Konservointikäsittelyt voidaan suorittaa myös useassa eri vaiheessa suojaten vuorotellen esineen eri materiaaleja (Halinen ym. 2009, 235). Eri materiaalit vaativat myös erilaisia säilytysolosuhteita kosteuden, lämpötilan ja valon osalta (Jedrzejewska 1990, 26; Sease 1992, 55). Tämä on huomioitava erityisesti komposiittiesineiden kohdalla, sillä olosuhteet, jotka suosivat orgaanisia materiaaleja, saattavat olla haitaksi epäorgaanisille materiaaleille ja päinvastoin (Watkinson 1987, 48). Komposiittiesineet kärsivät myös usein "luontaisesta viasta," joka syntyy sen eri materiaalien välisestä yhteensopimattomuudesta. Tämä pätee esimerkiksi monimetallikomposiitteihin, joissa toinen metalli on itsessään vahingollinen toiselle ja saa sen korrodoitumaan (Logan, Binnie & Cook 1999, 1). Tätä kutsutaan myös galvaaniseksi tai bimetalliseksi korrodoitumiseksi, jossa kontaktissa

olevien metallien korrodoituminen riippuu niiden jalousasteesta. Reaktiossa epäjalompi metalleista korrodoituu. Veitsen kupariniitit ja rautainen ruoto muodostavat esimerkiksi galvaanisen parin, jossa kupariset niitit kiihdyttävät raudan ruostumista (Rodgers 2004, 196).

Sekä raudasta että orgaanisesta aineksesta koostuvat komposiittiesineet ovat erityisen ongelmallisia, etenkin jos löydöt ovat märkiä (Pearson 1987, 248). Niitä ei voida pitää loputtomiin märkinä, sillä rauta alkaa ruostumaan ja orgaaninen materiaali tuhoutumaan bakteerien ja homeiden takia. Metallin korroosiotuotteet voivat lisäksi kulkeutua esineen orgaanisen materiaalin puolelle. Joskus tästä voi tosin olla hyötyäkin, sillä metallin korroosiotuotteet voivat korvata arkeologisen löydön orgaanisen materiaalin, ja säilyttää näin muutoin mahdollisesti maassa tuhoutuvan jäänteen muodon niin sanottuna pseudomorfinä (Cronyn 1990, 28-29, 172, 183, 220, 244; Tomanterä, Arponen, Lampinen 2008, 21). Rautakorroosio muodostaa orgaanisen jäänteen ympärille korroosiokerroksen, jolloin orgaanisen aineksen tuhouduttua siitä jää negatiivinen painannekopio korroosioon (Tomanterä ym. 2008, 21). Kuparikorroosiotuotteet puolestaan imeytyvät orgaanisen materiaalin rakenteeseen ehkäisten sitä luhistumasta. Tämän lisäksi kupari ionit ovat myrkyllisiä haitallisille organismeille suojellen myös näin orgaanisia materiaaleja. (Cronyn 1990, 28, 219.)

Raudan korroosion vaikutukset orgaanisille jäänteille ovat kuitenkin muutoin vahingollisia niin kemiallisesti, rakenteellisesti kuin esteettisestikin. Esimerkiksi huokoisen luun pintaan ruoste jättää helposti ruskeanoransseja tahroja, joita on lähes mahdotonta poistaa. (Pearson 1987, 157-158.) Komposiittiesineiden puhdistuksessa on hyvä noudattaa varovaista lähestymistapaa, sillä toisinaan arkeologista löytöä ympäröivä maa-aines tai korroosio ovat ainoat asiat, jotka pitävät sen rappeutuneita osia kiinni toisissaan (Sease 1992, 55). Komposiittiesineitä puhdistessa on myös huomioitava, että eri materiaalit saattavat vaatia erilaisia puhdistusmetodeja (Cronyn 1990,93). Lisäksi on huomioitava, että jotkin konservoinnissa käytetyt kemikaalit voivat rajoittaa luonnontieteellisten analyysimenetelmien käyttöä löytömateriaaleihin tai kontaminoida näytteen ottoa (Halinen ym. 2009, 235). Arkeologinen luuaineisto voi esimerkiksi soveltua radiohiiliajoitukseen tai sen avulla voidaan analysoida muinaista ruokavaliota (Robinson 1998, 37).

2.3 Luu esinemateriaalina

Luu, umpisarvisten eläinten sarvi¹ ja norsunluu koostuvat kaikki orgaanisesta proteiinista, josta suurin osa on kollageenia, sekä epäorgaanisesta kalsiumfosfaatti mineraalista nimeltä hydroksidiapatiitti: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Kollageenin suhde hydroksidiapatiittiin vaihtelee kuitenkin hivenen näiden materiaalien kesken, samoin kuin niiden fyysinen rakenne (Godfrey, Kasi, Schneider & Williams 2001, 528). Luun koostumus aikuisella selkärankaisella on keskimäärin 1:2 kollageenia ja hydroksidiapatiittia, minkä lisäksi 5% sen painosta on vettä (Cronyn 1990, 275). Epäorgaaninen mineraalirakenne tuo luustoon lujuutta ja jäykkyyttä. Selkärankaisilla luurangon tehtävä onkin toimia sisäisenä tukirankana ja suojata sisäelimiä, kun taas orgaanisten komponenttien ansiosta luulla on kyky kasvaa ja korjata itseään (Stone 2010, 1). Jokainen yksittäinen luu, hammas tai sarvi on lisäksi muotoutunut tiettyyn eriävään muotoon riippuen sen tarkoituksesta (Sease 1992, 48).

Luukudosta on kahdenlaista tyyppiä: kevyttä ja huokoista hohkaluuta sekä painavampaa ja tiheämpää kuoriluuta (Cronyn 1990, 275). Luiden pintakerros sekä pitkien luiden varret ovat kuoriluuta. Luiden päät, pienten luiden sisäosat sekä nikamat ovat sen sijaan hohkaluuta. Luiset koriste-esineet ja työkalut valmistetaan yleensä kiinteästä kuoriluusta, etenkin pitkistä raajojen luista tai kylkiluista (Halahan & Plowden 2003; Sease 1992, 48). Mikäli esineessä on kuitenkin jäämiä hohkaluusta se on oivallinen tunnusmerkki, joka kertoo ettei kyseessä voi olla ainakaan norsunluu, jossa sitä ei ole, toisin kuin luussa ja sarvessa (Merritt 2007, 2 in Chapter E; Sease 1992, 48). Luun pintaa rei'ittää myös pienet kanavat, joiden kautta suonet kuljettavat verta luukudokseen (Cronyn 1990, 275). Nämä verisuonikanavat näkyvät työstettyjen luuesineiden pinnassa usein pieninä mustina pisteinä, viivoina tai onteloina (Halahan & Plowden 2003, 54; Stone 2010, 1). Tämä on myös tunnusomainen tapa erottaa työstetty luu/sarvi ja norsunluu toisistaan, sillä norsunluussa joka on hammasainetta, ei

¹ Puhuttaessa materiaalina sarvesta on huomioitava, että englanninkieliset sanat *antler* ja *horn* jotka tarkoittavat eri asiaa ja koostuvat eri aineksesta, suomennetaan usein samalla yleissanalla "sarvi". Tämä saattaa aiheuttaa käsitteellistä sekaannusta. Puhuttaessa hirvieläinten sarvista (*antler*) voidaan kuitenkin käyttää termiä "umpisarvisten eläinten sarvet". Nämä sarvet ovat umpiluuta. Esimerkiksi porolla, hirvellä ja kaurislajeilla on ompiluiset sarvet. Kun taas puhuttaessa sarvista jotka koostuvat *keratiinista* voidaan käyttää nimitystä "onttosarvisten eläinten sarvet". Sarveisaineen keratiini ei ole luuta vaan kuitumaista ainetta josta muodostuvat myös karvat, kynnet ja kaviot (Stone 2010, 2). Näissä sarvissa on ontto sarveistuppi eli tohlo pysyvän luuytimen ympärille, eikä eläin pudota niitä vuosittain. Esimerkiksi nautaeläimillä, lampaalla ja vuohella on ontot sarvet.

ole näitä verisuonikanavia (Sease 1992, 48). Luuta voidaan väliaikaisesti pehmittää työstöä varten esineiksi, liottamalla sitä vedessä tai happamassa liuoksessa kuten etikassa tai piimässä (Cronyn 1990, 275-276). Koska luu menettää suuren osan orgaanisesta aineksestaan mikäli siitä valmistetaan ruokaa, vain tuore luu on sopivaa työstettäväksi esineiksi (Krzyszowska 1990, 25). Eri kulttuureissa on valmistettu luuartefakteja aina elinympäristölleen tyypillisen eläimistön luista sekä kasvatetun karjan luustosta (Minnesota Historical Society 2009, 1).

Hirvieläinten päästä kasvavat sarvet ovat umpiluuta. Ne kasvavat nopeasti ja koostuvat kiinteästä ulkopinnasta, joka on luonteenomaisesti karkeampi ja uurteisempi kuin luussa, sekä sen sisäpuolella olevasta huokoisesta hohkaluusta (Cronyn 1990, 276). Tässä sarviaineessa on proteiinien lisäksi myös rikkiä (Halinen ym. 2009, 229). Myös umpiluisissa sarvissa on verisuonikanavia, mutta niitä on vähemmän kuin luussa ja ne ovat epäsäännöllisempiä (Stone 2010, 1). Nämä sarvet ovat aluksi samettimaisen nahan peittämät ja eläin pudottaa ne vuosittain, kasvattaakseen ne uudestaan entistä suurempina. Umpisarvisten eläinten sarvi on tyypillisesti kovempaa, painavampaa ja väriltään ruskehtavampaa kuin luu sekä näyttää mikroskoopin alla tiheämmältä (Merritt 2007, 3 in Chapter E; Pearson 1987, 53; Stone 2010, 1). Sitä pystytään kuitenkin työstämään samaan tapaan kuin luuta ja siitä on valmistettu erityisesti työkaluja, aterimien kädensijoja sekä nappeja (Cronyn 1990, 276; Merritt 2007, 3 in Chapter E).

Aito norsunluu on elefantin tai mammuutin syöksyhammasta, mutta englanninkielen sana *ivory* voi tarkoittaa myös muita samantapaisia hammasaineita, kuten mursun ja virtahevon hammasta (Merritt 2007, 3 in Chapter E). Norsunluun koostumus on 1:3 kollageenia ja hydroksidiapatiittia, josta 10% painosta on vettä (Cronyn 1990, 276). Norsunluulle tunnusomainen piirre on sen kerrostunut rakenne, joka on muodostunut hampaan kasvaessa kerros kerrokselta. Poikkileikkauksessa tämä näkyy samantapaisena rengasmaisena kasvuna kuin puun vuosirenkaat. Lisäksi poikkileikkauksessa tunnusomainen piirre on tiheä ristikkomainen kuviointi kasvurenkaiden päällä. Toisin kuin luussa, norsunluussa ei ole verisuonikanavien lisäksi myöskään luuydintä. Norsunluu on yleensä valkoisempaa, kovempaa, tiheämpää ja painavampaa kuin luu. (Stone 2010, 1.) Vaikka norsunluu on tyypillisesti väriltään valkoista, tiheästi käsiteltynä ja pinnan rasvoittuessa se saattaa muuttua kellertäväksi tai ruskehtavaksi. Patinakerros kuitenkin auttaa suojaamaan norsunluun pintaa

rappeutumiselta (Cronyn 1990, 277). Liian voimakkaalle valolle altistuminen puolestaa haalistaa norsunluuta. Poltettuna se saa harmahtavan värin, mitä on käytetty myös tarkoituksella koriste-efektinä. Myös norsunluuta voidaan muokata pehmittämällä sitä hyvin kuumassa vedessä tai etikassa (Cronyn 1990, 276). Norsunluuta on helppo kaivertaa, joten siitä on valmistettu runsaasti taidokkaita koriste-esineitä. Lännessä norsunluusta tehtiin 1600-luvulta lähtien huonekalujen koristeupotuksia, miniatyyrimaalauksia, veistoksia, shakkinappuloita yms. (Miller 2007, 170).

Luu, umpisarvisten eläinten sarvi sekä norsunluu ovat anisotrooppisia ja hygroskooppisia materiaaleja (Cronyn 1990, 275). Tämä tarkoittaa sitä, että eri puolilla materiaalia sen fyysiset ominaisuudet vaihtelevat keskenään ja se imee itseensä helposti kosteutta. Hygroskooppisuutensa takia nämä materiaalit, erityisesti hammasluu kuten norsunluu, ovat herkkiä kosteuden vaihteluille, mikä saattaa johtaa materiaalin säröilemiseen tai halkeamiseen. Eräs keino luumateriaalin kunnan määrittämiseksi on sen pinnan kovuuden tutkiminen. Mikäli se tuntuu pehmeältä ja sienimäiseltä, on materiaali rappeutunut. Pehmeä luu kärsii myös enemmän veden haihtumisesta kuivuessaan ja sen rakenne saattaa luhistua. Huonokuntoiset luut saatetaankin joutua konsolidoimaan ennen kuivatusta. (Grant 2002,1.)

Kaikki nämä materiaalit muodostuvat pääasiassa kahdesta komponentista, orgaanisesta ja epäorgaanisesta, jotka säilyvät vastakkaisissa pH-pitoisuuksissa. Ph:lla onkin suurin merkitys arkeologisten luuesineiden säilymiselle maassa. Happamassa maaperässä epäorgaaninen hydroksidiapatiitti liukenee, jättäen jäljelle pehmeän kollageenin, joka kutistuu kuivuessaan. Emäksisessä maaperässä liukenee puolestaan orgaaninen kollageeni ja se altistuu bakteerien hyökkäyksille, jolloin jäljelle jää hauras ja kuivuessa mureneva hydroksidiapatiittirakenne. J. M. Cronynin (1990, 277) mukaan luumateriaalit säilyvän parhaiten joko hyvin kuivissa olosuhteissa, tai olosuhteissa, joissa on korkeat pitoisuudet kalsiumkarbonaattia kohtuullisessa pH-arvoissa, kuten tavataan meressä. Donny L. Hamilton (1999) sitä vastoin toteaa teoksessaan *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites*, että kuivista kohteista peräisin oleva arkeologinen luu- ja norsunluumateriaali muuttuu helposti kuivaksi, hauraaksi ja fragmentoituneeksi. Näin ollen, vaikka kuivissa olosuhteissa eliminoituukin tiettyjä luuta uhkaavia tekijöitä, kuten veden aiheuttama tuho ja kosteudessa viihtyvät organismit, aiheuttaa myös kuivuminen itsessään vauriota luulle. Vastaavasti huonoin

esimerkkiolosuhde Cronynin (1990) mukaan, jossa luuaines saatetaan menettää kokonaan, olisi happipitoinen, hapan ja läpi-huuhdova soramaa. Luut fossiloituvat kalkkipitoisissa kerrostumissa orgaanisen aineksen korvautuessa epäorgaanisilla kalsiumsuoloilla. Mutta koska tämä prosessi on hyvin aikaa vievää, fossiloitumista ei tavata arkeologisilla luuesineillä. (Cronyn 1990, 277.)

Koska luumateriaalit ovat huokoisia ja väriltään vaaleita, ne värjäytyvät helposti jouduttuaan hautautuneeksi maahan. Suossa tai happipitoisissa savimaakerroksissa ne usein tummuvat ja saavat ruskehtavan sävyn (Cronyn 1990, 278-279). Myös metallit värjäävät luuta; raudan korroosio voi värjätä luun oranssin ruskehtavaksi, tai rauta voi muodostaa sinivihreää rautafosfaattia eli vivianiittia² luuhun. Kuparikorroosio puolestaan jättää jälkeensä vihertävät tahrat. (Cronyn 1990, 279; Watkinson 1987, 73.) Luumateriaalia on saatettu värjätä myös tarkoituksenmukaisesti eri väreillä mustasta aina punaiseen tai vihreään (Watkinson 1987, 73).

Joskus esine saattaa näyttää luiselta, mutta ei todellisuudessa olekaan sitä. Selluloidimuovia, jota valmistettiin nitroselluloosasta ja kamferista, käytettiin 1800-luvun loppupuoliskolta 1900-luvun alkupuolelle imitoimaan luisia, sarvisia ja etenkin norsunluisia esineitä (Singley 1988, 84, Stone 2010, 2). Selluloidi oli halvempaa kuin aidot orgaaniset materiaalit, ja siitä valmistettiin runsaasti pienesineitä kuten koruja, hiuskampeja, nappeja sekä aterimien kädensijojia. Selluloidi on kuitenkin paloarkaa ja hauraampaa kuin luu. Näitä esineitä puhdistettaessa on myös huomioitava että se on asetoniin liukenevaa (Singley 1988, 84). Selluloidi ei ole yhtä painavaa kuin aito norsunluu ja sen väriytyminen on usein tasaisempi (Stone 2010, 2). Norsunluu tuntuu myös kosketettaessa viileältä, toisin kuin muovikopiot (Miller 2007, 170). Selluloosanitraattiesineet voidaan myös tunnistaa kemiallisella spot-testillä difenyyliamiinin avulla (Stone 2010, 2). Luuta ja norsunluuta on imitoitu myöhemmin myös kaseiinilla eli maitoproteiinista valmistetusta muovista sekä hartseilla (Miller 2007, 173; Stone 2010, 2).

² Rautafosfaattia ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8(\text{H}_2\text{O})$) eli vivianiittia, joka tunnetaan myös nimillä sinimaa tai siniokra, muodostuu epäorgaanisessa ympäristössä malmiesiintymissä sekä orgaanisen materiaalin maatuessa, esimerkiksi maahan hautautuneissa luissa. Suomessa sitä esiintyy etenkin Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan soilla multamaisena massana savessa ja turpeessa. Epäorgaanista vivianiittia käytetään myös pigmenttinä. (Hintsanen 2008.)

3 Veitset

3.1 Veitsien historiallinen tausta

Keskiaika ajoitetaan Suomessa yleensä aikaan 1150 – 1520 jälkeen ajanlaskumme alun. Käyttöveitset olivat keskiajalla eri puolilla Eurooppaa melko samantyyppisiä, mutta niissä on nähtävissä myös alueellisia erityispiirteitä (Ruusuvuori 2009, 102). Ruusuvuori toteaaakin kirjassaan *Puukon historia* (2009, 102), että esimerkiksi suomalaisissa piiloruotoveitsissä ja puukoissa on kahva yleensä ergonomisemmin muotoiltu ja teräkulma suurempi kuin englantilaisissa vastineissaan. Vaikka erilaisten koristelutyötyylien yleisyys ja niiden laatu vaihtelivatkin alueittain, olivat veitsien ja niiden tuppien koristelun yleiset tyylivirtaukset samankaltaisia ympäri Eurooppaa. Useimmat arkeologisilta kaivauksilta löytyvät veitset ovat tavallisten ihmisten käyttöesineitä, joita on mahdollisesti kannettu myös mukana nahkatupessa tai vaatteisiin työnnettyinä. Sekä miehet että naiset kantoivat ja käyttivät veitsiä.

Keskiajalla valmistettiin edelleen pitkiä, myös itsepuolustukseen soveltuvia veitsiä, mutta pienestä yleiskäyttöveitsestä alkoi kehittyä etenkin kaupunkikulttuurin piirissä nimenomaan ruokailuun erikoistunut veitsi (Ruusuvuori 2009, 82). Museum of Londonin julkaiseman *Knives and Scabbards* (2000, Cowgill, De Neergaard, & Griffiths) teoksen mukaan veitsien rakenteessa tapahtui perustavanlaatuisen muutos 1300-luvulla. Ennen 1300-lukua kaikissa veitsissä oli kiinteät kahvat kiinnitettynä piikkimäiseen piiloruotoon, kun taas 1300-luvun jälkipuoliskolla veitsissä tavataan yhä useammin komposiittikahva, joka koostuu kahdesta kahvalevyn puoliskosta, jotka on kiinnitetty niitein levymäiseen täysruotoon (ks. kuva 1). Tämän muutoksen myötä veitset alkoivat kehittyä myös pitempi- ja kapeampiteräisiksi ja niihin lisättiin erilaisia metalliheloja, kuten olkahely ja päätynoppi, joissa saattoi lisäksi olla näyttäviä koriste-elementtejä. Muutoksen myötä veitsien valmistuksessa voidaan nähdä ensi kertaa myös erikoistumista. Tämä heijastuu puolestaan pöytäveitsien³ lisääntyneessä määrässä arkeologisessa löytöaineistossa. 1300-luvun alussa myös valmistajan merkit

³ Ennen 1300-lukua vain isännälle ja kunniavieraille laitettiin henkilökohtainen veitsi pöytään aterian yhteydessä. Muiden oli tuotava oma veitsi mukanaan tai jaettava. Keskiajan kuvat juhla-aterioista kertovat, että pöytään varattiin keskimäärin kaksi veistä seitsemää aterioitsijaa kohden. (Cowgill ym. 2000, 55.)

otettiin laajemmin käyttöön, mikä kertoo osaltaan noususta veitsiseppien työn laadussa sekä itsetietoisuudessa ammattilaisina (Cowgill ym. 2000, xi-xiii.)

Myös alan käsityöyritykset kehittyivät näihin aikoihin. 1300-luvulla Euroopassa veitsien valmistus keskittyi suuriin keskuksiin, joissa oli saatavilla niin hyvää teräsmateriaalia kuin vesivoimaa (Ruusuvuori 2009, 102; Cowgill ym. 2000, xiii). Näistä valmistuskeskuksista veitsiä kaupattiin eteenpäin Euroopan markkinoille, joskus kauemminkin. Tämän lisäksi toimi myös kierteleviä veitsiseppiä, jotka tarjosivat taitojaan, missä matkustivatkin. Paikalliset pienvalmistajat puolestaan ottivat mallia uusista veitsityypeistä ja koristelutavoista, mikä voi myös hankaloittaa veitsien alkuperän määrittämistä. Valmistajat koristivat veitsen terän yleensä henkilökohtaisella tai pajansa merkillä, mutta toiset merkeistä ovat painuneet jo unholaan, eikä niiden tarkkaa alkuperää tai ajoitusta enää pystytä jäljittämään. Tunnetuimpien valmistajien merkkejä saatettiin lisäksi väärentää. (Cowgill ym. 2000, 33; Ruusuvuori 2009, 102.)

1500-luvulla tavallisten käyttöveitsien mallit jatkavat pitkään keskiaikana kehittyneitä muotoja (Ruusuvuori 2009, 105). Vähitellen renessanssin aiheet ilmestyivät myös niihinkin. Kahvoja koristeltiin figuratiivisin aihein, ja kahvan yläpää tai sen erillinen ylähela muotoiltiin rohkeammin kuin ennen. Hienoimmassa yksilöissä saatettiin käyttää jopa kaukaa merien takaa tuotuja materiaaleja kuten helmiäistä, kilpikonnaa, kilpeä ja eksoottisia puulajeja. 1500-luvulla syömäveitset olivat yleensä kahvaltaan ja terältään kapeita ja teräväkärkisiä. Tämän lisäksi myös keikkakärkinen terä⁴, yleistyi käyttöveitsiin 1500-luvulta lähtien. Keskiajalla käytössä olleet kuparisekoitteiset helat korvattiin integroiduiksi rautaheloiksi, jolloin helat valmistettiin samaan rauta-aihiin terän kanssa. 1500-luvun alkupuolella veitset olivat yleensä täysruotokahvaisia, myöhemmin yleistyi pitkähkön integroidun rautahelan ja piiloruotoisen kahvan käyttö. 1500-luvulla alettiin valmistaa myös ensi kertaa varsinaisia haarukka- ja veitsiaterinsettejä, mutta ne olivat pitkään lähinnä yläluokkainen harvinaisuus. (Ruusuvuori 2009, 105-106.) Haarukat olivat aluksi kaksipiikkisiä (Nokela 2012, 69).

1600-luvulla runsaskoristeiset ja arvokkaista materiaaleista tehdyt veitsenkahvat yleistyivät entisestään. Myös tinaa alettiin käyttämään useammin kahvamateriaalina.

⁴ Keikkakärkiterässä hamara nousee kaarevasti ylöspäin ilman selkeää mutkaa tai kärjen lähellä olevaa taitosta (Ruusuvuori 2009, 21).

Nyt haarukat yleistyivät veitsien parina ja aterimet valmistettiin usein hopeasta. 1600-luvun kuluessa syömäveitsien terän kärki alkoi tylsyä ja pyöristyä. Muutos johtui siitä ettei terävällä kärjellä tarvinnut enää seivästä ruokapalaa suuhun viemiseksi, vaan sitä varten oli apuna haarukka. 1600-luvulla yleistyvät myös linkkuveitsi malliset veitset. (Ruusuvuori 2009, 106.) Aterimet säilyivät kuitenkin ylellisyytesineinä 1700-luvulle asti, eikä ne kuuluneet juhlapöydän kattaukseen, vaan vierailija toi aterialle tullessaan mukanaan omat syömävälineensä pienessä rasiassa (Nokela 2012, 69). Syömäveistä saatettiin kantaa myös samassa tupessa tehokkaamman teräaseen kanssa.

1700-luvulla tapa ylhäisön piirissä kantaa ruokailuvälineitä mukanaan tupessa vyössään hiipuu. Henkilökohtaisten syömäveitsien sijaan aterimet ovat nyt pöytäkalttuurin kehittyessä osana kattausta (Nokela 2012, 69). Samalla veitsien muotoilu ja koristelu muuttuu yksinkertaisemmaksi. Niissä näkyi kuitenkin usein ajan tyylikausien ominaispiirteet. 1700-luvun alussa kädensijan ornamentiikkaan toi vaikutteita rokokoo ja sen loppu puolella kustavilaisuus. 1700-luvun puolivälissä aterinveitsissä tuli muotiin ns. ranskalainen terä, joka oli terältään symmetrisesti kapeneva ja teräväkärkinen. Myös erilaisien hopean korvikemateriaalien käyttö ruokailuvälineiden valmistuksessa yleistyi. Vähitellen uudet syömätavat kuten haarukan ja veitsen käyttö tulivat myös tavallisen kansan piiriin, mutta etenkin maaseudulla käyttöveistä käytettiin yhä myös henkilökohtaisena syömäveitsenä, eivätkä veitsien yleiset mallit välttämättä poikenneet paljoakaan keskiaikaisista esikuvistaan. (Ruusuvuori 2009, 106.)

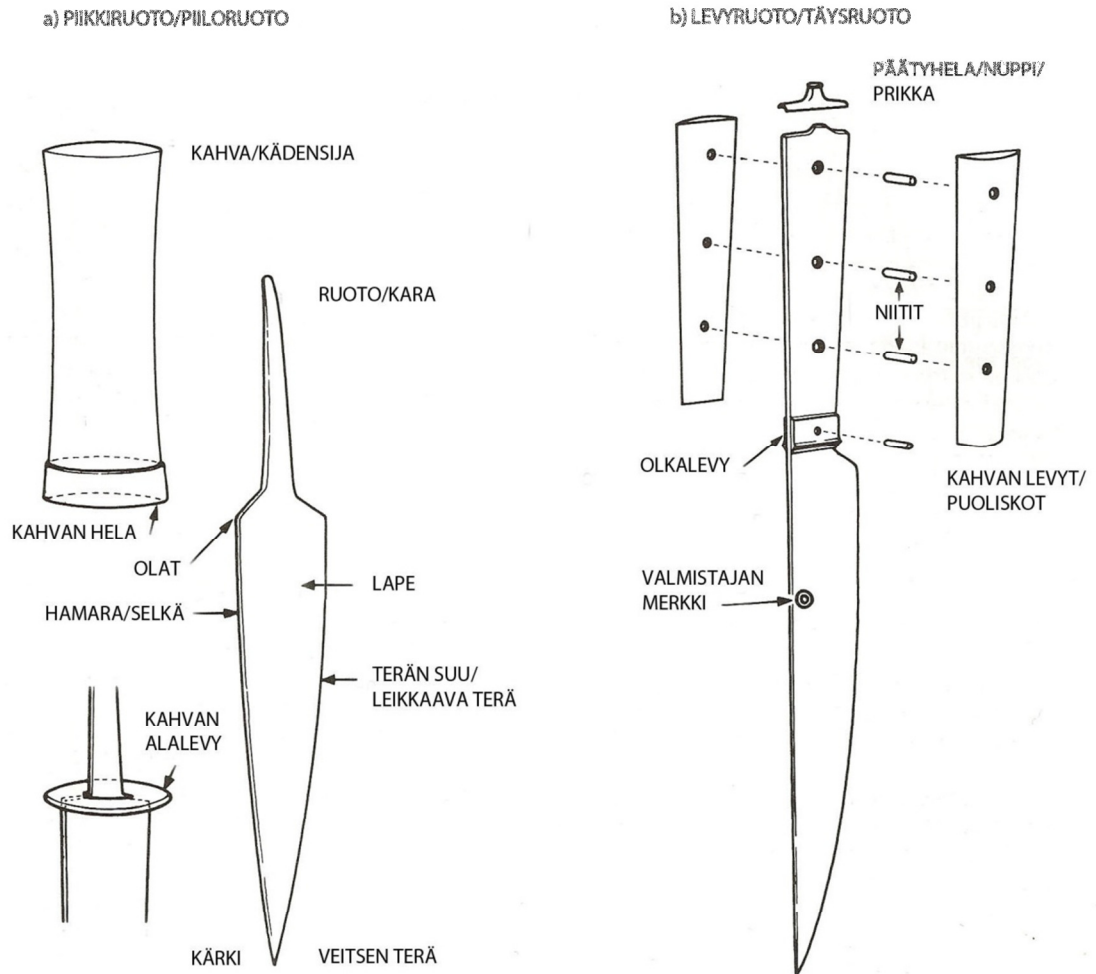
1800-luvulla valmistetaan runsaasti erilaisia ruokailuvälineitä. Hopeisten aterimien koristeluun vaikutti kertaustyyleistä eniten uusrokokoo. Suurin muutos ruokailuvälineiden teossa on 1800-luvun puolivälissä tapahtunut kehitys teräksen valmistuksessa, jonka jälkeen teräsesineiden tuotanto halpenee ja yleistyy. Myös ensimmäiset muovit saapuvat markkinoille ja aidon norsunluisen, luisen tai sarvesta valmistetun kahvan sijaa aterimissa saattaakin olla näitä materiaaleja imitoiva synteettisestä selluloidista valmistettu halvempi kopio kahvanaan. Ruokailuvälineiden sarjavalmistuksen alkaessa 1800-luvun puolivälissä sekä valmistusprosessin että valmistusmateriaalien halvetessa, aterimet leviävät joka kotiin ja niistä tulee tavallisten ihmisten joka päiväinen käyttöväline (Nokela 2012, 70).

3.2 Veitsien rakenne

Veitsi on leikkaamiseen tarkoitettu työkalu, jota on käytetty niin työvälineenä kuin aseena. Veitsiä on eri kokoisia ja mallisia niin terän kuin kahvankin osalta, ja nämä tekijät määräävät myös veitsen käyttötarkoituksen (Cowgill ym. 2000, 51). Veitset ovat yksiteräisiä, eli ne on teroitettu vain toiselta puolen terää, eikä niissä tavallisesti ole väistintä eli sormisuoja. Tavallisesti veitsen terä on alle 35cm pitkä, mutta talouskäyttöön on voitu valmistaa myös suurempikokoisia veitsiä. Ruuan valmistus ja sen syöminen ovat vaatineet eri tyyppisiä veitsiä kuten keittiöveitsiä, leikkuuveitsiä, teurastajan veitsiä sekä pöytäveitsiä. Työvälineenä käytettyjä veitsiä ovat puolestaan esimerkiksi nahkurin veitsi, partaveitsi, skalpelli sekä kynäveitsi. Kaksiteräiset, pistämiseen tarkoitetut, ja usein väistimellä varustetut teräaseet ovat puolestaan tikareita. Veitsistä on erotettavissa vielä suomalaisille tuttu puukko, joka on yksiteräinen, piiloruotoinen, etenkin puun vuolemiseen soveltuva, useimmiten tupessa kannettava, lyhytteräinen yleistyökalu. (Ruusu vuori 2009, 12-13.)

