

Aleksi Kiiski ja Kalle Mäkinen

**PALLOKORSUN VALUKALUSTON
RESTAUROINTISUUNNITELMA**
Työohjeistus ja hoitosuunnitelma

Opinnäytetyö
Restaurointi

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Aleksi Kiiski ja Kalle Mäkinen	Artenomi (AMK)	Huhtikuu 2020
Opinnäytetyön nimi		59 sivua 27 liitesivua
Pallokorsun valukaluston restaurointisuunnitelma Työohjeistus ja hoitosuunnitelma		
Toimeksiantaja		
Salpalinja-museo		
Ohjaaja		
Diego Carlozzo		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyö käsittelee Miehikkälässä Salpalinja-museolla sijaitsevaa pallokorsujen valamisessa käytettyä valukalustoa. Valukalusto on tuotu puolustusvoimien varikolta museolle vuonna 1991. Osa valukalustosta on peräisin 1940-luvulla Yhdysvalloista tilatusta pallokorsumuottisarjasta ja osa jatkosodan linnoitusosaston suunnittelemista osista. Valukalusto on pääosin metallia ja se koostuu useista eri osista. Kyseinen valukalusto on ainoa lähes täydellisenä säilynyt valukalusto Suomessa.</p> <p>Päätutkimusongelmana oli selvittää kohteen säilytyksessä ilmenneet ongelmat ja vastata kohteen säilymisen kannalta tärkeisiin kysymyksiin. Työn painotus oli produktiivinen, sillä sen tarkoituksena oli valmistaa valukalustolle restaurointisuunnitelma, jota museo voisi käyttää mahdollisen tulevan restaurointityön tukena. Työssä valukalusto dokumentoitiin. Tämän lisäksi laadittiin kalustolle hoitosuunnitelma ja tehtiin säilytysohjeistus eri osille. Säilytyksen merkityksellisyyttä korostettiin työssä kohteen ainutlaatuisuuden ja vaativien säilytysolosuhteiden vuoksi.</p> <p>Opinnäytetyössä käytettiin laadullista tutkimusotetta ja aineistonkeruumenetelminä hyödynnettiin havainnointia ja eri dokumentteja. Museolta ja arkistoista saatuja dokumentteja verrattiin kaluston nykytilaan. Kalustoa sekä sen vaurioita havainnoitiin kohteessa. Näiden avulla pystyttiin selvittämään ja perustelemaan tarvittavat restaurointitoimenpiteet. Muiden museoiden isoille esineille laatimia ulkosäilytysohjeistuksia hyödynnettiin kohteen ulkosäilytysohjeistuksen laatimisessa.</p> <p>Restaurointisuunnitelman keskeisimmät asiat olivat ulkomuotin sisällä säilytyksessä olevien osien sisäsäilytykseen saattaminen ja ulkosäilytykseen jäävien osien suojaaminen. Restaurointisuunnitelmassa valukaluston muottiosille päätettiin maalinpoistomenetelmä, jossa voidaan käyttää mekaanista maalinpoistoa maalinpoistoaineella ja mahdollisuuksien mukaan hiekkapuhallusmenetelmällä. Uudeksi maaliksi suositeltiin kaksikomponenttista ruosteestopigmentoitua oksiraaniesterimaalia. Mustien letkujen ja tiivisteiden kumipinta päätettiin puhdistaa ja suojata vahalla. Letkujen metalliosat päätettiin suojata lakalla ja kiilto himmentää vahalla. Hoitosuunnitelman osalta koottiin keskeisimmät asiat koskien valukaluston kunnossapitoa.</p>		
Asiasanat		
valukalusto, salpalinja, korsu, betonirakentaminen, jatkosota		

Author (authors)	Degree	Time
Aleksi Kiiski ja Kalle Mäkinen	Bachelor of culture and arts	April 2020
Thesis title Restoration plan for a concrete pillbox casting equipment Restoration instructions and maintenance plan		59 pages 27 pages of appendices
Commissioned by Salpa Line Museum		
Supervisor Diego Carlozzo		
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis is a set of casting equipment for a concrete pillbox which belongs to the collection of Salpa-Line museum in Miehikkälä. The equipment was delivered to the museum from a Finnish Defense forces storage depot in 1991. Some pieces of the equipment presumably date back to 1940 when they were shipped to Finland from the United States of America in the original assembly, while other parts were made by the Finnish defense forces fortification detachment (Linnoitusosasto) during the Continuation War. The casting equipment mostly consist of metal parts and has multiple components. This casting equipment is known to be the only surviving nearly complete assembly of its kind.</p> <p>The emphasis of this thesis study was on producing a restoration plan which the museum can utilize in the possible forthcoming restoration work for the equipment. During the thesis study, the equipment was documented. A preservation plan was also devised for the exhibition of the equipment, and a storage guideline was provided. The importance of the maintenance guidelines was stressed due to the demanding exhibition environment and unique qualities of the object as a museum exhibit.</p> <p>As a basis for this thesis, qualitative research approach was used, and information was collected through a process of observation. Information in documents acquired from Salpa-Line Museum and from national archives were compared to the observations and analysis of the casting equipment in its current state. The gathered information served as a framework against which the argued restoration methods in the thesis study were chosen. Guidelines for unsheltered exhibition were adopted from manuals of other museums to create a display and maintenance plan.</p> <p>The main focus was to determine which parts are to be set in storage conditions and what pieces should remain in the exhibition. Based on the compiled restoration plan the chosen paint removal method for the casting equipment's mold and metal parts was either to use mechanical removal with paint stripper or abrasive blast. Recommended paint to be used is a two-component anti-corrosive paint. The metal parts on the black rubber hoses were treated with an acrylic varnish and carnauba wax. The rubber parts including hoses and the molding pieces seals were cleaned and protected with a layer of wax. A maintenance plan was presented to form a care programme for the objects remaining in outdoors exhibit.</p>		
<p>Keywords</p> <p>casting equipment, Salpa Line, pillbox, concrete casting, continuation war</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	TUTKIMUSASETELMA JA MENETELMÄT.....	8
3	PALLOKORSUT.....	11
3.1	Pallokorsujen alkuperä.....	11
3.2	Käyttö jatkosodassa.....	12
3.3	Pallokorsut Salpalinjalla.....	13
4	VALUKALUSTON KÄYTTÖ.....	13
4.1	Valumenetelmä.....	14
4.2	Pallokorsun valukaluston käyttö.....	15
5	DOKUMENTOINTI.....	20
5.1	Kohteen kuvaus.....	20
5.2	Vauriokartoitus.....	28
5.2.1	Tarkemmat vauriokartoitukset.....	29
5.2.2	Yleiskattavat vauriokartoitukset.....	31
5.3	Materiaalitutkimukset.....	33
5.3.1	Laboratoriotutkimukset.....	33
5.3.2	XRF-analyysit.....	35
5.3.3	Kumiosien tutkimus.....	36
6	MERKITYS JA SÄILYVYYS MUSEOESINEENÄ.....	37
7	RESTAUROINTISUUNNITELMA.....	42
7.1	Käytännön kokeilut.....	42
7.2	Restaurointitoimenpiteet ja materiaalit.....	47
7.2.1	Ulkomuotti, valukartio, valukartion kaulus ja sisäpallomuotinkori.....	48
7.2.2	Imukoneisto.....	49
7.2.3	Letkut ja kumitiivisteet.....	49
7.3	Restauroinnin työohjeistus.....	50
7.3.1	Ulkomuotti, valukartio, valukartion kaulus ja sisäpallomuotinkori.....	50

7.3.2	Imukoneisto	52
7.3.3	Letkut ja kumitiivisteet.....	52
7.4	Työturvallisuus.....	53
7.5	Hoitosuunnitelma	54
7.5.1	Ulkonäyttelyyn jäävät osat	54
7.5.2	Uudelleen sijoitettavat kaluston osat.....	56
8	TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS	56
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	57
10	POHDINTA	58
	LÄHTEET.....	60

KUVALUETTELO

LIITTEET

Liite 1. Valukaluston dokumentointi kuvat ja mitat

Liite 2. Mittapiirustus

Liite 3. Vauriokartoituskuvat

Liite 4. XRF-analyysit

Liite 5. H. Ramon kirje puolustusministeriölle

Liite 6. Puolustusvoimien materiaalitosite

KÄSITELUETTELO

Linnoitusosasto = Entiseltä nimitykseltään linnoitustoimisto, joka oli jatkosodan aikana linnoitustehtävistä vastannut päämajan osasto. (Arimo 1981, 328.)

Pallokorsu = 8–10 hengen majoittumiseen tarkoitettu suojarakennelma. (Opastaulu: Pallokorsu 611 s.a.)

Pesäke (pillbox) = Pieni ja matala linnoite, joka on varustettu esimerkiksi konekiväärillä ja se on yleensä valmistettu betonista, puusta tai hiekkasäkeistä. (Military Terms, Abbreviations, and Symbols: Dictionary of United States Army Terms. 1953, 213.)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö käsittelee 1940-luvulla valmistettua pallokorsun valukalustoa, joka kuuluu Salpalinja-museon kokoelmiin. Kalusto on tuotu museolle puolustusvoimien Korian pioneerivarikolta vuonna 1991. Työn tavoitteena on valmistaa restaurointisuunnitelma sekä hoitosuunnitelma valukalustolle, jotta se saadaan säilymään nykyisissä haastavissa ulkonäyttelyn olosuhteissa. Työn toimeksiantajana on Salpalinja-museo ja se toteutettiin parityönä työn laajuuden vuoksi. Työ valittiin opinnäytetyön aiheeksi, koska molempia tekijöitä kiinnosti sotahistoriallinen kohde ja tällä työllä saatiin samalla vastattua Salpalinja-museon tarpeisiin. Valukalusto kytkeytyy Salpalinjaan, Suomen jatkosodan ja toisen maailmansodan linnoitushistoriaan, joten sen säilyminen museon kokoelmissa olisi tärkeää saada turvattua, koska kalusto on tiettävästi ainut lähes kokonainen Suomessa. Samanlaista kalustoa on ollut käytössä ainakin Yhdysvalloissa, mutta näistä löytyy julkista tietoa vähäisesti.

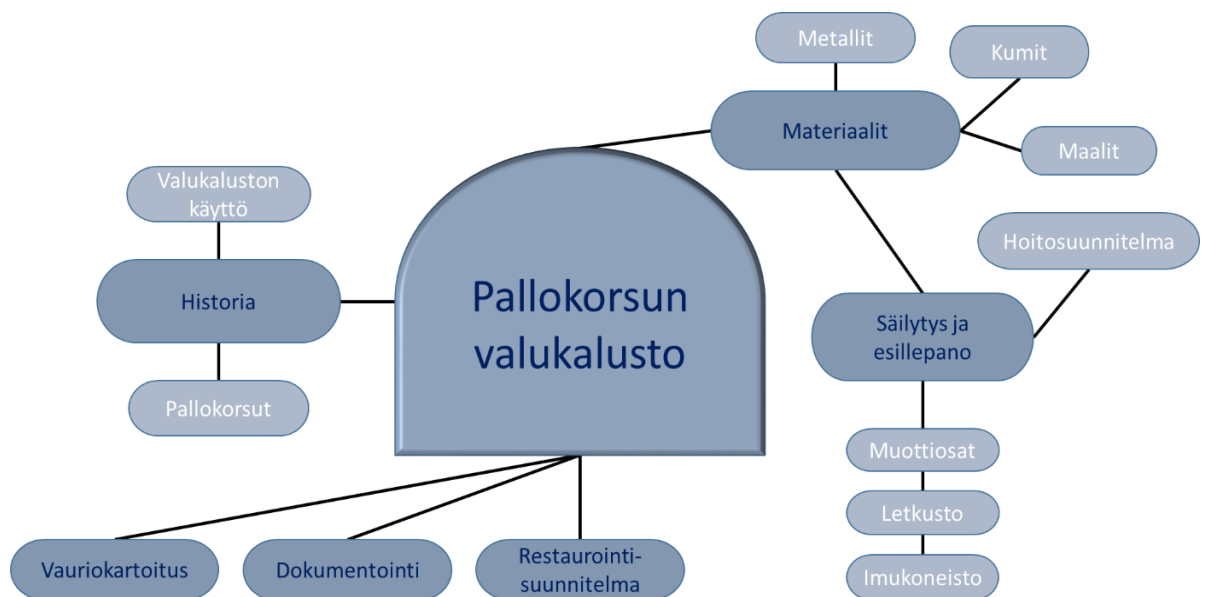
Työn tutkimusongelmana ovat kaluston restaurointia vaativaan nykytilaan johdaneet säilytysratkaisut, restauroinnin kannalta kaluston alkuperäisten osien ja pintakäsittelyjen huomiointi ja valinta. Tutkimusongelmana oli myös ulkonäyttelykohteen ristiriita eettisestä säilytyksestä, sillä kohteen tulisi säilyä muuttumattomana ja samanaikaisesti palvella yleisöä. Työssä käytettiin laadullista tutkimusotetta. Aineistonkeruumenetelminä hyödynnettiin pääsääntöisesti havainnointia ja dokumentteja.

Opinnäytetyön ensimmäisessä osiossa käydään läpi tutkimusasetelma ja sen rajaus sekä tutkimukseen käytetyt menetelmät. Seuraavana työssä käydään läpi pallokorsujen historiaa jatkosodassa sekä imubetonitekniikan alkuperää. Tämän jälkeen työssä havainnollistetaan imubetonitekniikan toiminta sekä muotin käyttö. Nämä ovat osittain jo dokumentoituja aiheita, mutta työn tutkimuksessa nämä osiot koottiin yhteen käyttäen kirjallisuutta sekä arkistoilta ja museolta saatuja dokumentteja. Kaluston merkitystä, sen säilyvyyttä ja ulkosäilytyksen haasteellisuutta käsitellään ennen varsinaisia restaurointityön osioita, koska suunnitelman tulee tukeutua eettiseen pohdintaan (Rivers & Umney 2003, 374–375). Kalustosta dokumentoitiin ne osat, joista ei löytynyt

aikaisempia dokumentteja. Vauriokartoitus laadittiin yleiskattavasti kaikista kaluston osista, mutta tarkemmat vauriokartoitukset tehtiin niiden osien kohdalla, jotka todettiin työn rajauksessa kiireellisimmiksi restaurointikohteiksi. Taustatutkimuksen ja dokumentoinnin pohjalta laadittiin restaurointisuunnitelma, joka käsitteli ulkomuotteja, imukoneistoa, letkuja ja kumiosia. Kaluston osille laadittiin yksittäiset säilytysohjeistukset osana restaurointisuunnitelmaa. Työn loppuosassa käydään läpi tutkimuksen luotettavuutta, johtopäätöksiä sekä pohdintaa.

2 TUTKIMUSASETELMA JA MENETELMÄT

Opinnäytetyön teoreettista osuutta varten tehtiin käsitekartta ja viitekehys. Näiden avulla pyrittiin rajaamaan tutkimus tarkemmin tiettyihin osa-alueisiin ja selitettiin työn kannalta tärkeimmät käsitteet. Käsitekartasta (kuva 1) näkyvät työn pääkäsitteet ja niiden osa-alueet sekä niiden suhde toisiinsa.



Kuva 1. Käsitekartta (Kiiski & Mäkinen 2020)

Pallokorsun valukalusto koostuu monista osista ja täten useista materiaaleista. Metallisia osia ovat muottiosat ja imukoneisto, kumiosia ovat muottipallo ja imukoneiston letkusto. Eri materiaalit vaativat museokohteessa eri toimenpiteet sekä säilytyksen. Työssä käydään läpi kohteen historiaa, jotta ymmärrettäisiin kaluston ainutlaatuisuutta sekä toimintaperiaatetta, joka on myös osa historiaa. Valukalustosta dokumentoitiin eniten restaurointia tarvitsevien osien

nykytila ja tehtiin vauriokartoitus. Näiden pohjalta valmistuu restaurointisuunnitelma.



Kuva 2. Viitekehys (Kiiski & Mäkinen 2020)

Työn viitekehys (kuva 2) sisältää seuraavat asiat: restaurointisuunnitelma, merkitys ja säilyvyys museoesineenä, kaluston alkuperä ja käyttöhistoria sekä materiaalit.

Ensimmäisenä työssä on perehdyttävä kaluston historiaan ja sen käyttömene- telmään ymmärtääkseen kohteen ainutlaatuisuutta. Työssä pohditaan kalus- ton nykytilaan johtaneita syitä, jonka seurauksena restaurointi on tehtävä. Tä- hän jatkumona on myös pohdinta kohteen säilyvyydestä nykyisellä sijoituspai- kallaan, sillä suunniteltujen restaurointitoimenpiteiden valinta ja hyöty ovat ra- jattuja kohteen ympäristössä vallitseville olosuhteille. Kuten on jo todettu, ka- lusto koostuu monesta osasta ja useista materiaaleista. Ottaen huomioon opinnäytetyön aikataulun jouduttiin kaluston osia sekä tutkittavia materiaaleja rajaamaan pois lopullisesta suunnitelmasta.

Opinnäytetyön tutkimusongelman päälähtökohtana on selvittää kohteen säily- tyksessä ilmenneet ongelmat ja vastata kohteen säilymisen kannalta tärkeisiin

kysymyksiin. Tutkimusongelmana on myös moniosaisen kaluston osien restaurointisuunnitelman rajaaminen ja osien arvottaminen säilyvyyden kannalta eli näin mahdollisten toimenpiteiden tärkeysjärjestykseen asettaminen.

Päätutkimuskysymyksenä on:

- Miten pallokorsun valukalusto saadaan kestävämmän museon ulkosäilytysolosuhteita?

Alakysymyksinä opinnäytetyössä on:

- Miten pallokorsun valukaluston eri osat restauroidaan?
- Mitä säilytysratkaisuja tulisi huomioida kaluston eri osien kohdalla?

Yleiskattava vauriokartoitus tehdään koko säilyneelle kalustolle, mutta tarkemmat vauriokartoitukset työssä koskevat ulkosäilytyksessä eniten vaurioita kärsineitä osia. Kaluston osat dokumentoidaan työn rajauksen mukaisesti. Kaluston osista restaurointisuunnitelmaa koskien rajataan pois kumipallo ja pallon suojakangas. Nämä rajaukset tehdään seuraavista syistä: Kumipallo on päässyt todella huonoon kuntoon ja se tulisi tehdä omana työnään ja tarkemmalla perehtymisellä, johon opinnäytetyössä ei ole aikaa. Pallon suojakangas rajataan restaurointisuunnitelman ulkopuolelle, koska siihen ei ehditä perehtyä työn aikataulussa, muuten kuin säilytyksen osalta.

Tässä opinnäytetyössä käytettiin hyödyksi laadullisia tutkimusmenetelmiä tutkimusongelman ratkaisemiseksi. Kananen (2017, 35) kertoo laadullisen tutkimuksen määrittämisestä Straussin & Corbinin (1998) mukaan seuraavasti: *Laadullinen tutkimus tarkoittaa mitä tahansa tutkimusta, jonka avulla pyritään ”löydöksiin” ilman tilastollisia menetelmiä tai muita määrällisiä keinoja.* Opinnäytetyön aineiston keruussa käytettiin havainnointia. Tietoa kerättiin valukaluston vaiheista hyödyntäen aiempia dokumentteja Salpalinja-museolta sekä kirjallisuudesta liittyen pallokorsujen historiaan Suomessa. Kananen (2015, 158) painottaa laadullisen tutkimuksen dokumenttien käytön tarkoitusta: *Osa kirjallisista dokumenteista, kuten toimintaohjeet, organisaatiokaaviot ja toimenkuvat, liittyy myös tutkimushetkeen ja nykytilanteeseen. Se, mitä tutkija etsii ja hyödyntää dokumenteista, riippuu tutkimuskohteesta ja ongelmasta.* Havainnoin-

tiin liittyi myös kohteen tarkastelu ja tutkiminen paikan päällä. Valukaluston lähivuosia käsitteleviä dokumentteja sekä vanhoja mittapiirustuksia ja tarvikeluetteloita verrattiin nykytilaan.

3 PALLOKORSUT

3.1 Pallokorsujen alkuperä

Pallokorsujen valamisessa käytettävän imubetonitekniikan kehittäjänä voidaan pitää ruotsalaissyntyistä amerikkalaista Karl Pauli Billneriä. Billner perusti 1900-luvun alussa yrityksen Philadelphiaan, joka erikoistui valutekniikoiden kehittämiseen. Yritys alkoi kehittää imubetonitekniikkaa, jonka avulla tehtiin koetarkoituksessa kaarevia ja pallon muotoisia väestönsuojia sekä bunkkereita. (Smithsonian National Museum of American History s.a.; Kahn 2014, 17.)



Concrete pillbox, made of quick-drying concrete, was constructed for Army demonstration by its inventor, Karl Billner of Philadelphia, took only five hours to build.

Kuva 3. Billner esittelemässä tekniikkaansa Yhdysvaltain asevoimille (Life magazine 1941)

Billner esitteli keksintöjään sotilaskäyttöön Yhdysvaltojen asevoimille vuonna 1941 (kuva 3). Yhdysvalloissa alettiinkin käyttää näitä Billnerin suunnittelemaa

suojahuoneita väestönsuojina. Billner on oletettavasti käynyt myös Neuvostoliitossa esittelemässä imubetonimenetelmäänsä, sillä kyseisestä aiheesta löytyy useampia uutislähteitä vuodelta 1952 (World in brief 1952). Billner haki myös patenttia kyseiselle menetelmälleen Saksasta vuonna 1935 ja se myönnettiin hänelle 7.12.1935 Berliinissä. (Third Supplemental National Defense Appropriation Bill for 1941 1940; Arimo 1981, 409; Billner 1938.)

Ensimmäistä tietoa Suomeen imubetonimenetelmällä tehtävistä pallokorsuista tuli talvisodan jälkeen, kun insinööri A. Junttila antoi lausunnon 22.4.1940. Lausunnossa hän kertoi seuranneensa imubetonimenetelmän käyttöä ja kehitystä parin vuoden ajan ammattikirjallisuuden avulla ja todennut menetelmän tulleen käyttöön yhä useammalla eri alalla. Hän myös kehui, että laadullisesti työn tulos on erinomaista ja toivoi, että käyttökelpoisuus betonikorsutoissa voitaisiin tutkia suorittamalla käytännön kokeita. Tiedon kyseisestä tekniikasta Suomen armeijalle välitti kuitenkin Amerikassa oleskeleva entinen merivoimien luutnantti H. Ramo.

