

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Restauroinnin koulutusohjelma

Karoliina Ilmonen

TUTKIMUS MESSINGISTÄ, SINKISTÄ, KALKKIKIVESTÄ JA MARMORISTA
KELLONKOTELOIDEN MATERIAALINA 1850–1950 – ominaisuudet,
konservointi ja restaurointi

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Restaurointi

KAROLIINA ILMONEN

Tutkimus messingistä, sinkistä, kalkkikivestä ja marmorista kellonkoteloiden materiaalina 1850–1950 – ominaisuudet, konservointi ja restaurointi

Opinnäytetyö

86 sivua + 57 liitesivua

Työn ohjaaja

Jari-Pekka Muotio, Päätoiminen tuntiopettaja

Toimeksiantaja

Nigel Barnes

Maaliskuu 2014

Avainsanat

Kalkkikivi, kello, kellokotelo, kellon koneisto, kultaus, kupariseosmetalli, marmori, messinki, metamorfoosi, puhdistus, sinkki, sinkkiseosmetalli, valutekniikka, XRF-analyysi

Nykyisellään kellolta vaaditaan hiljaista ja luotettavaa käyntiä, mutta 1850–1950-luvulla sen merkitys oli paljon laajempi; se kuvasti statusta, vaurautta ja sivistyneisyyttä siinä, missä näytti myös ajan. Opinnäytetyön lähtökohta on kellonkoteloiden restaurointia ja konservointia käsittelevän, Nigel Barnesin kanssa kirjoitettavan kirjan lukua pohjustava tutkimus. Kyseinen luku käsittelee muita, kuin puisia eurooppalaisia kellonkoteloita 1850–1950-luvuilla. Käsiteltävät materiaalit on kirjassa rajattu messinkiin, pronssiin, marmoriin ja rautaan. Tässä työssä käsitellään messinki- ja sinkkiseoksia, sekä marmoria ja kalkkikiveä, niiden alkuperää, kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia, perinteisiä pintakäsittelymenetelmiä ja puhdistusta. Materiaaleja tarkastellaan myös kellonkoteloiden materiaalina, niiden valmistustapoja ja joitain restauroinnin näkökohtia. Tutkimuksessa tarkasteltiin eurooppalaisten kellojen tyylejä aikajaksolla 1850–1950.

Tietolähteinä käytettiin kelloaiheista kirjallisuutta, eri ammattikuntien kirjallisuutta ja internet-julkaisuja messinki- ja sinkkiseoksista sekä niiden ominaisuuksista. Myös muistiinpanoja työharjoitteluaajalta Old Chairs -yrityksessä käytettiin orientoivina lähteinä.

Työn teoreettista tutkimusosiota tukemaan saatiin tutkittavaksi Heinolan kaupunginmuseolta uusrokoko-tyylinen ranskalainen pöytäkello, sekä Heinolan kaupunginmuseon museojohtajan samaan aikakauteen ajoittuva Ludvig XVI -kertaustyylinen pöytäkello. Näiden materiaaleja tutkittiin XRF-analysaattorin avulla. Kotelot dokumentoitiin valokuvin ja teknisin piirroksin. Koteloiden rakenteet tutkittiin ja dokumentoitiin. Kellojen koneistot huollettiin ja kotelot puhdistettiin.

Lopputuloksena on materiaalitutkimus rajatuista materiaaleista, niiden ominaisuuksista, käsittely- ja puhdistusmetodeista, sekä tutkimus 1850–1950-lukujen tyypillisimmistä kellokoteloista.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Restoration

KAROLIINA ILMONEN

A Study on Brass, Zinc, Limestone and Marble as Clock
Case Materials in mid-19th–mid-20th Centuries –
Characteristics, Conservation and Restoration

Bachelor's Thesis

86 pages + 57 Pages of appendices

Supervisor

Jari-Pekka Muotio, Lecturer

Commissioned by

Nigel Barnes

March 2014

Keywords

brass, casting, cleaning, clock, clock case, clock
movement, copper alloy, gilding, limestone, marble,
metamorphose, XRF-analysis, zinc, zinc alloy

In the middle of the 19th and 20th centuries clocks represented wealth, status and sophistication and they were also brilliant instruments of measuring time which could be seen in the way the clock cases were constructed. The primary purpose of this study is based on a chapter of a book written with Irish clock conservator Nigel Barnes in which restoration and conservation of clock cases is described. The said chapter covers non-wooden clock cases that have been narrowed down to mid-19th to mid-20th century brass, bronze, iron and marble clock cases. This thesis surveyed brass and zinc alloys and marble and limestone origin in general terms, their chemical and physical characteristics, different finishes and cleaning of antique objects. These substances were also studied in regards of clock case materials, how they traditionally were manufactured and some viewpoints dealing with restoration. It also observed the styles of clock cases from the mid-19th and mid-20th centuries.

To support the theoretical research, two French mantel clocks from the late 19th century were also examined; rococo revival-style clock belongs to Heinola museum and a Louis XVI revival-style clock belonging to Heinola museum director Kari-Paavo Kokki. The study methods used were XRF- analyzer to inspect the metal in the clock cases by measuring the chemical elements with x-rays. They were also photographed and technical pictures were drawn. Structure of the cases were studied and photographed. The movement of both of these clocks was inspected and cleaned.

The theoretical part of this study covers a wide range of literature on clocks and their cases, zinc and copper alloys, marbles, limestones and different material treatments. Notes from internship in Old Chairs and internet publications were also used. Clock cases acting as research subjects were studied to understand how clock cases have been produced.

In conclusion, thesis is an examination of these restricted materials, their chemical and physical features, different finishes and coatings used and different treatment methods. It also surveys clock cases produced in this period of time.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	9
2 KELLOJA 1850–1950 -LUVUILLA	11
3 MARMORI; SYNTY JA OMINAISUUDET	18
3.1 Metamorfoosi	19
3.2 Marmori kellonkoteloiden materiaalina	21
3.3 Marmoriksi nimitetyt kalsiitit kellonkotelojen materiaaleina	25
3.4 Marmorin ja kalkkikiven puhdistus ja kiillotus	29
3.5 Marmoristen ja kalkkikivisten kellonkoteloiden rakenne ja restaurointi	36
4 MESSINKI JA SINKKI; KÄYTTÖ, VALMISTUS JA OMINAISUUDET	40
4.1 Valumenetelmät	43
4.2 Pintakäsittelymetodit 1800–1950	48
4.3 Messingin, sinkin ja sinkkiseosten puhdistaminen	52
4.4 Messinki, sinkki ja sinkkiseokset kellokoteloiden materiaalina	56
4.5 Messinki-, sinkki- ja sinkkiseosesineiden restaurointi	57
5 KAKSI 1800-LUVUN LOPUN PÖYTÄKELLOA	58
5.1 Dokumentointi ja materiaalitutkimus	61
5.2 Kotelojen rakenteet	65
6 PUHDISTUS JA HUOLTO	68
6.1 Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon kotelon puhdistus ja koneiston huolto	71
6.2 Uusrokokokellon kotelon puhdistus ja koneiston huolto	74
7 YHTEENVETO	76
LÄHTEET	79
KUVALUETTELO	84

LIITTEET

- Liite 1. Sivu Harrolds-myyntikuvasto 1900-luvun alulta.
- Liite 2. Sivu Harrolds-myyntikuvasto 1900-luvun alulta 2.
- Liite 3. Mohsin asteikko.
- Liite 4. Verkkokaupassa myynnissä oleva Ludvig XVI -kertaustyylinen kello mustalla marmorijalustalla.
- Liite 5. Verkkokaupassa myynnissä oleva Ludvig XVI -kertaustyylinen kello valkoisella marmorijalustalla.
- Liite 6. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva edestä.
- Liite 7. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva oikealta sivulta.
- Liite 8. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva vasemmalta sivulta.
- Liite 9. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva takaa.
- Liite 10. Uusrokokoo kello, kuva edestä.
- Liite 11. Uusrokokoo kello, kuva oikealta sivulta.
- Liite 12. Uusrokokoo kello, kuva vasemmalta sivulta.
- Liite 13. Uusrokokoo kello, kuva takaa.
- Liite 14. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva alapuolelta.
- Liite 15. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva leimasta kotelon takaosassa.
- Liite 16. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva kierretapista.
- Liite 17. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva kiinnitysmuttereista.
- Liite 18. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva jalasta.
- Liite 19. Uusrokokookello, kuva alapuolelta.
- Liite 20. Uusrokokookello, kuva etualan koristeen kiinnitysmutterista.
- Liite 21. Uusrokokookello, kuva figuurin kiinnitysmuttereista.
- Liite 22. Uusrokokookello, kuva figuurin käsivarren murtumasta.
- Liite 23. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva kotelosta purettuna.
- Liite 24. Uusrokokookello, kuva kotelosta ilman etualan koristetta.

- Liite 25. Uusrokokookello, kuva etualan koristeesta.
- Liite 26. Uusrokokookello, kuva etualan koristeesta takaa.
- Liite 27. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva koneiston leimasta.
- Liite 28. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva koneiston puolelta.
- Liite 29. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva taulun puolelta.
- Liite 30. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva lyöntikoneiston osista.
- Liite 31. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva käyntikoneiston osista.
- Liite 32. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva koneistonpuolen osista.
- Liite 33. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva taulunpuolen osista.
- Liite 34. Uusrokokookello, kuva koneiston puolelta.
- Liite 35. Uusrokokookello, kuva taulun puolelta.
- Liite 36. Uusrokokookello, kuva lyöntikoneiston osista.
- Liite 37. Uusrokokoo –kello, kuva käyntikoneiston osista.
- Liite 38. Uusrokokookello, kuva koneistonpuolen osista.
- Liite 39. Uusrokokookello, kuva taulunpuolen osista.
- Liite 40. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, tekninen piirustus edestä.
- Liite 41. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, tekninen piirustus sivulta.
- Liite 42. Uusrokokookello, tekninen piirustus edestä.
- Liite 43. Uusrokokookello, tekninen piirustus sivulta.
- Liite 44. XRF-analyysi Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon figurista.
- Liite 45. XRF-analyysi Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon karttapallosta.
- Liite 46. XRF-analyysi Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon karttapallon kehästä.
- Liite 47. XRF-analyysi Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon kotelosta.
- Liite 48. XRF-analyysi uusrokokookellon figurin selkäpuolelta.
- Liite 49. XRF-analyysi uusrokokookellon figurin käsivarren murtumasta.
- Liite 50. XRF-analyysi uusrokokookellon takaosan sileältä pinnalta.

Liite 51. XRF-analyysi uusrokokookellon sisäpuolelta.

Liite 52. Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon marmorijalustaan istutettu metallinen kiinnitystulppa kierteillä.

Liite 53. Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon ontto kerubifiguuri ja messinkisen paperikäärön kiinnitysmutteri.

Liite 54. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva marmorijalustan korokkeesta.

Liite 55. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva kellotaulusta sekä lasiovesta.

Liite 56. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva kellotaulun takaa.

Liite 57. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello, kuva kellon takaovesta.

KÄSITELUETTELO

Akselitappi: Rataan akselin pää, joka pyörii laakerin sisällä.

Detritaalinen: Rapautuessa tai muunlaisen kulutuksen tuotos.

Kalkkikivi: Pääosin kalsiitista koostuva sedimenttikivilaji.

Kalsiitti: Kalsiumkarbonaastista koostuva mineraali.

Klasti: Sedimentti- tai vulkaanisen kiven rakenteessa oleva mineraali tai kivilaji.

Koneistonpuoli: Kellon takaa näkyvä puoli, heilurin puoli.

Laakeri: Kellon koneiston levyissä olevat reiät, joihin akselitapit asettuvat.

Relli: Akselissa oleva pienempi hammaskehä, joka kuljettaa hammasratasta.

Piilokiteinen: Mineraalin kiderakenne on havaittavissa vain mikroskoopilla.

Päästävä muotti: Kappaleen voi poistaa muotista ilman, että muotti tai kappale rikkoutuu.

Ratasjuoksu: Rattaiden toisilleen välittämä liike.

Riivari: kahdeksankulmainen, kartiomainen puikko, jossa on terävät reunat. Riivarilla voidaan suurentaa laakereita esimerkiksi laakerin uusimisen yhteydessä.

Stalagmiitti: Tippukiven alapuolelle muodostuva pylväsmäinen mineraalimuodostelma.

Stalaktiitti: Tippukiven yläosaan, katosta roikkuvaksi muodostuva puikkomainen mineraalimuodostelma.

Taulunpuoli: Kellotaulun takana oleva puoli.

Telkilaite: Koostuu telkihaasta, joka on teräksinen osa, joka sahalaitaisen telkirattaan hampaiden väliin asettuessaan lukitsee vedon jouseen. Telkeä painaa ratasta kohti teräksinen telkijousi, joka varmistaa haan asettumisen rattaan hampaiden väliin, kun kelloa vedetään.

1 JOHDANTO

Ihmisellä on aina ollut tarve mitata ja määrittää, ja tätä kautta ymmärtää itseään ympäröivää maailmaa. Jokainen meistä käsittää ajan kuluvan ilman kelloon katsomistakin. Ilman aikaa mittaavaa laitetta on kuitenkin lähes mahdoton määritellä ajan kulkua. Muinaisaikojen ihminen havaitsi jatkumon taivaankappaleiden liikkeissä ja huomasi tähtien ja kuun vaiheiden toistuvan vuodenaikojen kuluessa. Monien erilaisten ajanmittausvälineiden jälkeen kehittyi mekaaninen kello. Näistä ensimmäiset keksittiin Italiassa 1200-luvulla. Ne saivat käyntivoimansa painoista, jotka välittivät voiman hammasrattaille.

Ulkonäöltään ensimmäiset kellot poikkesivat nykyaikaisista kelloista huomattavasti. Niissä ei ollut kellotaulua tai viisareita, vaan ne ilmaisivat ajan lyömällä esimerkiksi rukoushetken alkamisen merkiksi. Kellot kehittyivät nopeasti ja jo 1300-luvun lopussa julkisten rakennusten tornikellot varustettiin tuntiviisarilla. Minuuttiviisari yleistyi kelloissa vasta 1600-luvulla. Kotitalouksiin alettiin kehittää kelloja 1400-luvun alussa, sitä ennen kelloja oli lähinnä julkisten rakennusten torneissa ja kirkkoissa.

Kellot olivat muutakin kuin ajanmittauksen väline, eikä kellonkotelo ollut vain suojakuori ja pidike koneistolle. Ennen teollistumista ne olivat ylellisyystavaroita, joita löytyi vain varakkaista kodeista. Tämä näkyi kellojen koteloissa, jotka koristeltiin ylellisesti sopimaan osaksi kulloisenkin tyyliuunnan mukaista sisustusta. Materiaaleja yhdisteltiin ja käytettiin mielikuvituksellisin tavoin, kullattiin, kaiverrettiin ja koristeltiin upotuksin. Teollistuminen teki niin koneistojen kuin koteloidenkin valmistamisesta edullisempaa ja nopeampaa jonka johdosta niiden laatu heikkeni, vaikka koreileva ulkomuoto säilyi vielä pitkään sen jälkeen.