Veitsi koostuu kahdesta pääosasta: terästä sekä kahvasta. Rakenteellisesti veitsiä on kahta eri tyyppiä, jaoteltuna sen mukaan, kuinka terä on kiinnitetty kahvaan (Cowgill ym. 2000, 25). Nämä tyypit ovat piikkiruotoinen⁵ veitsi sekä levyruotoinen veitsi (kuva 1). Piikkiruoto on tyypillisesti leveämpi terän juuressa ja kapenee piikkimäiseksi kärjeksi. Tämän tyyppin ruoto on ns. piiloruoto, joka ei ole näkyvillä, vaan jää kokonaan kahvan sisään (Ruusu vuori 2009, 25). Kumpikin ruototyyppi voi edetä veitsen kahvan sisällä joko osan matkaa tai se voi ylittää koko kahvan pituudelta, jolloin puhutaan läpiruodosta (Ruusu vuori 2009, 25). Läpiruoto on saatettu kiinnittää veitsen päätyhelaan. Piikkiruotoisen tyyppin kohdalla veitset, joissa on lyhyt piiloruoto ovat yleensä vanhempia kuin veitset, joissa on läpiruoto (Cowgill ym. 2000, 25). Levyruoto jatkuu veitsen terästä tyypillisesti kahvan levyisenä ja mallisena, minkä takia sitä kutsutaan myös täysruotorakenteiseksi, ja se on kiinnitetty kahvan puoliskoihin niitein (Ruusu vuori 2009, 16). Katsoessa tämän tyyppin veistä hamara tai leikkausterä sivuilta levyruoto on tyypillisesti nähtävillä kahvan puolikkaiden välistä.

⁵ Käyttämässäni englanninkielisessä lähteessä *Knives and scabbards* (2000) piikkiruotoinen veitsi on *whittle tang*. Whittle tarkoittaa veistämistä tai siihen tarkoitettua työkalua, puukkomaista veistä. Tämä on kuitenkin hankala kääntää ja lisäksi termi viittaa enemmän veitsen käyttötarkoitukseen kuin varsinaisesti siihen, miten kahva on kiinnitetty veitsen terään. Vaikka kyseisenlainen ruoto onkin tyypillinen puukoissa tämä ei sulje pois sitä etteikö niitä olisi myös veitsissä, joten päätin suomentaa termin viittaamalla ruodon muotoon (vrt. levyruoto, *scale tang*).



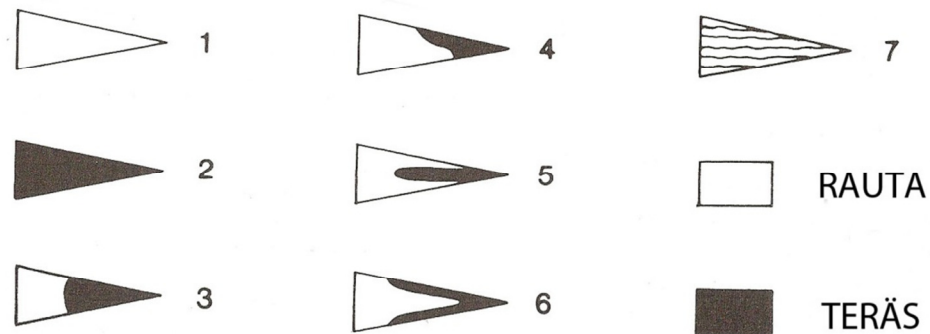
Kuva 1. Keskiaikaisten veisten rakenne: a) piikkiruoto/piiloruoto, b) levyruoto/täysruoto (Cowgill ym. 2000, 9).

Veitsen terä oli keskiajalla tyypillisesti *takorauta*⁶, mutta koska se ei ollut kyllin vahvaa tuottamaan kunnollista leikkausterää, takorautaan lisättiin usein vahvempaa hiiliterästä (kuva 2). Tämä johtui siitä, että takorautaa ei voida vahvistaa karkaisemalla⁷, kuten rautaa, jossa on korkeampi hiilipitoisuus. Veitsen terä ja ruoto taottiin yhdestä rautakappaleesta, johon teräksinen leikkausterä ahjohitsattiin ennen muotoilua. Metallit

⁶ Myös *kankirauta* tai *meltorauta*: rautaseos jossa hiilen pitoisuus on alle 0,5%. Pehmeä, mutta helposti muokattava ja joustava rautaseos. Takorautaa voidaan kovettaa kylmätaonnalla muokkaamalla raudan kiderakenteita.

⁷ Teräksen karkaisu perustuu faasimuutokseen austeniitista martensiitiksi. Jotta muutos tapahtuisi metallissa, se on kuumennettava tietylle lämpöalueelle ja jäädytettävä nopeasti. Lämpöalue riippuu hiilipitoisuudesta ja mitä suurempi se on, sitä vahvempi myös martensiitti on. Martensiittisellä kiderakenteella on metastabiili tasapainotila, eli huoneenlämmössä martensiitilla on pysyvä kiderakenne, mutta riittävästi sitä lämmitettäessä martensiittirakeista poistuu hiiltä, jolloin teräksen kovuus alenee ja sen sitkeys kasvaa.

jäähdytettiin nopeasti eli sammutettiin, jotta teräspinnasta tulisi kovempi ja lujempi. Tämä tekee kuitenkin teräksestä hauraan, joten se uudelleen lämpökäsiteltiin eli päästettiin, mikä lisäsi sen sitkeyttä. (Cowgill ym. 2000, 8.) Lämpökäsittelyä, jossa karkaisun jälkeen suoritetaan päästö korkeassa, yli 450 °C lämpötilassa, kutsutaan puolestaan nuorrutukseksi. Nuorrutettu teräs on sekä lujaa, että sitkeää.



Kuva 2. Erilaisia metodeja yhdistää rauta ja teräs terällisiin tarvekaluihin Lontoon keskiaikaisissa löydöissä. 7) Taotut rautaliuskat ajohitsattuina yhteen. (Cowgill ym. 2000, 10-11).

Veitsen kahva valmistettiin joko puusta, luusta, sarvesta tai metallista, tai oli yhdistelmä useampaa materiaalia. Teoksen *Knives and scabbards* (2000, 25) mukaan piiloruotoiset veitset olivat tavallisin veitsityyppi aina 1300-luvun alkupuolelle asti. Useimmat tyyppin kahvat ovat muodoltaan sylinterimäisiä kappaleita, joihin piikkimäinen ruoto työnnettiin. Kahvan profiili oli usein pyöreä ja melko paksu, jotta kahva kestäisi paremmin rasitusta eikä halkeaisi. Ruoto saatettiin myös varmistaa paikoilleen, joko liimalla tai kiilojen avulla. Tyyppin kahvat säilyttävät muotonsa hyvin samankaltaisina läpi keskiajan, mutta 1300-luvulla ilmestyy myös suorakaiteenmuotoinen kahvamuunnos (Cowgill ym. 2000, 25). Piikkiruotoisten veitsen kahvat koristeltiin vain harvoin. Edellä mainitun teoksen varhaisimmat levyruodolliset veitset ovat peräisin 1300-luvun puolivälin löytökonteksteista. Levyruotoinen veitsi vaatii enemmän komponentteja, kuin piikkiruotoinen veitsi ja ne olivat myös useammin ja monimuotoisemmin koristeltuja. Kahvan kiinnitykseen käytetyt niitit olivat keskiajalla tavallisesti kupariseosta, kuten messinkiä ja ne muotoiltiin joko kiinteästä tangosta, tai ontosta putkesta. Messinki oli keskiajalla myös yleisin ei rautaa oleva metalli tyyppin kahvaosassa, ja siitä tehtiin muun muassa olkalevyjä ja päätyheloja. (Cowgill ym. 2000, 26-27). Levyruotoiset veitset ovat usein malliltaan kapeampia ja kahvaltaan

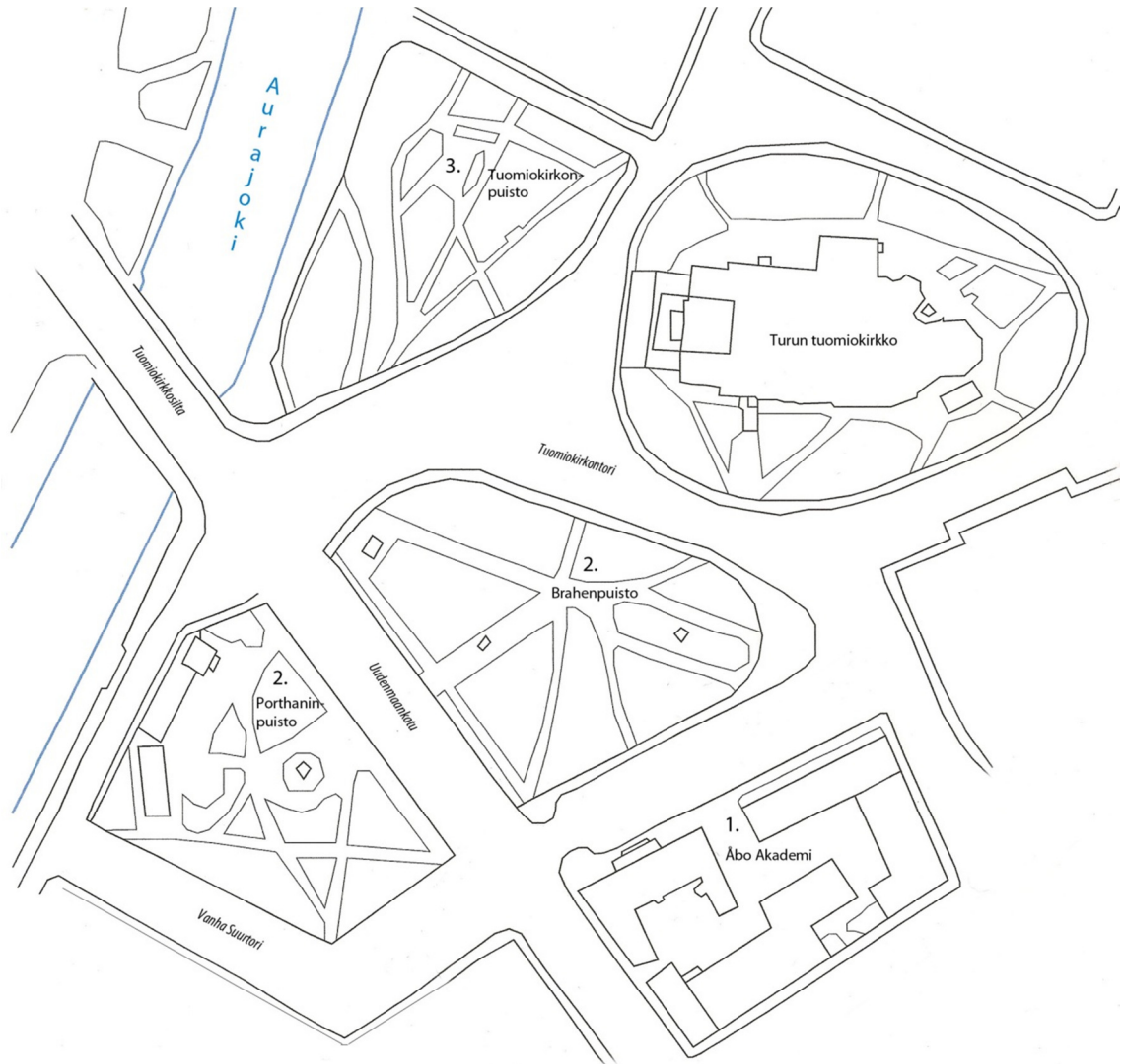
sirompia, kuin piikkiruotoiset veitset, ja ne muistuttavat suuresti ulkonäöltään nykyaikaisia pihviveitsiä (Ruusuvuori 2009, 85).

Veitsen terän, etenkin sen leikkausterän ja kärjen, koko ja muoto ratkaisevat veitset käyttötavan (Cowgill ym. 2000, 51). Kapeateräistä veistä, etenkin jos terä on pitkä, ei esimerkiksi voida altistaa suurelle rasisitusvoimalle tai se katkeaa. Tällaiset veitset soveltuvatkin paremmin hienovaraisempaan leikkelyyn ja useimmiten niitä on käytetty joko ruuan valmistuksessa, tai sen syömisessä. Myös kahvan pituus, sen muoto ja siihen käytetty materiaali ovat voineet vaikuttaa veitsen käyttöön. Pitkä kahva tarjoaa tukevamman otteen ja mahdollisuuden suuremman painallusvoiman käyttöön. Pitkakahvaista veistä on käytetty joko vaakatasossa tai hivenen yläviistoon, hyödyntäen koko leikkuuterää, kun taas lyhytkahvaisia veitsiä pidetään kädessä lähes pystyasennossa ja leikkaus tapahtuu veitsen kärkiosalla. (Cowgill ym. 2000, 51.)

3.3 Opinnäytteen veitset ja niiden vauriokartoitus

Opinnäytetyöni tutkimusmateriaali koostuu viidestä luu- tai sarvikahvaisesta veitsestä, joista jokaisen terä on joko vaillinainen tai puuttuu lähes täysin. Kaikki nämä veitset ovat peräisin Turun kaupunkiarkeologisilta kaivauksilta ja kuuluvat Turun museokeskuksen esinekokoelmiin. Kolme veitsistä TMM22700:ME0400:002, TMM22700:LU0802:001 ja TMM22814:ME2010:002 ovat märkiä löytöjä ja kaksi TMM21816:LU101 ja TMM21816:LU119 kuivia. Päänumerolla TMM22700 nimetyt löydöt ovat peräisin Brahenpuiston ja Porthaninpuiston kaivauksilta kesältä 2010, kun taas TMM22814 löytö on tullut Tuomiokirkon puistosta kaivauskaudelta 2011 (kuva 3). Päänumerolla TMM21816 nimetyt kuivat veitset ovat sen sijaan varhaisempia löytöjä Åbo Akademin päärakennuksen tontin kaivauksilta, vuodelta 1998⁸.

⁸ Åbo Akademin tontin kaivauksilta (luetteloituja löytöjä 19672 kpl) on tähän mennessä luetteloitu 49 veistä, tai niiden katkelmaa. Osa löytötulkinnoista on kuitenkin epävarmoja ja luetteloimattomien metallilöytöjen joukossa voi olla vielä lisää veitsenkatkelmia. Brahen- ja Porthaninpuiston kaivauksilta (yht. 960 löytöä) löydettiin 8 veistä, tai niiden katkelmaa, joista kaksi on ”mahdollisia katkelmia”. Tuomiokirkon puiston kaivauksilta (yht. 1598 löytöä) tuli puolestaan yksi kokonainen veitsi ja 2 katkelmaa. (Saarinen 2012d.)



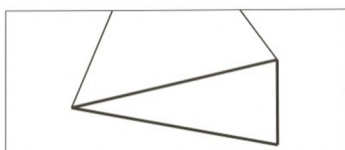
Kuva 3. Kartta kaivauskohteista Turun tuomiokirkon ja Aurajoen läheisyydessä. 1) Åbo Akademin päärakennuksen tontti, 2) Brahen – ja Porthaninpuisto 3) Tuomiokirkon puisto. Itse kaivausalueita ei ole merkitty. Kartta pohjautuu Turun seudun karttapalvelun maastokarttaan.

Tutkija Aki Pihlman (Saarinen 2012b & 2012c) on ajoittanut Åbo Akademin veitset suljettujen löytökontekstiansa perusteella keskiaikaisiksi. Veitsi TMM21816:LU101 on peräisin maayksiköstä M205, joka ajoittuu joko 1300-luvun loppuun, tai 1400-luvun alkupuolelle. Veitsi TMM21816:LU119 puolestaan löydettiin maayksiköstä M209, joka ajoittuu löytökontekstiansa perusteella joko 1300-luvun jälkipuolelle, tai 1400-luvun alkuun. Puistokaivausten märeille veitsille maayksiköt löytökonteksteineen eivät puolestaan tarjoa yhtä selkeää apua esineiden ajoittamiseksi. Tämä johtuu löytövastaavana kyseisillä kaivauksilla toimineen Heidi Martiskaisen (Saarinen 2012a) mukaan siitä, että veitset löytyivät enemmän tai vähemmän sekoittuneista maayksiköistä. Vaikuttaisi kuitenkin siltä, että ainakin Brahen- ja Porthaninpuiston

löydöt ovat nuorempia eikä siis enää keskiaikaisia, kuten Åbo Akademin maayksiköt ja niiden veitset. Veitsi TMM22700:ME0400:002 löytyi yksiköstä M400, joka oli löytöjen perusteella sekoittunut maayksikkö. Yksiköstä tunnistettiin ajoitettavissa olevia löytöjä 1600-luvulta (yksi passglasin pala mahdollisesti jo 1500-luvulta), 1700-luvulta ja ehkä jopa 1800-luvun alusta. Näin ollen kyseinen veitsi olisi vanhimmillaan 1500-luvulta ja nuorimmillaan 1800-luvun alusta, todennäköisimmin joko 1600, tai 1700 luvulta. Veitsi TMM22700:LU0802:001 löytyi puolestaan yksiköstä M802, jonka kaikki ajoitettavissa olevat löydöt sijoittuvat 1700-luvulle. Näin ollen myös yksiköstä löydetty veitsi ajoittuu luultavasti tähän aikaan. Veitsi TMM22814:ME2010:002 on peräisin yksiköstä M2010, joka oli kokonaan sekoittunut täyttökerros. Kyseisestä maayksiköstä tehtiinkin löytöjä keskiajalta (yksi kivisavikeramiikan palanen) aina 1700-luvulle, tai 1800-luvun alkuun asti. Koska kyseinen maayksikkö oli sekoittunut, se ei tarjoa tarkempaa ajoitusta siitä löydetylle veitselle, kuin että se voi ajoittua aikajanalla minne tahansa keskiajalta aina 1800-luvun alkupuolelle.

3.3.1 Veitsi TMM22700:ME0400:002

Veitsi koostuu pitkästä suorakaiteenmuotoisesta, neliskanttisesta kahvaosasta sekä piiloruotoisesta terästä, joka on katkennut kärjestään (kuvat 5 ja 6). Veitsen kokonaispituus on 15,9 cm, josta kahvan osuutta on 9,2 cm. Kahvan päässä sen leveys on noin 1,7 cm ja paksuus 1,1 cm. Veitsen terä on suora, ohut ja suunnilleen kahvaosan levyilen. Poikkileikkaukseltaan terä on kiilanmallinen eli siinä on ns. kolmioprofiili (kuva 4), joka on vanhin veitsien leikkausmalleista (Ruusu vuori 2010, 23). Tässä profiilityyppissä teränlasku alkaa suoraan hamarasta ilman erillisiä lappeita. Röntgen kuvasta (kuva 9) voidaan nähdä että veitsen piikkimäinen piiloruoto on pitkä ja ylittää lähes koko kahvan pituudelta. Kahva on käsiteltyä luuta tai kenties sarvea, jota on muotoiltu ja hiottu, ja se on väriltään ruskehtava. Veitsi tuntuu yllättävän painavalta, sekä hyvin käteen sopivalta. Se on pelkistetty ja koristelematon, mutta ollut toimiva esimerkiksi pöytäveitsenä tai pienenä yleisleikkuveitsenä.

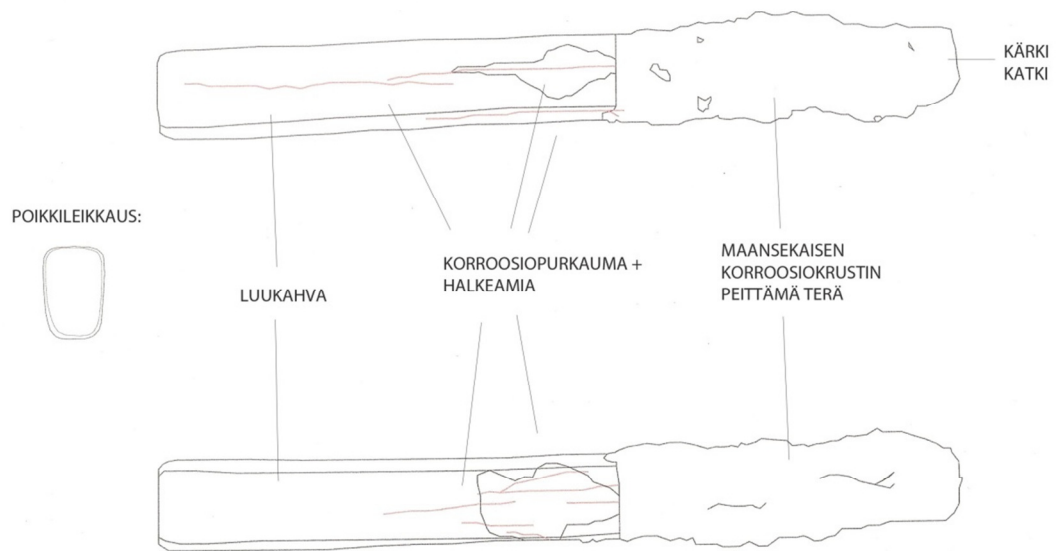


Kuva 4. Tyypillisesti kaikissa eurooppalaisissa yksiteräisissä ja selällisissä veitsissä oli kolmioprofiili (egl. *wedge section*) varhaiselta rautakaudelta ainakin keskiajan loppuun asti. Seuraavat terän profiilimuodot yleistyivät käytössä vasta 1600- tai 1700-luvuilla. (Capwell 2009, 106; Ruusu vuori 2010, 23.)

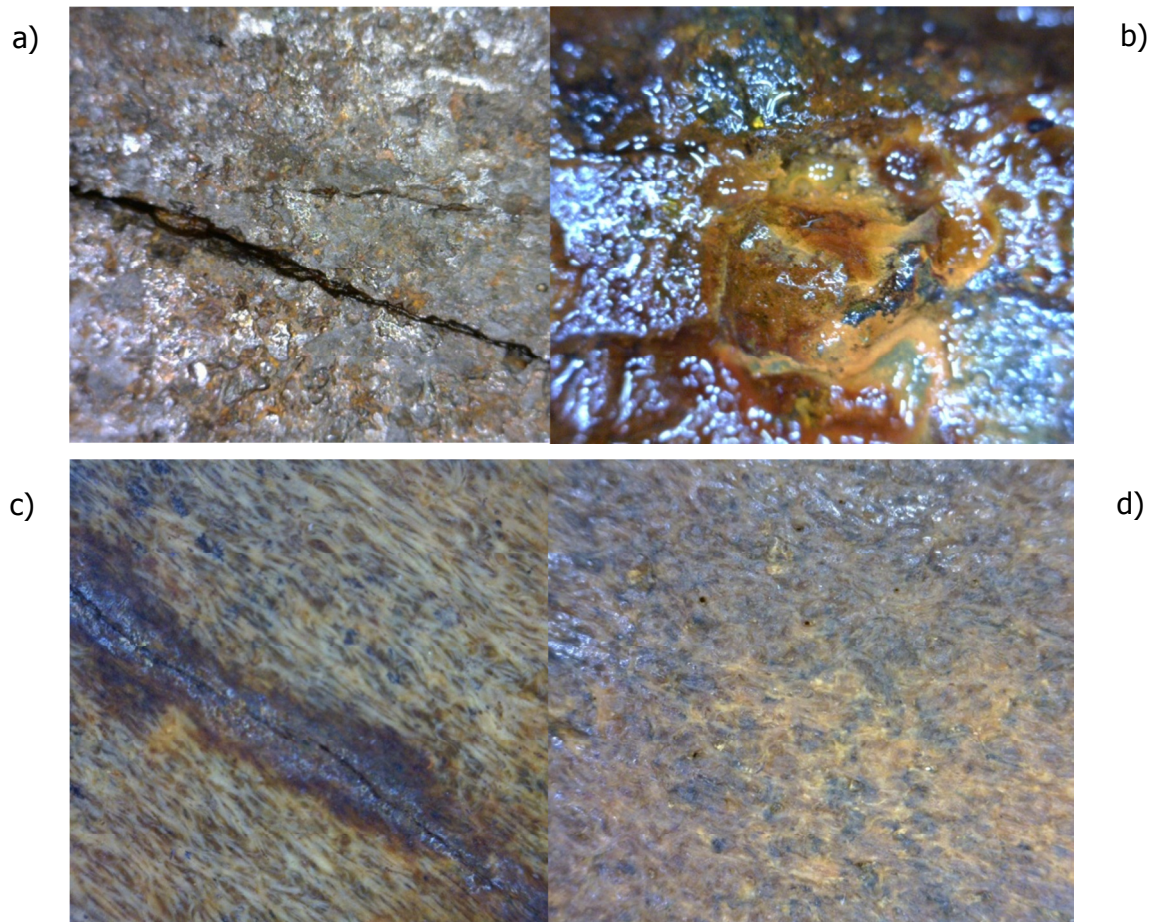


Kuvat 5 ja 6. TMM22700:ME0400:002 ennen konservointia kummaltakin kyljeltä kuvattuna.

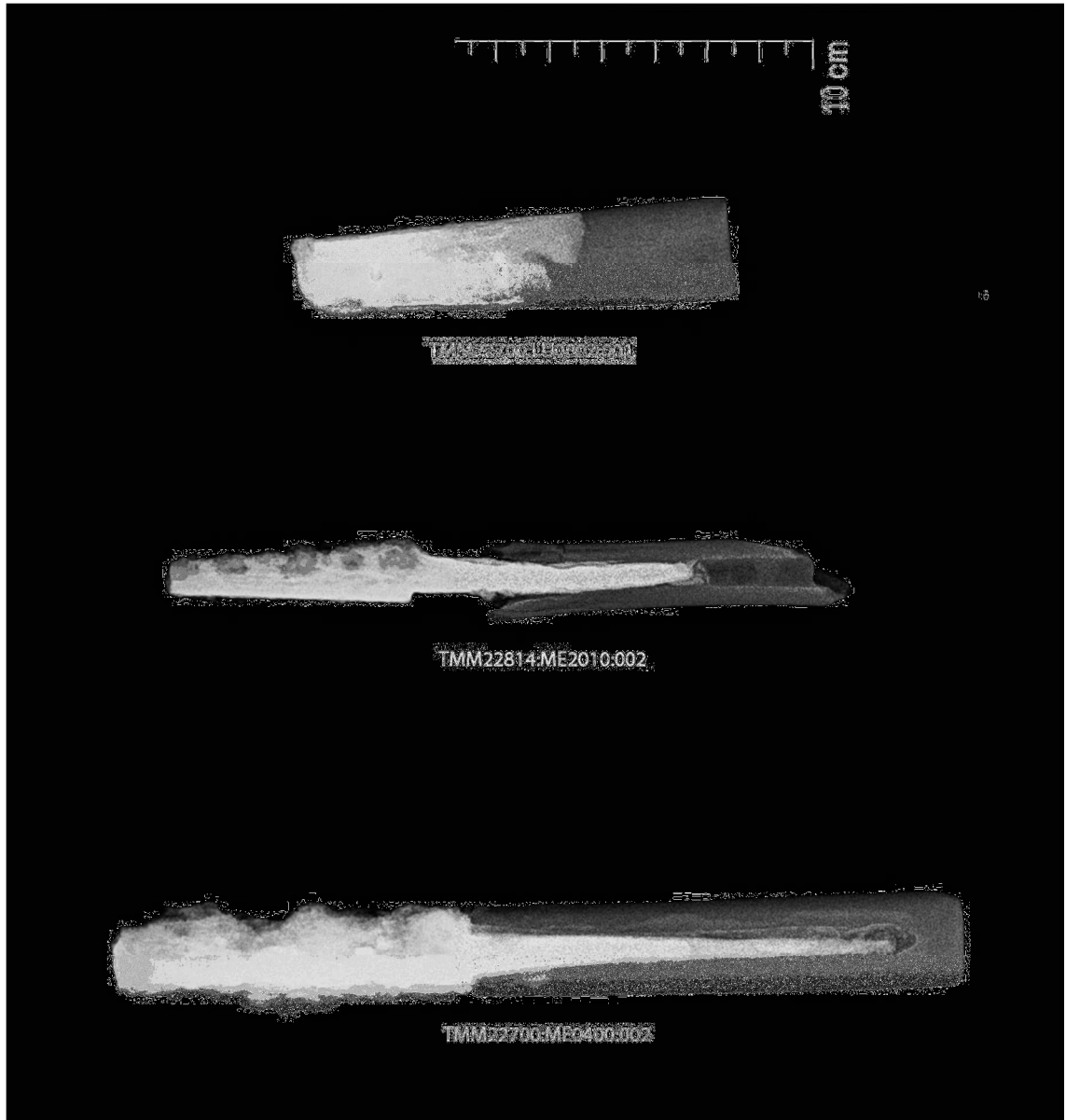
Veitsen TMM22700:ME0400:002 kunto on tyydyttävä. Sen terä on paksun maansekaisen krustin peittämä, jossa on oranssia korroosiota (kuva 8b). Krustin alla olevalla terällä on vielä metallinen ydin jäljellä, mutta kahvaosan uhkana on sen halkeaminen. Toistaiseksi löytö on kuitenkin vielä yhtenä kappaleena. Pahimmat vauriot ovat pitkittäiset halkeamat luukahvassa, jotka keskittyvät terän puoleiseen päähän, ja johtuvat todennäköisesti rautaisesta piiloruodosta (kuva 7). Ruodon ruostuessa ja korroosion laajentuessa luukahva on joutunut rasituksen alaiseksi ja halkeillut, minkä jälkeen korroosituotteet ovat päässeet purkautumaan halkeamista luun pinnalle (kuva 8a). Korroosipurkaumat ovat lisäksi värjänneet ympäröivää luuta tummaksi (kuva 8c). Luukahvassa on siellä täällä myös pienempiä korroosiojäätähöjä.



Kuva 7. Vauriokartoitus veitselle TMM22700:ME0400:002.



Kuva 8. Dino-lite yksityiskohta- ja vauriokuvia. a) Halkeamasta luun pinnalle noussut korroosiopurkauma, b) aktiivista korroosiota terässä, c) halkeaman ympärillä oleva korroosiovärjäymä (huomioi, vedessä olevan kahvan marmorimainen pintaväritys, jossa ruskeat ja valkoiset aaltomaiset kuviot vuorottelevat) ja d) vedestä nostetun kahvan röpeläinen pinta ja harvassa olevat tiehyet.



Kuva 9. Röntgenkuva märistä veitsistä: 60 kV ja 4 mAs.

3.3.2 Veitsen kahva TMM22700:LU0802:001

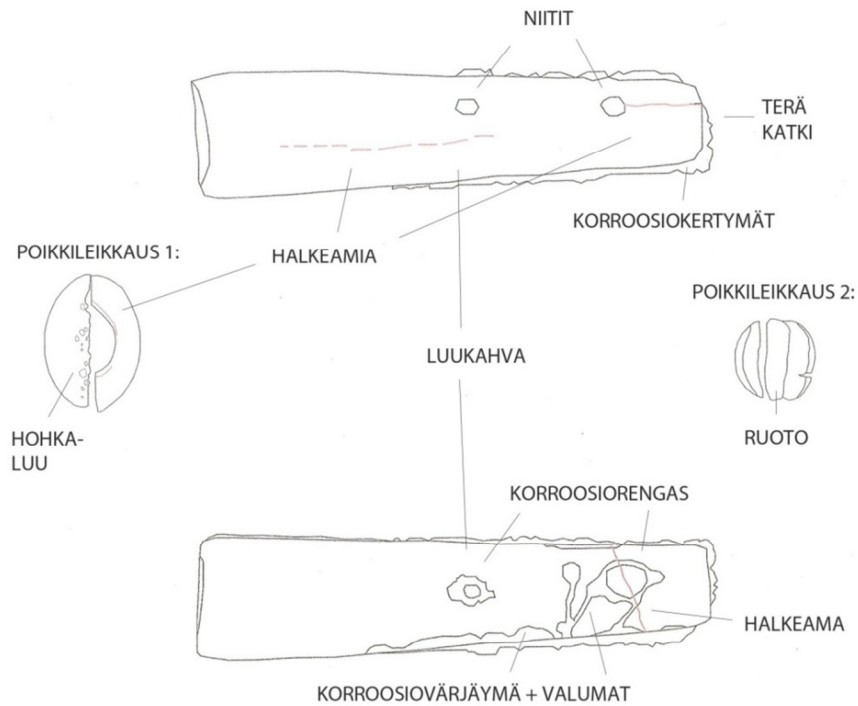
Tämä löytö on luinen, perää kohti hiukan levenevä veitsen kahva, josta teräosa on katkennut kokonaan (kuvat 10 ja 11). Veitsen terästä on jäljellä enää luukahvan

puolikkaiden väliin jäävä levyruoto, joka on kiinnitetty paikoilleen kahden rautaniitin avulla. Röntgen kuva (kuva 9) paljastaa että levyruoto on lyhyt ja yltää vain puoleen väliin kahvaa, eikä piiloon jäävää osaa olla turhaa työstetty symmetriseksi. Kahva on pienikokoinen, vain 8,1 cm pitkä ja leveämmästä päästään noin 2 cm leveä. Kahva muodostuu kahdesta, vain hivenen työstetystä putkiluun puoliskosta, ja luun luonnollinen muoto antaa kahvalle ovaalinmuotoisen poikkileikkauksen (kuva 12). Kahva on toiselta puolelta kermanvaalea, ja toiselta puolen silmiinpistävästi kellertävämmäksi värjäytynyt (kuva 13c). Myös tämän veitsen terä on ollut kolmioprofiilillinen, ja ilmeisesti ohut- sekä kapeateräinen. Koska veitsi on pieni ja siro, se ei sovellu vaativaan leikkaamiseen, tai kestäisi suurta käyttörasitusta. Esimerkiksi pöytäveitsekseksi se kuitenkin soveltuisi.