Pallokorsujen rakentamista varten Pääesikunnan pioneeriosasto tilasi sarjan valamiseen tarvittavia muotteja vuonna 1940. Lähetys Amerikasta kuitenkin katosi matkalla ja se löydettiin vasta keväällä 1942 Petsamon Liinahamarin satamasta puutteellisena. Valukalustosta oli kadonnut matkalla kaikki ulkomuotit sekä niiden piirustukset, ainoastaan kaluston sisämuotteina toimineet 10 kumipalloa olivat jääneet jäljelle. (Arimo 1981, 249, 409; Ramo 1940.)

3.2 Käyttö jatkosodassa

Linnoitusosasto alkoi kokeilla pallokorsujen tekemistä H. Ramon kuvauksen pohjalta kevättalvella 1942. Ramon ohjeen ja hänen ottamansa kaitafilmin pohjalta pallokorsua ja sen valumenetelmää alettiin kehittää. Ahijärvellä Karjalan kannaksella suoritettiin varsinaiset valukokeilut. Marraskuussa 1942 useiden yritysten jälkeen valut saatiin onnistumaan ja 3.1.1943 päästiin kokeilemaan kolmen pallokorsun kestävyyttä, suorittamalla niihin koeammunnat. Eroavaisuuksia näillä kolmella valetulla pallokorsulla oli: ensimmäisessä ei ollut raudoituksia ollenkaan. Toisessa oli yksi rauditusverkko ja lisäksi tiheäsilmäinen verkko negatiivisen kraaterin estämiseksi. Kolmannessa oli 3 rauditusverkkoa ja yksi tiheäsilmäinen verkko. Koeammunnoissa ensimmäisestä

pallokorsusta lohkesi suuret palat, toinen kesti jo huomattavasti paremmin ja kolmannen kestävyys oli erinomainen. (Arimo 1981, 409.)

Kehittämistyötä jatkettiin Aunuksen Sammatuksessa, jossa valettiin ensimmäisenä sarjana 10 pallokorsua. Näistä kymmenestä pallokorsusta kolmelle tehtiin koeammunnat ja niiden todettiin kestävän sellaisenaan 122 mm:n haupitsin ammuksia ja kiveyksellä vahvistettuna 150–155 mm:n haupitsin ammuksia. Kun kehitystyö saatiin valmiiksi, alettiin kouluttaa kyseiseen menetelmään erikoistuneita rakennusmestareita. Sisämuotteina käytettäviä kumipalloja valmistettiin kotimaassa Savion kumitehtaalla. Koneistoja oli loppujen lopuksi 4 kpl, joista 3 oli toiminnassa Karjalan kannaksella ja 1 Aunuksessa. Ennen suurhyökkäystä kalustoilla ehdittiin valaa yli 600 pallokorsua Aunuksen ja Karjalan kannaksen alueelle. (Arimo 1981, 410–412.)

3.3 Pallokorsut Salpalinjalla

Kaikki valukalustot saatiin evakuoitua Karjalan kannaksen suurhyökkäyksen alta, vaikka osa vaurioituikin pahoin. Kalustot saatiin kuitenkin korjattua ja niillä ehdittiin valaa loppukesän ja syksyn 1944 aikana yhteensä yli 250 pallokorsua Salpalinjalle. Suurimmat pallokorsukeskittymät rakennettiin Virolahden oikaisuasemalle eli niin sanotulle Vaalimaanlinjalle. Pallokorsuja rakennettiin myös muun muassa Lappeenrantaan, Miehikkälään ja Lemille. (Arimo 1981, 411; Länsivaara & Tolmunen 1994, 49; Lagersted 2012.)

4 VALUKALUSTON KÄYTTÖ

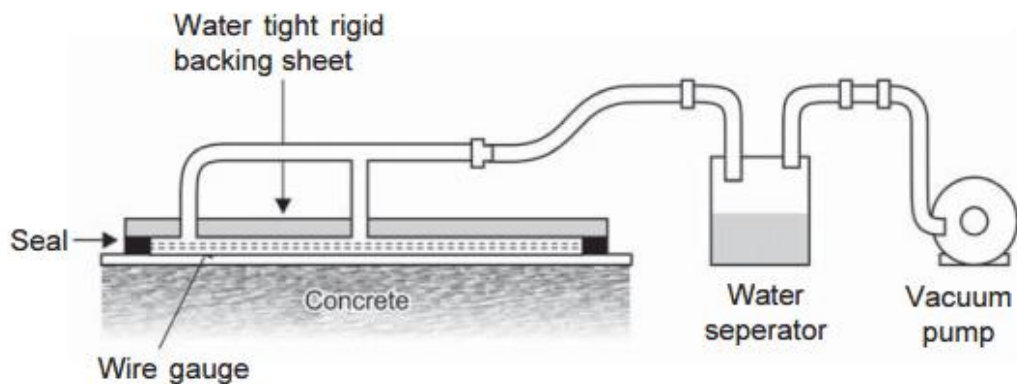
Valukalustolla käytettävää betonivalun menetelmää, kutsutaan imubetoniksi (vacuum concrete). Ennen valukaluston käytön selostusta käydään lyhyesti läpi imubetonin toimintaperiaate.

Nykypäivän imubetonitekniikat pohjautuvat suurimmilta osin Billnerin menetelmään. Imubetonin toiminnan pääperiaate on veden poistaminen valun kuivumisen aikana. Tämä toteutetaan luomalla tyhjiö työstettävän betonivalun pintaan. Tyhjiön eli alipaineen luoma imu puristaa sementin kasaan ja vesi poistuu hydrostaattisen paineen avulla valusta. (Akroyd 1962, 316.)

4.1 Valumenetelmä

Valumenetelmässä käytettävään kalustoon kuuluu yleisesti päällyslevy tai muotti (backing sheet), imukoneisto (vacuum pump), veden erottaja (water separator), imuverkko (wire gauge) tai filterityyny sekä tarvittaessa niin sanottu tärylevy eli maatasoitin.

Valun päälle asetetaan ulkomuotti, jossa on kiinni valupintaan suunnattu imuverkko. Vesi imetään imukanavasta letkun kautta vesierottajan säiliöön käyttäen pumpun alipainetta (kuva 4). (Mishra s.a.)



Kuva 4. Imubetonitekniikka havainnollistettuna (Mishra s.a.)

Imubetonivalulla on perinteiseen menetelmään verrattuna useita hyötyjä työstön ja myös lopputuloksen kannalta. Yleisesti betoni vaatii valun aikana kemiallisen reaktion kannalta vähimmäismääräisen vesi/sementti -suhteen 0.20 eli 0.20 kg vettä yhteen kiloon sementtiä. Tosin suurempaa vesisuhdetta käytetään melkein aina valun työstämisen avuksi, joka taas lisää valun kuivumisaikaa. Suuri vesimäärä jää liian pitkäksi aikaa valun sisälle ja lisää kuivumisen aikana huokosten määrää betonivalussa. Tämä heikentää valmista valua ja sen takia valuseoksessa pyritään aina mahdollisimman pieneen vesi/sementti -suhteeseen, jotta rakenteesta tulisi luja. (Mishra s.a.; Wenander 1975.)

Imubetonimenetelmässä voidaan siis yhdistää työstön sujuvuus sekä valun lujuus. Työstövaiheessa seoksessa oleva vesimäärä voi olla suurempi ja heti kun valu laitetaan muottiin, voidaan vesi imeä menetelmää käyttäen pois valusta. Näin haluttu lujuus säilyy, kuten käytettäisiin alempaa vesi/sementti -suhdetta. Tämä nopeuttaa huomattavasti kuivumisaikaa ja vähentää lopulliseen valujälkeen jäävää huokosten määrää. Haittapuolena on, että imun valu

mahdollisesti kutistuu, joka hankaloittaa tietynlaisten rakenteiden valamista. Valu voidaan kuitenkin toteuttaa luotettavasti siihen valmistetuilla täsmällisillä muoteilla. (Akroyd 1962, 316.)

4.2 Pallokorsun valukaluston käyttö

Tässä osiossa käsitellään työn aiheena olevan pallokaluston valussa käytettyä valumenetelmää ja ohjeistusta. Niiden avulla laadittiin valuprosessista työnkuvaus, joka on työn aiheen kannalta tärkeää, sillä restauroitava kohde on ollut niin sanotusti käyttöesine. Silloin tulee ymmärtää sen toimintatarkoitusta (Rivers & Umney 2003, 375). Koneisto on linnoitusosaston sodan aikana muuntelema ja puuttuvilta osin rakentama. Käyttömenetelmän kuvaus ei välttämättä vastaa kaluston alkuperäistä työohjeistusta, sillä Billnerin käyttämää työohjeistusta ei löytynyt.

Billner oli tarkoittanut korsut armeijakäytössä mahdollisesti konekivääripesäkkeiksi (pillbox), joten pallokorsuissa saattoi olla muunnelmia, kuten ampumaukkoja. Linnoitusosasto päätti kokeilujen jälkeen tehdä suurimmasta osasta majoituskorsuja, sillä niitä oli kiire saada rakennettua massatuotantona. Näin ollen erilaisten rakenteiden muutosten lisäämisestä luovuttiin. (Third Supplemental National Defense Appropriation Bill for 1941 1940.; Oinonen & Tolmunen 2005, 48.)

Kaluston käyttöä kuvataan ohjeiden perusteella, jotka on koottu kirjasta *Salpaasema Sodan Monumentti* ja linnoitusosaston dokumentista *Imubetonikupujen työselitys*.

Valukalusto tuotiin työmaalle usein käyttäen traktorivetoisia telaketjullisia vaujuja (kuva 5), joihin moniosainen kalusto saatiin mahtumaan. Yhtä korsua kohti soraa tarvittiin yleensä 20–25 m³ ja sepeliä 8–10 m³.



Kuva 5. Valutyömaa Sammatuksessa (SA-kuva s.a.)

Korsun valaminen aloitettiin kaivamalla muotille kuoppa. Kuopan syvyys riippui siitä, kuinka syvälle korsu haluttiin upottaa sijainnin kannalta tulevia maatöitä ja peittämistä varten. Kuoppa kaivettiin ulkomuotin reunan sädettä noin 50–60 cm reunoilta leveämmäksi, sillä väliin haluttiin jättää työskentelytilaa. Alueen ollessa pohjavesialuetta tehtiin jo tässä vaiheessa kuopan viereen tilapäinen viemäri, johon vesi korsukuopasta johdettiin pois pumppausta varten. Viemärikuoppa tehtiin, jotta varsinaiseen korsukuoppaan kertyvä vesi ei nostaisi pallomuottia liian ylös valun aikana.

Seuraavaksi korsukuoppaan asetettiin sisäpallomuottia varten kori, joka oli yleensä koottavissa neljästä segmentistä. Kori oli usein valmistettu puusta, mutta toisinaan metallisiakin segmenttejä käytettiin. Ympärillä oleva irtonainen maa-aines laudoitettiin korin reunoilta, jottei se häiritsisi töitä. Kuoppaan asetettiin paikalleen myös ovimuotti, joka oli puusta tehty laatikko. Laatikon suorakulmion muoto jätti valuun tarvittavan oviaukon.

Tämän jälkeen oli huomioitavaa poistaa kaikki terävät esineet kuopasta ja sen lähetyviltä. Pallo asetettiin seuraavana kuoppaan, sen täyttöventtiili suunnattuna ovimuottilevyyn. Ulkomuotissa oli ovimuottilevyn kohdalla pallon paineilemelle tarkoitettu aukko. Palloa täytettiin ensin vähän ja sen jälkeen sen

päälle asetettiin suojakangas, jottei se olisi suorassa kosketuksessa betoniin. Painetta nostettiin, kunnes pallo täyttyi ja se ylsi korin reunoille täydessä halkaisijassaan. Pallon painetta tarkkailtiin, sillä sen ilmoitettu kestävyys oli 0.30 ilmakehää ylipainetta ja riski pallon puhkeamiselle oli suuri, etenkin kesähelteillä tai kylmempinä vuodenaikoina.

Ennen raudoitusta asetettiin vielä toinen puulaatikkomuotti, joka oli kamiinasyvennystä varten. Raudoitus aloitettiin laittamalla sisempi verkko (kuva 6), joka oli jaettu kahteen ennalta niputettuun lamelliin, sekä päälle tulevaan kuvun muotoiseen lamellipalaan. Ulompi raudoitus koostui neljästä sivulamellista ja huipulle tulevasta lamellista. Tässä vaiheessa raudoitukseen sidottiin myös putket, poistoilmakanavalle, savutorvelle, raitisilmakanavalle ja kaapeleille.



Kuva 6. Pallokorsun raudoitustyö meneillään (SA-kuva 1944)

Raudoituksen jälkeen aloitettiin ulkomuottien pystytys. Ulkomuotin muottilevyihin kiinnitettiin suodatinkankaat, joita kutsuttiin piirustuksissa jokamiehen lakanankaiksi. Muotit pystytettiin yksitellen aloittaen oviaukkomuotin kohdalta. Tässä vaiheessa johdettiin pallon paineilmaletku ovimuottilevyn läpi pumpulle. Muottilevyjen väliin sovitettiin kumitiivisteet ja ylemmille pulttiaukoille kiinnitettiin tarpeen mukaan telineen kannatinraudat. Näille raudoille asetettiin myöhemmin puulankut, joiden päällä voitiin työskennellä valun kaadon aikana.

Muottilevyjen ylimmät ja alimmat kiinnityskohdat liitettiin toisiinsa kiinnityspulteilla ja keskiväliltä kiinnitystapeilla. Kokoamisen jälkeen tarkastettiin muotin asettelu. Muotin tuli olla suorassa ja korkeuseron sisämuottipalloon 40–45 cm ylempänä. Sijoittelu tuli olla myös muottipalloon nähden 5 cm epäkeskeisesti. Tätä käytäntöä sovellettiin, jotta vihollisen tulosuuntaan kohdistettu seinämä tulisi paksummaksi ja omaan linjaan päin oleva oviaukon seinämä ohuemmaksi. Kohdistus tehtiin käyttämällä apuna valukartion kaulusta. Ulkomuotin tiiveys varmistettiin kasaamalla sementtilaastia tai savea ulkomuotin alareunan ja maan väliin. Kootun muotin yläpuolella olevalle aukolle asetettiin valua varten valukartio ja valutorvi.

Ennen valun aloittamista sisämuottipallon painetta nostettiin 0.20 ilmakehään ylipainetta ja pallon suojakangas sekä ulkomuottien suodatinkankaat kasteltiin. Valu kaadettiin muottiin valutorvesta valukartion pinnalle, josta se valui muottiin tasaisesti (kuva 7). Kartiota siirreltiin kaadon aikana, jotta betoni levityisi tasaisesti. Pohjakerroksille käytettiin välillä myös sauvatärytintä, jotta alimmat kerrokset saatiin tiiviiksi. Valamisen aikana tarkkailtiin betonin notkeutta, jonka sopivaksi notkeusasteeksi oli todettu 1,5 VB°. Valun jälkeen ulkomuotin laelle asetettiin kumikalotin suodatinkangas ja imuverkko sekä päälle kumikalotti.



Kuva 7. Valukartion käyttöä (SA-kuva 1944)

Imukalusto koottiin paikoilleen vasta valun jälkeen. Imuletkusto kytkettiin pääimuletkusta jokaiseen 12 ulkomuottilevyyn sekä muotin laella olevaan kumikalottiin. Imu aloitettiin heti kytkemisen jälkeen ja sitä pidettiin yllä noin 1½–2 tuntia. Imukoneisto imi betonissa olevan veden sille varattuun vesisäiliöön, jonka tuli olla tilavuudeltaan 4000 l. Imun aikana mahdollisia vuotokohtia tiivistettiin savella tai hienolla sementillä. Imun päätyttyä irrotettiin muoteista ensiksi imuletkusto ja ulkomuotin päällä oleva kumikalotti. Tämän jälkeen sisämuottipallosta laskettiin paine ja aloitettiin ulkomuottien poistaminen. Ulkomuottilevyt löysättiin tasaisesti ja poistettiin ne kaatamalla pystyssä ulospäin korsusta, koska tässä vaiheessa tuli välttää muotin liikettä. Tyhjän pallon ja suojakankaiden annettiin irrota omalla painollaan betonista. Tämän jälkeen ne vedettiin ulos ja kaikki kankaat ja muottilevyt sekä kumikalotti pestiin. Valun alaosassa ollut kori ja ovi- sekä kamiinamuotit poistettiin varovasti noin 6–12 tunnin kuluttua valusta. Tänä aikana aloitettiin muottikaluston asentaminen jo seuraavaan korsukuoppaan.

Jälkitöinä pallokorsuun tehtiin vielä sisätilan pohjan tukibetonivalu, salaojitus ja maatayte, jolla korsu peitettiin ja naamioitiin. Majoitusta varten rakennettiin sisälle puusta makuulaveri ja oviaukkoon tehtiin puinen ovi. Muita jälkitöitä tehtiin erityisohjeistuksesta riippuen.

5 DOKUMENTOINTI

Koko pallokorsun valukaluston yleiskuvien ottaminen suoritettiin paikan päällä Miehikkälässä Salpalinja-museolla. Kuvat otettiin Canon EOS 550D-järjestelmäkameralla. Ulkomuotin ovikappaleesta ja imukoneiston letkuista otettiin koululla samalla järjestelmäkameralla tarkemmat dokumentointikuvat. Valmiit mittapiirustukset olivat olemassa vain muottiosista. Näistä kaluston osista piirustuksiin täsmäsivät valukartiot, valukartion kaulus ja pallon korin segmentit. Uudet mittapiirustukset piirrettiin imukoneistosta. Mittapiirustukset piirrettiin käyttämällä AutoCAD-ohjelmaa. Tarkempi vauriokartoitus koski restaurointisuunnitelmaan rajattua ulkomuottia ja imukoneistoa, joista piirrettiin vauriokartoituskuvat mittapiirustusten pohjalta.

5.1 Kohteen kuvaus

Kohde on pallokorsun valukalusto, johon kuuluu 12 rautalevystä tehtyä ulkomuottikappaletta, teräksinen imukoneisto sekä kumiosia, joita ovat letkut, muottilevyjen tiivisteet ja sisämuottipallo. Valukalusto on suurilta osin linnoitusosaston valmistama. Kaluston metalliosat on maalattu vähintään kahdella kerroksella maalia, joista toinen käsittää pohjamaalin ja toinen varsinaisen maali-kerroksen. Päävärikerros ulkomuotissa, valukartioissa, sisämuottipallon korissa ja imukoneistossa on harmaa. Imukoneistossa on kuitenkin alla useampi maalikerros. Koneisto on ollut ulkona vuosia ilman katetta, joten kosteus ja ilman lämmönvaihtelut ovat kuluttaneet maalikerrosta, sekä aiheuttaneet ruostumista. Ulkomuotti on ollut osittain sammaleen peitossa ja tämä näkyy maali-kerrokseen kerääntyneen kasvuston määrässä, sekä puuttuvassa maalissa, joka on repeytynyt sammaleen irrottamisen seurauksena. Eniten kaluston osista on kärsinyt imukoneisto, jonka maalipinta on säiliöiden osalta kulunut huomattavasti ja koko koneisto on päässyt ruostumaan pahoin. Kaluston ol-

lessa moniosainen käytetään sen kuvaamisen selkeyttämiseksi taulukon 1 jakoa työhön liittyvien materiaalien perusteella. Kaluston osien mitat, tarkemmat tiedot sekä kuvat osista löytyvät taulukossa kerrotuissa liitteissä.

Nimike	Materiaalit	Kappalemäärä	Liite nro.
Ulkomuottilevy	Rautalevy	11	1/1
Ulkomuotin ovikappale	Rautalevy	1	1/1
Valukartio	Rautalevy	1	1/2
Valukartion kaulus	Rautalevy	1	1/2
Imukoneisto	Teräs	1	1/3
Imuverkko	Galvanoitu rauta	1	1/4
Sisäpallomuotin korin segmentti	Teräs	4	1/5
Musta letku 1½ ”	Kumi	2	1/6
Musta letku 1¼ ”	Kumi	4	1/6
Oranssi letku 1¾ ”	Kumi	3	1/6
Kumitiivisteet	Kumi	20	1/7
Sisämuottipallo	Kumi	1	1/8
Sisämuottipallon suojakangas	Pressukangas	1	1/9

Taulukko 1. Osaluettelo (Kiiski 2020)

Muottikaluston kokoonpanosta puuttuu alkuperäisten Puolustusvoimien linnoitustoimiston piirustusten perusteella ainakin seuraavat osat:

- 12 suodatinkangasta
- 12 telineen kannatinrautaa
- 12 imuaukon tulppaa
- kumikalotti
- alkuperäiset kiinnityspultit
- alkuperäiset kiinnitystapit
- päävesiletku

Ulkomuotti

Valukaluston suurin osa on rautalevystä tehty kupolin mallinen ulkomuotti. Ulkomuotti koostuu yhdestätoista kokonaisesta muottilevystä (liite 1/1), jotka ovat kiinni toisissaan pulteilla.



Kuva 8. Ulkomuotti museolla (Mäkinen 2020)

Yksi ulkomuotin muottilevyistä (liite 1/1) on kaksiosainen, jotta sen alaosa voidaan irrottaa ovimuotin käyttöä varten. Muottilevyissä on sivuilla ja alareunoissa nostokahvat. Yhdessätoista muottilevyssä on imuaukko muottilevyn alareunassa (kuva 8), mutta kaksiosaisessa ovimuottilevyssä se sijaitsee muottilevyn yläosan alareunassa. Jokaisessa imuaukossa on liitin letkua varten. Muottilevyjen sisäpuolella on tiheäsilmäinen imuverkko, pois lukien ovimuotin irrotettava alaosa.

