

Annika Vänskä

# Kolmen julkisivupiirustuksen konservointi

Vesiherkkien merkintäaineiden problematiikka paperin  
vesikäsitelyissä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Konservointi AMK

Konservoinnin koulutusohjelma

Opinnäytetyö

7.5.2018

Tekijä(t) Otsikko	Annika Vänskä Kolmen julkisivupiirustuksen konservointi, vesiherkkien merkintäaineiden problematiikka vesikäsitelyssä
Sivumäärä Aika	40 sivua + 6 liitettä 7.5.2018
Tutkinto	Konservaattori AMK
Koulutusohjelma	Konservoinnin koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Paperikonservointi
Ohjaaja(t)	Päivi Ukkonen, Paperikonservoinnin lehtori Ruuben Tannar, Maalaustaiteenkonservoinnin lehtori
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena on kolmen rakennuspiirustuksen konservointi. Piirustukset ovat historiallisesti merkittävän Haminan vanhan linnoituksen ympäräkaupungissa sijaitsevan rakennuksen lupapiirustuksia vuosilta 1890, 1896 ja 1917. Piirustusten suurimpana haasteena oli vahva, ikääntynyt ja rullautunut paperi sekä repeämät, taitteet tai puuttuvat palat. Konservoinnin tarkoituksena oli suoristaa ja paikata piirustukset sekä saattaa ne näytteille asetettaviksi. Tehtyjen tutkimusten ja testien perusteella piirustuksissa on käytetty merkintäaineena rautagallusmustetta ja vuoden 1917 piirustuksessa on käytetty vesiliukoisia väriaineita, jotka rajoittivat yleisesti paperikonservoinnissa käytetyn vesikäsitelyn käyttöä paperin suoristusmenetelmänä. Työ on tapauskohtainen tutkimus, jonka aluksi perehdytään akvarelleilla tehtyjen rakennuspiirustuksissa yleisimmin käytettyihin tekniikoihin ja materiaaleihin 1800–1900 luvulla.</p> <p>Likaiselle, happamalle ja taittuneelle paperille vesikäsitely on lähes ehdoton elvytyskeino. Vesikäsitelyllä voidaan suoristaa voimakkaasti rullautunut paperi ja uudelleen muotoilla rypistyneitä ja taittuneita reunoja. Monimateriaaliset merkintäaineet taas saattavat kärsiä vesikäsitelystä leviämällä, vaalentumalla tai painautumalla syvemmälle paperin kuituihin. Haasteellisimmaksi merkintäaineeksi piirustuksissa osoittautui rautagallusmuste. Mikäli tämä muste saa runsaasti kosteutta, saattaa se aiheuttaa musteen katalyyttisen korroosioreaktion. Rautagallusmuste voidaan neutraloida kalsiumfytaattikäsitelyllä, mutta kuitenkin tämän voimakkaan käsittelyn jälkeen paperia suositellaan vahvistettavan emäksisellä kalsiumhydroksidi käsittelyllä. Hyvin emäksinen käsittely taas saattaa aiheuttaa värimuutoksia paperissa tai väriaineissa. Kalsiumfytaattikäsitely on suhteellisen uusi menetelmä, joten sen pitkän ajan vaikutusta paperissa ei tunneta.</p> <p>Piirustusten konservoinnissa päädyttiin huonokuntoisimman piirustuksen vesipesuun ja rautagallusmusteen paikalliseen kalsiumfytaattikäsitelyyn mukailien Iron Gall Ink Website-sivuston suosittamaa menetelmää. Vesikäsitelyn jälkeen piirustus taustattiin ja suoristettiin. Kaksi muuta huomattavasti vähemmän vaurioitunutta piirustusta rentoutettiin kosteuskammiossa matalalla suhteellisella kosteudella ja hieman eri pituisilla kostutusajoilla, jotta ne pystyttiin paikkaamaan ja suoristamaan.</p>	
Avainsanat	rakennuspiirustus, rautagallusmuste, vesikäsitely, konservointi

Author(s) Title Number of Pages Date	Annika Vänskä Conservation of Three Architectural Drawings and Media Problems in Water Treatment 40 pages + 6 appendices 7 May 2018
Degree	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme	Conservation
Specialisation option	Paper Conservation
Instructor(s)	Päivi Ukkonen, Principal Lecturer of Paper Conservation Tannar Ruuben, Principal Lecturer of Painting Conservation
<p>The purpose of this thesis was conservation of three architectural drawings, which are from 1890, 1896 and 1917. The building in the drawings is located at the culturally and historically significant s old city centre of Hamina, which is based on a unique circular town plan. The biggest challenge in the drawings was strong, aged and rolled paper with tears, folds or missing pieces. The purpose of conservation was to straighten and support the drawings and frame them for display. The tests and analyses showed that media used in the drawings is iron gall ink. Water-soluble media was also used in the drawing from 1917. These medias limited generally used water treatment methods in paper straightening. This thesis is a case study in which commonly used techniques and materials in architectural watercolour drawings in the late 19th century and early 20th century are discussed and clarified.</p> <p>Water treatment is almost an essential remedy for dirty, acidic and folded paper. Water treatment can be used to straighten heavily rolled paper and folded edges. However, multi-material media may spray, lighten or press deeper into paper fibres by water treatment. Iron gall ink is water delicate ink. If paper with iron gall ink becomes too moist it may start a catalytic corrosion reaction. Iron gall ink can be neutralized by calcium phytate-treatment. After this strong process, it is recommended to reinforce the paper with alkaline calcium hydroxide-solution. Highly alkaline processing may, however, cause colour changes in paper or media. Calcium phytate- treatment is a relatively new method, therefore long-term effect of treatment on paper is not known.</p> <p>The most damaged drawing was washed with aqueous treatment and the local calcium phytate treatment was made for iron gall ink according to the method recommended by Iron Gall Ink Web site. After water treatment, the drawing was mounted and pressed. Two other considerably less damaged drawings were relaxed in a humidity chamber with low relative humidity and slightly varying duration allowing them to be aligned and straightened.</p>	
Keywords	architectural drawing, iron gall ink, water treatment, conservation

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Arkkitehtuuriset piirustukset	2
2.1	1800- ja 1900-luvun arkkitehtuuristen piirustusten kehitys ja tekniikka	3
2.1.1	Piirustuksissa käytetyt paperit	4
2.1.2	Yleisimmin käytetyt tekniikat ja merkintäaineet	5
2.1.3	Arkkitehtuuriset piirustukset Suomessa	7
2.2	Arkkitehtuurinen piirustus – moniarvoinen artefakti	8
3	Kolme akvarellipiirustusta	8
3.1	Proveniensi	9
3.2	Korttilan kulma – Piirustusten rakennus	10
3.3	Kohteiden kuvaus ja vauriokartoitus	11
3.3.1	Piirustus vuodelta 1890	12
3.3.2	Piirustus vuodelta 1896	13
3.3.3	Piirustus vuodelta 1917	14
3.4	Kohteiden materiaalitutkimus	16
3.4.1	Liukoisuustestit	16
3.4.2	Rautagallusmusteen todentaminen	16
3.4.3	Röntgenfluoresenssi analyysi värialueille	18
3.4.4	Paperin ligniinitesti	20
3.4.5	Paperien kuituanalyysi	21
4	Konservointitoimenpiteiden haasteet	22
4.1	Ikääntyneen paperin ominaisuudet	22
4.2	Vesi ja paperi	23
4.3	Värien problematiikka vesikäsitelyissä	24
4.4	Rautagallusmuste ja sen problematiikka	25
4.5	Kalsiumfytaattikäsitelymenetelmä	27
5	Konservointitoimenpiteet	28
5.1	Pintalian ja teippien poisto	29
5.2	Vesikäsitely, tukeminen ja suoristaminen	31
5.2.1	Taustaaminen ja suoristaminen	32
5.2.2	Paikkaaminen ja retusointi	33



5.3	Kosteuskammio, tukeminen ja suoristaminen	34
6	Säilytys ja esillepano suositukset	35
7	Lopuksi	36
	Lähteet	38

#### Liitteet

Liite 1. Vauriokartoituskuvat

Liite 2. XRF-mittaustulokset

Liite 3. Kuituanalysireagenssi -liuokset

Liite 4. Paperin kuituanalysikuvat

Liite 5. Konservoinnissa käytettyjen liuosten reseptit

Liite 6. Piirustusten kuvat konservoinnin jälkeen

## 1 Johdanto

Tässä paperikonservoinnin opinnäytetyössä käsitellään kolmen rakennuspiirustuksen konservointia ja niissä ilmennyttä vesikäsitteilyiden problematiikkaa. Kohteena olleet rakennuspiirustukset ovat vuosilta 1890, 1896 ja 1917. Kaikki kolme piirustusta ovat saman rakennuksen muutostöiden lupapiirustuksia. Piirustukset on tehty arkkitehtien yleisesti käytössä olleelle hyvälaatuiselle puuvillapaperille ja niissä on käytetty erilaisia musteita ja akvarellivärejä. Näiden piirustusten suurimpana haasteena oli vahva, ikääntynyt ja rullautunut paperi sekä repeämät, taitteet tai puuttuvat palat. Konservoinnin tarkoituksena oli suoristaa ja paikata piirustukset sekä saattaa ne näytteille asetettaviksi. Piirustukset oli tarkoitus kehystää, jolloin ne ovat myös suojassa ulkoisilta vaurioittavilta tekijöiltä. Nämä toimenpiteet olivat myös piirustusten säilyvyyden ja niiden tuoman informaation säilyvyyden kannalta oleellisia.

Ikääntyneen paperin rentouttamiseen tarvitaan lähes poikkeuksetta kosteutta. Paperin ollessa rentoutuneessa tilassa, voidaan se paikata, suoristaa ja tarvittaessa vahvistaa taustaamalla. Haasteiksi vesikäsitteilylle olivat näissä kolmessa rakennuspiirustuksessa käytetyt erilaiset merkintäaineet kuten rautagallusmuste ja liukenevat väriaineet. Rautagallusmusteessa käytetyn rautasulfaatin vesiliukoiset rautaionit lähtevät liikkeelle mustejäljestä ympäröivän suhteellisen ilmankosteuden (RH, Relative Humidity) noustessa yli 70% RH (Reissland, Ligterink & Phan Tan Luu 2010). Liikkeelle lähteneet rautaionit aiheuttavat hapettuessaan korroosiota paperissa.

Rauragallusmusteelle on mahdollista tehdä vesikäsitteilyn yhteydessä rautaioneja inaktiivoina käsitteilyä. Musteen lisäksi kohteiden merkintäaineissa on käytetty erittäin vesiliukoisia värejä, jotka vaativat vesikäsitteilyä ennen suojaamista. Vesiliukoisia merkintäaineita voi suojata erilaisilla kiinnite ja suojausaineilla. Kuitenkin näilläkin aineilla on omat hyötynsä ja haittansa. Paperiin lisätynä eivät ole useinkaan täysin poistettavissa ja saattavat aiheuttaa ikääntyessään muun muassa värimuutoksia paperissa.

Vanhat kauniit asiakirjat, joilla ei ole enää käyttöä dokumentaarisenä arkistomateriaalina, saavat usein uuden elämän esteettisenä esineenä kodeissa ja julkisissa tiloissa. Tällaisissa tilanteissa esineeltä vaaditaan esteettistä eheyttä. Paperin pesu on paperikonservoinnissa usein käytetty ja melko vaivaton toimenpide, jolla poistetaan vesiliukoisia väriaineita, tahroja ja liimajäämiä paperista. Pesulla saadaan aikaan väriltään tasaisempi

kirkastunut paperi. Kuitenkin huolimattomasti arvioitu ja suunniteltu vesikäsitteily saattaa liuottaa merkintäaineita ja vähentää kohteiden artefaktista arvoa hävittämällä merkittäviä tietoja, jotka voivat olla esimerkiksi tutkimuksen kannalta oleellisia.

Opinnäytetyöni tavoitteena oli löytää näille kolmelle rakennuspiirustukselle konservoinnin etiikan mukaiset toimenpiteet. Tavoitteena oli säilyttää piirustusten arvo artefaktina, mutta myös esteettisenä esineenä. Piirustukset ovat osa Haminan ympyräkaupungin rakennushistoriaa sekä merkityksellisiä omistajilleen kertoen kodin historiasta.

Perehdyn opinnäytetyössäni 1800- ja 1900-luvun akvarellitekniikalla tehtyjen arkkitehtuuristen piirustusten käyttötarkoitukseen sekä niissä käytettyihin materiaaleihin ja tekniikoihin. Punnitsen työssäni vesikäsitteilyn hyötyjä ja haittoja peilaten niitä omaan konservointityöhöni. Avaan työssäni rautagallusmustetta ja sille suositellun fytaattikäsitteilymenetelmän problematiikkaa suhteessa muihin konservointityöni vaiheisiin.

Merkittävimpiä lähteitäni on The Cultural Heritage Agency of the Netherlands:in ylläpitämä verkkosivusto Iron Gall Ink Website. Internetsivuston takana on tutkimusjoukko, joka on tutkinut rautagallusmustetta ja sen konservointia yli kymmenen vuoden ajan. Sivustolle on kerätty uusinta tietoa liittyen rautagallusmusteeseen ja sen konservointiin. Merkittävimpiä rakennuspiirustuksiin liittyviä lähteitäni ovat amerikkalaisen konservاتورin Lois Olcott Pricen teokset ja artikkelit. Price on tutkinut arkkitehtuurisia piirustuksia vuodesta 1991. On huomioitava siis, että tietoni piirustuksista ovat amerikkalaisesta näkökulmasta ja saattavat poiketa näin ollen eurooppalaisesta rakennuspiirustusten historiasta. Tästä syystä tapasin opinnäytettä varten arkkitehtuurimuseon piirustuskokoelmista vastaavana amanuenssin Antti Aaltosen, jolta sain työni kannalta arvokasta tietoa 1800–1900-lukujen vaiheen rakennuspiirustuksista Suomessa.

## **2 Arkkitehtuuriset piirustukset**

Varhaisimpia rakentamiseen liittyviä graafisia asiakirjoja, ei tehty välttämättä kestämään aikaa. Näissä kirvesmiesten tekemissä työpiirustuksissa käytettiin materiaaleja, joita oli milloinkin saatavilla ja materiaalit saattoivat olla melko huonolaatuiseksi. Myöhemmin arkkitehtien tekemät rakennuspiirustukset tehtiin rakennusoikeuden lupapiirustuksiksi, ohjeeksi työmaalle sekä edustamaan tai myymään arkkitehdin tekemää rakennussuunnitelmaa. Työpiirustusten (working drawing) käytön yhteydessä, niitä kiinnitettiin

rakennustyömaalla seinille sekä niitä saatettiin rullata auki ja kiinni useaan kertaan. Toisinaan piirustuksista teetettiin useita kopioita jaettavaksi työmaalla. Taidokkaasti tehtyjen, esteettisten ja viimeistelyjen esittelypiirustusten (presentation drawing) kanssa saatettiin matkustaa pitkiä matkoja esittelemään niitä erilaisiin tilaisuuksiin, joissa haluttiin myydä omaa suunnitelmaa eteenpäin. Rakennuspiirustukset ovat saattaneet olla kovalla käytöllä, jopa kadota tai tuhoutua työmaaolosuhteissa. Kopioita piirustuksista on voinut olla rakennuksen omistajilla tai rakennuttajalla. Arkistointivelvoitteen myötä piirustuksia on päätyntä myös paljon arkistoihin, joista osa on hyväkuntoisia toteutumattomia suunnitelmia. Piirustukset ovat useimmiten suurikokoisia ja saattavat olla melko huonokuntoisia. Tästä syystä ne saattavat olla haastavia säilytettäviä arkistoissa ja kirjastoissa. (Price 2011b.)

## 2.1 1800- ja 1900-luvun arkkitehtuuristen piirustusten kehitys ja tekniikka

Arkkitehtuuriset piirustukset tulivat maailmalla merkitykselliseksi 1700- ja 1860-luvun välisenä aikana. Rakennustekniikan kehittyminen mahdollisti uudet tekniikat ja materiaalit, joilla pystyttiin rakentamaan entistä monimutkaisempia ja yksityiskohtaisempia rakennuksia. Tällöin kirvesmiehillä ei ollut enää osaamista suunnitella itse tilaajien toiveiden mukaisia rakennuksia ja rinnalle kehittyi arkkitehtien ammattikunta. Tähän asti työsuunnitelmat saattoivat olla kirvesmiesten tekemiä hahmotelmia rakennuksesta ja yksityiskohdat saatettiin toteuttaa työmiehen näkemyksen tai osaamisen mukaisesti. Näiden rinnalle arkkitehdit toivat omat yksityiskohtaiset ja visuaalisesti vaikuttavat piirustuksensa, jotka olivat ehdotuksia tulevasta rakennuksesta. Vaikuttavilla piirustuksilla nuori ammattikunta vahvisti asemaansa rakennusalalla. Nämä piirustukset tehtiin usein tarkasti mitataavaan, laadukkaalle paperille, ja ne olivat siististi musteella ja viivaimella piirrettyjä. Piirustuksissa käytettiin akvarellivärejä havainnollistamaan tulevaa rakennusta mahdollisimman hyvin. Piirustukset saattoivat olla hyvinkin yksityiskohtaisia, ja niissä saattoi olla esitettynä ikkunankarmien muoto, lämmitys- tai ilmanvaihtojärjestelmät ja muut yksityiskohdat. Myöhemmin piirustuksiin alettiin tehdä valo- ja varjokohtia sekä perspektiivejä, jotka palvelivat asiakasta hahmottamaan rakennuksen entistäkin paremmin. Arkkitehtuurisilla piirustuksilla todistettiin ja ilmaistiin arkkitehtien esteettistä näkemystä ja ammattitaitoa suunnitteluprosessissa. Laadukkaiden materiaalien käyttö tuki piirustusten visuaalisuutta, ja siksi näissä piirustuksissa on käytetty monesti aikansa parhaita materiaaleja. (Price 2011b.) Ammattikunnan vahvistuttua, arkkitehdeille oli saatavilla oppaita, joissa suositeltiin arkkitehtuurisissa piirustuksissa käytettäviä materiaaleja ja piirustustekniikoita (Price 2010, 11).

### 2.1.1 Piirustuksissa käytetyt paperit

1700-luvulla ja vielä 1800-luvun alussa kirvesmiesten tekemät yksinkertaiset rakennuspiirustukset tehtiin tavalliselle paperille, jota käytettiin kirjoittamiseenkin (Price 2010, 15–16). Akvarellitekniikka kehittyi Englannissa 1700-luvulla (Kämäräinen 1995, 25). Tämän myötä alettiin kehittämään vesiväreille soveltuvia papereita, joista 1800-luvun aikana alettiin käyttämään yleisesti nimitystä vesiväripaperi (drawing paper) (Price 2010, 15–16). 1870-luvulla arkkitehdeillä oli käytössään käsintehty hienot Whatman akvarelli- ja piirustuspaperit, joita pidettiin parhaina mahdollisina papereina (Price 2010, 66).