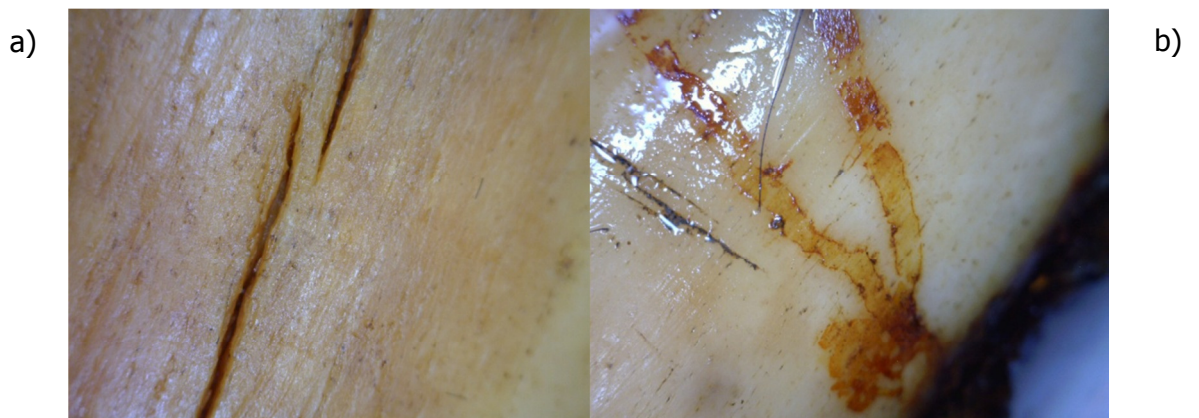


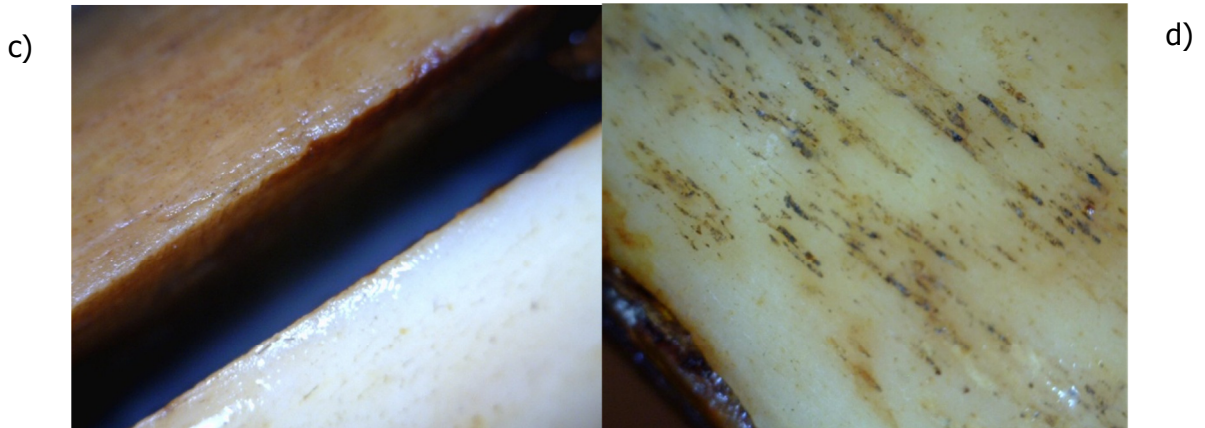
Kuvat 10 ja 11. TMM22700:LU08002:001 ennen konservointia kummaltakin kyljeltä kuvattuna.

Luukahva TMM22700:LU08002:001 on kohtalaisen hyvässä kunnossa. Kahvassa on kuitenkin halkeamia sen molemmissa puoliskoissa (kuva 12). Pahimmat halkeamat lähtevät terää lähinnä olevasta niitistä. Veitsen ruotoon on kertynyt korroosiokerros, jossa on kiinni maa-ainesta. Niittien ympärille on lisäksi muodostunut kehämäinen "korroosiorengas". Korroosiotuotteet ovat aiheuttaneet myös luuhun oranssinruskehtavia valumajälkiä sekä värjäymiä (13b).



Kuva 12. Vauriokartoitus veitselle TMM22700:LU08002:001.





Kuva 13. Dino-lite yksityiskohta- ja vauriokuvia. a) halkeamia kahvassa, b) nitistä lähtevä korrosiovaluma jälki, c) kahvan puoliskot sivulta kuvattuna: toinen valkoinen ja toinen kellertäväksi värjäytynyt ja d) mustat pisteet ja viivat luonpinnassa ovat verisuonikanavia.

3.3.3 Veitsi TMM2814:ME2010:002

Viimeinen määristä veitsistä on hyvin kapeateräinen ja piiloruotoinen veitsi, jossa on kahvana pätkä työstämätöntä putkiluuta, tai sarvea (kuvat 14 ja 15). Veitsen kokonaispituus on 12,9 cm, josta kahvaa on noin 7,5 cm. Punaruskea kahva on luonnostaan ontto ja poikkileikkaukseltaan pyöreähkö (kuvat 17 ja 18e), ja noin 1,2 cm leveä. Veitsenterän kärki on katkennut ja terän pituus katkenneesta kärjestä olkiin on noin 4,7 cm. Koska veitsen terä on niin pienikokoinen ja kapenee kärkeä kohti, katkenneesta kohdasta kärki on enää 0,6 cm levyinen, on todennäköistä ettei terä ole alunperinkään ollut tästä kovin paljoa pitempi. Terästä paljastui mikrohiekkapuhalluksen yhteydessä esille myös kouru eli ns. veriura (kuva 16), jolla on lähinnä koriste tarkoitus (Ruusuvuori 2010, 22).

Tarkastellessa lähemmin veitsen kahvaosaa, voi huomata kuinka huonosti se istuu veitsen ruotoon ja terään nähden. Tästä voisikin tehdä johtopäätöksen, että kahva on joko erittäin ammattitaidottomasti valittu ja valmistettu, tai se ei ole veitsen alkuperäiseksi suunniteltu kahva. Kahva on ensinnäkin liian pienikokoinen veitsen ruodolle, ja tästä syystä se ei ulotu tyypilliseen tapaan terän olkiin asti. Siksi osa ruodosta on näkyvillä, antaen veitsenterälle sen erikoisen ”varrellisen” ulkonäön (kuva 14-16). Röntgen kuvasta (kuva 9) voidaankin havaita, että terää kohti levenevä piikkiruoto ei ole mahtunut kokonaan putkiluun kapeaan onteloon. Tyypillisesti piikkiruotoisten veitsien kahvat ovat melko paksuja, jotta vaara käyttörasituksessa

tapahtuvista halkeamista vähenisi (Cowgill ym. 2000, 25). Veitsen TMM2814:ME2010:002 kahvassa tähän ei olla kuitenkaan varauduttu, ja luukahva on pahoin halkeillut. Näyttäisikin siltä, että syntyvät rasitusvoimat yhdessä ruodon korroosion kanssa vääntävät kahvaa hajalle.

Putkiluuta ei olla muutenkaa työstetty, edes siistitty sen päitä leikkaamalla niitä tasaisiksi, vaan ne on jätetty rosoisiksi. Tämä viittaisi osaltaan siihen, ettei kahva olisi ehkä veitsen alkuperäinen kädensija. Voi siis olla, että veitsen ensimmäinen kahva on haljennut käytössä, ja se on kekseliäästi pikakorjattu työntämällä ruotoon käsillä ollut luun pätkä. Jo keskiajalla veitsien valmistus oli paikoin eriytynyt eri ammattikiltoihin, joista toiset valmistivat pelkästään veitsien teriä, toiset kahvoja tai nahkatuppia (Cowgill ym. 2000, 32-33). Voi siis olla, että joku on saanut käsiinsä ammattilaisen valmistaman veitsenterän, josta kuitenkin on puuttunut kahvaosa, ja tämä henkilö on korvannut puutteen kotitekoisesti. Hyvin samanmallisia veitsenteriä valmistettiin jo keskiajalta lähtien ja niitä on kuvattuna myös kirjan *Knives and Scabbards* (Cowgill ym. 2000) kuvakatalogissa, mutta valitettavasti teoksessa ei tehdä arveluita mihin kyseisen tyyppisiä veitsiä on käytetty.

On tietysti myös mahdollista, että osa luukahvasta olisi hajonnut irti ja siksi kahva näyttää niin huonosti veitsen ruotoon sopivalta ja ei ylety perille asti veitsen olkiin. Vaikka näin olisikin, ei kahva työstämättömänä ja viimeistelemättömänä edusta minkäänkokoista ammattiosaamista. Kahva on yksinkertaisesti vain putkiluun tai sarvenkappaleen pätkä. Kahvan heikkolaatuisuus korostuu entisestään, kun sitä vertaa terän taidokkaaseen valmistukseen. Mielestäni veitsen terä on poikkeuksellisen pienikokoinen ja kapeateräinen ja siksi se on soveltunut hyvin esimerkiksi tarkkuutta tai näppäryyttä vaativaan leikkuutyöhön. Voi siis olla että se on johonkin tiettyyn tarkoitukseen tai tietylle ammattiryhmälle valmistettu erityisveitsi.



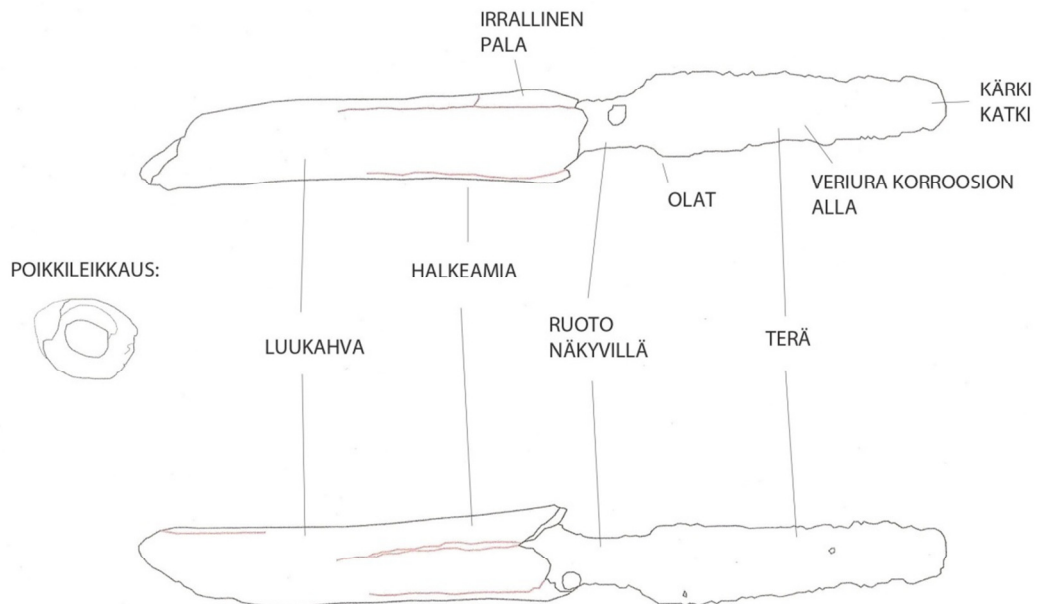
Kuvat 14 ja 15. TMM22814:ME2010:002 ennen konservointia kummaltakin kyljeltä kuvattuna.



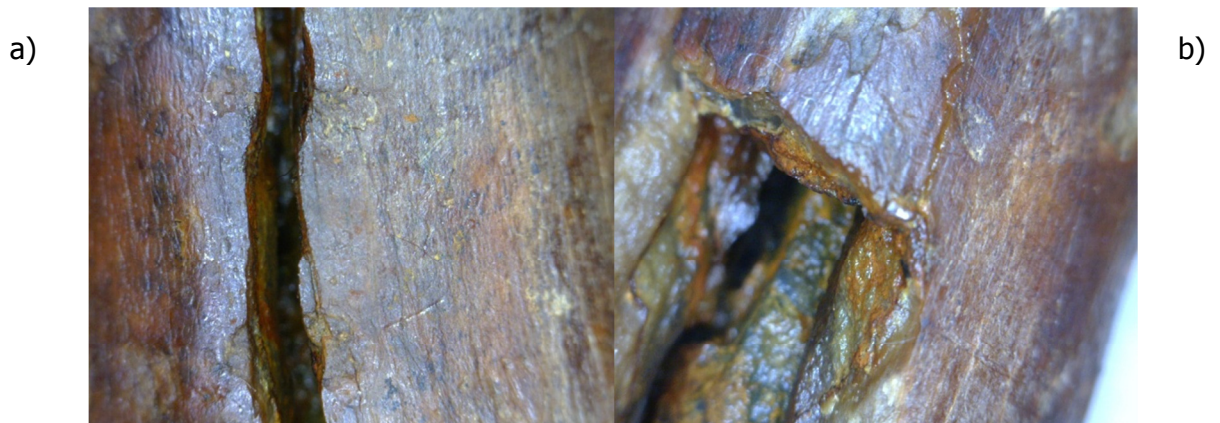
Kuva 16. Veitsen terä mikrohiekkapuhalluksen aikana. Esiin paljastuu kouru eli veriura.

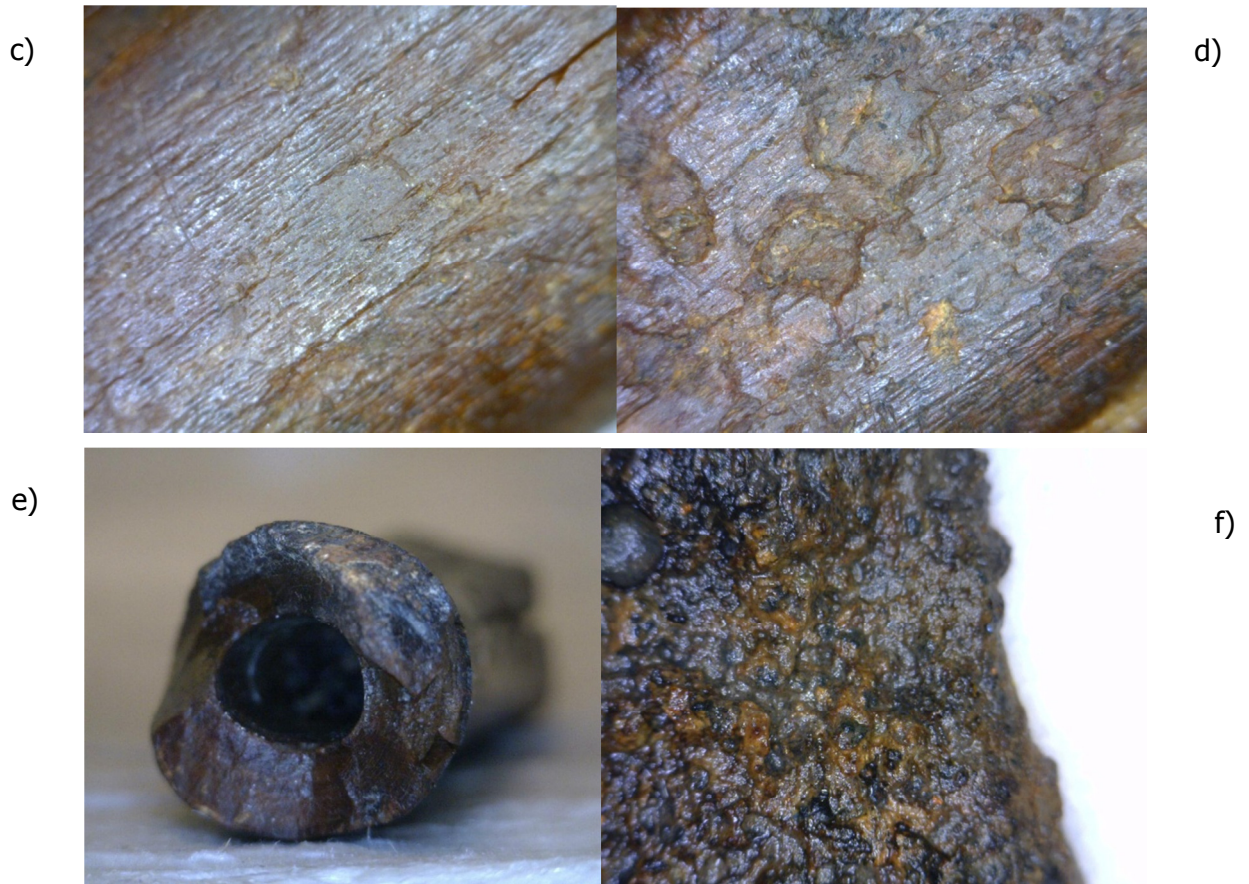
Veitsen TMM22814:ME2010:002 luukahva on huomattavasti huonokuntoisempi kuin sen terä, ja kauttaaltaan pitkittäisten halkeamien ympäröimä. Pieni pala kahvan

reunasta on murtunut irralleen (kuvat 17 ja 18b), ja pysyi paikoillaan enää korroosiotuotteiden ansiosta. Puhdistettaessa pala lähti kokonaan irti, ja odottaa paikoilleen liimausta veitsen kuivaamisen jälkeen. Veitsen terä ja ruoto oli puolestaan hyvässä kunnossa lukuunottamatta niitä peittävää muhkuraista korroosiokerrosta (kuva 18f). Veitsen kahvaosa tulee jatkossakin olemaan ongelmallinen osa veistä. Mikäli esineestä ei saada poistettua klorideja, ruoto jatkaa ruostumistaan ja vääntää edelleen kahvaa rikki. Kahvalla onkin suuri riski haljeta kokonaan. Jatkossa voisi harkita mahdollisuutta irroittaa kahvaosa ja metalliosa toisistaan, ja mahdollisesti käsitellä veitsenterä uudestaan tehokkaammassa kloridinpoistokäsittelyssä, kuten alkaalisulfiitissa, tai osien säilyttämistä erillään toisistaan.



Kuva 17. Vauriokartoitus veitselle TMM22814:ME2010:002.





Kuva 18. Dino-lite yksityiskohta- ja vauriokuvia. a) halkeama kahvassa, b) Kahvasta irti lohjennut pala ja alta paljastuva ruoto c) uurteinen kahvan pinta d) vaurioita kahvan pinnassa e) kahvan poikkileikkaus ja f) korroosiota terän pinnassa.

3.3.4 Veitsi TMM21816:LU119

Tässä levyruotoisessa veitsessä on käteen hyvin sopivaksi muotoiltu luinen tai sarvinen kahva, jonka päähän on muotoiltu pieni nuppi (kuvat 19-20). Kahva on suorakaiteen muotoinen ja päätä kohti levenevä. Kahvan pää on muotoiltu niin, että otteesta tulee tukeva eikä käsi pääse lipeämään kahvalta. Kahvan reunat on viistetty ja pinta hiottu sileäksi ja kiiltäväksi. Kahva on kiinnitetty kahdella hopeanharmaalla metalliniitillä, jotka ovat mahdollisesti hopeaa tai tinattua rautaa (kuva 22e). Niittien välissä on hopeanväristen pyörylöiden muodostama sahalaita -kuvio joka on tehty amalgaami-upotuksina (kuva 22e). Veitsen terä on katkennut lähes kokonaan. Lisäksi veistä puhdistettaessa korroosikerrosten alta paljastui terän ja kahvan liitoskohdassa oleva messinkinen hela (kuva 22f). Veitsen kokonaispituus on kahvan nupista katkenneen terän kärkeen 13,3 cm. Terää on kuitenkin jäljellä vain noin 1,7 cm, ja se on poikkileikkaukseltaan tyypillinen kolmioprofiili. Messinkihelaa on näkyvillä noin puolen

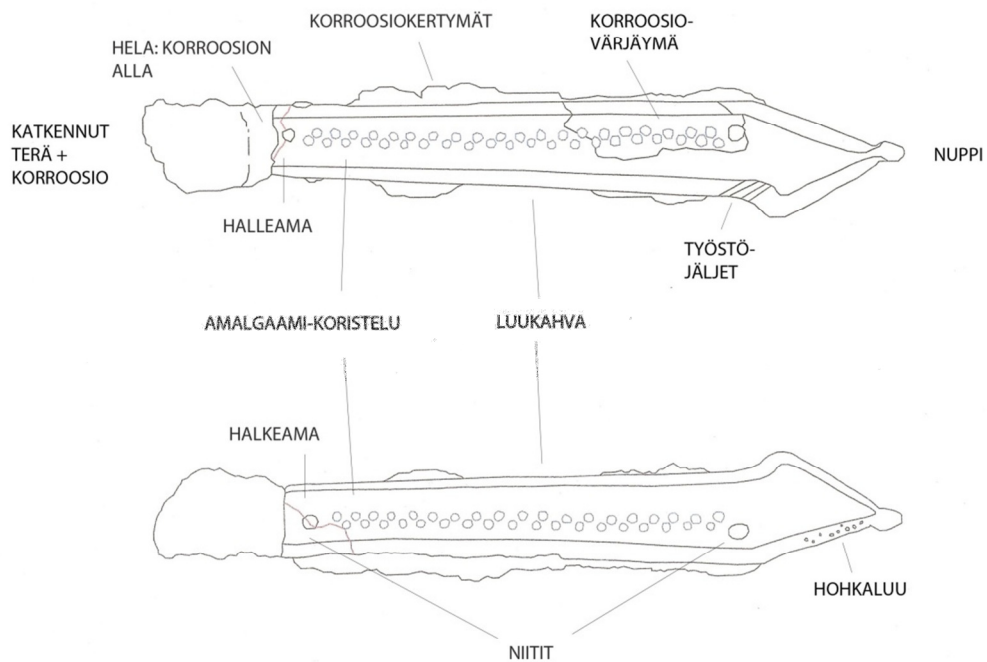
sentin levyinen pätkä, ja se kiinnittyy osittain kahvan päälle sekä sen sisään. Väriltään kahva on vaaleanruskean-beige. Tämä veitsi on korkeatasoista ammattityötä ja on mahdollista, että se on myös ulkomaista valmistusta. Veitsi on tuskin kuulunut myöskään tavalliselle talonpojalle, vaan sen on omistanut joku varakas henkilö.



Kuvat 19 ja 20. TMM21816:LU119 ennen konservointia kummaltakin kyljeltä kuvattuna.

Myös veitsen TMM21816:LU119 kahva on haljennut molemmilta puolin ensimmäisen niitin kohdalta (kuvat 21 ja 22f). Katkennut veitsenterä sekä ruoto ovat kuivan, halkeilleen ja rapisevan harmaanvirreän korroosion peittämiä (kuva 22c). Kahvan välistä näkyvässä ruodosta on lisäksi vauriokohtia (kuva 22d). Korroosion alta paljastui tumma metallipinta ja paikoin, kuten terässä, aktiivinen ruoste. Korroosio on aiheuttanut luuhun myös tummia värjäymiä, joista laajin ulottuu toisella puolella kahvaa amalgaami-koristelun ylitse. Hopeanväriset amalgaami-koristelut ovat myös

osittain mustan korroosion ja valkeiden elohopeakiteiden peittämiä. Mikroskoopin alla luun pinnassa voi lisäksi havaita runsaasti pieniä pintanaarmuja (kuva 22a) sekä siellä täällä olevia korroosiojäätähroja. Rapisevia korroosioikertymiä lukuun ottamatta, ja kun ne oli puhdistettu pois, kahva on kiinteä, hyväkuntoinen ja tukeva. Veitsen terästä oli kuitenkin vain vähän metallista ydintä jäljellä (ks. röntgen kuva 23), eikä alkuperäinen metallipinta ollut säilynyt. Teräosa onkin hauras ja altis ruostumiselle. Veistä käsiteltäessä ja sitä mahdollisesti myöhemmin konservoituessa on myös huomioitava kahvan amalgaami-koristelussa läsnä oleva elohopea.



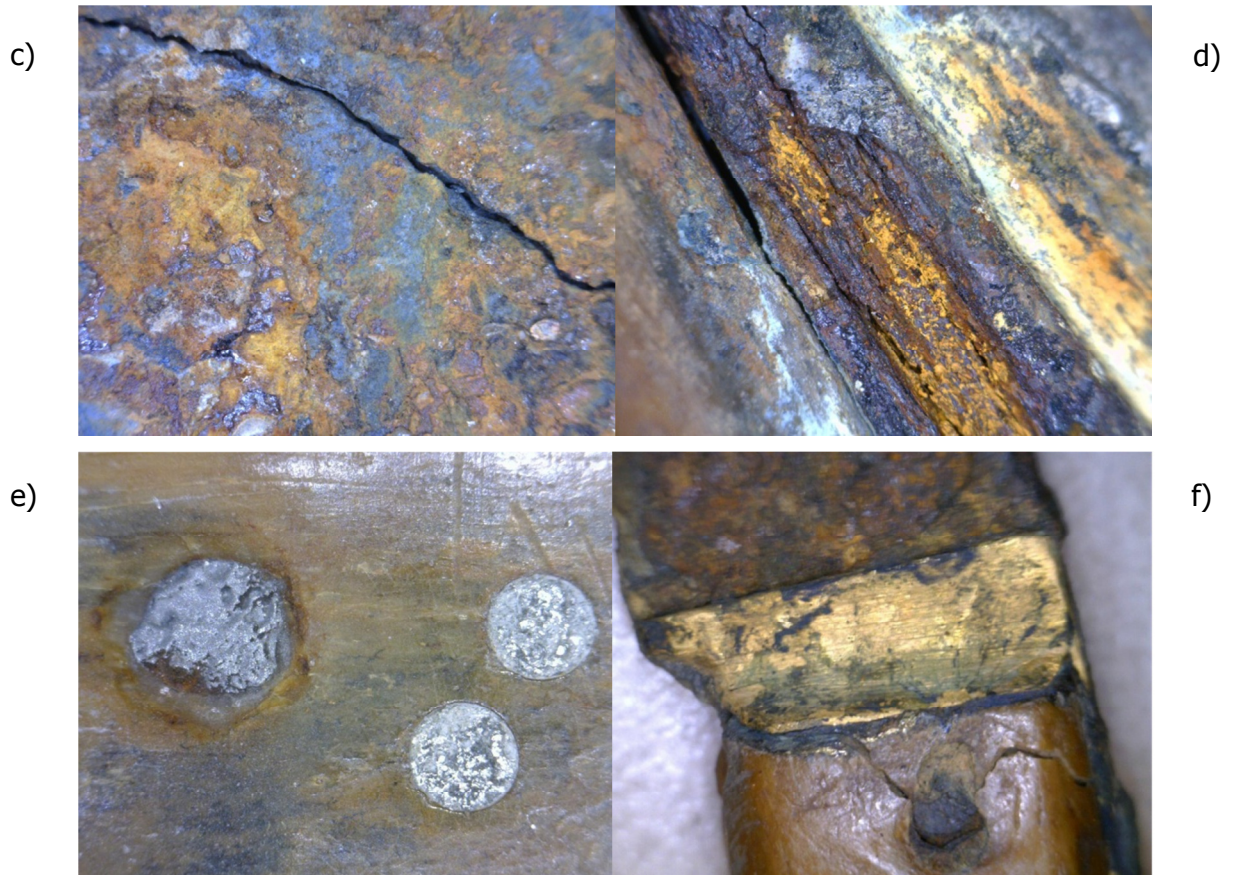
Kuva 21. Vauriokartoitus veitselle TMM21816:LU119.

a)

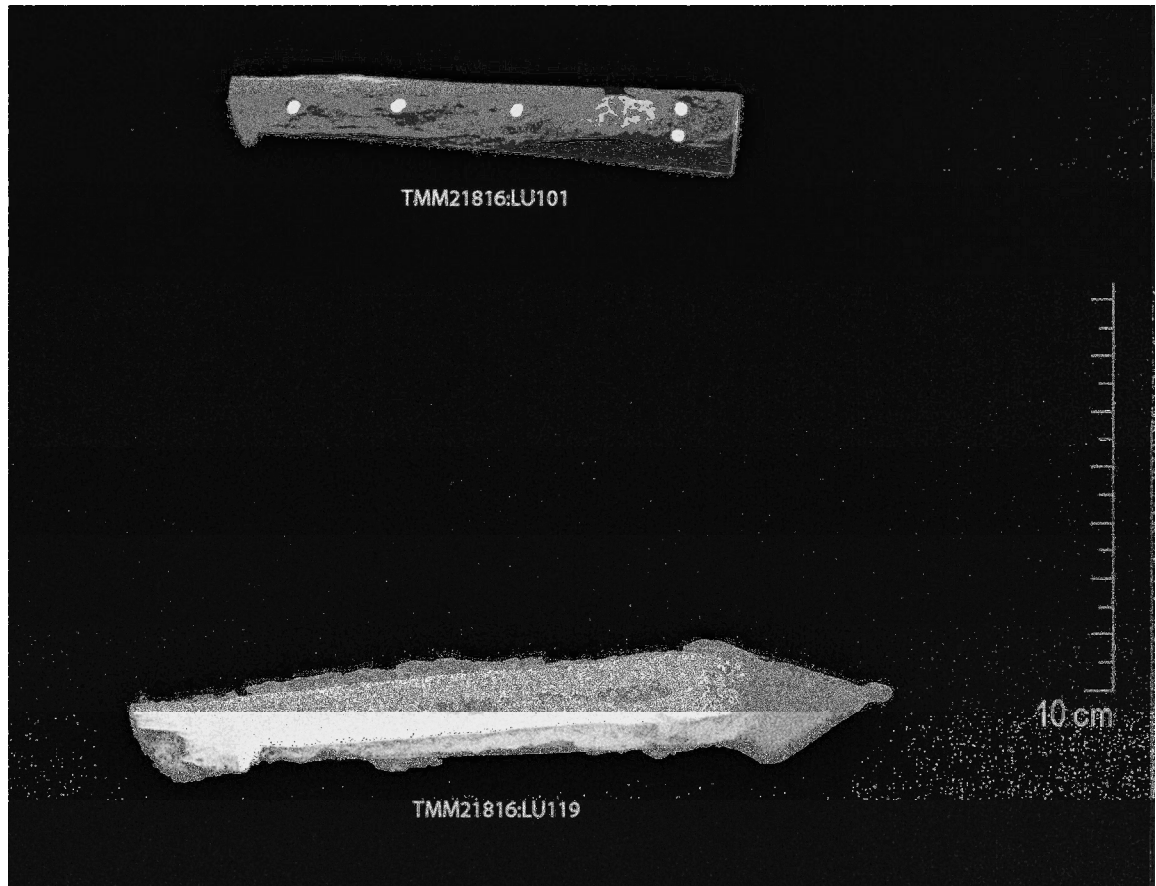


b)





Kuva 22. Dino-lite yksityiskohta- ja vauriokuvia. a) pintanaarmuja kahvan pinnassa, b) hohkaluuta kahvan reunalla c) terää peittävä murtunut korroosiokerros d) vaurioitunut ruoto korroosin värjäämien luukahvan puolikkaiden välissä e) hopenharmaan niitti ja amalgaami-koristelua ja f) messinkinen hela ja ensimmäisestä niitistä lähtevä halkeama kahvassa.



Kuva 23. Röntgenkuva kuivista veitsistä: 50 kV ja 4 mAs.