Valukartio

Kalustossa on mukana valukartio (liite 1/2) ja valukartion kaulus (liite 1/2), jotka on tehty rautalevystä ja ne on maalattu harmaalla maalilla (kuva 9).



Kuva 9. Valukartio ja valukartion kaulus (Mäkinen 2020)

Valukartiassa on kiinni neljä kahvaa ketjuripustusta varten. Valukartion kaulus on lieriön muotoinen. Valukartion kauluksessa on 6 ripustinkahvaa sekä 4 ripustuskoukkuja. Valukartion ja valukartion kauluksen mitat täsmäsivät vanhoihin mittapiirustuksiin.

Imukoneisto

Imukoneisto (liite 1/3) koostuu kahdesta painesäiliöstä, putkista, putkien kiinnikekohdista, päävesiletkun aukosta, painemittareista, venttiilisarjasta ja poistoventtiileistä.



Kuva 10. Imukoneisto (Kiiski 2020)

Koneisto on tuettuna suorakulmaisen rautakehikon päällä (kuva 10). Rautakehikon alla on betonilaatat, joilla on pyritty nostamaan koneisto ylös maasta.

Imuverkko

Imuverkko (liite 1/4) on ulkomuotin laelle kumikalotin alle asetettava, kupolin muotoinen galvanoitu rautaverkko (kuva 11).



Kuva 11. Imuverkko (Mäkinen 2020)

Imuverkossa on paikoittain punaisen maalin jäänteitä.

Sisämuottipallon kori

Sisämuottipallon kori (liite 1/5) on ulkomuotin sisällä säilytyksessä oleva neljäosainen teräs rakenne (kuva 12).



Kuva 12. Sisämuottipallon kori (Kiiski 2020)

Sisämuottipallon korin osissa on havaittavissa samaa punaista pohjamaalia kuin imukoneistossa ja ulkomuottilevyissä.

Letkut ja kumitiivisteet

Kalustossa on mukana 9 kpl letkusarjoja, jotka kuuluvat imukoneiston kanssa käytettävään letkustoon.



Kuva 13. Letkut (Kiiski & Mäkinen 2020)

Yhdeksästä letkusarjasta kaksi on halkaisijaltaan pienempää mustaa letkua (liite 1/6) ja neljä halkaisijaltaan isompaa mustaa letkua (liite 1/6). Oransseja letkuja (liite 1/6) on kolme kappaletta (kuva 13). Jokainen sarja muodostuu kolmesta eripituisesta letkusta, jotka ovat yhdistetty T-liittimellä. Piirustusten mukaan letkustoon pitäisi kuulua 6 kpl letkusarjoja. Kalustossa on mukana ylimääräisenä 1 kpl lyhyttä sarjaa (musta), keskikokoisia 1 kpl (oranssi) ja pitkiä 1 kpl (oranssi). Kohteessa on säilytyksessä siis todennäköisesti kahden eri kaluston sekaisin menneitä letkuja. Oransseista letkuista löytyy valmistajan leima, joka viittaisi letkujen olevan amerikkalaisen Goodrich Co. valmistamia.

Kalustossa on mukana ulkomuotin muottilevyjen kiinnityksien välissä 12 kpl mustia kumitiivisteitä (liite 1/7).



Kuva 14. Kumitiiviste (Kiiski 2020)

Lisäksi ulkomuotin sisällä on säilytyksessä 8 kpl varatiivisteitä (kuva 14) (liite 1/7).

Sisämuottipallo

Muotin sisälle laitettava kuminen pallomuotti (liite 1/8).



Kuva 15. Sisämuottipallo (Mäkinen 2020)

Pallomuotti on mahdollisesti osa alkuperäistä Amerikasta lähetettyä valukalustosta tai se voi olla Savion Kumitehdas Oy:n valmistama. Pallossa on yksi paineilmaventtiili (kuva 15).

Sisäpallonmuotin suojakangas

Sisäpallonmuotin suojakangas (liite 1/9) on pallon päälle tuleva pressukangas, jolla estetään betonin tarttumista pallon pintaan valun aikana.



Kuva 16. Sisämuottipallon suojakangas (Mäkinen 2020)

Suojakangasta ei avattu tarkastelua varten, koska sitä ei saatu museolla hallittuihin olosuhteisiin ja se oli rajattu pois työn restaurointisuunnitelma osiosta (kuva 16).

5.2 Vauriokartoitus

Vauriokartoitukseen käytettiin osittain apuna alkuperäisiä mittapiirustuksia, jotka saatiin Salpalinja-museon museontutkija Armi Oinoselta. Vauriokartoitukset on jaettu tarkempiin vauriokartoituksiin sekä yleiskattaviin vauriokartoituksiin. Yleiskattava vauriokartoitus tehtiin kaikille muille osille paitsi imukoneistolle ja ulkomuotin segmenteille, joille laadittiin tarkemmat vauriokartoitukset. Yleiskattavien vauriokartoitusten kuvat löytyvät kunkin osan kohdalta liitteistä. Valukalusto on ollut ulkona vesisateelle, ilmansaasteille, sulavesille ja läheisten puitten pudottamille neulasille ja lehdille alttiina museon pihassa vuodesta 1991 asti. Kalusto on maalattu vuonna 1992, mutta vuosikymmenien aikana se on pahoin vaurioitunut ulkosäilytyksessä ilman suojaa.

5.2.1 Tarkemmat vauriokartoitukset

Ulkomuotti

Ulkomuotin jokaisen muottilevyn maalipinnat ovat kärsineet joitain vaurioita. Jokaisesta muottilevystä löytyy irronneita maalikohtia, ruostevaurioita, sammalkasvustoa, irtolikkaa ja valumajälkiä. Koska ulkomuotti koostuu 12 muottilevystä, on näiden vauriot käyty läpi taulukon 2 avulla. Ulkomuottilevyjen vauriokartoitukset ovat havainnollistettuna taulukossa viitatulla numerolla liitteessä 3.

Ulkomuottilevyn numero	Maalipinta ja ruoste vauriot	Muita huomioita
1	Ulkomuottilevyn maalipinta on osittain irronnut kauttaaltaan. Maalipinnassa on havaittavissa sammalkasvustoa, valumajälkiä ja irtolikkaa. Irronneiden maalikohtien alta paljastunut teräs on ruostunut.	Ulkomuottilevyn alareuna on lommoilla.
2	Ulkomuottilevyn maalipinta on osittain irronnut yläreunasta ja keskeltä. Maalipinnassa on havaittavissa sammalkasvustoa, valumajälkiä ja irtolikkaa. Irronneiden maalikohtien alta paljastunut teräs on ruostunut.	Ulkomuottilevyn oikea yläkahva puuttuu, vasen alakahva on vääntynyt.
3	Ulkomuottilevyn maalipinta on hyvin vähän irronnut, yläreunan maalipinnassa on havaittavissa paljon sammalkasvustoa. Maalipinnassa on irtolikkaa ja isoja valumajälkiä oikeassa ja vasemmassa reunassa. Irronneiden maalikohtien alta paljastunut teräs on ruostunut.	Ulkomuottilevyn alakahvat ovat osittain hautautuneet lehtien ja havunneulasten alle. Alareunassa oleva imuaukko on lommolla.
4	Ulkomuottilevyn maalipinnasta on irronnut pieniä paloja kauttaaltaan. Yläreunassa on runsaammin sammalkasvustoa. Irronneiden maalikohtien alta paljastunut teräs on ruostunut ja aiheuttanut ruosteen värjäämiä valumajälkiä maalipintaan. Maalipinnassa on huomattava määrä irtolikkaa.	Ulkomuottilevyn alakahvat ovat osittain hautautuneet lehtien ja havunneulasten alle. Alareunassa oleva imuaukko on lommolla.
5	Ulkomuottilevyn maalipinnasta on irronnut maalia pahasti yläreunasta ja keskeltä. Maalipinnassa on paikoittain sammalkasvustoa ja irtolikkaa. Irronneiden	Ulkomuottilevyn alakahvat ovat osittain hautautuneet lehtien ja havunneulasten alle.

	maalikohtien alta paljastunut teräs on ruostunut ja aiheuttanut ruosteen värjäämiä valumajälkiä maalipintaan.	
6	Ulkomuottilevyn maalipinnasta on irronnut maalia pieninä paloina kauttaaltaan. Irronneiden maalikohtien alta paljastuneessa teräksessä on ruostevaurioita, joita on eniten yläreunassa. Maalipinnassa on ruosteen värjäämiä valumajälkiä, irtolikkaa ja sammalkasvustoa paikoittain.	Ulkomuottilevyn alakahvat ovat osittain hautautuneet lehtien ja havunneulasten alle. Muottilevyn keskellä on iso naarmu.
7	Ulkomuottilevyn maalipinnassa on hyvin vähän irronnutta maalia. Irronneiden maalikohtien alta paljastuneessa teräksessä on ruostevaurioita lähinnä muottilevyn yläreunassa, sammalkasvustoa on etenkin muottilevyn maalipinnan vasemmassa reunassa. Maalipinnassa on kauttaaltaan irtolikkaa ja valumajälkiä.	Ulkomuottilevyn alakahvat ovat osittain hautautuneet lehtien ja havunneulasten alle. Vasemmasta yläreunasta puuttuu kiinnityspultti.
8	Ulkomuottilevyn maalipinta on muilta osin hyvässä kunnossa, lukuun ottamatta runsasta sammalkasvustoa ja valumajälkiä.	Ulkomuottilevyn alakahvat ovat osittain hautautuneet lehtien ja havunneulasten alle. Alareunassa oleva imuaukko on lommolla. Oikeasta yläreunasta puuttuu kiinnityspultti.
9	Ulkomuottilevyn maalipinta on irronnut osittain koko muottilevystä, pahiten yläreunasta. Jäljellä olevassa maalipinnassa on runsasta sammalkasvustoa, irtolikkaa ja valumajälkiä. Irronneiden maalikohtien alta paljastuneessa teräksessä on ruostevaurioita.	Ulkomuottilevyn alakahvat osittain hautautuneet lehtien ja havunneulasten alle.
10	Ulkomuottilevyn maalipinta on irronnut pahasti koko muottilevystä, tämän seurauksena on aiheutunut laajoja ruostevaurioita. Jäljellä olevassa maalipinnassa on sammalkasvustoa ja irtolikkaa.	Ulkomuottilevyn vasen alakahva on irronnut.
11	Ulkomuottilevyn maalipinnasta on irronnut maalia paikoittain, tämän seurauksena on aiheutunut ruostevaurioita. Maalipinnassa on sammalkasvustoa hyvin vähän, mutta runsaasti irtolikkaa.	Ulkomuottilevyn vasen alakahva on vääntynyt alaspäin.
12	Ulkomuottilevyn maalipinnasta on irronnut kauttaaltaan hyvin pieniä palasia, tämän seurauksena on aiheutunut ruostevaurioita. Maalipinnassa on sammalkasvustoa lähinnä yläreunassa ja valumajälkiä sekä irtolikkaa kauttaaltaan.	Ulkomuottilevyn vasemman alakahvan vasen hitsaus on pettämässä.

Taulukko 2. Ulkomuottilevyjen vauriokartoitus (Mäkinen 2020)

Ulkomuottilevyjen sisäpinnalla olevat rautaverkkoja kiinni pitävät kehikot ovat säilyneet hyvin, mutta rautaverkot ovat kauttaaltaan ruostuneet. Rautaverkkojen alla olevassa muottilevyn sisäpinnassa on huomattavasti ruostevaurioita ja betonijäämiä.

Imukoneisto

Imukoneiston molemmista säiliöistä on maali lähtenyt irtoamaan isoina paloina. Jäljellä oleva maalipinta on pahoin halkeillut ja monesta kohdasta jäljellä oleva maali on lähes irti. Maalipinnan alta paljastunut teräspinta on lähtenyt ruostumaan. Säiliöiden laajimpia pintaruostevaurioita on havaittavissa vasemman säiliön takaosassa ja ulkosivulla sekä molempien säiliöiden kansissa. Jäljellä olevassa maalipinnassa on jonkin verran sammalkasvustoa ja veden aiheuttamia valumajälkiä, joita ruoste on värjännyt ruskeiksi. Imukoneiston putkien maalipinta on irronnut kokonaan ja teräs on ollut alttiina vesisateelle ja ilmansaasteille. Tämän vuoksi ne ovat pahoin pintaruostuneet. Säiliöiden alla olevan teräskehikon maalipinta on irronnut lähes kokonaan ja teräskehikko on pahasti pintaruostunut. Letkujen venttiilisarja on myös pahasti pintaruostunut ilman maalipintaa ja venttiilit ovat tukkeutuneet. Imukoneistosta laadittiin vauriokartoituskuvat (liite 3).

5.2.2 Yleiskattavat vauriokartoitukset

Valukartio ja valukartion kaulus

Valukartion maalipinnasta on irronnut pieniä paloja irti ja siinä on naarmuja. Maalipintaan on kertynyt sammalkasvustoa koko maalipinnan alalta. Pieniä ruostevaurioita on havaittavissa paikoittain. Valukartion ripustinkahvoista on irronnut maalia irti ja näissä kohdissa on pintaruostevaurioita.

Valukartion kauluksen maalipinnasta on irronnut paloja irti ja nämä kohdat ovat kärsineet pintaruostevaurioita. Samoin kuin valukartiassa, on myös kauluksessa koko maalipinnan alalta sammalkasvustoa. Kauluksen alareuna, joka on ollut maata vasten, on pintaruosteessa ja irtolian peitossa. Kauluksen kahvojen osalta on samoja huomioita kuin valukartion ripustinkahvoissa.

Imuverkko

Imuverkko on paksun pintaruostekerroksen peitossa. Paikoittain on havaittavissa vielä punaisen pohjamaalin jäänteitä.

Letkut ja kumitiivisteet

Letkuja on säilytetty ulkotiloissa kupumuotin alla, jonka johdosta lämpötilavaihtelut ovat aiheuttaneet halkeilua paikoittain jokaiselle letkulle ja niiden pinta on haurastunut, etenkin oranssien letkujen pinta hilseilee. Paikoittain letkut ovat taittuneet ja murtuneet. Näissä kohdissa alimmaisena kerroksena oleva kangas on tullut näkyviin. Letkujen kiristimet, nipat ja T-liittimet ovat osittain pintaruostuneet ulkosäilytyksessä aiheutuneen kosteuden takia.

Sisämuottipallon kori

Sisämuottipallon korin yksi osa on säilytetty erillään ulkomuotin vieressä ja se on kärsinyt pahempia vaurioita. Sen maalipinnasta on irronnut pieniä paloja ja näissä kohdissa on pieniä pintaruostevaurioita. Lisäksi sen päällä on puista irronneita neulasia ja lehtiä. Maalipinnassa on myös sammalkasvustoa. Ulkomuotin sisällä säilytetyissä korin osissa on pieniä ruosteläikkiä ja hitsausaumamat ovat lähteneet hapettumaan. Segmenttien alareunan sisäpuolella on havaittavissa alkavaa puhkiruostumista. Maalipinta on lian peitossa.

Sisämuottipallo

Pallo on ollut säilytyksessä ulkotiloissa kupumuotin alla. Sisämuottipallon kankaan päällä oleva kumikerros on lähtenyt halkeilemaan ja paikoittain hilseillyt kokonaan irti. Pallo on revennyt useasta kohdasta ja täyttöventtiili on tukossa. Pallon alaosa, joka on ollut maata vasten ei päästy tarkastelemaan, koska palloa ei päästy siirtämään pois paikaltaan.

Sisämuottipallon suojakangas

Suojakankaassa on havaittavissa hometta ja likaa. Suojakankaan alaosa, joka on ollut maata vasten, on kulunut pahasti ja siinä on noin 50 mm reikä.

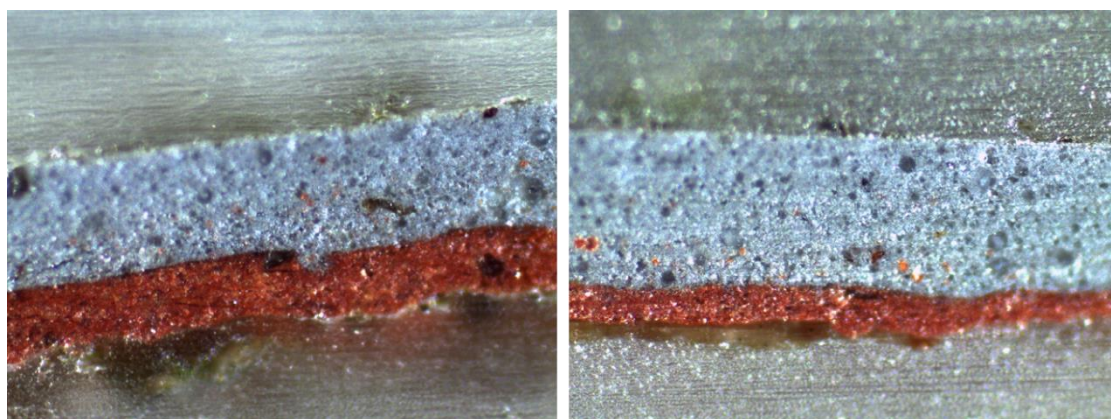
5.3 Materiaalitutkimukset

Materiaalitutkimuksia varten otettiin kohteen eri osista XRF-analyysijä ja maalinäytteitä poikkileikkausnäytteiden valmistamista ja tarkastelua varten.

5.3.1 Laboratoriotutkimukset

Pallokorsun valukaluston eri osista otetut maalinäytteet valmistettiin valamalla ne kaksikomponenttiseen Kevra EC 1150 epoksihartsiin, jonka kovetteena toimi Kevra W 1150 kovete. Epoksihartsivalujen kuivuttua hiottiin ne vesihiomatekniikalla niin, että niistä saatiin kirkkaat poikkileikkausnäytteet. Poikkileikkausnäytteitä analysoitiin mikroskopoimalla.

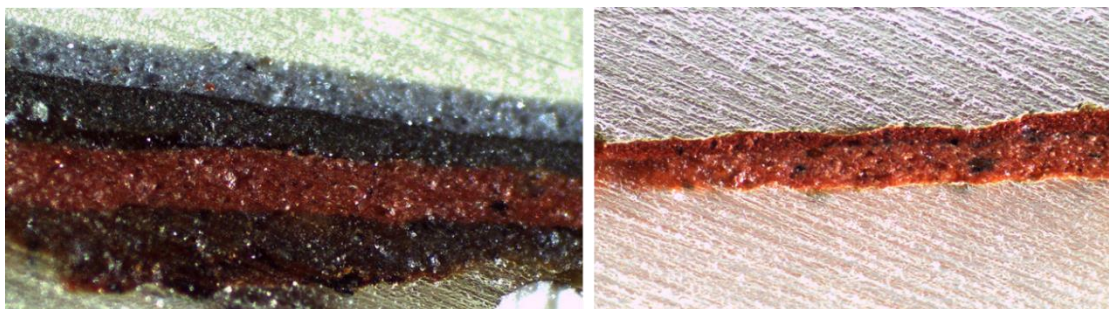
Ulkomuotin ovikappaleesta otettiin kaksi maalinäytettä etu- ja takapuolelta poikkileikkausnäytteitä varten.



Kuva 17. Ulkomuotin oviluukun etupuolelta (vas.) ja takapuolelta (oik.) maalista otetut poikkileikkausnäytteet (Kiiski & Mäkinen 2020)

Ulkomuotin oviluukun etu- ja takapuolelta otetuista maalinäytteistä selvisi niissä olevan kahta eri kerrosta maalia. Punainen ohut pohjamaalikerros ja harmaa paksumpi kerros päällimmäisenä (kuva 17).

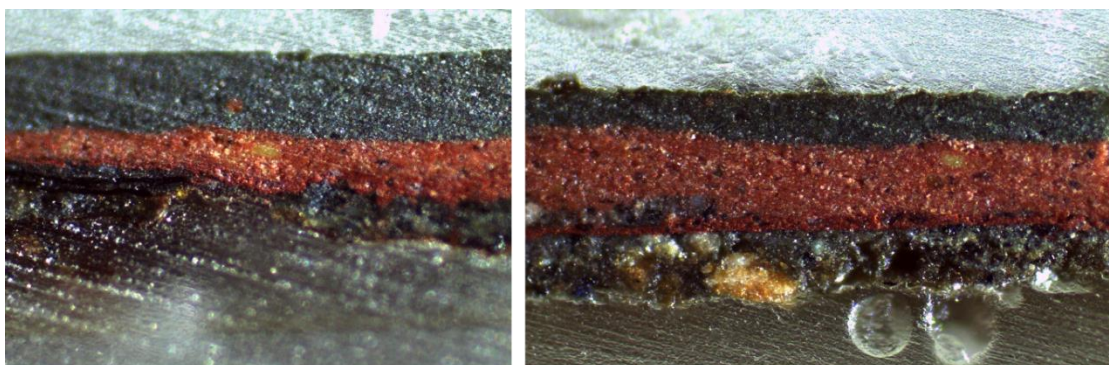
Imukoneiston säiliöistä otettiin neljä eri maalinäytettä. Näistä ensimmäinen on otettu vasemman säiliön harmaasta maalista. Toinen poikkileikkausnäyte otettiin punaisesta pohjamaalikerroksesta (kuva 18).



Kuva 18. Vasemmasta säiliöstä, harmaasta ja punaisesta maalista otetut poikkileikkausnäytteet (Kiiski & Mäkinen 2020)

Vasemman säiliön harmaan maalin poikkileikkausnäytteessä näkyy alimmaisena ruostekerrostuma ja kolme eri maalikerrosta, alimmaisena maalikerroksena näkyy punainen pohjamaali, keskimmäisenä vihreä maalikerros ja päällimmäisenä harmaa maalikerros.

Kolmas maalinäyte otettiin imukoneiston oikean säiliön alaosassa olevan poistoventtiilin vihreästä maalikerroksesta. Neljäs maalinäyte otettiin vihreällä pohjalla olevasta tekstilaatasta (kuva 19), joka on ollut uudelleen maalauksen yhteydessä todennäköisesti peitetty.