Hyvälaatuisten käsin valmistettujen papereiden käyttö kuitenkin väheni edullisempien koneellisesti valmistettujen papereiden tullessa markkinoille, vaikkakin käsin valmistettuja saatettiin käyttää edelleen hienoimmissa töissä laadukkuutensa takia (Price 2010, 66). Yleisesti ennen 1860-lukua arkkitehtien käytössä oli vain muutamia erilaisia paperilaatua: piirustuspaperia, vesiväripaperia, läpikuultavaa kuultopaperia (tracing paper) ja luonnospaperia (detail paper). 1860-luvun jälkeen erilaisia koneellisesti valmistettuja papereita alkoi olla saatavilla valtavasti eri valmistajilta. Vaihtoehtoja oli paljon liittyen väriin, painoon, pintastrukturiin ja muihin ominaisuuksiin. Koneellisesti valmistetuille vesiväripapereille tavoiteltiin yhä käsintehtyyn puuvillapaperin rakennetta, sillä sen ominaisuuksia ja laadukkuutta pidettiin edelleen yliverlaisena. Markkinoille tuotiin useita koneellisesti valmistettuja papereita, joiden laatu ja ominaisuudet vaihtelivat. Yleisimmin käytetyt paperit olivat saksalainen piirustuspaperi, luonnospaperi sekä jäljennöspaperi. Saksalaista piirustuspaperia (german drawing) ja kartuusipaperia (cartidge paper) oli saatavilla monen laatusena. Paperi oli vahvaa ja sen pinta oli kalanteroitu, joten se oli hyvä pohja lyijykynälle, väreille, musteille sekä väriliiduille. Paperia käytettiin yleisesti luonnosteluun sekä piirtämiseen toimistoissa ja kouluissa. Luonnospaperi (detail paper) oli vahvaa ja edullista. Hyvien kestävyysominaisuuksien takia sitä käytettiin erityisesti työpiirustuksiin. Tämä paperi ei juuri imenyt itseensä vettä, eikä sitä saatu siksi pingotettua piirustusalustalle, joten sille ei sopinut vesiväritekniikat. Varhaiset kuultopaperit (tracing paper) valmistettiin kyllästämällä paperi öljyllä tai hartsilla. Myöhemmin synteettiset hartsit korvasivat öljyn ja tämä teki materiaalista stabiilimman. 1860-luvulle asti tätä paperia käytettiin kopioimiseen, mutta tämän jälkeen se oli käytössä yleisesti työpiirustuksissa kestäväyhtensä takia. Myös kangas saatettiin kyllästä (tracing cloths), jolloin materiaalista saatiin entistä kestävämpi ja taipuisampi. (Price 2010, 69–77.)

## 2.1.2 Yleisimmin käytetyt tekniikat ja merkintäaineet

Rakennuspiirustusten paperia tarkastellessa voi huomata, että niissä on erilaisia jälkiä, painaumia ja reikiä. Nämä ovat usein tulleet piirtämisessä tai kopioimisessa käytetyistä välineistä ja kuuluvat piirustuksiin. Niissä voi olla myös korjauksia kuten pyyhkimisjälkiä ja ohennettua paperia. Pyyhekumi on saattanut rikkoa paperin pintaa tai sitä on voitu ohentaa jopa veitsellä tai kaapimella, jotta piirtämisessä tapahtunut virhe saatiin poistettua. Rakennuspiirustusten reunat on usein rajattu mustalla viivalla kehystäen piirustuksen sisälleen. Viivojen piirtämiseen käytettiin nykypäivänäkin teknisessä piirtämisessä käytettyä vetopiirintä, jonka avulla pystytään tekemään eripaksuisia suoria viivoja. Viivat tehtiin rutiininomaisesti, ja siksi ne usein saattoivat olla eri musteella tehdyt kuin piirustuksen muut merkinnät. Vetopiirtimen tekemä painauma saattaa olla jäänyt paperin pintaan. Ennen 1870-luvun loppua piirustusten kopioimiseen käytettiin yleisesti piikkiä, jolla merkattiin esimerkiksi viivojen risteys- tai kulmakohdat. Näin kopioitavan piirustuksen mitat siirtyivät paperin alla oleviin papereihin ja tärkeimmät mitat saatiin siirtymään paperilta toiselle. 1870-luvun lopulla otettiin käyttöön sinikopiot (blueprint), jotka helpottivat kopiointia. (Price 2011c.)

Varhaisimmissa rakennuspiirustuksissa laveeraustekniikkaa käytettäessä vesiväripaperi liimattiin reunoistaan piirustusalueeseen, jotta paperi pysyisi mahdollisimman suorana laveerauksen aikana ja sen kuivuessa. Paperi poistettiin alustasta leikkaamalla paperi liimavan sisäpuolelta. Tästä syystä piirustukset voivat olla kooltaan pienempiä, kuin alkuperäinen käytetty paperiarkki ja lisäksi paperin vesileima on saattanut leikkautua pois. (Price 2010, 23–24.) 1860-luvulla markkinoille tuli liimateippiä, jolla saatiin huomattavasti helpommin paperi kiinnitettyä piirustusalueeseen. Valmis piirustus leikattiin paperin reunoja myöten, jolloin teippi saattoi jäädä kehystämään piirustusta sen reunoille. (Price 2010, 74–45.)

1800–1900-luvulla rakennuspiirustuksia tehtiin paljon erilaisilla musteilla, mutta myös yhdessä akvarellien kanssa. Oli tavallista, että piirustus tehtiin vaiheittain ja eri vaiheissa käytettiin eri musteita. 1800-luvun alussa rautagallusmustetta käytettiin paljon vetopiirtimen musteena, etenkin puuseppien ja kirvesmiesten keskuudessa. Kuitenkin samoihin aikoihin englantilaisten arkkitehtien käytössä oli niin sanottu kiinalainen muste, joka nykyisin tunnetaan nimellä Indian ink. Tyypillisesti piirustusten mustat reunaviivat saatiin tehdä rutiininomaisesti käyttäen kiinalaista mustetta, mutta merkinnät saatiin tehdä kuitenkin rautagallusmusteella. (Price 2011b.)

1600 -luvulla kiinasta tuotiin Eurooppaan lamppumustaa väritankoina, jotta se muistutaisi kiinassa pitkiä perinteitä vaalivaa laadukasta hiilimustaa. Kiinalainen muste valmistettiin Euroopassa hiertämällä tankoa pulveriksi ja siihen sekoitettiin sideainetta. Pigmentti oli tavallisesti lamppumustaa ja sideaineena käytettiin eläinliimaa. Vaikka muste ei ollut Kiinassa perinteisesti käytettyä hiilimustaa, oli se silti laadultaan melko hyvää ja siksi siitä tuli Euroopassa suosittua. (James, Corrigan, Enshaian, Greca 1997, 74–75.) Pullotettu kiinalainen muste tuli markkinoille 1840-luvun jälkeen ja vedenkestävää musteesta tehtiin 1880-luvulla, jolloin siitä alettiin käyttämään yleisesti nimeä Indian ink (Price 2011b). Nykyisin käytössä oleva Indian ink -termi viittaa siis kiinanmusteeseen eikä suinkaan ole nimestään huolimatta peräisin Intiasta (James ym. 1997, 75). Vedenkestävä muste valmistettiin lamppumustasta, sellakasta, booraksista tai ammoniakista sekä toisinaan musteeseen lisättiin pigmenttejä, väriaineita tai lisäaineita. Värikköisiä pigmenttitankeja oli saatavilla 1800-luvun alussa ja värikköisiä pullotettuja musteita tuli saataville 1880. (Price 2011b.)

Mustepiirustuksia yhdessä akvarellien kanssa ja ilman tehtiin 1800-luvun alusta 1900-luvulle asti. Ennen 1860-lukua mustelaveerausta oli käytetty piirustuksissa luomaan valo ja varjoja. 1860-luvun jälkeen musteella lähinnä sävytettiin akvarelleja. Lisäämällä mustetta akvarelliin, saatiin luotua kylmempiä sävyjä. Eri tummuksia musteita käytettiin varjojen lisäksi korostamaan rakennuksen pyöreitä muotoja sekä erilaisia ulokkeita. Tavallisesti piirustuksiin tehtiin varjot niin, että valo tulisi 45 asteen kulmassa yläkulmasta. (Price 2011b.) On huomioitava, että akvarellien ja musteiden ero on saattanut olla lähinnä niiden side- tai lisäaineissa, jolloin sakeus tai viskositeetti on saattanut olla erilainen (James ym. 1997, 74–75).

Akvarelleillä laveerattiin suuria tasaisia alueita tai käytettiin yhdessä mustelaveerauksen kanssa päällekkäin. 1860-luvun jälkeen erityisesti esittelypiirustuksissa akvarelleja käytettiin saamaan piirustukselle maalauksellinen lopputulos. Työ- ja yksityiskohta piirustuksissa akvarelleja käytettiin rakennuksen materiaalien merkitsemiseen esimerkiksi metallia, puuta, tiiltä tai kiveä. Perinteisesti punainen on edustanut tiiltä, okralla on merkattu puu ja sininen on saattanut edustaa tiiltä, liuskekiveä tai metallia. (Price 2010, 117–118.) Suomalaisissa muutostyö piirustuksissa punaisella värillä saatettiin esittää rakennuksen kohta, jossa muutostyö tulee tapahtumaan (Aaltonen 2018).

### 2.1.3 Arkkitehtuuriset piirustukset Suomessa

Suomessa arkkitehtien koulutus aloitettiin 1872 (Suomen arkkitehtiliitto n.d.). Tätä ennen 1800-luvun alun arkkitehdit saivat koulutuksensa pääasiallisesti Ruotsista. Esimerkiksi arkkitehtuurimuseon vanhin rakennuspiirustus on suomalaisen ja Ruotsissa koulutuksen saaneen Anton Wilhelm Arppen piirustus vuodelta 1812. Rakennuspiirustukset olivat 1800-luvulla ja vielä 1900-luvun alussa ennen kaikkea lupapiirustuksia, joilla anottiin rakennusoikeutta kyseiselle rakennukselle rakennuskonttoreilta. Ennen autonomian aikaa rakentamiseen liittyvät luvat järjestettiin Tukholmasta käsin, tällöin rakennukset olivat lähinnä julkisia tilauksia. (Aaltonen 2018.) Vuonna 1811 Suomeen perustettiin oma Intendentin konttori, jonka tarkoituksena oli valvoa julkista rakentamista Suomessa (Senaatti 2018).

1800-luvun lopulla arkkitehtien ammattikunta yleistyi Suomessa ja myös yksityisten rakennusten piirtämiseen saatettiin käyttää arkkitehteja. Vuodesta 1890 lähtien Helsingissä aloitti toimintansa saksalaisia piirustustarvikkeita myyvä kauppa Wulff Oy Ab, joka helpotti piirustusvälineiden saatavuutta Suomessa. Vuonna 1903 julkaistiin ensimmäinen arkkitehtuuriaiheinen lehti; arkkitehtilehti, jonka mainoksissa oli muun muassa rakennuspiirustuksissa käytettäviä materiaaleja. 1860-luvulla alkoivat arkkitehtikilpailut, joihin osallistuttiin vaikuttavilla sisä- ja ulkoperspektiivi piirustuksilla. Nämä tehtiin tavallisesti tussilaveerauksella, mutta myöhemmin vaikuttavia ja värikkäitä piirustuksia tehtiin myös akvarelleilla. Yksityisten rakennusten rakentamisoikeutta haettiin tavallisesti osittain akvarelleilla tehdyillä lupapiirustuksilla. Piirustuksista valmistettiin piirustussarjoja esittämään suunnitelmaa eri perspektiiveistä havainnollistettuna. 1800-luvun lopulla ja vielä 1900-luvun alussa rakennusmestarit tekivät paljon suunnitelmia, sillä arkkitehtejä oli vielä kysyntään nähden melko vähän. Arkkitehtitoimistosta riippuen piirrosten tekniikka vaihteli huomattavasti vaatimattomista kopioitaviksi tarkoitetuista luonnospaperi piirustuksista tussipiirustuksiin ja myös värikkäämpiin akvarelleihin. Ennen Suomen itsenäistymistä 1917 lupapiirustusten ohella alettiin valmistamaan yksityiskohtaisempia työpiirustuksia, jotka olivat lupapiirustuksia huomattavasti yksityiskohtaisempia ja piirtämisessä käytettiin lähinnä erilaisia tusseja. Työpiirustusten ohella kuitenkin pysyi yhä hienot koristeelliset esittelypiirustukset, joita valmistettiin merkittäville tilaajille. (Aaltonen 2018.)



## 2.2 Arkkitehtuurinen piirustus – moniarvoinen artefakti

Arkkitehtuuriset piirustukset luokitellaan arkistoaineistoksi, mutta niillä on sekä esteettistä että informatiivista arvoa. Piirustusten tehtävä on ollut tiedon tallentaminen, mutta historian myötä niistä on tullut kulttuurillisia artefakteja, jolloin informaation tallentaminen on jäänyt toissijaiseksi. (Price 2011a.)

Barbara Appelbaumin (2010, 115) mukaan fyysinen muutos esineessä saattaa heikentää tai vahvistaa kohteen tuomaa arvoa kussakin sen edustamassa arvossa sekä vaikuttaa esineen käyttöön nykypäivänä. Mielestäni huonokuntoisen rakennuspiirustusten kohdalla on kyse arvon menetyksestä. Ryppyinen ja likainen rakennuspiirustus ei edusta enää esteettistä piirustusta, joksi se on aikanaan tehty. On myös selvää, että ryppyisellä ja repeytyneellä paperilla on riski tuhoutua lisää, sillä sen käsittely ei tällöin ole välttämättä sen arvon mukaista. Huonokuntoinen esine heitetään pois herkemmin, kuin hyvin itseään edustava esine. Tällaisissa tapauksissa on riski, että jopa ainutlaatuinen tieto artefaktissa katoaa lopullisesti.

Konservointitoimenpiteitä suunniteltaessa on tärkeää määrittää esineen arvot ja käyttötarkoitus. Mahdollinen tieteellinen arvo saattaa heikentyä esimerkiksi vesikäsitteilyn seurauksena. Arkistoesineiden säilytyskeskustelua voidaan mielestäni soveltaa esimerkiksi paperin vesikäsitteilyn tarpeellisuutta pohdittaessa. Barclayn (1990) mukaan esineen fyysinen olemus tuo sille tieteellistä arvoa. Parhaimmillaan fyysinen kirja tai dokumentti on itsessään todiste tiedon oikeellisuudesta. Alkuperäinen asiakirja toimii todisteena siitä, miten ja milloin asiakirja on valmistettu. Esineessä käytettyjen materiaalien perusteella voidaan ajoittaa artefaktin sisältämiä tietoja. Tällaisia ovat esimerkiksi paperityyppi ja mahdollinen vesileima sekä kirjoitus- tai painomusteet. Merkintäaineet ja niiden jäljet voivat antaa tietoa mahdollisista muutoksista ja jopa väärennöksistä. Asiakirjojen arvo on myös niiden muotokielessä ja tyyliässä; ne kuvastavat oman aikakautensa vaikutteita, aikaa ja paikkaa (Crespo & Vinas 1989, 52).

## 3 Kolme akvarellipiirustusta

Tämän työn konservoinnin kohteena ovat kolme rakennuspiirustusta ovat niissä kuvattuna olevan rakennuksen muutostyön lupapiirustuksia vuosilta 1890, 1896 ja 1917. Piirustusten ajoitus on päätelty arkkitehtien tai rakennusmestarin niihin merkitsemien

päiväysten perusteella. Lupapiirustuksella on haettu näiden piirustusten kohdalla lupaa rakennuskonttorilta muutostöihin, jotka on esitetty kyseisissä piirustuksissa. Muutostöiden hyväksymisestä kaikissa piirustuksissa on leimamerkki sekä käsin kirjoitettu hyväksyntä. (Aaltonen 2018). Vanhin, eli vuoden 1890, piirustus on muutostyön lupapiirustus uuden sisäänkäynnin rakentamisesta Raatihuoneentorin ja Rauhankadun kulmaukseen. Vuoden 1896 piirustus on muutostyön lupapiirustus uuden sisäänkäynnin rakentamisesta Raatihuoneenkadun puoleiselle julkisivulle. Ja vuoden 1917 piirustuksen mukaan rakennettiin Raatihuoneentorin puoleiseen päätyyn uusi sisäänkäynti sekä uudet ikkunat molemmin puolin uutta ovea.

Piirustukset ovat kaikki paksulle paperille tehtyjä akvarellipiirustuksia, joissa on käytetty useita erilaisia merkintäaineita. Silmämääräisesti tarkasteltuna voidaan havaita, että piirustuksissa on käytetty ainakin kahta erilaista mustetta. Ruskeaa mustetta on käytetty merkintöjen kirjoittamiseen ja mustaa mustetta on käytetty rajojen ja reunojen piirtämiseen. Piirustusten rakennukset ovat värjätty akvarelleilla ja niissä on käytetty useita eri värejä ja niiden eri tummuusasteita.

Papereille tehtyjen kutuanalyysien, ligniinitestin ja tasaisen viiranjäljen perusteella kaikkien piirustusten paperit ovat luultavasti kierrätetystä lumppekuidusta valmistettua paperia. Euroopassa paperinvalmistus koneellisesti alkoi kehittyä 1700- ja 1800-luvun vaihteessa ja noin 50 vuotta myöhemmin paperinvalmistuksen pääraaka-aineena käytettiin puuta perinteisen lumpun tai puuvillan tilalla (Crespo & Vinas 1989, 4–5). Arkkitehtuurissa piirustuksissa käytettiin hyvälaatuista puuvillapaperia, mutta myös laadultaan heikompiä puukuiduista valmistettuja papereita (Price 2010, 66). Konservoinnin kohteena olevat piirustusten paperit ovat väriältään melko kirkkaita niiden ikään nähden, joka vahvistaa niiden olevan hyvälaatuista puuvillakuitua. Paperin suurimpia kellastajia ovat puukuidun selluloosalle ominainen hydrolyysi sekä ligniini. Hydrolyysi on huomattavasti vähäisempää puhtaassa puuvillapaperissa kuin puukuituisessa paperissa, joissa on usein esimerkiksi täyteaineita ja ligniiniä.

### 3.1 Proveniensi

Rakennuspiirustuksissa kuvatussa rakennuksessa asuvat henkilöt ovat tämän konservointityön tilaajia. Piirustukset ovat löytyneet taannoin edellä mainitun rakennuksen vintiltä, jossa ne ovat olleet vuosikymmenien ajan. Rakennus, jota piirustukset kuvaavat, on yksi kulttuurihistoriallisesti merkittävän Haminan ympyräkaupungin keskeisimmällä

paikalla olevasta rakennuksesta. Rakennuksen asukas on toiminut vuonna 2013 perustetun Haminan linnoituksen vanhat talot ry:n puheenjohtajana. Yhdistyksen kotisivujen (Haminan linnoituksen vanhat talot ry. n.d. a) mukaan yhdistys on viime vuosina elävöittänyt Haminan vanhan linnoituksen kulttuuriperinnettä onnistuneesti järjestämällä tapahtumia ja lisäämällä alueen arvostusta. Yhdistyksen jäsenistö koostuu pääasiallisesti alueen yli 100-vuotiaiden talojen asukkaista sekä muista toiminnasta kiinnostuneista henkilöistä. Yhdistyksen tavoitteena on ylläpitää ja vaalia linnoituksen alueen vanhan rakennuskannan kaupunkikuvaa sekä siihen liittyvää kulttuuriperinnettä.

Vuonna 2016 yhdistyksen toimesta laitettiin alulle kaksi merkittävää projektia. Toukuussa 2016 yhdistys otti vastaan Suomen Kulttuurirahaston myöntämän apurahan, jonka ansiosta aloitettiin Haminan linnoituksen vanhojen talojen historiikkiprojekti. Pian tämän jälkeen yhdistys otti vastaan amerikkalaisen Tides Foundationin lahjoittaman apurahan Googlen suosituksesta, minkä ansiosta aloitettiin Haminan linnoituksen vanhojen talojen digitaalinen 3D-mallinnusprojekti (Haminan linnoituksen vanhat talot ry. n.d. b.) Tähän yhteyteen myös tämä konservointiprojekti tuli mahdolliseksi.