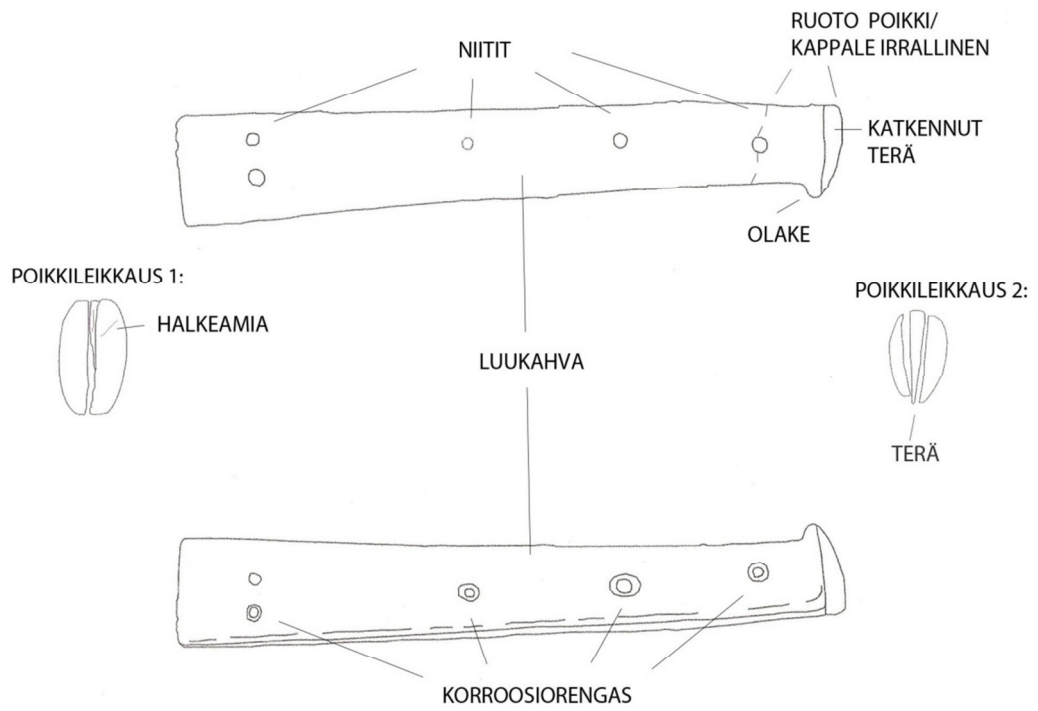
3.3.5 Veitsen kahva TMM21816:LU101

Viimeinen tutkimusmateriaalini löydöistä on luinen tai sarvinen veitsen kahva, joka on hyvin kapea, mutta levenee hieman perää kohti (kuvat 24 ja 25). Kahvassa on pieni olake kapeammassa päässä leikkausterän puoleisella reunalla. Kahva on noin 9 cm pituinen ja leveämmästään päästään vain 1,5 cm leveä. Veitsen terä on katkennut lähes kokonaan, ja vain noin 3 mm siitä on jäljellä. Veitsessä on levyruoto, ja kahvan puolikkaat on kiinnitetty siihen viidellä messinkisellä niitillä. Röntgenkuvassa (kuva 23) niitit nousevat rautaista ruotoa voimakkaammin esille. Veitsenterän poikkileikkaus on kolmioprofiili ja kahvan litistynyt ovaali (kuva 26). Kahvan väritys vaihtelee laikukkaasti harmaan ja ruskean sävyissä, mikä johtuu mikroskoopin alla selvästi esiin tulevista luunpinnassa lähtemättömästi kiinni olevista metallikorroosiotuotteista (kuva 27a).

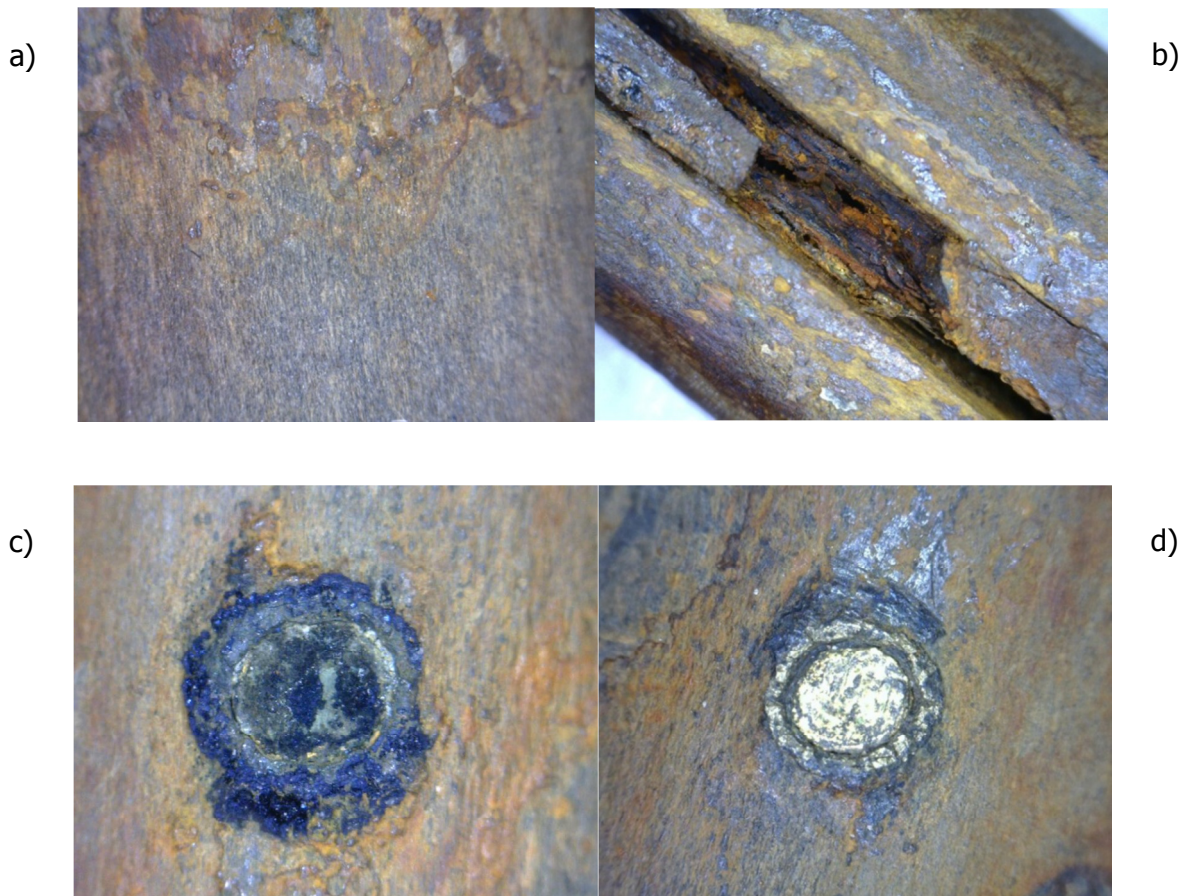


Kuvat 24 ja 25. TMM21816:LU101 ennen konservointia kummaltakin kyljeltä kuvattuna.

Veitsen kahva TMM21816:LU101 on kuiva, erittäin kevyt ja siksi hauraan oloinen, vaikka onkin muutoin hyväkuntoinen. Itse kahvassa ei ole halkeamia, lukuunottamatta pientä murtumaa kahvan päässä. Sen sijaan tarkastellessa kahvan puolikkaiden välissä olevaa metalliruotoa siinä voi havaita useita hiusmurtumia ja muutama pieni pala on lohjennut irti ruodosta. Halkeamista vakavin kulkee ruodon poikki kahvan kapeammassa päässä, ensimmäisen niitin kohdalla (kuva 26). Veistä puhdistuessa tämä irtonainen teräkappale lähtikin pois paikoiltaan. Veitsen ruodossa ei kuitenkaan ollut juurikaan korroosimuodostumia. Kahvan messinkiniitin sen sijaan olivat peittyneet sinimustan korroosion alle, ja etenkin toisella puolella ne olivat kasvattaneet ympärisilleen suuret korroosiorengaat (kuvat 26, 27c ja 27d).



Kuva 26. Vauriokartoitus veitselle TMM21816:LU101.



Kuva 27. Dino-lite yksityiskohta- ja vauriokuvia. a) Kahvan pintaa josta puolet paljasta pintaa ja yläosa korroosiotuotteiden peitossa b) vaurioitunut ruoto luukahvan puolikkaiden välissä c) niitit ennen konservointia sinimustan korroosion peitossa ja d) puhdistuksen jälkeen niitit paljastuvat messinkisiksi.

XRF-mittaukset viidestä veitsen kahvasta antoivat viitteitä, joiden mukaan veitsien TMM21816:LU119 ja TMM21816:LU101 kahvat voisivat olla sarvea (ks. XRF-mittaukset). Kahva LU0802:001 on puolestaan ainoa, joka on selvästi vaalean luunvärinen ja jonka pinnassa näkyy mikroskoopin alla luulle tyypillisiä mustia pisteitä, jotka johtuvat verisuonikanavista (kuva 13d). Muut kahvoista ovat väritykseltään vaaleanruskeasta tummanruskeaan. Luu voi kuitenkin värjäytyä maassa, mutta silloin värjäymä on usein laikukas tai puolittainen, hyvänä esimerkkinä tästä juuri kahva LU0802:001. Ruskeat kahvat olivat myös joko hyvin tiheää ja painavaa ainesta (hiotut kahvat LU119 ja ME0400:002) mikä on tyypillistä sarvelle tai sen työstämätön pinta oli uurteinen ja röpöläinen (kahvat LU101 ja ME2010:002), joka on myös sarven tunnusmerkki. Luun pinta on puolestaan tasainen ja sileä, paitsi sen liitoskohdissa (Minnesota Historical Society 2009, 2). Luun pintakin voi tosin vaurioitua maassa. Hohkaluun havaitseminen esineessä ei puolestaan ole tässä tapauksessa erottava tekijä, sillä sitä on sekä luussa että sarvessa, toisin kuin esimerkiksi norsunluussa. Se voisi tosin kertoa luututkijalle mitä luuta (sarvea) tai sen osaa esineen valmistukseen on käytetty, sillä hohkaluuta ei ole kaikissa luissa.

4 Nykyiset käsittelymetodit ja niiden toimivuus

Yhtenä opinnäytetyöni tutkimuksellisenä lähtökohtana oli etsiä luu-metalli komposiittiesineille tehokkaampi kloridinpoisto käsittelymetodi, ja kokeilla myös sen toimivuutta käytännössä. Mutta mitä toimenpiteitä konservaattorit nykyisin suosivat kyseiselle löytöryhmälle, tehdäänkö niille kloridien poistoja ja jos tehdään, onko käytössä olevat metodit riittävän tehokkaita, jotta korrosio ei aktivoituisi uudestaan konservoinnin jälkeen ja esine ei joutuisi uudelleen konservoitavaksi? On myös muistettava, että kloridien kokonaismäärää esineessä on hyvin vaikea arvioida ja kloridien poistuminen ei ole millään metodilla totaalinen 100%. Tyypillisesti desalinaatio lopetetaan, kun esineestä ei näytä irtoavan enää enempää klorideja ja katsotaan, että riittävä määrä Cl⁻ ioneista on saatu poistettua. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että

esine nyt olisi täysin kloriditon, vaan riippuen useista tekijöistä kuten käsittelymetodin tehokkuudesta, kuinka paljon todellisuudessa esineeseen jää Cl^- ioneita. Tämä tarkoittaa mahdollisesti myös sitä, että mitä tehottomampi kloridien poistometodi on käytössä, tai jos klorideja ei poisteta ollenkaan, todennäköisyys siihen että rautamateriaalit aktivoituisivat uudelleen konservoinnin jälkeen ja alkaisivat ruostua ovat suuremmat, kuin jos kloridit saataisiin poistettua tehokkaasti.

Perehtyäkseen paremmin luu-metalli komposiittien nykyisiin konservointimethodeihin otin yhteyttä Turun museokeskuksen konservointiyksikköön ja Kansallismuseon konservointilaitokseen. Turussa yhteyshenkilönäni oli opinnäytetyöni toinen ohjaaja konservaattori Riikka Saarinen, joka vastaa kaupunkiarkeologisten löytöjen konservoinnista ja Helsingissä konservaattori Pia Klaavu, jonka tiesin teoksessa *Sirpaleita suurvalta-ajan Helsingistä* (2002) ilmestyneen artikkelin *Metalliesineiden konservointi* perusteella konservoineen erinnäisiä komposiittilöytöjä, myös luu/sarvi kahvaisia aterimia.

4.1 Turun museokeskus

Vierailin Turun museokeskuksella perjantaina 17.2.2012 lukemassa tehtyjä luu-metalli komposiittiesineiden konservointiraportteja, sekä tarkastamassa missä kunnossa niitä vastaavat esineet konservoinnin jälkeen tänä päivänä ovat. Kävin läpi yhteensä kaksikymmentäkolme konservointiraporttia ja komposiittiesine löytöä (ks. liite 3). Halusin saada yleiskäsityksen siitä, miten luu-metalli komposiitteja Turussa konservoidaan, poistetaanko kloridit ja millä metodeilla, sekä voidaanko konservoitujen komposiittien nykyisen kunnan perusteella sanoa jotain käytetyiden konservointimethodien toimivuudesta. Kaikki konservoidut luu-metalli komposiitit oli dokumentoitu ja puhdistettu mekaanisesti. Dokumentointi tapahtui lähes poikkeuksetta mustavalkokuvaamalla löytö ennen konservointia, ja usein otettiin myös röntgenkuva. Lisäksi toisinaan otettiin myös diakuvia, mikroskooppikuvia, digikuvia tai tehtiin 1:1 ääriivapiirros. Mekaaninen puhdistus suoritettiin useimmiten mikroskoopin alla (myös vedessä, mikäli löytö oli märkä). Tämän lisäksi esineen rautaelementit oli usein puhdistettu mikrohiekkapuhaltimen avulla korroosiosta, joko ennen tai jälkeen – joskus sekä että, kloridinpoistokäsittelyyn.

Dokumentoinnin ja perus mekaanisen puhdistuksen jälkeen luu-metalli komposiittiesineiden konservoinnissa syntyy kuitenkin selvä kahtiajako sen perusteella, onko löytö kuiva vai märkä. Kloridinpoistoa ei yleensä suoriteta kuiville tai kuivuneille komposiittiesineille, mikäli ne vaikuttavat stabiileilta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mikäli löytö on jo kuivunut, hyväkuntoinen eikä metalliosissa näy aktiivista korroosiota tai hilseilyä ja esine näyttää sopeutuneen ympäröiviin olosuhteisiin ja löytäneen tasapainon sen kanssa, ei haluta ottaa riskiä laittamalla sitä nestepitoiseen käsittelyyn ja altistaa sitä ruostumiselle. Muutama poikkeus läpi käymieni 23 tapausesimerkin joukossakin kuitenkin oli (liite 3). Eräs kuiva löytö todettiin ensin hyväkuntoiseksi, mutta korrosio aktivoitui pian mekaanisen puhdistuksen jälkeen. Toinen kuivunut komposiittiesine taas oli alun alkaenkin korrodoitunut rikki, ja sitä jouduttiin ensitöikseen vahvistamaan 25 % Paraloid B72:lla tolueenissa. Molemmille komposiittiesineille päätettiin tehdä niiden epävakaisuuden takia myös suolojen poisto käsittely, ensimmäiselle lämmitetyssä vedessä ja toiselle keittämällä sitä deionisoidussa vedessä 8 tunnin ajan. Kolmannessa tapauksessa puolestaan luukahvaisen veitsen kahvan puolikkaat saatiin irroitettua, joten veitsenterä käsiteltiin erillään muiden rautalöytöjen kanssa alkaalisulfidissa. Mikäli näitä poikkeuksia ei lasketa mukaan kuiville luu-metalli komposiiteille ainoaksi konservointikäsittelyksi on tyypillisesti jäänyt mekaaninen puhdistus, lukuun ottamatta Paraloid B72:lla vahvistamista tai pinnoitusta. Niihin ei oltu esimerkiksi käytetty myöskään korroosioinhibiittejä, mikä lisäisi mahdollisesti raudan suojausta.

Märkien luu-metalli komposiittiesineiden kohdalla konservointikäsittelyjen valikoima on puolestaan laajempi. Näille esineille on pyritty tekemään myös kloridienpoistokäsittely. Poikkeuksena näyttäisi kuitenkin olevan komposiittiesineet, joissa luu on hallitsevana materiaalina ja metallia, joka voi olla myös jotain muuta kuin rautaa, on vain vähän (esimerkiksi luukampa jossa on rautaniitit). Nämä esineet onkin luetteloitu luuesineinä (LU) ja tapauksia oli viisi läpi käymäni 23 otannassa. Ilmeisesti näissä tapauksissa metallin vähyyden takia klorideja ei olla nähty niin suurena uhkana, että koko esinettä kannattaisi ruveta huuhtomaan. Märkiä luu-metalli komposiittiesineitä, joille on tehty suolojen poisto on puolestaan seitsemän ja näistä kuusi on luetteloitu metallilöytöinä (ME). Kloridien poisto on suoritettu seuraavasti. Kerran huuhtelemalla deionisoidussa vedessä, kolmesti deionisoidussa vedessä 55 - 60°C asteisessa vesihauteessa, kerran aloittamalla huuhtelu 2:3 vesijohto - deionisoidussa vedessä ja jatkamalla

deionisoidussa vedessä 55 - 60°C asteisessa vesihauteessa, sekä kaksi kertaa soxhlet uuttimessa.

Mitään toista käsittelyliuosta kuin vesi ei olla käytetty. Yksittäisenä poikkeuksena on liitteessä 3. viimeisenä mainittu käsittelymetodi (kuva 28). Vakkei deionisoitu vesi ole ehkä tehokkain kloridien poistaja se on kuitenkin hellävarainen vaihtoehto, etenkin jos esineessä on myös orgaanista materiaalia. Vedestä ei jää esineeseen kemiallisia jäämiä, eikä sitä tarvitse enää huudella suolanpoistokäsittelyn jälkeen. Kloridien poistoa ollaan pyritty kuitenkin usein tehostamaan lämmön avulla. Soxhletin etuna on lisäksi, että sillä voi käsitellä useita esineitä yhtä aikaa, ja koska käsittely tapahtuu hapettomassa tilassa metalli ei ruostu niin kuin vedessä yleensä (Scott & Seeley 1987). Turun museokeskuksella ollaan myös seurattu käsittelyiden aikana kloridipitoisuuksia, joko titraamalla tai johtokyky mittauksin. Turussa ei konservaattori Riikka Saarisen mukaan (2012e) ole käytössä kuitenkaan varsinaista titraattoria, vaan analyysilaitteisto on modifikaatio L. Selwynin vuonna 2001 CCI:n tutkimusraportissa No 2: *Analysis of Chloride Ion Concentration in Aqueous Solutions by Potentiometric Titration*, esittelemästä laitteistosta. Mittaus potentiometrisella titrauksella tapahtuu näytteestä hopeasulfidi-elektrodilla ja vertailuelektrodilla millivolttimittarin avulla.



Kuva 28. Luu tai sarvi kahvainen "sikapää"-haarukka TMM22600:ME108:006 käsittelyjen aikana. Haarukkaa huuhdeltiin ensin deionisoidussa vedessä, sitten 55-60°C vesihauteessa. Tämän jälkeen metalliosa suojattiin alumiinifoliolla ruostumisen estämiseksi ja *kahvaosa* upotettiin 1h ajaksi 2% w/V EDTA + deionisoituun veteen (pH 4,35). EDTA:ta eli etyleenidiamiinitetraetikkahappoa, käytetään korroosiotahrojen poistamiseen luukahvasta, minkä jälkeen löytö huuhdeltiin deionisoidussa vedessä. Esine käännettiin, kahva suojattiin muovikelmulla kuivumisen estämiseksi ja *teräosa* käsiteltiin 2% w/V Na₂CO₃ + deionisoidulla

vedellä (pH 11,37) metalliosan stabiloimiseksi. Lopuksi haarukka huuhdeltiin ja kuivattiin liuotinkuivauksella, sekä pinnoitettiin 5% Paraloid B72:lla (Kuva R. Saarinen, Turun museokeskus).

Kloridienpoistokäsittelyn jälkeen esineet on Turussa kuivattu joko hitaasti ja kontrolloidusti kosteuskammiossa, tai nopeasti portaittain liuotinkuivauksena (liite 3). Molempia kuivauksia oli tehty seitsemälle konservoiduista komposiittilöydöistä ja kummallakin metodilla on omat hyvät ja huonot puolensa. Yksi luinen kahvanpuolikas, jossa oli vielä paikoillaan rautaniitit, oli kuitenkin yleiskäytänteistä poiketen pakastekuivattu silica-geelin kanssa, ja kuivumista kontrolloitiin punnitsemalla. Myös kuivatus kosteuskammiossa aloitetaan punnitsemalla märän esineen paino, ja sulkemalla löytö kosteuskammioon, jonka suhteellinen kosteus on noin 100 %. Tästä kosteutta ruvetaan hitaasti laskemaan, jotta esine ehtii sopeutua ympäröiviin kosteusolosuhteisiinsa (Pearson 1987, 158). Hidas kuivatus pienentää pintajännityksestä ja kapillaari-ilmiöstä johtuvaa materiaalien romahdusta (Cronyn 1990, 80). Löydön painoa seurataan kosteutta laskiessa, kunnes RH on laskenut noin 50 %. Kun esineen paino ei enää laske katsotaan, että esine on kuivunut tarpeeksi. Tällä metodilla kuivattaminen kestää yleensä muutaman viikon, ehkä pitempäänkin mikäli esine on isompikokoinen. Liuotinkuivaus tehdään puolestaan peräkkäisissä liuotin – deionisoitu vesi kylvyissä, joissa liuottimen osuutta nostetaan portaittain neljässä vaiheessa, kunnes viimeinen kylpy koostuu pelkästään liuottimesta (ks. taulukko 1 vrt. myös Singley 1988, 86; Hamilton 1999, osiossa Conservation of bone, ivory, teeth and antler, 1-2). Yksi kuivausvaihe kestää tunnin. Metodin toiminta perustuu liuottimen alhaisempaan pintajännitykseen ja kykyyn korvata vesi esineen huokosissa, jolloin liuottimen haihtuessa pois esine kuivuu (Cronyn 1990, 80).

Taulukko 1. Nopea liuotinkuivaus portaittain etanolilla. Kaupallisesti myytävä etanoli on denatoroitua joten se ei ole koskaan 100% puhdasta. Etax:in Aa14 sisältää esim. 3% i-butanolia.

AIKA	VESI	ETANOLI
1h	3	: 1
1h	2	: 2
1h	1	: 3
1h		96,5%

Kontrolloitu kuivatus kosteuskammiossa kestää kauemmin kuin portaittainen liuotinkuivatus, jonka voi suorittaa yhden päivän sisällä. Mikäli jonkin esineen konservoinnilla on kiireinen aikataulu ja se on saatava esimerkiksi nopeasti esille näyttelyyn, valitaan helposti liuotinkuivaus. Liuotinkuivaus on hyvä metodi myös metallien kannalta, sillä se poistaa tehokkaammin veden esineestä (Cronyn 1990, 80). Lisäksi rautaosille on haitallista olla pitkiä aikoja kosteuskammiossa, jossa on hyvin korkea suhteellinen kosteus. Orgaanisille materiaaleille, joilla vesi on osana sen molekyyli-rakennetta on kuitenkin tärkeää ettei kaikkea vettä poisteta, jotta niiden sisäinen rakenne ei kärsisi (Cronyn 1990, 80). Liuotinkuivaus voikin olla liian tehokas metodi esimerkiksi luumateriaalille ja lopputuloksena on ylikuivuneet ja hauraat luuosat, jotka ovat väriltään usein harmahtavia. Orgaanisille materiaaleille kontrolloitu kuivatus kosteuskammiossa onkin hellävaraisempi ja parempi vaihtoehto. Kun kyseessä on luu-metalli komposiittiesine, joudutaan pohtimaan kosteuskammion ja liuotinkuivauksen etuja ja haittoja molemmille esineen materiaaleille sekä tekemään valinta kumpaa materiaalia konservoinnissa halutaan priorisoida. Esimerkkitapausten perusteella näyttäisi siltä, että Turussa valinta ollaan pitkälle tehty sen perusteella onko löytö luetteloitu metalli- vai luuesineenä. Luu-voittoiset löydöt on kuivattu kosteuskammiossa ja metalli-voittoiset yhtä lukuunottamatta liuotinkuivauksessa. Myös se vaikuttaa kuitenkin kuivausmetodin valintaan, onko esineessä säilynyt metallista rautaa vai ei, mikä vaikuttaa siihen uhkaako metallia ruostuminen mikäli se kuivataan kosteuskammiossa.

Kuivauksen jälkeen Turun museokeskuksen luu-metalli komposiittiesineille saatettiin tehdä viedä toinen mekaaninen puhdistus, etenkin jos rautaan oli ilmestynyt aktiivista ruostetta, tai jos siinä oli korroosiokrusteja jotka täytyi poistaa mikrohiekkapuhaltimella. Muutamaan otteeseen esineen metalliosille oli tehty myös muita suojakäsittelyitä. Kertaalleen rautaniitit oli sivelty 1% Hostacor IT korroosiosuojalla ja kahdessa tapauksessa esine oli kupariseos-osien takia käsitelty 3% BTA:lla, kerran uppokäsittelynä alipaineuunissa. Komposiittiesineisiin tehtiin tarvittaessa myös vahvistuksia 5% ja liimauksia 20% tai vahvemmalla Paraloid B72:lla. Kahdeksan löydöstä oli myös konservoinnin päätteeksi pinnoitettu 5% Paraloidilla asetonissa, neljä kertaa uppokäsittelynä alipaineuunissa, ja kahdesti Cosmoloid H80 mikrokristallivahalla myös upotuskäsittelynä uunissa 125°C. Matalapitoinen juokseva

Paraloid B72 imeytyy paremmin esineen huokosiin kuin paksu. Sitä voi tarvittaessa laittaa myös useamman kerroksen esineen pintaan, jotta pinnoituksesta tulee varmasti suojaava. Esimerkkitapausten mukaan Turussa pinnoitus tehdään yleensä komposiittiesineille joille suoritetaan myös kloridien poisto, sillä vain yhdessä tapauksessa kahdeksasta näin ei ollut. Kymmenestä kuivasta tai kuivuneesta löydöstä sen sijaan vain neljä oli pinnoitettu, kahdesti Paraloidilla ja kahdesti Cosmoloid H80 mikrokristallivahalla upotuskäsittelynä alipaineuunissa. Pinnoituksella yritetään estää hapen ja kosteuden pääsy metallin pinnalle ja varmistaa ettei korrosio aktivoituisi uudestaan. Kloridienpoisto yrityksistä ja pinnoituksesta huolimatta esineet saattavat kuitenkin ruostua uudestaan konservoinnin jälkeenkin, kuten kävi esimerkiksi haarukalle TMM22600:ME108:006.

Turun kahdenkymmenenkolmen luu-metalli komposiittiesineen nykyisen kunnon arvioiminen on ongelmallinen. Vaikka esineissä onkin vaurioita, kuten kalkeamia luuosassa, luu on kuivunut liikaa tai kahva saattaa olla erillään metalliosasta, nämä vauriot ovat saattaneet olla esineessä jo ennen konservointia tai ne ovat tulleet sen aikana. Ennen konservointia otetusta mustavalkokuvastakaan ei aina ole apua määrittäessä sitä missä vaiheessa vaurio on syntynyt, sillä kuva on saatettu ottaa vain esineen toiselta kyljeltä, eikä vaurio ole aina näkyvillä juuri sillä puolella. Myös konservointiraportit kuvaavat usein harmillisen niukasti esineen kuntoa ja sen vaurioita ennen konservointia. Selkeimmin komposiittiesineen kunnon heikkenemisen voi arvioida tarkkailemalla sen metalliosia. Mikäli rautaan ilmestyy aktiivista oranssia korroosiota, se alkaa hilseillä tai murtuu kappaleiksi useampaan osaan, nähdään helposti että esineen kunto on konservoinnin jälkeen heikentynyt ja se tarvitsee uusia konservointitoimenpiteitä. Tällaisia tapauksia konservoiduissa Turun luu-metalli komposiittiesineissä oli seitsemän (ks. liite 3). Koska aktiivinen korrosio ja hilseily harvoin jää vain pinnalliseksi, siihen kannattaa puuttua mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ja pysäyttää korroosion eteneminen. Muutoin metalliosat voivat tuhoutua kokonaan ja myös esineen orgaaniset osat vahingoittua. Metalliosien kunnon heikkeneminen konservoinnin jälkeen on myös osoitus siitä, ettei nykyisin käytössä olevat kloridinpoistometodit yhdessä pinnoituksen kanssa ole riittävän tehokas keino ehkäisemään raudan uudelleen aktivoitumista ja sen ruostumista.

4.2 Kansallismuseon konservointilaitos

Kävin tutustumassa myös Kansallismuseon konservointilaitoksella luu-metalli komposiittiesineiden konservointiraportteihin maanantaina 16.4.2012. Sain luettavakseni yhteensä kymmenen raporttia, mutta valitettavasti pystyin tutustumaan esineisiin ainoastaan ennen ja jälkeen konservoinnin otettujen valokuvien avulla, sillä itse löydöt eivät olleet saatavilla (ks. nykyinen säilytyspaikka liite 4). Näin ollen en voinut myöskään arvioida löytöjen nykyistä kuntoa konservoinnin jälkeen. Myös Helsingissä luu-metalli komposiittien konservointi aloitetaan dokumentoinnilla. Dokumentointi tehdään, kuten Turussakin, ottamalla mustavalko-, röntgen-, digi- ja diakuvia. Dokumentoinnin jälkeen esineille suoritettiin mekaaninen puhdistus (vain kerran maininta puhdistuksesta mikroskoopin alla) veteen kostutetulla nihkeällä pumpulipuikolla, puutikulla, siveltimellä sekä skalpellilla. Rautaosia on puhdistettu myös pienellä teräsharjalla, sivuleikkureilla sekä mikrohiekkapuhaltamalla lasikuula-jauheella. Kerran puhdistukseen oli käytetty myös asetonia ja kerran sarvikahvaan muodostunut home oli pyyhitty pois alkoholilla (A7). Löydöstä KM2002042:412 puolestaan vanha mikrokristallisuojaus jouduttiin poistamaan uusintakonservoinnin yhteydessä white spiritillä, joka huuhdeltiin pois asetonilla, jotta terän aktivoitunut ruoste voitiin mikrohiekkapuhaltaa pois. Vaikka Konservointilaitoksen luu-metalli komposiittien raporteissa on maininta, että löydöt on kaivauksilta suljettu Minigrip-pussiin ja säilytetty ennen konservointia jääkaapissa, vain yhdessä niistä on maininta että löytö oli konservoituessa kostea. Muut ovat ilmeisesti kuivia tai osittain kuivuneita, ja ne on myös puhdistettu kuivina.

Vain kahdelle kymmenestä esineestä oli tehty kloridinpoistokäsittely keittämällä ne deionisoidussa vedessä. Toisessa näistä tapauksista luukahvasta oli kuitenkin vain osa jäljellä ja suurinosa siitä saatiin irroitettua paloina ennen keittämistä, joten teräosa käsiteltiin vain muutaman pienen luupalan kanssa. Keittäminen lopetettiin kun hopeanitraatti testin mukaan esineestä ei irronnut enää klorideja. Molemmat löydöt kuivattiin uunissa 110°C ja pinnoitettiin Cosmoloid 80H mikrokristallivahalla upotuskäsittelynä alipaineuunissa. Ylimääräinen vaha imeytettiin paperiin. Yksityiskohta- ja mikroskooppikuvia vertailemalla ennen ja jälkeen konservoinnin voidaan kuitenkin havaita, että keittäminen on vahingoittanut luuta.

Myös kolme muista kymmenestä esimerkkitapauksesta oli saanut kuivauskäsittelyn. Kerran esine kuivattiin hitaasti Minigrip-pussissaan huonetilassa, kontrolloiden ilman pääsyä sisään ja seuraten kuivumista. Yhdessä tapauksessa veitsen kahvan sarvilevyt irrotettiin ja ilmakuivattiin hitaasti, kun taas metalliosa kuivattiin eksikaattorissa silica-geelin kanssa. Viimeisessä tapauksessa suoritettiin pakastekuivaus (ks. alla).