Kuva 19. Oikeasta säiliöstä otetut poikkileikkausnäytteet. Vasemmalla oikean säiliön alaosan poistoventtiilistä otettu maalinäyte ja oikealla vihreällä pohjalla olevan tekstilaatan maalinäyte (Kiiski & Mäkinen 2020)

Poistoventtiilistä otetussa poikkileikkausnäytteessä näkyy alimpana ruostekerrostuma ja sen päällä punainen pohjamaalikerros, päällimmäisenä maalikerroksena näkyy vihreä maalikerros. Vihreällä pohjalla olevasta tekstilaatan näytteestä näkyy myös alimmaisena ruostekerrostuma, sen päällä punainen pohjamaalikerros ja päällimmäisenä vihreä maalikerros.

Jokaisessa poikkileikkausnäytteessä ilmenevä punainen pohjamaali on alkuperäisin maalikerroksista. XRF-laitteella otetuissa maalinäytteissä ilmenevä lyijypitoisuus viittaisi punaisen maalikerroksen olevan mahdollisesti vanha lyijypohjainen korroosionestomaali, jota käytettiin metalliosien pohjamaalina.

5.3.2 XRF-analyysit

XRF on röntgenfluoresenssi, jolla tunnistetaan metallien ja maalien alkuainepitoisuuksia. Sen toiminta perustuu röntgensäteeseen, joka kohdistetaan tutkitavan esineen tiettyyn kohtaan, josta näyte halutaan. Säde irrottaa elektroneja atomien sisemmiltä elektronitasoilta, jolloin atomit varautuvat. Sen seurauksena ulompien elektronitasojen elektronit täyttävät sisäkerrokseen jääneet tyhjätkä paikat. Ulompien elektronien siirtyminen sisemmille tasoille vapauttaa energiaa. Tämä voidaan mitata, ja tunnistaa alkuaineet sen perusteella. XRF-mittaus pelkästään ei anna täysin luotettavaa mittaustulosta, sillä se ei pysty erottamaan kaikkein keveimpiä alkuaineita, joten se toimii parhaiten muiden tutkimusmenetelmien tukena. (Virtanen 2014.)

XRF-näytteet mitattiin imukoneiston maali- ja metallipinnasta, korin yhden osan maali- ja metallipinnasta, ulkomuotin ovikappaleen sisä- ja ulkopuolella olevista maali- ja metallipinnoista sekä letkujen kiristimistä ja T-kappaleesta. Koska XRF-analyysijä otettiin niin monesta eri osasta, on ne eritelty omiin analyyseihinsä:

Imukoneisto

Imukoneiston maalianalyysi (liite 4/1) sisälsi eniten lyijyä ja titaania. Tämä viittaisi mahdollisesti siihen, että eri maalikerroksissa on ollut eri korroosionestopigmenttiä. Esimerkiksi alimpana maalikerroksena lyijyä sisältävää maalia, kuten esimerkiksi lyijyoksidia ja toisessa kerroksessa titaania sisältävää maalia, esimerkiksi titaanivalkoista. Toinen vaihtoehto on, että korroosionestomaalina on käytetty 1940-luvulla kehitettyä monipigmenttilyijyoksidimaalia, joka keksittiin, koska lyijyoksidista oli tuohon aikaan pulaa (Tikkurila 2019). Metallianalyysissä (liite 4/2) näkyi eniten rautaa ja sinkkiä, joka viittaisi imukoneiston olevan mahdollisesti sinkittyä terästä.

Kori

Korin maalianalyysi (liite 4/3) sisälsi myös eniten lyijyä ja titaania, kuten imukoneiston maalianalyyseissä. Tästä voi tehdä samat havainnot kuin imukoneiston kohdalla. Metallianalyysi (liite 4/4) sisälsi eniten rautaa ja titaania, joten kori on mahdollisesti terästä.

Ulkomuotin ovikappale

Ulkomuotin ovikappaleen maalianalyytit (liite 4/5 ja 4/6) sisälsivät eniten titania, lyijyä ja sinkkiä. Analyyseistä sekä maalinäytteiden havainnoista voidaan todeta, että kaikissa suuremmissa metalliosissa (imukoneisto, kori, kupumuotin ovikappale) on useita maalikerroksia. Yhdellä käsittelykerralla on mahdollisesti maalattu kaikki osat samalla korroosionestomaalilla, mutta jokainen maalikerros on sisältänyt eri korroosionestopigmenttiä. Metallianalyysi (liite 4/7) sisälsi eniten rautaa, joka puoltaa mittapiirustuksista ilmenevää tietoa niiden olevan rautalevyä.

Letkujen kiristimet ja T-kappale

Letkujen kiristimien maalianalyysi (liite 4/8) sisälsivät eniten sinkkiä ja kromia. T-kappaleen maalianalyysi (liite 4/9) sinkkiä, kromia ja magnesiumia. Tämä viittaisi siihen, että osat on käsitelty useaan kertaan eri korroosionestopigmenttiä sisältävillä maaleilla. Metallipinnoista otetut analyytit (liite 4/10 ja 4/11) sisälsivät kaikki huomattavasti eniten rautaa ja sinkkiä, joka viittaa mahdollisesti osien olevan sinkittyä terästä.

5.3.3 Kumiosien tutkimus

Opinnäytetyössä olevista kumiosista olisi täytynyt päästä tekemään FTIR (Fournier Transform Infrared Spectroscopy) -analyysi, koska kumimateriaaleja tutkittaessa se on yksi parhaimmista analyysimuodoista. Jokaisella kumimateriaalilla on oma tunnistettava FTIR-käyränsä ja FTIR-tutkimuksessa olisi päästy näkemään kumimateriaalin hapettumisaste. (Koskinen 2014, 111.) Opilaitoksen laboratorion FTIR-laite ei ollut käytössä, joten tutkimusta ei päästy tekemään ja kumimateriaaleja ei saatu selville. Kumiosien dokumentoinnin osalta FTIR-analyysin mainitseminen on kuitenkin tärkeää, jos museo haluaa tulevaisuudessa tietää kumiletkujen ja tiivisteiden tarkan materiaalin ja hapettumisasteen.

6 MERKITYS JA SÄILYVYYS MUSEOESINEENÄ

Ennen restaurointisuunnitelman laatimista tulee kohde arvottaa nykyisen tilansa mukaan. Tähän liittyy kohteen historian taustatutkimus, mutta myös tutkimus määrätystä säilytyksestä ja näyttelystä ulkotilassa. Säilytyksen haasteiden lisäksi on huomioitava esimerkiksi havainnollistaako kohde ulkonäyttelu-kohteena alkuperäistä käyttötarkoitustaan vai onko se vain säilytyksessä. (Standards in the Museum Care of Larger and Working Objects 1994, 22.)

Museokohteiden ulkosäilytyksestä on alalla laadittu yleiskattavia ohjeita, joiden ohjeistusta käydään läpi verraten sitä kohteen historiaan museoesineenä, näin saadaan vastauksia kohteen arvottamisen kannalta oleviin kysymyksiin.

Museums & Galleries Commissionin tuottamassa ohjeessa *Standards in the Museum Care of Larger and Working Objects* on standardoitu ohjeita suurista kohteista ja esineistä käytettäväksi Iso-Britannian museoissa. Valukaluston ollessa uniikki kohde ei sille löydy suoria verrannollisia ohjeita, mutta voidaan soveltaa ohjeistusta, jotka koskevat muuta metallistakalustoa, kuten ajoneuvoja. Näin ollen apuna käytettiin myös Canadian Conservation Institutun julkaisua *Care of Machinery Artifacts Display or Stored outside*. Näistä tärkeimpiä ohjeita esineen säilymisen kannalta käydään läpi seuraavaksi.

- Museon hankkiessa ison esineen tulisi ensin olla tiedossa sille varattu säilytystila sekä sen olosuhteet. Pitää myös laatia suunnitelma, kuinka kauan esine voidaan säilyttää sille varatussa tilassa ja ottaa huomioon jatkuvan ylläpidonresurssit. (Standards in the Museum Care of Larger and Working Objects 1994, 13–14.)
- Esineen saapuessa tulisi sen tila dokumentoida, kuten myös sen mahdollinen kokoamisprosessi, säilytystila ja ympäristöön tehtävät toimenpiteet (Standards in the Museum Care of Larger and Working Objects 1994, 17.)
- Suuren esineen hankinnassa pitää myös tallentaa konteksti ja lähtötilanne, jossa esine tulee museolle. Tulee huomioida miten ympäristö tai mahdolliset muut osat liittyvät esineeseen. Purkamalla ja liikuttamalla

esineitä puretaan myös sen konteksti, joten esine menettää mahdollisesti osan arvostaan. (Standards in the Museum Care of Larger and Working Objects 1994, 18.)

Kaluston saapuessa museolle lokakuussa 1991, museon tietojen perusteella ei kalustolle ollut laadittu tarkkaa suunnitelmaa ulkosäilytyksen kestosta (Oinonen 2020). Kaluston alkuvaiheista ei myöskään löydy ennen siirtoa olevaa dokumentointia, muuta kuin Puolustusvoimien materiaalitosite kaluston kuorauksesta (liite 6). Siinä käy ilmi kaluston ja osien määrä, mutta ei voida tietää ovatko osat yhtä kalustoa vai useasta kalustosta koottu kokonaisuus. Tässä kohtaa häviää osa valukaluston kontekstista museoesineenä. Osia kartoittaessa kävi ilmi, että joitakin osia on liikaa. Näitä käytiin tarkemmin dokumentointiosion kohteen kuvauksissa. Kuitenkin voidaan todeta, että valukaluston alkuperäisyyden ja kokoonpanon eheyden konteksti on vaikea todeta. Muottiosien osalta koneiston on todettu olevan sodan aikainen (Tolmunen 2020).

Korsumuseotoimikunta päätti huhtikuussa 1992 muotin kaluston kunnostuksesta ja kalusto teräsharjattiin, painepestiin ja pohjamaalattiin. Kunnostustyöt suoritettiin talkootyönä ja niitä ei dokumentoitu. Kalusto päätettiin myöhemmin maalata pohjaväritään harmaaksi. Epäselvää on myös, oliko kalustossa maalipinta ennen teräsharjausta, sillä harmaan maalin alla on aiempi pohjaväri, jota ei mainita Korsumuseotoimikunnan lausunnossa. (Oinonen 2020.) Esineen alkuperäisyyteen kajottiin tekemällä maalaus päätös ilman tietoa alkuperäisistä maaleista. Nämä tekijät ovat kaluston kontekstin kannalta ongelmallisia.

Kaluston säilyvyyden kannalta maalaustyön suorittaminen loppuun olisi ollut tärkeää. Pohjamaalaus on onneksi osittain suojannut muottia, verraten toiseen jäljellä olevaan kalustoon Virolahdella, johon ei ole tehty pintakäsittelyä sen pystytyksen jälkeen (Hytönen 2007).

Salpalinjamuseotoimikunta päätti huhtikuun 1993 kokouksessaan, että pallokorsunmuotti katetaan (Oinonen 2020). Ulkomuotin päälle rakennettiin pieni kate, joka estää sadeveden pääsyn muotin sisälle. Kate on ollut säilytyksen kannalta puutteellinen, sillä se ei suojaakaan muuta kalustoa sekä sen halkaisija ei

riitä suojaamaan sen alla olevaa ulkomuottia. Vesi on tippunut katteen reunoilta muotin päälle aiheuttaen likaa ja ruostetta. Loppuja muotin osia on säilytetty ulkomuotin sisällä ja ne ovat olleet kosketuksissa maahan ja altistettuina lämpötilanvaihteluille sekä kosteudelle. Ulkomuotti on nostettuna osittain maasta betonipohjan päällä, mutta itse muotti on silti ollut kosketuksissa maahan, joten lika ja saderoiskeet ovat päässeet edesauttamaan ruostumista. Kaluston muita osia on myös nostettu laattojen päälle ja ne ovat olleet altistettuina samoille olosuhteille. Betonipohjan sisälle on kaivettu kuoppa, johon on asetettu osa pallonkorista. Tämä on tehty todennäköisesti osaksi säilytystä ja osaksi havainnollistamaan muotin kokoonpanoa. Kuitenkin korin ja loppukaluston ollessa sisällä kuopassa aiheutuu niille suuri kosteusriski, sillä sadevesi ja sulavedet päätyvät ovimuotin aukosta suoraan kuoppaan. Kori on siis koko ajan kosketuksissa maahan ja niin ajoittain myös veteen. Näin myös koko ulkomuottikaluston sisälle ja sen sisällä säilytyksessä oleville osille on aiheutunut kosteutta.

Kate ei myöskään ole ollut riittävä suojaamaan ulkomuottia lähellä olevilta kasvillisuudelta ja se on osittain kärsinyt roskienkertymisestä maalipintaan. Kalustolle olisi pitänyt laatia ohjeiden mukainen suunnitelma, kuinka pitkään sitä tullaan säilyttämään ulko-olosuhteissa.

Päähuomioina ulkosäilytystä pohtiessa on, kuinka paljon halutaan havainnollistaa vaarantamatta kohdetta. Osittain kyseessä on myös tilanpuutteen pakosta yksikertaisesti säilytysratkaisu, joten työn restaurointisuunnitelmassa ja hoitosuunnitelmassa otetaan lähtökohdaksi esineen säilyminen. Huomioitavaa on, että vaikka säilytysolosuhteet olisivat kuinka ideaalit ei kohde tule säilymään pysyvästi ulko-olosuhteissa.

Muutosehdotukset valukaluston säilytykseen

Pallokorsun valukalustolle on laadittu vuonna 2006 *Kaakonkulman salpalinjanhanke/pallokorsun katos* niminen suunnitelma katoksesta, joka kattaisi koko kaluston ja sen alle tehtäisiin uusi lattiapohja. Restaurointi- ja säilytysohjeistusta varten käytiin tästä dokumentista läpi piirustusten sisältö ja rakennustaselostus. Dokumenteista kerättiin huomioita ulkosäilytyksen ohjeistukseen

ja säilytysratkaisujen osalta. Seuraavaksi käydään yleisesti läpi ja perustellaan esille nousseiden kohtien tarkastelua ja muutoksia.

Suurimpana muutosehdotuksena on pallokorin sijoittaminen ulkomuotin sisälle ilman vähäistäkään upottamista maapohjaan. Säilytyspaikkana upottaminen kuoppaan on riski sade- ja sulavesien takia. Se ei myöskään havainnollista riittävän hyvin sitä, kuinka muottikalustoa käytettiin pallokorsun valmistuksessa. Tätä tarkoitusta se palvelisi ainoastaan täydellisesti koottuna, eikä tämä ole mahdollista ulkosäilytyksen vuoksi. Suunnitelman kohdan muutoksena vaaditaan, että ulkomuotin sisälle jäävää tilaa ei tulisi käyttää säilytyspaikkana muille osille. Kuopan sijoittaminen kohteen keskelle on vesien kaadon takia suuri riski, jota tulee välttää. Kuitenkin, jos päätetään, että korille ei ole muuta paikkaa, tulee salaojitus ja kaato suunnitella huolellisesti.

Toinen muutosehdotus on kaluston kohottaminen maasta niin, että se olisi kosketuksissa mahdollisimman vähän maahan ja se olisi suojattuna sadeveden aiheuttamilta roiskeilta. Tämä huomio koskee rakennustapaselostuksessa kaikkia niitä kohtia, joissa mainitaan muotin osien upottamisesta maa-ainekseen. Kun kalusto kohotetaan maasta, on myös huomioitava alapohjan täyttö, sillä kalusto tulisi nostaa esimerkiksi betonijalustan tai betonilaatoituksen päälle. Nämä muutokset tulee huomioida koskemaan koko katoksen pohjaratkaisuja. Pitää myös uudelleen mitoittaa katoksen korkeus, sillä nostettaessa suunniteltu katoksen kattopalkin korkeus ei välttämättä riitä.

Piirustuksesta ei myöskään käy ilmi kaikkien osien sijoittelu ja niille mahdollisesti rajallinen tila. Mitoitetut kohdat on ilmoitettu ainoastaan ulkomuotille ja imukoneistolle. Katokseen tuleva esillepano pitää siis tarkistaa tämän osalta uudestaan ja varata riittävä tila valukartiolle, valukartion kaulukselle, imuverkolle ja sisäpallomuotin korille. Mahdollinen sijainti sisäpallomuotin korille olisi ulkomuotin sisällä kohotettuna maapinnasta.

Rakennustapaselostuksen kohdat, joita huomioidaan ja muutokset koskevat:

- **B2** Rakennusaineet ja- osat, yleistä
- **D** Alierakenteet
- **E** Pohjarakenteet
- **F1** Perustukset
- **F2** Rakennusrunko

Muutokset:

B 2 Lattiapinta on hiekkaa, johon upotetaan Pallokorsun alamuotti. Perustukset salaojitetaan

D 22 Alueen maakaivannot Pallokorsun muotin alaosan kuoppa

E 21 Sisäpuolinen kaivu sisäpuolisen täytön muottikaluston vaatimaan syvyyteen

F13 Vanhat pintarakenteet, uusien rakenteiden vaatimaan syvyyteen

F14 Säilytettävät alapohjaan upotettavat rakenteet

- Alamuottia eli sisäpallomuotin koria ei tule upottaa maahan. Kuopan kaivaminen on tarpeetonta. Lattiapohjan tulisi olla tasainen.
- Kaluston osat tulee kohottaa maasta esimerkiksi betonilaattojen päälle.

Huomiot:

D 12 Pallokorsun muottikalusto pystytettynä maastoon, kalusto puretaan museon ohjeiden mukaan

E 11 Rakenteet puretaan uudelleen asennettaviksi

F 25 Katso rakennussuunnitelmat ja rakennesuunnitelmat

- Kaluston purkaminen tulee suorittaa ammattihenkilön toimesta ja on purkamisessa seurattava ohjeita luvussa 7.3.
- Tulee tarkistaa katoksen riittävä korkeus kaluston osien maasta kohottamisen takia.
- Huomioitava tila valukartiolla, valukartion kaulukselle ja imuverkolle

Edellä mainitut kohdat tulee käydä läpi ennen katoksen rakentamista ja restauroinnin aloittamista. Muutokset tai tarpeen vaatiessa uudestaan laadittava suunnitelma on käytävä läpi rakennuttajan kanssa.

7 RESTAUROINTISUUNNITELMA

Restaurointisuunnitelmaa varten tehtiin käytännön kokeiluja ja etsittiin tietoa kohteelle soveltuvista aineista ja menetelmistä. Näiden pohjalta laadittiin kohteen rajatuille osa-alueille restaurointisuunnitelma ja restauroinnin työohjeistus. Lopuksi kohteen ulkosäilytystä varten luvun 6 perustelujen tietojen pohjalta laadittiin hoitosuunnitelma. Restaurointisuunnitelmassa ohjeistettu restaurointi tulee suorittaa vasta, kun on varmistettu valukaluston katoksen rakentamisesta.

7.1 Käytännön kokeilut

Tässä osiossa käydään läpi restaurointisuunnitelmaa varten tehtyjä käytännön kokeita ja perustellaan käytettävien aineiden sekä menetelmien valintaa. Käytännön kokeita tehtiin osille, jotka saatiin hallittuihin olosuhteisiin tarkasteltavaksi. Ulkomuotin oviluukku soveltui kokeilupohjaksi ulkomuotin, valukartion, valukartion kauluksen, sisäpallomuottikorin ja imukoneiston maalipinnoille. Letkuja otettiin tarkasteltavaksi kokeiluja varten 1 kappale sekä mustaa (liite 1/6, sivulla 21) että oranssia (liite 1/6, sivulla 21) sarjaa. Varalla olevista kumiivisteistä otettiin yksi kappale tarkasteltavaksi puhdistusta varten.

Ulkomuotin ovikappaleelle tehtiin puhdistuskokeiluja, joissa käytettiin ionivaihdettua vettä, etanolia, tärpättiä, Minirisk astianpesuaine (Henkel Norden Oy) -vesiliuosta ja Mäntysuopa pesuneste (Henkel Norden Oy) -vesiliuosta. Näistä parhaiten likaa poistava aine oli Mäntysuopa-vesiliuos, jolla koko Ulkomuotin ovikappale puhdistettiin. Puhdistuksen jälkeen pinta huuhdeltiin ionivaihdetulla vedellä. Ulkomuotin ovikappaleelle tehtiin 20 mm x 20 mm kokoinen koealue molemmille puolille käytännön maalikokeilua varten. Maali poistettiin näiltä alueilta Uula Color -maalinpoistoaineella. Uula Color -maalinpoistoaine valittiin, koska se on ympäristölle ja käyttäjälle turvallinen tuote eikä sisällä haitallisia liuottimia. Se soveltuu useille maalipinnoille ja pintamateriaaleille kuten metallille. (Uula Maalinpoistoaine Tuoteselostevihko 2019.)



Kuva 20. Maalinpoisto ulkomuotin ovikappaleen sisäpinnasta maalikokeilua varten (Kiiski & Mäkinen 2020)

Maalinpoistoaine siveltiin ovikappaleen sisäpuolen pintaan ja sen päälle asetettiin muovi. Maalinpoistoaineen annettiin vaikuttaa muovin alla ensimmäisellä kerralla yön yli noin 18 tuntia. Maalinpoisto suoritettiin mekaanisesti kaapimalla talttaa ja puukkoa käyttäen. Harmaan maalikerroksen alta tuli esiin punainen pohjamaalikerros, jonka alta pinta oli päässyt ruostumaan (kuva 20). Kohteen säilymistä ajatellen päätettiin myös punainen maalikerros poistaa, jotta sen alla oleva ruoste saataisiin stabiloitua. Käsittely maalinpoistoaineella suoritettiin vielä kaksi kertaa, joilla molemmilla kerroilla aineen annettiin vaikuttaa muovin alla noin 2 tuntia.

Sama kokeilu toistettiin ovikappaleen ulkopinnalle vasempaan yläkulmaan. Ulkopinnan kokeilualueelle maalinpoistokäsittely tehtiin kaksi kertaa.



Kuva 21. Maalinpoisto ulkomuotin ovikappaleen ulkopinnasta (Kiiski & Mäkinen 2020)

Maalikerroksista poistettiin vain harmaa, koska punainen maalikerros oli lujemmin kiinni pinnassa (kuva 21). Samalla voitiin kokeilla uuden maalin soveltuvuutta vanhan pohjamaalin päälle. Lopuksi pinnat, jossa maalinpoistoainetta oli ollut, pyyhittiin lakkabensiinillä.