### 3.2 Korttilan kulma – Piirustusten rakennus

Haminan kaupunki perustettiin vuonna 1653 vilkkaaksi kauppapaikaksi muodostuneeseen leikkauskohtaan, jossa oli hyvät yhteydet niin merelle kuin mantereellekin. Haminan vanha linnoitus on kaavoitettu renessanssin ajan ideaalikaupunkimallin mukaisesti ympyrän muotoon ja on nykypäivänä harvinaisuus jopa maailmanlaajuisesti. Raatihuoneentorilta alkavia sädekatuja tähden muodossa on kahdeksan ja niitä halkovat poikkikatut Isoympyräkatu ja Pikkuympyräkatu. Vanhan keskustan aluetta rakennettiin jo Ruotsin vallan aikana 1720-luvulla ja venäläiset jatkoivat rakennustöitä 1740-luvulla. 1800-luvulla linnoitus kärsi monista suurtulipaloista, mutta on niistä huolimatta säilynyt poikkeuksellisen hyvin. (Haminan kaupunki n.d..)

Korttilan kulma sijaitsee heti Raatihuoneentorin reunamilla ja on yksityisessä omistuksessa. Rakennuksen tontilla on monivaiheinen historia keskellä ympyräkaupunkia. Se on kärsinyt useat tulipalot ja nykyinen talo on rakennettu viimeisimmän tiedon mukaan vuonna 1870. Rakennus on perinteinen 1800-luvun uusrenessanssityylinen puinen kaupunkitalo. Tämä talo tunnetaan nykyisin nimellä Korttilan kulma, joka on nimetty suutarimestarin Theodor Korttilan mukaan. Suutarimestari osti talon itselleen tammikuussa

1917, jota ennen Korttila oli pitänyt talon kivijalassa Korttilan suutariliikettä noin kolmen-toista vuoden ajan. (Parpola 2018.)

### 3.3 Kohteiden kuvaus ja vauriokartoitus

Ennen konservointimenetelmien määrittämistä kohteiden materiaaleja ja vaurioita tutkittiin silmämääräisesti. Kohteille tehtiin myös materiaalitutkimuksia, jotka on esitelty seuraavassa luvussa. Tuloksia käytettiin apuna konservointitoimenpiteiden suunnittelussa. Piirustukset ja niiden vauriot valokuvattiin valokuvastudiossa. Jokaisesta piirustuksesta tehtiin oma vauriopiirustus, johon merkattiin niissä olevat mekaaniset vauriot, kuten taitteet, repeämät ja puuttuvat palat sekä muut vauriot kuten vesivauriot sekä käsittelystä tai säilytyksestä tulleet tahrat tai lika-alueet. Vauriopiirustukset ovat liitteessä 1. Vauriopiirustuksiin merkattiin myös rakennuspiirustusten aiemmat paikkaukset sekä muut paperille mahdolliset haitalliset materiaalit kuten teipit ja niitit.

Piirustukset ovat säilytysolosuhteistaan huolimatta säilyneet ikäänsä nähden melko hyvin, vaikka eristämättömän vintin vaihtelevat olosuhteet ovat todennäköisesti olleet epäsuotuisat piirustusten kaltaiselle paperipohjaiselle esineelle. Etenkin vuosien 1890 ja 1896 piirustusten papereiden taittolujuus on kuitenkin huomattavasti heikentynyt. Jatkuvien ilmankosteuden ja lämpötilan muutosten tiedetään aiheuttavat paperissa kuitujen turpoamista ja kutistumista, jotka ilmiöinä tuhoavat kuitujen rakenteellisia sidoksia (Crespo & Vinas 1898, 24).

Vanhimmassa piirustuksista oli havaittavissa myös niin sanottuja foxing-pisteitä. Nämä ovat pieniä punaruskeita pisteitä tai tahroja, jotka saattavat tulla paperissa näkyviin ajan myötä. Pisteet ovat mahdollisesti peräisin paperinvalmistusvaiheessa käytetystä rautapitoisesta vedestä, jolloin raudan suolat adsorboituvat eli kiinnittyvät paperin kuitujen sidoksiin ja saattavat aiheuttaa kontaminaatiota happamissa tai kosteissa olosuhteissa. Mikäli paperin valmistuksessa on käytetty rautapitoista vettä tai puhdistamattomia mineraaleja lisäaineina kuten kaoliittiä, voivat nekin olla syy foxing-pisteille. (Neevel & Reißland 2005, 28.)

### 3.3.1 Piirustus vuodelta 1890

Vuoden 1890 piirustus on vanhin ja myöskin huonokuntoisin (kuvio 1). Sen paperi on huokoista ja siinä on vahva pintastruktuuri. Piirustuksessa oli paljon repeämiä, taitteita sekä puuttuvia paloja. Todennäköisesti piirustusta on säilytetty rullattuna suojaamattomana pidemmän aikaa, joten paperin reunat olivat repeytyneet ja liuskoittuneet rullan päistä. Useat suuret taitteet ovat pystysuuntaisia, mikä viittaisi niiden aiheutuneen rullauksesta ja rullan litistymisestä.



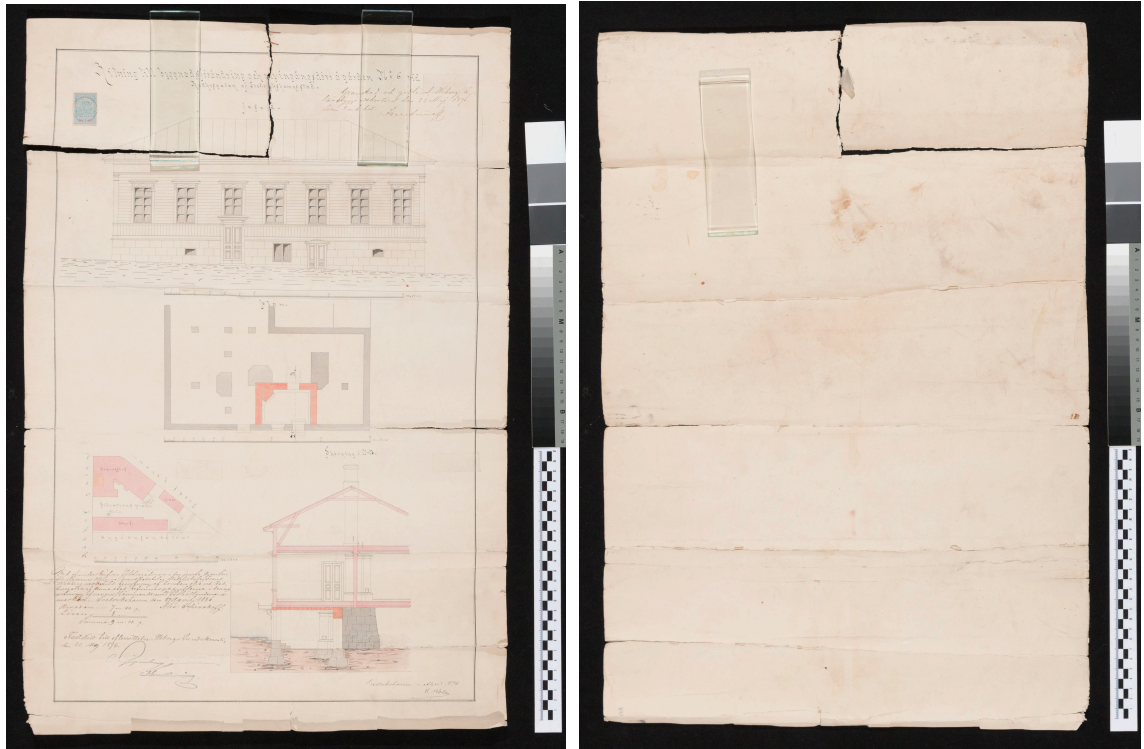
Kuvio 1. Vuoden 1890 piirustus, ylhäällä piirustus edestä ja alapuolella takaa. Kuvat otettu ennen konservointia. Kuvassa piirustuksen päällä on useita lasilevyjä pitämässä käpristynyttä paperia auki.

Piirustuksen pinnalla oli paljon käsittelystä ja säilytyksestä aiheutunutta pintalikkaa sekä nokea. Piirustuksen keskiosassa on melko suurikokoinen vesivaurio, jossa kosteus oli kuljettanut paperiin jo aiemmin imeytynyttä likaa kapillaarisesti kosteusvaurion reuna-alueille.

Merkintäaineina piirustuksessa on käytetty erivärisiä kirjoitusmusteita, lyijykynää sekä akvarellivärejä. Värialueilla on sinistä, mustaa, keltaista, punaoranssia sekä ruskeaa akvarelliväriä. Värejä on käytetty laimennettuina, sekoituksina sekä voimakkaampina väreinä. On mahdollista, että talon keltainen väri on alkujaan ollut voimakkaamman värinen kuten muutkin värit, mutta on haalistunut ajansaatossa. Käsinkirjoitetut mustekirjoitukset ovat selkeästi ruskeanväristä, joten oli syytä epäillä musteen olevan rautagallusmustetta. Bathophenanthroline-indikaattori -testi rauta(II)-ioneille sekä XRF- mittaukset todistivat, että kyseessä on rautagallusmuste. Myös muita musteita testattiin, mutta niiden kohdalla testi näytti negatiivisen tuloksen.

### 3.3.2 Piirustus vuodelta 1896

Vuoden 1896 piirustus on vuoden 1890 piirustusta paremmassa kunnossa (kuvio 2). Sen paperi on huokoista ja siinä vahva pintastrukturi. Tämän piirustuksen kohdalla likaa, repeytymiä, taitteita ja puuttuvia paloja on huomattavasti vähemmän. Piirustuksen reuna-alueet olivat myös tumman nokimaisen lian peitossa, mutta muuten paperi oli melko siisti. Kuten vanhempi vuoden 1890 piirustus, todennäköisesti tämäkin on säilytetty rullattuna suojaamattomana pidemmän aikaa, joka on aiheuttanut rullan suuntaisia taitteita, joista osa on revennyt rasituksesta. Piirustuksen paperista on irronnut kokonaan vasen ylänurkka. Toisistaan irronneet kappaleet olivat liitetty toisiinsa kahdella kupariniitillä. Paperin pintaan oli liimattu muutama sameapintainen teipinpala. Tämän piirustuksen paperissa oli myös havaittavissa muutama melko pienikokoinen kosteusvaurio. Kuten aiemmissa piirustuksissa, myös tämän merkintäaineissa on käytetty kahta erilaista mustetta, ruskeaa sekä mustaa.



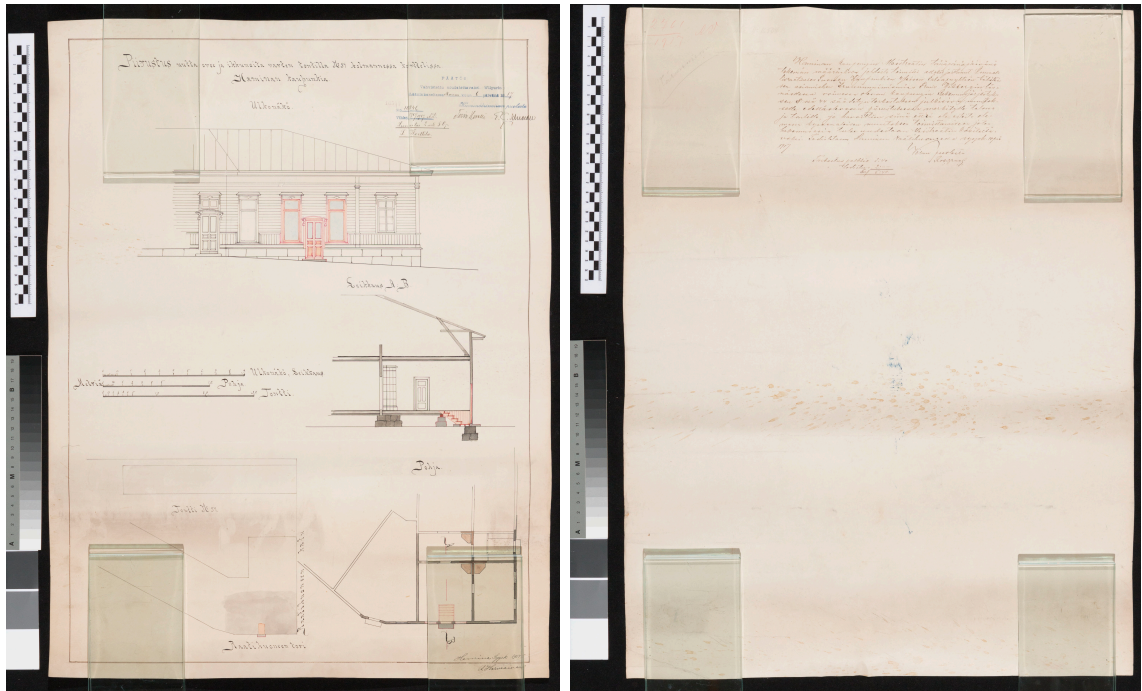
Kuvio 2. Vuoden 1986 piirustus, vasemmalla piirustus edestä ja oikealla piirustus takaa. Kuvat otettu ennen konservointia. Kuvassa piirustuksen yläreunassa on lasilevyjä pitämässä rullautuvaa paperia auki.

Tämä ja vuoden 1917 piirros ovat niin sanottuja asemapiirroksia, joihin on havainnollistettu tulevat muutostyöt monesta eri suunnasta tarkasteltuna. Piirustuksessa muutostyörakenteet ovat merkitty punaisella värillä. Muita piirustuksessa käytettyjä värejä ovat tummaa punainen, vaaleanpunainen, harmaa ja sininen akvarelliväri. Käsinkirjoitetut mustekirjoitukset ovat selkeästi ruskeanväristä, joten oli syytä epäillä myös tämän piirustuksen musteiden olevan rautagallusmustetta. Bathophenanthroline-indikaattori -testi rauta(II)-ioneille sekä XRF- mittaukset todistivat, että kyseessä on rautagallusmuste. Myös muita musteita testattiin, mutta niiden kohdalla testi näytti negatiivisen tuloksen.

### 3.3.3 Piirustus vuodelta 1917

Vuoden 1917 piirustus on uusin ja ehdottomasti myös parhaimmassa kunnossa (kuvio 3). Piirustuksen paperin pinta on kalanteroitu tasaiseksi ja se onkin huomattavasti siileämpi, kun vuosien 1890 ja 1896 piirustuksien paperien pinta. Paperin pinta ei ole kovinkaan huokoinen, joten todennäköisesti se on pintaliimattu. Piirustuksen taustapuolelle on tehty käsin kirjoitettuja merkintöjä.





Kuvio 3. Vuoden 1917 rakennuspiirustus. Vasemmalla piirustus edestä ja oikealla piirustus takaa. Kuvat otettu ennen konservointia. Kuvassa piirustuksen päällä on lasilevyjä pitämässä rullautuvaa paperia auki.

Kuten vuosien 1890 ja 1896 vuosien piirustukset, todennäköisesti tämäkin on säilytetty rullattuna ja suojaamattomana pidemmän aikaa, mikä on aiheuttanut muutamia rullansuuntaisia taitteita. Tässä piirustuksessa taitteet eivät olleet päässeet murtumaan ja muuttumaan repeämiksi, kuten edellisissä. Paperi on hyvin vahvaa, ja piirustus oli hyvin voimakkaasti rullautunut kiinni. Paperin alaosassa oli huomattavan paljon samankaltaista mustaa nokimaista likaa kuin muissa piirustuksissa. Tämän piirustuksen reunoissa sekä versopuolella oli likariskeita, jotka muistuttavat kahvia. Muuten piirustuksen paperi oli melko kirkas ja hyväkuntoinen.

Piirustuksessa muutostyörakenteet ovat merkitty punaisella värillä, mutta muuten piirustuksessa on käytetty sinistä, keltaista, harmaata sekä mustaa akvarelliväriä. Akvarellien lisäksi piirustuksessa on käytetty useita erilaisia ja värisiä musteita. Sinistä leimasinmustetta, punaista kirjoituskynämustetta sekä ruskeaa ja mustaa kirjoitusmustetta. Oikean ylänurkan sininen leimasinmuste sekä paksu punainen väriaine, osoittautuivat hyvin vesiliukoiseksi liukoisuustesteissä. Kuten edellisissä piirustuksissa, tämänkin kohdalla käsinkirjoitetut mustekirjoitukset ovat selkeästi ruskeanväristä, joten oli syytä epäillä myös tämän piirustuksen musteiden olevan rautagallusmustetta. Bathophenanthroline-indikaattori -testi rauta(II)-ioneille sekä XRF- mittaukset todistivat, että kyseessä on



rautagallusmuste. Myös muita musteita testattiin, mutta niiden kohdalla testi näytti negatiivisen tuloksen.

### 3.4 Kohteiden materiaalitutkimus

Konservoitavana oleville kohteille tehtiin materiaalitutkimusta, jotta tuloksia voitaisiin käyttää konservointisuunnitelmaa tehdessä. Piirustusten kaikille merkintäaineille tehtiin liukoisuustestit sekä ruskean- ja mustanvärisille musteille Bathophenanthroline-indikaattori -testit rauta(II)-ioneiden havaitsemiseksi. Piirustusten kaikille värialueille ja musteille tehtiin myös röntgenfluoresenssi (XRF) -analyysi. Piirustusten papereille tehtiin kuituanalyysi sekä analyysin tueksi ligniinitesti.

#### 3.4.1 Liukoisuustestit

Merkintäaineiden liukenevuutta testattiin mahdollisten konservointiin liittyvien vesikäsitelyjen varalta. Rakennuspiirustuksissa on käytetty useita eri merkintäaineita kuten erivärisiä kirjoitus- ja leimasinmusteita sekä akvarellivärejä. Liukoisuustestit tehtiin kahdella eri menetelmällä. Ensimmäisessä menetelmässä värin tai musteen päälle tiputettiin siveltimellä hyvin pieni tippa de-ionisoitua vettä. Tippa annettiin vaikuttaa merkintäaineen päällä noin viisi sekuntia, minkä jälkeen se imeytettiin imupaperiin. Mikäli imupaperiin imeytetyssä vedessä oli liuennutta merkintäainetta, oletettiin sen olevan vesiliukoinen. Merkintäaineen ja veden reagointia seurattiin testien ajan mikroskoopin alla. Kaikille merkintäaineille tehtiin testi myös pumpulipuikolla, joka oli nihkeäksi kostutettu de-ionisoidulla vedellä. Nihkeää pumpulipuikkoa pyöriteltiin tutkittavan kohdan päällä kevyesti. Mikäli merkintäainetta jäi pumpuliin, pystyttiin oletamaan, että se on vesiliukoista. Useimmiten pumpuliin jäi vain yksittäisiä pigmenttihiukkasia, mikä johtui todennäköisesti kevyestä mekaanisesta hankauksesta. Täysin liukoisten merkintäaineiden kohdalla liukoisuus pystyttiin todistamaan jo tippatestillä.

#### 3.4.2 Rautagallusmusteen todentaminen

Silmämääräisellä tarkastelulla huomattiin, että kaikissa piirustuksissa oli ruskeaa kirjoitusmustetta, joten oli syytä epäillä niiden olevan paperia syövyttävää rautagallusmustetta. Tämän musteen vesikäsitelyt tulee olla hyvin perusteltuja ja niitä ei suositella ilman

rauta(II)-ioneita neutralisoivaa kalsiumfytaattikäsittelyä (The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011a).