Kiinnostukseni kelloihin heräsi kesällä 2013 työharjoittelussa Irlannissa. Old Chairs -niminen yritys restauroi erilaisten huonekalujen lisäksi kelloja, joiden parissa vietin lähes koko kesän, puhdistaan, kunnostaan ja restauroiden kellojen koneistoja, sekä niiden koteloita. Nigel Barnesin ohjauksella ymmärrys kellojen koneistojen toimintatavasta ja eri osien merkityksestä kasvoi. On vaikea kuvitella ihmisten satoja vuosia sitten pystyneen aikansa sivistyksellä keksimään ja rakentamaan näitä monimutkaisia laitteita joista hyvin pidetyt ja huolletut toimivat edelleen.

Barnesia oli pyydetty kirjoittamaan kirja kellonkoteloiden restauroinnista. Hänen tarjotessaan yhtä kirjan lukua kirjoitettavakseni, syntyi päätös kirjoittaa opinnäytetyöni tulevan luvun taustatutkimuksena.

Kirja käsittelee kellonkoteloiden valmistusmenetelmiä ja restaurointia. Sen tarkoituksena on kerätä yksiin kansiin tietoa erilaisista valmistusmenetelmistä ja erilaisten materiaalien ja kellonkotelotyyppeiden restauroinnista ja konservoinnista. Luku 9, jota varten opinnäytetyö tehdään taustatutkimuksena, käsittelee muita, kuin puisia kellonkoteloita aikana 1850–1950. Koska kellonkoteloiden valmistuksessa käytetyissä materiaaleissa vain mielikuviutus on rajana, päätettiin luvussa käsiteltävät materiaalit rajata neljään; messinkiin, pronssiin, rautaan ja marmoriin. Aihetta haluttiin tutkia myös konkreettisesti kellojen avulla ja sopivat kellot löytyivät Heinolan kaupunginmuseon museonjohtajan Kari-Paavo Kokin kautta. Toinen kelloista, valettu uusrokokoo pöytäkello kuuluu Heinolan kaupunginmuseolle ja marmorijalustainen Ludvig XVI-kertaustyylinen pöytäkello on Kokin oma. Näiden perusteella valittiin opinnäytetyössä tutkittavat materiaalit. Asiakkaan toiveesta myös koneistot puhdistetaan, vaikka se ei liity kirjan luvun taustatutkimukseen.

Tarkoituksena on ymmärtää materiaaleja ja niiden ominaisuuksia, sekä niiden käyttöä kyseisenä ajanjaksona. Opinnäytetyössä käsitellään marmorin muodostumista ja kellonkoteloissa käytettyjä marmorilajeja, sekä kalkkikiviä, joita nimitetään marmoriksi. Messingistä ja sinkkiseoksista selvitetään niiden valumenetelmiä, pintakäsittely- ja kultausmetodeja, sekä minkälaisia toimenpiteitä käsittely aiheuttavat. Tutkimus käsittelee eri puhdistustapoja, sekä tapoja, joilla valitun aikakauden kellokotelot on kyseisistä materiaaleista valmistettu. Etsitään myös tietoa erilaisista restaurointimetoodeista. Ennen restaurointitoimenpiteiden suorittamista on kuitenkin aina syytä arvioida toimenpiteiden välttämättömyys ja vaikutus alkuperäiseen esineeseen. Restaurointipäätöksen teossa tulee punnita, onko esineessä oleva vaurio oleellisesti muuttanut sen alkuperäistä ulkonäköä, tai vaikuttanut sen käyttömahdollisuuksiin. On syytä myös pohtia, paljonko vaurioiden muodossa näkyvästä esineen historiasta halutaan säilyttää.

2 KELLOJA 1850–1950 -LUVUILLA

1800-luvun alkupuolella ihmisten kiinnostus historiaa kohtaan nousi uudestaan, kuten myös kansallisromanttiset virtaukset. Nämä mieltymykset vahvistuivat 1840-luvulle tultaessa. Klassismi alkoi kyllästyttää ja menneet tyylikaudet nousivat suosioon. 1800-luvun puolenvälin jälkeen antiikkiesineitä alettiin keräillä, joka johti väärennösten ja kopioiden ilmaantumiseen markkinoille. (Kokki 2007: 8.)

Teollistumisen myötä esineistä tuli edullisempia. Tämä mahdollisti sen, että yhä useammat ihmiset varallisuudesta riippumatta kykenivät hankkimaan ennen vain ylellisyystavaroina pidettyjä esineitä. Eurooppa valmisti aiempaa edullisempia pronssi- ja messinkiesineitä ja yritykset julkaisivat tuotekatalogeja kuvitettuina. (Liitteet 1–2) Tuotevalikoima vaihteli hyvin korkealaatuisista esineistä karkeampitekoisiin, edullisempiin tuotteisiin. Kupariseos saatettiin halvemmissä tuotteissa korvata sinkkiseoksella. Osa tuotteista noudatteli tarkasti jotakin kertaustyyliä, mutta joissain tuotteissa sekoiteltiin eri tyylejä varsin avoimesti. (Kokki 2007: 8.) Kelloja kaupattiin muiden huonekalujen ja esineiden ohella postimyynnillä, vähittäismaksulla ja luotolla. Myyntimiehet kiertelivät myymässä tuotteita niin koteihin kuin yrityksiinkin. (Räihä 2006: 253.)

1800-luvun lopulla vallalla oli rinnakkain monta tyyliuuntaa, muun muassa uusrenessanssi (1860–1890), uusbarokki (1880–1890), uusrokoko (1830–1890), myöhempi uusklassismi (1850–1890), usgotiikka (1830–1870) ja jugend (1890–1915). Esikuvina olivat historialliset tyyliuunnat, joiden mukaan kelloja alettiin valmistaa koneellisesti teollistumisen kasvaessa. Tyylipiirteitä yhdisteltiin vapaasti. 1900-luvulla tyyliä ja esikuvat muuttuivat vahvasti.

Pöytäkellojen kuoret olivat suunnittelijoiden luovuuden kohteena ja usein varsinainen kello saattoi jäädä kotelon koristeluiden varjoon. Koteloiden ornamenttiikan aiheita olivat esimerkiksi eri ammattihahmot, hevoset, ritarit ja paimenet. Kertaustyylisten kellojen koteloissa voitiin yhdistää kultausta, hopeointia ja patinoointia. Halvemmissa esineissä kultaus korvattiin pronssivärillä, joka patinoitiin. Tämä päti erityisesti sinkkiseoksista valmistettuihin kelloihin. (Kokki 2007: 8.)

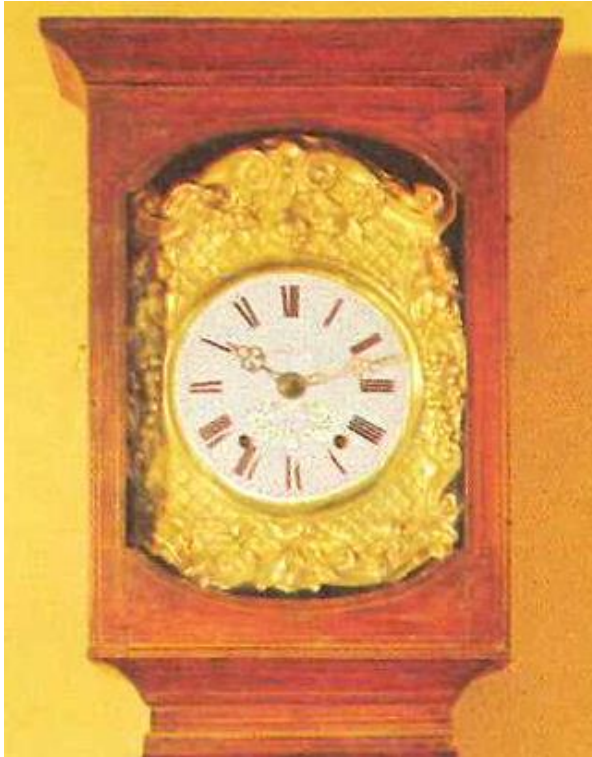
Koneistoja alettiin valmistaa 1800-luvun alussa koneellisesti. Tehdasvalmisteisia koneistoja tilattiin yrityksiltä eri puolille Eurooppaa, mitkä sitten asennettiin

paikallisesti valmistettuihin koteloihin. Musta marmori nousi erityisen suureen suosioon 1800-luvun lopulla kellonkoteloiden materiaalina ja koteloiden muoto jäljitteli usein muinaisen Kreikan temppeleitä pilareineen. (Kuva 1.) Myös pelkistetyt marmorikotelot olivat suosittuja. Useassa tämän ajan kellossa on käynnin säätöön tarkoitettu vipu kellotaulun läpi tulevaan akseliin kiinnitettynä, yleensä numero 12 yläpuolella. (Tyler 1968: 33.)



Kuva 1. Kreikkalaista temppeliä jäljittelevä kellonkotelo 1800-luvun lopulta. (Nicholls, 1978/1975: 103)

Saksalainen Black Forest -yritys aloitti 1800-luvun alussa kellojensa myymisen ympäri Eurooppaa. Osa Black Forest -yrityksen kellojen koneistoista oli varsin monimutkaisia siitä huolimatta, että suurin osa koneistoista oli puisia. Ne saattoivat lyödä jopa neljä kertaa tunnissa soittaen sävelmää lasisiin tiukuihin. Englantilaisille markkinoille valmistetuissa kelloissa oli lähes aina pyöreä kellotaulu, jota reunusti mahonkinen kehys. Kellotaulua suojasi kupera lasi. Vuonna 1842 amerikkalaiset kilpailijat syrjäyttivät Black Forestin markkinoiden johtavana kellonvalmistajana ja yritys teki uudistuksia kellojen koteloihin, vaikka säilyttikin koneiston entisellään. Joihinkin kelloihin valmistettiin valokuvakehystä muistuttava kehys alkuperäisestä pienentyneen kellotaulun ympärille. Se koristemaalattiin eri aihein, esimerkiksi ihmis- ja eläinmaalauksilla, joilla saattoi olla heilurin kanssa samassa tahdissa edestakaisin liikkuvat silmät. Toinen koristelutyö oli täyttää kotelon etuosa meistetyillä messinkikoristeluilla. (Kuva 2.) (Tyler 1968: 35–36.)



Kuva 2. Messingistä valmistettu kellotaulua ympäröivä kehys kaappikellossa.
(Nicholls, 1978/1975: 98)

Saksalaiset kellovalmistajat toivat markkinoille massatuotetun seinäkellon 1860-luvulla. Se oli schwarzwaldilaiskello, tupakello, jonka koneiston puurunko toimi samalla kellon kotelona. Muunnos tästä oli kello, jossa koneisto oli mustaksi maalatun puisen kotelon sisällä. Myös uusrenessanssityyliset kaapit seinäkelloissa olivat tunnettuja saksalaiskellotyyppejä. Kaapit olivat laatunsa ansiosta usein kalliimpia kuin tehdasvalmisteiset koneistot. Tällaisia kelloja valmisti muun muassa tunnettu Junghans-niminen yhtiö, joka perustettiin vuonna 1862. (Räihä 2010: 152–153.)

Ranskalaiset tuottivat runsaasti pöytä- ja seinäkelloja, ja aikakauden kolme suurinta koneistojen valmistajaa olivat Japy & Frères, Vincenti & Cie ja Marti & Cie. Pöytäkellojen koneisto on lähes aina pyöreä, mutta seinäkelloissa tavataan myös neliönmuotoisia koneistoja. Kumpaakin koneistomallia yhdistää kuitenkin ranskalaisille kellonkoneistoille tyypillinen sirous ja pieni koko. Laadukkaat kellonkotelot olivat joko kullattua pronssia tai messinkiä. Kellotaulu oli tyypillisesti emalia. Edullisemmat kotelot valettiin halvasta sinkkiseoksesta ja niiden ulkonäössä jäljiteltiin laadukkaampia esikuviaan maalamalla ne kullanvärisellä metallimaalilla. (Räihä 2010: 152.)

Kivi oli suosittu materiaali ja erityisessä suosiossa olivat belgialaiset mustat kivilaadut kuten myös eri marmori- ja kivilajien yhdistelmät. Erityisen viehättävänä pidettiin vihertävän ja mustan kiven yhdistämistä toisiinsa. (Räihä 2010: 152.)

1700-luvun keskivaiheilla keksitty tapa merkitä kellon kokoojan tai jälleenmyyjän nimi kellotauluun. Tapa jatkui läpi 1800-luvun. Kellon koneistot tilattiin muualta, samoin kuin kotelot, mutta näiden tuottajien nimiä ei kellotauluun merkitty. (Bruton 1968: 73.) Koneiston valmistajan nimi saatettiin leimata koneiston takalevyyn. Tupakelloihin ei yleensä merkitty signeerausta lainkaan. Poikkeuksen tekivät saksalaiset seinäkellonvalmistajat, jotka merkitsivät kellotauluun valmistajan nimen tai merkin, joka leimattiin myös koneistoon. (Räihä 2010: 153.)

Viktoriaanisella aikakaudella (1837–1901) yleistyi luurankokello, jossa koko rataskoneisto oli nähtävillä. Koneisto kiinnittyi puiseen tai marmoriseen jalustaan ja siinä oli joko lasiset seinät, tai sen peitti laskukupu. (Kuva 3.) Ranska oli ensimmäisiä luurankokellojen valmistajamaita, missä niitä valmistettiin jo 1750-luvulla. Se kuitenkin saavutti varsinkin englantilaisten kellonvalmistajien suosion Lontoon Maailmannäyttelyssä vuonna 1851. (Bruton 1968: 77.)



Kuva 3. Luurankokello vuodelta 1840 ilman lasikupua. (Heuer; Maurice 1988: 171)

1850-luvulla kannettaviin pöytäkelloihin alettiin valmistaa pyöreitä kellotauluja perinteisten suorakulmaisten sijaan. Tiimalasinmuotoiset, ranskalaisia pöytäkelloja jäljittelevät Balloon-kellot tulivat muotiin. Samoihin aikoihin ilmaantui englantilainen

kellotyyppi, mikä muistuttaa kovasti nykyajan seinäkelloja; seinällä roikkui pelkkä suuri kellotaulu ilman näkyvää koteloa. (Bruton 1968: 73–77.)

1860-luvulla kehittyi Biedermeier-tyylisuunta. Kellon koneisto asennettiin näkymättömiin pieneen koteloon, jossa usein esiintyi pilareita ja kehys, ottaen mallia empiren ajan ranskalaisista kelloista. Joskus pilarit valmistettiin valkoisesta alabasterista. (Tyler 1982: 36.)

Kelloja pyrittiin jatkuvasti kehittämään tarkemmiksi. Elektronisia kelloja alettiin kehittää jo 1800-luvun alussa, mutta ne kuitenkin yleistyivät vasta noin sata vuotta myöhemmin. Ensimmäisenä elektronisen kellon toi markkinoille Ranska, joista tunnetuimpia ovat lasikoteloinen heilurilla varustettu *Bulle*-kello ja *Eureka*-kello, jossa heilurin sijaan oli suuri, painoilla varustettu ratas. (Kuva 4, 5.) (Bruton 1968: 104–111.)



Kuva 4. Bulle. (Bruton 1968: 111.)