Alueille, joista maali poistettiin, valittiin uudeksi maaliksi Tikkurilan Duasolid 50 TVL harmaa kaksikomponenttinen korroosiopigmentoitu oksiraaniesterimaali. Kyseinen maali valittiin, koska se soveltuu metallipinnoille ja maalia käytetään muun muassa maansiirtokoneiden maalaamiseen, joten se soveltuu ulkokoh- teeseen kestäväenä ratkaisuna. Lisäksi kyseinen maali ei tarvitse pohjamaali- kerrosta, joten sillä voidaan maalata suoraan punaisen maalikerroksen jää- mien päälle. Duasolid 50 TVL -maalissa on myös hyvät korroosionesto-omi- naisuudet ja korkea kuiva-ainepitoisuus, joten sillä voidaan maalata pintaan paksukin kerros. (Duasolid 50 2019.)



Kuva 22. Maalauskoekelu (Kiiski 2020)

Maali ja kovetin 008 7665 sekoitettiin suhteessa 2:1. Maaliin lisättiin ohenne ainetta Thinner 1048, jotta maalista saatiin sopivan juoksevaa. Maali siveltiin pintaan pensselillä (kuva 22).

Ulkomuotin kumitiivisteelle tehtiin puhdistuskokeita (kuva 23), joissa käytettiin ionivaihdettua vettä, 5 % Minirisk -vesiliuosta sekä, 5 % Mäntysuopa -vesiliu- osta. Ionivaihdettu vesi irrotti vain pintalikkaa, 5 % Mäntysuopa-vesi -liuos irrotti jonkin verran likaa ja 5 % Minirisk-vesi -liuos irrotti kumista pinttyneenkin lian. Näistä päätettiin käyttää Minrisk-vesiliuosta tiivisteiden puhdistamiseen.



Kuva 23. Kumitiivisteiden pinta ennen puhdistusta (Mäkinen 2020)



Kuva 24. Kumitiivisteiden puhdistuksen jälkeen (Mäkinen 2020)

Kumitiivisteiden puhdistuksessa käytettiin lian hankaamiseen pehmeää sivelintä. Irronnut lika pyyhittiin kangasliinalla pieneltä alueelta, jottei lika levittyisi. Lopuksi kumipinta huuhdeltiin ionivaihdetulla vedellä (kuva 24).

Mustalle letkulle tehtiin puhdistustestit (kuva 25), joissa käytettiin ionivaihdetua vettä, 5 % Minirisk (Henkel Norden Oy) -vesiliuosta sekä 5 % Mäntysuopa (Henkel Norden Oy) -vesiliuosta. Kokeilussa todettiin Mäntysuopa-vesiliuoksen irrottavan likaa parhaiten letkun kumipinnasta. Letkut, letkujen kiristimet, nipat ja T-liittimet puhdistettiin 5 % Mäntysuopa-vesi-liuoksella.



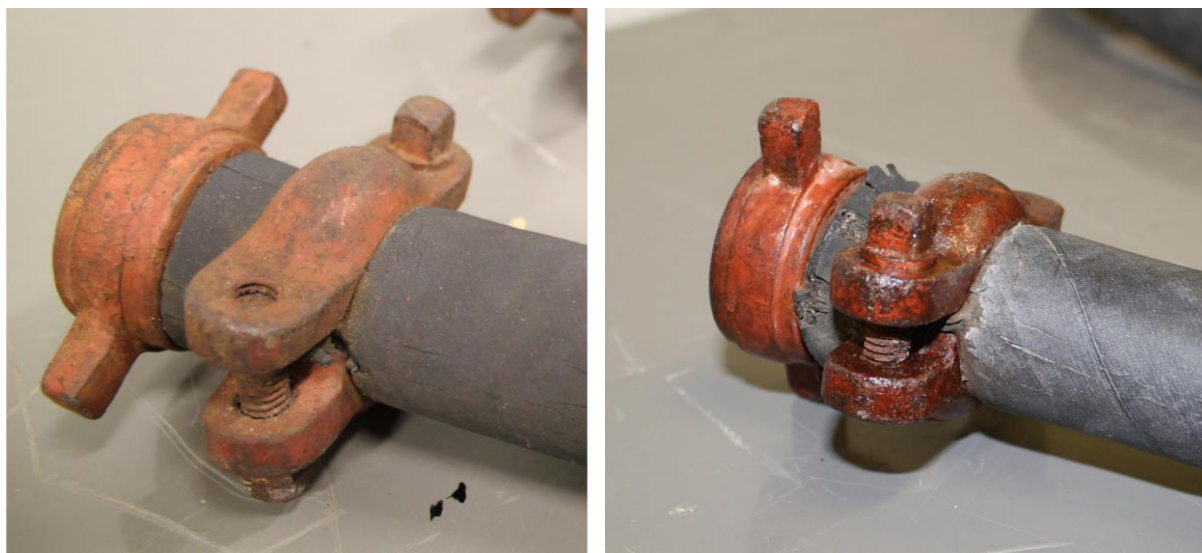
Kuva 25. Musta letku ennen puhdistusta (Mäkinen 2020)



Kuva 26. Musta letku puhdistuksen jälkeen (Mäkinen 2020)

Puhdistamiseen käytettiin pehmeää sivellintä ja pehmeää kostutettua kangasliinaa (kuva 26). Lopuksi kaikki letkujen osat huuhdeltiin ionivaihdetulla vedellä. Carnaubavaha valittiin letkujen käsittelyaineeksi, koska se muodostaa suojaa letkujen kumipintaa ja on helposti poistettavissa.

Mustan letkun kiristimet, nipat ja T-liittimet käsiteltiin Tikkurilan Fonteplas RM-clear -akryylilakalla, joka muodostaa kosteutta hylkivän ja korroosiota estävän pinnan. (Väätänen 2020.) Lakan päälle levitettiin vielä carnaubavahaa lakan kiillon himmentämiseksi (kuva 27).



Kuva 27. Letkujen kiristimet ja nipat ennen ja jälkeen konservoinnin. (Kiiski & Mäkinen 2020)

Oranssin letkun kumipinta hilseili niin pahasti, että se täytyi konsolidoida. Kumipinnan kiinnittämiseen etsittiin sopivaa konsolidoivaa ainetta ja kokeita tehtiin kahdella eri aineella.



Kuva 28. Oranssin letkun konsolidointitestit. Primal tummempana, Lascaux haaleampana (Kiiski 2020)

Ensimmäisenä kokeiltiin Primal SF 016 akryyli emulsiota (Primal™ SF-016 ER Acrylic Emulsion 2016). Primal kiinnitti letkusta hilseilevän pinnan, mutta pinnasta tuli liian kova, tumma ja kiiltävä (kuva 28). Toisena kokeiluaineena oli Lascaux 4001 Acrykleber 360 HV. Tämän aineen mahdollisena ongelmana oli sen jääminen tahmeaksi käsittelyn jälkeen. (Lascaux Water - Soluble Acrylic Adhesives 360 HV, 498 HV, 498-20X 1999.) Hilseilevä pinta kuitenkin kiinnittyi hyvin ja pinta ei jäänyt tahmeaksi. Lascaux ei muuttanut pintaa kovaksi ja kiiltäväksi, mutta tummensi sitä hieman. Tämä aine todettiin näistä kahdesta vaihtoehdosta parhaimmaksi konsolidointia varten, mutta sen poistettavuus jäi testaamatta työn keskeytymisen vuoksi. Kolmantena vaihtoehtona voisi olla luonnonkumin suihkuttaminen letkun pintaan, tätä ei kuitenkaan päästy kokeilemaan työn keskeytymisen vuoksi. Tätä menetelmää tulisi kokeilla.

7.2 Restaurointitoimenpiteet ja materiaalit

Tässä osiossa käydään läpi kaluston osille vaadittavia restaurointitoimenpiteitä sekä materiaalivalintoja. Yksityiskohtaisemmin menetelmät ja niissä käytettävät välineet käydään läpi Restauroinnin työohjeistus luvussa.

7.2.1 Ulkomuotti, valukartio, valukartion kaulus ja sisäpallomuotinkori

Ulkomuottilevyt tulee purkaa ennen maalinpoistoa irti toisistaan, jotta päästään käsiksi myös muottilevyjä yhdistävään ulkoreunan maalipintaan. Muottilevyjen välissä olevat kumitiivisteet irrotetaan varovasti, puhdistetaan ja suojataan vahalla. Ulkomuotin, valukartion, valukartion kauluksen ja sisäpallomuotinkorin pinnasta on puhdistettava irtoava lika, jotta maalinpoistoaine reagoisi poistettaviin maalipintoihin paremmin. Kaikkiin metalliosiin voidaan käyttää samaa suositeltavaa maalia.

Ulkomuotista tulee poistaa päällimmäisin harmaa maalikerros Uula Color -maalinpoistoaineella. Harmaan maalikerroksen alla oleva punainen maalikerros tulee poistaa niiltä osin, joissa maalin alla on havaittavissa ruostetta. Tämän voi todeta maalin epätasaisesta pinnasta. Tämän jälkeen irtoruoste on poistettava, jotta pinta voidaan maalata. Ulkomuottilevyjen sisäpuolella olevien verkkojen pinta on harjattava irtoruosteesta ja stabiloitava esimerkiksi mikroki-devahalla tai Fontepas RM-clear -akryylilakalla.

Uutta pintakäsittelyä varten, ovikappaleeseen tehtyjen käytännönkokeiden pohjalta voidaan suositella käytettäväksi maaliksi Duasolid 50 TVL. Kyseinen maali soveltuu metallipinnoille ja maalia käytetään esimerkiksi maansiirtokoneiden, kuljetus- ja nostolaitteiden, pumppujen ja muiden teräsrakenteiden maalaamiseen, joten se soveltuu ulkokohteeseen kestäväenä ratkaisuna. Duasolid 50 TVL -maalissa on myös hyvät korroosionesto-ominaisuudet ja korkea kuiva-ainepitoisuus, joten sillä voidaan maalata pintaan paksukin kerros. Kyseinen maali ei tarvitse pohjamaalikerrosta, joten sillä voidaan maalata suoraan punaisen maalikerroksen jäämien päälle. Duasolid 50 TVL -maali on myös ympäristö- ja käyttäjäystävällisempi vaihtoehto kuin epoksi- ja polyuretaanimaalit, koska se ei sisällä isosyanaatteja. (Duasolid 50 2019; Duasolid 50 2017.)

Valukartiosta ja valukartion kauluksesta tulee poistaa päällimmäisin harmaa maalikerros. Harmaan maalikerroksen alla oleva punainen maalikerros tulee poistaa niiltä osin, joissa maalin alla on havaittavissa ruostetta. Tämän jälkeen

irtoruoste on poistettava, jotta pinta voidaan maalata. Uutta pintakäsittelyä varten suositellaan käytettäväksi samaa Duasolid 50 TVL -maalia.

Sisäpallomuotinkorista tulee poistaa päällimmäisin harmaa maalikerros. Harmaan maalikerroksen alla oleva punainen maalikerros tulee poistaa niiltä osin, joissa maalin alla on havaittavissa ruostetta. Tämän jälkeen irtoruoste on poistettava, jotta pinta voidaan maalata. Uutta pintakäsittelyä varten suositellaan käytettäväksi samaa Duasolid 50 TVL -maalia.

7.2.2 Imukoneisto

Imukoneistosta tulee poistaa kaikki maalikerrokset, sillä sen pinnat ovat eniten ruosteessa ja todennäköisesti ruostetta on kauttaaltaan myös pohjamaalikerroksen alla (kuva 17). Maalikerrosten poistamisen jälkeen tulisi ruoste poistaa kaikilta pinnoilta. Maalinpoisto voidaan suorittaa samalla menetelmällä kuin ulkomuotissa tai voidaan myös harkita hiekkapuhallusta. Hiekkapuhallusta puoltaisi vaivattomampi pääsy koneiston monimutkaisempiin osiin ja muotoihin, jotka voivat olla vaikeita poistaa käyttäen maalinpoistoainetta. Hiekkapuhallus poistaisi myös samalla irtoruosteen imukoneiston pinnoista.

Uutta pintakäsittelyä varten, ovikappaleeseen tehtyjen käytännönkokeiden pohjalta voidaan suositella käytettäväksi maaliksi Duasolid 50 TVL. Kyseinen maali soveltuu metallipinnoille ja maalia käytetään esimerkiksi maansiirtokoneiden, kuljetus- ja nostolaitteiden, pumppujen ja muiden teräsrakenteiden maalaamiseen, joten se soveltuu ulkokohteeseen kestäväenä ratkaisuna. Duasolid 50 TVL -maalissa on myös hyvät korroosionesto-ominaisuudet ja korkea kuiva-ainepitoisuus, joten sillä voidaan maalata pintaan paksukin kerros. Kyseinen maali ei tarvitse pohjamaalikerrosta, joten sillä voidaan maalata suoraan punaisen maalikerroksen jäämien päälle. Duasolid 50 TVL -maali on myös ympäristö- ja käyttäjäystävällisempi vaihtoehto kuin epoksi- ja polyuretaanimaalit, koska se ei sisällä isosyanaatteja. (Duasolid 50 2019; Duasolid 50 2017.)

7.2.3 Letkut ja kumitiivisteet

Mustat letkut ja niiden kiristimet, nipat ja T-liittimet puhdistetaan pintaliasta 5 % Mäntysuopa-vesi -liuoksella. Mustien letkujen pinta tulee suojata ja tähän

tarkoitukseen hyvä pintakäsittelyaine on carnaubavaha. Carnaubavaha valittiin käsittelyaineeksi, koska se muodostaa kumipintaa suojaavan pinnan ja on helposti poistettavissa. Kaikkien letkujen kiristimet, nipat ja T-liittimet suojataan Tikkurilan Fonteplas RM-Clear -akryylilakalla ja himmennetään lakan kiiltoa caravahalla. Fonteplas RM-clear -akryylilakka valittiin, koska se sopii muovipintojen lisäksi metallipinnoille. Kyseinen lakka muodostaa suojaavan ja kosteutta hylkivän pinnan. Lakkaa ei luokitella ympäristölle tai eliöille vaaralliseksi ja se on vesiohenteinen eli ei sisällä myrkyllisiä liuottimia. (Väätänen 2020.) Kumiitivisteet puhdistetaan 5 % Minirisk-vesi -liuoksella ja suojataan myös carnaubavahalla.

7.3 Restauroinnin työohjeistus

Restaurointityö tulee ajoittaa katoksen rakentamisen kanssa samaan ajankohtaan, jotta kalusto tarvitsee purkaa ja pystyttää vain kerran. Näin sitä ei liikutella ja rasiteta turhaan. Ennen purkutyön aloittamista on varmistuttava siitä, että kaikille kaluston osille on varattu työstötila tai sisäsäilytyspaikka. Ulkomuotin sisällä oleva kalusto tulee siirtää pois ulkomuotin sisältä. Imukoneisto, sisämuottipallon kori, valukartio ja valukartion kaulus tulee siirtää mahdollisuuksien mukaan niille varattuun työstötilaan tai säilytyspaikkaan.

Muottikaluston purkamisen yhteydessä tulee muottilevyt ja niiden osat merkitä omilla tunnistuskoodeillaan, jottei kokoamisjärjestys mene sekaisin. Kaluston osien kuljetuksessa tulee huomioida niiden vanha ikä ja huonokuntoisuus. Jokainen kaluston osa on suojattava kuljetusta varten. Restauroitu kalusto tulisi siirtää ja koota kohteeseen vasta, kun katos on valmis. (Standards in the Museum care of larger objects 1994, 22.)

7.3.1 Ulkomuotti, valukartio, valukartion kaulus ja sisäpallomuotinkori

Ulkomuotin muottilevyt tulee puhdistaa irtoliasta imuroimalla ne varovasti. Tämän jälkeen pinnat tulee pestä 5 % Mäntysuopa-vesi -liuoksella. Pintojen puhdistamisessa on käytettävä pehmeää harjaa. Maalinpoisto suoritetaan mekaanisesti ja siinä tulee käyttää Uula Color -maalinpoistoainetta. Maalinpoistoaine sivellään paksuna kerroksena maalia poistettavaan kohtaan. Muovi asetetaan maalinpoistoaineen päälle ilmatiiviisti ja annetaan vaikuttaa ensimmäisellä käsittelykerralla ainakin 12 tuntia. Maalin kaavintaan voidaan käyttää vanhaa

talttaa, puukkoa tai lastaa. Maalinpoistoainekäsittely voidaan suorittaa tarvittaessa useaan kertaan, jolloin sen vaikutusajaksi riittää noin 1–2 tuntia. Maalinpoistosta kertyneet maalijätteet tulee kerätä erilliseen ongelmajätteitä sisältävään roska-astiaan, koska maalit sisältävät ympäristölle ja eliöille myrkyllisiä pigmenttejä. Maalinpoiston jälkeen pinta pyyhittiin lakkabensiinillä. Ennen uudelleen maalausta tulee pinnat imuroida HEPA-suodattimella varustetulla imurilla. Pintakäsittely suoritetaan Duasolid 50 TVL -maalilla, jota sivellään pensselillä yksi kerros muottilevyn pintaan. Duasolid 50 TVL -maalin kuivumisaika 23°C lämpötilassa on pölykuiva 30–60 minuuttia, kosketuskuiva 4–6 tuntia ja käsittelykuiva 8–12 tuntia. (Duasolid 50 2019.) Ulkomuotin muottilevyjen sisäpuolella olevista rautaverkoista tulee stabiloida ruostekerros esimerkiksi mikrokidevahalla tai Fonteplas RM-clear -akryylilakalla.

Valukartio ja valukartion kaulus tulee puhdistaa irtoliasta imuroimalla ne varovasti. Tämän jälkeen pinnat tulee pestä 5 % Mäntysuopa-vesi -liuoksella. Pintojen puhdistamisessa on käytettävä pehmeää harjaa. Maalinpoisto suoritetaan mekaanisesti ja siinä olisi suositeltavaa käyttää Uula Color -maalinpoistoainetta. Toinen vaihtoehto on Fluxaf Green maalinpoistoaine, joka on myös ympäristöystävällinen, biologisesti hajoava ja käyttäjäturvallinen tuote (Fluxaf Green, Paint remover "New" 2015). Maalinpoistoaine sivellään paksuna kerroksena maalia poistettavaan kohtaan. Muovi asetetaan maalinpoistoaineen päälle ilmatiiviisti ja annetaan vaikuttaa ensimmäisellä käsittelykerralla ainakin 12 tuntia. Maalin kaavintaan voidaan käyttää vanhaa talttaa, puukkoa tai lastaa. Maalinpoistoainekäsittely voidaan suorittaa tarvittaessa useaan kertaan, jolloin sen vaikutusajaksi riittää noin 1–2 tuntia. Maalinpoiston jälkeen pinta pyyhitään lakkabensiinillä. Ennen uudelleen maalausta tulee pinnat imuroida HEPA-suodattimella varustetulla imurilla. Pintakäsittely suoritetaan Duasolid 50 TVL -maalilla, jota sivellään pensselillä yksi kerros valukartion ja valukartion kauluksen pintaan.

Sisämuottipallon korin segmentit tulee puhdistaa irtoliasta imuroimalla ne varovasti. Tämän jälkeen pinnat tulee pestä 5 % Mäntysuopa-vesi -liuoksella. Pintojen puhdistamisessa on käytettävä pehmeää harjaa. Maalinpoisto suoritetaan mekaanisesti ja siinä tulee käyttää Uula Color -maalinpoistoainetta. Maalinpoistoaine sivellään paksuna kerroksena maalia poistettavaan kohtaan. Muovi asetetaan maalinpoistoaineen päälle ilmatiiviisti ja annetaan vaikuttaa

ensimmäisellä käsittelykerralla ainakin 12 tuntia. Maalin kaavintaan voidaan käyttää vanhaa talttaa, puukkoa tai lastaa. Maalinpoistoainekäsittely voidaan suorittaa tarvittaessa useaan kertaan, jolloin sen vaikutusajaksi riittää noin 1–2 tuntia. Maalinpoiston jälkeen pinta pyyhitään lakkabensiinillä. Ennen uudelleen maalausta tulee pinnat imuroida HEPA-suodattimella varustetulla imurilla. Pintakäsittely suoritetaan Duasolid 50 TVL -maalilla, jota sivellään pensselillä yksi kerros jokaisen sisäpallomuotin korin segmentin pintaan.

7.3.2 Imukoneisto

Mikäli imukoneiston maalinpoistossa käytetään Uula Color -maalinpoistoainetta, tulee pinnat puhdistaa irtoliasta imuroimalla ja pesemällä ne 5 % Mäntysuopa-vesi -liuoksella. Tämän jälkeen maalinpoisto suoritetaan samalla tavalla kuin muottilevyjen kohdalla, kuitenkin niin, että kaikki maali saadaan pois pinoista. Maalinpoistoaineella käsittelyn jälkeen tulee ruostuneet pinnat harjata teräsharjalla.

Jos maalinpoistossa päätetään käyttää hiekkapuhallusta, voidaan pinnat hiekkapuhallata ilman alustavia puhdistustoimenpiteitä. Hiekkapuhalluksessa tulee huomioida maaleissa esiintyvät myrkyllisiksi luokitellut pigmentit. Hiekkapuhalluksesta aiheutuneet maalijätteet tulee hävittää ongelmajätteisiin. Ennen uudelleen maalausta tulee pinnat imuroida HEPA-suodattimella varustetulla imurilla. Pintakäsittely suoritetaan Duasolid 50 TVL -maalilla, jota sivellään pensselillä imukoneiston pintoihin.

7.3.3 Letkut ja kumitiivisteet

Musta letku, letkun kiristimet, nipat ja T-liittimet tulee imuroida varovaisesti ja pestä 5 % Mäntysuopa-vesi -liuoksella. Puhdistuksen jälkeen tulee pesu tehdä vielä ionivaihdetulla vedellä pintojen pH-arvon tasaamiseksi. Tämän jälkeen mustan letkun pintaan tulee hangata carnaubavahaa kangasliinalla, jotta kumin päälle muodostuu suojaava pinta. Letkun kiristimet, nipat ja T-liitin tulee käsitellä Fonteplas RM-clear -akryylilakalla niiden suojaamiseksi. Lakkaa sivellään pensselillä yksi kerros. Lopuksi metalliosien pintaan jäävä lakan kiilto tulee himmentää hankaamalla niihin carnaubavahaa kangasliinalla.