Liimaukseen ja vahvistukseen on Konservointilaitoksella käytetty erilaisia tuotteita. Turussa tyypillisesti käytettyä Paraloid B72 on hyödynnetty kahdessa tapauksessa. Helsingissä liimaukset suoritettiin kuitenkin yleisimmin UHU Hart –selluloosa-asetatiimilla asetonissa, jota käytettiin viidessä löydöstä. Näiden lisäksi kerran komposiittihaarukan mikrohiekkapuhaltaessa katkennut piikki liitettiin paikoilleen 2-komponenttisella Mega Stick –korjausmassalla. Ja yhdessä tapauksessa konservoinnin päätteeksi haarukan metalliosa ja sen kahva liimattiin yhteen shellakalla, joka oli ohennettu alkoholilla (A7). Lisäksi komposiittiveitsi KM2002042:412 (kuva 29) joka koostui metalliterästä, katajaisesta kahvasta sekä luu- tai sarviheloista käsiteltiin 20% PEG 600 –liuoksella, johon oli lisätty 1% Hostacor IT:tä. Liuos vaihdettiin, ja siihen lisättiin 5% PEG 1500 ja Hostacoria. Käsittelyä jatkettiin, ja PEG 1500-liuoksen pitoisuus nostettiin 10%. Tämä veitsi pakastekuivattiin, ja suojattiin mikrokristallivahalla white spiritissä.



Kuva 29. KM2002042:418 uudelleen konservoinnin jälkeen. Veitsi jossa katajainen kahva ja luu- tai sarvihelat (Kuva P. Klaavu, Kansallismuseon konservointilaitos).

Konservointilaitoksen luu-metalli komposiiteista kolmeen oli käytetty myös Can Trust –ruosteenestosuojaa ohennettuna deionisoidulla vedellä, sivelemällä sitä metalliosille.

Ainoastaan kahta kymmenestä esimerkkitapauksesta ei ole pinnoitettu konservoinnin päätteeksi. Vain kerran pinnoitukseen on käytetty 2% Paraloidia, joka on sivelty terän pintaan. Muissa tapauksissa on käytetty vahaa. Kahdessa tapauksessa pinnoitus on tapahtunut upottamalla koko esine sulaan parafiinivahaan 110°C asteessa muutaman vuorokauden ajaksi, jonka jälkeen ylimääräinen vaha imeytettiin paperiin. Viidesti oli käytetty mikrokidevaa. Neljässä tapauksessa mainitaa, että mikrokidevaha on Cosmoloid 80H ja tällöin pinnoitus on suoritettu myös upotuskäsittelynä alipaineuunissa.

Helsingissä suositetaan keittämistä kloridienpoistometodina rautaesineille. Mielestäni komposiittiesineille joissa on myös orgaanista materiaalia, kuten luuta tai sarvea se voi kuitenkin olla vahingollinen, etenkin jos keittämistä jatketaan pitkään. Näyttäisi kuitenkin siltä, että mikäli eri materiaaleja ei saada erotettua toisistaan, konservointilaitos suosii luu-metalli komposiittien kohdalla kloridien poiston sijaan niiden sulkemista vahapinnoituksen sisään. Tämä ei kuitenkaan poista löydöistä niiden todellista ongelmaa, eli klorideja, ja mahdollisesti vain lykkää sitä hetkeä jolloin ongelmaan on puututtava. Suojapinnoituksia on myös tarkkailtava ja mahdollisesti myös ajoittain uusittava, sillä mikäli pinnoitus jostain syystä vaurioituu ja metalli pääsee reagoimaan ilman ja kosteuden kanssa, korroosioprosessi voi aktivoitua uudestaan. Näin olikin käynyt esimerkiksi löydön KM2002042:412 kohdalla, ja se jouduttiin konservoimaan uudelleen.

5 Dokumentointi

5.1 Digikuvaus

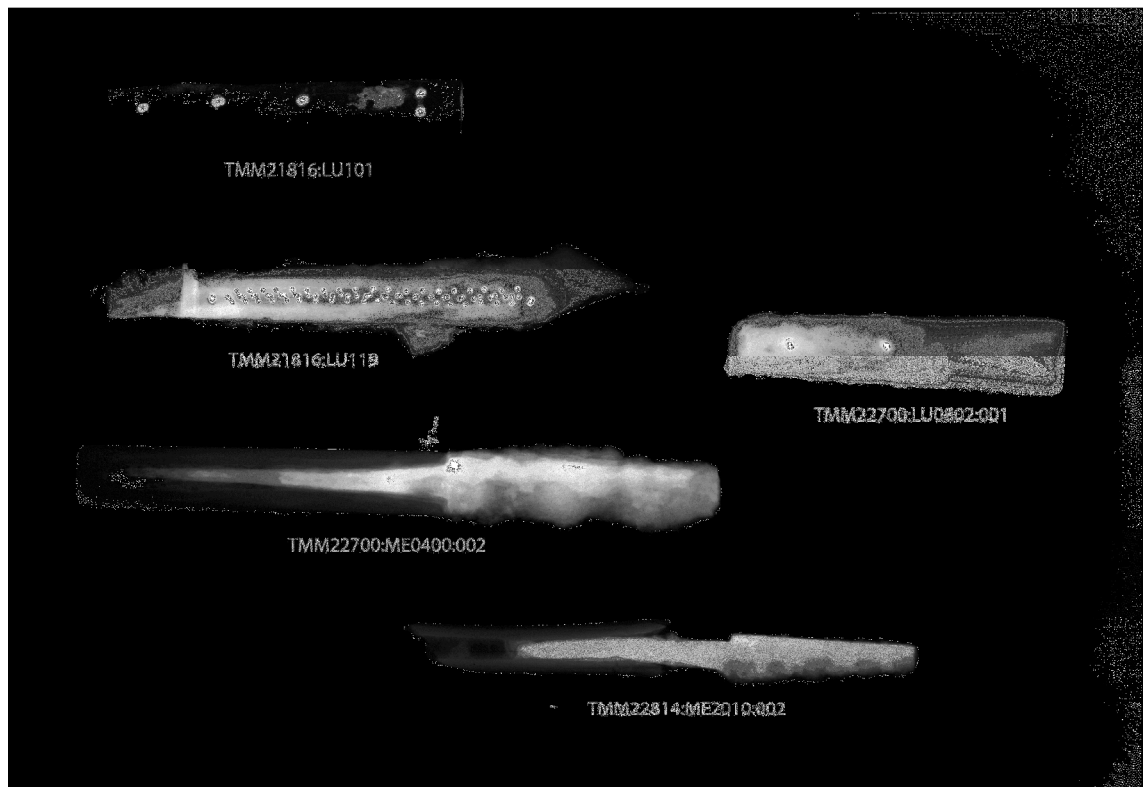
Veitsille suoritettiin dokumentointikuvaus studiossa, ennen konservointia 2.2. (lukuissa 3.3.1 - 3.3.5) ja jälkeen konservoinnin 23.4.2012 (liite 1). Digikuvaus tapahtui Canonin 450D kameralla RAW ja jpg muodoissa. Kuvat otettiin veitsien molemmista kyljistä ylhäältä päin kuvattuna, käyttäen apuna kamerajalustaa sekä erillisiä salamavalvoja ja niihin asennettavia varjoja. Valokuvat käsiteltiin myöhemmin RAW-kuvista Adobe Photoshop -ohjelman avulla. Dokumentointikuvia käytettiin myös pohjana vauriokartoitus piirrosten tekoon Adobe Illustrator -ohjelmassa.

5.2 Dino-Lite digitaalinen mikroskooppi

Sekä määristä että kuivista veitsistä otettiin myös yksityiskohta- ja vauriokuvia Dino-Lite mikroskooppikameralla (ks. luvut 3.3.1 - 3.3.5). Lähikuvat auttavat ymmärtämään veitsien rakennetta, tunnistamaan materiaaleja sekä arvioimaan esineiden kuntoa ja vaurioiden laatua. Ne tuovat myös hyvin esille muutokset löydöissä konservointia ennen ja sen jälkeen.

5.3 Röntgenkuvaus

Konservaattori Riikka Saarinen suoritti kaikille viidelle veitselle röntgenkuvauksen Turun museokeskuksella 10.1.2012, valotusajalla 150s ja noin 200 kV teholla (kuva 30). Museon röntgenlaite on venäläinen MIRA-2D ja veitset kuvattiin samalle filmille: Agfa, Structurix D5 PB ETE.



Kuva 30. Röntgenkuva kaikista viidestä veitsestä: valotusaika 150s ja teho noin 200 kV.

Veitset röntgenkuvattiin uudestaan niiden saavuttua opinnäytetyötä varten Metropolian ammattikorkeakoululle Tikkurilaan 30.1.2012. Röntgenlaitetta operoi lehtori Heikki Häyhä. Koulun röntgenlaite on Shimadzu Mobileart eco ja kuvaus tapahtuu Fujifilmin

FCR IP cassette type CH 24 x 30 cm – röntgenlevylle. Tällöin märät veitset kuvattiin erikseen yhtenä kokonaisuutena (kuva 9) ja kuivat toisena (kuva 23). Röntgenlaitteen korkeus eli etäisyys kuvattaviin esineisiin oli kuvausten ajan 70cm.

Röntgenkuvaus on usein vakiotoimenpide konservointia ennen esineille joissa on metallia (Halinen 2009, 235). Röntgenkuvien tärkein anti on tarjota informaatiota korroosiokerrosten luonteesta sekä paljastaa onko metalli kokonaan mineralisoitunut vai onko siinä vielä metallinen ydin jäljellä. Tämä vaikuttaa osaltaan konservointikäsitteilyiden valintaan. Lisäksi röntgenkuvaus tarjoaa apua esinetutkimukselle, sillä sen avulla voidaan paljastaa yksityiskohtia, kuten rakenteellisia, koristuksellisia ja valmistuksellisia seikkoja. Röntgenkuvien avulla opinnäytetyön veitsistä voitiin todeta niiden rakenne: oliko kyseessä piiloruotoinen vai täysruotoinen veitsi. Kuvat selvensivät myös korroosiokerrosten ja metallisen ytimen välistä suhdetta, kuten terän muotoa korroosion alla. Tämä auttoi myös veitsiä puhdistessa jäljittämään alkuperäistä metallipintaa.

5.4 XRF-mittaukset

Röntgenfluorisenssi mittaukset suoritettiin koululla käsi­käyttöisellä XRF-laitteella, jota oli käyttämässä laboratorioinsinööri Kirsi Perkiömäki. Laite on Innov-x Alpha Series XRF Analyser (a portable energy-dispersive X-ray spectroscopy machine). XRF-laitteella voidaan selvittää alkuaineet mitattavasta kohteesta säädetyn analysointimoodin mukaisesti. Tutkimukset tehtiin veitsien metallikoostumusten määrittämiseksi, ja mittauksissa käytettiin ensisijaisesti metallianalyysi moodia (M), mutta myös maaperä analyysi moodia (soil =S) testattiin joissain tapauksissa. Vaikka lähtöoletta­mus oli, että kaikki veitset olisivat rautaisia, halusin kuitenkin määrittää tarkemmin mitä muita metalleja terän metalliseokseen on mahdollisesti lisätty (ks. taulukko 2). Tärkeämpää oli kuitenkin tutkia täysruotoisten veitsien niitit, sillä niitä ei aina valmistettu samasta metallista kuin itse terää. Lisäksi Åbo Akademin päärakennuksen tontilta löytyneen veitsen LU119 hopeanhoitoisten pyöreiden koristeupotusten epäiltiin olevan amalgaamia. Amalgaami (engl. amalgam) on elohopean ja muiden metallien, kuten tinan tai hopean, kanssa muodostama metalliseos. Tämä ennakkoaavistus oli kuitenkin varmistettava, sillä elohopea on myrkyllinen raskasmetalli ja aiheuttaa terveysriskin, joten se on huomioitava elohopeapitoista esinettä käsiteltäessä ja sitä konservoidessa.

Taulukko 2. XRF -mittausten tulokset opinnäytteen viidelle veitselle. Taulukkoon on merkitty punaisella pääasiallinen metalli/-sekoite ja sinisellä luuaines (LE = light elements, ei metallia).

	terä
TMM22700:ME0400: 002	Fe 98,55% Co 1,42% Zr 0,03%
TMM22814:ME2010: 002	Fe 99,34% Mn 0,53% Zr 0,12%

	terä	niitit
TMM22700:LU0802:001	Fe 99,13% Pb 0,49% Sn 0,39%	Fe 97,04% Pb 2,16% Sn 0,8%
TMM21816:LU101	Fe 100%	Fe Cu Zn

	terä	niitit	hela	koristelu(M)	koristelu(S)
TMM 21816: LU119	Fe 99,76% Mn 0,24%	?	Cu 69,24% Fe 17,7% Zn 12,25% Mn 0,11% Sn 0,1% (S) Lisäksi pieniä määriä Pb, Sr, Ag, As	LE 95,88% Fe 11,22% Pb 1,58% "W" 0,56% Sn 0,51% Mn 0,15% Zr 0,00%	Ca > 10% S 89975ppm K 15987ppm Fe 12643ppm Pb 10595ppm Hg 8723ppm Sn 5027ppm As 2207ppm Mn 1811ppm Cu 395ppm Sr 303ppm Zn 143ppm

XRF-mittauksia lukiessa on muistettava että tulokset ovat vain suuntaa antavia, ei absoluuttiset prosentuaaliset jakaumat eri alkuaineiden välillä, sillä mittaustulos

vaihtelee hieman riippuen mistä kohtaa esinettä tai missä sen puhdistusvaiheessa mittausta on suoritettu. Mittaustulosten mukaan veitsen TMM21816:LU119 koristelu on todennäköisesti amalgaamia. Soil –moodi tunnisti koristelusta elohopean mutta metallianalyysi –moodi ei suoranaisesti. Metalli –moodi löysi kuitenkin koristelusta ”volframia”, mutta todellisuudessa tämä voi tarkoittaa mitä tahansa jalompaa metallia, joita laite ei mittaa, useimmiten kultaa tai hopeaa. Tulkitsimme sen tässä tapauksessa tarkoittavan kuitenkin elohopeaa, jota näkyi myös soil –moodilla mitattaessa. Elohopean lisäksi koristelussa oli ainakin lyijyä ja tinaa.

Amalgaami-koistellusta veitsestä TMM21816:LU119 paljastui korroosion alta myös kaksi yllätystä. Toinen oli piilossa ollut kullanvärinen hela, jota epäiltiin ensin kullatuksi, mutta joka osottautui XRF-mittausten perusteella kuparin ja sinkin seokseksi messingiksi. Messinkiä, jossa on alle 18% sinkkiä, kutsutaan myös tompakiksi (engl. tompac). Tämän lisäksi molemmin puolin amalgaami-koistelua olevat pienet niitit, jotka korroosion peittäminä vaikuttivat ensisilmäyksellä rautaisilta, paljastuivatkin puhdistettaessa esiin hopeanharmattavana metallipintana. Valitettavasti XRF-laite oli uuden havainnon tapahtuessa poistunut jo koululta, eikä niittien metallikoostumusta voitu varmentaa. Mutta *Knives and Scabbards* teoksen mukaan (Cowgill ym. 2000, 26) ainakin Lontoon 1300-luvun lopun veitsilöydöissä messinkiset niitit olivat yleisimpiä (yhteensä 16 löydössä), mutta myös hopeaniittejä sekä tinattuja rautaniittejä oli käytetty. Tämä hopeanharmaa metalliseos onkin ehkä valittu niitteihin raudan sijaan, jotta ne eivät pistäisi eri sävyisenä silmään hopeanvärisen amalgaami-koistelun jatkeena. Myös toisesta Åbo Akademin veitsestä TMM21816:LU101 paljastui sinisenmustan korroosion alta esille kullanväriset niitit. XRF-mittaukset tehtiin kuitenkin kun niitit olivat vielä korroosion peitossa, ja tämä vääristi mittaustuloksia. Koska mittauksessa havaittiin raudan lisäksi pienet määrät kuparia ja sinkkiä, 1300-luvun lopulla veitsissä käytettiin yleisimmin messinkiniittejä, ja myös samanaikaisen veitsen LU119 hela oli messinkiä voidaan päätellä, että myös nämä saman väriset niitit ovat todennäköisesti messinkiset.

Koska XRF-tutkimukset keskittyivät alun perin komposiittiveitsien metallien määrittämiseen, jäi veitsen kahvat tutkimuksissa taka-alalle. Myöhemmin työstäessäni opinnäytteeni kirjallista osaa, löysin kuitenkin maininnan jonka mukaan sarvi eroaisi luusta sillä, että siinä on rakenteessaan proteiinien lisäksi myös rikkiä (ks. s. 6).

Palatessani mittaustuloksiini huomasin että tämän alkuaineet olisi voinut havaita soil – moodilla, ja näin ollen ehkä määrittää onko veitsen kahva luuta vai sarvea. Koska ottamani soil-mittaukset eivät ole pyrkineet havainnoimaan kahvaa, vaan siinä olevia niittejä tai ruotoa kahvan sisällä, laite on mitannut ympäröivää kahva-ainesta vain sattumalta, eivätkä mittaukseni ole kahvamateriaalin määrittämiseksi aukottomia. Tulokset olivat kuitenkin seuraavanlaiset:

- TMM21816:LU119 → rikkiä (ks. taulukko 2)
- TMM21816:LU101 → rikkiä > 10%
- TMM22700:ME0400:002 → ei rikkiä
- TMM22814:ME2010:002 → ei mittausta kahvan alueelta
- TMM22700:LU0802:001 → ei rikkiä

Näiden satunnaistulosten perusteella molemmat Åbo Akademin veitsenkahvat voisivat siis olla sarvisia. Tuloksia voisi varmentaa ottamalla uudet XRF-mittaukset optimaalisesta kohdasta kahvan alueelta, jossa ei ole metallia.

5.5 Mikroskopointi

Stereomikroskooppi oli yksi tärkeimpiä työvälineitä käytännön konservoinnin aikana. Sen avulla tutkittiin opinnäytetyöni viiden veitsen teknisiä yksityiskohtia, kuntoa ja vaurioita, tunnistettiin valmistusmateriaaleja sekä seurattiin konservoinnin etenemistä sen aikana. Myös veitsien mekaanien puhdistus tapahtui, mikrohiekkapuhallusta lukuun ottamatta, mikroskoopin alla.

6 Konservointi

6.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Lähtökohtana opinnäytteeni käytännön työlle oli tutustua konservoinnin näkökulmasta luu-metalli komposiitteihin esinelöytöryhmänä. Jotta perehtyisin tutkimuskohteeseeni kattavasti ja huomioisin museoissa mahdollisesti vastaan tulevat konservointitapaukset, valitsin käsiteltäväkseni sekä merkiä että kuivia löytöjä. Lisäksi tavoitteenani oli löytää

tehokkaampi kloridinpoisto metodi luu-metalli komposiiteille, joiden materiaaleja ei voida erottaa toisistaan käsittelyjen ajaksi, vaan ne on käsiteltävä yhtenä kokonaisuutena. Itse konservointiprosessi tapahtui noudattaen ammattikunnan yleisesti hyväksymiä käytäntöjä huomioiden konservoinnin tarpeen, esineiden materiaalit sekä ammattieettiset periaatteet. Koska erityisesti arkeologinen löytömateriali on itsessäänkin dokumentti ajastaan ja sen kulttuurista on esineitä tutkittaessa ja käsiteltäessä huomioitava ettei niiden tutkimuksellinen ja tieteellinen arvo heikkene. Konservoinnin tavoitteena onkin pysäyttää löytöjen tuhoutuminen ja stabiloida ne, sekä saattaa ne parhaaseen mahdolliseen nykyiseen kuntoon, jotta esineiden luettavuus paranee, ilman että niiden historiallista, tutkimuksellista tai esteettistä arvoa vaurioitetaan. Käytännön työnä konservoitavat viisi luu-metalli komposiittiveistä kuuluvat kaikki Turun museokeskuksen kokoelmiin, ja ne tuotiin koululle yhteistyösopimuksen mukaisesti konservoitavaksi opinnäytetyön osana. Esineet palautetaan Turkuun konservoinnin jälkeen.

Komposiittiesineiden kohdalla on pohdittava myös konservointipriorisointia. Tarvitseeko komposiittiesine aina aktiivista käsittelyä ennalta ehkäistäkseen vaurioita tai materiaalin menetystä? Vai riittääkö esineelle passiivinen konservointi sen nykyisessä tilassa, esimerkiksi jos löytö on kuiva ja hyväkuntoinen. Mikäli kyseessä on märkä komposiittiesine voidaan joutua myös arvottamaan eri materiaalien merkitystä esineen tulkinnalle ja tekemään sen perusteella priorisointeja käsittelyissä. Tai joudutaan tekemään kompromissi valitsemalla ehkä tehottomampi käsittelymetodi, jotta toinen materiaaleista, usein orgaaninen jäännös, ei vahingoittuisi. Komposiittiesineiden konservoisemisessa ei olekaan yhtä oikeaa tapaa toimia vaan esineet on arvioitava aina tapauskohtaisesti sen mukaan mistä materiaaleista esine koostuu, missä kunnossa esine on, millaista historiallista ja tutkimuksellista arvoa sillä on sekä millaiset tavoitteet konservoinnille asetetaan.

6.2 Konservointisuunnitelma

Opinnäytetyöni käytännöntyö aloitetaan veitsien saavuttua museokuljetuksena Metropolian ammattikorkeakoululle Tikkurilaan 30.1.2012 röntgenkuvaamalla veitset. Tämän jälkeen komposiittiveitsille suoritetaan dokumentointivalokuvaus ennen konservointia. Dokumenttivalokuvien lisäksi veitsistä otetaan myös yksityiskohta- ja

vauriokuvia Dino-Lite mikroskooppikameralla, ja metallikoostumuksien määrittämiseksi veitsille suoritetaan XRF –mittaukset. Koska kirjallisen opinnäytetyön palautuspäivä on jo 27.4 ja märät veitset vaativat 60 päivän testiperiodin käsittelyliuoksissa, on tärkeää että märät veitset pääsevät mahdollisimman nopeasti kloridinpoistokäsittelyihin. Siksi vauriokartoitus ja mekaaninen puhdistus deionisoidussa vedessä mikroskoopin alla suoritetaan ensin märille veitsille. Mikroskoopin alla puhdistuksen lisäksi pahimmat korroosiokertymät poistetaan mikrohiekkapuhaltimen avulla. Puhdistuksen jälkeen märät veitset (3 kpl) laitetaan kloridinpoisto käsittelyihin 60 päivän ajaksi. Kaksi veitsistä laitetaan 0,03M natriumseskvikarbonaattiin, joista toinen käsitellään hapettomassa tilassa eksikaattorissa ja toinen 35°C asteessa lämpökaapissa. Kolmas veitsi huuhdellaan perinteisesti käytetyssä deionisoidussa vedessä. Kloridinpoistokäsittelyille suoritetaan näytteenotto kloridimittausta varten noin 10 päivän välein. Kloridimittaus tapahtuu *Aquamark* – kloriditesti pakkauksella. Näytteiden oton yhteydessä veitsille tehdään myös kuntotarkastus visuaalisen arvioinnin sekä halkeamien mittauksen perusteella.

Kun märät veitset ovat kloridienpoistokäsittelyssä, aloitetaan kuivien veitsien (2kpl) konservoiminen vauriokartoituksella ja mekaanisella puhdistuksella mikroskoopin alla. Pahimmat korroosiokrusterit poistetaan mikrohiekkapuhaltimella. Toisesta Åbo Akademin veitsestä LU101 irrallaan oleva teräosa liimataan paikoilleen ja toisen LU119 luukahvan halkeamia vahvistetaan Paraloid B72:lla.

Kloridienpoistokäsittelyjakson päätyttyä jatkotoimenpiteet riippuvat siitä, onko veitsistä poistunut riittävä määrä klorideja. Mikäli käsittelyt ovat tehonneet ne lopetetaan ja natriumseskvikarbonaatissa käsitellyt veitset laitetaan huuhteluun deionisoidussa vedessä. Huuhtelun jälkeen kaikki kolme märkää veistä kuivataan. Vaihtoehtona on joko hidas kontrolloitu kuivatus kosteuskammiossa tai nopea liuotinkuivaus. Molemmilla kuivausmetodeilla on sekä hyvät että huonot puolet luu-metalli komposiittiesineille. Kun veitset on kuivattu ne pinnoitetaan 5% w/V Paraloid B72:lla asetonissa, tarvittaessa useampaan kertaan. Mikäli märistä veitsistä ei ole 60 päivän käsittelyjakson jälkeen poistunut riittävästi klorideja, jotta esineet olisivat stabiloituneet, kloridinpoistokäsittelyä jatketaan Turun museokeskuksella, ja konservointikäsittelyt viedään siellä loppuun näiden veitsien osalta.

Lopuksi veitsille suoritetaan dokumentointivalokuvaus konservoinnin jälkeen, ja löydöt pakataan takaisinkuljetusta varten. Veitset noudetaan koululta 27.4.2012.

6.3 Puhdistus

Opinnäytetyöni märille veitsille (3 kpl) suoritettiin mekaaninen puhdistus stereomikroskoopin alla. Jotta veitset pysyisivät märkinä puhdistuksen aikana eivätkä pääsisi kuivumaan, ne puhdistettiin matalassa astiassa deionisoidussa vedessä. Itse puhdistaminen tapahtui eri vahvuisilla siveltimillä sekä skalpellilla. Veitsien pinnassa ei ollut enää irtomaata, sillä ne oli kaivausten jälkeen puhdistettu luotteloinnin yhteydessä pesemällä ne vedessä. Luukahvan halkeamiin ja koloihin oli kuitenkin jäänyt hiekanmuruja sekä pikkukiviä, jotka irtosivat kevyesti harjaamalla. Luupintaa täplitti myös erikokoiset metallinhoitoiset korroosiojäämäkertymät. Koska luun pinta oli kova sekä hyväkuntoinen ja korroosioikertymät olivat märkiä ja pehmeitä, ne irtosivat suurimmaksi osaksi vaivatta skalpellin avulla. Ongelmallisempia olivat suuremmat korroosimuodostelmat metalliniittien ympärillä, sekä luukahvan halkeamista esiin purkautuneet korroosioikertymät. Nämä olivat joko hankalia tai mahdottomia poistaa, ja mikäli korroosioipurkauma saatiinkin poistettua se jätti jälkeensä luuhun korroosiovärjäyksen. Veitsen metalliosat olivat muodostaneet ympärilleen myös erillisiä, joko oranssin värisiä tai tummia, lähes mustia värjäyksiä. Osa värjäytymistä oli vain luun pinnalla olevia valumajälkiä, jotka pystyttiin poistamaan skalpellilla, mutta mikäli värjäyksiä oli imeytynyt luun huokosiin, sitä oli käytännössä mahdotonta poistaa vahingoittamatta luuta.

Kuivat veitset (2 kpl) puhdistettiin myös mekaanisesti mikroskoopin alla. Puhdistukseen käytettiin skalpellia, siveltimiä sekä 1:1 etanoliin ja deionisoituun veteen kasteltua nihkeää pumpulitikkua (Merritt 2007, 4 in Chapter E). Käytin etanolin ja deionisoidun veden sekoitusta, koska kuivat korroosiojäämät irtosivat luusta hankalammin kuin märät, ja seos tehosti niiden poistoa. Lisäksi sekoitus haihtuu luun pinnasta pelkkää vettä nopeammin, eikä jätä esinettä kosteaksi. Myös kuivat veitset oli puhdistettu kaivausten jälkeen irtonaisesta maasta kevyesti harjaamalla, mutta esineen koloihin oli jäänyt satunnaisesti maa-ainesta. Tämä poistettiin pehmeän siveltimen avulla.

Sekä märkien että kuivien veitsien näkyvät metalliosat, lähinnä terä mikäli sitä oli yhä jäljellä, puhdistettiin maansekaisesta korroosiokrustista mikrohiekkapuhaltamalla lasikuula-jauheen sekä leikkaavamman Edelkorund-jauheen avulla. Röntgenkuvat auttoivat korroosion alla olevan alkuperäisen metallipinnan määrittämisessä. Orgaaninen kahvaosa suojattiin Elmu-kelmulla mikrohiekkapuhalluksen aikana. Jotta märät veitset eivät päässeet kuivumaan liikaa mikrohiekkapuhalluksen aikana, niitä kasteltiin välillä astiassa jossa oli deionisoitua vettä.

6.4 Kloridinpoistokäsittelyt

Arkeologisiin löytöihin maassa kulkeutuneet kloridi ionit kiihdyttävät raudan ruostumista, ja ruostumisprosessi voi vaurioittaa edelleen myös komposiittiesineen orgaanisia materiaaleja. Komposiittiesineen stabiloimiseksi ja ennalta ehkäistäkseen siinä syntyviä vaurioita, esineiden ruostuminen onkin ehkäistävä. Tämän voi tehdä sulkemalla pois ruostumisprosessista jonkin siihen vaadittavista osatekijöistä. Mikäli yhtälöstä poistetaan esimerkiksi vesi kuivaamalla löytö ja säilyttämällä sitä alhaisessa suhteellisessa kosteudessa, ruostuminen saadaan pysäytettyä (Cronyn 1990, 175). Vaadittava turvaraja suhteelliselle kosteudelle on kuitenkin hyvin alhainen, jopa alle 15 % (ks. luku 7.1). Ruostuminen voidaan ehkäistä myös sulkemalla esine hapettomaan tilaan. Korroosion muodostumista voidaan ennaltaehkäistä myös muodostamalla sen pinnalle suojakerros läpinäkyvällä vahalla tai lakalla, tai kemiallisesti korroosioinhibiiteillä (Cronyn 1990, 176). Yllä mainitut menetelmät eivät kuitenkaan poista todellista ongelmaa, eli rautaesineessä olevia haitallisia klorideja, ja ruostuminen voi aktivoitua uudestaan, mikäli Cl⁻ ionit pääsevät reagoimaan kosteuden ja hapen kanssa. Tämän takia kloridit pyritään poistamaan arkeologisista metalleista, etenkin märkänä talteen otetuista löydöistä⁹. Tämä voidaan tehdä joko huuhtelumenetelmällä upottamalla esine käsittelyliuokseen, tai sähkökemiallisesti pelkistämällä kloridit elektrolyytti-liuoksessa (Selwyn 2004). Sähkökemiallinen käsittely vaatii kuitenkin, että

⁹ Esimerkiksi Turun museokeskuksella kloridit pyritään nykyisin poistamaan kaikista arkeologisista rautalöydöistä, olivat ne sitten märkiä tai kuivia. Kloridit poistetaan alkaalisulfiittialtaissa, paitsi jos löytö on käsittelylle liian hauras, sisältää muita metalleja tai myös orgaanista materiaalia eli on komposiittiesine. Turussa ollaan havaittu että kuivista rautalöydöistä irtoaa vähemmän klorideja kuin märistä, mutta kaikki liukenevat kloridit poistuvat ensimmäisellä käsittelykierroksella. (Suullinen tiedonanto: Saarinen, Riikka 2.4.2012.)

rautalöydössä on jäljellä kiinteä metalliydin (Selwyn 2004, 299). Watkinson (1983¹⁰) on osoittanut, että mikäli esine on kokonaan mineralisoitunut se ei todennäköisesti enää ruostu, joten tällaisesta esineestä ei tarvitse poistaa klorideja (Keene 1994, 258). Myös kloridien poiston jälkeen esineen pinta suojataan usein vielä varmuuden vuoksi vaha tai lakka pinnoituksella.

6.5 Käsittelyjen valinta

Opinnäytetyöni määrille veitsille kloridien poisto oli mielestäni perusteltu toimenpide esineiden stabiloimiseksi sekä korroosion ehkäisemiseksi ja käsittely noudattaa myös yleisesti hyväksytyjä konservointistandardeja (Esim. Turussa, ks. liite 3). Desalinaatio ehkäisee myös suolojen muodostumisen esineen pinnalle. Metallisuolat ovat vahingollisia, sillä ne ovat hygroskooppisia, muodostavat happamia yhdisteitä ja aiheuttavat kristalloituessaan fyysistä tuhoa esineessä (Hamilton 1999; Pearson 1987, 158). Valkoiset suolakertymät esineiden pinnassa ovat kuitenkin tyypillisempi ongelma meriarkeologisille, kuin maalöydöille. On havaittu, että arkeologinen rauta säilyy todennäköisemmin hyväkuntoisena, mikäli sille tehdään aktiivisia käsittelytoimenpiteitä, kuin jos sen jättää käsittelemättä. Lisäksi on todettu, että tehokkaimmat käsittelyt ovat niitä, jotka poistavat esineestä suurimman määrän klorideja (Keene 1994, 259-260).