Rautagallusmusteen testaamisessa käytettiin instituuttien Netherlands Institute for Cultural Heritage ja Instituut Collectie Nederland yhteistyössä kehittämää Bathophenanthroline-indikaattori -testipaperia rauta(II)-ioneille. Positiivisen tuloksen antaessaan indikaattoripaperi muuttuu aniliininpunaiseksi. Vastaavasti negatiivisen testin kohdalla paperin väri pysyy muuttumattomana eli valkoisena. Testi on nopea ja helppo toteuttaa, ja sillä saa melko luotettavia tuloksia, mutta testiä tehdessä tulee huomioida sen mahdollinen reagoiminen myös väriaineisiin tai musteisiin, joissa voi olla mukana rautapitoisia aineita esimerkiksi epäpuhtautena. Tästä syystä voi olla tarpeellista tarkastella mustetta myös silmämääräisesti ja ultravioletivalossa (UV). Edenneen mustesyöpymän voi havaita jo silmämääräisesti paperin rikkoutumisesta tai niin sanotusta musteen tahrautumuksesta. Rautagallusmustekirjoitukselle on tyypillistä, että kirjoitusmusteen ympärillä on niin sanottu halo-efekti, joka näkyy selkeästi UV-valossa tummempana tai fluoresoivana alueena. Halo johtuu todennäköisesti jo heikentyneestä paperista ja musteesta liikkeelle lähteneistä vapaista rauta(II)-ioneista (The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011a).

Tämän tutkimuksen kohteissa ei ollut havaittavissa silmämääräisesti eikä UV-valossa tarkasteltuna halo-efektiä rautagallusmusteen ympärillä. Tämä voi johtua paperin paksuudesta, jolloin esimerkiksi syöpynyt paperi ei tule näkyviin kovinkaan nopeasti tai hyvälaatuisesta puuvillapaperista, joka on vähemmän reaktiivinen. Ainoastaan vuoden 1896 piirustuksessa oli havaittavissa vasemman alanurkan käsinkirjoitetussa osiossa musteen leviämistä, mikä muistuttaa rautagallusmusteelle tyypillistä rautapartikkeleiden leviämisiä jälkeä, mutta se voi myös olla mahdollisesti kirjoitusvaiheessa levinnyttä mustetta.

Bathophenanthroline-indikaattori -testi rauta(II)-ioneille tehtiin kaikkien piirustusten jokaiselle musteelle. Testiä varten indikaattoripaperista leikattiin hyvin pieniä liuskoja, jotta testattavaan kohteeseen kohdistettu kosteus olisi mahdollisimman vähäistä. Indikaattoripaperille tiputettiin pipetillä tippa de-ionisoitua vettä ja ylimääräinen vesi liuskasta imeytettiin palaan imupaperia. Tämän jälkeen indikaattoripaperi asetettiin pinseteillä testattavan merkintäaineen päälle ja näiden päälle asetettiin kevyt lasilevy. Indikaattoripaperin annettiin vaikuttaa noin puoli minuuttia merkintäaineen päällä. Testissä käytettiin ruostumattomasta teräksestä valmistettuja pinsettejä ja saksia mahdollisen

kontaminoitumisriskin varalta. Positiiviset testin tulokset olivat näkyvissä välittömästi vaikutusajan jälkeen. Punainen väri vahvistui noin viiden minuutin ajan testin jälkeen. Testi tehtiin myös mustille musteille, mutta ne antoivat testissä negatiivisen tuloksen ja voidaan todeta, että ne eivät ole rautagallusmustetta.

### 3.4.3 Röntgenfluoresenssi analyysi värialueille

Piirustuksissa käytettyjen värialueiden havainnoimisessa käytettiin röntgenfluoresenssispektrometriaa (XRF). Tällä menetelmällä voidaan havaita alkuainekoostumuksia väripinnoilta ja näin määrittää piirustuksessa käytettyjä pigmenttejä. Tutkimusmenetelmä perustuu röntgensäteilyyn, joka aiheuttaa elektronien siirtymistä atomien kuorilla. Alkuaine voidaan tunnistaa siirtymien energiamäärien perusteella. Tutkimuksessa arvioitiin, että suuri osa käytetyistä pigmenteistä on mahdollisesti epäorgaanisia maavärejä, sillä monien värialueiden kohdalla pitoisuudet jäivät hyvin pieneksi. Orgaanisia hiiltä sisältäviä aineita ei voi määrittää XRF-analysillä, sillä laite havaitsee vain magnesiumia raskaampia alkuaineita. Tutkimuksen tueksi voisi tehdä täydentävän IR-spektrometri (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy, FTIR) -tutkimuksen, jolla voidaan tunnistaa orgaanisia aineita. FTIR -tutkimusta varten tarvitaan kuitenkin kohteesta otettava näytepala ja siksi tutkimusta ei haluttu tehdä tämän kohteen kohdalla. XRF- tutkimus on kohdetta vaurioittamaton menetelmä.

XRF-mittaukset tehtiin kaikkien kolmen piirustuksen kaikista eri värialueista, sekä musteista. Mittauksessa käytettiin Metropolian Ammattikorkeakoulun konservoinnin osaston Oxford Instruments X-MET 7500 -röntgenfluoresenssilaitetta. Mittausaika oli jokaisen mittauksen kohdalla 20 sekuntia. Lähes kaikkien mittausten tuloksissa esiintyi suuri määrä klooria, joka oli Perkiömäen (2018) mukaan mahdollisesti laitteessa esiintyvä sisäinen virhe. Tavallisia paperissa käytettyjä lisäaineita ovat: kaoliini, talkki, titaanioksidi, natrium- ja alumiinisilikaatit sekä kalsium ja barium sulfaatit (Knuutinen 1997, 8). Näiden yhdisteiden alkuaineet eivät siis välttämättä liity pigmentteihin vaan voivat olla peräisin paperista. Rautaa esiintyi suurina pitoisuuksina myös lähes kaikissa mittaustuloksissa ja tämä viittaisi maavärien käyttöön väriaineissa, mutta on myös mahdollista, että rautaa esiintyy paperissa myös epäpuhtautena. Erilaisten epäpuhtauksien takia, kaikkien alkuaineiden lähdettä ei voida määrittää.

Vuoden 1890 piirustuksen lähes kaikkien värialueiden mittaustuloksissa (Liite 2) esiintyi titaania ja rautaa. Titaani usein viittaa titaanivalkoiseen, mutta titaanivalkoisen

valmistaminen aloitettiin vasta 1900-luvun alussa, joten tästä syystä titaanivalkoisen käyttö pigmenttinä voidaan sulkea pois. Raudan suuret pitoisuudet viittaavat rautapitoisiin maaväreihin. Sinisen värin mittaukset antoivat suuria pitoisuuksia koboltista ja alumiinista, jotka viittaavat koboltinsiniseen ( $\text{CoOAl}_2\text{O}_3$ ). Tämä pigmentti on ollut käytössä vuodesta 1802. Tumman punaoranssin värin mittaukset antoivat suuria pitoisuuksia raudasta, joka viittaa alkuaineen ja värin puolesta rautaoksidin punaiseen ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). Ruskean värin mittaukset antoivat suuria pitoisuuksia raudasta, koboltista ja alumiinista. On mahdollista, että ruskea on rautapitoisuuden perusteella rautaoksidin punainen tai muu maaväri, johon on sekoitettu koboltin sinistä. Keltainen väri antoi myös suuria pitoisuuksia raudasta, mikä viittaa jälleen maaväreihin eli keltaokraan. Vuoden 1890 piirustuksen ruskea kirjoitusmuste oli aiemmissa tutkimuksissa osoittautunut rautagallusmusteeksi, joka vahvistui XRF-tutkimuksessa. Musteessa oli merkittävä määrä rautaa. Piirustuksen musta muste ei antanut merkittäviä tuloksia tässä tutkimuksessa, joten voidaan vahvasti epäillä sen olevan orgaaninen hiilipitoinen muste, eli mahdollisesti paljon käytetty indian ink. (Perkiömäki 2018.)

Vuoden 1896 piirustuksen värialueiden mittauksissa saatiin lähes kaikkien värien kohdalla hyvin pieniä pitoisuuksia kaikissa mittaustuloksissa. Tummanpunaisessa on suurena pitoisuutena elohopeaa, joka viittaisi sinooperiin ( $\text{HgS}$ ). Sinooperi sopisi myös sävynsä sekä ajoituksensa puolesta kohteen materiaaleihin. Kuitenkin myös tämän punaisen kohdalla on mahdollista, että kyseessä on sekoitus, jossa on käytetty myös rautaoksidin punaista tuloksen rautapitoisuuden takia. Vaaleammassa punaisessa ei ole enää mukana elohopeaa, joten mittausalue on mahdollisesti orgaaninen väriaine. Koska sinisen värialueen mittauksissa ei ollut viitteitä koboltista tai kuparista, voi olla mahdollista, että sininen väriaine on indigoa tai preussinsinistä. Näiden todentamiseksi tarvittaisiin kuitenkin lisätutkimusta FTIR-tutkimuksella. On myös mahdollista, että väriaine on sekoitus edellä mainittuja sinisiä ja maaväriä, sillä myös tämän värin kohdalla rautapitoisuus on suuri. Harmaassa ei ollut havaittavissa suuria pitoisuuksia mittaustuloksissa, joten on todennäköistä, että kyseessä on jälleen orgaaninen hiilipitoinen pigmentti, kuten piirustuksen musta muste. Ruskean kirjoitusmusteen rautapitoisuus vahvistaa jälleen sen olevan rautagallusmustetta. (Perkiömäki 2018.)

Vuoden 1917 piirustuksen lähes kaikkien värien voidaan arvioida olevan epäorgaanisia maavärejä. Sinisessä värissä on muista väreistä poikkeavia kupari pitoisuuksia. Kupari viittaa atsuriittiin ( $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ) tai synteettiseen blue venditeriin, joka on tosin epätodennäköinen. (Perkiömäki 2018). Piirustuksen eri musteet eivät antaneet tämänkään

piirustuksen kohdalla suuria pitoisuuksia mittaustuloksissa, joten voidaan vahvasti epäillä niiden olevan orgaanisia musteita, kuten aiemmissa piirustuksissa. Ruskean kirjoitusmusteen rautapitoisuus vahvistaa jälleen sen olevan rautagallusmustetta.

#### 3.4.4 Paperin ligniinitesti

Kaikille rakennuspiirustuksille tehtiin ligniinitesti floroglusinoli-reagenssiliuoksella. Käytetyn liuoksen resepti on liitteessä 2. Testin tarkoituksena oli selvittää, onko paperissa ligniiniä. Ligniiniä on tyypillisesti puupitoisissa mekaanisesta massasta valmistetuissa papereissa, ja usein ligniinin läsnäolo paperissa on pää syy paperin kellastumiselle. Kellastuminen johtuu siitä, että ligniini on herkkä hapettumaan ja sen hajoamistuotteet ovat väriltään keltaisia (Knuutinen 1997, 8). Useimmiten rautagallusmusteen rauta(II)-ioneita neutralisoivan kalsiumfytaattikäsittelyn jälkeen suositellaan paperia vahvistavaa neutralointikäsittelyä. Neutralointiliuoksista kalsiumhydroksidi on vaivattomin valmistaa, mutta sitä ei suositella ligniinipitoisille papereille, sillä se saattaa aiheuttaa värimuutoksia paperissa. Useimmiten ligniinipitoiset paperit ovat juurikin hyvin happamia ja etenkin käytäessä kylläistä kalsiumhydroksidiliuosta neutraloinnissa, aiheuttaa tämä suuren pH -muutoksen paperissa (Crespo & Vinas 1989, 84). Mikäli voimakkaasti happamia papereita neutraloidaan hyvin alkaliseksi, saattaa tämä muuttaa paperin värisävyä ruskean harmaaksi.

Floroglusinoli-värireagenssi muuttuu ligniinipitoisessa paperissa punavioletiksi, ja mikäli näyte ei sisällä ligniiniä reagenssi pysyy liuoksen värisenä eli keltaisena. Testissä käytettiin näytepaljoja, jotka oli otettu rakennuspiirustuksista. Testi tehtiin myös tunnetulle ligniinipitoiselle paperille, joka tässä testissä oli sanomalehtipaperia. Näytteet asetettiin kellolasille ja jokaisen näytteen päälle tiputettiin pipetillä pisara floroglusinoli-reagenssiliuosta. Sanomalehti antoi testissä positiivisen tuloksen eli muuttui punavioletiksi ja rakennuspiirustuksista peräisin olevat näytteet pysyivät keltaisina, jolloin tulos oli negatiivinen (Liite 3). Näytteitä tarkasteltiin vielä stereomikroskoopilla, jotta voitaisiin havaita myös mahdolliset yksittäiset värjäytyneet kuidut. Mikroskoopilla tarkasteltaessa ei havaittu yksittäisiä värjäytyneitä kuituja.

### 3.4.5 Paperien kuituanalyysi

Rakennuspiirustusten papereille tehtiin myös tarkempi kuituanalyysi. Tuntemalla paperin kuitutyypin, voidaan arvioida paperin ikääntymisprosessia tulevaisuudessa ja ymmärtää sen tähänastista ikääntymisprosessia. Kuituanalyysiä varten kaikista kolmesta piirustuksesta otettiin pienet, muutaman millimetrin kokoiset näytepalat. Näytepalat keitettiin omilla koeputkissaan de-ionisoidun veden kanssa. Natriumhydroksidia (NaOH) ei käytetty, sillä se olisi hajottanut näytteen mahdolliset silkki- ja villakuidut. Vettä keitettiin noin kahden minuutin ajan. Jokainen keittämisestä pehmentynyt näyte jaettiin kahdelle preparaattilasille. Näytteet kuidutettiin tarkasti stereomikroskoopin alla käyttäen piikkityökaluja. Kuivahtaneiden kuitujen päälle tiputettiin pipetillä muutama tippa reagenssiliuosta ja päälle asetettiin peitinlasi. Jokaisen paperin näytteestä valmistettiin kaksi kuitupreparaattia, yksi, joka värjättiin Graff-C -reagenssiliuoksella ja toinen, joka värjättiin Herzberg reagenssiliuoksella. Reagenssiliuosten reseptit ovat liitteessä 2. Näytteitä tarkasteltiin Leica DM LS -valomikroskoopilla ja kuvat otettiin mikroskooppiin kiinnitetyllä Leica DFC420 -kameralla.

Tässä kuituanalyysissä on käytetty SCAN-G 4:90 -standardin, liitteen B värjäystaulukkoa, jossa on määritelty kuitujen tyypillinen värjäytyminen eri reagensseilla. Herzberg värireagenssi -liuoksella voidaan erottaa mekaaninen massa, kemiallinen massa sekä lumppukuidut toisistaan. Graff-C värireagenssin avulla voidaan erottaa puolikemiallinen ja kemimekaaninen massa toisistaan. (SCAN-G4:90.)

Vuoden 1890 piirustuksen kuidut olivat pitkiä, kapeita ja kierteisiä. Niissä ei ollut havaittavissa havupuulekuidulle tyypillisiä trakedeja eikä lehtipuukuiduille tyypillisiä putkilosoluja. (Ilvessalo-Pfäffeli 2015, 306.) Herzberg -väri reagenssiliuoksella kuidut värjäytyivät viinipuniaseksi joka viittaisi SCAN-G 4:90 -standardin mukaan lumppukuituun. Kuitenkin Graff-C värireagenssilla kuidut värjäytyivät vaalean keltaisiksi. Kun keltaisiksi värjäytyvistä kuiduista suljetaan pois havu- ja lehtipuumassat, jää jäljelle selluloosa asetaatti ja synteettiset kuidut. Keinokuidut ovat huomattavasti sileämpirunkoisia, kuin luonnonkuidut (Ilvessalo-Pfäffeli 2015, 317). On mahdollista, että näytteen kuidut eivät ole värjäytyneet kunnolla ja siksi ne ovat jääneet vaalean värisiksi. Kuitujen vaalean värin saattaa selittää käytössä ollut vanhentunut liuos. Graff-C -värjäyksen takia tulos jää hieman tulkinnanvaraiseksi, kuitenkin kuidun morfologian perusteella voidaan todeta sen olevan mahdollisesti puuvillakuitua. Vuoden 1896 piirustuksen kuidut olivat pitkiä, kapeita ja kierteisiä, kuten 1890 vuoden piirustuksen näytteen kuidut. Herzberg -väri

reagenssiliuoksella kuidut värjäytyivät sinipunaiseksi ja Graff -C – värireagenssilla ruskeanpunaiseksi joka viittaisi SCAN-G 4:90 -standardin mukaan lumppukuituun. Vuoden 1917 piirustuksen kuidut olivat kierteisiä, kapeita ja pitkiä kuten aiempien piirustusten kuidut. Herzberg -väri reagenssiliuoksella kuidut värjäytyivät tummaksi viinipunaiseksi ja Graff-C reagenssilla kuidut värjäytyivät viinipunaiseksi. Kaikkien näytteiden kuidut olivat kuituanalyysin mukaan mahdollisesti puuvillakuidusta valmistettua paperia. Näytteiden kuidut olivat hieman hajonneita, joka viittaa kierrätetyn raaka-aineen käyttöön. Kuvat värjäystuloksista ovat liitteessä 4.

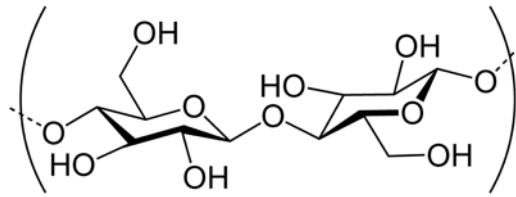
#### **4 Konservointitoimenpiteiden haasteet**

Kuten aiemminkin tekstissä olen todennut, suurimmat haasteet näiden kolmen rakennuspiirustuksen konservointisuunnitelman laatimisessa liittyvät ehdottomasti vesikäsitteilyiden problematiikkaan. Likaiselle, happamalle ja taittuneelle paperille vesikäsitteily on lähes ehdoton elvytyskeino. Vesikäsitteilyllä voidaan suoristaa voimakkaasti rullautunut paperi ja uudelleen muotoilla rypistyneitä ja taittuneita reunoja. Monimateriaaliset merkintäaineet taas saattavat kärsiä vesikäsitteilystä leviämällä, vaalentamalla tai painautumalla syvemmälle paperin kuituihin. Yksi haasteellisimmaksi merkintäaineeksi osoittautui rautagallusmuste. Mikäli tämä muste saa kosteutta, saattaa se aiheuttaa musteen katalyyttisen korroosioreaktion. Rautagallusmuste voidaan neutraloida kalsiumfytaattikäsitteilyllä, mutta kuitenkin tämän voimakkaan käsittelyn jälkeen paperia suositellaan vahvistettavan emäksisellä kalsiumhydroksidikäsittelyllä. Hyvin emäksinen käsittely taas saattaa haalistuttaa tiettyjä musteita ja väriaineita. Tässä luvussa esittelen paperin kuiturakenteen ja siellä tapahtuvia muutoksia konservoinnissa käytettyjen vesikäsitteilyjen aikana. Avaan myös tässä konservointityössä esiintyviä haasteita ja ristiriitoja liittyen vesikäsitteilyyn ja merkintäaineisiin.

##### **4.1 Ikääntyneen paperin ominaisuudet**

Monet paperin koostumukseen ja ikääntymiseen vaikuttavat seikat tapahtuvat molekyylitasolla paperin kuiduissa. Puukuiduista valmistettavan mekaanisen ja kemiallisen massan sekä kasvikuiduista saadun puuvillakuidun kemiallinen koostumus on hyvin samankaltainen; molempien tärkein rakennusaine on selluloosa (kuvio 4.). Selluloosaketjut ovat

kiinnittyneinä toisiinsa voimakkailla vetysidoksilla (-OH). Ketjujen välillä vaikuttavat myös van der Waalsin voimat. (Knuutinen 1997, 3–6.)