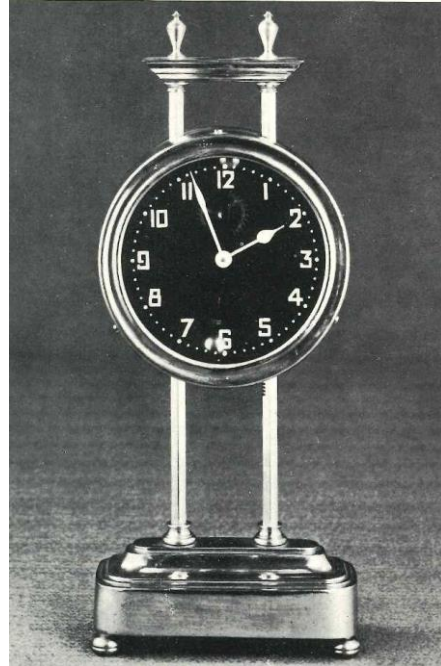
Kuva 5. Eureka. (Antique clocks, 2014)

1800- ja 1900-lukujen vaihteessa vallalla ollut Jugend poikkesi vahvasti kertaustyylien muotokielestä, vaikka se otti vielä vaikutteita rokokoon epäsymmetriasta ja kaarevista muodoista. (Seppälä-Kavén 2003: 7.) Tämä näkyi vahvasti myös kellojen muotoilussa. (Kuva 6.)

Elektronisen kellon lisäksi kehitettiin myös muita voimanlähteitä. Esimerkiksi englantilaisessa 1900-luvun alun pöytäkellossa ei ole jouta, vaan se saa voimansa painovoiman vetäessä sitä pilareita pitkin alas. (Kuva 7.) Kellon saavutettua jalustan, voidaan koneiston kotelo nostaa jälleen pilareiden yläosaan, jolloin koneisto alkaa taas käydä. (Bruton 1968: 78.)



Kuva 6. Jugend-kaappikello



Kuva 7. Jouseton kello. (Bruton 1968: 78.)

(Fiell; Fiell 1999: 242)

Seuraava merkittävä askel kellojen kehityksessä oli heilurin korvaaminen kvartsikiteellä. Kiteeseen johdettiin sähköä, joka sai sen värähtelemään. Värähtely sääтели koneistolle purkautuvaa energiaa. Ensimmäisen kvartsikellon keksi vuonna 1929 kanadalainen W.A. Marrison. (Bruton 1968: 114.)

Uuden ahtaamman asumismuodon, vuokra-asumisen yleistymisen toi mukanaan funktionalismin (1920–1940). Samaan aikaan syntyi Ranskassa art deco -tyylisuuntaus, joka sai nimensä 1925 maailmannäyttelyn ranskankielisestä nimestä. Funktionalismi karsi muotoilusta jugendin koristeellisuuden ja kaarevat muodot. Art decosta kehittyi jugendin tapaan koristeellinen, mutta sirompi tyyli. Funktionalismin tapaan se suosi myös geometrisiä muotoja, joskin vähemmän

pelkistetysti. (Seppälä-Kavén 2003: 16, 28.) Sen geometriset perusmuodot ovat nähtävissä myös aikansa kellonkoteloissa.

Teollisen vallankumouksen aikaan ja aina toiseen maailmansotaan asti ranskalainen toimiala kehitti laajan maastaviennin uutuuskelloille. Kellonkoteloiden muotoilu imitoi höyrykoneita, vipuhöyrykoneita, majakoita, sukellusveneitä ja lippukoneita. Myös muutamia niin kutsuttuja Mystery-kelloja valmistettiin. Yhdentyypisessä Mystery-kellossa viisarit näyttävät leijuvan ilmassa. Toisessa versiossa on ihmisfiguuri, joka pitää ojennetussa kädessään kellon heiluria. Heiluri ja kellonkoneisto eivät näytä olevan yhteydessä toisiinsa, silti heiluri kontrolloi kellon käyntiä ja sen pysähtyessä pysähtyy kellokin. (Kuva 8.) (Bruton 1968: 79–80.)



Kuva 8. Mystery-kello. (Bruton 1968: 80)

3 MARMORI; SYNTY JA OMINAISUUDET

Marmorin kaupallinen nimike ja geologinen määritelmä eroavat toisistaan huomattavasti. Marmorina myydään geologisen määritelmän mukaan aitojen marmorien lisäksi erilaisia, silmää miellyttäviä kalkkikiviä. (Carle 1959: 176.)

Marmori on lämmön tai paineen vaikutuksesta metamorfoitunutta kalkkikiveä tai dolomiittia. Väriykseltään se voi olla valkoista, harmaata, mustaa, vihreää, ruskeaa tai vaaleanpunaista. Niissä saattaa olla juonia, raitoja tai muita kuvioita. Se kestää huonosti lämmönvaihteluita ja kaupunki-ilmastoa. Joillakin uudelleen kiteytyneillä marmorilajeilla on taipumus käyristyä. (Selonen 2010/2007: 13.)

Marmori kuuluu metamorfisiin kivilajeihin. Se metamorfoituu eli uudelleen kiteytyy kalkkikivestä (CaCO_3) tai dolomiitista ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) paineen sekä/tai lämmön vaikutuksesta. Kiven materiaalit uudelleenjärjestyvät ja muodostavat uusia mineraaleja. Uudelleen kiteytymisen johdosta marmori muodostuu kristallimaisista kiteistä, jotka antavat sille ominaisen ulkonäön. Metamorfoosi ei jätä jälkeensä alkuperäisiä sedimenttimuodostumia tai fossiileja. Myöskään kalkkikiven muut, kuin kalkkipitoiset ainesosat eivät jää ennalleen, vaan mineraalit muodostavat uusia struktuureja. Kristallimaiset kiteet eivät kuitenkaan ole aina nähtävissä paljaalla silmällä. Materiaalissa esiintyy joskus liuskeisuutta. Kiteiden karkeus on verrannollinen aikaan, jonka kivi on metamorfoosin vaikutuksen alaisena; pidempi metamorfoitumisaika tuottaa suurempaa kidekokoa. Prosessissa on vaikuttamassa mukana huokosneste, marmorin tapauksessa hiilidioksidi (CO_2). (Dimes 1990: 144–145.)

Rakeinen koostumus marmorissa muistuttaa sokerinpalaa. Säälle altistuvan marmorin kiteiden väliset liitokset heikkenevät ja kivi alkaa murentua. Tämä ominaisuus auttaa erottamaan marmorin kalkkikivestä. (Dimes 1990: 145.)

Puhdas marmori, joka koostuu täysin tai lähes täysin kalsiumkarbonaatista (CaCO_3) on yksimineraalinen kivi. Väriykseltään se on valkoista. Kalsiittikristallien ansiosta puhdas marmori on läpikuultavaa ja jopa 30 mm paksuinen marmorilaatta voi olla läpikuultava. (Dimes 1990: 145.)

Marmori on melko pehmeä kivimateriaali, Mohsin asteikolla 3-4 riippuen marmorilajista. Kynsi ei jätä marmorin jälkeä, sen sijaan puukon terä tai naula naarmuttaa sitä helposti. (Liite 3) Heikosti emäksisen marmorin kalsiitin ja dolomiitin voi tunnistaa erilaisin kokein. Kalsiitti liukenee voimakkaasti kuplien laimeaan suolahappoon. Dolomiitti liukenee paljon hitaammin, eikä kuplia ole havaittavissa kuin satunnaisesti. Nämä kaksi voidaan erottaa toisistaan värjäyskokein. Tasainen kivipinta syövytetään ensin laimealla suolahappoliuoksella, jonka jälkeen niiden päälle levitetään orgaanista väriainetta. Kalsiitti värjäytyy punaiseksi, kun taas dolomiitti ei värjäydy lainkaan. (Alviola et al. 2004: 5–11.)

3.1 Metamorfoosi

Metamorfoosi tarkoittaa geologiassa kirjaimellisesti muodonmuutosta. Kiven metamorfoituessa sen rakenne ja raekoko, sekä yleensä myös mineraalikoostumus muuttuvat. Tapahtumassa kiven mineraalit tai rakenne, joskus myös molemmat, muuttuvat vastaamaan uusia kemiallisia ja fysikaalisia olosuhteita, jotka poikkeavat niistä olosuhteista, joissa kivi on alun perin muodostunut. Metamorfoosi ei kuitenkaan tarkoita rapautumisen tai sedimentistä kovettuneiden kivien muodostumista. Marmorin muodostuessa kalkkikivestä sen mineraalikoostumus pysyy lähes samanlaisena, vaikka sen rakenne muuttuu joskus huomattavastikin. (Kähkönen; Lehtinen 1998: 56.)

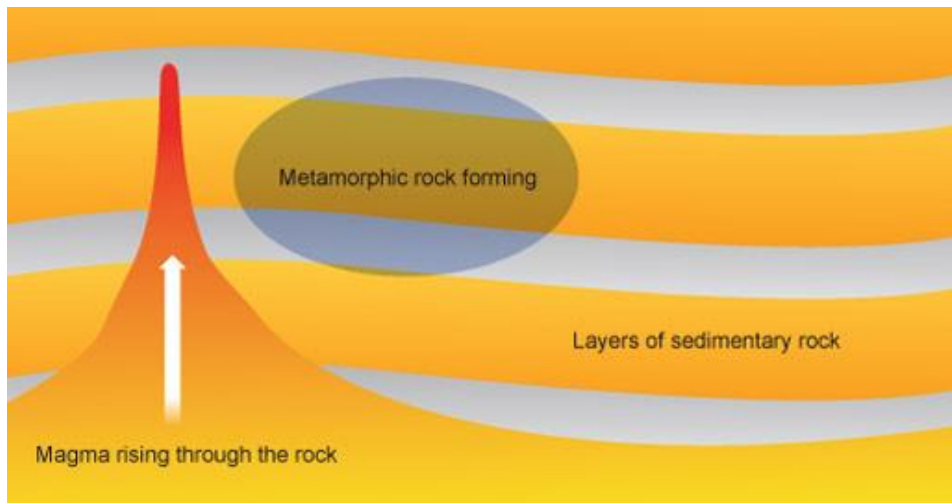
Metamorfoosi voidaan luokitella geologisen ympäristön ja prosessin alueellisen laajuuden mukaan paikallismetamorfoosiin ja aluemetamorfoosiin. Paikallisen metamorfoosin eri lajit ovat:

-Kontaktimetamorfoosi, joka on hyvin usein lämmön vaikutuksesta tapahtuvaa, eli lämpömetamorfoosia.

-Kataklastinen metamorfoosi, johon liittyy kivien murtuminen ja muovautuminen. Tätä esiintyy esimerkiksi siirroksissa.

-Impaktimetamorfoosi, toiselta nimeltään shokkimetamorfoosi, jota esiintyy lähinnä meteoriittien törmäyksessä.

Kontaktimetamorfoosin ensimmäinen tekijä on yleensä korkea lämpötila. Koska lämpötila laskee ensin morfoosialueen reunoilta, syntyy sen ympärille erilaisista mineraalikoostumuksista rakentuvia metamorfisten kivien vyöhykkeitä. Niiden raekoko on yleensä pieni. (Kuva 9.) (Kähkönen; Lehtinen 1998: 56.)



Kuva 9. Metamorfoosi. (Metamorphic rocks, 2014)

Kataklastinen metamorfoosi sijoittuu suhteellisen lähelle maanpintaa. Sitä tapahtuu vain siirrosintojen läheisyydessä. Tämäntyyppiseen metamorfoosiin ei liity suurta lämmönkohoamista eikä runsaasti kemiallisia reaktioita mineraalien välillä. Sen sijaan myöhemmät sekundääriset muutokset ovat yleisiä. (Kähkönen; Lehtinen 1998: 56–57.)

Impaktiomorfoosia tapahtuu, kun meteoriitti maanpintaan törmätessään aiheuttaa suuren kraatterin, jossa kivilajit reagoivat äkilliseen lämpötilan kohoamiseen ja iskeytymisen aiheuttamaan paineeseen. (Kähkönen; Lehtinen 1998: 57.)

Aluemetamorfoosi on laaja-alainen reaktio, joka laajimmillaan käsittää laattojen törmäyspinnat ja niiden limittäin asettuneet pinnat. Ilmiön aikana lämpötila saattaa kohota jopa 700–800 °C ja paine yli 20 kilobaariin. Kivistä voi yleensä havaita millaisissa olosuhteissa ne ovat syntyneet. Raekoko kasvaa reaktioiden hidastuessa. (Kähkönen; Lehtinen 1998: 57.)

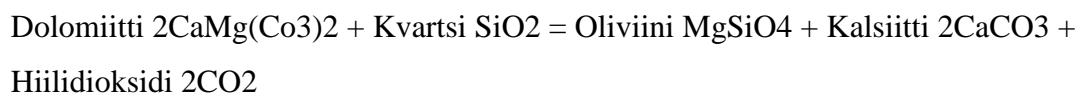
Metamorfiset kivet jaetaan yleensä kahteen ryhmään; suuntautumattomat, eli massaiset ja suuntautuneet kivet. Suuntautuneisuus voi esiintyä tasosuuntauksena eli liuskeisuutena tai viivasuuntauksena. Nämä voivat esiintyä myös yhdessä. Suuntautuneita kiviä muodostuu aluemetamorfoosin vaikutuksesta, sekä hirtovyöhykkeillä. Kontaktimetamorfoosin tuotoksena syntyy massaisia, eli suuntautumattomia kiviä. Kristalloblastinen rakenne syntyy, kun muotoenergialtaan samanarvoiset mineraalirakeet muuttuvat epäsäännöllisiksi. Tällainen rakenne voi olla rakeinen, kuituinen, suomuinen tai sälöinen. (Kähkönen; Lehtinen 1998: 58.)

3.2 Marmori kellonkoteloiden materiaalina

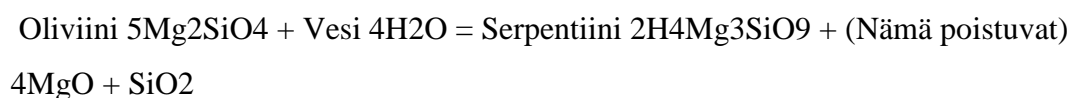
Kalkkikivet, jotka metamorfoituvat marmoriksi, sisältävät yleensä muitakin mineraaleja. Näistä syntyy marmoriin erilaisia värejä. Väritys voi olla tasainen, tai se voi esiintyä juonina, täplinä tai molempina yhtä aikaa. (Dimes 1990: 145.) Esimerkiksi Duke's Red saa punaisen värinsä rautaoksidista. (Carle 1959: 176.) Taulukoissa 1–5 on listattu kaikki kellonkoteloiden materiaalina tietävästi käytetyt marmorilajit.

Iona Stone on helppo sekoittaa Connemara-marmoriin. Iona Stonella on kuitenkin laajempi sävyjen vaihtelu kuin Connemaralla. (Carle 1959: 175.)

Serpentiinimarmoriksi kutsutaan kiviainesta, joka koostuu enemmän tai vähemmän serpentiinimineraalista. Kyseinen kiviaines on yleensä viherjuonista, kuten serpentiinimineraali tyypillisesti on. Muodostumisen kemiallinen kaava on:



Vesi reagoi oliiviinin kanssa seuraavalla tavalla:



(Dimes 1990: 135, 144–145.)