Perinteinen tapa poistaa Cl⁻ ionit on upottaa rautalöydöt neutraaliin tai emäksiseen käsittelyliuokseen, ja odottaa että kloridit huuhtoutuvat pois esineestä (Selwyn 2004, 297). Metodoin toiminta perustuu pääasiallisesti diffuusioon, eli siihen että Cl⁻ ionit pyrkivät siirtymään korkeammasta pitoisuudesta korroosiorajapinnalta, alhaisempaan pitoisuuteen käsittelyliuoksessa (Selwyn & Argyropoulos 2005, 82). On kuitenkin todettu, että emäksiset liuokset poistavat tehokkaammin klorideja kuin neutraalit tai happamat käsittelyliuokset (Watkinson & Al-Zahrani 2008, 78). Myös tämän takia rauta komposiittiesineille yleisimmin käytetty suolanpoisto menetelmä, huuhtelu puhdistetussa vedessä, ei ole tehokkain mahdollinen kloridinpoisto menetelmä (ks. Selwyn 2004; Watkinson 1996; Watkinson & Al-Zahrani 2008). Tutustuessani myös Turussa käytettyihin kloridienpoistometodeihin havaitsin, ettei huuhtelu deionisoidussa vedessä poista riittävästi klorideja esineistä, sillä useiden konservoitujen löytöjen

¹⁰ Degree in mineralization: Its significance for the stability and treatment of excavated ironwork. *Studies in Conservation* 28, 85-90.

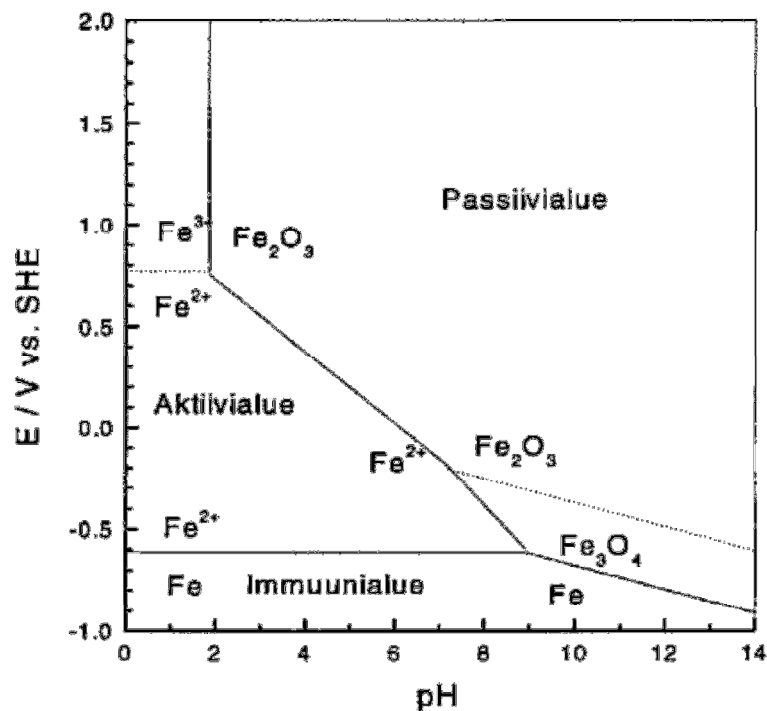
metalliosat alkoivat ruostua ja hilseillä konservoinnin jälkeen (liite 3). Opinnäytetyöni yhtenä tavoitteena olikin etsiä puhdistetussa vedessä huuhtelun tilalle vaihtoehtoista käsittelymetodia, joka tehostaisi kloridien poistumista esineistä, ja testata sitä myös käytännössä. Tehokkaamman kloridinpoistometodin myötä välttyttäisiin mahdollisesti myös metalliosien uudelleen ruostumiselta konservoinnin jälkeen, sekä sitä seuraavilta jatkokonservointitoimenpiteiltä. Haasteeksi nousi kuitenkin se, että perinteiset metallilöytöjen käsittelyliuokset, kuten alkaalisulfiitti, ovat liian vahvoja ja vahingollisia luumateriaalille, eikä niitä voida siksi käyttää. Tämän lisäksi luuesineiden sekä luukomposiittien kloridien poistosta löytyi hyvin vähän tutkimusta tai ohjeita kloridinpoistokäsittelyn suorittamiseksi. Mikäli jokin kirjallinen lähde mainitsikin käsittelymetodin, se oli perinteisesti käytetty puhdistettu vesi, eikä mitään toista sen pitemmälle vietyä metodia oltu lähdetty edes harkitsemaan, saati kokeilemaan.

Arkeologiselle raudalle tehokkain kloridien poistaja *The Conservator* lehden numerossa 31/2008 ilmestyneen artikkelin *Towards quantified assessment of aqueous chloride extraction methods for archaeological iron: de-oxygenated treatment environments* testien mukaan, olisi 0,5 M natriumhydroksi hapettomassa tilassa käsiteltynä (Watkinson & Al-Zahrani, 83). Tehokas kloridien poistokyky ei kuitenkaan ole taen onnistuneesta käsittelymetodista, sillä huomioon on otettava myös muut tekijät, kuten käsittelyn turvallisuus ja sen viemä aika (Watkinson 1996, 208). Monet orgaanisten materiaalien rakennusaineet, kuten selluloosa ja proteiinit hajoavat esimerkiksi vahvasti emäksisissä liuoksissa (Selwyn 2004, 297). *Meddelelser om konservering* lehden tanskalaisen artikkelin *Alkalisk udvaskning af arkæologiske jernkompositter* (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 1/2011, 18) testien mukaan, jopa 0,05 M natriumhydroksi on liian vahva emäs ja vahingollinen luumateriaalille.¹¹ Siksi sitä ei voida käyttää luu-metalli komposiitteihin, jotka käsitellään yhtenä kokonaisuutena. Kloridien poistumisen kannalta arkeologisesta raudasta kaksi ratkaisevaa tekijää ovat, jatkaako metalli ruostumista käsittelyn aikana, ja kuinka huokoinen esineen korroosiokerros on (Selwyn 2004, 298). Huokoinen korroosiokerros, sekä murtumat ja kuopat metallin pinnassa, edesauttavat kloridien poistumista esineestä. Niin kauan kuin

¹¹ Tanskalaiset testasivat 6,5 vuoden ajan arkeologisen luumateriaalin huuhtelua 0,05 M natriumhydroksilla, 0,03 M natriumseskvikarbonaatilla sekä hanavedellä. Koe osoitti että NaOH alkoi huuhtoa luusta aminohappoja 3,5 kk jälkeen, kun taas natriumseskvikarbonaatissa sama tapahtui vasta 3-5 vuoden kuluttua. Natriumseskvikarbonaatin aminohappojen huuhtomisnopeus olikin lähes samalla tasolla kuin tavallisella hanavedellä. Testiä tulikittiin niin että natriumhydroksi on vahingollisempi luun kollageenille kuin natriumseskvikarbonaatti. (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 18.)

rauta ruostuu Cl^- ionit ovat kuitenkin sitoutuneina Fe^{2+} ioneihin korroosioprosessissa, eivätkä ne pääse vapautumaan käsittelyliuokseen. Tämän takia raudan korroosion pysäyttäminen, tai sen hidastaminen, on oleellinen osa kloridinpoistokäsittelyä.

Emäksisillä käsittelyliuoksilla onkin puolellaan kaksi etua: ne edistävät Cl^- ionien poistumista esineestä, ja ne myös passivoivat raudan ehkäisten sen ruostumista (Selwyn 2004, 297). Raudan ruostuminen hidastuu emäksisessä vesiliuoksessa, kun pH nousee yli 9, ja putoaa lähes olemattomaksi emäksisyyden noustessa yli 12 (Selwyn 2004, 298-299 vrt. kuvaaja 1). Hjelm-Hansen¹² on kollegoidensa kanssa kuitenkin todennut tarkkaillessaan korroosipotentiaaleja arkeologisista rautanuloista 0,5 M natriumhydroksissa ja 0,5 M natriumsekvikarbonaatissa, että noin 100 päivän käsittelyjakson jälkeen rautanulat olivat passivoituneet NaOH:issa, mutta eivät vielä natriumsekvikarbonaatissa (Selwyn; McKinnon & Argyropoulos 2001, 116). Tämä kertoo siitä että raudan passivoitumisaika emäksisissä käsittelyissä pitenee mitä heikommin emäksinen, eli mitä alhaisempi pH, liuoksessa on.



Kuvaaja 1. Pourbaix-diagrammi: metalli-vesi-systeemin tasapainopiirros raudalle (Heikkinen 2011, 11).

¹² Hjelm-Hansen, N.; van Lanschot, J.; Szalkay, C. D. & Turgoose, S. (1993). Electrochemical assesment and monitoring of stabilisation of heavily corroded archaeological iron artefacts. Corrosion Science 35, 767-774.

Tanskalainen *Bevaringscenter Øst* on käsitellyt arkeologisia rautakomposiitteja emäksisellä huuhtelulla vuodesta 1998 asti (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 14). Laitoksessa testattiin suolan poistoa sekä 0,05 M natriumhydroksidilla (NaOH), jonka pH oli 12,5 sekä 0,03 M natriumseskvikarbonaatilla ($\text{Na}_2\text{H}(\text{CO}_3)_2$), jonka pH oli 10. Huuhteluliuosten konsentraatiot valittiin sen olettamuksen pohjalta, että matalampi konsentraatioinen emäs olisi hellävaraisempi orgaanisille materiaaleille. Natriumhydroksidilla Tanskassa oltiin tehty käsittelyjä raudalle jo aiemmin, ja se oli todettu tehokkaaksi suolan poistajaksi myös alan tutkimuslähteissä. Artikkelin mukaan (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 15) natriumseskvikarbonaatin valinta toiseksi huuhteluksi nousi puolestaan tarpeesta löytää huuhteluliuos, joka passivoisi raudan ilman, että se vaurioittaisi orgaanisia materiaaleja. Natriumseskvikarbonaatti on kaksoissuola, jonka sekoitussuhde on yhtä monta moolia natriumkarbonaattia eli soodaa (Na_2CO_3) ja natriumbikarbonaattia eli natriumvetykarbonaattia (NaHCO_3), jota kutsutaan kansanomaisesti myös ruokasoodaksi. Se kumpaa huuhteluliuosta käytettiin määräytyi esinetyypin mukaan. Rautaesineet käsiteltiin 0,05 M natriumhydroksidilla ja 0,03 M natriumseskvikarbonaatti valittiin, mikäli esineessä oli orgaanista materiaalia, kuten luuta, sarvea, puuta tai tekstiiliä tai muita metalleja, kuten pronssia.

Käsiteltävät esineet dokumentoitiin ja röntgenkuvattiin, minkä jälkeen ne puhdistettiin mekaanisesti. Jokainen esine käsiteltiin erikseen omassa kannellisessa polystyreeni rasiassa tai lasipurkissa, ja esine peitettiin kokonaan käsittelyliuoksella. Käsittelyn aikana pH:ta¹³ ja klorideja seurattiin säännöllisesti. Kloridipitoisuutta mitattiin kvalitatiivisesti hopeanitraatin saostumisen avulla. Mikäli mittauksen tulos oli positiivinen ja käsittelyliuoksessa todettiin klorideja, liuos vaihdettiin ja esine sekä käsittelyastia huuhdeltiin deionisoidulla vedellä. Käsittelyä jatkettiin kunnes liuoksessa ei havaittu enää klorideja vähintään 6 kuukauteen. Kokonaisuudessaan käsittelyt kestivät kuudesta kuukaudesta useampaan vuoteen, usein 3 – 6 vuotta. (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 15-16.) Kloridienpoistokäsittelyn jälkeen löydöt huuhdeltiin deionisoidussa vedessä. Kemiallisten käsittelyiden jälkeen on tärkeää huuhtoa löydöt kunnolla, sillä on havaittu, että esimerkiksi riittämätön huuhtelu

¹³ PH-mittaukset suoritettiin natriumhydroksidista ja mikäli pH putosi alle 10, sitä säädettiin lisäämällä vahvaa NaOH:ia. Natriumseskvikarbonaatin pH puolestaan pysyy tasaisesti 10 tietämillä (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 15).

emäksisen käsittelyn jälkeen voi aiheuttaa raudan pinnassa keltaisen götiitin muodostumista (Wang, Dove, Shearman & Smirniou 2008, 73). Huuhtelun jälkeen esineet kuivattiin kontrolloiduissa olosuhteissa. Kun esineet olivat kuivia ne pinnoitettiin alipaineessa happovapaalla polyeteenivahalla huokoisen luunpinnan suojaamiseksi, kosteuden ja hapen vaikutuksilta sekä rautaosien vahvistamiseksi (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2012).

Tanskalaisten kokemuksen mukaan 0,03 M natriumsekvikarbonaatti on paras vaihtoehto stabiloida luu-metalli komposiitteja, joiden materiaaleja ei voida erottaa toisistaan käsittelyn ajaksi. He ovat kokeilleet metodia muun muassa useammalle luu- tai sarvikahvaiselle rautaveitselle. Heidän käsittelyhypoteesinsa mukaan laimea emäksinen huuhteluliuos on riittävän tehokas stabiloimaan raudan, mutta tarpeeksi laimea ettei se aiheuta suurta vahinkoa luulle. Tulokset ovat olleet tyydyttäviä. Luumateriaali oli käsittelyn jälkeen ehkä hivenen hauraampaa, mutta siinä ei tapahtunut vääristymiä eikä halkeilua (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2012). Natriumsekvikarbonaatin käytössä on kuitenkin haittana suhteessa natriumhydroksidiin sen matalampi pH, sillä mitä laimeamman emäksinen huuhteluliuos on, sen hitaammin se poistaa myös klorideja ja passivoi raudan (Selwyn, McKinnon & Argyropoulos 2001, 116). Emäksisen liuoksen vaikutusta voitaisiin tehostaa, mikäli sen pitoisuutta tai pH:ta nostettaisiin, tai jos käsittelyliuos lämmitettäisiin lämpökaapissa 50°C asteeseen (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 15). Myös Selwyn ja Argyropoulos (2005, 92) totesivat omissa kloridinpoistokokeissaan, että korkeampi lämpötila mahdollisesti tehostaa kloridien poistumista sekä lisää korroosiokerrosten huokoisuutta lämmön aiheuttaessa metallissa ja korroosiotuotteissa laajenemista. *Bevaringscenter Øst* katsoi kuitenkin pitkällisen lämpökäsittelyn vahingolliseksi orgaanisille jäänteille, joten sitä ei käytetty komposiittiesineisiin.

Valitsin tanskalaisen artikkelin ja sen kuvaileman käsittelymetodin 0,03 M natriumsekvikarbonaatilla lähtökohdaksi tutkimusmateriaalini märkien luu-metalli komposiittiveitsien kloridinpoistokäsittelylle. Valintani johtui pitkälle siitä, että lehdemateriaalin vähyyden takia tämä oli ainoa potentiaalinen vaihtoehto kloridinpoistometodiksi, jonka löysin testattavaksi. Lisäksi tanskalaisten kokemusten mukaan, se on paras vaihtoehto luu-metallikomposiittien stabiloimiseksi. Koska artikkelin kuvailema metodi on kuitenkin hyvin hidas, vähintään puoli vuotta, eikä

minulla opinnäytetyöni aikataulun puitteissa ole mahdollisuutta näin pitkiin käsittelyaikoihin, päätin kokeilla saisinko tehostettua kloridien poistumista ja samalla nopeutettua käsittelyä. Koska 0,03 M natriumseskvikarbonaatin (pH 10) pitoisuus ja emäksisyys olivat metodin mukaan jo ennalta määritetyt, en voinut vaikuttaa niihin. Watkinsonin & Al-Zahrinin (31/2008) mukaan alkaaliset käsittelyt tehostuvat kuitenkin, mikäli ne toteutetaan hapettomassa tilassa. Hapeton käsittely-ympäristö voidaan luoda joko typpikaasun (N_2) tai natriumsulfiitin (Na_2SO_3) avulla. Sulfiitti ionit (SO_3^{2-}) syövät happea, kun taas typpi ilmaa raskaampana fyysisesti korvaa sen (Watkinsonin & Al-Zahrinin 2008, 79). Typpikaasu on näistä kahdesta käsittelyyn parempi vaihtoehto, sillä se on halpaa eikä se aiheuta vahinkoa esineille, toisin kuin sulfiitti ionit (Watkinsonin & Al-Zahrinin 2008, 84).

Päädyn yhdistämään *Meddelelser om konservering* ja *The Conservator* -lehtien artikkelien käsittelyitä, ja testaamaan ensimmäisenä kloridinpoistometodina veitselle TMM22700:ME0400:002 hapetonta käsittelyä 0,03 M natriumseskvikarbonaatilla. Hapeton olosuhde toteutettiin typpikaasulla eksikaattoriin. Toiselle veitselle TMM22814:ME2010:002 halusin kokeilla tehostaisiko lämpötilan nosto 0,03 M natriumseskvikarbonaatin tehoa käsittelyliuoksena. Tanskalainen artikkeli oli jo todennut että 50°C olisi liian korkea lämpötila orgaaniselle materiaalille, mutta *Bevaringscenter Østin* käsittelyajat olivat hyvin pitkiä, puolesta vuodesta useaan vuoteen. Itse olin päätenyt opinnäytetyöni kiireellisen aikataulun takia Watkinsonin & Al-Zahrinin artikkelin (2008, 80) testitutkimusten mukaisesti 60 päivän käsittelyjaksoon. Tanskalaisten käsittelemissä komposiittiesineissä oli myös luuta hauraampaa orgaanista materiaalia, kuten tekstiilijäänteitä, joten on ymmärrettävää ettei niitä haluttu laittaa lämpökaappiin.

Konsultoituani toista opinnäytetyöohjaajaani konservaattori Riikka Saarista, päädyin varmuuden vuoksi laskemaan lämpökaapin käsittelylämpötilaa alhaisempaan 35°C asteeseen. Hypoteesina oli, että pienikin lämmön nousu saattaisi jo olla riittävä tehostamaan kloridien poistumista, mutta ei kuitenkaan liian korkea aiheuttaakseen lyhyemmän käsittelyperiodin aikana komposiittiesineiden luulle vahinkoa. Pystyäkseni todella vertailemaan onko 0,03 M natriumseskvikarbonaatti tehokkaampi kloridinpoistaja kuin perinteisesti käytetty puhdistettu vesi, laitoin kontrollikäsittelynä kolmannen veitsen TMM22700:LU0802:001 deionisoituun veteen.

6.6 Käsittelyjen toteutus

Aloitin kloridienpoistokäsittelyt opinnäytetyöni kolmelle märälle veitselle maanantaina 13.2.2012, jolloin laboratorioinsinööri Kirsi Perkiömäki oli avustamassa käsittelyjen teknisessä toteuttamisessa. Jokainen veitsistä käsiteltiin erikseen omassa 1,2l Orthex-pakasterasiassa, niin että esine peittyi kokonaan käsittelyliuokseen. Liuoksen määrä käsittelyrasioissa oli 0,5l ja käsittelyjen kestoksi määritettiin 60 päivää. Käsittelyliuokset vaihdettiin kerran, toisen kloridimittauksen jälkeen 5.3.2012.

Hapeton käsittely 0,03 M natriumsekvikarbonaatilla (käsittely 1) toteutettiin seuraavasti. Eksikaattori avattiin ja kannen saumoihin levitettiin *Glisseal*-rasvaa, jotta kansi sulkeutuisi ilmatiiviisti paikoilleen. Eksikaattorin sisälle välipohjan alle, laitettiin kaksi pussia *Ageless*-hapensyöjää, varmistaakseen, että tilasta tulisi varmasti hapeton. Seuraavaksi käsittelyastia veitsineen laitettiin ilman kantta eksikaattoriin ja eksikaattori suljettiin. Eksikaattorin kannen lasikorkki poistettiin ja typpipullon letku työnnettiin aukosta sisään. Typpi pullo avattiin ja eksikaattoria alettiin täyttämään typpikaasulla. Arvioimme eksikaattorin tilavuuden perusteella, että riittäisi kun typpeä lasketaan sisään korvaamaan ilmaa noin viisi minuuttia. Kun eksikaattori oli tyytetty, typpipullo suljettiin, sen letku vedettiin ulos ja eksikaattorin korkki suljettiin. Lopuksi eksikaattorin korkin hana tukittiin teippaamalla ja koko korkki tiivistettiin vielä kauttaaltaan *Parafilmillä*.

Hapellinen käsittely 0,03 M natriumsekvikarbonaatilla 35°C asteessa (käsittely 2) toteutettiin laittamalla kannella suljettu käsittelyrasia veitsineen lämpökaappiin, joka pitää lämpötilan automaattisesti säädetyssä. Rasian suljettu kansi rajoittaa hapen määrää joka pääsee reagoimaan veitsen kanssa, mutta ei poista sitä kokonaan.

Viimeinen käsittely (käsittely 3) oli myös hapellinen, mutta huuhteluliuksena käytettiin deionisoitua vettä. Tämä käsittely toteutettiin yksinkertaisesti upottamalla veitsi puoleen litraan deionisoitua vettä, ja sulkemalla rasian kansi kiinni.

6.7 Kloridimittaukset

Kaikille kolmelle kloridinpoistokäsittelylle suoritettiin noin kymmenen päivän välein näytteenotto, 50ml pieneen korkilliseen muovipulloon, kloridimittausta varten. Kloridimittaus suoritettiin näytteenoton jälkeen *Aquamerck* – kloriditesti pakkauksella ja tehtiin käsittelyjen aikana kaikkiaan kuusi kertaa. Kloridimittaus aloitettiin aina todentamalla metodin toimivuus standardiliuoksen avulla, jonka kloridipitoisuus oli tunnettu (n. 89 mg/l). Mikäli kloridimittaus standardiliuksesta antoi oikean tuloksen, minkä se antoi joka kerta, siirryttiin mittaamaan testinäytteitä. Jokaisesta 50ml näytepullostä otettiin mittausta varten 5ml testinäyte sekä toinen 5ml näyte kontrollinäytteeksi, jotta voitiin varmistaa tulosten paikkaansapitävyys. Loput näytteestä säilytettiin testipullossa jääkaapissa mahdollisia myöhempiä tutkimuksia varten.

Aquamerck – kloriditesti pakkauksen toiminta perustuu visuaaliseen havaintoon värimuutoksesta testinäytteessä, kun siihen lisätään ohjeita noudattaen pakkauksen mukana tulevia testiliuoksia. Ensimmäisessä vaiheessa 5ml testinäytteeseen lisätään kaksi tippaa Cl 1 – liuosta ja näyte muuttuu väriltään siniseksi. Toisessa vaiheessa testinäytteeseen lisätään tippa kerrallaan Cl 2 – liuosta, kunnes näyte vaihtaa väriä keltaiseksi. Tämän jälkeen Cl 3 – pullostä otetaan testiliuosta pakkauksen mukana tulevalla mittapipetillä, niin että pipetti tulee täyteen ja sen mäntä kohoaa 0 mg/l kohdalle. Pipetin kärki kuivataan vielä käsipaperiin, jotta ylimääräiset pisarat eivät häiritse mittaustulosta. Mittapipetistä tiputetaan Cl 3 – liuosta pisara kerrallaan testinäytteeseen, joka sekoitetaan. Kun näyte muuttuu taas kerran väriään violetiksi, pisaroiden lisääminen lopetetaan ja mittapipetin mäntä osoittaa paljonko näytteessä on klorideja milligrammoina litrassa. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä enemmän Cl 3 – liuosta joudutaan lisäämään, sitä enemmän näytteessä on myös klorideja.

Testipakkauksen mukaan sen mittauskyky on 2 – 200 mg/l klorideja. Kloridimittauksen todellinen alaraja osottautui kuitenkin olevan 4 mg/l, sillä jotta mittauksen voi suorittaa ja aikaansaada värimuutoksen testiliuoksessa, mittapipetistä on tiputettava vähintään yksi tippa Cl 3 – liuosta. Mittapipetistä on kuitenkin hyvin vaikea saada irtoamaan vajaamittaista tippaa, ja yksi täysimittainen tippa laskee pipetin männän 4mg/l kohdalle, joskus jopa 6mg/l. Tämä hämärtääkin mittaustarkkuutta mikäli testiliuoksessa on hyvin vähän, tai ei ollenkaan klorideja, sillä mittausväliä 0 – 4 mg/l ei pystytä

erittelemään. Käytännössä tällä ei kuitenkaan hirveästi ole merkitystä, sillä kyseiset kloridi määrät ovat joka tapauksessa lähes olemattomia.

Taulukko 3. Kloridimittausten tulokset ja käsittelyliuosten väri. Käsittelyliuokset vaihdettiin kerran toisen näytteenoton jälkeen 5.3.2012.

mittaus	KÄSITTELY 1		KÄSITTELY 2		KÄSITTELY 3	
	Cl mg/l	väri	Cl mg/l	väri	Cl mg/l	väri
23.2.2012	4 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kirkas
5.3.2012	6 mg/l	kellertävä	6 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kirkas
14.3.2012	4 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kirkas
23.3.2012	5 mg/l	kellertävä	5 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kirkas
3.4.2012	4-5 mg/l	kellertävä	4-5 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kirkas
12.4.2012	4 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kellertävä	4 mg/l	kirkas

6.7.1 Kloridimittausten tulosten arviointia

Opinnäytetyöni tutkimushypoteesin mukaan 0,03 M natriumseskvikarbonaatti on tehokkaampi kloridien poistaja, kuin deionisoitu vesi. Oletamus myös on, että käsittely hapettomassa tai lämmitetyssä tilassa tehostaisivat Cl⁻ ionien poistumista. Kloridimittauksissa saamani tulokset (ks. taulukko 3) eivät kuitenkaan näyttäisi tukevan tätä alustavaa hypoteesia. Tulokset vaikuttavatkin hämmentäviltä, sillä alan tutkimuskirjallisuus puoltaa hypoteesin paikkaansapitävyyttä. Missä siis on vika?

Lähestyin ongelmaa eliminoimalla mahdollisuuden, että kloridimittausmetodi *Aquamerck* – kloriditesti pakkauksella ei toimisi oikein. Koska käyttämäni tunnettu standardiliuos antoi jokaisena mittauskertana oikean tuloksen, tiesin ettei itse pakkauksen mittausliuoksissa ollut mitään vikaa. Seuraavaksi oli tarkistettava ettei käsittelyliuoksissa, joista testinäytteet on otettu ollut jotain, mikä häiritsisi näytteen mitattavuutta *Aquamerck* – kloriditesti pakkauksella. Molempien käsittelyliuosten pH on alle 12, joten sitä ei tarvinnut säätää. Natriumseskvikarbonaatissa (Na₃H(CO₃)₂) tai deionisoidussa vedessä (H₂O) ei myöskään ole mittausta häiritseviä sulfiitteja ja sulfideja (vrt. esim. alkaalisulfiitti). Myös testinäytteessä oleva rauta III voi aiheuttaa virheellisen mittaustuloksen. Niinpä varmuuden vuoksi testasin 27.3 neljännen näytteenottokerran käsittelyliuoksista, olisiko veitsistä mahdollisesti liuennut

kloridimittausta häiritseviä Fe^{3+} ioneja. Rauta III:sen häirtavaikutukset voidaan sulkea pois lisäämällä 5ml:n testinäytteeseen 2 tippaa 5% natriumpyrofosfaattia ($\text{Na}_4\text{O}_7\text{P}_2$). Tämän jälkeen kloridimittaus suoritetaan normaaliin tapaan *Aquamerck* – kloriditesti pakkauksella. Kaikista kolmesta käsittelystä tekemäni uudet kloridimitaukset antoivat kuitenkin saman tuloksen kuin ilman 5% natriumpyrofosfaatin lisäystä, joten myöskään rauta III ei ole tekijä joka vaikuttaisi mittaustuloksiin. Lisäksi tyypillisesti rauta III antaa kloridimitauksissa todellisuutta suuremman mittaustuloksen, joten minun tutkimustulosteni puitteissa kun klorideja on päinvastoin hyvin vähän, ei kyseinen häiriötekijä ollut muutenkaan todennäköinen. Koska standardiliuos toimii ja kaikki kloriditesti pakkauksen mainitsemat häirtatekijät on poissuljettu, on pääteltävä, että myös itse kloridimittausmetodi toimii ja antaa oikeat mittaustulokset. Mahdollisuudet siihen että käsittelyliuoksissa olisi jokin sellainen häiriötekijä, jota *Aquamerck* ei tunne, ei ole kovinkaan suuri, sillä vaikka natriumseskvikarbonaatti reagoisikin epäsuotuisasti mittaustuloksiin niin deionisoidun veden ei niin luulisi tekevän. Silti molemmista käsittelyliuoksista mitattiin yhtä pieniä kloridipitoisuuksia.

Seuraavaksi minun oli pohdittava sitä mahdollisuutta että kloridien poistuminen luu-metalli komposiittiesineistä valitsemillani metodeilla olisi niin hidasta, ettei se ehtisi rekisteröityä 60 päivän käsittelyperiodina. *The Conservator* lehden artikkelin mukaan huuhteluliukset poistavat suurimman määrän klorideja ensimmäisen 30 – 40 päivän aikana ja sen jälkeen klorideja poistuu vain vähän (Watkinson & Al-Zahran 2008, 80). Kyseisessä artikkelissa kokeiltiin 60 päiväisessä käsittelyjaksossa eri kloridinpoisto metodejen tehokkuutta arkeologisille rautanuloille, ja huuhtelu deionisoidulla vedellä toimi kontrollikäsittelynä. Vaikka deionisoidun veden keskiarvoinen kloridinpoistoteho 33,7% oli huomattavasti alhaisempi, kuin tehokkaimmaksi todetun hapettoman käsittelyn 0,5 M natriumhydroksidilla, jonka keskiarvo oli 99,5%, poisti se silti merkittävän määrän klorideista (Watkinson & Al-Zahran 2008, 82-83). Tämä antaisi ymmärtää, että mikäli opinnäytetyöni käsittelyssä 3: huuhtelussa deionisoidulla vedellä, olisi klorideja, niin 60 päivän käsittelyjakson aikana olisi myös kloridimitauksissa täytynyt näkyä jonkinlainen kohoamispiikki. Tällaista ei kuitenkaan tapahtunut. Tämän lisäksi kaiken järjen mukaan natriumseskvikarbonaatin pitäisi poistaa klorideja tehokkaammin, kuin deionisoidun veden, oli käsittely sitten hapeton, hapellinen, lämmitetty tai ei. Näin ei kuitenkaan tapahtunut.

Natriumsekvikarbonaatti on kuitenkin hitaampi kloridinpoistohuuhtelu kuin monet vahvemmat alkaaliset käsittelyliuokset. Tanskalainen *Bevaringscenter Øst* käsitteli esimerkiksi luu/sarvihakvaisia veitsiä 0,03 M natriumsekvikarbonaatissa puolesta vuodesta aina kuuteen vuoteen asti. He suorittivat kuitenkin kloridimitaukset hopeanitraatti testillä, joka ei anna määrällisiä tuloksia, vaan toteaa vain onko näytteessä klorideja vai ei. Mikäli klorideja havaittiin, huuhtelulioukset vaihdettiin ja kun kloridien huuhtoutuminen ehtyi, myös käsittelyt lopetettiin. Tämä ei siis anna mitään konkreettista tietoa siitä kuinka paljon heidän käsittelynsä huuhtoisi määrällisesti klorideja tai milloin se saavuttaisi huippunsa. *Bevaringscenter Øst*:in kokemuksen mukaan emäksisillä huuhteluilla voi kuitenkin mennä jopa kuusi kuukautta ennen kuin käsittelyliouksesta voidaan havaita hopeanitraatilla klorideja (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 16). Tämän mukaan noin kahden kuukauden mittainen käsittelyjakso olisi aivan liian lyhyt rekisteröimään minkäänlaista nousua käsittelyiden kloridienpitoisuuksissa. Tanskalaisten tutkimukset ovat kuitenkin ristiriidassa Watkinsonin & Al-Zahranin (2008) tutkimuksen kanssa, jonka mukaan suurinosa liukenevista klorideista poistuisi käsiteltävistä esineistä deionisoidulla vedelläkin jo ensimmäisen kuukauden jälkeen.