Kuvio 4. Selluloosakuidun molekyyliketju (Wikipedia Commons 2015)

Ikääntynyt paperi on usein haurasta, kellastunutta ja niissä on vanhan paperin hapen haju. Paperin ikääntyessä sen vaurioituminen voi johtua monista eri syistä tai niiden yhteisvaikutuksesta. Paperin valmistuksessa käytetyt raaka- ja lisäaineet voivat aiheuttaa muutoksia paperissa tai kiihdyttää jo alkanutta reaktiota. Erityisesti ligniini hapettuu herkästi ja muuttuu keltaiseksi, joka näkyy keltaisuutena paperissa. Hydrolyysi on yksi merkittävimmistä paperia vaurioittavista tekijöistä. Paperin ottaessa kosteutta ympäristöltään, hydrolyysi lisääntyy. Selluloosan amorfisilla alueilla tapahtuvassa pilkkoutumisessa syntyvä vesimolekyyli yhdessä selluloosasta peräisin olevan hapen kanssa muodostaa hydroksyyliiryhmiä. Tällöin selluloosa katkeaa ja tilalle syntyy aldehydiryhmä. (Whitmore 2011, 224.) Paperiin kulkeutuvan veden mukana kuituihin päätyy myös sen säilymisen kannalta haitallisia happoja ja epäpuhtauksia, jotka aiheuttavat paperissa happamuutta (Whitmore 2011, 225; Ukkonen 2015). Ikääntyessään paperin kuidut menettävät adsorptiokykyään, jolloin veden väheneminen paperissa tarkoittaa sen jäykistymistä (Whitmore 2011, 223).

#### 4.2 Vesi ja paperi

Paperin valmistuksessa käytetään runsaasti vettä, mutta valmiissa niin sanotussa kuivassa tilassa olevassa paperissa vettä on noin 5–8% paperin painosta (Brükle 2011, 82). Paperi on hygroskooppinen materiaali, joten se pyrkii tasaamaan kosteutensa ympäristönsä kanssa. Selluloosamolekyylit ovat hyvin poolisia, sillä niillä on paljon vapaita hydroksyyliiryhmiä, aivan kuten vesimolekyylilläkin (Knuutinen 1997,9). Kuivuessaan paperi menettää joustavuutensa ja siitä tulee jäykkä. Paperi johon on sitoutuneena vettä, on taipuisa, joustava ja sillä on paremmat lujuusominaisuudet. Paperi on turvonneessa tilassa, kun siihen on sitoutuneena vettä. Tällöin vesimolekyylit ovat syrjäyttäneet



selluloosaketjujen välisiä vetysidoksia, joten ketjut ovat kauempana toisistaan ja pääsevät joustavammin taipumaan katkeamatta. Kuitenkin liiallinen kosteus heikentää paperin lujuutta. Turpoaminen tapahtuu selluloosaketjujen amorfisilla alueilla. Kiteisillä alueilla molekyylit ovat vahvemmin kiinni toisissaan, eikä vesi pääse väliin niin helposti kuin amorfisilla alueilla. Vapaan veden poistuessa selluloosakuitujen molekyyliketjut ovat kiinnittyneet toisiinsa hyvin lähekkäin vahvoilla vetysidoksilla, jolloin niillä ei ole juuri liikkumisvaraa ja ne katkeavat herkemmin. Kuitujen välillä vaikuttavat vetysidosten lisäksi Van Der Waalsin voimat, jotka tukevat myös paperin rakennetta. (Brückle 2011, 115.)

Konservoinnissa paperin pesu ja muut vesikäsitellyt ovat paljon käytettyjä toimenpiteitä. Paperin hygroskooppisuuden ansiosta paperin kuiduista saadaan pesemällä poistettua vesiliukoisia happamia yhdisteitä, epäpuhtauksia ja värillisiä hajoamistuotteita, jotka aiheuttavat paperin kellastumista. Paperin pesulla saadaan osittain poistettua myös vanhoja paikkauksia, liimajäämiä sekä häivytettyä tahroja ja värjäymiä. On myös huomiotava, että pesu poistaa myös paperissa pilkkoutuneita selluloosan osia, jolloin myös selluloosan materiaa poistetaan. (Kosek 2011, 314.) Mikäli selluloosakuituja kostutetaan ja kuivataan useita kertoja, niiden veden sitomiskyky pienenee. Tämä johtuu selluloosakuitujen kiteisyyden lisääntymisestä ja amorfisten alueiden vähenemisestä. (Knuutinen 1997, 9.)

Konservoinnin vesikäsitelyjen kanssa on kuitenkin käytettävä aina tarkkaa harkintaa ja tiedostettava mahdolliset riskit tai informaation menetykset esineessä. Konservointitoimenpiteiden arvioiminen tulee tehdä aina tapauskohtaisesti. Vesikäsitellyt lähes poikkeuksetta kadottavat esineestä, sen valmistukseen liittyviä tietoja ja muuttavat materiaaleja. On muistettava, että vesikäsitelty artefakti saattaa tuottaa tulevaisuudessa virheellistä tietoa, mikäli aiempi vesikäsitely ei ole tiedossa. (Reissland ym. 2007 a.)

#### 4.3 Värien problematiikka vesikäsitelyissä

Liukoisuustestit osoittivat, että vuoden 1917 rakennuspiirustuksessa oleva sininen leimasinmuste sekä paksu, tummanpunainen, rakenteita korostava väriaine ovat vesiliukoisia. Liukoisuuden pääperiaatteena on, että samankaltaiset liuottavat samankaltaista, tämä tarkoittaa sitä, että poolinen aine liuottaa poolista ainetta. Tässä tapauksessa vesi toimii liuottimena, koska sitä on määrällisesti enemmän kuin merkintäainetta, joka toimii liukenevana osapuolena. Liukenemisessä liuotettavan aineen molekyylit väliset

sidokset hajoavat ja liottavan aineen molekyylit muodostavat uusia sekundäärisiä sidoksia niiden kanssa (Perkiömäki 2014).

Vesiliukoisia merkintäaineita voi suojata erilaisilla kiinnite ja suojausaineilla. Kuitenkin näilläkin aineilla on omat hyötynsä ja haittansa. Kohteeseen sopimaton tai epätasaisesti levitetty kiinnite saattaa aiheuttaa muutoksia värin pinnassa tai jopa kosteusvaurioita. Erilaiset fiksatiivit eli värin kiinnittäjät eivät ole vielä nykytiedon mukaan täysin poistettavia paperin kuiduista. Aineen jäädessä paperiin, saattaa se ikääntyessään kellastua ja aiheuttaa näin värimuutoksia paperissa. (Crespo & Vinas 1989, 66.)

Hyvin alkalisia vesikäsitteilyä suunniteltaessa tulee huomioida paperin herkkyiden lisäksi värien emäsherkkyys. Värit ja musteet saattavat haalistua pH -arvon noustessa yli pH 8,5 (The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011b). Etenkin orgaanisten pigmenttien kohdalla on todettu, että niiden molekyylijärjestyksen muuttuessa, niiden väri saattaa haalistua huomattavasti (AIC, Book and Paper Group, 2008). Tästä syystä neutraloivaa käsittelyä suunniteltaessa värit ja musteet tulee testata ennen toimenpidettä käsitteilyliuoksella haalistumisen varalta.

#### 4.4 Rautagallusmuste ja sen problematiikka

Rautagallusmusteella on pitkä käyttöhistoria. Erytisen suosituksi muste tuli ensimmäisen vuosisadan aikana ja oli eniten käytetty muste 1800-luvun puoleenväliin asti. (Nevel 2001, 125.) Mustetta oli helposti saatavilla, ja sen valmistaminen itse oli suhteellisen helppoa. Tästä syystä reseptejä on aikojen saatossa ollut monia erilaisia riippuen saatavilla olleista raaka-aineista. Kuitenkin musteen toiminnan kannalta on oleellista, että musteessa on neljä pääraaka-ainetta: tanniinia, rautasulfaattia, arabikumia ja vettä. Käytetyin happo metallitanniini-musteresepteissä on ollut gallushappo, jota saadaan puiden äkämistä. Äkämät ovat kasvien epämuodostumia, jonka aiheuttajana on usein hyönteiset tai bakteerit. Hyönteiset munivat kasvien äkämiin, jossa jälkeläiset kuoriutuvat ja kasvavat aikuiseksi. Tämän jälkeen ne syövät itselleen ulospääsyn ja poistuvat äkämästä. Mikäli hyönteinen on poistunut, tällöin äkämän gallushappomäärä on suurempi. (Eusman 1998.)

Yhdessä rautasulfaatin ja veden kanssa gallushappo muodostaa värillisen ferriittisen yhdisteen (Eusman 1998). Rauta(II)sulfaatti reagoi seoksessa gallushapon kanssa ja muodostaa rauta(II)gallaatti(I) yhdisteen, jonka reagoi vedessä veden ja hapen kanssa

muodostuu värillinen rauta(II)pyrogallaatti(II). Arabikumia käytettiin sideaineena, koska sillä saatiin musteelle sopiva viskositeetti. Oikeanlainen viskositeetti mahdollisti erilaiset kirjoitusvälineet sekä sen, että muste pysyi kirjoitusvälineessä sekä leviämättömänä paperilla. (Neevel 2001, 125.)

Toisinaan rautagallusmusteesta käytetään nimitystä metallitanniinimuste, joka johtuu siitä, että musteen resepteissä on käytetty yleisesti Vitriolia, joka on varhainen nimitys sulfaatile. Rauta-Vitriolia on valmistettu maailmalla sijainnista riippuen ja nimestä huolimatta monien eri metallien sulfaattivariaatioista kuten kupari-, alumiini-, sinkki tai mangaanisulfaattista. Nimestään huolimatta tuote ei ole välttämättä sisältänyt ollenkaan rautaa. Näistä erityisesti kupari(I)-ionit ja mangaani katalysoivat hydrolyysiä selluloosassa, mutta vain rauta(II) ja rauta(III) sulfaatit reagoivat gallushapon kanssa. (Neevel 2001, 125.)

Musteiden paperia tuhoavan vaikutuksen takana ovat monet eri prosessit liittyen musteiden resepteihin, paperin ikään ja sen valmistusmateriaaleihin. Voidaan kuitenkin todeta, että muste vaikuttaa paperiin katalysoimalla paperille ominaista hydrolyysiä sekä tuhoamalla orgaanista selluloosaa. Muste sisältää siirtymämetalleja, joista erityisesti kuparin on todettu katalysoivan paperin hydrolyysia tehokkaammin. Kuitenkin rauta on veden tavallisin epäpuhtaus, jolloin se on kuparia suurempi ongelma hydrolyysin katalysoijina. Selluloosan hajoaminen liittyy raudan hapetus-pelkistysreaktioon. Reaktion mahdollistaa esimerkiksi selluloosan vetyatomit. Hapen ollessa läsnä, rauta(III) vastaanottaa elektronin, jolloin se hapettuu ja muodostuu rauta(II). Kun rauta(II) luovuttaa elektronin tapahtuu pelkistyminen. Näissä reaktioissa syntyy vapaita orgaanisia radikaaleja sekä vetyperoksidiradikaaleja, jotka mahdollistavat radikaalien ketjureaktiot, jotka taas hajottavat orgaanista paperia. Tämänkaltaista reaktiota kutsutaan Fenton-reaktioksi. (Daniels 2001, 33–34.)

Lähtökohtaisesti rautagallusmusteelle ei suositella konservoinnin vesikäsitelyä missään määrin, mikäli se ei ole pakollinen esineen säilyvyyden kannalta. Lisääntynyt kosteus kuljettaa vesiliukoisia metalliyhdisteitä kirjoitusmustejäljestä paperin rakenteissa muualle paperiin aiheuttaen hydrolyysin ja hapettumisen aktivoitumisen sekä mahdollisesti raudan korroosiota. Vesikäsitelyn aiheuttamat vauriota saattavat tulla esiin vasta 25 vuoden kuluttua. Tapauksissa, joissa kohteen vesikäsitely on väistämätön, suositellaan käytettäväksi rauta-ioneita pelkistävää kalsiumfytaattikäsitelymenetelmää. (Reissland, Schepfer & Fleischer 2007a.) Kuitenkin Reisslandin, Ligterinkin & Phan Tan Luun (2010)

artikkelissa mainitaan, että rauta-ioneiden siirtymistä ei tapahtuisi kosteuden pysyessä alle 70% RH.

#### 4.5 Kalsiumfytaattikäsittelymenetelmä

Kalsiumfytaattikäsittely yhdessä kalsiumbikarbonaatti-neutralointiluoksen kanssa mainittiin ensimmäisen kerran Johan Gerrit Neevelin julkaisemassa rautagallusmusteen konservointimenetelmässä vuonna 1995. Tästä lähtien menetelmää on tutkittu monissa alan eri tutkimuksissa tarkastellen sen tehokkuutta ja sivuvaikutuksia. Kaikissa tutkimuksissa on oltu yhtä mieltä kalsiumfytaattikäsittelymenetelmän tehokkuudesta ja esineen käyttöön pidentymisestä. Tällä menettelyllä aiheutetaan myös mahdollisimman vähäiset sivuvaikutukset paperiin tai musteisiin. (The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011b.)

The Cultural Heritage Agency of the Netherlands:in Iron Gall Ink Website -sivustolle on koottu tarkka ohjeistus kalsiumfytaattikäsittelymenetelmän käytöstä ja vaiheista, joita noudattamalla saadaan paras mahdollinen lopputulos rautagallusmusteen stabiloimiseksi (Reissland, Scheper & Fleischer. 2007b.) Kuitenkin ohjeistuksessa huomauteaan, että toimenpide on vielä melko uusi ja siitä ei ole pitkänajan seurantatutkimusta. Tästä syystä toimenpide voi tuoda kohteelle uusia riskejä, jotka voivat näkyä vasta tulevaisuudessa. (The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011b.)

Kalsiumfytaattikäsittely perustuu fytaattien eli fytiinihapon kykyyn sitoa rautaioneja, jolloin ne eivät pysty katalysoimaan Fenton-reaktiota. Rauta(II)- ja rauta(III)-ionit muuttuvat vesiliukoiksi rautafytaateiksi, jotka eivät reagoi hapen kanssa (Reissland ym. 2007 b.) Menetelmä on monivaiheinen, ja sen aikana käsiteltävä kohde käytetään viidessä eri vesikäsitelyssä. Ennen vesikäsitelyiden aloittamista suositellaan, että kohde kostutetaan etanolilla, iso-propanolilla tai vesi-alkoholi -seoksella. Kostuttaminen on tärkeää etenkin kohteissa, joiden musteessa on tapahtunut jo korroosiota. Ilman esikostutusta veden pintajännitys saattaa rikkoa musteen korroosiosta heikentyneen paperin. (Neevel & Reissland 1997, 41.)

Ensimmäisessä pesuvaiheessa esikostutettu paperi upotetaan veteen, jolloin siitä poistetaan haitallisia vesiliukoisia yhdisteitä, hajoamistuotteita sekä vapaita rauta(II)- ja kupari(I)-ioneja. Liukoisten ioneiden poistumista voidaan tehostaa esimerkiksi käyttämällä imupöytää. Toisessa vaiheessa paperi upotetaan kalsiumfytaattiliuokseen, jonka

tarkoituksena on tehdä jäljelle jääneistä rautaioneista rautafytaatteja, jolloin ne eivät enää katalysoi paperissa hapettumista. Tällä menetelmällä voidaan myös muodostaa mahdollisista kupari-ioneista kuparifytaatteja. Uputuksen jälkeen on hyvä tehdä musteelle Bathophenanthroline-indikaattoritesti, jotta käsittelyn onnistuminen saadaan varmistettua. Pesua vaihdetulla liuksella tulee jatkaa, mikäli testin tulos on vielä positiivinen. Fytaaattikäsittelyä jatketaan, kunnes testituloksella on negatiivinen. Kolmannessa vaiheessa paperi upotetaan jälleen veteen, minkä tarkoituksena on liottaa pois fytaattiliuoksessa muodostuneet vesiliukoiset fytaattiyhdisteet. Mikäli tätä vaihetta ei tehdä, saattaa paperin kuivuessa muodostua sen pinnalle valkoisia kiteitä. Neljännessä liuoskäsittelyssä paperi upotetaan kalsiumbikarbonaatti-liuokseen, jonka tarkoituksena on neutraloida mahdollisia paperissa olevia happoja hydrolyysireaktion estämiseksi. Kalsiumfytaattiliuos on itsessään hapan, sillä sen suositus pH on 5,2–5,8. Neutralointikäsittelyllä luodaan paperiin myös emäspuskuri mahdollista tulevaa hapettumista varten. Neutralointiin suositellaan erityisesti kalsiumbikarbonaattiliuosta, sillä sen pH-arvo ei ylitä pH 8,5 arvoa, jota korkeammat arvot tutkitusti saattavat haalistuttaa musteita. (The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011b.) Magnesiumbikarbonaatti-liuosta neutraloimiseen ei suositella, sillä se on hyvin emäksinen liuos ja saattaa aiheuttaa tästä syystä paperin kellastumista ja ruskean musteen vaalenemista. (Neevel 2001, 128–130.) Vahvojen emäsluosten on todettu myös vaurioittavan selluloosakuituja. Emäksinen neste turvottavaa kuituja neutraalia nestettä enemmän ja näin se rikkoo selluloosakuituja. (Whitmore 2011, 232.) Nykypäivänä ei ole vielä olemassa toimivaa fytaaattikäsittelyä, joka olisi vedetön toimenpide (Neevel 2001, 130).

## 5 Konservointitoimenpiteet

Kaikkien kolmen rakennuspiirustuksen konservoinnit toteutettiin hieman eri metodein, jotka valittiin riippuen kohteen kunnosta ja sen merkintäaineista. Konservointitoimenpiteitä suunnitellessa käytettiin materiaalitutkimuksista ja kirjallisuudesta saatuja tietoja sekä aiempaa kokemusta vastaavien kohteiden konservoinnista. Kuten aiemmin on todettu, konservoinnin tavoitteena oli piirustusten puhdistaminen, suoristaminen ja eheyttäminen.

Vuoden 1890 piirustuksen haasteena oli liika, suurikokoinen vesivaurio, taitteet, repeämät, liuskoittuneet paperin reunat sekä puuttuvat palat. Näistä syistä päätettiin, että kohde pestään ja taustataan. Pesulla saataisiin paperi rentoutumaan täysin, jotta taitteet

ja liuskoittuneet reunat voitaisiin suoristaa ja tukea. Pesussa piirustuksen keskellä oleva suuri vesivaurio saataisiin mahdollisesti hieman häivytettyä.

Pesun yhteydessä piirustuksen rautagallusmustekirjoituksille tehtiin paikallisesti rautai-  
oneita inaktivoiva käsittely Iron Gall Ink Website -sivuston suosittelemalla kalsiumfytaat-  
timenetelmällä. Pesun jälkeen piirustus taustattiin japaninpaperilla ja prässättiin suo-  
raksi. Piirustuksen kuivuttua, siihen valmistettiin vielä paikkapalat ja reunaviiva retusoitiin  
puuttuviin kohtiin, jotta lopputulos olisi eheämpi.