Taulukko 1. Kellonkoteloissa käytetyt serpentiinimarmorit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi	Saatavuusalue
Connemara	Valko-vihreä	-	Irlanti
Iona Stone	Vihreä, myös valkoisia ja keltaisia esiintyy	Indigonsiniset juonet	Skotlanti
Verde Antico/ Verd Antique	Samantapainen kuin Connemara	-	Kreikka

(Carle 1959: 174–177.)

Ranska on ollut marmorin lähde jo muinaisen Rooman ajoilta. Useimmat ranskalaiset marmorit ovat värikkäitä, mutta esimerkiksi Pyreneiltä saadaan valkoista, runsaasti patsaissakin käytettyä marmoria. Klassisia ranskalaisia marmorilaatuja ovat Campan-marmorit. Ne eivät ole täysin metamorfoituneet, ja niiden valkeat juonet ovat kristallisoitunutta kalsiittia, toisin kuin perusmassa. (Dimes 1990: 148.)

Taulukko 2. Kellonkoteloissa käytetyt ranskalaiset marmorit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi
Amaranthe D'Osserain	Tummanvioletti	Tumman vihreitä ja ruskeita täpliä
Brèche Médoux	Kirkkaan oranssi	Valkoisia, mustia, harmaita, keltaisia ja ruskeita kuviointeja
Jaune St. Beaume	Kelta-valkolaikukas	Punaiset, nauhamaiset juonet
Languedoc	Tulipunainen	Punaiset kuvioinnit
Noir de Sable	Musta	Valkoiset juonet
Rosé des Alpes	Vaaleankeltainen	Ohuet, punaiset juonet
Rosé S. George	Vaaleankeltainen	Ruusunpunaiset, kukkamaiset kuvioinnit
Rosé Vif	Punaruskea	Vaaleanpunaiset ja valkoiset täplät
Rouge Jaspé Antique	Punainen	Oranssit, leveät raidat
Vert D'Estour	Valkoinen	Tiheä vaalean vihreä kuviointi
Villafrance Violet	Violetti/ punavioletti	Valkoiset juonet

(Carle 1959: 174–178.)

Brittein saarilla marmori on suhteellisen harvinainen kivilaatu. Skye-marmori, joka käsittää monta eri marmorilaatua, on yksi harvinaisista lämmön vaikutuksesta metamorfoituneista marmorilajeista. Sitä saadaan Skyen saarelta Skotlannista. (Dimes 1990: 145–146.) Punainen, upean kiiltäväksi kiillottuva Duke's Red on yksi Englannin harvinaisimmista marmorilaaduista. (Carle 1959: 175)

Taulukko 3. Kellonkoteloissa käytetyt Brittein saarilta saatavat marmorit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi	Alue
Ballachulish	Valkoinen	Tummanharmaan kirjavat täplät	Skotlanti
Connemara			
Duke's Red	Syvän punainen	-	Englanti
Galway Black	Musta	-	Irlanti
Grey Ipplepen	Vaaleasta harmaasta kellertävän ruskeaan	Valkoiset juonet, kapeat, punaiset täplät	Englanti
Irish Black	Musta		Irlanti
Jasper Stone/ Jasper Marble	Karmiininpunainen	Pohjaväriä tummemmat juonet	Wales
Little Belton	-Vaaleanpuna-harmaa laikukas -Valko-harmaa-vaaleanpunalaikukas	-Punaiset kuvioinnit -Valkoiset juonet	Englanti
Plymouth Black	Musta	Valkoiset juonet	Englanti
Radford	Lähes mustanharmaa	Valkoiset juonet	Englanti
Red Ipplepen	Punaharmaa	Vaaleanpunaiset juonet	Englanti
Red Oggwell	Punainen, sävy vaihtelee vaaleasta tummaan	Harmaat ja valkoiset juonet ja kuvioinnit	Englanti
Red Petitor	Vaaleanpuna-punalaikukas	-	Englanti
Rosewood	Tummanruskea	Tummanpunaiset, yhdensuuntaiset juonet	Englanti
Skye	-Harmaanvioletti -Valkoinen -Vaaleanpunainen - Kyyhkysenharmaa	Valkoiset juonet	Skotlanti
Yellow Clouded Petitor	Keltainen	Vaaleanpunaiset juonet	Englanti

(Carle 1959: 174–178.)

Italia on tunnettu marmoristaan, eritoten Carrara-marmorista, jonka nimi tulee kyseistä marmoria tuottavan Carraran kaupungin mukaan. Vaikka Italia tuottaa paljon marmoria, vielä suurempia määriä se tuottaa marmoreina myytäviä kalkkikiviä. Nykyään tämä on otettu huomioon jopa italian kielessä, joka määrittelee kivet nykyään marmoreiksi (uudelleenkristallisoituneet kalkkipitoiset kivet), kiillotettaviksi kalkkipitoisiksi kiviksi, kiillotettaviksi kalkkipitoisiksi breksioiksi, serpentiineiksi ja tippukivikalsiiteiksi, graniiteiksi ja muiksi tuliperäisiksi kiviksi, metamorfoituneiksi gneisseiksi, travertiiniksi, sekä muiksi kiviksi. Tästä syystä vanhoja italialaisia kirjoituksia marmorista tulee lukea tietyllä varauksella. (Dimes 1990: 146–147.)

Taulukko 4. Kellonkoteloiden käytetyt italialaiset marmorit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi
Apuan Onyx/ Apuan marble	Läpikuultava helmenharmaa	Tummanharmaat juonet
Bardilla	Kyyhkysenharmaa	Perusmassaa tummemmat juonet
Carrara	Valkoinen, kristallikiteinen	Joissain tapauksissa harvakseltaan harmaita juonia
Convent Siena	Kirkasoranssi	Violetit ja mustat juonet
Veiné Doré	Vaalean oranssi, kristallikiteinen	-
Violetto di Brocat	Valkoinen	Tummanvioletit juonet
Yellow Siena	Vaaleankeltainen	Läpikuultavat juonet

(Carle 1959: 174–178.)

Muita kellonkoteloiden käytettävien marmoreiden tuottajamaita ovat Kreikka, Saksa, Itävalta, Kanada, USA ja Sveitsi. (Carle. 1959: 174–178) Kreikka on marmorin tuottajamaana hyvin tunnettu lähinnä valkoisista marmoreistaan. Parian marmoria, jota saadaan Paroksen saarelta, pidetään yhtenä hienoimmista valkoisista marmorilaaduista maailmassa. Marmori on läpikuultavaa ja etenkin tuoreemmat esiintymät tuottavat marmoria, jonka kristallit heijastavat valoa eri väreissä. (Dimes 1990: 147–148.)

Pentelic marmori (käytetään myös nimeä Pentelicon) on Penteliconin vuorilta saatava marmorilaatu. Sitä on saatavana valkoisena ja sinisenä ja tunnettiin aiemmin kauppanimellä Stavatovouni. Joskus kivessä esiintyy sumeita merkintöjä, jotka voivat sisältää hienojakoisesti levinnyttä kristallikiteistä pyriittiä. (Dimes 1990: 147–148.)

Marmoria esiintyy suurina määrinä myös Yhdysvalloissa ja Kanadassa. (Dimes 1990: 148–149)

Taulukko 5. Muut kellonkoteloissa käytetyt marmorit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi	Alue
Byzantine	Ruusunpunainen	Toisinaan leveitä vihreitä raitoja	Kanada
Cippolino	Vaihtelevansävyinen vihreä	Valkoisia aaltoilevia raitoja, vihreitä kuviointeja	Kreikka, Italia, Sveitsi, Kanada USA
Engelsberger	Kirkas punainen	Valkoiset täplät	Itävalta
Green Poppenberg/ Allagen marble	Kellertävänruskea vihreillä värjäytymillä	Punaiset, ohuet juonet sekä tumman vihreä juoniverkosto	Saksa
Laaser	Kristallikiteinen, valkoinen	-	Itävalta
Mallorca	Punainen	Valkoiset ja vihreät kuvioinnit	Espanja
Orsera	Vaalea kellertävänruskea	-	Itävalta
Parian	Valkoinen, kiiltävä, hieman läpikuultava	-	Kreikka
Pojizzinazzo	Kirkas punainen	Valkoiset ja ruskeat kuvioinnit	Saksa
Skyros	Kermanvärinen, hieman läpikuultava	Vaaleasta kermanvärisestä tummanruskeaan vaihtelevat juonet	Kreikka
Verde Moulin	Violetin-vaaleanpunainen	Valkoiset ja vaalean vihreät juonet	Espanja
White Pentelic	Kristallikiteinen, valkoinen	Vaalean harmaat juonet	Kreikka

(Carle 1959: 174–178.)

3.3 Marmoriksi nimetyt kalkkikivet kellonkotelojen materiaaleina

Kalkkikivet kuuluvat sedimenttikivilajeihin. Sedimenttiä muodostuu magma-, sedimentti- ja metamorfisten kivien rapautumistuotteena. Sedimenttiä voi muodostua myös kemiallisen saostumisen synnyttämistä liuoksista. Tällainen kivilaji syntyy, kun sedimentti kovettuu ja kivettyy. (Kähkönen; Lehtinen 1998: 45.)

Kalkkikivet ovat perusmassaltaan yleensä pienirakeisia ja niiden värikirjo on runsas. Kerroksellisuus ja fossiilit ovat myös yleisiä ominaisuuksia. Kuviointi on hyvinkin vaihtelevaa ja samasta kivistä saadaan erilaisia kuviointeja louhimispaikasta ja sahausuunnasta riippuen. Marmorin tapaan kalkkikivi reagoi herkästi happamiin aineisiin ja lämpötilan vaihteluihin. (Selonen 2010/2007: 15.)

Markkinoilla montaa kalkkikivilaata, joihin voidaan saavuttaa korkea kiilto, myydään marmorina. (Dimes 1990: 89) Puhdas tai lähes puhdas kalkkikivi on väriltään valkoista ja koostuu suurimmaksi osaksi kalsiumkarbonaatista (CaCO_3). Valtaosa kalkkikivistä koostuu kuitenkin myös muista mineraaleista, jotka joskus käsittävät hyvinkin huomattavan osan kiven massasta. Näistä mineraaleista syntyy kalkkikivien laaja värikirjo. Yksi yleisimmistä kalkkikiven sisältämistä ainesosista on savi. Mitä pienempi saven määrä kalkkikivessä on, sitä parempi kiilto saavutetaan kiveä kiillotettaessa. (Dimes 1990: 88.)

Kalkkikivet voidaan luokitella usealla monimutkaisella tavalla, mutta yksinkertaistettuna ne voidaan jakaa klastisiin tai detritaalisiin, kemiallisiin ja orgaanisiin. (Dimes 1990: 86.)

Klastiset tai detritaaliset kalkkikivet ovat tulosta jo olemassa olleiden kalkkikivien eroosiosta. Moni kaupallinen breche-marmori on klastista kalkkikiveä. Elinkeinosta puhuttaessa, lähes mitä tahansa kiveä, joka voidaan leikata ja kiillottaa, saatetaan kutsua marmoriksi. (Dimes 1990: 89.)

Kemiallisesti muodostuneet kalkkikivet muodostuvat suoraan kalsiumkarbonaatin (CaCO_3) saostuessa vedestä. Se on hieman vesiliukoinen mineraali, mutta suurin osa hydrologisessa kiertokulussa olevasta vedestä sisältää hiilidioksidia (CO_2). Tällainen vesi muuntaa kalsiumkarbonaatin kalsiumvetykarbonaatiksi ($\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), joka on paljon liukoisempaa ja joka esiintyy vain liuoksena. Kun hiilidioksidipitoinen pohjavesi haihtuu ilmakehään, hiilidioksidin puute aiheuttaa kalsiumkarbonaatin uudelleenmuodostumisen tuffiksi tai travertiiniksi. (Dimes 1990: 86–88.) Taulukoissa 6–9 on listattu kaikki tietävästi kellonkoteloiden materiaalina käytetyt kalkkikivilajit.

Belgia on ollut ja on edelleen yksi maailman johtavista marmoriksi kutsuttujen kivien tuottajista. Toiminnan alku ajoittuu aina 1100- ja 1200-luvuille saakka. Suuri määrä

kivistä oli kuitenkin muualta maahantuotuja, jonka jälkeen ne viimeisteltiin Belgiassa ja myytiin eteenpäin ulkomaille. (Dimes 1990: 94.)

Taulukko 6. Kellonkoteloissa käytetyt kalkkikivilajit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi	Saatavuusalue
Belgian Black	Musta	-	Belgia
Campan Rose	Vaaleanpunavalkoinen	Vihreät ja valkoiset juonet	Ranska
Campan Rouge	Punainen tai vihreä	Vihreät ja valkoiset juonet	Ranska
Campan Vert	Punainen tai vihreä	Vihreät ja valkoiset juonet	Ranska
Giallo di Mori	Keltaoranssi	Tummat, mutkittavat juonet	Itävalta
Pinka Grenna	Lähes valkoinen	Vihreät laikut, joissa hieman vaaleanpunaista	Irlanti
Rouge Griotte	Punainen	-	Belgia

(Carle 1959: 174–177.)

Onyximarmori (*Onyx marble*) on myös kemiallinen saostuma. Sen ajatellaan yleisesti muodostuvan virtaamattomien vesialueiden pohjaan ja se voidaankin mieltää horisontaaliseksi stalagmiitiksi. (Dimes 1990: 88.)

Onyx (*Onyx*) ja onyximarmori eroavat toisistaan täysin sekä ulkomuotonsa että kemiallisen koostumuksensa puolesta. Onyx on piilokiteinen kvartsi (SiO_2) josta käytetään onyx-nimitystä kiven ollessa valko- ja mustajuovainen, usein myös keinotekoisesti värjätty. Se on materiaalina verrattain kova, eikä esimerkiksi tavallinen veitsi aiheuta sen pintaan naarmuja (Dimes 1990: 120.)

Onyximarmori on poikkeuksellisen hienorakeinen, yleensä läpikuultava kalkkikivi. Se on yleensä juovainen ja se vaihtelee väriltään lähes valkoisesta norsunluun väriiseen, keltaiseen, vihreään, punertavaan, punaruskeaan ja ruskeaan. Se on huomattavasti onyksiä pehmeämpää, ja veitsellä raaputtaessa sen pinta naarmuuntuu. Onyximarmorin hinta on usein korkea sen kovan kysynnän takia. (Dimes 1990: 120–121.)

Taulukko 7. Kellonkoteloissa käytetyt onyksimarmorilajit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi	Saatavuusalue
Onyx Nuagl	Vaalean meripihkan värinen	Valkoiset, sumeat täplät	Yhdysvallat
Rouge Agate	Karmiininpunainen	Valkoiset, vaaleanpunaiset, meripihkanväriset ja violetit kuvioinnit	Algeria
Utah Onyx	Sitruunankeltainen	Oranssit juonet	Utah/Yhdysvallat
Yava Onyx	Vihreä	Joskus meripihkan väriset juonet	Yhdysvallat

(Carle 1959: 176–178.)

Kalkkikiviä voi muodostua kalsiumvetykarbonaattipitoisen veden tippuessa kalkkipitoisten luolien katoista. Mineraali kasautuu kerroksittain ja muodostaa stalaktiitteja. Sen vastakappale on alapuolelle muodostuva stalagmiitti. Joskus kalkkikivi voi peittää luolan seinät tai lattian kokonaan. Stalaktiitin tapaan se on raidallista. (Dimes 1990: 88.)