Lopuksi pohdin myös sitä, onko mahdollista, ettei opinnäytetyöni kolmessa mässä komposiitti veitsessä kertakaikkiaan ole klorideja mitä huuhtoa ja mitata. Ja mikäli esineissä ei ole klorideja, mistä tämä voisi johtua. Opinnäytetyöni veitset eivät ole meriarkeologisia löytöjä, joissa suolojen muodostuminen on erityinen ongelma. Perusolettamus kuitenkin on, että myös arkeologisissa maalöydöissä on enemmän tai vähemmän klorideja, etenkin meillä Suomessa jossa maaperä on hapan. Kaikki opinnäytetyöni veitsistä on peräisin Turun kaupunkikaivauksilta. Kaksi määristä veitsistä on löydetty Brahen- ja Porthaninpuiston kaivauksilta vuonna 2010 ja yksi Tuomiokirkon puistosta seuraavana kaivauskautena 2011 (kuva 3). Mielestäni ei ole uskottavaa että aivan Tuomiokirkon kupeesta, vanhimman asutuskeskuksen ytimestä esiin kaivetut maalöydöt olisivat säästyneet kokonaan klorideilta. Tätä olettamusta tukee myös se tosiseikka, että muissa samoilta alueilta kaivetuissa löydöissä on todettu klorideja. Lisäksi koska jokainen määristä veitsistä käsiteltiin erillisissä käsittelyissä, eikä niillä siten ole vaikutusta toisiinsa tai niistä saatuihin kloridimitaustuloksiin, laskee "kloridittomuuden-anomalian" mahdollisuus entisestään. Vaikka yksi veitsistä olisikin

hautausympäristössään jotenkin suojautunut klorideilta, niin ei ole todennäköistä että kaikille kolmelle löydölle näin olisi käynyt.

Jäljelle jäi enää kysymys onko mahdollista, että opinnäytetyöni märissä veitsissä oli alun perin maasta esiin kaivamisen jälkeen klorideja, mutta niitä ei olisi enää tai määrä olisi hyvin pieni, koska pitoisuudet kloridimitauksissa olivat niin vähäisiä. Onko siis mahdollista, että veitsille olisi voinut tapahtua jotain kaivausten ja sen välillä, kun ne saapuivat koululle konservoitaviksi osana opinnäytetyötäni, joka olisi jo poistanut niistä klorideja. Niin arkeologiset rauta- kuin orgaaniset löydöt neuvotaan pitämään kosteana heti kentällä maasta nostamisen jälkeen (Tomanterä ym. 2008, 4-5). Myös tutkimusmateriaalini kolme märkää luu-metalli komposiittiveistä oli pakattu kaksinkertaisiin minigrip-pusseihin, joista sisempään oli lisätty jonkin verran hanavettä. Häräsikin kysymys, voisiko pusseissa oleva hanavesi jo itsessään huuhdella löydöistä klorideja. Opinnäytetyöni märkien veitsien pussivesi oli kuitenkin hyvin likaista löytöjen saapuessa konservoitaviksi koululle. Siksi vaihdoin sen puhtaaseen deionisoituun veteen, jossa löydöt myös olivat, kunnes testikäsittelyt aloitettiin. Näin ollen en valitettavasti pystynyt mittaamaan kloridien määrää minigrip-pussien alkuperäisestä säilytysvedestä.

Testatakseni kuitenkin olisiko teoria mahdollinen, vierailin Turun museokeskuksella 2.4.2012 ja mittasin kloridipitoisuuksia Brahen- ja Porthaninpuiston kaivausten rautalöytöjen, jotka olivat myös veitsiä, pussivesistä *Aquamerck* – kloriditesti pakkauksella. Kahdessa neljästä löytöpussista oli kuitenkin niin likaisen tumma ja läpinäkymätön vesi, ettei niissä voinut kunnolla havaita kloriditesti pakkauksen värimuutoksia. Näin ollen vaikka mittaukset näyttivätkin *Aquamerck*:illä, että pusseissa olisi jonkin verran klorideja, tuloksia ei voida pitää tässä tapauksessa täysin luotettavina. Sen sijaan kahdesta löytöpussista missä vesi oli kirkkaampi, kloridimitaus sujui ongelmitta. Löydön TMM22700:ME0604:001 pussiveden kloridipitoisuus oli noin 29 mg/l, kun taas pussin TMM22700:ME0505:002 pitoisuus oli jopa 180 mg/l. Jotta kloridimittausten paikkaansapitävyys saataisi varmistettua, konservaattori Riikka Saarinen suoritti potentiometrisen titrauksen vielä löytöpussien vedelle, ja tulokset olivat samansuuntaiset kuin *Aquamerck*:illa mitatut (taulukko 4). Mittaustulokset osoittavatkin, että arkeologisista rautalöydöistä huuhtoutuu pois klorideja Minigrip-pussien hanaveteen, jossa esineitä pidetään ennen konservointia. Se kuinka paljon

klorideja poistuu, näyttää kuitenkin vaihtelevan suuresti jopa samojen kaivausten löytöjen sisällä. Koska vesi ei ole tehokkain mahdollinen kloridinpoisto media ja märkiä löytöjä säilytetään ennen konservointiin pääsyä myös viileässä jääkaapissa, mikä ei edistä kloridien poistumista, ei säilytuspussien veden luulisi huuhtovan pois löydöistä kaikkia klorideja, ellei niitä lähtökohtaisestikin olisi jostain syystä erityisen vähän.

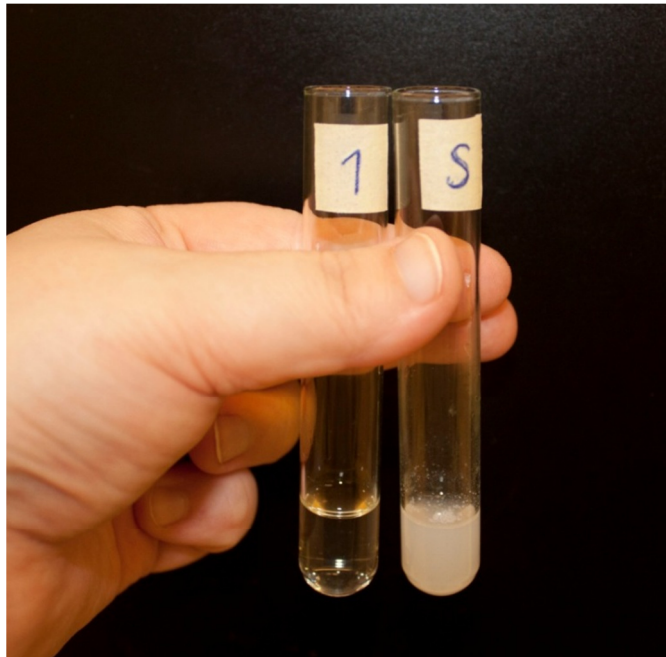
Taulukko 4. Klorimittaus tulokset Turun museokeskuksen metallilöytöpussien vedestä Aquamerck – kloriditesti pakkauksella ja titraamalla.

TMM22700:	AQUAMERCK	TITRAUS
ME0505:002	180 mg/l	190 ppm ¹⁴
ME0604:001	29 mg/l	27 ppm
ME0400:004	(18 mg/l)	12 ppm
ME0226:001	(16 mg/l)	7 ppm

Halusin myös tarkistaa alkuperäiset *Aquamerck* – kloriditesti pakkauksella käsittelyliuoksista saamani mittaustulokset (taulukko 3) hopeanitraatti testin avulla. Tämä siksi, että pienin mitattava kloridimäärä, jonka *Aquamerck* antaa on 4 mg/l. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että liuoksessa todellisuudessa olisi klorideja, vaan niitä voi yhtä hyvin olla 0 mg/l. *Bevaringscenter Øst*:in kokemusten mukaan harjaantunut silmä voi havaita saostumisen hopeanitraatilla jo kun näytteessä on klorideja 2 mg/l (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 18). Kloritesti hopeanitraatilla suoritetaan seuraavasti. Jokaista käsittelyliuosta otetaan 2 ml kolmeen puhtaaseen koeputkeen. Yksi on negatiivinen kontrollitesti, johon kahta muuta analysoitavaa testiä verrataan. Näytteisiin lisätään typpihappoa, jotta kloriditestissä ei saostuisi karbonaatti- tai fosfaattiyhdisteitä. Kaikkiin kolmeen koeputkeen lisätään vetokaapissa pari tippaa 18% w/w HNO₃ (4M), niin että näytteiden pH laskee 1. PH tarkistetaan indikaattoripaperilla. Tämän jälkeen kahteen analysoitavaan kloriditestinäytteeseen lisätään pari tippaa 0,1 M AgNO₃. Mikäli kloriditesti on positiivinen, eli näytteessä on klorideja, sen pohjalle saostuu valkea sakka. Sakan väri vaihtelee kloridipitoisuuden mukaan voimakkaan valkoisesta, hailakan maitomaiseksi usvaksi. Kloriditesti näytteitä verrataan aina negatiiviseen kontrollitestiin, jolloin muutos värissä pitäisi olla havaittavissa.

¹⁴ Yksikkö ppm (parts per million) vastaa kloridimittaustulosten ilmaisussa määrettä mg/l (milligrammaa litrassa), eli 4mg/l on sama kuin 4 ppm.

Aina visuaalinen värimuutoksen havainnointi ei kuitenkaan ole helppoa, etenkin jos käsittelyliuos on alun perin hyvin samea ja täynnä epäpuhtauksia. Lisäksi jos klorideja on hyvin vähän, jää värimuutos haileaksi ja on täten vaikea havaita. Havainnointia auttaa hyvä valaistus, jos näytteen antaa rauhassa reagoida muutaman minuutin väri saattaa voimistua, ja tarkastelemalla sitä tummaa taustaa vasten (kuva 31). (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 16.) Tehtyäni hopeanitraatti kloriditestit kaikille viidennen mittauskerran käsittelyliuosten näytteille sekä tunnetulle standardiliuokselle (89 mg/l) tulokset olivat seuraavat. Yksikään käsittelyliuosten näytteistä ei saostunut pienimmässäkään määrin, kun taas standardiliuos värjäytyi voimakkaan harmaan-valkeaksi. Tämä vahvistaa seikan, että käsittelyliuoksiin ei ole huuhtoutunut edes 2 mg/l klorideja. Näin ollen jäljelle jää johtopäätökset että opinnäytetyöni kolmessa määrässä veitsessä ei joko ole enää klorideja, ne eivät jostain syystä pääse huuhtoutumaan ulos tai 60 päivän mittainen käsittelyjakso valitsemillani metodeilla on aivan liian lyhyt aika saamaan klorideja irtoamaan edes pienessä mittakaavassa. Tanskalaisten kokemukset viittaisivat kuitenkin jälkimmäiseen vaihtoehtoon, sillä heidän mukaansa esineissä saattoi hyvin olla klorideja, vaikkei niitä onnistuttukaan mittaamaan näytteistä hopeanitraattitestillä ensimmäisen puolen vuoden aikana (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 16).



Kuva 31. Hopeanitraatti kloriditestien vertailu: Käsittely 1 = 0,03 M natriumseskvikarbonaatti, hapeton (5. näytteenotto) ja S = standardiliuos, klorideja 89 mg/l.

6.7.2 Kuntokartoitus kloridimittausten yhteydessä

Kloridinpoistokäsittelyt märille veitsille kestivät 60 päivää, ja noin 10 päivän välein käsittelyliuoksista otettiin näyte kloridimittausta varten. Jokaisen näytteenottokerran yhteydessä veitsille suoritettiin myös kuntokartoitus varmistaakseen etteivät käsittelyt, lähinnä 0,03 M natriumsekvikarbonaatti tai lämpökäsittely 35°C asteessa, aiheuta luumateriaalille vahinkoa. Vaikka *Bevaringscenter Øst*:in mukaan konservoinnin näkökulmasta tulokset 0,03 M natriumsekvikarbonaatilla ovat olleet tyydyttäviä, halusin myös itse todeta mitä veitsille ja niiden eri materiaaleille mahdollisesti tapahtuu käsittelyjen aikana. Kuntokartoitus tapahtui sekä visuaalisen tarkastelun avulla, että mittamalla työntömitalla luukahvojen halkeamat ja seuraamalla tapahtuuko niissä muutoksia. Visuaalisesti tarkasteltuna deionisoidussa vedessä olleelle veitsenkahvalle TMM22700:LU0802:001 ei ollut tapahtunut muutoksia niin ulkonäössä kuin halkeamien mitassa tai määrässä.

Natriumsekvikarbonaatista muodostui sen sijaan veitsien TMM22700:ME0400:002 (hapeton) ja TMM22814:ME2010:002 (35°C) pintaan vaaleita jäämiä. Omasta mielestäni ne ovat esteettisesti häiritseviä, eivätkä kuulu kyseisten arkeologisten löytöjen alkuperäiseen ulkonäköön. Suoritettuaan kloridinpoistokäsittelyt ja huuhdeltuaan esineet deionisoidussa vedessä tanskalaiset olivat kuitenkin päättäneet jättää alkaaliset jäämät, sillä näillä emäksisillä suoloilla (Na_2CO_3) on oletetusti passivoiva vaikutus rautaesineisiin (Myron Wiinblad & Bjerregaard Pedersen 2011, 16). Näiden suolajäämien muodostuminen esineen pintaan voi mahdollisesti osittain myös estää kloridien poistumista esineestä, ja siksi hidastaa metodin toimivuutta.

Hapettomassa käsittelyssä 1 olleen veitsen halkeamat eivät olleet myöskään laajentuneet, mutta veitsen mikrohiekkapuhalletussa terässä näkyi jonkin verran aktiivista korroosiota. Lämpökaapissa olleen veitsen, jonka halkeamat olivat alun perinkin vakavimmat ja kiersivät koko luukahvaa, mittauksissa oli kuitenkin hivenen vaihtelua. Kyseisestä luukahvasta halkeamien mittaaminen oli kuitenkin haasteellinen, sillä uurteisen luun pinnassa ei ollut aina selvää mistä halkeama alkaa ja mihin se loppuu, etenkin kun avonainen halkeama sattoi jatkaa vielä hiuksen hienona hiusmurtumana, tai murtuman linja saattoi katkeilla useaksi peräkkäiseksi halkeamaksi. Näin ollen halkeamien mittaukset olivat hivenen tulkinnan varaisia. Mutta mahdollisesti kahvan kaksi isointa halkeamaa pitenevät noin 4 – 6 millimetriä. Kyseisen kahvan

halkeamien laajeneminen selittyy osittain ehkä myös syyllä, joka ne on aiheuttanutkin, eli sillä, että veitsen ruotoon liian pieni kahva on jatkuvasti rasitusvoimien alaisena ja murtuneet kappaleet vääntyvät kaiken aikaa irti toisistaan.

7 Veitsien tulevaisuus

7.1 Olosuhde suositukset luumateriaalille ja raudalle

Luu, sarvi tai norsunluu materiaaleja ei saisi säilyttää tai pitää näytteillä suorassa auringonvalossa tai lähellä lämmön lähteitä, kuten pattereita. Liiallinen lämpö aiheuttaa luulle halkeilua, kutistumista, vääntymistä, valkoista kalkkeutumista sekä rakenteen haurastumista (Sease 1992, 48, 53). Näyttely olosuhteissa valaistus tulisi pitää alle 150 luksissa, ja ultraviolettivalo on rajoitettava 75 $\mu\text{W}/\text{lm}$ (Stone 2010, 3). Maalatut luuesineet ovat erityisen herkkiä valolle ja niitä ei tulisi altistaa yli 50 luksille. Rajoittamalla näytteillä olo aikaa voidaan vähentää valon aiheuttamia tuhoja, jotka ovat peruuttamattomia ja kumulatiivisia (Stone 2010, 3). Kirkkaat valot jotka tuottavat lämpöä saattavat myös nostaa tiiviin näyttelyvitriinin lämpötilan huomaamatta liian korkealle. Siksi valaistukseen on hyvä käyttää alhaista valaistustasoa sekä lamppeja, jotka eivät tuota lämpöä, kuten LED- tai kuituvaloja.

Luusta, sarvesta ja norsunluusta norsunluu on herkin muutoksille kosteusolosuhteissa ja sarvi kaikkein vähiten herkkä. Ideaalisesti nämä materiaalit tulisi pitää näytteillä ollessaan ja säilössä ollessaan alle 25°C lämpötilassa, mieluummin viileässä, ja 45 – 55 % RH:ssa (Merritt 2007, 5 in Chapter E; Sease 1992, 53). Alle 40 % RH:ssa luu saattaa kuivuessaan halkeilla ja yli 65% RH:ssa luun pintaan voi alkaa muodostua hometta (Merritt 2007, 5 in Chapter E; Sease 1992, 53). Käytännössä ideaalisia olosuhteita voi kuitenkin olla vaikea ylläpitää, etenkin talvella. Tärkeintä on välttää rajuja ja äkkinäisiä muutoksia kosteudessa tai lämpötilassa, ja altistumisia ääriolosuhteille sekä pyrkiä pitämään olosuhteet niin tasaisina kuin mahdollista. (Stone 2010, 3.)

Arkeologisten rautaesineiden ongelmana on, että rauta on melko reaktiivinen metalli (Keene 1994, 249). Raudan epävakaisuus johtuu useasta eri tekijästä, kuten löydön kloridipitoisuudesta, korroosiokerrosten ja metallin fyysisistä ominaisuuksista, hapen

määrästä sekä suhteellisesta kosteudesta (Keene 1994, 258; Wang 2007, 65). Kokonaan mineralisoitunut rauta ei kuitenkaan enää ruostu. Turgoosen (1982¹⁵) mukaan riittävän alhainen suhteellisen kosteus, jossa vesi poistuu raudasta ja sen reagoiminen lakkaa on 15% (Keene 1994, 250). Uuden tutkimuksen mukaan rauta voi ruostua tässäkin suhteellisessa kosteudessa ja todellisuudessa turvallinen RH olisi vielä tästäkin alhaisempi 12% (Wang 2007, 65). Näin alhaisen suhteellisen kosteuden ylläpito vaatii kuitenkin suuria ponnistuksia, erityistiloja ja laitteita, ja se tulee myös kalliiksi. Siksi harvassa museossa tähän on mahdollisuutta. On kuitenkin myös havaittu että raudan säilyttäminen alle 35% RH:ssa hidastaa jo merkittävästi raudan ruostumista (Wang 2007, 65). Esimerkiksi Opas paikallismuseon hoitoon (2006, 210) antaa rautaesineille ohjeelliset säilytysolosuhteet: 16 – 20°C lämpötila, alle 30% RH ja valaistuksen voimakkuus korkeintaan 300 lx. Kuten orgaanisten materiaalien kohdalla myös raudan osalta voidaan todeta, että tärkeintä on kuitenkin säilyttää olosuhteet mahdollisimman tasaisina ja välttää nopeita sekä radikaaleja muutoksia. Mitä kuivemmassa rautaa säilytetään sen parempi, mutta se millaisia olosuhteita museoiden säilytystiloissa on realistisesti mahdollista ylläpitää, vaihtelee museokohtaisesti.

Kloridien poisto sekä kuivasäilytys ovat kaksi hallitsevaa menetelmää, joiden avulla pyritään säilyttämään arkeologiset rautaesineet (Wang 2007, 65). Keenen (1994, 259) tekemät tutkimukset osoittavat kuitenkin, että säilytysolosuhteilla (kontrolloitu säilytys, alhainen RH) on ehkä oletettua pienempi vaikutus raudan vakauteen ja, että aktiiviset käsittelyt parantavat raudan säilymistodennäköisyyttä. Kuivasäilytyksen lisäksi muita säilytysmetodeja, jotka eivät vaadi kloridien poistoa raudasta on varastointi hapettomassa tilassa (typpikaasu, hapensyöjät, vakuumpakkaukset) tai käyttämällä höyry-faasi inhibiittia (vapour-phase inhibitor, VPI). Myös korroosioinhibiitit voivat auttaa ruostumisen ehkäisyssä. (Keene 1994, 250.)

7.2 Komposiittiesineiden säilytys

Märkiä komposiittiesineitä ei tulisi kuivata ilman konservointikäsittelyä. Esineet saattavat kuitenkin joutua odottamaan kaivausten jälkeen konservoitavaksi pääsyä pitkänkin aikaa, joten ne joudutaan pitämään säilytystiloissa tämän ajan. Märkiä löytöjä

¹⁵ Post-excavation changes in iron antiquities. *Studies in Conservation* 27, 97-101.

tulisi säilyttää jääkaapissa ennen konservointia. Yksi keino pitkäaikaiseen märkien komposiittien säilyttämiseen on pakastaa ne, mutta tämä metodi ei sovellu laajoille kokoelmille, isoille esineille tai hyvin hauraille materiaaleille, joita jäätymisprosessi saattaa vahingoittaa. (Logan ym.1999, 1.)

Epäorgaaniset materiaalit, kuten metallit, ja orgaaniset materiaalit, kuten luu, vaativat erilaisia säilytysolosuhteita kosteuden, lämpötilan ja valon osalta niin näytteillä vitriinissä ollessaan, kuin säilytyksessä ollessaan (Jedrzejewska 1990, 26; Sease 1992, 55). Komposiittiesineitä varastoitaessa on huomioitava, että olosuhteet jotka suosivat orgaanisia materiaaleja saattavat olla haitaksi epäorgaanisille materiaaleille ja päinvastoin (Watkinson 1987, 48). Rautaa olisi esimerkiksi hyvä säilyttää kuivissa olosuhteissa, mutta orgaaniset materiaalit, kuten luu saattavat vääntyä ja halkeilla kuivuessaan (Bohm ym. 2005, 19; Sease 1992, 55). Orgaanisten esineiden vaatimassa korkeammassa suhteellisessa kosteudessa rauta puolestaan helposti ruostuu. Kun komposiittiesineen rautaosa ruostuu, se usein vioittaa laajentuessaan myös esineen orgaanista osaa, esimerkiksi veitsen luukahvaa, mikä aiheuttaa sen halkeamisen (Watkinson 1987, 48). Koska eri materiaalit säilyvät parhaiten eri olosuhteissa ja siksi säilytysolosuhteissa joudutaan tekemään kompromisseja, komposiittiesineitä on tarkkailtava ja olosuhteita monitoroitava säännöllisesti säilytyksen aikana (Merritt 2007, 2 in chapter K).

Tuhohyönteiset hyökkäävät vain harvoin esineiden kimppuun, jotka on valmistettu luusta, norsunluusta tai umpiluisesta sarvesta (antler), toisin kuin onttoluisesta sarvesta (horn) valmistetut esineet, jotka ovat usein pahasti ihrakuoriaisen ja vaatekoiden toukkien tuhoamia (Stone 2010, 2). Näin ollen luiset tai umpisarviset komposiittiesineet eivät ole suuressa vaarassa tuhohyönteisiltä.

7.3 Veitsien sijoituspaikka Turun museokeskuksella

Turun museokeskuksella on säilytetty arkeologisia löytöjä vaihtelevissa olosuhteissa museon kellarikerroksessa maalöytövarastossa. Museolla aloitettiin kuitenkin 2000-luvun alusta lähtien löytöjen uudelleen järjestely, jossa orgaanisia ja epäorgaanisia löytöjä ryhdyttiin erottelemaan eri säilytystiloihin. Muutoksen yhteydessä otettiin käyttöön uusi tila orgaanisille maalöydöille, jossa RH on 50%. 2000-luvulla

konservointiin tulleet puu, nahka, luu, meripihka ja tuohilöydöt pääsivät siis heti uuteen orgaaniseen varastoon. Vanhempien 90-luvun konservointien kohdalla, tilanne on kuitenkin toinen. Tuolloin kaikki löydöt vietiin maalöytövarastoon, lukuun ottamatta joitain erikoistapauksia, esimerkiksi Åbo Akadenin kaivausten konservoimatta jääneitä metallilöytöjä, joita säilytetään omassa kuivateltassaan. Vanha maalöytövarasto suunniteltiin löytöjen uudelleen järjestelyjen yhteydessä muutettavaksi kokonaan kuivatilaksi, mutta tätä hanketta ei olla vielä toteutettu. Sinne rakennettiin kuitenkin kriittisiä metallilöytötapauksia varten kuivateltoa vuonna 2005, jossa RH on 30%. Siitä lähtien teltaan ryhdyttiin siirtämään käynnissä olevien kaivausten konservoitavia metallilöytöjä. Kaivausten, kuten Åbo Akademin ja Rettiginrinteen metallit siirrettiin kuivateltaan jälkikäteen, vuonna 2009. Åbo Akademin tontin kaivauksia (1998) vanhemmat metallilöydöt ovat edelleen vaihtelevissa olosuhteissa vanhassa maalöytövarastossa. Osaa veitsistä on kuitenkin säilytetty konservointilaboratorion tiloissa konservoinnin jälkeenkin koska niiden materiaalinmukainen luettelointikoodi (ME, LU) on arvioitu esineen säilymisen kannalta ongelmalliseksi. Muita syitä laboratoriosäilytykseen ovat olleet konservoinnin keskeneräisyys tai uudelleen konservoinnin tarve. (Saarinen 2012d.)

Opinnäytetyöni viidelle komposiittiveitselle on Turun museokeskuksella kaksi vaihtoehtoista säilytyspaikkaa, joko maalöytövaraston orgaaninen puoli, jossa RH on 50% tai epäorgaanisen puolen kuivateltoa, jossa RH on 30%. Orgaanisen varaston RH 50% on kuitenkin aivan liian korkea esineille, joissa on rautaosia, ja näissä olosuhteissa rauta todennäköisesti alkaa ennemmin tai myöhemmin ruostua. Korroosion puhkeamista voitaisi yrittää hidastaa poistamalla kloridit, pinnoittamalla esine tai käyttämällä korroosioinhibiittejä. Nämäkään toimenpiteen eivät kuitenkaan takaa, että rauta pysyisi stabiilina. Kuivateltassa puolestaan on liian alhainen suhteellinen kosteus luulle ja sarvelle, ja vaarana näissä olosuhteissa on että veitsien kahvat kutistuvat ja halkeilevat. Mikäli kuitenkin luu ja sarvi ovat saaneet hitaasti vähä vähältä tottua alhaiseen suhteelliseen kosteuteen, eikä vienti kuivateltaan tule niille shokkina, materiaalit eivät ehkä reagoi voimakkaasti, eikä massiivisia vaurioita pääse tapahtumaan. Tämä tarkoittaa kuitenkin sitä, että luu- tai sarvikahvan ulkonäkö tulee todennäköisesti olemaan kuivannäköinen ja kutistunut. Kahdesta huonosta vaihtoehdosta tämä, kuin komposiittiveitsien päästäminen ruostumaan, on kuitenkin pienempi paha. Mikäli veitsen korroosio pääsee etenemään tarpeeksi pitkälle, rautaosat

alkavat hilseillä ja lohkeilla. Lisäksi korroosio vääntää laajetessaan rikki myös veitsen kahvaosaa ja vaurioiden yhteissumma voi hajoittaa koko esineen. Rautakorroosiotuotteet imeytyvät myös helposti huokoiseen luuhun ja sarveen värjäten sen oranssinruskehtavaksi ja niiden happamat yhdisteet reagoivat luunkahvan kalsiumsuolojen kanssa. Luontaisesti emäksinen orgaaninen materiaali tuhoutuu ollessaan kontaktissa ruostuvaan metalliin (Rodgers 2004, 195-196). Mielestäni siis parempi vaihtoehto luu-metalli komposiittiveitsien säilytykseen on kuivateltta. Esineen kahvan täytyy kuitenkin antaa hitaasti tottua teltan olosuhteisiin, ja veitsiä on tarkkailtava säilytyksen aikana. Rodgersin (2004, 196) mukaan kuivien veitsenterien kääriminen säilytyksen ajaksi alumiinifolioon, joka on epäjalompaa kuin rauta, ei olisi myöskään niille ainakaan haitaksi. Huomioitava on, että mikäli opinnäytetyöni veitsistä poiketen komposiittiesine koostuu suurimmaksi osaksi orgaanisesta materiaalista ja metallia on vain vähän (tai mikäli löydön metalliosat ovat kokonaan mineralisoituneet), tällaisia komposiittiesineitä olisi puolestaan hyvä säilyttää korkeammassa suhteellisessa kosteudessa orgaanisessa varastossa. Tällöin löydön pienet metalliset yksityiskohdat voisi lisäksi suojata korroosioinhibiiteillä ja pinnoittamalla.

8 Lopuksi

Opinnäytetyöni lähtökohtana oli perehtyä luu-metalli komposiittiesineiden konservointiin viiden esimerkkitapauksen kautta, jotka olivat kaikki luu- tai sarvikahvaisia veitsiä ja kaupunkiarkeologisia löytöjä Turusta. Valitsin konservoitavakseni sekä märkiä, että kuivia löytöjä, sillä halusin käsitellä tutkimusaiheeni kattavasti, ja konservaattori voi joutua työssään kohtaamaan kumpiakin tapauksia. Niitä lähestytään kuitenkin eri lähtökohdista, mikä vaikuttaa myös niiden konservointiin. Lisäksi ajankäytöllisesti oli käytännöllistä, että sillä aikaa kun märät veitset olivat kloridienpoistokäsittelyissä, pystyin tekemään konservointitoimenpiteitä kuiville veitsille.

Työni käytännön konservoinnin tavoitteena oli puhdistaa veitset, jotta ne olisivat esineinä tunnistettavissa ja niiden ulkoiset erityispiirteet sekä rakenne tulisivat esille. Arkeologisten löytöjen konservointi ei tähtää täydelliseen, restauroituun lopputulokseen, vaan toimenpiteet pidetään minimissä, jotta esineen koskemattomuus

ja autenttisuus ei kärsisi. Tämän takia en esimerkiksi lähtenyt yrittämään rautakorroosiovärjäyminen poistoa veitsien kahvoista, sillä kemialliset puhdistusaineet ovat usein luulle ja sarvelle liian voimakkaita. Siksi alan lähteet eivät suosittele niiden käyttöä, eivätkä ne edes yleensä tehoa näihin tahroihin (ks. esim. Godfrey ym. 2001, 549).

Halusin opinnäytetyössäni myös selvittää miten luu-metalli komposiitteja yleensä meillä konservoidaan ja toimiiko käytetyt menetöt. Mielestäni onnistuin valottamaan konservoinnin nykytilannetta Turussa ja Helsingissä. Vierailuni Turun museokeskuksella sekä Kansallismuseon konservointilaitoksella osoittivat myös, että nykyiset luu-metalli komposiittiesineiden konservointimetodit ovat riittämättömiä ehkäisemään löytöjen metalliosien uudelleen aktivoitumisen konservoinnin jälkeen.

Tärkein käsittelytavoite opinnäytteeni märille veitsille oli etsiä ja testata niille tehokkaampaa kloridienpoistometodia, kuin yleisimmin käytetty huuhtelu deionisoidussa vedessä. Suorittamani testikäsittelyt 0,03M natriumseskvikarbonaatilla ja deionisoidulla vedellä jäivät kuitenkin keskeneräisiksi lyhyen huuhteluperiodin takia, mikä kertookin siitä, että kaksi kuukautta on liian lyhyt käsittelyaika valitsemillani metodeilla kloridien poistamiseksi. Natriumseskvikarbonaattikäsittelyä ei voi myöskään tehostaa tai nopeuttaa hapettomankäsittelyn tai lämpökäsittelyn avulla, ainakaan näin lyhyellä aikavälillä. Eri asia on, näkyisikö erot jos esineitä käsiteltäisiin tanskalaisen konservointikeskuksen tapaan puolesta vuodesta useaan vuoteen. Itsessään metodi on kuitenkin toimiva ja antaa tyydyttävän konservointituloksen, vaikka käsittely onkin pitkäkestoinen. On myös huomioitava, että monet muutkin klorinpoistometodit, kuten alkaalisulfiitti, eivät varsinaisesti ole nopeita käsittelyitä, ja voivat hyvin kestää ainakin puolisen vuotta. Vaikka erot kahdessa kuukaudessa eivät vielä noussetkaan esille, uskon silti että natriumseskvikarbonaatti on joka tapauksessa tehokkaampi kloridinpoistometodi, kuin huuhtelu deionisoidussa vedessä. Tanskalaisten kokemuksen mukaan se olisi myös paras mahdollinen kloridinpoistomenetelmä luu-metalli komposiiteille, joiden materiaaleja ei voida erottaa toisistaan käsittelyjen ajaksi. Märkien veisten kloridienpoistokäsittelyitä jatketaan Turun museokeskuksella ainakin kuuden kuukauden ajan, jotta esineet saataisi stabiloitua ja nähtäisiin toimiiko metodi. Myös mahdolliset muut konservointitoimenpiteet, kuten esineiden kuivaus ja pinnoitus, viedään näiden veitsien kohdalla loppuun Turussa käsittelyjen päätyttyä.