Vuosien 1896 ja 1917 piirustukset olivat huomattavasti paremmassa kunnossa, kuin  
vuoden 1890 piirustus. Vuoden 1896 piirustuksen suurimpina haasteina olivat repeämät,  
taitteet ja rullautunut paperi. Tämän piirustuksen kohdalla oli selvää, että paperi tulisi  
rentouttaa, jotta repeämät voitaisiin paikata ja paperi suoristaa. Vuoden 1917 piirustus  
oli melko hyväkuntoinen ja haasteena oli ainoastaan voimakkaasti rullautunut vahva pa-  
peri, joka tulisi rentouttaa ja suoristaa. Molemmissa piirustuksissa olevan rautagallus-  
musteen ja 1917 vuoden piirustuksen vesiliukoisen väriaineen takia pesua ei haluttu  
tehdä. Piirustukset olivat suhteellisen hyväkuntoisia, joten pesu ei ollut välttämätön näi-  
den piirustuksien säilyvyyden kannalta. Pesulla olisi saatu aikaan puhtaampi ja kirk-  
kaampi sekä tasaisempi paperi, mutta tällöin rautagallusmusteelle olisi jouduttu teke-  
mään kalsiumfytaattikäsittely. Nykyään käsittely ei ole vielä täysin luotettava menetelmä,  
joten sitä käytettiin vain paikallisesti 1890 vuoden piirustuksen pesun yhteydessä, koska  
tälle piirustukselle pesu oli välttämätön toimenpide. Vuoden 1917 piirustuksen vesi-  
liukoista väriainetta ei haluttu suojata, sillä suojausaineiden poistettavuudesta ei myös-  
kään voi olla aivan varma.

Paperia voidaan prässäätä kuivana, mutta tällöin suoristuminen ei välttämättä ole kovin  
pitkäaikaista ja tehokasta. Etenkin piirustuksissa käytetyn paksun paperin kuivaprässää-  
minen ei olisi tuonut kovinkaan pysyvää lopputulosta. Tästä syystä piirustukset päätettiin  
kostuttaa kosteuskammiossa

## 5.1 Pintalian ja teippien poisto

Kaikki kolme rakennuspiirustusta olivat melko likaisia ja niissä oli huomattavan paljon  
irtolikaa ja pölyä. Paperi on huokoinen materiaali, joten kuivapuhdistuksella pyritään  
poistamaan paperin pinnalta irtonainen lika, jotta se ei tulevaisuudessa tai paperin kos-  
tuessa imeytyisi paperin kuituihin syvemmälle. Paperin pinnalta lika on osittain

poistettavissa, mutta syvemmältä ainoastaan vesiliukoinen lika on poistettavissa. Kuivapuhdistus tehtiin siten, että jokainen piirustus imurointiin verkon lävitse kaksi kertaa rekto- ja versopuolelta. Tämän jälkeen piirustukset olivat yhä likaisia ja ne pyyhittiin kahdesti pumpulilla jälleen rekto- ja versopuolelle. Lopuksi piirustusten puhdistukseen käytettiin vielä Alron-lateksisientä. Sienellä puhdistaminen tehtiin painellen hieman paperin pintaa, jotta sieneen saataisiin imeytettyä mahdollisesti syvemmällä paperissa olevaa likaa. Kuivapuhdistuksessa paperi kirkastui huomattavasti.

Kuivapuhdistuksen jälkeen paperista poistettiin sille mahdolliset haitalliset materiaalit kuten teipit ja niitit. Vuoden 1896 rakennuspiirustuksessa oli useita teippejä liimattuna paperin pintaan. Teipit olivat himmeäpintaista muovia, eli niin sanootta toimistoteippiä. Teippi oli yhä tasaisesti paperin pinnassa, joten se ei vaikuttanut erityisen ikääntyneeltä. Poiston aikana todettiin kuitenkin, että teippi on hieman menettänyt joustavuuttaan. Nykyisin markkinoilla olevissa vastaavissa sameapintaisissa teipeissä, on asetaattikantaja ja akryyliiliima (Osara 2014, 31–32). Teipin poistoon kokeiltiin ensimmäisenä lämpölusikkaa ja lämmitettyä skalpellia. Teippiä lämmitettiin lämpölusikalla, jotta teipin liima lämpenisi ja irtoaisi katkaisematta paperin kuituja. Lämmitetyllä skalpellilla raotettiin teippiä varovasti tarkkaillen mahdollista kuitujen irtoamista paperin pinnasta. Suurimmaksi osin teipit irtosivat tällä menetelmällä hyvin. Mikäli teipin liimamassaa jäi paperin pinnalle, kummitettiin se pois varovasti pyyhekumilla. Koska teippi on ollut paperissa tuntemattoman ajan, tulee pitää mielessä, että on mahdollista, että liima on kulkeutunut teipistä pintaa syvemmälle paperin kuituihin, jolloin se ei ole enää poistettavissa. Teipinpoistosta jäi ainoastaan näkyviin paperille teipin reuna-alueille kasaantunut lika, jota poistettiin Alron-sienellä. Ilmeisesti paperi on ollut pölyinen teipin liimaushetkellä, sillä paperiin on imeytynyt likaa teipin alapuolta. Tämä lika ei ole enää puhdistettavissa kuivapuhdistuksen menetelmin.

Vuoden 1917 piirustuksessa oli rekto- ja versopuolella tahroja, jotka muistuttivat kahviroiskeita. Tälle piirustukselle vesipesua ei tehty ja lika ei kuitenkaan irronnut pumpulilla eikä Alron-sienellä. Piirustuksen paperin pinta oli hyvin vahvasti pintaliimattu, joten vaikutti siltä, että lika oli jäänyt paperin pinnalle, eikä imeytynyt paperin huokosiin asti. Vahvan pintaliimauksen ansiosta lian päälle pystyttiin tiputtamaan pisara vettä ilman, että se imeytyi paperin huokosiin välittömästi. Tahra liukeni sen päällä olleeseen vesipisaraan ja hetken vaikutusajan jälkeen pisara imeytettiin imupaperiin. Mikäli tahraa jäi paperiin, toimenpide toistettiin. Tällä menetellä likaroiскеet saatiin poistettua melko hyvin ilman vesipesua.

## 5.2 Vesikäsitely, tukeminen ja suoristaminen

Ennen pesua vuoden 1890 piirustuksen paperi oli hyvin kuiva, joten se asetettiin suolakosteuskammioon kahden vuorokauden ajaksi sitomaan itseensä kosteutta. Esikostutettu paperi kostuu tasaisemmin vedessä ja vähentää vesivaurioiden riskiä. Kostutuksessa käytettiin suolakosteuskammiota sillä, suolan avulla kammion kosteus saatiin pidettyä tasaisena kostutuksen ollessa pidempi aikainen. Kammio rakennettiin puukehikosta ja muovista sekä saumat tiivistettiin teipillä. Kylläinen suolaliuos kammioon valmistettiin vedestä ja ruokasuolasta (NaCl). Koko kostutuksen ajan kammion kosteus oli noin 60% RH. Ennen pesua paperi oli rentoutunut hieman, mutta ei kuitenkaan tavoitteiden mukaisesti, joten kostutusta tehostettiin ja kammioon lisättiin kosteutta ultraäänisumuttimella. Kosteuskammion kostutuksen jälkeen piirustusta kostutettiin vielä kevyesti Dahlia-sumuttimella, jotta paperi olisi varmasti tasaisen kostea. Piirustuksen takana oleva vanha repeämän paikka irtosi vedessä ja se oli vaivatonta poistaa tässä vaiheessa. Ennen vesikäsitelyiden aloittamista piirustuksen väri- ja merkintäaineet vielä testattiin kaikilla käytetyillä liuoksella mahdollisten värimuutosten varalta, mutta niitä ei kuitenkaan testissä havaittu ja liuoksen käyttö oli turvallista.

Rakennuspiirustukselle tehtiin pesua varten suuresta puisesta kehyksestä ja tiheästä verkosta pesussa käytettävä ritilä, sillä piirustukselle oli suunniteltu tehtäväksi kellutuspesu väriaineiden mahdollisen herkkyyden takia. Kuitenkin jo pesun alussa huomattiin, että piirustuksen värit kestävät hyvin vettä, joten piirustus päätettiin upottaa veteen. Verkko osoittautui erinomaiseksi apuvälineeksi suurikokoisen piirustuksen pesussa, sillä se oli tukeva alusta repaleiselle paperille, helpotti piirustuksen nostelua altaassa ja kellutti piirustusta pesun aikana.

Pesu ja kalsiumfytaattikäsitely aloitettiin asettamalla piirustus verkon päälle, jonka avulla se laskettiin veteen. Paperin kostumista tehostettiin sumuttamalla vettä piirustuksen päälle Dahlia-sumuttimella. Piirustusta kellutettiin kehyksellä aivan vedenpinnan tuntumassa, kuitenkin niin että myös piirustuksen päälle pääsi likaa huuhtovaa vettä. Tukevan verkon avulla piirustusta pystyttiin nostamaan vedestä turvallisesti sekä liikuttamaan piirustusta vedessä, jotta vesiliukoisia haitallisia komponentteja, värillisiä hajoamistuotteita sekä siirtymäioneita saataisiin huuhdottua piirustuksesta mahdollisimman tehokkaasti. Pesualtaan vesi vaihdettiin useita kertoja, kunnes piirustuksesta veteen ei enää liuennut silmämääräisesti havaittavaa keltaista likaa. Pesussa käytettiin ioninvaihtimen kautta kulkenutta vettä, sillä konservoinnin väistötilojen vesijohtovesi oli ajoittain hyvin sameaa.



Ioninvaihtimesta johtuen pesuvesi oli melko viileää, mutta siihen lisättiin hieman lämmitettyä vettä, jotta haitallisten komponenttien liukeneminen olisi tehokkaampaa. Pesun aikana piirustuksessa olleesta suuresta vesivauriosta imeytettiin likaa imupaperiin, jotta vesivauriojälki saataisiin vaalenemaan.

Kalsiumfytaattikäsittelyä ei haluttu tehdä koko piirustukselle vaan se tehtiin paikallisesti ruskeiden kirjoitusmusteiden päälle. Liuoksen resepti on liitteessä 5. Piirustus nostettiin verkon avulla pois vedestä ja asetettiin tuetuksi niin, että käsittelykohdat olivat ilmassa. Musteiden päälle tiputettiin pipetillä käsittelyliuosta noin 10 minuutin ajan. Käsittelyille musteille yritettiin tehdä tässä vaiheessa suositusten mukainen Bathophenanthroline-indikaattoritesti, mutta paperi oli liian märkää indikaattoripaperin toimimiseksi, joten testi päätettiin tehdä piirustuksen kuivuttua. Myöhemmin tehty testi antoi negatiivisen tuloksen, eli rautaioneiden inaktivointi oli onnistunut. Kalsiumfytaattikäsittelyn aikana pesualtaan vesi oli vaihdettu jälleen puhtaaseen. Piirustus nostettiin veteen huuhtoutumaan, jotta kalsiumfytaattikäsittelyssä muodostuneet rauta- tai kalsiumfytaatti -komponentit saataisiin liukenemaan paperista. Piirustuksen annettiin huuhtoutua noin viiden minuutin ajan.

Pesualtaan vesi vaihdettiin vielä kalsiumbikarbonaatti -liuokseen, jossa piirustuksen annettiin olla noin 25 minuutin ajan. Kalsiumbikarbonaatti -liuos oli kuplitettu hiilihapolla ennen käsittelyä niin, että sen pH oli 5,3. Liuoksen kuplittamisen syynä on liukenemattoman kalsiumkarbonaatin saaminen vesiliukoiseen muotoon. Liuoksen happaman pH:n aiheuttaa sinne kuplittamisessa vietyjen vetyionien suuri määrä. Neutralointikäsittelyn jälkeen paperin kuivumisen aikana paperiin jäänyt kalsium alkaa karbonisoitua, kun hiilihapo ja vesi haihtuu paperista. Tällöin paperin pH nousee ja siihen syntyy ylimääräistä alkaalipuskuria. Neutralointikäsittelyn jälkeen paperi nostettiin pois liuoksesta ja jätettiin valumaan ennen taustaamista.

### 5.2.1 Taustaaminen ja suoristaminen

Vuoden 1890 piirustus taustattiin kosteana heti vesikäsitelyiden jälkeen. Taustaaminen tehtiin sovelletulla pöytäänliimaus -tekniikalla ilman kangasta tai levittämättä liimaa japaninpaperin ja pöydän väliin. Taustaamisessa käytettiin kahta Inoue Hani kozo Con 1109 22g -japaninpaperi -arkkia, jotka olivat paksuudeltaan ohuempia kuin piirustuksen paperi ja sävyltään lähelle piirustuksen sävyä. Arkit oli tarkoitus asettaa limittäin, joten niiden limitettävät reunat hapsutettiin tarkasti ennen liimaamista, jotta niiden saumasta tulisi

mahdollisimman ohut ja huomaamaton. Paperiarkit esikostutettiin Dahlia -sumuttimella, jotta ne saatiin rennoiksi ja jotta niiden venyminen liimaa levittäessä olisi mahdollisimman vähäistä.

Paperit asetettiin pöydälle ja niiden päälle levitettiin vehnätärkkelysliisteriä leveällä vuohenkarvasiveltimellä. Piirustuksen siirtämisessä japaninpaperin päälle käytettiin Melinex-polyesterikalvoa. Kalvo takerrutettiin piirustuksen rekto-puolelle, joten piirustus oli turvallista ja helppoa siirtää japaninpapereiden päälle. Piirustuksen ollessa pöydällä, oitettiin repeämät ja aseteltiin irtonaiset palat paikoilleen. Lopuksi piirustuksen päälle asetettiin Hollytex-polyesteri kuitukangas, jonka päältä piirustus telattiin varovasti, jotta mahdolliset ilmakuplat ja ylimääräinen liisteri saataisiin poistumaan. Piirustus jätettiin kuivumaan yön yli siten, että sen reunoille aseteltiin huopalevyt ja niiden varaan piirustuksen päällä kova kuitulevy ja reilusti painoa. Tarkoituksena oli, että paperi yön aikana kuivaisi osittain, mutta kuitenkin niin että sei ei pääse kutistumaan reunoilta. Seuraavana päivänä piirustuksen paperi oli vielä kostea, se irrotettiin pöydästä ja laitettiin pahvien väliin kuivumaan painavien painojen alle. Piirustuksen annettiin olla painojen alla useita viikkoja, kuitenkin vaihdellen pahveja aina kuiviin.

### 5.2.2 Paikkaaminen ja retusointi

Vuoden 1890 piirustuksesta puuttui useita paloja. Piirustus taustattiin pesun yhteydessä, mutta sille myös haluttiin tehdä puuttuviin kohtiin paikkapalat, jotta piirustus näyttäisi ehyemmältä. Tarkoituksena olisi, että tehtyihin paikkapaloihin voitaisiin retusoida piirustuksen reunaviiva, jotta kokonaisuus näyttäisi ehyemmältä. Itse piirustukseen ei haluttu tehdä minkäänlaisia retusointeja.

Paikkapalat valmistettiin kahdesta yhteen laminoidusta japaninpaperiarkista. Laminoinnissa huomioitiin paperin kuitusuunta, niin että kuitusuunnat ovat yhteen liittäessä erisuuntaiset. Tällä menetelmällä paikkapalaan saadaan enemmän lujuutta ja jäykkyyttä. Laminointia varten tehtyjen testilaminointien perusteella valittiin käytettäväksi liimaksi vehnätärkkelysliisteri. Paikkapaloiksi valittiin NAT 9373 Classic Kitaka -japaninpaperia.

Paikattavista kohdista piirrettiin Melinex kalvolle ääriviivat, jonka avulla muoto toistettiin rei'ittämällä laminoituun japaninpaperiin. Muoto revittiin reikiä pitkin oikeaan kokoonsa ja muotoiltiin vielä paikkakohtaan sopivaksi. Piirustuksen reunoja puuttuvan kohdan

ympäriltä hiottiin hieman hiomapaperilla, siten että liitoskohdasta saataisiin siisti. Paikkapalojen kiinnittämisessä käytettiin ohutta vehnätärkkelysliisteriä.

### 5.3 Kosteuskammio, tukeminen ja suoristaminen

Vuoden 1917 piirustus oli tiukasti rullautunut ja sen paperi oli huomattavasti vahvemmin pintaliimattua kuin vuosien 1890 ja 1896 huokoiselle paperille valmistetut piirustukset. Vahvasti pintaliimattu paperi vastaanottaa kosteutta huomattavasti heikommin, kuin huokoiset paperit. Piirustus rentoutettiin pitkällä muutaman vuorokauden pituisella kostutusajalla ja matalalla suhteellisella kosteudella. Rentoutuksessa käytettiin suolakosteuskammiota, kuten vuoden 1890 piirustuksen rentoutuksessa. Koko rentoutuksen ajan kammion kosteus oli noin 60% RH. kosteutta kammiossa seurattiin hiuskosteusmittarin avulla. Matalassa suhteellisessa ilmankosteudessa paperi ei pääse kostumaan märäksi. Kosteuskammioonkin liittyy riski rautagallusmusteen osalta ja kosteuden negatiivista vaikutusta musteeseen tulevaisuudessa ei tule sulkea pois. Kuitenkin musteen kannalta tilanne on vakaa ympäröivän suhteellisen ilmankosteuden pysyessä alle 70 RH (Reissland, Ligterink & Phan Tan Luu 2010). Piirustus saatiin rentoutumaan kosteuskammiossa vain osittain, mutta muutos lähtötilanteeseen oli silti merkittävä. Täysin rentoutunut paperi olisi vaatinut korkeamman suhteellisen ilmankosteuden ympärilleen. Rentoutuksen jälkeen piirustus laitettiin pahvien väliin kuivumaan painavien painojen alle. Piirustuksen annettiin olla painojen alla useita viikkoja, kuitenkin vaihtaen pahveja aina kuiviin. Suorituksen jälkeen piirustus oli suoristunut huomattavasti, eikä enää rullautunut itsestään. Piirustuksen paperi oli kuitenkin edelleen hieman kaareva, mutta suoristui kuitenkin niin, että se on mahdollista kehystää.

Vuoden 1896 piirustuksessa oli paljon repeämiä ja suuria taitteita, jotka tarvitsivat tukemista ja suoristamista. Piirustus rentoutettiin myös kosteuskammiossa, jotta paperi olisi uudelleen muotoiltavissa ja taitteet saataisiin tuettua siististi. Tämän piirustuksen paperi oli huomattavasti vuoden 1917 piirustuksen paperia huokoisempaa ja paperin lievään rentouttamiseen riitti päivän kostutus aika. Kostutuksessa käytettiin kosteuskammiota, jonka kosteus oli kostutuksen ajan noin 60% RH. Paperin rentouduttua sen taitteet ja repeämät tuettiin japaninpaperilla ja vehnätärkkelysliisterillä. Liisteröidyn japaninpaperin annettiin kuivua mahdollisimman paljon, jotta piirustukseen ei kulkeutuisi kosteutta. Etenkin paperin repeämät, joiden kohdalla oli rautagallusmuste merkintöjä, tuettiin jopa lähes kuivalla japaninpaperipalalla. Liika kosteus olisi voinut aiheuttaa paperiin vesivaurioita, mutta myös saada rautagallusmusteen rautaionit liikkeelle mustejäljestä.

Tukemisen ajan piirustusta pidettiin polyesterikalvojen välissä, jotta piirustus pysyisi kosteana. Tukemisen jälkeen piirustus laitettiin pahvien väliin kuivumaan painavien painojen alle. Myös tämän piirustuksen annettiin olla painojen alla useita viikkoja, kuitenkin vaihdellen kosteutta imeviä pahveja aina kuiviin. Piirustus suoristui huomattavasti ja sen repeämät ja taitteet saatiin tuettua onnistuneesti.