Taulukko 8. Kellonkoteloissa käytetyt stalaktiitti- ja stalagmiittilajit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi	Saatavuusalue
Brazilian Onyx	Vakoinen, läpikuultava	Hennon kullanväriset juonet	Argentiina
Gibraltar Stone	Ruskea	Meripihkanväriset, mutkittelevat juonet	Gibraltar
Java Onyx	Valkoinen	Joskus aaltoilevia, meripihkanvärisiä juonia	Java
Moroccan Onyx	-Tummanpunainen tai valkoinen -Siniharmaa -Vaaleanpunainen	-Kullanväriset juonet -Vihreät nauhamaiset juonet -	Marokko

(Carle 1959: 174–176.)

Kemiallisesti saostuneita kalkkikiviä voi muodostua myös meressä. Tällöin kalsiittia alkaa kerääntyä kerroksittain hiekanjyvän tai merenelävän kuorenpalan pinnalle. Kyseisellä tavalla muodostuneita kalkkikiviä kutsutaan ooliiteiksi. (Dimes 1990: 88.)

Orgaaniset kalkkikivet koostuvat suurimmaksi osaksi tai kokonaan yhden tai useamman merenelävän fossilisoituneista kuorista, jotka nekin rakentuvat eliön vedestä siivilöimästä kalsiumkarbonaatista. Eri kalkkikivityyppien kalsiumkarbonaatti on peräisin erilaisten äyriäisten kuorista, levistä, koralleista tai merililjoista. Fossiilit voivat olla ehjiä, osaksi rikkoutuneita tai täysin hienontuneita. (Dimes 1990: 88.)

Taulukko 9. Kellonkoteloissa käytetyt orgaaniset kalkkikivilajit.

Nimi	Perusmassa	Kuviointi	Saatavuusalue
Alston	Musta	Vaalean harmaat täplät	Englanti
Ashburton Dark	Tummanharmaa	Valkoiset ja punaiset täplät	Englanti
Bird's Eye	Tumman harmaasta keskiruskeaan	Harmaita merililjan kappaleita, muistuttavat linnun silmää	Englanti
Dent Black	Musta	Joskus korallin ja kotilon paloja	Englanti
Derby Fossil/ Monyash Marble	Keskiharmaa	Pitkittäiset ja poikittäiset perusmassan sävyiset kuvioinnit	Englanti
Hopton Wood	Vaaleasta kermanvalkeasta keskiharmaaseen	Fossiilien ja korallien palasia	Englanti
Kingsteignton	Vaaleanpuna-harmaa	Runsaasti perusmassan sävyisiä merkintöjä	Englanti
Purbeck Marble/ Paludina Limestone	Ruskea tai harmaa	Runsaasti makeanveden etanan fossiilin kappaleita	Englanti

(Carle 1959: 174–176.)

3.4 Marmorin ja kalkkikiven puhdistus ja kiillotus

Kellonkoteloita puhdistettaessa on syytä ottaa huomioon muutama asia. Ensinnäkin, koteloa ei koskaan tule upottaa veteen tai muuhun nesteeseen tai kastella niin, että kosteutta pääsee liitosten väliin. Kotelo koostuu kivisistä paneeleista, jotka kiinnittyvät toisiinsa kipsillä ja metallilangoilla. Kipsin kostuessa liitokset löystyvät ja irtoavat toisistaan. (Marblack™ Slate Blacking 0216 012515, 2014)

Marmori ja kalkkikivi voivat likaantua tai värjäytyä ollessaan kosketuksissa raudan, kuparin, pronssin, erilaisten öljyjen, laastin, tupakansavun tai sellakan kanssa. Pelkkä käsin koskettelu riittää aiheuttamaan näkyviä tahroja. (Ashurst; Ashurst 1989: 73.)

Marmori, eli kalsiumkarbonaatti ei ole vesiliukoinen, joten suurin osa marmorin puhdistusmetodeista pohjautuu veteen ja nestemäisiin kemikaaleihin. Marmorilla ei tule kuitenkaan altistaa pitkäaikaiselle kosketukselle veden kanssa, sillä tämä voi aiheuttaa tahroja. Joissain tapauksissa pelkkä ilman kosteuden kondensoituminen voi aiheuttaa eroosiota esineen pintaan. (Larson 1990: 190.)

Kalkkikiven puhdistustavoiksi sopivat yleisesti ottaen monet marmorin puhdistamiseen käytettävät menetelmät. Sekä marmorin, että kalkkikiveen muodostuva lika on yleensä vesiliukoista. Vedellä puhdistettaessa ongelmia saattaa aiheuttaa saturaatio. Koska kalkkikivi on huokoista, täytyy veden poispyyhkiminen tehdä huolellisesti, sillä kiven pintaan jäänyt likavesi tunkeutuu kiven huokosiin ja jättää jälkeensä tumman tahran. Myös suolat aiheuttavat tahroja. (Ashurst; Ashurst 1989: 45–46.)

Huokoisuutensa vuoksi ilmankosteus imeytyy kalkkikiveen marmorilla helpommin. Luonnollisesti myös puhdistuksessa käytetty vesi imeytyy kalkkikiven sisään. Tästä syystä runsaalla vesimäärällä puhdistaminen voi aiheuttaa värjäytymiä tai tahroja. Se myös himmentää kiillotetun kiven loiston ja pinta muuttuu rosoiseksi. Myös valkaisevien puhdistusaineiden, happojen tai voimakkaiden jauhemaisien pesuaineiden käyttö johtaa niiden imeytymisen kalkkikiveen, joiden aiheuttamat vauriot saattavat tulla näkyviin vasta vuosien päästä. (Larson 1990: 190.)

Marmorin ja kalkkikiven puhdistusmenetelmää valitessa on syytä ottaa huomioon, että happamat aineet voivat olla vahingollisia emäksiselle marmorille. On syytä suorittaa puhdistuskoe huomaamattomalle alueelle ennen varsinaista puhdistusta, jotta metodin vaikutusta marmorin pintaan voidaan seurata. (Ashurst; Ashurst 1989: 73.)

Tahroja voidaan myös poistaa mekaanisesti. Yksinkertaisin tapa poistaa tahroja on kuivaharjaaminen, joka poistaa pintalikkaa ja orgaanista kasvua, mutta on lähes hyödytön muissa tahroissa. Myös maalitahrat voidaan poistaa mekaanisesti, jos ne eivät ole imeytyneet pintaa syvemmälle. Hankausaineen tai välineen hankaavuus

valitaan tahran kovuuden mukaan. On kuitenkin otettava huomioon kalkkikiven suhteellinen kovuus. (Ashurst; Ashurst 1989: 48–49.)

Attapulgiitti- tai sepioliittisavesta veden kanssa valmistettua paksua tahnaa voidaan käyttää marmorin tai kalkkikiven puhdistukseen sellaisenaan, tai siihen voidaan lisätä erilaisia tehosteaineita. Haude tulee aina peittää esimerkiksi muovilla, jotta kosteus ei pääse haihtumaan ja haude kuivumaan. (Ashurst; Ashurst 1989: 57.) On mahdollista käyttää myös kalkkihaudetta. Perinteinen tapa on käyttää kuumaa kalkkihaudetta, jota käytetään edelleen, mutta muutoksena entiseen se levitetään nykyään kumihanskoja käyttäen. Haude painetaan kevyesti kostutetun kiven pintaan, peitetään ja kostutetaan tarpeen mukaan. Päästessään kuivumaan se toimii kitin tavoin ja saattaa tarttua kiven pintaan kiinni. Haude poistetaan varovasti lastaa käyttäen, jonka jälkeen pehmennyt lika ja kiven pintaan jäänyt kalkki voidaan poistaa hellällä mekaanisella puhdistuksella, kuten kostutetulla pehmeällä harjalla tai vastaavalla. (Ashurst; Ashurst 1989: 56, 80–81.)

Vesiliukoisen lian ja noen voi puhdistaa marmorin ja kalkkikiven pinnasta puhtaalla, lämpimällä de-ionisoidulla vedellä, kuitenkin pitäen nesteen määrä minimissään. Lian pehmittäminen ennen puhdistusta onnistuu kostuttamalla pinta de-ionisoidulla vedellä ja lisäämällä siihen tiiviisti kosteaa, imukykyistä savea. Tarpeen mukaan tämä voidaan kiinnittää esimerkiksi kangassuikaleilla. Kun savi nostetaan pois, voidaan pintaa harjata kevyesti nylonisella tai aidosta harjaksesta valmistetulla harjalla, mahdollisen työstöjäljen suuntaan. Vettä lisätään pieni määrä tarvittaessa. Parempi työskentelytapa on kuitenkin arvokasta esinettä ajatellen käyttää imukykyistä savea ja de-ionisoitua vettä, sekä käyttää pumpulipuikkoja pinnan pyyhkimiseen. Hankalammin puhdistettaville tahroille on pH-neutraali saippua ja vesi (1:1) turvallinen puhdistusliuos. (Ashurst; Ashurst 1989: 73–74.)

Pahoin likaantunut marmori ja kalkkikivi voidaan puhdistaa hauteella, joka perustuu kelatoituvaan aineeseen, etyleenidiamiinitetraetikkahappoon eli EDTA:n. Haude edesauttaa kalsium- ja rautasuolojen liukenemista kompleksiyhdisteestä. Kuten muitakaan happoja, EDTA:a ei tule käyttää yksinään marmorin kai kalsiitin puhdistukseen. (Ashurst; Ashurst 1989: 74.)

Kohtalaisen likaisia marmori- ja kalkkikivipintoja on puhdistettu menestyksekkäästi seuraavalla liuoksella:

1000 ml de-ionisoitua vettä

60 g ammoniumbikarbonaattia (NH_4HCO_3)

60 g natriumbikarbonaattia (NaHCO_3)

25 g EDTA

10 g desinfioivaa pinta-aktiivista ainetta

60 g Karboksimeetyliselluloosaa (Selluloosa-pohjainen tapettiliisteri on helposti saatava vaihtoehto)

Ammonium- ja natriumbikarbonaatit luovat lievästi emäksisen seoksen (pH noin 7.5) ja helpottavat joidenkin suolojen liukenemistä. Kyseinen haude tunnetaan Mora-hauteena, koska sen ovat kehittäneet Instituto del Restaurossa, Roomassa Paulo ja Laura Mora. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Kostutetulle pinnalle levitetään geeliä 3–4 mm paksuinen kerros ja peitetään muovikelmulla kuivumisen estämiseksi, sillä päästessään kovettumaan geeli on erittäin vaikea poistaa. Hauteen vaikutusaika voi olla jopa 24 tuntia, mutta on syytä poistaa seos välillä ja tarvittaessa lisätä uusi kerros. Kun geeli on poistettu, täytyy pinta puhdistaa de-ionisoidulla vedellä huolellisesti. Menetelmän edut ovat sen turvallisuus kemiallisesti sekä pinnan säästyminen hankaukselta. Sitä ei kuitenkaan voi käyttää vahingoittuneella tai murenevalla pinnalla, aivan kuten ei muitakaan puhdistushauteita, ilman, että vaarana on myös varsinaisen materiaalin irtoaminen. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Ruoste-, pronssi-, kupari-, öljy- ja rasvatahrat eivät irtoa pelkällä vedellä. Varsinkin vanhat öljytahrat, jotka ovat päässeet imeytymään syvälle marmorin huokosiin, sekä hapettumaan, ovat usein pinttyneitä ja hankalia poistaa. Näidenkin kohdalla on syytä suorittaa puhdistustestejä ennen menetelmän valintaa. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Alla olevat puhdistusliuokset pystyvät yleensä ainakin vaalentamaan, jos eivät kokonaan poistamaan tahroja. Hauteen pääasiallinen tarkoitus on vetää liukenematon tahra-aines ulos kivistä. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Ruoste- (rauta) tahrat:

1 osaa natriumsitraattia

6 osaa de-ionisoitua vettä

Liukeseen lisätään sen kokonaismäärää vastaava määrä glyseriiniä. Näistä syntyneeseen liukeseen lisätään attapulgiittisavea (perinteisesti valkaisevaa) kunnes saadaan aikaiseksi tasainen tahna. Seos levitetään puhdistettavalle pinnalle.

Kuivuttuaan tahna tulisi poistaa puisella tai muulla pehmeällä lastalla, ei kuitenkaan metallisella. Toimenpiteen voi joutua toistamaan muutamia kertoja. (Ashurst; Ashurst 1989: 75–76.)

Jos tahra on kovin vaikeasti poistettava, voidaan käyttää erilaista metodia.

Natriumditioniitista ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) ja imukykyisestä savesta valmistetaan tahna, jota levitetään ohuena kerroksena puhdistettavaan kohtaan. Ennen tahnan levittämistä pinta kostutetaan natriumsitraatin ja veden liuksella (1:6). Hauteen poistamisen jälkeen on tärkeää huuhdella pinta huolellisesti de-ionisoidulla vedellä. (Ashurst; Ashurst 1989: 76.)

EDTA-haude saattaa sekin olla toimiva menetelmä ruosteenpoistossa. Hyvin vaaleat tahrat saattavat puhdistua oksaalihappopitoisella hauteella, jossa on 1 osa happojauhetta ja 10 osaa de-ionisoitua vettä ja sideaineena joko savi tai happovapaa paperimassa. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Pronssi- ja kuparitahrat:

1 osa ammoniumkloridia (NH_4Cl)

4 osaa talkkijauhetta

10 % ammoniakki-vesiliuosta kunnes syntyy tasainen tahna

Tahna levitetään de-ionisoidulla vedellä kostutetulle, puhdistettavalle pinnalle ja annetaan kuivua. Se poistetaan puisella tai muulla pehmeällä lastalla ja huuhdellaan de-ionisoidulla vedellä. Toimenpiteen voi toistaa niin monta kertaa kuin tahran puhdistuminen tai haalistuminen vaatii. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Öljytahrat:

1 osa asetonia ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)

1 osa N-amyliiasetaattia ($\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$)

Liusta imeytetään värjäämättömään puuvillakankaaseen ja kangas asetetaan tahrin päälle. Kankaan tilalla voidaan myös käyttää savea jos tahdotaan tiiviimpi haude. Tähän voidaan lisätä myös triksootropisessa muodossa olevaa dikloorimetaania. Hauteen annetaan vaikuttaa muovikelmun alla kolme päivää. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Vaaleat öljytahrat voidaan joskus poistaa xyleeneillä, käyttäen niitä hauteessa. (Huomattavaa on, ettei xyleenin käyttöä suositella terveys- ja turvallisuussyistä.) (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Myös erilaiset lämpimän veden ja saippuoiden liuokset puhdistavat tehokkaasti rasva- ja öljytahroja kalkkikivistä ja marmorista. Jauhemaisten puhdistusaineiden käyttö ei ole suositeltavaa, sillä ne muodostavat natriumsuolojen kasautumia, jotka saattavat toistuvalla puhdistuksella kerääntyä koloihin. (Ashurst; Ashurst 1989: 56.)