Oranssin letkun kiristimiin, nippoihin ja T-liittimeen tulee laittaa Fonteplas RM-clear -akryylilakkaa niiden suojaamiseksi ja himmentää lakan kiilto hankamalla pintaan kangasliinalla carnaubavahaa.

Kumitiivisteet tulee puhdistaa 5 % Minirisk-vesi -liuoksella. Puhdistuksessa tulee käyttää pehmeäharjaista sivellintä ja kangasliinaa. Puhdistuksen jälkeen pinta tulee huuhdella ionivaihdetulla vedellä. Lopuksi kumitiivisteiden päälle hangataan carnaubavahaa kangasliinalla, jotta saadaan muodostettua kumi-pintaan suojaava kalvo.

7.4 Työturvallisuus

Maaleista otetuissa XRF-analyyseissä löytyi myrkyllisiksi luokiteltuja aineita, kuten lyijyä, kromia ja sinkkiä. Tämän vuoksi kyseistä restaurointityötä tekevä on otettava huomioon henkilökohtainen suojautuminen, asianmukaiset työtilat, hyvä kohdepoistojärjestelmä ja ympäristölle aiheutuvat vaarat (Turvallinen työympäristö 2020).

Terveydelle vaarallisten aineiden purkutyöt PDF-dokumentissa, on ohjeistuksia ympäristön ja henkilöiden suojaamiseksi vaarallisiksi aineiksi luokiteltuja aineita vastaan purkutöissä. Tätä dokumenttia voidaan soveltaa tämän työn työturvallisuus luvussa, koska myös maalinpoisto lukeutuu tässä dokumentissa läpi käytäviin purkutöihin.

Dokumentissa on käyty läpi kolme eri maalinpoistomenetelmää, jotka ovat:

- Maalin hiontaan mekaanisesti,
- Maalinpoisto liuottimella ja
- Kuumailma- tai nestekaasukuumennus, kaavinta ja hionta

Kaikissa näissä maalinpoistomenetelmissä tulee olla erillinen ilmastoitu työtila tai työtila, jossa on muutoin hyvä ilmanvaihto sekä pölyn kohdepoistojärjestelmä. Työntekijän on suojauduttava haitta-aineilta suojakäsineillä, silmäsuojaimilla, P3-luokan hengityssuojaimella ja pölysuojapuvulla. P3-luokan hengityssuojaimen valinta on tärkeää, koska suodatinsuosituksen mukaan se suodattaa myös hienojakoiset myrkylliset pölyt, johon alemman luokan hengityssuojaimet eivät ole riittäviä (Hengityssuojaimet 2020, 195). Kuumailma- tai nestekaasukuumennuksella suoritettavassa maalinpoistossa tulee työntekijän

käyttää P3/A2-luokiteltua moottoroitua hengityssuojainta, koska maalipölyn lisäksi kuumennuksen aikana muodostuu haitallisia maalihöyryjä. Maalijäte tulee imuroida suoraan suljettaviin jätesäkkeihin kohdepoistomurilla. Maalijäte tulee sisältämään lyijyä ja muita haitallisia aineita, joten jätesäkit tulee kuljettaa ongelmajättepisteelle tai suoraan kaatopaikan ongelmajätteisiin. (Olenius 2020, 737.)

7.5 Hoitosuunnitelma

Tämä luku käsittelee valukalustolle tehtyä hoitosuunnitelmaa, joka laadittiin luvussa 6 tutkimuksen ja pohdintojen perusteella. Hoitosuunnitelman on tarkoitus olla suora ohjeistus Salpalinja-museolle koskien vain työn aiheena olevaa kalustoa. Museo voi itse tehdä muutoksia ja soveltaa suunnitelmaa katsomallaan tavalla, mutta ohjeistusta olisi hyvä pyrkiä noudattamaan.

Ensimmäisenä museon tulee tehdä selvitys hoitosuunnitelmasta ja huomioida seuraavat asiat:

- Kuinka kauan kalusto on tarkoitus säilyttää nykyisellä paikallaan?
- Rahoitus jatkuvaan ylläpitoon
- Toimihenkilö, joka hoitaa tarkistukset ja ylläpidon
- Museoluettelointi osista

Hoitosuunnitelmalla tarkoitetaan kohteen säilytyksessä tarvittavia toimia, kuten kohteen jatkuva ylläpito, puhdistus, kohteen kunnan tarkkailu ja näyttelyympäristön tarkkailu. Näillä saadaan parannettua kohteen säilyvyyttä ulkotilan olosuhteissa ja tehdyn restaurointityön säilymistä sekä kaluston esteettistä puolta esillepanossa. (Standards in the Museum care of larger objects 1994, 22–23.)

7.5.1 Ulkonäyttelyyn jäävät osat

Ulkosäilytykseen näyttelyn esillepanoon jäävät osat, jotka tulevat suunnitellun katoksen suojaan. Nämä osat ovat ulkomuotin ja imukoneiston lisäksi imuverkko, valukartio ja valukartionkaulus. Jos katoksen piirustuksesta puuttuville osille ei voida varata tilaa katoksesta tulee ne siirtää restauroinnin jälkeen sisäsäilytykseen.

Tarkistukset:

Ulos jäävien osien pinta tulee tarkistaa säännöllisin väliajoin ja dokumentoitava likakertymät ja muut vauriot. Katoksesta tulee tarkistaa katteen kunto ja pohjan toimivuus sadevesikertymiltä ja keväisin tulvimiselta. Tarkistuksessa tulee kiinnittää huomiota myös, että kalusto on tukevasti paikallaan. Tarkistus tulisi suorittaa kerran puolessa vuodessa etenkin keväällä, jolloin tulvimista voidaan tarkkailla paremmin. Dokumentoinnin avuksi voidaan kalustosta ottaa valokuva, josta on helpompi havainnoida vaurioiden kehittymistä (Care of Machinery Artifacts Displayed or Stored Outside 1993, 5).

Kaluston pinnoista pitäisi huomioida erityisesti:

- Maalipinnan vauriot
- Mahdolliset sammalkasvuston kertymät
- Mahdollinen ruoste

Museon ulkopuolista apua vaaditaan:

- Jos kalustossa havaitaan huomattavia kulumisen merkkejä, kuten ruosteen lisääntymistä. Tällöin on otettava yhteys restauroijaan tai konservattoriin ja laadittava suunnitelma jatkotoimenpiteille (Boylan 2004, 9–10).
- Jos säilytysolosuhteissa havaitaan ongelmia, kuten katoksen vauriot tai maapohjaan jäävät vesikertymät, on laadittava suunnitelma katoksen huoltotoimenpiteistä (Care of Machinery Artifacts Displayed or Stored Outside 1993, 5).

Hoitotoimenpiteet:

Tarkistusten yhteydessä voidaan tehdä kevyitä hoitotoimenpiteitä museon määräämän henkilökunnan toimesta. Mahdolliset pintaan kertyneet irtoliat ja roskakertymät ja lumi tulee harjata pois jokaisella tarkistuskerralla. Kun kaluston pintaan kertyy pinttynyttä likaa tai sammalkasvustoa, voidaan se pestä 5

% Mäntysuopa-vesi -liuksella. Tämän toimenpiteen voi suorittaa ennaltaehkäisevästi myös jokaisella puolivuositaisella tarkistuskerralla. Hoitotoimenpiteet tulee tarkastusten tavoin dokumentoida.

7.5.2 Uudelleen sijoitettavat kaluston osat

Ulkomuotin sisällä säilytyksessä olleet letkut, kumitiivisteet, sisämuottipallo ja sisämuottipallon suojakangas tulee sijoittaa sisäsäilytykseen.

Työn ulkopuolelle rajatuille sisämuottipallolle ja sisämuottipallon kankaalle tulee laatia erillinen suunnitelma konservaattorin toimesta. Näitä osia ei myöskään tule puhdistaa ilman ammattihenkilön ohjeistusta. Edellä mainittujen osien ollessa hauraita tulee niiden avaamista välttää niitä käsitellessä.

Restauroinnin työohjeistuksen mukaan konservoitujen letkujen ja kumitiivisteiden säilytystilan tulee olla tasaisesti viileä, kuiva, jossa ilmankosteus ei saa ylittää 65 % sekä sinne ei saa päästä UV-valoa (Williams 1997). Letkuja ja kumitiivisteitä ei tule säilyttää kerällä, sillä tämä aiheuttaa kumipinnan venymistä, joka johtaa halkeamiseen. Letkut ja kumitiivisteet tulee säilyttää koko pituudeltaan levitettyinä.

8 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS

Salpa-linjasta löytyy paljon kirjoitettua tietoa, mutta juuri pallokorsuja ja valukalustoa koskevat tiedot esiintyvät tietyltä aikaväliltä vain muutamassa lähteessä. Nämä ovat asiantuntevien henkilöiden kokoamia ja varmasti paikkansa pitäviä. Valukaluston historiassa oli kuitenkin paljon aukkoja. Tutkimusta varten kerättiin Salpalinja-museon avustuksella ensisijaisiksi lähteiksi piirustuksia ja materiaaliluetteloita sekä 1940-luvun dokumentteja kirjeenvaihdosta työmenetelmäselostuksiin. Jälkimmäisissä kirjoittajat ovat vaihdelleet kalustosta kuvaavissa asiakirjoissa käytettäviä termejä ja näin sekoittaneet tietoja, joka hankaloitti osiltaan tietojen laatimista kaluston kokoonpanosta ja alkuvaiheista. Museontutkija Armi Oinonen ja teknikkokapteeni evp. Arvo Tolmunen pystyivät kuitenkin todistamaan osan tiedoista paikkansa pitäviksi.

Restaurointisuunnitelman kannalta hankalin tutkimukseen liittyvä osuus liittyi alkuperäisen värin selvittämiseen. Museolta saatu tieto kaluston vaiheista ei

riittänyt todentamaan punaisen maalin alkuperäisyyttä, vaikka voidaan epäillä sen ehkä olleen pohjamaalin värikerros. Punainen maalikerros voi silti olla uudempi ja poikkileikkausnäytteet eivät antaneet tietoa mahdollisesta varsinaisesta päällä olleesta maalikerroksesta. Restaurointityön osalta suunnitelma ja ohjatut toimenpiteet eivät ole lopullisia ja ne ovat sovellettavissa työn tekevän ammattihenkilön harkinnan mukaan.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön päätutkimuskysymyksenä oli *Miten pallokorsun valukalusto saadaan kestäväksi museon ulkosäilytysolosuhteissa? Päätutkimukseen saatavan vastauksen kannalta ensiarvoisen tärkeää oli saada tietää kohteen historia, alkuperä, toiminta, kalustossa käytetyt eri materiaalit, niiden alkuperä sekä yleinen ohjeistus museoiden ulkosäilytyksestä. Nämä kaikki antoivat pohjaa restaurointisuunnitelman laatimisessa. Näitä osioita käsiteltiin valukaluston historia-, toiminta-, dokumentointi- ja kaluston merkitys ja säilyvyys museoesineenä osuuksissa. Tietoa koottiin eri arkistojen dokumenttien, henkilöhaastattelujen, kirjallisuuden ja materiaalitutkimuksien avulla. Näiden kaikkien osa-alueiden avulla saatiin koottua kompakti tietopaketti kyseisestä kohteesta ja voitiin vastata päätutkimuskysymykseen restaurointi- ja hoitosuunnitelmalla.*

Kohde on kärsinyt pahoja ruostevaurioita lähes kolmenkymmenen vuoden aikana museon ulkosäilytysolosuhteissa. Pintakäsittelyn alkuperäisyydestä ei löydy dokumentteihin tai henkilöhaastatteluihin perustuvaa tietoa. Ainoa tieto tästä on, että kalusto on uudelleen maalattu harmaaksi museolla ja käytetystä maalista tietoa ei ole. Kalustossa ei ole siis alkuperäistä pintaa johon kajota. Tämän vuoksi työn painotus käsittää valukaluston säilymisen tulevaisuudessa rankoinkin restaurointitoimenpitein, eikä niinkään tämän hetkisen tilan turvaamisen. Päätutkimuskysymykseen vastattiin restaurointisuunnitelmalla, jossa käydään läpi valukaluston säilymiselle välttämättömiä toimenpiteitä.

Alakysymyksinä olivat:

1. *Miten pallokorsun valukaluston eri osat restauroidaan?*
2. *Mitä säilytysratkaisuja tulisi huomioida kaluston eri osien kohdalla?*

Alakysymyksistä molemmat tukivat vastauksen löytämistä päätutkimuskysymykseen. Ensimmäinen alakysymys koski eri osille sopivien restaurointitoimenpiteiden löytämistä. Näihin saatiin osittainen vastaus työssä laaditun restaurointisuunnitelman avulla. Työn käytännön testauksien keskeytyminen oppilaitoksen sulkeutumisen vuoksi, jätti auki lopullisten restaurointiratkaisujen löytämisen oranssien letkujen kohdalla. Muottiosien ja imukoneiston kohdalla restaurointisuunnitelmassa päävaiheet ovat maalinpoisto ja uudelleen maalaus. Maalinpoiston voi suorittaa mekaanisesti maalinpoistoaineella- ja osittain hiekkapuhallusmenetelmällä. Uudelleen maalaukseen suositellaan kaksikomponenttista ruosteenestopigmentoitua oksiraaniesterimaalia, joka soveltuu hyvin metallipinnoille ja toimii kestäväenä ratkaisuna ulkosäilytysolosuhteissa. Letkujen kohdalla restaurointisuunnitelmassa päävaiheet ovat niiden puhdistaminen ja suojaaminen. Mustat letkut ja kumitiivisteet puhdistetaan hellävaraisesti ja suojataan vahalla. Letkujen metalliosiin suositellaan suojaavaa lakkaa, jonka kiilto himmennetään vahalla.

Toinen alakysymys koski eri osien vaatimia säilytysolosuhteita ja vastauksia kysymykseen saatiin alan kirjallisuudesta. Yleiset säilytysohjeet eri materiaaleille ja museoille laaditut kansainväliset ulkosäilytysohjeet toimivat lähteenä vastauksen löytämiselle. Valukaluston muottiosista mahdollisimman moni on tärkeää saada sisäsäilytykseen. Ulkosäilytykseen jäävät osat on tärkeää saada edes osittain suojattua vallitsevilta sääolosuhteilta esimerkiksi katoksella. Kaluston ongelmia tämän kohteen osalta tuottaa museon rajalliset säilytystilat sekä ulkosäilytyksessä olevien osien suojaamattomuus. Ulkosäilytyksen osalta on vielä tilaa jatkotutkimukselle, koska tässä työssä käytiin läpi vain yleisimmät ja välttämättömimmät asiat.

10 POHDINTA

Pallokorsun valukaluston moniosaisuus toi haastetta jo työn rajauksessa. Piti pohtia mitä valukaluston osia jätetään työn ulkopuolelle, jotta aikataulussa pysyttäisiin ja työ ei lähtisi harhailemaan sivupolulle. Kaluston osien määrä toi haasteellisuutta myös siltä osin, kuinka osat käsitellään ja esitellään raportissa lukijalle selkeästi. Kaluston dokumentointi oli haasteellista, koska kaluston osat olivat moninaisia, joten pelkästään valokuvien ja muistiinpanojen varassa työskentely tuotti hankaluuksia. Joistakin osista ei myöskään pystytty tuomaan

testikappaletta koululle, koska ne olivat liian suuria. Työ sisälsi myös materiaaleja, joista kummallakaan ei ollut aikaisempaa vahvaa kokemusta. Koulun materiaalitutkimus mahdollisuudet olivat kumin osalta rajalliset, joten joidenkin materiaalien osalta tutkimus ei ollut ehkä tarpeeksi kattava.

Salpalinjaa koskien on valmistunut viime vuoden aikana useampi opinnäytetyö, jotka ovat käsitelleet Salpalinjan historiaa ja merkitystä linnoituksena. Tämän vuoksi työssä päätettiin supistaa taustatutkimus historian osalta koskemaan vain pallokorsuja ja valukalustoa. Tätä varten lähdettiin tutkimaan pallokorsujen alkuperää, mutta tietoa suomen ulkopuolelta oli vaikea löytää. Billnerin kehittämän imubetonikaluston alkuvaiheista olisi ollut hyvä löytää tutkimukseen lisää tietoa. Alkuperää selvittäessä olimme yhteydessä Yhdysvaltain kansalliseen rakennusmuseoon, jonka yhteyshenkilö laittoi asian eteenpäin, mutta vastauksia esitettyihin kysymyksiin ei ennätetty työn aikana saada.

Opinnäytetyön tekeminen parityönä nosti esiin myös huomioita isomman projektityön tekemisestä ryhmätyönä. Parityöskentelyssä oli hyviä ja huonoja puolia, jotka yleensä liittyivät toisiinsa. Tiedon käsittelemisessä ja muodostamisessa oli apua toisen välittömästä palautteesta ja molempien näkökulmista. Tiedon välittäminen työn toiselle osapuolelle lisäsi jossain määrin työmäärää, koska luonnollisesti molempien tekijöiden tuli olla tietoisia kaikista työtä koskevista osa-alueista. Työosioiden jakamisessa ei koettu ristiriitaa ja ne jakautuivat tasaisesti molempien vahvuuksien mukaan. Molemmat kokivat työn kohteeseen liittyvän historian mielenkiintoiseksi ja työssä päästiin myös sivumaan näyttely ja säilytyspuolta.

Opinnäytetyö eteni hyvin suunnitellun aikataulun puitteissa, mutta viimeiseksi aikataulussa jätetyt dokumentointiosiot kärsivät, kun oppilaitokset ympäri Suomen suljettiin koronaepidemian vuoksi. Työ oli tässä vaiheessa onneksi suurimmilta osin valmis, joten kaikki osa-alueet käsiteltiin lukuun ottamatta oranssin letkun konsolidointia, joka olisi ollut restaurointisuunnitelman kokonaisuuden kannalta tärkeä osa.

LÄHTEET

Akroyd, T. 1982. Concrete Properties and Manufacture. Iso-Britannia: Pergamon Press.

Arimo, R. 1981. Suomen linnoittamisen historia 1918 – 1944. Helsinki: Otava.

Billner, K. P. 1938. Vorrichtung zur Erhöhung der Festigkeit von Beton durch gleichzeitige Anwendung einer Saug- und Druckwirkung. Reichspatentamt Nr. 655557.

Boylan, P. 2004. Running a museum. A practical handbook. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141067> [viitattu 22.3.2020].

Care of Machinery Artifacts Displayed or Stored Outside. 1993. Communications Canada. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.canada.ca/content/dam/cci-icc/documents/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/15-2-eng.pdf> [viitattu 24.3.2020].

Duasolid 50. 2017. Käyttöturvallisuustiedote. Saatavissa: <https://hlgroup.fi/wp-content/uploads/2019/09/91000149.pdf> [viitattu 11.3.2020].

Duasolid 50. 2019. Tuoteseloste. Saatavissa: file:///C:/Users/okama041/AppData/Local/Temp/Duasolid_50_FI_PDS_Tikkurila.pdf [viitattu 11.3.2020].

Fluxaf Green, Paint remover "New". 2015. Käyttöturvallisuustiedote. Saatavissa: https://www.domusclassica.fi/file_view.php?name=1/860-071-1-KayttoturvatieidoteGreen.pdf [viitattu 19.3.2020].

Hengitysuojaimet. 2020. Sundström safety ab. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.grolls.fi/editor_files/file/Kuvasto%202015/Hengitys2015.pdf [viitattu 18.3.2020].

Hytönen, J. 2007. Tehdyt ja tekemättömät työt Virolahden Bunkkerimuseolla. Miehikkälä. Elämyksiä Salpa-asemassa -hankeen arkisto.

Kahn, L. 2014. Exposed concrete and hollow stones: 1949-1959. Espanja: EPFL Press.

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Koskinen, A. 2014. Kumiobjektien säilytystilasuunnitelman toteutuminen museon kokoelmakeskuksessa. *Pro gradu -tutkielma*. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/45027/URN:NBN:fi:jyu-201501081046.pdf?sequence=1> [viitattu 24.3.2020].

Korroosionestopigmenteistä. 2019. Tikkurila. Saatavissa: https://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/tuotteet/tuotteet_aakkosjarjestyksessa/tuotehistoria/maali-tuotteiden_kehitys_kautta_aikojen/korroosionestopigmenteista [viitattu 10.2.2020].

Koskinen, K. 2006. Kaakonkulman Salpalinja-hanke/pallokorsun katos. Rakennustapaselostus. Helsinki: Arkkitehtitoimisto Koskinen & Schalin Oy

Lagersted, J. 2012. Salpalinja. Sotahistoriallisten kohteiden arkeologinen inventointi 2009-2012. *Inventointiraportti*. Saatavissa: <https://www.pohjois-karjala.fi/documents/33565/166414/Salpalinja+sotahistoriallistenkohteideninventointi+osa1.pdf/f4f51982-eff9-eb3a-4f65-d63c6c0a5ba8?version=1.1> [viitattu 28.1.2020].

Lascaux Water - Soluble Acrylic Adhesives 360 HV, 498 HV, 498-20X. 1999. Lascaux Farbenfabrik. Tekninen tiedote. PDF-dokumentti.

Länsivaara, I. & Tolmunen, A. 1994. Salpa-asema – Sodan monumentti. Salo: Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus.

Military Terms, Abbreviations, and Symbols: Dictionary of United States Army Terms. 1953. Washington D.C.: Department of The Army.

Mishra, G. s.a.. Vacuum concrete: Techniques, Equipments, Advantages. WWW-artikkeli. Saatavissa: <https://theconstructor.org/concrete/vacuum-concrete-techniques-equipments-advantages/6867/> [viitattu 28.1.2020].

Oinonen, A. 2020. Museotutkija. Sähköpostikeskustelu 11.2.2020. Salpalinja-museo.