## 6 Säilytys ja esillepano suositukset

Yleisesti suurimpia paperin säilyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila, ilmankosteus ja valo. Lämpötila ja suhteellisen ilmankosteuden voimakas nousu kiihdyttää paperissa kemiallisia reaktioita. Tästä syystä piirustukset tulisi pitää mahdollisimman tasaisissa lämpö- ja kosteusolosuhteissa. Korkea lämpötila yhdessä korkean ilmankosteuden kanssa saattavat altistaa paperin erilaisille homeille ja mikrobeille. Kuitenkin erittäin kuiva ilma esimerkiksi talviaikaan saattaa kuivattaa paperia ja aiheuttaa sen haurastumista. Tärkeintä on pyrkiä pitämään esineen olosuhteet mahdollisimman tasaisina. Nopeat ja suuret kosteus ja lämpötilamuutokset lyhyessä ajassa aiheuttavat enemmän vauriota paperissa, kuin pitkällä aikavälillä tapahtuvat muutokset. Museo-olosuhteissa paperipohjaisen esineen suosituslämpötila on  $20 \pm 2$  °C ja kosteus  $50 \pm 5$  % RH. (Alamännistö ym. 2007, 18–22.) Kuitenkin yksityisiltä henkilöiltä näin tarkasti määritellyjä olosuhteita ei voida vaatia, joten yleisenä ohjenuorana voidaan sanoa, että olosuhteet ovat riittävät silloin kun ne ovat hyvät myös ihmisille.

Lämmön ja kosteuden lisäksi valo katalysoi paperissa ikääntymisprosesseja ja saattaa aiheuttaa sen kellastumista tai hajottaa paperin rakennetta. Paperin merkintäaineille valo saattaa aiheuttaa niiden vaalenemista. Piirustusten suoraa valaisemista voimakkaalla valolla tulee välttää. Kaikessa näkyvässä valossa on ultraviolettisäteilyä (UV), joka on suurienergistä ja näin kiihdyttää ikääntymisprosesseja selluloosassa. Erityisen voimakasta säteily on auringonvalossa ja siksi esine tulisi suojata auringonvalolta tai käyttää UV-suodattimia. Museo-olosuhteissa paperipohjaisille esineille suositeltava valonmäärä on 30–50 lux (Alamännistö ym. 2007, 18–22). Piirustuksiin kohdistuvaa UV-säteilyä voidaan vähentää käyttämällä kehystyksessä UV-lasia, joka suodattaa suurimman osan säteilystä.

Materiaalitutkimusten mukaan kaikki kolme rakennuspiirustusta ovat hyvälaatuista lumpupaperia. Näin ollen paperit itsessään ovat melko stabiileja, joten oikeanlaisella

säilytysolosuhteilla ja käsittelyllä niiden on mahdollisuus säilyä jatkossakin. Merkintäaineista orgaaninen muste ja akvarellit ovat myös melko stabiileja materiaaleja. Rautagallusmuste pysyy stabiilina suhteellisen ilmankosteuden pysyessä alle RH% 70

Nämä rakennuspiirustukset ovat pääasiallisesti kotiolosuhteissa säilytettäviä esineitä, joten niille suositellaan ensisijaisesti kehystämistä. Tiivis, mutta hengittävä kehystys suojaa esinettä ennen kaikkea ilmansaasteilta ja pölyltä, mutta vähentää myös mahdollisia paperiin käsittelystä tulevia vaurioita. Kehystys toimii myös tietynlaisena eristeenä esineen ja ympäröivän ilman välissä. Onnistuneella kehystyksellä voidaan hidastaa sen sisällä olevan esineen olosuhdemuutoksia. Kehystyksessä tulee käyttää hyvälaatuisia happovapaita materiaaleja sekä UV-lasin käyttö on suositeltavaa.

Rakennuspiirustukset ovat suurikokoisia esineitä ja kehystettynä niistä tulee melko raskaita kokonaisuuksia, joten tämä on hyvä huomioida ripustuksessa. Piirustusten ripustuspaikkaa miettiessä olisi hyvä välttää lämpöpattereiden tai uunin läheisyyttä. Mikäli mahdollista, myös suoraa auringonvaloa tai muita voimakkaita valoja tulisi myös välttää.

## 7 Lopuksi

Opinnäytetyöprosessini tutkimusaiheena oli rakennuspiirustuksien konservointi. Kaikki kolme konservoitavana ollutta piirustusta olivat lähtökohtaisesti eri lailla vaurioituneita ja tästä syystä jokaisella oli omat konservointitoimenpiteitä sanelevat haasteensa. Kaikille yhtenäisenä haasteena oli rullautunut tai rypistynyt paperi sekä piirustuksissa käytetyt merkintäaineet, jotka rajoittivat yleisesti paperikonservoinnissa käytetyn vesikäsittelyn käyttöä paperin suoristusmenetelmänä.

Jotta pystyin ymmärtämään rakennuspiirustuksia esineenä, perehdyin työssäni piirustuksissa käytettyihin tekniikkoihin ja materiaaleihin sekä pohdin niiden merkityksen muutosta käyttöesineestä tähän päivään. Keskeisessä roolissa työssäni oli piirustuksissa käytetty rautagallusmusteeseen liittyvä problematiikka ja sen rautaioneita inaktivoivana käsittelynä käytetty kalsiumfytaattimenetelmä. Tutkin kalsiumfytaattimenetelmän käyttöä ja sovelsin sitä omaan konservointityöhöni. Mielestäni rakennuspiirustusten konservointi oli kokonaisuudessaan onnistunut projekti, koska konservoituna rakennuspiirustukset edustavat itseään arvokkaana artefaktina ja niihin tallennettu tieto on nyt paremmin saatavilla.

Konservoinnin etiikan mukaisesti konservointi metodeina tulee käyttää tutkittuja menetelmiä, jotka tunnetusti eivät vaurioita esinettä. Suhteellisen uuden kalsiumfytaattimenetelmän käyttöä on tutkittu paljon ja se on todistettu toimivaksi rautaioneita inaktivoivana käsittelynä, mutta käsittelyn vaikutusta pitkällä aikavälillä ei ole vielä voitu tutkia. Vaihtoehtoisesti näiden rakennuspiirustusten konservointi oltaisiin voitu lopettaa kuivapuhdistukseen, jolloin ne olisivat säästyneet kosteudelta ja mahdollisilta kalsiumfytaatti-lioksen tuomilta muutoksilta tulevaisuudessa. Uskon kuitenkin, että rakennuspiirustusten kaltaiset esineet yksityisomistuksessa ovat parempi konservoida siten, että ne voidaan säilyttää esimerkiksi kehystettynä. Tällöin paperiesineet ovat mahdollisesti arvokkaampia omistajalleen, sekä ovat suojassa mahdollisilta käsittelyn tai säilytyksen aiheuttamilta vaurioilta. Arkistoilla on yksityisiä paremmat resurssit säilyttää suuria rakennuspiirustuksia odottamassa uudempia tutkimuksia rautagallusmusteen konservointiin liittyen.

Opinnäytetyössäni kertosin opintojeni aikana opittua tietoa sekä taitoja, joita sain syventää ja täydentää tämän konservointiprojektin aikana. Huomasin, kuinka paperipohjaisten esineiden konservointi monimutkaistuu huomattavasti, kun niissä on paljon erilaisia merkintäaineita. Työni perusteella voidaan todeta, että rakennuspiirustukset ovat monimutkaisia esineitä konservoinnin näkökulmasta. Ne ovat kooltaan usein melko suuria ja ne saattavat olla hyvinkin huonokuntoisia. Piirustuksissa on käytetty monia erilaisia merkintäaineita, jotka tuovat omat haasteensa konservoinnille. On selvää, että tällaiset esineet ja niiden konservointitarpeet tulee suunnitella jokaiselle esineelle yksilöllisesti, eikä rakennuspiirustusten konservointimetoja voida yleistää sopivaksi kaikille.

## Lähteet

AIC Book and Paper Group, 2008. Media problems. Paper Conservation Catalog. <[http://www.conservation-wiki.com/wiki/Media\\_Problems\\_\(PCC\)](http://www.conservation-wiki.com/wiki/Media_Problems_(PCC))> (Luettu 29.4.18)

Alamännistö, Marja; Harva, Kirsti; Heikkinen, Ilkka; Hiltunen, Kirsi; Hornytzkyj, Seppo; Hurri, Pia; Kilpinen, Tuulikki; Nurminen, Siukku; Pettersson, Susanna; Reijonen, Henni; Roine, Miikka; Santala, Maija; Tanhuanpää, Ari; Ukkonen, Päivi; Vuori, Riitta 2007. Tee-sejä kokoelmanhoidosta: Konservattorin näkökulma. Toim: Harva, Kirsti; Rajakari, Päivi. Helsinki: Valtion taidemuseo. <[https://www.suomenkansallisgalleria.fi/wp-content/uploads/2014/04/15787\\_teeseja\\_kokoelmanhoidosta.pdf](https://www.suomenkansallisgalleria.fi/wp-content/uploads/2014/04/15787_teeseja_kokoelmanhoidosta.pdf)> (luettu 6.5.18)

Appelbaum, Barbara 2010. Conservation treatment methodology. Amsterdam: Elsevier Ltd.

Barclay, Ogden 1990. On the Preservation of Books and Documents in Original Form. Abbey Newsletter (4). Luettavissa osoitteessa <<http://cool.conservation-us.org/by-org/abbey/an/an14/an14-4/an14-406.html>> (luettu 21.2.2018).

Brückle, Irene 2011. Structure and Properties of Dry and Wet Paper. Gerhard, Banik & Irene, Brückle (toim.): Paper and Water, A Guide for Conservators. Elsevier: Elsevier Ltd. 81–115.

Crespo, Carmen & Vinas, Vincente 1989. Asiakirjojen ja kirjojen konservointi ja restaurointi RAMP-tutkimus. Helsinki: Valtionarkisto.

Daniels, Vincent 2001. The chemistry of Iron Gall ink. Jean, Miss A. & Brown E. (toim.): The Iron gall INK meeting 4th & 5th September 2000 Postprints. Newcastle: Conservation of Fine Art. 31–36.

Eusman, Elmer 1998. Iron gall ink. The iron gall ink website. [https://irongallink.org/igi\\_indexee73.html](https://irongallink.org/igi_indexee73.html) (luettu 28.3.2018).

Haminan kaupunki. Hamina pähkinänkuoressa n.d. . <<http://www.hamina.fi/fi/Hamina-info/Hamina%20p%C3%A4hkin%C3%A4nkuoressa/>> (luettu 28.2.2018).

Haminan linnoituksen wanhat talot ry. n.d. a. Yhdistyksemme. <[http://haminanlinnoituksenwanhattalot.fi/tietoa\\_yhdistyksest%C3%A4.html](http://haminanlinnoituksenwanhattalot.fi/tietoa_yhdistyksest%C3%A4.html)> (luettu 28.2.2018).

Haminan linnoituksen wanhat talot ry. n.d. b. Vuosi 2016. <[http://haminanlinnoituksenwanhattalot.fi/yhdistyksessa\\_tapahtuu/vuosi%202016.html](http://haminanlinnoituksenwanhattalot.fi/yhdistyksessa_tapahtuu/vuosi%202016.html)> (Luettu 28.2.2018).

Ilvessalo-Pfäffeli, Marja-Sisko 2015. Kuidut kuvina paperikuitujen tunnistaminen. Metsäkustannus Oy.

Instituut Collectie Nederland 2007. Calcium - phytate treatment agent. <[https://irongallink.org/images/file/pdf%209\\_preparation%20of%20calcium%20phytate\\_ok.pdf](https://irongallink.org/images/file/pdf%209_preparation%20of%20calcium%20phytate_ok.pdf)> (luettu 4.5.18)

James, Carlo; Corrigan, Caroline; Enshaian, Marie Christine; Greca, Marie Rose 1997. Old Master Prints and Drawings: A Guide to Preservation and Conservation. Amsterdam: Amsterdam University Press.

Knuutinen, Ulla 1997. Paperin säilyvyyden kemia. Espoon-Vantaan ammattikorkeakoulu julkaisusarja. Helsinki: yliopistopaino.

Kosek, Joanna M. 2011. Washing Paper in Conservation. Gerhard, Banik & Irene, Brückle (toim.): Paper and Water, A Guide for Conservators. Elsevier: Elsevier Ltd. 313–339.

Kämäräinen, Eija 1995. Taiteen pikkujättiläinen. Porvoo: WSOY.

Neevel, Johan G. 2001. (Im)possibilities of the phytate treatment. Jean, Miss A. & Brown E. (toim.): The Iron gall INK meeting 4th & 5th September 2000 Postprints. Newcastle: Conservation of Fine Art. 125–130.

Neevel, Johan G. & Reissland, Birgit 1997. The Ink Corrosion Project at the Netherlands Institute for Cultural Heritage – review. Iron-gall Ink Corrosion, Proceeding European Workshop on Iron-gall Ink Corrosion. Amsterdam: Netherlands Institute for Cultural Heritage Amsterdam. 37–46.

Neevel, Johan G. & Reißland, Birgit 2005. Bathophenanthroline Indicator Paper Development of a New Test for Iron Ions\*. Papier Restaurierung. 1, 28–36. Luettavissa osoitteessa <[https://irongallink.org/images/file/pdf%203\\_fe%20test%20artikel.pdf](https://irongallink.org/images/file/pdf%203_fe%20test%20artikel.pdf)> (luettu 15.3.2018).

Osara, Ilona 2014. Teipinpoistomenetelmien testaaminen ja soveltaminen grafiikanvedosten konservoinnissa. Opinnäytetyö. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. <<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/74828/oppari%20theseukseen1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> (Luettu 23.4.18).

Perkiömäki, Kirsi 2014. Kemia 1. Kurssimateriaalit. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Paperikonservoinnin koulutusohjelma.

Price, Lois Olcott, 2010. LINE, SHADE and SHADOW The Fabrication and Preservation of Architectural Drawings. New Castle: Oak Knoll Press.

Price, Lois Olcott 2011a. Deacidification Panel. Book and Paper Group (BPG) of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. <<https://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v02/bp02-10.html>> (luettu 21.2.2018).

Price, Lois Olcott 2011b. Line, Shade & Shadow: Researching Architectural Drawings (With a Brief Preliminary Aside on the Joys of Conservation). Puhe: Presented to the Brodsky Series for Library. Conservation, Syracuse University Library. <[https://surface.syr.edu/cgi/viewcontent.cgi?filename=0&article=1007&context=pres\\_brodsky&type=additional](https://surface.syr.edu/cgi/viewcontent.cgi?filename=0&article=1007&context=pres_brodsky&type=additional)> (luettu 2.4.2018).

Price, Lois Olcott 2011c. Line and Shadow: The Role of Ink in American Architectural Drawings Prior to 1860. Book and Paper Group of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. <<https://cool.conservation-us.org/coolaic/sg/bpg/annual/v13/bp13-08.html>> (luettu 8.4.18)

Reissland, Birgit; Ligterink, Frank & Phan Tan Luu Claire 2010. Risk factor - High humidity & water. The iron gall ink website. <[https://irongallink.org/igi\\_index86b7.html](https://irongallink.org/igi_index86b7.html)> (luettu 17.4.2018).



Reissland, Birgit; Scheper, Karin & Fleischer, Sabine 2007a. Aqueous treatment - All-or-non law. The iron gall ink website. <[https://irongallink.org/igi\\_indexf926.html](https://irongallink.org/igi_indexf926.html)> (luettu 20.2.2018).

Reissland, Birgit; Scheper, Karin & Fleischer, Sabine 2007b. Phytate. The iron gall ink website. <[https://irongallink.org/igi\\_index7c5f.html](https://irongallink.org/igi_index7c5f.html)> (luettu 30.3.2018).

SCAN-G4:90, Massa, paperi ja kartonki, Kuitukoostumuksen määrittäminen, Värjäysmenetelmät. Scandinavian pulp, paper and board, testing committee. Uusittu 1990 Suomenkielinen käännös.

Senaatti 2018. Tietoa Senaatista. <<https://www.senaatti.fi/tietoa-senaatista/>> (luettu 6.5.18)

Suomen arkkitehtiliitto n.d.. Koulutus <[https://www.safa.fi/fin/koulutus\\_ja\\_tutkimus/arkkitehdin\\_koulutus/](https://www.safa.fi/fin/koulutus_ja_tutkimus/arkkitehdin_koulutus/)> (Luettu 6.5.18)

The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011a. Conservation. Iron gall ink website. <[https://irongallink.org/igi\\_index2658.html](https://irongallink.org/igi_index2658.html)> (luettu 15.3.2018).

The Cultural Heritage Agency of the Netherlands 2011b. Phytate. Iron gall ink website. <[https://irongallink.org/igi\\_index1b67.html](https://irongallink.org/igi_index1b67.html)> (luettu 30.3.2018).

Ukkonen, Päivi 2015. Paperin pesu. Opintojaksossa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Paperikonservoinnin koulutusohjelma

Whitmore, Paul M. 2011. Paper Ageing and the Influence of Water. Gerhard, Banik & Irene, Brückle (toim.): Paper and Water, A Guide for Conservators. Oxford: Elsevier Ltd. 219–254.

Wikipedia Commons 2015. File:Cellulose-2D-skeletal.png. <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cellulose-2D-skeletal.png>> (luettu 4.5.18)

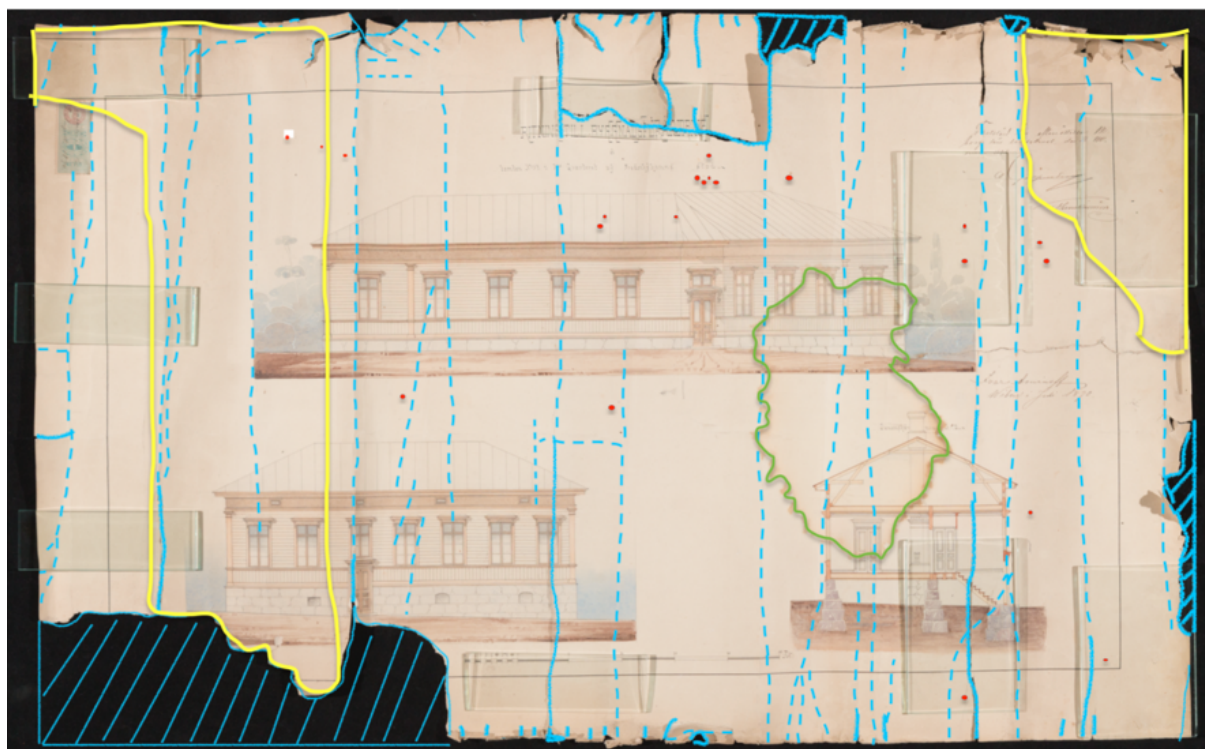
## Haastattelut

Aaltonen, Antti 2018. Amanuenssi, piirustuskoelma. Arkkitehtuurimuseo. Suullinen tiedonanto. 4.5.