Vulpex-nestesaippua, jonka pH on 10.5–11.5, on liukoinen sekä veteen, että alkoholiin, poistaa tehokkaasti monia erityyppisiä tahroja. (Material safety data sheet, 2014) Se tunkeutuu hyvin huokosiin ja rakoihin. Tällainen saippualiuos ei vaahtoa, ja pysyy aktiivisena koko sen ajan, kun se on puhdistettavan materiaalin pinnalla (yleensä noin 5 minuuttia). Pinttyneet tahrat saattavat vaatia lisäksi hankausta. Puhdistuksen jälkeen saippualiuoksen jäämät on syytä poistaa huolellisesti de-ionisoidun veden avulla, esimerkiksi kostutetulla kankaalla pyyhkimällä. Tahrasta riippuen liuoksen sopiva suhde on 3–9 osaa de-ionisoitua vettä, ja 1 osa saippuaa. Saippua on turvallista, eikä tarvitse erityisiä turvatoimenpiteitä, mutta rasvaa irrottavan vaikutuksensa takia on suositeltavaa käyttää suojakäsineitä. (Ashurst; Ashurst 1989: 56–57.)

Savuvärjäytymät

Aluksi marmori pestään pH-neutraalilla saippualla ja de-ionisoidulla vedellä. EDTA-haude on todettu toimivaksi savutahrojen poistossa. Pinttyneemmät värjäytymät voivat vaatia trikloorietyleenipohjaista (C₂HCl₃) savihaudetta. Myöskään trikloorietyleenin käyttöä ei suositella terveys- ja turvallisuussyistä. (Ashurst; Ashurst 1989: 75.)

Pinttyneiden tahrojen haalistaminen

Jos tahra ei reagoi toivotulla tavalla minkään aiemmin mainitun menetelmän kanssa, sen haalistaminen voi vaatia miedon valkaisevan aineen käyttöä. Aine voidaan harjata marmorin pintaan tai valmistaa siitä haude. Vetyperoksidista (H_2O_2) tehdään deionisoidun veden kanssa 3 % liuos jossa käytetään aktivoivana aineena yksi tippa ammoniakkia (NH_3). Tämä liuos on tehokas tietyntyyppisten tahrojen haalistamisessa. (Ashurst; Ashurst 1989: 76.)

Maalitahrat

Maalitahrojen poistoon voidaan käyttää kloorimetaanista (CH_2Cl_2) valmistettua tiksotrooppista seosta. Todella vaikeasti poistettaviin maalitahroihiin seos voidaan jättää muovikelmun alle vaikuttamaan. Maali ja seos poistetaan lastalla, jonka jälkeen pinta pestään huolellisesti. (Ashurst; Ashurst 1989: 77–78.)

Tahranpoistoreseptejä 1920-luvulta:

Nämä reseptit ovat lähes sata vuotta vanhoja, kuitenkin niitä käytetään joissain tapauksissa.

Mustetahrat

Mustetahrat poistettiin perinteisesti sekoittamalla liitujauhetta, natriumperboraattia ($NaBO_3 \cdot nH_2O$) ja kuumaa vettä paksuksi tahnaksi, ja käyttämällä sitä hauteena. Tahna levitettiin 6 mm paksuksi kerrokseksi puhdistettavalle pinnalle, annettiin kuivua ja toistettiin poistamisen jälkeen, jos musteen sinertävää väriä oli vielä havaittavissa. Synteettiset mustetahrat poistettiin joko yllämainitulla hauteella tai vaihtoehtoisesti hauteella, jossa vaalentavana aineena toimi ammoniakki. (Ashurst; Ashurst 1989: 77.)

Tupakansavun aiheuttamat tahrat

Myös tupakan aiheuttamia tahroja varten valmistettiin haude, jonka sideaineena toimi joko liitujauhe tai talkki. Sideaine sekoitettiin kuumaan veteen kunnes saatiin paksu, laastimainen massa. Massan sekoittamista jatkettiin muutaman minuutin ajan, jonka

jälkeen massa levitettiin puhdistettavalle kivipinnalle 12 mm paksuudelta ja annettiin kuivua. Toimenpide jouduttiin toistamaan yleensä useamman kerran. (Ashurst; Ashurst 1989: 77.)

Toinen tupakan aiheuttamien tahrojen poistoon käytetty menetelmä oli natriumkarbonaatin ja saippuan seoksesta valmistettu haude. 1,2 litraan kuumaa vettä liuotettiin 25 mg saippuaa. Vastaavaan määrään vettä liuotettiin neljä kukkurallista ruokalusikallista natriumkarbonaattia. Tämän jälkeen sekoitettiin yhtä suuret määrät molempia liuoksia talkin tai liitujauheen kanssa ja saatiin aikaan hauteena käytettävä massa. Tämänkin hauteen annettiin kuivua, jonka jälkeen se poistettiin varovasti. (Ashurst; Ashurst 1989: 77.)

Savu- ja nokitahrat

Perinteinen puhdistustapa oli liottaa värjäämätöntä flanellikankaanpalaa natriumfosfaatista (Na_3PO_4) ja valkaisujauheesta valmistetussa liuoksessa. Kangas asetettiin puhdistettavan marmorin päälle, jonka päälle asetettiin pala marmorista tai lasia. (Ashurst; Ashurst 1989: 77.)

Kiillotus

Marmorinen tai kalkkikivinen kellonkotelo voidaan kiillottaa mikrokidevahasta tai mehiläisvahasta ja tärpätistä valmistetulla vahalla. Ennen kiillotusta kellonkotelo on syytä puhdistaa huolellisesti liasta ja pölystä. Kiillotus tapahtuu pumpulilla huolellisesti hangaten. Ylimääräinen vaha voidaan poistaa esimerkiksi pellavakankaan palalla, jolloin kiven pinta saa myös hohtavan kiiltonsa. Vaaleansävyisestä kivistä valmistetut kellonkotelot voidaan kiillottaa valmistamalla kalkista ja vahvasta hiilihappovedestä tahna, joka levitetään paksuna kerroksena kellonkotelon pintaan. Puhdistetaan vuorokauden vaikutusajan jälkeen ja kiillotetaan hienolla liitujauheella. (Britten. 1976. 274.)

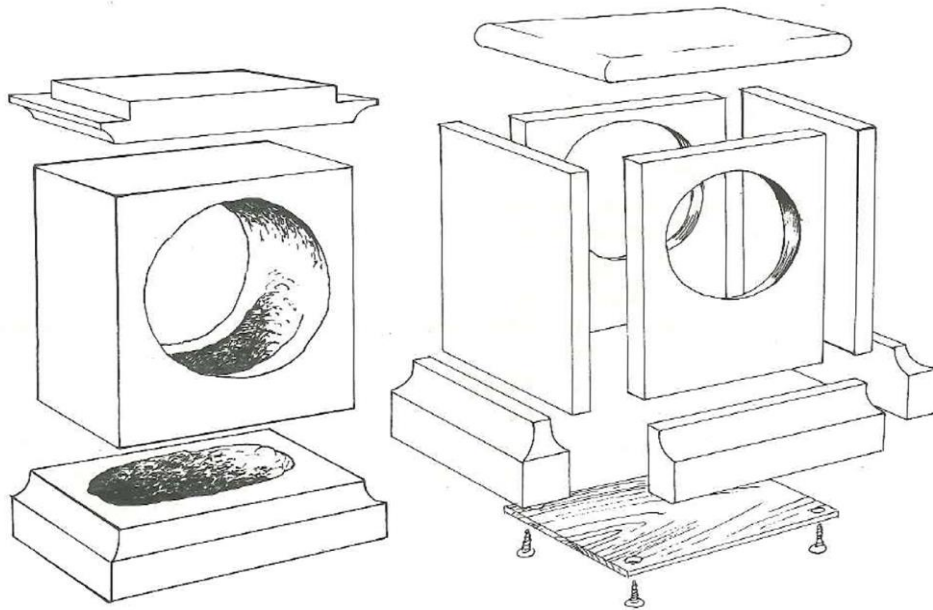
3.5 Marmoristen ja kalkkikivisten kellonkoteloiden rakenne ja restaurointi

Englantilaiset ja ranskalaiset kivistä valmistetut kellonkotelot eroavat rakenteeltaan huomattavasti toisistaan. Englantilaiset kellonkotelot ovat usein kiinteästä kappaleesta leikkaamalla muotoiltuja, joissa on erillinen jalusta ja yläosa, joskus myös pilastereita.

Ranskalaiset kellonkotelot koostuvat useasta kappaleesta jotka on valmistettu kivilevystä. Jokainen seinä, katto ja lista on erillinen osansa. Pohja on usein puinen ja kiinnitetty koteloon ruuveilla. (Kuva 10.) (Nicholls 1982: 21.)

(Below left) Nineteenth-century English marble mantel clock case construction, carved from solid blocks.

(Below right) Nineteenth-century French marble mantel clock case construction, built up from numerous slabs. The gong is normally bolted to the wooden base.



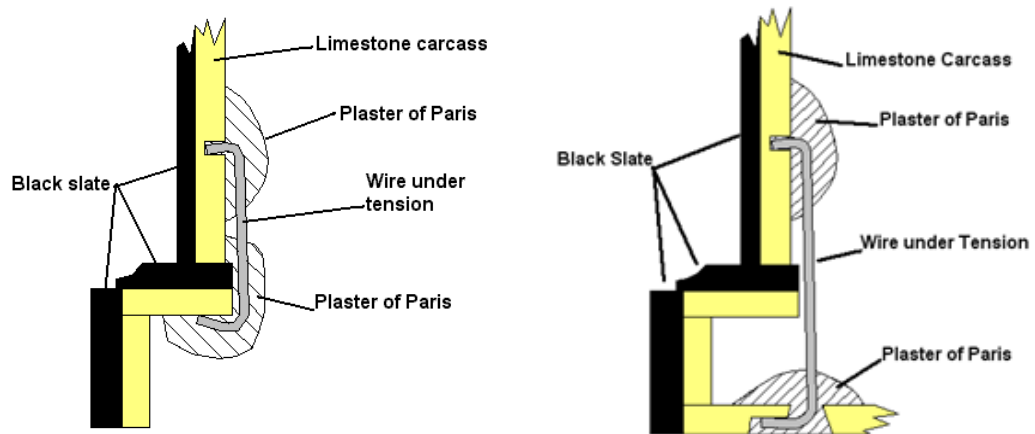
Kuva 10. Englantilainen ja ranskalainen kellokotelo 1800-luvulta. (Nicholls 1982: 20.)

Kellonkoteloiden koristeluun on käytetty lisäksi lukuisia eri kivilaatuja kivi-intarsiatekniikoin. Myös kullatut kaiverukset, norsunluusta, kilpikonna kuoresta, helmiäisestä ja ohuesta metallilevystä sahatut intarsiakoristeet ovat yleisiä. (Marblack™ Slate Blacking 0216 012515, 2014)

Jos kellonkotelon restaurointi vaatii uusien osien valmistamista, on syytä huomioida työturvallisuus. Jos marmoria joudutaan hiomaan tai muotoilemaan sahalla tai muulla välineellä, on syytä käyttää suojalaseja. Työstöstä muodostuva pöly on hengitettynä haitallista. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)

Mikäli kotelo on vaurioitunut niin, että sen osat täytyy irrottaa toisistaan, on tärkeää tutustua tarkasti komponentteihin, joista kotelo rakentuu ja miten ne liittyvät toisiinsa. Jos kellossa on pilareita, ne voivat kiinnittyä muuhun koteloon esimerkiksi pitkillä kierretapeilla ja muttereilla. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)

Kuvasta 11 nähdään, miten kotelot rakentuvat. Pintakiven alla saattaa olla levyt halvemmasta kivimateriaalista tukemassa rakennetta. Paksu metallilanka vetää jännitteen avulla kappaleita toisiaan kohti. Langan kiinnitys on varmistettu molemmissa kappaleissa kipsillä. (Kuva 11.) Kipsi voidaan murtaa varovasti vasaralla naputtamalla. Vasaran ja marmorin väliin asetetaan suojaksi esimerkiksi pala puuta, jotta marmori ei vahingoitu. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)



Kuva 11. Kaksi esimerkkiä kivisten kellokoteloiden rakentumistavasta. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)

Joskus kotelo voidaan restauroida ilman, että sen osat täytyy irrottaa toisistaan. Kolhiutumisen takia kulmista saattaa puuttua paloja, jotka voidaan restauroida sahaamalla kulmasta 45° kulmassa vaurion kokoinen pala ja liimaamalla tilalle uusi, alkuperäistä vastaavaksi muotoiltu kappale. Liitospintojen on syytä olla täysin litteät ja yhteensopivat, jotta saumasta saadaan mahdollisimman huomaamaton ja kestävä. Sauman tulisi olla vain noin 0,2 mm leveä. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014) Eettisempänä voitaisiin kuitenkin pitää rekonstruktiota erilaisilla täyteaineilla, ellei vaurio oleellisesti vaikuta koteloiden rakenteen lujuuteen. Tällöin täyteaineet eivät välttämättä ole tarpeeksi kestäviä raskaiden kivistä kellokoteloiden korjausmateriaalina. Korvaavien materiaalien käyttö helpottaa myös tulevaisuudessa restauroitujen osien tunnistamista. (Larson 1990: 195.)

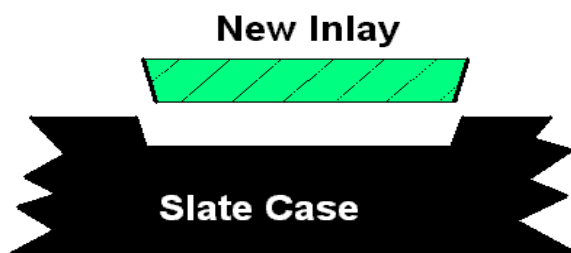
Restaurointiin käytettävä massa voidaan valmistaa esimerkiksi sekoittamalla synteettistä hartsiä (polyesterit ja akryylit) ja kivistä jauhattua hienoa jauhetta triksotrooppiseen kittiin, josta saadaan lastan avulla levitettävä ja muovailtava seos. Kitin voi sävyttää restauroitavaan pintaan sopivaksi, välttyään pinnan maalaamiselta tai sävyttämiseltä. (Larson 1990: 195.)

Kipsillä tehdyt rekonstruktiot eivät yleensä ole kestäviä tai pitkäikäisiä huokoisuutensa vuoksi. Niistä ei myöskään yleensä saada restauroitavaa kiveä muistuttavia. (Larson 1990: 195.)

Jos kivipintoja sävytetään maalein, paras vaihtoehto tähän on akryylipohjaiset maalit. Ne kuivuvat nopeasti eivätkä imeydy kiveen, vaan jäävät kalvomaiseksi kerrokseksi kiven pintaan. Ne eivät myöskään tahraa kiveä. (Larson 1990: 195.)