Lisäksi opinnäytetyöni tavoitteena oli täydentää komposiittiesineiden sekä luu- ja sarvimateriaalin konservointiin liittyvää informaatiotyhjiötä ja selvittää näiden löytöryhmien olemusta, niihin liittyviä ongelmia sekä haasteita. Mielestäni vastasin työssäni myös tähän vaateeseen. Lopuksi otin Turun museokeskuksen pyynnöstä myös kantaa siihen, missä opinnäytteeni komposiittiveitsiä, ja vastaavia löytöjä, tulisi museolla säilyttää.

Vaikka lyhyen testiperiodin takia en saanutkaan klorideja huuhtoutumaan löydöistä 0,03 M natriumseskvikarbonaatilla, tutkimus tehokkaamman kloridinpoistometodin löytämiseksi komposiittiesineille on mielestäni arvokasta. Kokemukseni museomaailmassa nykyisin käytössä olevista konservointimetoodeista osoittaa, että tehokkaammille tavoille poistaa klorideja olisi tarvetta. Lisäksi, vaikka natriumseskvikarbonaattikäsittely on aikaa vievä, se voi silti olla parempi vaihtoehto, kuin komposiittiesineiden tehoton käsittely, mikä voi johtaa löytöjen metalliosien uudelleen aktivoitumiseen konservoinnin jälkeen. Tämä puolestaan johtaa uudelleen konservoinnin tarpeeseen, mikä vie resursseja, kuten konservaattoreiden aikaa sekä rahaa. Esineiden uudelleen ruostuminen voi johtaa myös pahimmillaan niiden kunnan heikkenemiseen, materiaalin menetykseen tai löydön täydelliseen hajoamiseen. Mikäli komposiittiesine saataisi konservoitua ensimmäisellä kerralla huolellisesti ja kloridit poistettua tehokkaasti, vaikkakin käsittely olisi pitkäkestoinen, välttäisi mahdollisesti uusintakonservoinneilta, resurssien tuhlaamiselta sekä materiaalimenetyksiltä.

Suzanne Keenen (1994, 262) artikkelin mainitsema huuhtelu trietanoliamiini (TEA) -liuoksessa voisi olla toimiva vaihtoehto komposiittiesineiden kloridinpoistomenetelmäksi. Trietanoliamiini reagoi tietävästi raudan happi-kloori ionien kanssa, vapauttaen esineestä kloridi ioneita. TEA on Keenen mukaan alkaalisulfiitin jälkeen toiseksi tehokkain kloridien poistaja. Se toimii lisäksi itsessään korroosioinhibiittinä, ehkäisten rautaa ruostumiselta. Se ei vahingoita myöskään hopeaa, kuparia (tosin se voi värjätä sitä), eikä hauraita esineitä. Tinalle se sen sijaan on haitallinen. TEA voisi mahdollisesti soveltua myös orgaanisten materiaalien, kuten luun käsittelyyn. (Keene 1994, 264.) Jatkoa ajatellen voisikin olla mielenkiintoista ja alaa hyödyntävää, jos joku testaisi trietanoliamiinia käytännössä myös luu-metalli komposiittiesineille.

Lähteet

- 1 Bohm, Carola; Christensson, Eva; Fjæstad, Monika; Lampel, Katarina; Lindahl, Karin; Lundwall, Eva & Sandström, Tom 2005. *Arkeologisk konservering. Från fält till laboratorium*. Stockholm, Sverige: Riksantikvarieämbetet.
- 2 Minnesota Historical Society 2009. *Bone, Antler, Ivory, and Teeth. Found in such items as tools, jewelry, and decorations*. [verkkodokumentti]. <http://www.mnhs.org/preserve/conservation/connectingmn/docs_pdfs/repurposedbook-bone..._000.pdf> (luettu 26.04.2012).
- 3 Capwell, Tobias 2009. *The World Encyclopedia of Knives, Daggers & Bayonets*. London, UK: Hermes House.
- 4 Cowgill, J.; De Neergaard, M. & Griffiths, N. 2000. *Knives and Scabbards. Medieval Finds from Excavations in London: 1*. Woodbridge, UK: The Boydell Press.
- 5 Cronyn, J. M. 1990. *The Elements of Archaeological Conservation*. London, UK: Routledge.
- 6 Godfrey, I. M.; Kasi, K.; Schneider, S. & Williams, E. 2002. Iron Removal from Waterlogged Ivory and Bone. *Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference Stockholm 2001*. Bremerhaven, Germany: ICOM.
- 7 Grant, Tara 2007. Conservation of Wet Faunal Remains: Bone, Antler, and Ivory. *CCI Notes 4/3*. Ottawa, Canada: Minister of Public Works and Government Services Canada.
- 8 Halahan, Frances & Plowden, Anna 2003. *Looking after Antiques*. London, UK: The National Trust.
- 9 Halinen, Petri; Immonen, Visa; Lavento, Mika; Mikkola, Terhi; Siiriäinen, Ari & Uino, Pirjo (toim.) 2009. *Johdatus arkeologiaan*. Helsinki: Gaudeamus.
- 10 Hamilton, Donny L. 1999. *Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites. Revision Number 1*. [verkkodokumentti]. College Station, Texas: Texas A&M University. <<http://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/conservationmanual.pdf>> (luettu 05.08.2010).
- 11 Heikkinen, Eetu-Pekka 2011. *Pourbaix-diagrammit. Ilmiömallinnus prosessimetallurgiassa*. Syksy 2011. Teema 4 – Luento 3. Oulun yliopisto. [verkkodokumentti]. <<http://www oulu.fi/pomet/477412S/11/IMPM-11-04-03.pdf>> (luettu 27.03.2012).
- 12 Hintsanen, Päivi 2008. *Vivianiitti, sinimaa, siniokra*. [verkkodokumentti]. <<http://www.coloria.net/varit/vivianiitti.htm> > (luettu 14.02.2012).

- 13 Jedrzejewska, Hanna 1990. Ethical problems in the conservation of composite metal objects. *Conservation of Metals: Problems in the Treatment of Metal-Organic and Metal-Inorganic Composite Objects: International restorer seminar Veszprém, Hungary 1-10 July 1989*. Veszprém, Hungary: István Éri.
- 14 Keene, Suzanne 1994. Real-time Survival Rates for Treatments of Archaeological Iron. *Ancient & Historic Metals. Conservation and Scientific Research*. Marina del Rey, California: The Getty Conservation Institute.
- 15 Klaavu, Pia 2002. Metalliesineiden konservointi. *Sirpaleita suurvalta-ajan Helsingistä*. Helsinki: Museovirasto ja Suomen Pankki.
- 16 Kostet, Juhani et al. (toim.) 2004. *Aarnikotka: Keskiäikää keskellä Turku*. Turku: Turun maakuntamuseo.
- 17 Krzyszkowska, Olga 1990. *Ivory and related materials: an illustrated guide*. London, UK: Institute of Classical Studies.
- 18 Logan, Judy; Binnie, Nancy E. & Cook, Clifford 1999. Introduction to the Treatment of Composite Artifacts. *Conservation of Wet Archaeological artifacts Workshop, April 12-15 1999*. CCI.
- 19 Mattila, Mirva; Kaukonen, Marianne & Salmela, Ulla 2006. *Opas paikallismuseon hoitoon*. Helsinki: Museovirasto.
- 20 Merritt, Chris 2007. *Conservation Treatments*. [verkkodokumentti]. Missoula, Montana: Society of Historical Archaeology & The University of Montana. <http://www.sha.org/research_resources/conservation_faqs/treatment.cfm > (luettu 03.02.2012).
- 21 Miller, Judith 2007. *Antiques Detective. Tips and Tricks to Make You the Expert*. London, UK: Dorling Kindersley.
- 22 Myron Wiinblad, Trine & Bjerregaard Pedersen, Nanna 2011. Alkalisk udvaskning af arkæologiske jernkompositter. *Meddelelser om konservering 1/2011*, 14-20.
- 23 Myron Wiinblad, Trine & Bjerregaard Pedersen, Nanna 2012. Re: Bone-metal composite artifacts and sodiumsesquicarbonate. Sähköposti anubast@yahoo.com (lähetetty 08.02.2012).
- 24 Nokela, Leena 2012. *Wanhain tawarain sanakirja*. Helsinki: Otava.
- 25 Pearson, Colin 1987. *Conservation of Marine Archaeological Objects*. London, UK: Butterworths.
- 26 Robinson, Wendy 1998. *First Aid for Underwater Finds*. Clwyd, UK: Archetype.
- 27 Rodgers, Bradley A. 2004. *The Archaeologist's Manual for Conservation. A Guide to Non-Toxic, Minimal Intervention Artifact Stabilization*. [verkkodokumentti]. New York: Kluwer Academic. <<http://www.scribd.com/doc/33040012/The-Archeologist%C2%B4s-Manual-for-Conservation>> (luettu 26.01.2012).
- 28 Ruusuvoori, Anssi 2009. *Puukon historia*. Tampere: Apali Oy.

- 29 Saarinen, Riikka 2012a. Veitsilöytöjen ajoituksista. Sähköposti anubast@yahoo.com (lähetetty 17.02.2012).
- 30 Saarinen, Riikka 2012b. Åbo Akademin tontin löytöjen ajoituksista. Sähköposti anubast@yahoo.com (lähetetty 21.02.2012).
- 31 Saarinen, Riikka 2012c. Tarkennus Akin määritelmiin. Sähköposti anubast@yahoo.com (lähetetty 29.02.2012).
- 32 Saarinen, Riikka 2012d. Käsittelyjen lopetus. Sähköposti anubast@yahoo.com (lähetetty 13.04.2012).
- 33 Saarinen, Riikka 2012e. Tarkistuksia. Sähköposti anubast@yahoo.com (lähetetty 16.04.2012).
- 34 Scott, David A. & Seeley, Nigel J. 1987. The washing of Fragile Iron Artifacts. *Studies in Conservation vol. 32, no. 2 (1987)*, 73-76.
- 35 Sease, Catherine 1992. *A Conservation Manual for the Field Archaeologist*, 3rd ed. *Archaeological research tools 4*. Los Angeles, CA: Institute of Archaeology, University of California.
- 36 Selwyn, L. S.; McKinnon, W. R. & Argyropoulos, V. 2001. Models for Chloride Ion Diffusion in Archaeological Iron. *Studies in Conservation vol. 46, no. 2 (2001)*, 109-120.
- 37 Selwyn, L. 2004. Overview of archaeological iron: the corrosion problem, key factors affecting treatment, and gaps in current knowledge. *Metal 04. Proceedings of the International Conference on Metals Conservation, Camberra, Australia 4-8 October 2004*. Canberra: National museum of Australia.
- 38 Selwyn, L. S. & Argyropoulos, V. 2005. Removal of Chloride and Iron Ions from Archaeological Wrought Iron with Sodium Hydroxide and Ethylenediamine Solutions. *Studies in Conservation vol. 50, no. 2 (2005)*, 81-100.
- 39 Singley, Katherine 1988. *The Conservation of Archaeological Artifacts from Freshwater Environments*. South Haven, Michigan: Lake Michigan Maritime Museum.
- 40 Starling, Katharine & Watkinson, David (Ed.) 1987. *Archaeological bone, antler and ivory*. Occasional Papers Number 5. London, UK: The United Kingdom Institute for Conservation.
- 41 Stone, Tom 2010. Care of Ivory, Bone, Horn, and Antler. *CCI Notes 6/1*. Ottawa, Canada: Minister of Public Works and Government Services Canada.
- 42 Tomanterä, Leena; Arponen, Aki & Lamoinen, Minna 2008. *Maasta museoon – Arkeologisten materiaalien vaurioituminen maaperässä ja käsittely kentällä*. [verkkodokumentti]. Helsinki: Suomen Kansallismuseon konservointilaitos. <<http://www.nba.fi/fi/File/597/maasta-museoon.pdf>> (luettu 15.03.2012)
- 43 *Turun seudun karttapalvelu*. [verkkodokumentti]. <<http://opaskartta.turku.fi/>> (luettu 14.04.2012)

- 44 Wang, Quanyu; Dove, Simon; Shearman, Fleur & Smirniou, Melina 2008. Evaluation of methods of chloride ion concentration determination and effectiveness of desalination treatments using sodium hydroxide and alkaline sulphite solutions. *The Conservator vol. 31 (2008), 65-74.*
- 45 Wang, Quanyu 2007. Effects of relative humidity on the corrosion of iron: an experimental view. *The British Museum Technical Research Bulletin vol. 1 (2007), 65-73.*
- 46 Watkinson, David (Ed.) 1987. *First aid for finds*, 2nd ed. London, UK: Rescue / The British Archaeological Trust.
- 47 Watkinson, David 1996. Chloride Extraction from Archaeological Iron: Comparative Treatment Efficiencies. *Archaeological Conservation and its Consequences. Preprints of the Contributions to the Copenhagen Congress, 26 – 30 August 1996.* London, UK: IIC.
- 48 Watkinson, David & Al-Zahrani, Abdalnaser 2008. Towards quantified assessment of aqueous chloride extraction methods for archaeological iron: de-oxygenated treatment environments. *The Conservator vol. 31 (2008), 75-86.*

Työkuvia kloridinpoistokäsittelyistä ja kloridimittauksista



Kuva 32. a) Eksikaattorin täyttö typpikaasulla, b) LU0802:001 deionisoidussa vedessä suljetussa Orthexin pakasterasiassa, c) hapeton käsittely eksikaattorissa, ME0400:002 ja d) lämpökaappikäsittely 35°C, ME2020:002.



Kuva 33. Näytteenotto kloridimittausta varten ja kloridimittaus Aquamerck –kloriditesti pakkauksella.

Dokumentointikuvat konservoinnin jälkeen



Kuva 34. TMM22700:ME0400:002 puhdistuksen ja kloridien poisto testijakson jälkeen.



Kuva 35. TMM22700:LU0802:001 puhdistuksen ja kloridien poisto testijakson jälkeen.



Kuva 36. TMM22814:ME2010:002 puhdistuksen ja kloridien poisto testijakson jälkeen.

TMM21816:LU119a KONSERVOINNIN JÄLKEEN



TMM21816:LU119b KONSERVOINNIN JÄLKEEN



Kuva 37. TMM21816:LU119 puhdistuksen jälkeen.



Kuva 38. TMM21816:LU101 puhdistuksen jälkeen.

Turun museokeskuksen konservointikäsitellyt luu-metalli komposiiteille:

LÖYTÖNRO /VUOSI	KUIVA/MÄRKÄ	DOKUMENTOINTI	PUHDISTUS	SUOLAN POISTO	LIIMAUS/VAHVISTUS	KUIVATUS	MUITA/ME-TALLIKÄSITELY	PINNOITUS	SÄILYTYS PAIKKA	KUNTO NYT
TMM21816: LU84 (1998)	Kuivunut	Diakuva	Mekaaninen puhdistus.	-	-	-	-	-	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: hyvä. Luussa halkeama, mutta ei kuivan näköinen. amalgaami-koristelut hyväkuntoiset.
TMM21816: LU99 (1998)	Märkä	MV, diakuva, mikroskooppikuva, 1:1 ääriivipiirros.	Mekaaninen puhdistus.	-	-	Kontrolloitu, hidas kuivatus kosteuskammiossa.	-	-	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: hyvä. Luu ei kuiva eikä halkeamia. amalgaami-koristelut hyväkuntoiset.
TMM21816: LU142 (1998)	Märkä	MV, 1:1 ääriivipiirros.	Mekaaninen puhdistus.	-	-	Kontrolloitu, hidas kuivatus kosteuskammiossa.	-	-	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: kohtalainen. Luussa kaksi halkeamaa. Niitit ei aktiiviset.
TMM21816: LU145 (1998)	Märkä	1:1 ääriivipiirros.	Mekaaninen puhdistus.	-	-	Kontrolloitu, hidas kuivatus kosteuskammiossa.	-	-	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: kohtalainen. Kampa useammassa osassa mutta koottavissa. Ei

2 (8)

										halkeamia tai aktiivista korroosiota metalliosissa.
TMM22196: ME720:001 (2001)	Kuiva	MV	Mekaaninen puhdistus.	Huuhtelu, lämmitetty vesi. Kloridikonsentraation seuranta.	–	Liutin kuivaus portaittain, etanoli.	–	5% w/V Paraloid B72 asetonissa.	Maalöytövarasto, epäorgaaninen puoli, kuivatelta, RH 30 % (kesällä korkeampi, talvella kuivempi). Siirretty vuonna 2009 *. Siirtoa ennen varastopaikka maalöytövaraston hyllyssä, missä RH vaihteleva (mutta ei ehkä yhtä radikaali kuin ikkunallisissa huoneissa: arvio R. Saarinen).	Kunto: kohtalainen. Luukahvassa kaksi isoa halkeamaa ja hiusmurtuma. Metallipiikki varissut jonkin verran mutta ei aktiivista korroosiota.
TMM22196: ME765:002 (2001)	Kuiva	MV	Mekaaninen puhdistus.	–	–	–	–	–	Maalöytövarasto, epäorgaaninen puoli, kuivatelta, RH 30 % Ks. edellinen – sama historia.	Kunto: kohtalainen. Luu hyvin kuiva ja siinä halkeamia. Metallissa kuivaa korroosiota mutta ei hilseile.
TMM22237: ME025:003	Märkä	MV	Mekaaninen, mikroskoopin	Deionisoitu vesi, +55-60°C	–	Liutin kuivaus portaittain,	–	5% w/V Paraloid B72 asetonissa.	Löytyi konservointitilan	Kunto: kohtalainen. Metallia ei hilseile,

(2003)			alla.	vesihauteessa. Johtokykymit- taukset ja käsittelyveden vaihto tarvittaessa.		etanoli.			hyllystä. Huoneilmasto – vaihteleva RH.	korroosio ei aktiivinen. Murtuma luussa laajentunut. Pieniä hiusmurtumia.
TMM22237: ME040:002 (2003)	Märkä	MV, 1:1 ääriviivapiir- ros.	Mekaaninen, mikroskoopin alla. Mikrohiekk- puhallus.	2:3 vesijohtovesi - deionisoitu vesi. Deionisoitu vesi, +55-60°C vesihauteessa. Johtokykymit- taukset ja käsittelyveden vaihto tarvittaessa.	–	Liutin kuivaus portaittain, etanoli.	–	5% w/V Paraloid B72 asetonissa.	Huoneilmasto – vaihteleva RH; 6.5.2011 – 25.3.2012 ollut näyttelyssä Turun linnassa, missä RH 50 % Korroosio on edennyt tuolla aikavälillä.	Kunto: heikentynyt. Metallissa aktiivista korroosiota ja terä kuiva ja rapiseva. Kahvassa halkeama ja ruosteen aiheuttamia värimuutoksia. * *
TMM22237: ME305:306 (2004)	Kuivunut	MV, röntgen, digikuva.	Mekaaninen, mikroskoopin alla. Mikrohiekk- puhallus.	–	Kahvaosa 5 % w/V Paraloid B72, asetonissa.	–	–	–	Huoneilmasto – vaihteleva RH.	Kunto: kohtalainen. Luukahvassa murtumia. Metallin kuiva ja kerrostunut, pinnassa kuivaa korroosiota.
TMM22237: ME1035:006 (2004)	Kuivunut	MV, röntgen, digikuva.	Mekaaninen, mikroskoopin alla. Mikrohiekk-	–	–	–	–	–	Huoneilmasto – vaihteleva RH.	Kunto: heikentynyt. Terä kuiva ja rapiseva. Kahva hyvin kuiva ja siinä

4 (8)

			puhallus.							on halkeamia. Toinen puoli kahvasta on irrallaan ja toisesta on lohjennut irti pala. * *
TMM22237: ME1078:005 (2004)	Kuivunut	MV, röntgen, digikuva, 1:1 ääri- vapiirros.	Mekaaninen, mikroskoopin alla. Mikrohiekkapuhallus.	-	-	-	-	-	Huoneilmasto - vaihteleva RH.	Kunto: heikentynyt. Lyijynuppi ehjä, luukahva ja terän kappaleet kuivat, metallissa kellertävää jauhemaista korroosiota. Yksi terän kappaleista sirpaleina. * *
TMM22237: LU1084:006 (2004)	Kuivunut	MV	Mekaaninen, mikroskoopin alla.	-	-	-	-	5% w/V Paraloid B72 asetonissa, upotuskäsittely alipaineuunissa.	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: hyvä. Luukahvan toinen puolisko irrallaan. Ei halkeamia tai aktiivista korroosiota.
TMM22348: ME022:001 (2005)	Kuivunut	MV, röntgen, digikuva.	Mekaaninen, mikrohiekkapuhallus.	Keittäminen deionisoidussa vedessä 8h + titraus tunnin välein.	25% Paraloid B72, toluenissa.	-	-	Cosmoloid H80 mikrokristalliva- ha, uuni 125 °C.	Maalöytövarasto, epäorgaaninen puoli, kuivateltta, RH 30 %	Kunto: kohtalainen. Luu on kuivan näköinen. Metallia ei aktiivinen.

5 (8)

TMM22367: LU2049:001 (2005)	Märkä	MV	Mekaaninen, mikroskoopin alla vedessä.	–	5 % w/V Paraloid B72, asetonissa.	Pakastekuivaus silicageelin kanssa.	1% Hostacor IT sivelty rautaniitille.	–	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: kohtalainen. Luussa halkeama. Niiteissä ei aktiivista korroosiota.
TMM22367: LU3028:001 (2005)	Kostea	MV, röntgen.	Mekaaninen, mikroskoopin alla.	–	5 % w/V Paraloid B72, asetonissa.	Kontrolloitu, hidas kuivatus kosteuskammiossa.	–	–	Huoneilmasto – vaihteleva RH.	Kunto: kohtalainen. Luu kuiva ja keskellä suuri halkeama. Metalliosat ei aktiivisia.
TMM22367: LU2171:001 (2006)	Märkä	MV, röntgen.	Mekaaninen puhdistus.	Huuhtelu, deionisoitu vesi. Johtokykymit- taukset.	5 % w/V Paraloid B72, asetonissa.	Kontrolloitu, hidas kuivatus kosteuskammiossa.	3 % w/V BTA- käsittely metalliosalle.	5% w/V Paraloid B72 asetonissa.	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: hyvä. Luu ei kuivan näköinen eikä siinä halkeamia. Kaksi palaa irrallisena. Niitissä ei aktiivista korroosiota.
TMM22477: ME007:001 (2007)	Märkä	MV, röntgen.	Mekaaninen, mikroskoopin alla.	Deionisoitu vesi, +55-60°C vesihauteessa.	–	Liutin kuivaus portaittain.	–	–	Huoneilmasto – vaihteleva RH.	Kunto: heikko. Toinen puoli kavasta on irrallaan ja siinä on halkeama. Veitsen terä on pahasti lohkeillut kappaleiksi ja alta paljastuu aktiivinen

6 (8)

										korrosio. * *
TMM22477: LU027:001 (2007)	Kuivunut	MV, röntgen.	Mekaaninen, mikroskoopin alla + AA7 vanupuikko.	-	-	Kontrolloitu, hidas kuivatus kosteuskammios- sa.	-	-	Maalöytövarasto, orgaaninen puoli, RH 50 %	Kunto: kohtalainen. Luu hyvin kuiva ja siinä korrosio- värjäyviä, ei halkeamia. Niitit ei aktiivisessa korroosiossa.
TMM22477: ME007:020 (2007)	Kostea	MV, röntgen.	Mekaaninen, mikroskoopin alla.	Deionisoitu vesi, +55-60°C vesihauteessa.	-	Liutin kuivaus portaittain.	-	-	Huoneilmasto - vaihteleva RH.	Kunto: heikko. Luukahva on irtonainen ja osissa. Metaaliterän pintakerrokset on totaalisen pirstaleina ja korroosiossa. Koko esine valkeiden jäämien peitossa. * *
TMM22518: ME113:001 (2008)	Kostea	MV, röntgen.	Mekaaninen, mikroskoopin alla. Mikrohiekka- puhallin.	Soxhlet, viisi uuttokierrosta.	-	Kontrolloitu, hidas kuivatus kosteuskammi- ossa.	-	5% w/V Paraloid B72 asetonissa, upotuskäsittely alipaineuunissa.	Maalöytövarasto, epäorgaaninen puoli, kuivatelta, RH 30 %	Kunto: heikentynyt. Luu kuivahko ja siinä murtuma. Terästä hilseilee hivenen, alla oranssia korroosiota. * *

TMM22567: ME207:005 (2009)	Märkä	MV, röntgen.	Mekaaninen, mikroskoopin alla. Mikrohiikka-puhallus.	Soxhlet	Halkeamien vahvistus (5 % w/V) + liimaus (n. 20 % w /V) Paraloid B72, asetonissa.	Liutotin kuivaus portaittain, etanoli (Aa14).	3% w/V BTA, upotuskäsittely alipaine-uunissa.	5% w/V Paraloid B72 asetonissa, upotuskäsittely alipaineuunissa.	Huoneilmasto vaihteleva RH.	-	Kunto: kohtalainen. Koko veitsi on vääntynyt. Luuosat kauttaaltaan säröillä ja vihreäksi värjäytyneet. metallissa vähän korroosiota mutta ei hilseile.
TMM22577: ME006:002 (2009)	Kuivunut	MV, röntgen, 1:1 ääriivii-vapiirros.	Mekaaninen, mikroskoopin alla. Mikrohiikka-puhallus.	Alkaalisulfiitti-käsittely teräosalle (Luukahva irroitettu).	-	-	-	Cosmoloid H80 mikrokristallivaaha, upotuskäsittely.	Huoneilmasto vaihteleva RH.	-	Kunto: hyvä. Luukahvan puoliskot erillään, hyvä kuntoiset, ei halkeamia ei kuivan näköiset. Terä hyväkuntoinen.
TMM22600: ME108:006 (2010)	Märkä	MV, röntgen, diakuva.	Mekaaninen, mikroskoopin alla vedessä. Mikrohiikka-puhallus.	Huuhtelu, deionisoitu vesi. Deionisoitu vesi, +55-60°C vesihauteessa. Kahva: 1h 2% w/V EDTA + deionisoitu vesi (pH 4,35). Huuhtelu. Terä: 2% w/V Na ₂ CO ₃	-	Liutotin kuivaus portaittain, etanoli (Aa14). Viimeisessä vaiheessa 99% etanoliin lisättiin 1% w/V BTA.	-	5% w/V Paraloid B72 asetonissa, upotuskäsittely alipaineuunissa.	Huoneilmasto vaihteleva RH.	-	Kunto: heikko. Luukahva kuivunut ja siinä halkeamia sekä metallivärjäymiä. Metalliosa hilseilee kauttaaltaan ja siinä aktiivista korroosiota. * *

				+ deionisoitu vesi (pH 11,37). Huuhtelu.						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

YHT. 23 KPL

MV = mustavalkovalokuvaus, huom: dokumentointikuvat ennen konservointia.

* Vuoden 2009 uudelleen järjestelyn yhteydessä kaikki 1990-luvun lopun kaivausten metallilöydöiksi luetteloidut esineet siirrettiin kuivateltaan.

** Tarve uusinta konsrvoinnille.

Kansallismuseon konservointilaitoksen konservointikäsittelety luu-metalli komposiiteille:

LÖYTÖNRO /VUOSI	KUIVA/MÄRKÄ	DOKUMENTOINTI	PUHDISTUS	SUOLAN POISTO	LIIMAUS/VAHVISTUS	KUIVATUS	MUITA/ME-TALLIKÄSITTELY	PINNOITUS	SÄILYTYS PAIKKA
KM2000002: 1686 (1999)	Kuivunut	MV, röntgen, diakuva, digikuva.	Mekaaninen puhdistus. Mikrohiiekkapuhallus.	–	Kahva liimattu Paraloid B72 asetonissa (50:50).	Luu: hidas kuivatus. Metall: kuivatus eksikaattorissa + silica-geeli.	Can Trust – ruosteenesto-aine.	2% Paraloid B72 toluenissa.	Vuodesta 2001 väliaikaisvarastossa Kulttuuritalon kellarissa, vaihtelevat olosuhteet. Vuodesta 2011 konttisäilytys, vaihtelevat olosuhteet (kontrolli aloitettu).
KM2000002: 1712 (1999)	Kuivunut	MV, röntgen, diakuva, digikuva.	Mekaaninen puhdistus. Mikrohiiekkapuhallus.	–	Mega Stick – korjausmassa (2-komponenttinen), UHU Hart –selluloosa-asetattiiliima asetonissa.	–	–	Upotettu sulaan parafiinivahaan 110°C, viikonlopun yli. Ylimääräinen vaha imeytetty paperiin.	Sama kuin edellä.
KM2000002: 1717 (1999)	Kuivunut	MV, röntgen, diakuva, digikuva.	Mekaaninen puhdistus. Mikrohiiekkapuhallus.	–	UHU Hart –selluloosa-asetattiiliima asetonissa	–	–	Upotettu sulaan parafiinivahaan 110°C, kolme työpäivää.	Sama kuin edellä.

2 (4)

					(kahvan osa). Shellakka (A7) kahva + metalliosa yhteen.				
KM2002042: 418 (2002)	Kuivunut	MV, röntgen, digikuva, puunäyte.	Mekaaninen puhdistus. Mikrohiekkapu- hallus.	–	20% PEG 600 + 1% Hostacor IT ja 5% PEG 1500 + 1% Hostacor IT -> nosto 10%.	Pakastekuivaus.	–	Mikrokidevaha, white spiritissä (terä).	Näyttelyssä Naantalissa.
KM2002042: 418 (2002)	Kuiva	MV, röntgen, digikuva.	Mikrokidevahan poisto white spiritillä, huuhtelu asetonilla. Mikrohiekkapu- hallus.				Can Trust – ruosteenesto- aine (deionisoiduss a vedessä).		Näyttelyssä Naantalissa.
KM2005034: 2549 (2005)	Kuivunut	Röntgen, digikuva.	Mekaaninen puhdistus. Mikrohiekkapu- hallus.	–	–	–	–	Mikrokidevaha (Cosmoloid 80H) 94°C, upotuskäsittely alipaineuunissa: työpäivän ajan. Käsittely toistettu. Ylimääräinen	Näyttelyssä Naantalissa.

3 (4)

								vaha imeytetty paperiin.	
KM2005034: 3538 (2005)	Kuivunut	Röntgen, digikuva.	Mekaaninen puhdistus. Mikrohiiekkapu- hallus.	–	UHU Hart – selluloosa- asetaattiliima.	–	–	Mikrokidevaha (Cosmoloid 80H) 94°C, upotuskäsittely alipaineuunissa: pari vuorokautta. Ylimääräinen vaha imeytetty paperiin.	Näyttelyssä Naantalissa.
KM2006092: 52 (2006)	Kuivunut	Röntgen, digikuva.	Mikrohiiekkapu- hallus.	Keittäminen deionisoidussa vedessä (terä + osa luusta). Hopeanitraatti testi.	UHU Hart – selluloosa- asetaattiliima (irroitetut luukahvan palaset yhteen).	Uunissa 110°C (terä + osa luusta), viikonlopun yli.	–	Mikrokidevaha (Cosmoloid 80H) 110°C, upotuskäsittely alipaineuunissa. Ylimääräinen vaha imeytetty paperiin.	?
KM37559:5 (2008)	Kostea	MV, röntgen, digikuva.	Mekaaninen puhdistus. Mikrohiiekkapu- hallus.	–	UHU Hart – selluloosa- asetaattiliima asetonissa.	Hidas, kontrolloitu kuivatus Minigrip- pussissa.	Can Trust – ruosteenesto- aine (1:1 veden kanssa).	–	Arkeologiset kokoelmat, vaihtelevat olosuhteet. Odottaa pääsyä Sturenkadulle uuteen varastoon.

4 (4)

KM2010063: 4 (2010)	Kuivunut	Röntgen, digikuva.	Mekaaninen puhdistus mikroskoopin alla. Mikrohiekkapu- hallus.	Keittäminen deionisoidussa vedessä. Hopeanitraatti testi.	5% Paraloid B72 asetonissa.	Uunissa 110°C.	-	Mikrokidevaha (Cosmoloid 80H), upotuskäsittely alipaineuunissa.	Konttisäilytys, vaihtelevat olosuhteet.
------------------------	----------	-----------------------	---	---	--------------------------------	----------------	---	---	---

YHT. 10 KPL