Parpola, Matti 2018. Puheenjohtaja. Haminan kaupungin vanhat talot ry. Suullinen tiedonanto. 29.4.

Perkiömäki, Kirsi 2018. Kemian lehtori. Metropolian Ammattikorkeakoulu. Suullinen tiedonanto. 24.4.

VUODEN 1890 VAURIOKARTOITUSKUVA



Vauriopiirustuksissa käytetyt värikoodit ja merkinnät:

Sininen katkoviiva havainnollistaa taitteita

Sininen viiva havainnollistaa repeämiä

Sininen viivoitettu alue havainnollistaa puuttuvia paloja

Punaiset pienet pisteet havainnollistavat foxing-pisteitä

Vihreä muoto havainnollistaa vesivaurion reunan jälkiä

Keltaisella merkityllä alueella oli nokimaista mustaa likaa

VUODEN 1896 VAURIOKARTOITUSKUVA



Vauriopiirustuksissa käytetyt värikoodit ja merkinnät:

Sininen katkoviiva havainnollistaa taitteita

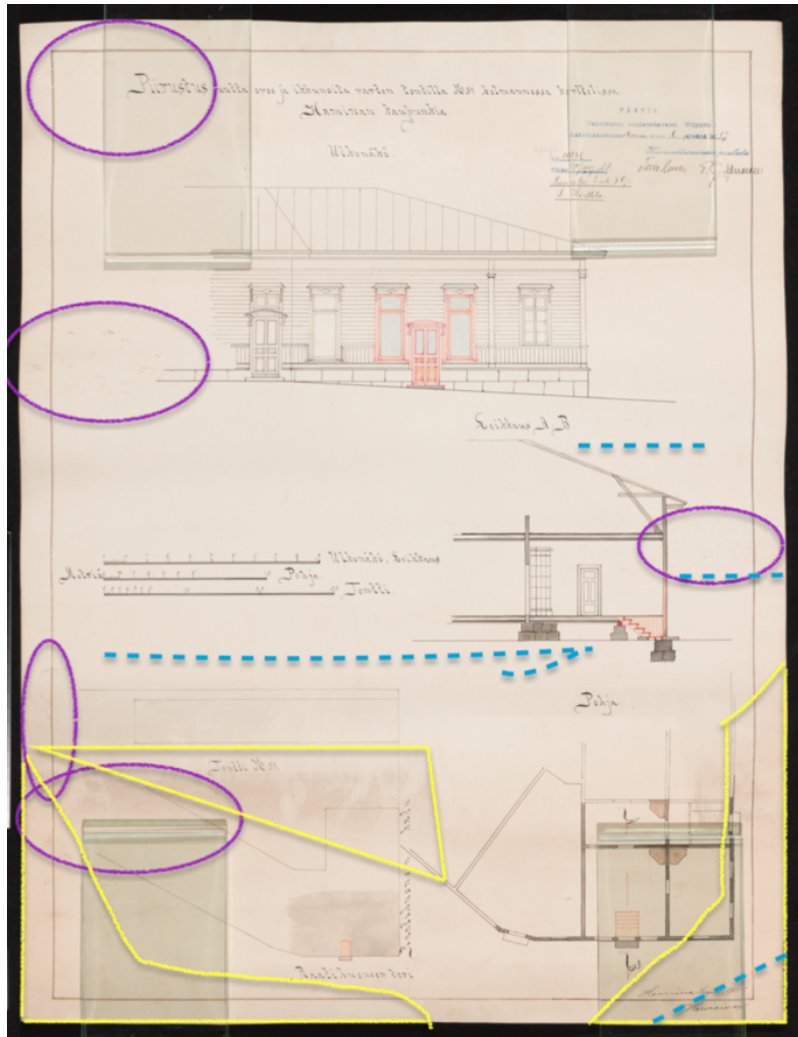
Sininen viiva havainnollistaa repeämiä

Punaiset neliöt havainnollistavat paperissa liimattuna olevia teippejä

Vihreä muoto havainnollistaa vesivaurion reunan jälkiä

Keltaisella merkityllä alueella oli nokimaista mustaa likaa

VUODEN 1917 VAURIOKARTOITUSKUVA



Vauriopiirustuksissa käytetyt värikoodit ja merkinnät:

Sininen katkoviiva havainnollistaa taitteita

Keltaisella merkityllä alueella oli nokimaista mustaa likaa

Violetit soikeat muodot havainnollistavat roiskemaisten tahrojen sijaintia piirustuksessa

**XRF-mittaustulokset**

XRF-mittaustulosten suhdeyksikkö on ppm (parts per million).

Lähes kaikissa mittauksissa esiintyy kalsium (Ca) ja pii(Si) suurina pitoisuuksina, nämä ovat todennäköisesti peräisin paperista. Kloori (Cl) on käytetylle mittauslaitteelle ominainen virhe.

**VUODEN 1890 PIIRUSTUKSEN XRF-MITTAUSTULOKSET**

Alkuaine	Sininen	Ruskea	Tumma punaoranssi	Keltainen	Musta reunaviivan muste	Ruskea kirjoitus muste
S	9491	33563	19569	14477	8825	13773
Cl	457912	125890	322561	540475	807284	722154
Ca	114452	125890	89956	129800	45437	88888
Ti	8701	5763	9005	10827		7738
Fe	<b>10829</b>	<b>16863</b>	<b>66636</b>	<b>25528</b>	<b>11475</b>	<b>15299</b>
Co	<b>20723</b>	<b>4059</b>				
Ni	1639					
Zn		600		2185	881	818
Ba				6412		
Pb	1503				1168	1740
Au			1123	2202	1529	2015
Si		91085	82596	45246		
Al	<b>114608</b>	<b>108240</b>	76153			

## VUODEN 1896 PIIRUSTUKSEN XRF-MITTAUSTULOKSET

Alkuaine	Tumma punainen	Vaalea punainen	Harmaa	Sininen	Musta reunaviivan muste	Ruskea kirjoitus- muste
S	111432	17157	15856	23745	1531	228329
Cl				1778	176300	30201
K	21054	25408	25429	38554	1940	67855
Ca	17826	16021	18685	21586	1384	42952
Ti			895	303		
Fe	3127	3698	3137	5326	471	11439
Cu		93	87			
Zn	296	166	240	45		
Sn					1349	
Ba		324	293		306	
Hg	6775					
Pb	162	158			105	
Rb		89				
Au					873	
Si	205741	223780	225407	214836	6932	153634
Al	134367	154220	155306	9162	13230	79738

## VUODEN 1917 PIIRUSTUKSEN XRF-MITTAUSTULOKSET

Alkuaine	Sininen	Keltainen	Ruskea	Harmaan- musta	Paksu punainen väri
S	70492	22612	149545	150672	80433
Cl	563719	789219	336575	322331	162138
K					7738
Ca	167028	49620	186572	180934	187770
Ti				6361	58048
Fe	9858	7935	35475	15358	
Cu	1435				
Zn	4698	1223	323	4620	1003
Sn					
Ba	7608	4096			
Pb				1278	
Au	2216	1302	412	1387	
Si			45568	61601	77742
Al					66531
Alkuaine	Punainen muste	Ruskea reunaviivan muste	Sininen leimaisn muste	Ruskea kirjoitus- muste	Musta kirjoitus- muste
S	52756	70715	52703	95194	62136
Cl	544808	592622	606261	517854	563824
K	17490				
Ca	180163	141861	154102	170231	179324
Ti				11218	
Fe	14831	22084	1210		11397
Cu	1645	1149	1525		
Zn	3854	3046	3470	3576	4041
Sn				2751	
Ba					
Pb			1512		
Au	1640	1658	1780	3120	1808

## Kuituanalyysireagenssi -liuokset

### LIGNIINITESTI-LIUOS

Floroglusinia	1,0g
Metanoli	50ml
Vahva suolahappo	50ml
Deionisoitu vesi	50ml

Liuosi valmistettu 19.12.2016.

### HERZBERG -LIUOS

Liuos A: 50g kuivaa  $ZnCl_2$  liuotetaan 25ml de-ionisoitua vettä

Liuos B: 0,25g jodia ja 5,25g KI liuotetaan 12,5ml de-ionisoitua vettä

Liuos A ja B sekoitetaan ja annetaan kirkastua 12-24h. Liuos dekantoidaan säilytyspulloon.

Liuos valmistettu 12.1.2015

### GRAFF-C LIUOS

Liuos A: 40 g  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  sekoitetaan 100 ml:aan de-ionisoitua vettä

Liuos B: 100 g  $CaCl_2$  liuotetaan 150 ml:aan de-ionisoitua vettä

Liuos C: 50 g kuivaa  $ZnCl_2$  sekoitetaan 25 ml:aan de-ionisoitua vettä

Liuos D: 0,9 g kuivaa KI ja 0,65 g kuivaa jodia sekoitetaan 50 ml:aan de-ionisoitua vettä

Liuokset A-D sekoitetaan seuraavissa suhteissa: Liuos A 20 ml, Liuos B 10 ml, Liuos C 10 ml, Liuos D 12,5 ml. Liuoksen annetaan kirkastua 12-24h. Liuos dekantoidaan säilytyspulloon.

Liuos valmistettu 9.1.2015

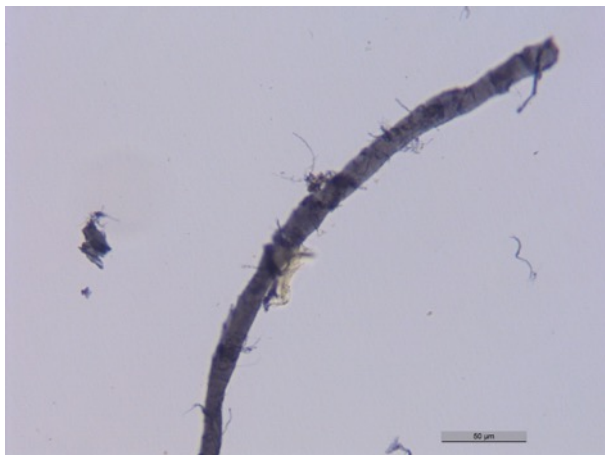


## LIGNIINITESTIN TULOKSET



Piirustusten näytteet ligniiniireagenssi -liuoksella:  
 Vasen ylänurkka: sanomalehti, tulos positiivinen.  
 Oikea ylänurkka: vuoden 1890 piirustus, tulos negatiivinen.  
 Vasen alanurkka: vuoden 1917 piirustus, tulos negatiivinen  
 Oikea alanurkka: vuoden 1896 piirustus, tulos negatiivinen

## VUODEN 1890 PIIRUSTUKSEN KUITUKUVAT



Kuidut Herzberg -reagenssillä värjättyinä,  
 200x suurennos.



Kuidut Craff-C -reagenssillä värjättyinä,  
 400x suurennos. Suurennos vääristää kuidun  
 väriä, 200x suurennoksella väri punaruskea.  
 Kuva havainnollistaa kuidun pintaa.

## VUODEN 1896 PIIRUSTUKSEN KUITUKUVAT

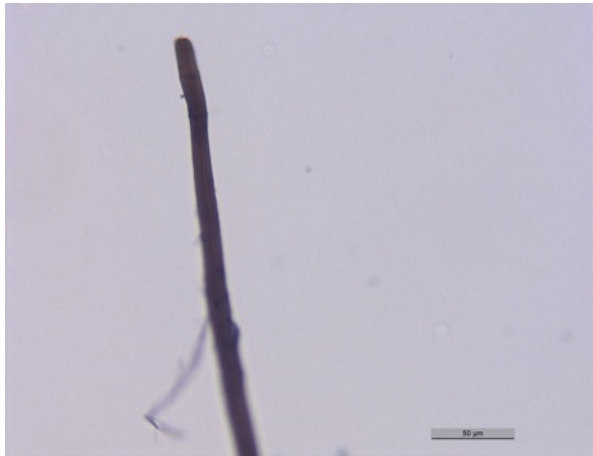


Kuidut Herzberg -reagenssillä värjättyinä  
400x suurennos. Suurennos vääristää kuidun vä-  
riä, 200x suurennoksella kuidun väri sini-violetti.



Kuidut Craff-C -reagenssillä värjättyinä  
200x suurennos

## VUODEN 1917 PIIRUSTUKSEN KUITUKUVAT



Kuidut Herzberg -reagenssillä värjättyinä  
200x suurennos



Kuidut Craff-C -reagenssillä värjättyinä  
200x suurennos

## Konservoinnissa käytettyjen liuosten reseptit

### KALSIUMFYTAATTILIUOS 500ML (0,5L)

Kemikaalit:

Inositol hexaphosphoric -happo, 40-50 wt% aqueous -liuos	1,3g*
Ammonium hydroxide 1,25% -liuos (NH <sub>4</sub> OH)	4ml
Calciumcarbonate (CaCO <sub>3</sub> )	0,22g
De-ionisoitu vesi	~ 500ml

\* Koska Metropolian Ammattikorkeakoulun konservoinnin laboratorion Inositol hexaphosphoric -hapon pitoisuus on 40-50%, laskettiin tämän reseptin määrät 45% pitoisuuden mukaisesti. Instituut Collecte Nederland ohjeistaa reseptissään käyttämään eri pitoisuuksilla eri CaCO<sub>3</sub> määriä.

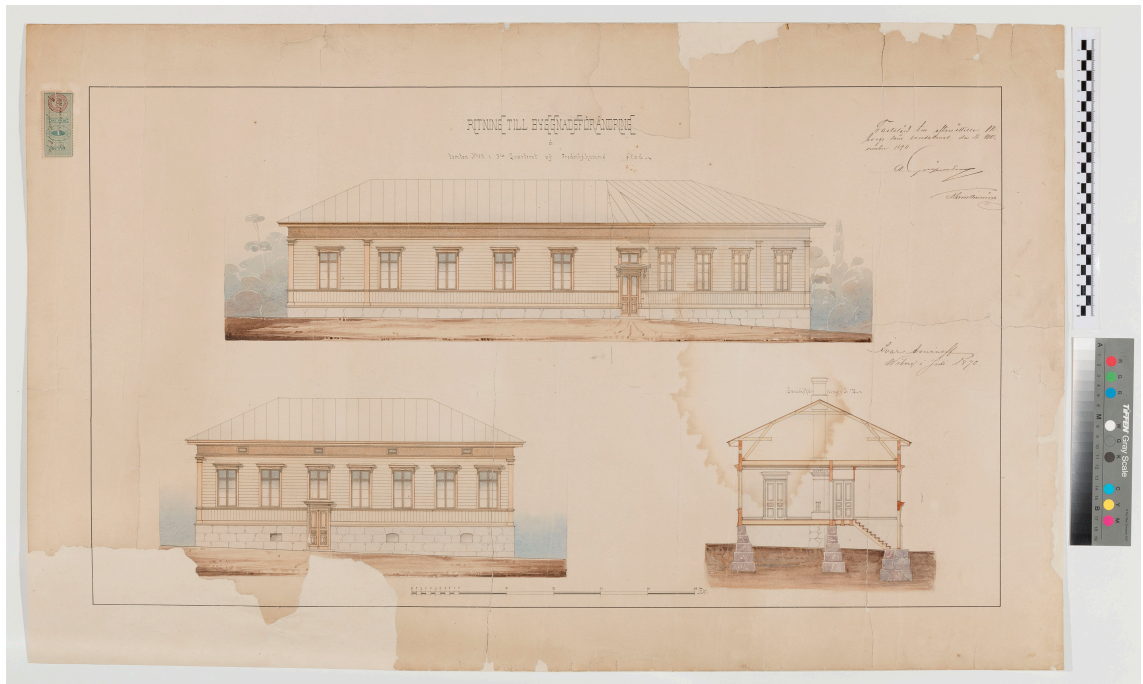
(Instituut Collectie Nederland 2007)

### KALSIUMBIKARBONAATTI -LIUOS (25L)

Kemikaalit:

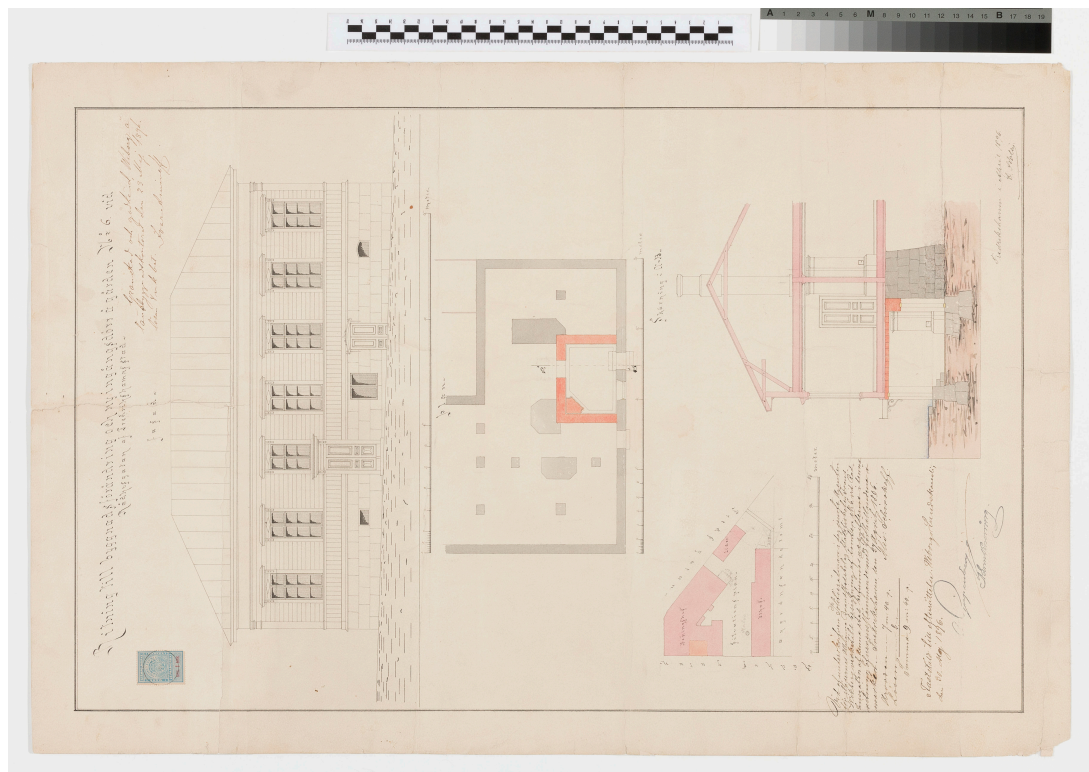
Calciumcarbonate (CaCO <sub>3</sub> )	30g
de-ionisoitu vesi	30l
Hiilihappoa kuplittamiseen	

VUODEN 1890 PIIRUSTUS JÄLKEEN KONSERVOINNIN REKTO- JA VERSOPUOLI





VUODEN 1896 PIIRUSTUS JÄLKEEN KONSERVOINNIN REKTO- JA VERSOPUOLI



VUODEN 1917 PIIRUSTUS JÄLKEEN KONSERVOINNIN REKTO- JA VERSOPUOLI