Kaiverruskuvioden kultaukset restauroidaan lehtikullalla. Kaiverrukset puhdistetaan huolellisesti liasta ja rasvasta. Kiinnitysainetta sivellään ohuelti kullattaviin osiin, joihin lehtikulta lisätään ja sivellään kevyesti pehmeällä kultaussiveltimellä tasaiseksi pinnaksi. Kun kiinnitysaine on kuivunut, ylimääräinen kulta voidaan poistaa. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)

Puuttuvien kivi-intarsiakappaleiden korvaaminen vaatii tarkkuutta, koska kappaleet ovat usein ohuita ja hauraita. Uuden kappaleen täytyy myös vastata täydellisesti kotelossa olevan aukon kokoa, jotta se asettuu tiiviisti paikalleen. (Kuva 12.) Moni käytetty materiaali on haurasta, joten uusien osien muotoilu vaatii huolellisuutta. Intarsiakappaleiden kiinnitys tapahtuu sekoittamalla intarsiamateriaalista jauhettua pölyä ja liimaa 1/1 suhteessa. Tahna täyttää ornamentin ja pohjakappaleen välisen raon samalla kun kiinnittää sen. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)



Kuva 12. Kivi-intarsiakappale. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)

Kotelon kokoamiseen on syytä käyttää kivimateriaalille sopivaa liimaa, jonka tulisi olla tarpeeksi vahvaa pitämään painavat osat kiinni toisissaan. Rakennetta koossa pitävät rautalangat kiinnitetään uudella kipsillä. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)

Kotelo voidaan viimeistellä korroosiolta suojaavalla vahakerroksella edellisessä luvussa 3.4 mainitulla tavalla. Jos kiven pinnassa on pieniä halkeamia, vahan levityksen jälkeen koteloa voidaan myös lämmittää varovasti kuumailmapuhaltimella, jolloin sulava vaha täyttää kiven pinnassa olevat raot. Kuumailmapuhallinta käyttäessä on syytä olla varovainen, mikäli kotelossa on kultausta, sillä kuuma ilma voi polttaa kultauksen pois. Liian kuumaksi lämmitettäessä jotkut kivilajit voivat myös halkeilla ja lämpö saattaa pehmittää liitospintojen liimauksia. Jäähdyttyään ylimääräinen vaha voidaan poistaa kiillottamalla puhtaalla, nukkaamattomalla kankaalla. (The restoration and polishing of slate clock cases, 2014)

4 MESSINKI JA SINKKI; KÄYTTÖ, VALMISTUS JA OMINAISUUDET

Messingin erottaminen pronssista on usein haastavaa ja suurin osa valetuista kupariseosmetalleista nimetään virheellisesti pronssiksi. Kupari, joka on helposti työstettävää kylmänä, on puhtaana hankalaa valaa, joten siihen sekoitetaan usein jotain muuta metallia parantamaan valettavuutta ja hidastamaan hapettumista. Kuparia on seostettu sinkillä, tinalla ja lyijyllä. (African lost-wax casting: bronze, copper, and brass, 2014) Ainoastaan tinan ja kuparin seokset ovat pronssia. Kuitenkin kuparia seostettiin runsaasti myös sinkillä, jolloin tulos on messinkiä. Seostamiseen voitiin käyttää myös useaa eri metallia saatavuuden ja edullisuuden mukaan. (Direct versus Indirect Casting of Small Bronzes in the Italian Renaissance, 2014)

Kupari on väriltään punertava metalli. Se on ominaisuuksiltaan helposti muokattavaa pehmeytensä ja venyvyytensä ansioista. Se on myös hyvin sitkeää. Valussa puhtaasta kuparista on lähes mahdotonta saada siistiä valosta, koska kuparin kaasujensitovuus aiheuttaa rakkulaisen lopputuloksen. (Huhtamo; Ihalainen 1979. 111) Ensimmäisiä tunnettuja kuparintuottajia olivat Kyproksen saaren kuparikaivokset, joiden mukaan kupari on nimetty (Cyprium aes = Kyproslainen metalli). Nimitys muokkautui muotoon Cuprum, jonka mukaan annettiin kuparille sen kemiallinen symboli Cu. (Untracht 1975: 17.)

Messingit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: seostamattomiin messinkeihin, jotka eivät sisällä muita metalleja kuin kupari ja sinkki, lyijymessinkeihin, jotka sisältävät 0,5–5 % lyijyä, sekä erikoismessinkeihin, joissa on käytetty halutun lopputuloksen

mukaan erilaisia seosaineita parantamaan esimerkiksi lujuutta tai korroosiokestävyyttä. (Silvennoinen 2001: 24.) Lyijy ei liukene seokseen, vaan esiintyy metallissa pieninä sulkeutumina. Messingin kuumamuovattavuutta, sekä lastuttavuutta voidaan parantaa seostamalla siihen 1–2 % lyijyä. (Silvennoinen. 2001: 28.) Erikoismessingit voivat sisältää alumiinia, rautaa, mangaania ja arseenia. (Huhtamo; Ihalainen 1979: 118) Muita mahdollisia seosmetalleja ovat kadmium, antimoni, vismutti, titaani, beryllium, vanadiini ja volframi. (Huhtamo; Ihalainen 1979: 115)

Rakenteeltaan messinki säilyy yksifaasisena, eli alfa-messinkinä 37–38 % sinkkipitoisuuteen saakka. Yksifaasisilla messingeillä on erinomainen kylmämuovattavuus. Niiden lujuus kasvaa, mitä enemmän sinkkiä niiden seostamiseen käytetään. Jos sinkin määrä nousee yli 38 %, ilmestyy rakenteeseen toista kidelaatua, jota kutsutaan beeta-kiteeksi. Sinkkipitoisuuden ollessa 38–45 % seoksesta, α - ja β -faasia esiintyy metallissa rinnakkain. Sinkin osuus kasvattaa β -faasin osuutta seoksessa. β -faasiset messingit ovat huonosti kylmämuokattavia, mutta muokkautuvat helposti kuumina (esimerkiksi kuumataonnassa). Ne ovat α -faasisia messinkejä lujempia, mutta eivät yhtä sitkeitä. Kun messingin sinkkipitoisuus on yli 45 %, se on rakenteeltaan täysin β -faasia. Ne ovat kovia, mutta kovuutensa vuoksi hauraita. (Types of brass, 2014; Silvennoinen 2001: 25–26.) Sinkin maksimimäärä messingissä on 50 %. (Tietoa messingistä, 2014)

Messingin väri vaihtelee seosainepitoisuuden mukaan. Kun sinkin pitoisuus seoksesta on alle 5 %, muistuttaa messingin väri kuparin punertavaa väriä. Sinkkipitoisuuden ollessa 5–10 %, väri muistuttaa pronssia. Sinkkipitoisuuden ollessa 15–20 % väri muistuttaa kullankeltaista ja kun sinkkipitoisuus nousee 30–37 %, sävy on vaalean keltainen ja siinä on vihertävä vivahte. Yli 37 % sinkkipitoisuuksilla väri vaihtelee kullankeltaisesta rusehtavankeltaiseen. Kuparimetallien oikea väri on nähtävissä vain puhdistetusta metallista. (Silvennoinen 2001: 26.)

Lyöntimetalli, joka jäljittelee lehtikultaa, on yleensä 95 % kuparia ja 5 % sinkkiä. Se on helposti muovattavaa ja sillä on hyvä korroosionkestävyys. Kun messingissä on 88 % kuparia ja 12 % sinkkiä, sitä nimitetään tompakiksi. Tätä seosta käytettiin runsaasti Viktoriaanisella aikakaudella (1837–1901) kullon korvaavana materiaalina koriste-esineistä aina koruihin asti, koska se muistuttaa kovasti kultaa. Punainen messinki

(kuparia 85 %, sinkkiä 15 %) on lähin vastine tompakille, ja sitä käytettiin myös paljon korujen valmistuksessa. (Untracht. 1975: 18.)

Keltainen messinki, jossa kuparia on enää 65 % ja sinkkiä 35 %, soveltuu Muntz-messingin tavoin kulutukselle altistaviin osiin. (Untracht. 1975: 18)

Messingissä on säilynyt kuparin korroosionkestävyys lähes yhtä hyvänä, kuin puhtaassa kuparissa. Sinkin seostaminen kuitenkin heikentää tätä jonkin verran. Alumiinilla seostetut messingit kestävät paremmin eroosiokorroosiota ja tinalla seostetut messingit kestävät paremmin yleiskorroosiota. (Silvennoinen 2001: 27.) Valumateriaalina messinki on pronssia edullisempi metalli ja sen valettavuus on hyvä. (Silvennoinen 2001: 43)

Käytännöllisillä ja näyttävillä kullatuilla metalleilla oli tärkeä rooli ranskalaisten huonekalujen ja esineiden koristeluissa sekä tulisijojen metalliosien materiaalina 1600-luvun lopulta 1800-luvun alkuun asti. Siitä valmistettiin myös muun muassa seinävalaisimia ja kellojen koteloita. Tunnetut taiteilijat seurasivat tarkoin tyyliuuntia ja niiden muutoksia. (The art, form, and function of gilt bronze in the French interior, 2014)

Sinkkimalmin kaupallinen muokkaaminen metalliksi aloitettiin Euroopassa 1700-luvun puolessa välissä. Silti jo antiikin Roomassa ja Kreikassa on käytetty sinkkiä, tosin aikalaisten valmistajien ymmärtämättä sen olevan oma metallilajinsa. (Untracht. 1975: 25.) Sitä käytettiin edullisempänä vaihtoehtona pronssille, ja joskus sitä markkinoitiin nimikkeellä valkoinen pronssi. (Selwyn 2004: 149)

1850-luvulla sinkki yleistyi valumateriaalina. Pronssia, kuparia ja hopeaa helpommin muokattavana ja edullisempänä se kasvatti suosiotaan nopeasti veistäjien keskuudessa. Oli yleistä, että sinkkiset esineet maalattiin tai pinnoitettiin jäljittelemään arvokkaampia metallilaatuja. 1920-luvulla alettiin kuitenkin huomata sinkin negatiivisia puolia; suuret ja painavat valokset eivät kestäneet omaa painoaan, vaan ne murtuivat rasituksen alla. Sinkki on yleinen materiaali 1800-luvun lopun ja 1900-luvun alun valostuotteissa. (Care of objects made of zinc, 2014)

Sinkki on väriltään sinertävän valkoista ja se on hyvin edullinen metalli. Se on pehmeä metallilaatu, mutta sen lujuusominaisuudet ovat huonot. Metallien

seostamisessa se on kuitenkin paljon käytetty materiaali. Sinkki suojaa muita metalleja syöpymiseltä. Vielä nykypäivänäkin on valumateriaalina käytössä sinkkiseoksia, joissa sinkin lisäksi on pieniä määriä kuparia ja alumiinia. Tällainen seos on erittäin halpaa ja sillä on hyvät valuominaisuudet. Myös muottien käyttöikä kasvaa, koska valulämpötila tällaisille seoksille on alle 500 °C. (Huhtamo; Ihalainen 1979: 113, 124.)

Englanninkielisessä aineistossa törmää jatkuvasti termiin *spelter*. Tälle ei löydetty suomenkielistä vastinetta. Myöskään sen määrittelemine ei ole aivan yksinkertaista. Tästä materiaalista valmistettuja esineitä löytyy runsaasti, mutta yksimielistä vastausta sen sisältämistä metalleista on hankala löytää. Termillä voidaankin tarkoittaa puhdasta sinkkiä, sinkkiseosta, joka sisältää yhtä tai useampaa seostusmetallia, kuten bismuttia, kuparia, alumiinia, magnesiumia, lyijyä tai tinaa. Sitä on käytetty runsaasti esimerkiksi valettujen kellonkoteloiden ja koriste-esineiden materiaalina. (Spelter figure group, 2014)

4.1 Valumenetelmät

Lähes kaikkia kullattuja kupariseoksia nimitetään pronssiksi, vaikka yleisempää on, että ne ovat sinkin ja kuparin seoksia, eli messinkejä. Myös metalliseosten pitoisuudet vaihtelivat suuresti. Niistä löydetään usein myös tinaa, johtuen siitä, että vanhoja pronssiesineitä käytettiin usein uudelleen sulattamalla ne valuseokseksi. Niiden uskottiin parantavan valuseoksen laatua ja näin moni valettu metalliesine sisältää useita eri metalleja. (Chapman 1994: 231–232.) Myös taidokkaasti pintakäsiteltyjä sinkkiseosvaluja erehdytään usein luulemaan pronssiksi. (Caring for your metal objects, 2014)

Metalliesineiden valmistus vaati monia erilaisia työvaiheita, joten esineiden valmistukseen oli erikoistunut oma ammattikuntansa. 1700-luvulla ammattikunta jaettiin kahteen eri kiltaan; valajiin ja kaivertajiin, sekä kaivertajiin ja kultaajiin. (The art, form, and function of gilt bronze in the French interior, 2014)

Valaja valmisti piirroksen mukaan kolmiulotteisen mallin esimerkiksi puusta, savesta tai vahasta. Valuun käytettävä vahamuotti painettiin tiiviiseen valuhiekkaan, johon jäljentyne muotti kaadettiin täyteen sulaa metallia. Monimutkaiset valumallit vaativat

vahamallivalun tekoa. (The art, form, and function of gilt bronze in the French interior, 2014)

Niin sanottu suora vahamallitekniikka oli vahamallivalutekniikoista yksinkertaisin. Haluttu malli valmistettiin ensin mehiläisvahasta, johon kiinnitettiin vahasta muotoiltuja ohuita tankoja sopiviin paikkoihin kuten tausta- tai alapuolelle, missä ne eivät olleet liian keskeisellä ja näkyvällä paikalla. Seuraavaksi vahamalli peitettiin muottimateriaalilla, mukaan lukien vahatangot, joiden päät jätettiin näkyviin muotin pintaan. Muottimateriaalina käytettiin esimerkiksi savenvalajan savea, jonka annettiin kuivua. Tämän jälkeen koko rakennelmaa lämmitettiin ahjolla, joka poltti savea kovaksi samalla kun vaha paloi pois muotista. Tuloksena oli tarkka muotti halutusta mallista, tarkan valulopputuloksen mahdollistavat ilma- ja juoksukanavat sekä näitä suurempi kaatoaukko. Sula metalli kaadettiin muottiin kaatoaukosta ja yksi tai useampi ilma- ja juoksukanava vapautti äkillisesti lämmenneen ilman muotin sisältä, joka mahdollisti sen, että metalli täyttää muotin jokaisen kolon ja muodon. (Kuva 14.) Jäähdyttyään muotti rikottiin ja sen sisältä paljastui valos, sekä metallin täyttämät ilma- ja juoksukanavat. Kanavien jättämät metallitangot sahattiin irti ja pintaan tehtiin halutut kaiverrukset jotka viimeistelivät tuotteen pinnan. (Direct versus indirect casting of small bronzes in the Italian renaissance, 2014)

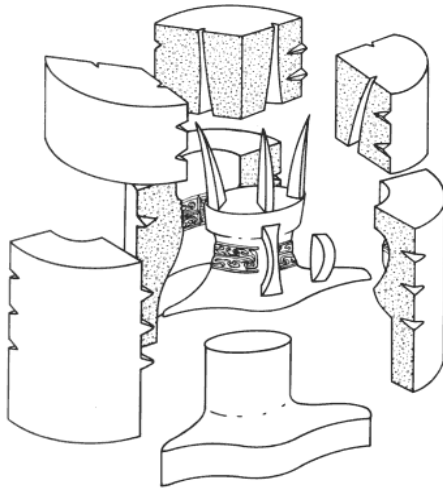
Vaikka vahamallitekniikka mahdollisti hyvin yksityiskohtaisten ja pikkutarkkojen esineiden valamisen, siinä oli kaksi haittapuolta; jos jokin meni vikaan, vahamalli jonka valmistamiseen valajalta oli kulunut usein runsaasti aikaa, menetettiin täysin muotinpoltossa. Useampien samanlaisten esineiden valu oli myös aikaa vievää, koska yhdestä vahamallista saatiin vain yksi muotti. (Direct versus indirect casting of small bronzes in the Italian renaissance, 2014)