Oinonen, A. & Tolmunen, A. 2005. Matka Salpalinjalle. Opas itsenäisen Suomen tärkeimmälle puolustuslinjalle. Miehikkälä: Salpalinjan Perinneyhdistys Ry.

Olenius, A. 2020. Terveydelle vaarallisten aineiden purkutyöt. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010601.pdf> [viitattu 18.3.2020].

Opastaulu: Pallokorsu 611 s.a.

Primal™ SF-016 ER Acrylic Emulsion. 2016. The Dow Chemical company. Tekninen tiedote. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.dow.com/content/dam/dcc/documents/en-us/productdatasheet/843/843-02005-01-primal-sf016-er-acrylic-emulsion-tds.pdf?iframe=true> [viitattu 23.3.2020].

Ramo, H. 1940. Kumiformuja betonikorsujen rakentamista varten. Kirje Puolustusministeriölle. Helsinki: Kansallisarkisto.

Rivers, S. & Umney, N. 2003. Conservation of Furniture. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Smithsonian National Museum of American History. Karl Pauli Billner papers, 1916–1965. Saatavissa: <https://invention.si.edu/karl-pauli-billner-papers-1916-1965> [viitattu 28.1.2020].

Standards in the Museum care of larger objects. 1994. Museums & Galleries Commission. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.swfed.org.uk/wp-content/uploads/2013/02/Std%20for%20larger%20objects000075%201.pdf> [viitattu 16.3.2020].

Third Supplemental National Defense Appropriation Bill for 1941: Hearings Before the United States House Committee on Appropriations, Subcommittee on Deficiency Appropriations, Seventy-Sixth Congress, Third Session, on Sept. 13, 19, 21, 1940. 1940. U.S. Government Printing Office.

Tolmunen A. Teknikkokapteeni evp. Haastattelu 2.3.2020.

Turvallinen työympäristö. 2020. Työterveyslaitos. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/> [viitattu 17.3.2020].

Uula Maalinpoistoaine Tuoteselostevihko. 2019. Tuoteseloste. Saatavissa: http://2n4vh32pxdvij8qlz2ukxx0k-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2019/06/Maalinpoisto_2019.pdf [viitattu 9.3.2020].

Wenander, H. 1975. Vacuum dewatering is back. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.concreteconstruction.net/view-object?id=00000153-8b88-dbf3-a177-9fb9c9f30000> [viitattu 24.3.2020].

Virtanen, N. 2014. Tiedonkeruu historiallisen interiöörin konservointia varten. Jakkarilan salin tapettien kuntokartoitus ja konservointiehdotus. *Opinnäytetyö*. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/74915/Noora_Virtanen.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 16.1.2020].

Väätänen, R. 2020. Tekninen maalausasiatuntija. Sähköpostikeskustelu 10.3.–19.3.2020. Fonteplas RM-clear -lakka tuoteseloste ja käyttöturvallisuustiedote. Tikkurila Oy.

World in brief. 1952. *USIS Feature* 26.2.1952. United States Information Service. Lehtiartikkeli. Saatavissa: https://books.google.fi/books?id=4e325LkBU_8C&pg=PP802&lpg=PP802&dq=billner+lend-lease+soviet+union&source=bl&ots=zvrOOx-kRU9&sig=ACfU3U017ePY0st4PkNES-GuXsbRlik_7bQ&hl=fi&sa=X&ved=2ahUKEwiAmeTunl-XoAhVwpYsKHXouBgYQ6AEwFXoECAoQAQ#v=onepage&q=billner%20lend-lease%20soviet%20union&f=false [viitattu 6.3.2020].

Williams, S. 1997. Care of Objects Made from Rubber and Plastic – Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 15/1. Canadian Heritage. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/care-rubber-plastic.html> [viitattu 23.3.2020].

KUALUETTELO

Kuva 1. Käsitekartta. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 2. Viitekehys. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 3. Billner esittelemässä tekniikkaansa Yhdysvaltain asevoimille. Life Magazine. 3.2.1941. Lehtiartikkeli. Saatavissa: <https://books.google.fi/books?id=-UgEAAAAMBAJ&pg=PA9&lpg=PA9&dq=billner+life+maga-zine&source=bl&ots=KzKjrnt1dY&sig=ACfU3U1mGYtPy4xQfIV7j4Xfr22IUX-CXA&hl=fi&sa=X&ved=2ahUKewjnyMOZk6boAhXXFXcKHcJsC0sQ6AE-wAHoECAYQAQ#v=onepage&q=billner%20life%20magazine&f=false> [viitattu 13.2.2020].

Kuva 4. Imubetonitekniikka havainnollistettuna. Mishra, G. s.a.. Vacuum concrete: Techniques, Equipments, Advantages. WWW-artikkeli Saatavissa: <https://theconstructor.org/concrete/vacuum-concrete-techniques-equipments-advantages/6867/> [viitattu 28.1.2020].

Kuva 5. Valutyömaa Sammatuksessa. SA-kuva s.a. sa_PE/LT_86. Pääesikunta. Linnoitustoimisto.

Kuva 6. Pallokorsun raudoitustyö meneillään. SA-kuva. 1944. Pallokorsun raudoitus. Vammelsuu-Kivennapa 1944.05.18. Saatavissa: <http://sa-kuva.fi/neo#> [viitattu 14.2.2020].

Kuva 7. Valukartion Käyttöä. SA-kuva. 1944. Pallokorsun valua. Vammelsuu-Kivennapa 1944.05.18. Saatavissa: <http://sa-kuva.fi/neo#> [viitattu 14.2.2020].

Kuva 8. Ulkomuotti museolla. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 9. Valukartio ja valukartion kaulus. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 10. Imukoneisto. Kiiski, A. 2020.

Kuva 11. Imuverkko. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 12. Sisämuottipallon kori. Kiiski, A. 2020.

Kuva 13. Letkut. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 14. Kumitiiviste. Kiiski, A. 2020.

Kuva 15. Sisämuottipallo. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 16. Sisämuottipallon suojakangas. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 17. Ulkomuotin oviluukun etupuolelta (vas.) ja takapuolelta (oik.) maalista otetut poikkileikkausnäytteet. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 18. Vasemmasta säiliöstä, harmaasta ja punaisesta maalista otetut poikkileikkausnäytteet. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 19. Oikeasta säiliöstä otetut poikkileikkausnäytteet. Vasemmalla oikean säiliön alaosan poistiventtiilistä otettu maalinäyte ja oikealla vihreällä pohjalla olevan tekstilaatan maalinäyte. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 20. Maalinpoisto ulkomuotin ovikappaleen sisäpinnasta maalikokeilua varten. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 21. Maalinpoisto ulkomuotin ovikappaleen ulkopinnasta. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 22. Maalaukokeilu. Kiiski, A. 2020.

Kuva 23. Kumitiivisteiden pinta ennen puhdistusta. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 24. Kumitiivisteiden puhdistuksen jälkeen. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 25. Musta letku ennen puhdistusta. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 26. Musta letku puhdistuksen jälkeen. Mäkinen, K. 2020.

Kuva 29. Letkujen kiristimet ja nipat ennen ja jälkeen konservoinnin. Kiiski, A. & Mäkinen, K. 2020.

Kuva 28. Oranssin letkun konsolidointitestit. Primal tummempana, Lascaux haaleampana. Kiiski, A. 2020.

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Osaluettelo. Kiiski, A. 2020.

Taulukko 2. Ulkomuottilevyjen vauriokartoitus. Mäkinen, K. 2020.

VALUKALUSTON OSIEN DOKUMENTOINTI KUVAT JA MITAT

Ulkomuottilevy



Jokaisen täysimittaisen muottilevyn leveys alareunasta on 1200 mm ja yläreunasta 700 mm, pystymitta on 2340 mm.

Ulkomuotin Ovikappale



Kaksiosaisen ulkomuottilevyn yläosan pystymitta on 965 mm ja ylhäältä leveys 700 mm. Alaosan pystymitta on 1385 mm, yläreunan leveys on 1020 mm ja alareunan 1200 mm.

Valukartio



Valukartion halkaisija on 1510 mm ja kartion sivun pituus 995 mm.

Valukartion kaulus



Valukartion kauluksen halkaisija on 2060 mm, lieriön sisäaukon halkaisija 1300 mm ja sivun pituus 510 mm.

Imukoneisto



Päämitoiltaan imukoneisto on 1720 mm leveä ja n. 1400 mm korkea. Säiliöiden halkaisija on n. 600 mm.



Imuverkko

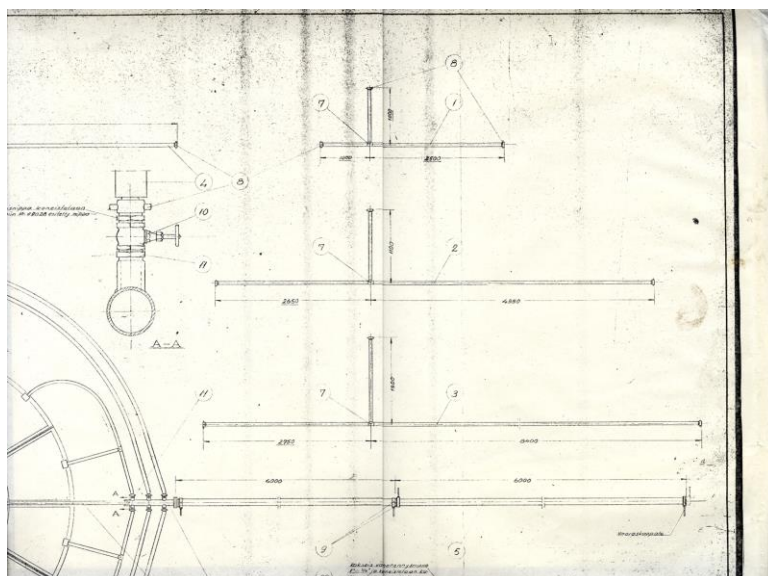


Imuverkon halkaisija on 2185 mm.

Sisämuottipallon kori



Korin segmentit ovat korkeudeltaan 980 mm ja leveydeltään 350 mm, nämä mitat täsmäsivät vanhoihin mittapiirustuksiin.

Letkut

Letkusarjoissa on käytetty kahta eri paksuista letkua $1\frac{1}{2}$ " (musta) ja $1\frac{3}{4}$ " (oranssi ja musta). Sarjat on jaettu 3 eri pituuteen, jotka vastaavat niiden pääimuletkulta ulkomuotin imuaukolle tarvittavaa mitta. Mustien letkusarjojen pituudet vastaavat muutaman sentin erolla piirrosten niiden määrittämää mitta, mutta oransseissa sarjoissa on huomattavaa eroa.



Kumitiivisteet



Kumitiivisteen vahvuus on paksuimmasta kohdasta 20 mm ja ohuimmasta kohdasta 5 mm, korkeus on 52 mm ja pituus 2820 mm.



Sisämuottipallo



Sisämuottipallon halkaisija on n.10 jalkaa eli n. 3048 mm.



Sisämuottipallon suojakangas



1000

/ Nro	1000	1000	1000	1000	1000
Nr. Entinen mitta	Paino	Paino	Tark.	Hyy.	Huom.

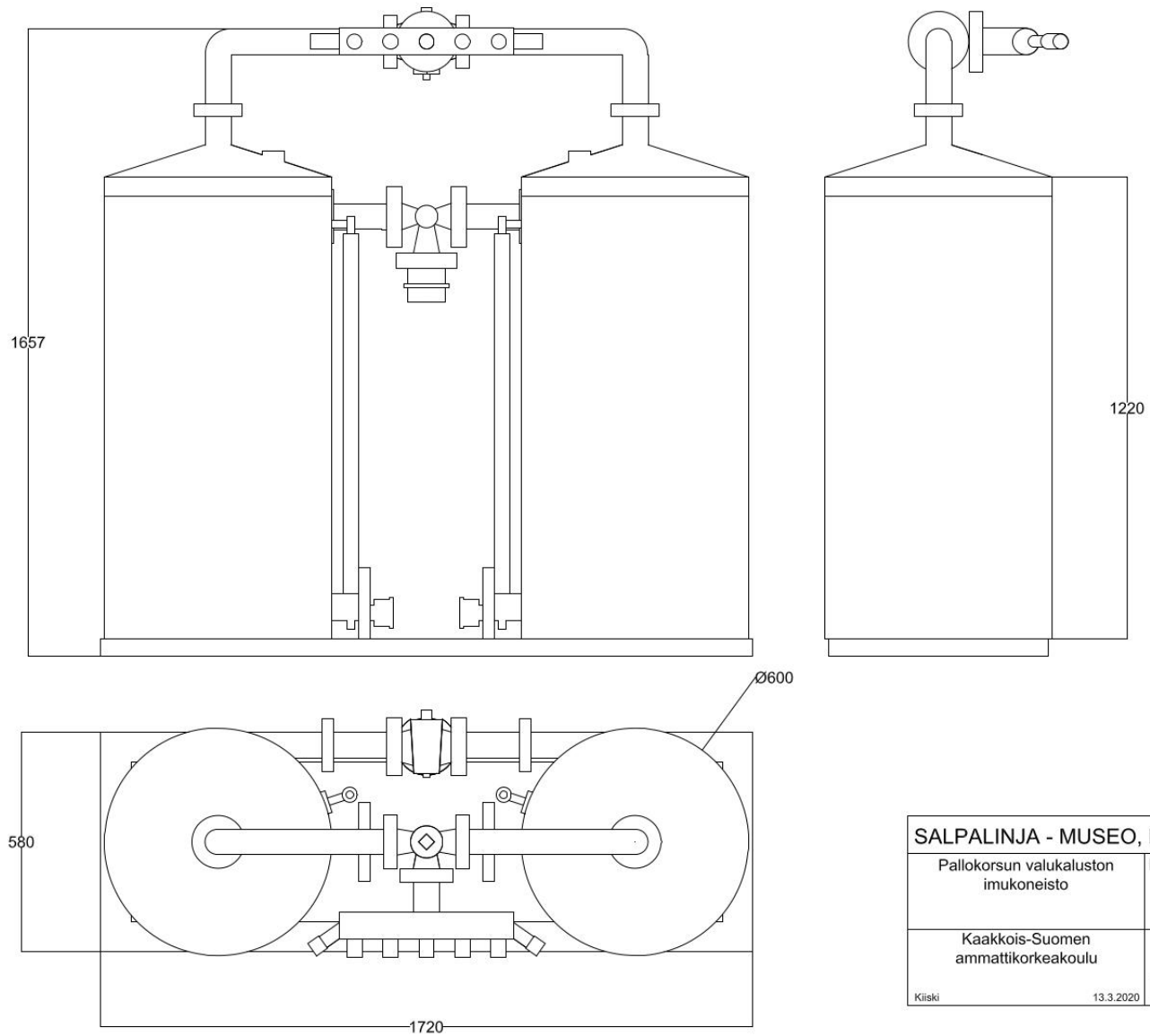
⑤ Kangaskalusteet voi keltaa myös muovisidattulämmänsä-teräis.

② Kangaslaatu - keuhkuvuoto-määrä mahdollista impregnoitua-peruskangas

① Kangasvuojen tulee olla niin tiivis että se määrän ja kutsuneenavain helposti menee pallon päälle.

/ Sisämuottipallon suojakangas	3	1000	Paino
Kpl	1000	1000	Paino
LINNOITUSTOIMISTO			
SMUBETONIKUPUMUOTTI			
sisämuottipallon suojakangas			
LIIKYY:	P&S-painos: 19924	Ent.	S&S:

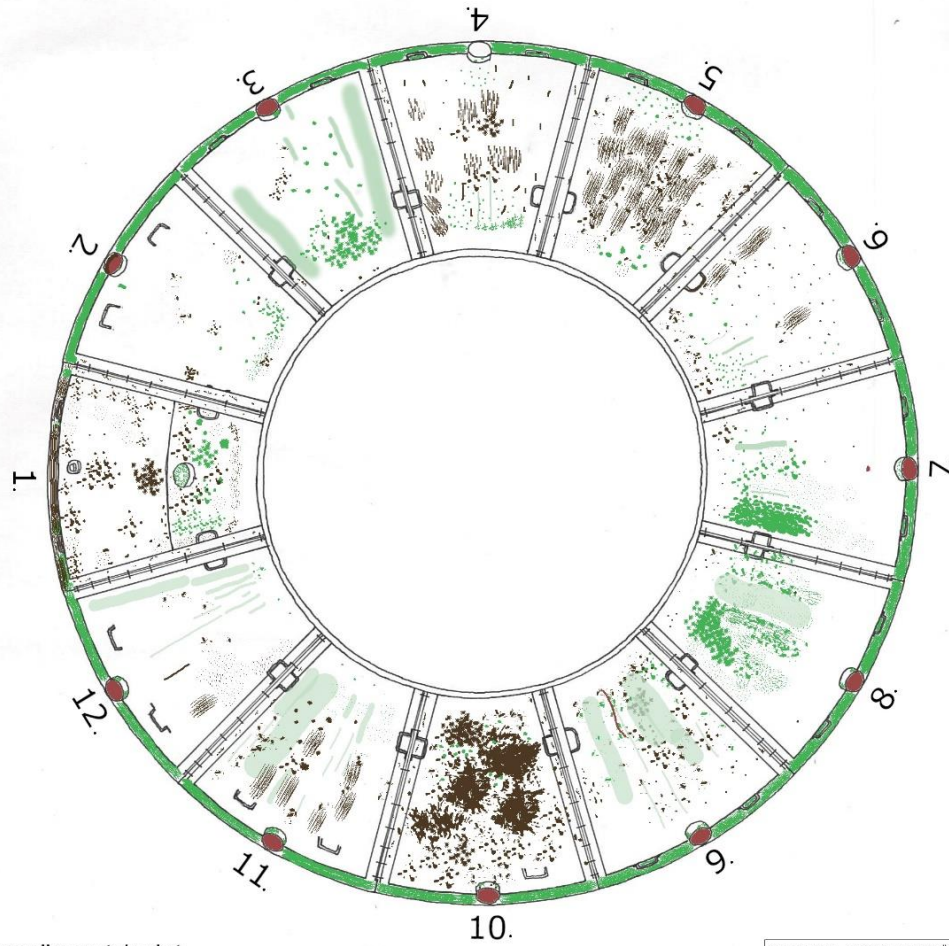
00027



SALPALINJA - MUSEO, MIEHIKKÄLÄ		
Pallokorsun valukaluston imukoneisto	Mittapiirustus	1:10
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu	DOK	
Kiiski		

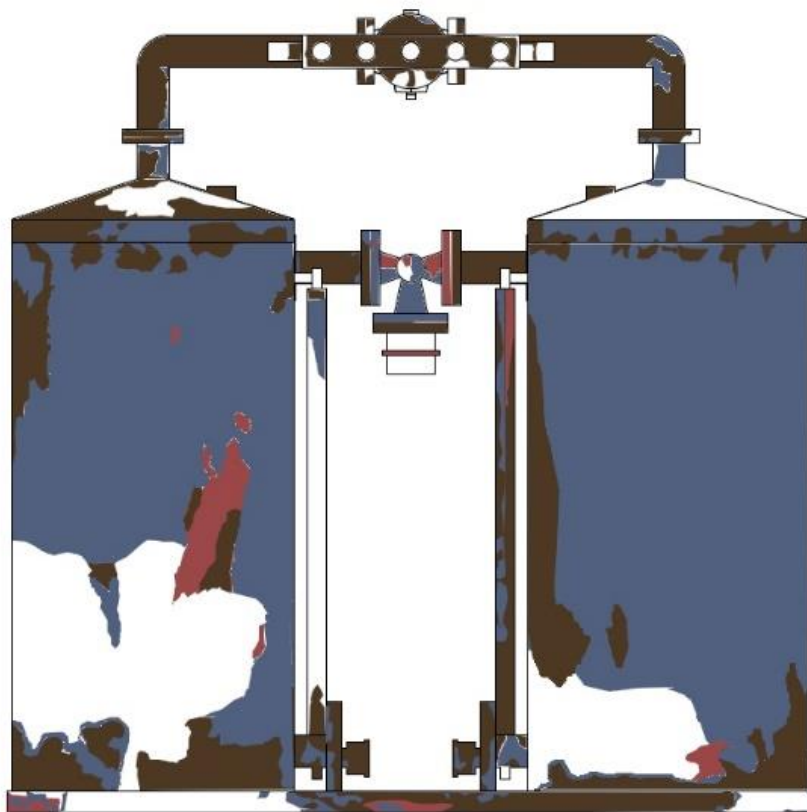
VAURIOKARTOITUSKUVAT

Liite 3/1



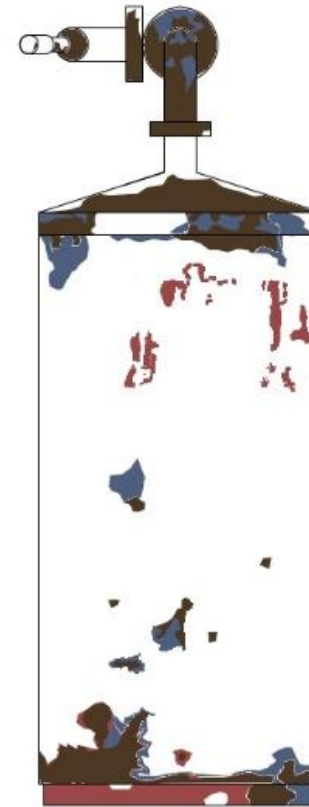
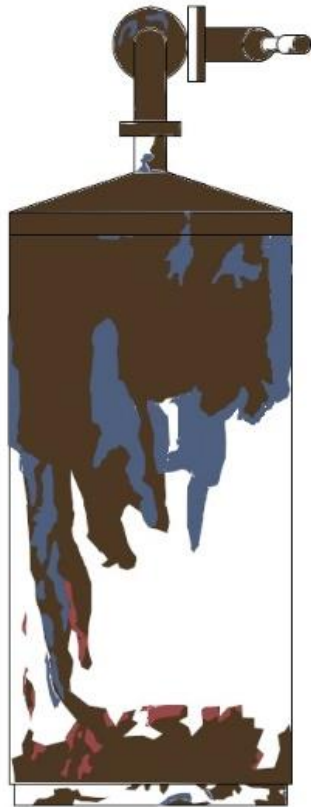
- Sammalkasvusto/roskat
- Ruoste/ruostevalumat
- Punainen maalikerros
- Valumajäljet

SALPALINJA - MUSEO, MIEHIKKÄLÄ	
Ulkomuotti	Vauriokartoitus
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu	
Mäkinen 23.3.2020	DOK



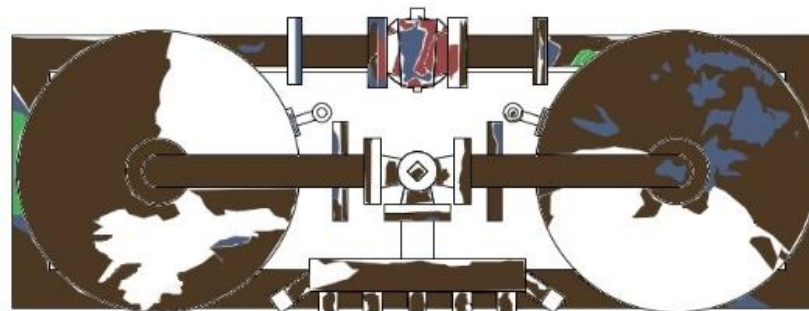
- Sammalkasvusto/roskat
- Ruoste/ruostevalumat
- Punainen maalikerros
- Hilseilevä maalikerros

SALPALINJA - MUSEO, MIEHIKKÄLÄ	
Imukoneisto edestä ja takaa	Vauriokartoitus
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu	
Kiiski	23.3.2020
DOK	



- Sammalkasvusto/roskat
- Ruoste/ruostevalumat
- Punainen maalikerros
- Hilseilevä maalikerros

SALPALINJA - MUSEO, MIEHIKKÄLÄ	
Imukoneisto sivut	Vauriokartoitus
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu	
Kiiski	23.3.2020
DOK	



- Sammalkasvusto/roskat**
- Ruoste/ruostevalumat**
- Punainen maalikerros**
- Hilseilevä maalikerros**

SALPALINJA - MUSEO, MIEHIKKÄLÄ	
Imukoneisto ylhäältä	Vauriokartoitus
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu	
Kiiski	23.3.2020 DOK

XRF-ANALYYSIT

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
Restauroinnin laboratorio
Paraatienkatä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 58
Mode Mining
Time 2020-02-12 14:28
Duration 194.10
Units %
Sigma Value 2
Sequence Final
Flags
SAMPLE LOCATION imu.k.salliomaali
INSPECTOR
MISC
NOTE
User Login User



Ele.	%	+/-	std
Sb	0	:	N/A
Sn	0.021	+/-	0.003
Cd	0.003	+/-	0.001
Pd	0	:	N/A
Ag	0.002	+/-	0.001
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	12.872	+/-	0.193
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
W	0.263	+/-	0.026
Zn	0.789	+/-	0.013
Cu	0	:	N/A
Ni	0	:	N/A
Co	0.072	+/-	0.008
Fe	1.092	+/-	0.024
Mn	0.287	+/-	0.017
Cr	0.233	+/-	0.012
V	0	:	N/A
Ti	4.517	+/-	0.080
Al	0.298	+/-	0.061
S	6.077	+/-	0.055
P	0.076	+/-	0.013
Si	1.897	+/-	0.049
Mg	0.573	+/-	0.298
Ba	1.673	+/-	0.037
Bal	67.303	+/-	0.380
Sr	0.046	+/-	0.001
Rb	0	:	N/A
As	1.329	+/-	0.032
Ca	0.549	+/-	0.036
K	0	:	N/A
Cl	0.028	+/-	0.004

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauraation laboratorio
 Paraatikenkä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 59
 Mode General Metals
 Time 2020-02-12 14:35
 Duration 182.17
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *7.74
 Alloy2 No Match : *7.74
 Flags
 SAMPLE imu.k.sailio.p.metal
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	std
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0.002	+/-	0.001
Nb	0	:	N/A
Zr	0.007	+/-	0.001
Bi	0	:	N/A
Pb	0.650	+/-	0.008
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	6.045	+/-	0.040
Cu	0.077	+/-	0.006
Ni	0	:	N/A
Co	0.578	+/-	0.027
Fe	85.670	+/-	0.213
Mn	0.214	+/-	0.009
Cr	0.211	+/-	0.003
V	0.492	+/-	0.004
Ti	1.381	+/-	0.007
Al	1.300	+/-	0.238
S	0.665	+/-	0.021
P	0.059	+/-	0.012
Si	2.646	+/-	0.076
Mg	0	:	N/A

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauraation laboratorio
 Paraatikenkä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 61
 Mode Mining
 Time 2020-02-12 14:46
 Duration 186.01
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Flags
 SAMPLE pallokorimaali
 LOCATION
 INSPECTOR
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	SD
Sb	0.005	+/-	0.002
Sn	0.019	+/-	0.003
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0.003	+/-	0.001
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	8.886	+/-	0.136
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
W	0.117	+/-	0.026
Zn	0.630	+/-	0.012
Cu	0.006	+/-	0.003
Ni	0	:	N/A
Co	0.591	+/-	0.023
Fe	8.738	+/-	0.108
Mn	0.400	+/-	0.021
Cr	0.112	+/-	0.012
V	0	:	N/A
Ti	5.043	+/-	0.087
Al	0.775	+/-	0.101
S	13.722	+/-	0.103
P	0.252	+/-	0.020
Si	3.406	+/-	0.059
Mg	0.880	+/-	0.472
Ba	1.979	+/-	0.041
Bal	51.666	+/-	0.482
Sr	0.066	+/-	0.002
Rb	0.002	+/-	0.001
As	1.303	+/-	0.032
Ca	1.202	+/-	0.049
K	0	:	N/A
Cl	0.196	+/-	0.007

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauraation laboratorio
 Paraatikerä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 60
 Mode General Metals
 Time 2020-02-12 14:42
 Duration 183.71
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *8.06
 Alloy2 No Match : *8.09
 Flags
 SAMPLE pallokorimetalli
 HEAT
 LOT
 BATCH
 HISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	220
Sb	0.028	+/-	0.005
Sn	0.056	+/-	0.004
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0.005	+/-	0.001
Zr	0.067	+/-	0.002
Bi	0	:	N/A
Pb	30.228	+/-	0.114
Se	0	:	N/A
Au	0.036	+/-	0.009
W	0	:	N/A
Zn	2.301	+/-	0.018
Cu	0.019	+/-	0.005
Ni	0	:	N/A
Co	1.690	+/-	0.032
Fe	19.756	+/-	0.101
Mn	0.950	+/-	0.029
Cr	1.300	+/-	0.015
V	7.960	+/-	0.037
Ti	28.754	+/-	0.099
Al	1.476	+/-	0.293
S	0	:	N/A
P	0	:	N/A
Si	5.372	+/-	0.121
Mg	0	:	N/A

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauraation laboratorio
 Paraatikerä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 37
 Mode Mining
 Time 2020-01-22 14:34
 Duration 193.51
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Flags
 SAMPLE MUOTTILUUKKU ETU
 LOCATION
 INSPECTOR
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	2σ
Ba	1.062	+/-	0.021
Sb	0.004	+/-	0.002
Sn	0.016	+/-	0.002
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0.002	+/-	0.001
Bal	52.195	+/-	0.355
Mo	0.003	+/-	0.001
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Sr	0.047	+/-	0.001
Rb	0.002	+/-	0.001
Bi	0	:	N/A
As	0.705	+/-	0.018
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
Pb	3.836	+/-	0.048
W	0	:	N/A
Zn	2.054	+/-	0.026
Cu	0.025	+/-	0.003
Ni	0	:	N/A
Co	0.707	+/-	0.021
Fe	15.160	+/-	0.128
Mn	0.306	+/-	0.017
Cr	0.677	+/-	0.014
V	0	:	N/A
Ti	4.545	+/-	0.069
Ca	0.806	+/-	0.039
K	0.082	+/-	0.021
Al	0.891	+/-	0.120
P	0.203	+/-	0.021
Si	4.536	+/-	0.085
Cl	0.093	+/-	0.006
S	10.197	+/-	0.076
Mg	1.842	+/-	0.603

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauraation laboratorio
 Paraatikerä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 42
 Mode Mining
 Time 2020-01-22 15:20
 Duration 191.00
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Flags
 SAMPLE MUOTTILUUKKUMAALITAKAA
 LOCATION
 INSPECTOR
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	±σ
Ba	1.725	+/-	0.035
Sb	0.004	+/-	0.002
Sn	0.019	+/-	0.003
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0.002	+/-	0.001
Bal	56.512	+/-	0.368
Mo	0.002	+/-	0.001
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Sr	0.056	+/-	0.001
Rb	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
As	1.125	+/-	0.025
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
Pb	7.252	+/-	0.097
W	0.092	+/-	0.024
Zn	0.961	+/-	0.014
Cu	0.013	+/-	0.003
Ni	0	:	N/A
Co	0.469	+/-	0.018
Fe	6.859	+/-	0.077
Mn	0.321	+/-	0.017
Cr	0.190	+/-	0.011
V	0	:	N/A
Ti	4.058	+/-	0.071
Ca	1.004	+/-	0.043
K	0	:	N/A
Al	0.573	+/-	0.105
P	0.458	+/-	0.024
Si	3.047	+/-	0.072
Cl	0.210	+/-	0.008
S	15.045	+/-	0.108
Mg	0	:	N/A

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauroinnin laboratorio
 Paraatikerntä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 41
 Mode General Metals
 Time 2020-01-22 15:07
 Duration 192.30
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *6.04
 Alloy2 No Match : *6.23
 Flags
 SAMPLE MUOTTILUUKKUMETALLIPINTA
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	2σ
Sb	0	:	N/A
Sn	0,010	+/-	0,003
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Mo	0,008	+/-	0,001
Nb	0	:	N/A
Zr	0,005	+/-	0,001
Bi	0	:	N/A
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
Pb	*5,301	+/-	0,027
W	0	:	N/A
Zn	0,359	+/-	0,008
Cu	0,100	+/-	0,007
Ni	0	:	N/A
Co	0,297	+/-	0,031
Fe	*88,706	+/-	0,207
Mn	0,259	+/-	0,011
Cr	0,413	+/-	0,004
V	0,045	+/-	0,002
Ti	0,152	+/-	0,003
Al	1,105	+/-	0,215
P	0,192	+/-	0,015
Si	3,039	+/-	0,073
S	0	:	N/A
Mg	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauroinnin laboratorio
 Paraatikenkä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 45
 Mode Mining
 Time 2020-01-22 15:50
 Duration 186.53
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Flags
 SAMPLE LETKUNKIRISTAJA
 LOCATION
 INSPECTOR
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	2σ
Ba	0.021	+/-	0.009
Sb	0	:	N/A
Sn	0.010	+/-	0.003
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0.002	+/-	0.001
Bal	27.185	+/-	0.704
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Sr	0.002	+/-	0.001
Rb	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
As	0.031	+/-	0.004
Se	0	:	N/A
Au	0.005	+/-	0.003
Pb	0.065	+/-	0.005
W	0	:	N/A
Zn	2.382	+/-	0.047
Cu	0.025	+/-	0.006
Ni	0	:	N/A
Co	0.251	+/-	0.037
Fe	60.990	+/-	0.591
Mn	0.149	+/-	0.016
Cr	1.035	+/-	0.017
V	0	:	N/A
Ti	0.014	+/-	0.009
Ca	1.001	+/-	0.054
K	0.633	+/-	0.033
Al	0.842	+/-	0.121
P	1.655	+/-	0.026
Si	1.981	+/-	0.054
Cl	0.072	+/-	0.004
S	1.646	+/-	0.024
Mg	0	:	N/A

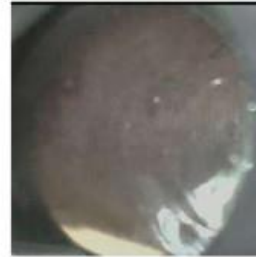
Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauroinnin laboratorio
 Paraatikenkä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 44
 Mode Mining
 Time 2020-01-22 15:40
 Duration 186.53
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Flags
 SAMPLE LETKU_T_LIITINMAALI
 LOCATION
 INSPECTOR
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	2σ
Ba	0	:	N/A
Sb	0	:	N/A
Sn	0,007	+/-	0,002
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0,002	+/-	0,001
Bal	18,637	+/-	0,789
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Sr	0	:	N/A
Rb	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
As	0,068	+/-	0,006
Se	0	:	N/A
Au	0,014	+/-	0,003
Pb	0,145	+/-	0,006
W	0	:	N/A
Zn	7,466	+/-	0,121
Cu	0,061	+/-	0,006
Ni	0,041	+/-	0,009
Co	0,711	+/-	0,037
Fe	49,893	+/-	0,469
Mn	0	:	N/A
Cr	6,394	+/-	0,062
V	0	:	N/A
Ti	0,028	+/-	0,009
Ca	0,385	+/-	0,038
K	1,221	+/-	0,042
Al	0,844	+/-	0,129
P	0,322	+/-	0,015
Si	6,839	+/-	0,094
Cl	0,078	+/-	0,004
S	1,963	+/-	0,026
Mg	4,857	+/-	0,814

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauroinnin laboratorio
 Paraatikerntä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 46
 Mode General Metals
 Time 2020-01-22 15:56
 Duration 183.22
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *7.14
 Alloy2 No Match : *7.14
 Flags
 SAMPLE LETKUNKIRISTAJAMETAL
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	2σ
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
Pb	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	*4.938	+/-	0.038
Cu	0.046	+/-	0.006
Ni	0	:	N/A
Co	0.263	+/-	0.030
Fe	*86.829	+/-	0.229
Mn	*0.158	+/-	0.011
Cr	1.503	+/-	0.007
V	0.021	+/-	0.002
Ti	0.058	+/-	0.002
Al	0.658	+/-	0.349
P	1.626	+/-	0.035
Si	2.686	+/-	0.082
S	1.207	+/-	0.025
Mg	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A

Mittausten tekijä: _____

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu - Xamk
 Restauraation laboratorio
 Paraatienkatä 7, 45100 Kouvola

Analysitodistus

XL31-89184

Reading No 43
 Mode General Metals
 Time 2020-01-22 15:35
 Duration 185.15
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *7.46
 Alloy2 No Match : *7.46
 Flags
 SAMPLE LETKU_T_LITINMETALLI
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE
 User Login User



Ele	%	+/-	2σ
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Mo	0.004	+/-	0.001
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
Pb	0.235	+/-	0.005
W	0	:	N/A
Zn	14.046	+/-	0.080
Cu	0.100	+/-	0.006
Ni	0.109	+/-	0.009
Co	0.841	+/-	0.027
Fe	66.997	+/-	0.170
Mn	0.063	+/-	0.016
Cr	6.026	+/-	0.022
V	0.028	+/-	0.002
Ti	0.054	+/-	0.002
Al	0.479	+/-	0.231
P	0.315	+/-	0.019
Si	9.288	+/-	0.118
S	1.412	+/-	0.027
Mg	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A

Mittausten tekijä: _____

H. RAMON KIRJE PUOLUSTUSMINISTERIÖLLE

Jäljennös.

FINNISH INFORMATION CENTER
Rockefeller Center
630 Fifth Avenue
New York, N.Y.Telephone:
Circle 7-0363Cable Address:
"Finnttravel" New YorkPl.M.
Saapui: 12.11.1940.
N: 244/adj.

New York, lokakuun 4 p:nä 1940.

Puolustusministeriö,
H E L S I N K I.Koskee: Kumiformuja betonikorsujen rakentamista varten.

Koska s/s Marissa Thorden lähtee tänään ja koska allekirjoittanut vastaanotti vasta eilen iltana otsikossa mainittujen kumivormujen yhteyteen kuuluvien ulkoseinämien työpiirustukset, niin pyysi Suomen Sotilasasiamies Eversti P. Zilliacus allekirjoittaneen kirjoittamaan liitekirjelmän.

Otsikossa mainitut kumivormut ovat nyt valmistuneet Goodyear tehtailla Akronissa, O., ja heti kun laivauspaperit ynnä naviceritit on saatu kuntoon lähetetään ne Suomeen. Vormuja on yhteensä 10 kpl. ja teräspellistä valmistettuja ulkovormuja on 1 (yksi) joten Suomessa pitäisi oheisten piirustusten mukaisesti ryhtyä valmistamaan 9 (yhdeksän) ulkovormua.

Ohjeeksenne pyydän ilmoittaa, että allekirjoittanut on ollut läsnä koekorsujen laittamisessa tällaisella vormulla ja on menetelmä lyhykäisyydessään seuraava:

Maahan kaivetaan ensin tarpeeksi iso kuoppa, jonka läpimitan tulee vastata ulkoseinämien läpimittaa. Kuoppaan sijoitetaan sitten kumivormu, joka ilmalla myöhemmin täytettynä tulee täysin pallon muotoiseksi (kumivormun suojaamiseksi käytetään sen ympärillä kangasta). Kun pallo on paikoillaan ja sisäpaine (muistaakseni) 4 naulaa, niin pannaan ulkovormut paikoilleen. Ulkovormujen alareunojen alle pannaan kuitenkin laudat, jotta eivät vormut vajoa maahan. Kun vormut ovat paikoillaan valetaan pallon ja ulkovormujen väliin betoniseos. Ampuma-aukkojen saamiseksi pannaan ulko- ja sisävormun väliin esim. lautakehye, jolloin tämä alue jää ilman betonia ja aukko syntyy. Kun valaminen on loppuunsuoritettu käännetään päälle vaakkuu n. 1/2 tai 1 tunniksi, jonka jälkeen vormut poistetaan (sisävormu muistaakseni ensin). Työ kaivamishetkestä vormujen poistamiseen kestää 5 mieheltä ynnä betonisekoittajilta n. 4 a 5 tuntia. Kun nyt näin valmistunut korsu saa seistä ulkoilmassa n. 12-16 tuntia, niin kestää se 75 mm. kanuunan täysiosuman. - Korsun sisään laitetaan tietenkin lattia ja sen alle varasto. Sisäntuloaukko kaivetaan korsun reunan alitse. - Sisävormun läpimitta on 10 jalkaa ja teräslevystä valmistetun ulkovormun sisäläpimitta on muistaakseni 14', joten korsun seinämän paksuudeksi tulee 2'. Koska betoni on vaakkumikäsiteltyä, niin vastaa tämän 2 jalan kestävyys 3 jalkaa tavallista betonia. Jos seinät halutaan paksummiksi, niin on ulkovormuja vastavasti suurennettava. - Korsuja voi näin valmistaa menestyksellisesti vielä -18° C.

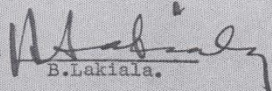
Elokuussa lähetin sinne Johtaja Eric Bromannin kanssa FM:lle annettavaksi koekorsua valmistettaessa tekemäni Sm/m elokuvafilmin. Lähempiä tietoja voivat myös antaa Kenraali Nenonen ynnä Johtaja V. Latvala.

Kunnioittaen,

H. R A M O.
H. Ramo.

Jäljennöksen vakuudeksi:

Lutnantti


B. Lakiola.

PUOLUSTUSVOIMIEN MATERIAALITOSITE

PUOLUSTUSVOIMAT		Materiaalitosite		1 (7)	
Tilaaaja (tavaran vastaanottaja) ja postiosoite Miehikkälän kunta Korsumuseo		Koodi		No	
Määräyksen antaja ja postiosoite		Koodi	MÄÄRÄYS	No	
Lähetäjä (ilmoittaja) ja postiosoite Pioneerimuseo PL 5 45611 KORJA		Koodi	LÄHETYS- ILMOITUS	No :tta	
Kuljetustapa SA-auto	Sot kulj todistuksen no	Lähetysasema KORJA	Määräasema MIEHIKKÄLÄ		
Kolliilu	Vaunujen nro:				
Tilaus pvm	Tilaaajan allekirjoitukset, arvo ja nimi		Määräys pvm	Määräyksen antajan allekirjoitukset, arvo ja nimi	
Lähetäjän palvelus ja allekirjoitukset Koria 24.10.1991 Teknikapt R Tihula		VASTAANOTTO- TODISTUS	Pvm	Lajin ja laadun tarkastaja, arvo ja nimi	
Arvo ja nimi -väap	Vastaanotettu <input type="checkbox"/> Huomautuksista <input type="checkbox"/> Käsnöpuolan huomautuksiin		Pvm	Määrän tarkastaja, arvo ja nimi	
Tilauksen jakelu	Määräyksen jakelu	Ilmoituksen jakelu	Vastaanotto todistuksen jakelu		
		Miehikkälän kun- 2 ta (korsumuseo) Pioneerimuseo	Miehikkälän kun- 1 ta (korsumuseo) Pioneerimuseo 1		
A No ja kuntoluokka	B Nimi	C	D	E	F ¹⁾
	Imubetonikupumuotin kalustoa:				
	ULKOMUOTTILEVY	11 kpl			
	ULKOMUOTTI OVILEVY	1 "			
	ALARENGAS	4 "			
	VALUKARTIO	1 "			
	KUMIKALOTIN IMUVERKKO	1 "			
	SISÄMUOTIN SUOJAKANGAS	1 "			
	SISÄMUOTTI KUMIA	1 "			
	KUMIKALOTTI KUMIA	1 "			
	KUMITIIVISTENAUHA ULKO-	19 "			
	MUOTTILEVYJEN	-			
	VALUKARTTION KAULUS	1 "			
	IMULETKU 2 HAARAINEN	3 "			
	1 IN 11170 MM	-			
	IMULETKU 2 HAARAINEN	3 "			
	1 IN 7200 MM	-			
	IMULETKU 2 HAARAINEN	3 "			
	1 IN 3500 MM	-			
	PAINESÄILIIÖ	1			

CS 11/75
11.07.2000-100 872443 P-A, Csp/48BL

¹⁾ Kirjoitettava sana, esim lähetyksen, kulutus, poisto, korttiliirto jne
²⁾ Huomautusten viittaukset merkitään sarakkeeseen F

jatkuu