Jo 1400-luvun puolivälissä alettiin Euroopassa käyttää toisenlaista, epäsuoraa valutekniikkaa, joka ei tuhonnut alkuperäistä valumallia tai -muottia. Ensimmäisenä tekniikkaa käytti rutiininomaisesti italialainen Antico of Mantua (noin 1460–1528), vaikka kreikkalaiset tunsivatkin kyseisen valutekniikan jo 800 eaa. Taidosta ei kuitenkaan ollut säilynyt tietoja renessanssin ajan taiteilijoiden käytettäväksi. Ei ole varmaa keksittiinkö valutekniikka tuona aikana uudelleen, vai elvytettiinkö se unohduksesta, sillä myös keskiajalla on harjoitettu kyseistä valutekniikkaa jonkin

verran. (Direct versus indirect casting of small bronzes in the Italian renaissance, 2014)

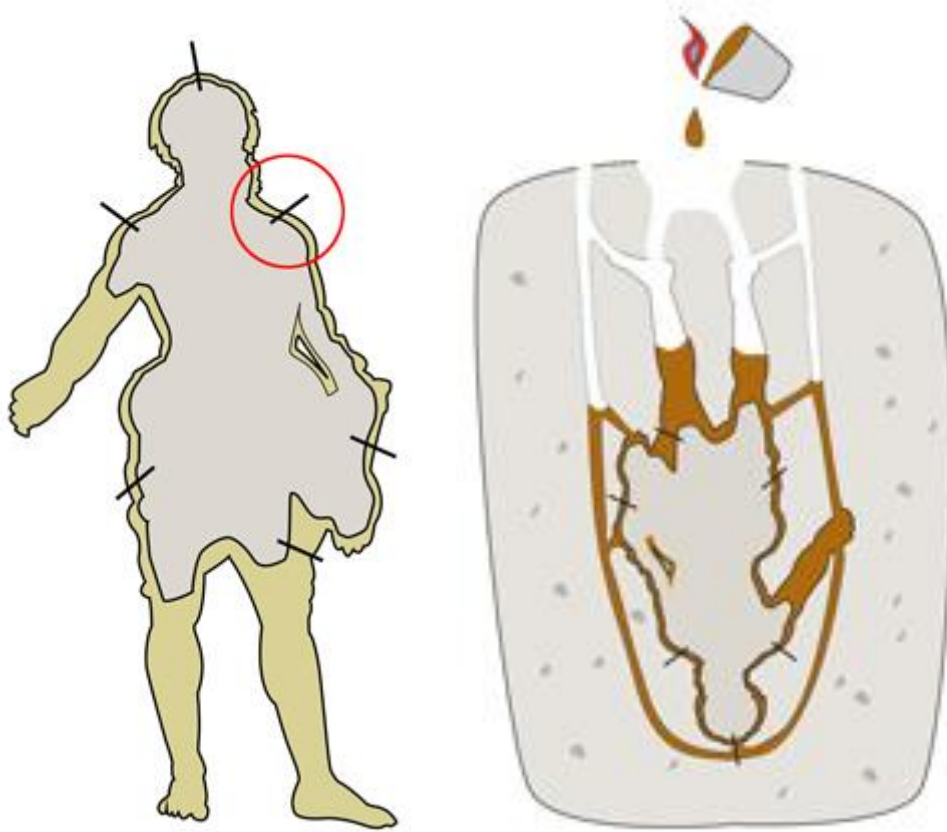
Kaikki epäsuorat vahamallitekniikat vaativat yhden kopion valmistamisen alkuperäisen mallin mukaan vahasta. Vahakopiosta valmistettiin tämän jälkeen muotti samalla tavalla kuin suoralla vahamallitekniikalla. Vahamalli voitiin valmistaa mihin tahansa kuviteltavissa olevaan muotoon. Tämä ei tuottanut ongelmia suoraa vahamallivalua käytettäessä, sillä monimutkaisinkin malli voitiin kaavata lähes nestemäiseen saveen, joka kuivuttuaan toisti muodon täydellisesti. Myöskään vahamallin poistaminen suorassa vahamallivalussa ei aiheuttanut ongelmia, koska se paloi pois ahjolla kuumennettaessa. Epäsuorassa vahamallitekniikassa ongelmaksi muodostui sen sijaan mallin poistaminen muotista kummankaan vahingoittumatta. (Direct versus indirect casting of small bronzes in the Italian renaissance, 2014)

1600-luvulla vahamallin ja muotin rikkoutuminen vältettiin käyttämällä moniosaista muottia, joka oli valmistettu joko savesta tai kipsistä (Plaster of Paris). Metodi vaatii hyvin paljon taitoa ja suunnittelua. Olettaen, että valaja käytti kipsiä, hänen täytyi osata suunnitella muotin jako komponentteihin. Tämän jälkeen mallista päällystettiin alue niin, että muotin osasta tuli päästävä. Sen lisäksi, että muotin osien täytyi toistaa mallin muoto täydellisesti, niiden tuli myös sopia yhteen saumattomasti, jotta valumuotti oli tiivis. Kun jokainen muotin osa oli valmistettu, ne poistettiin vahamallin päältä varovasti ja malli säästettiin uudelleen käyttöä varten. Muotin osat liitettiin toisiinsa uudelleen ja kiinnitettiin yhteen väliaikaisesti. Valumuotti täytettiin sulalla vahalla ja näin saatiin aikaan lukemattomia vahamalleja. Kipsimuotin kostuttaminen varmisti sen, ettei vaha tarttunut muotin seinämiin. Kun vahamalli oli irrotettu muotista, siihen liitettiin ilma- ja juoksukanavat kuten suorassa vahamallitekniikassa. (Kuva 13.) (Direct versus indirect casting of small bronzes in the Italian renaissance, 2014)



Kuva 13. Moniosainen muotti. (Bronze age casting, 2014)

Suurin osa metallisista patsaista ja figuureista on onttoja. Yksi tapa saada valusta ontto, oli antaa sulan, muottiin kaadetun vahan jähmettyä vain osittain ja kaataa keskelle jäänyt, edelleen sula vaha ulos muotista. Aikaan saadun vahakuoren sisään kaadettiin kipsiä. Yhtenäisen seinäpaksuuden varmistamiseksi valmiissa valussa tyhjä keskiosaa toimittava kipsinpala oli kiinnitettävä huolellisesti oikeaan paikkaan ennen muotin polttamista, ettei keskipala vahan palaessa putoaisi muotin pohjalle. Tämä voitiin suorittaa esimerkiksi työntämällä keskiosasta, vahan läpi, muotin ulkokuoreen ohuita rautalangan paloja tai esimerkiksi nauloja. Sen jälkeen valu suoritettiin kuten suorassa vahamallivalussa. (Kuva 14.) (Direct versus indirect casting of small bronzes in the Italian renaissance, 2014) Sinkki ei kuitenkaan soveltunut tällaiseen valutapaan, sillä jäätyessään se kutistuu voimakkaasti. Kipsinen sisäosa ei anna sille tilaa kutistua, ja metalli halkeilee. (Holm 1994: 241.) Matalan sulamispisteensä ansiosta sinkistä voitiin kuitenkin valaa onttoja rakenteita kaatamalla sula metalli pieneen muottiin ja heiluttelemalla muottia niin, että ohut metallikerros peitti koko muotin pinnan. Tämän jälkeen ylimääräinen, edelleen sula metalli kaadettiin pois muotista. (Selwyn 2004: 150.)



Kuva 14. (Technical and art-historical terms related to the study of works by Antico, 2014)

Epäsuorassa vahamallivalussa alkuperäisen mallin ei suinkaan tarvinnut olla vahaa, vaan muotti, jolla vahamallit valmistettiin, saatettiin ottaa esimerkiksi valmiista esineestä. Mikä tahansa kestävästä materiaalista valmistettu esine sopi malliksi. Alkuvalmistelujen jälkeen kyseisen tekniikan avulla oli nopea valmistaa suuria määriä identtisiä esineitä. Tämä varhainen ennakkoaavistus massatuotannosta salli metalliesineiden leviämisen laajemmalle kuluttajakunnalle kuin aiemmin, joka nopeutti tyyli-suuntien leviämistä Euroopan eri osiin. (Direct versus indirect casting of small bronzes in the Italian renaissance, 2014)

Valuja voitiin tehdä myös hiekkavaluina. Hiekkavalussa muotti tehtiin painamalla haluttu kuvio hiekkaan johon metalli valettiin. Hiekkavalulla saatiin valetuista esineistä hieman paksumpia. (Selwyn 2004: 150.)

Valun jälkeen esineestä siistittiin kaikki karkeat epätäydellisyydet.

Viimeistelyvaiheessa halutut osat kiillotettiin ja niihin tehtiin monenlaisia pintatekstuureja. Tämä oli erityisen tärkeä työvaihe, sillä se elävöitti esinettä valon

heijastuessa eri tavoin käsitellyistä pinnoista. (The art, form, and function of gilt bronze in the French interior, 2014)

4.2 Pintakäsittelymetodit 1800–1950

Kupariseoksia on kullattu jo antiikin ajoista lähtien, mahdollisesti aikaisemminkin. 1700-luvulle asti kultaus oli käytössä lähinnä pienissä esineissä, kuten vyönsoljissa, koruissa, vaatteiden koristeissa ja aseiden koristeluissa. Pariisissa valaminen kuitenkin kehittyi ja suurempia kokokullattuja esineitä alkoi esiintyä aikaisempaa enemmän. Kullattujen esineiden kulta-aika oli empire, jolloin kupariseokset olivat suosittuja ja arvostettuja valmistusmateriaaleja. 1800-luvun puolessa välissä, kertaustyylien aikana polttokultauksen tilalle tuli turvallisempi galvaaninen kultausmenetelmä. Samaan aikaan teollistuminen lisääntyi ja teollisesti valmistetut esineet valtasivat alaa. (Kokki. 2007: 9.)

Kullattuja kupariseosesineitä on säilynyt runsaasti, sillä toisin kuin hopea, sillä ei ole juurikaan arvoa sulatettuna. Silti niiden tunnistaminen on hankalaa, koska ne ovat harvoin signeerattuja. Siitä huolimatta esineet voidaan yleensä tunnistaa jonkun tietyn tekijän käsialaksi jo pelkästään työn jäljen ja laadun perusteella. Tiedyt muotit olivat kuitenkin usein pitkäaikaisesti käytössä, joka vaikeuttaa iän määrittämistä. Lisäksi jo olemassa olevia esineitä voitiin kopioida helposti ottamalla niistä muotteja, jota suoritettiin runsaasti 1800-luvulla. Uudelleenkultaus aiheuttaa lisähaastetta esineiden ajoittamiseen. (The art, form, and function of gilt bronze in the French interior, 2014)

Polttokultaus on yksi vanhimmista kultausmetodeista ja sitä käytettiin jo muinaisessa Roomassa hopeaesineisiin. Kultauksessa käytettävä amalgaami, eli metalliseos, voitiin valmistaa monella eri tavalla. Pääasiallisesti siihen liittyi kuitenkin kultajauheen tai pienten kultanpalasten sekoittamista elohopeaan. Yksi osa kultaa ja kahdeksan osaa elohopeaa jauhettiin morttelissa. Näin saatiin aikaan seos, joka lämmitettiin hitaasti samalla sekoittaen rautalangalla kunnes kulta suli. Seos jäähdytettiin kylmässä vedessä ja ylimääräinen elohopea poistettiin puristamalla seosta säämiskäpussin sisällä. (Chapman 1994: 231.) Jäljelle jäävä seos oli koostumukseltaan kuin voita ja se oli helppo levittää tasaisesti kullattavalle pinnalle. (Kuva 15.) (Fire gilding of arms and armor, 2014.)

Esineen pinta puhdistettiin huolellisesti käyttäen yleensä happoja, esimerkiksi typpihappoa (HNO₃). Prosessista käytettiin nimitystä *dérochage*. Tällä tavoin poistettiin rasvan lisäksi pinnalta korroosiosta aiheutuneita muutoksia. Jos esine oli kovin likainen, voitiin sen antaa liota happoliuoksessa jopa tunteja. Käsittely nosti messinkiesineen pintaan kuparia, joka alkuaineena on helpommin kullattavaa, kuin seosmetallit. (Chapman 1994: 232.)

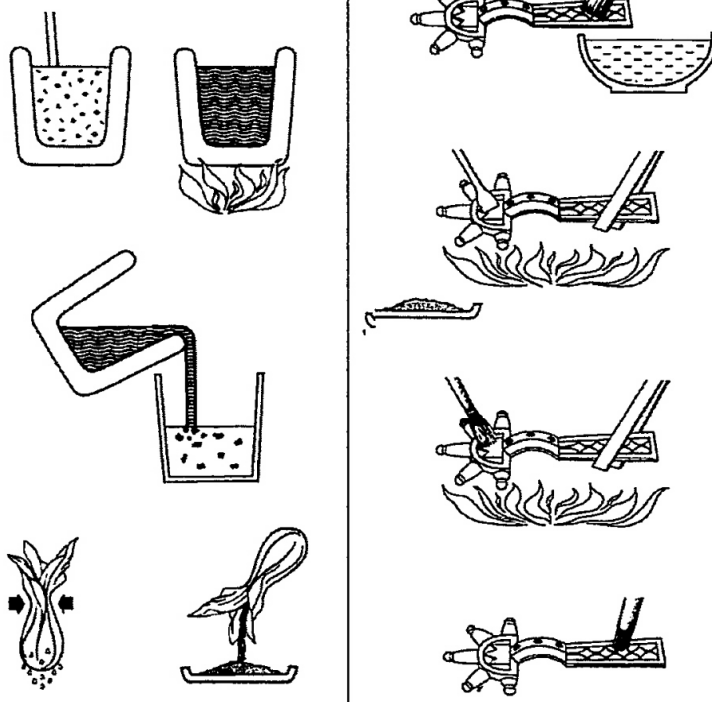
Amalgaami levitettiin joko siveltimellä tai lastalla, riippuen kullattavasta pinnasta. Juuri ennen levittämistä esineen pintaan levitetään ohut kerros elohopeaa, joka parantaa kultausseoksen kiinnittävyyttä. Suuria esineitä kullattaessa oli luultavasti helpompaa käyttää lehtikultaa asettamalla se suoraan elohopeakerroksen päälle, kuin käyttää amalgaamia. (Kuva 15.) (Fire gilding of arms and armor, 2014)

Kun pinta oli peitetty, elohopea oli poistettava seoksesta. Kullattava esine lämmitettiin esimerkiksi uunissa tai jonkinlaisessa upokkaassa ja kuumuus sai elohopean höyrystymään. Pintaan jäi vain ohut kerros kultaa, joka oli metallurgisesti kiinnittynyt alustaansa. Tällainen sidos on kestävämpi ja pidempi kuin sideaine tai mekaaninen sidos. Kultauksen jälkeen pinta kiillotettiin. (Kuva 15.) (Fire gilding of arms and armor, 2014)

Joskus toimenpide jouduttiin toistamaan useita kertoja hyvänlaatuisen pinnan aikaansaamiseksi. Metodi on myös erittäin haitallinen terveydelle, koska höyrystyvä elohopea on hyvin myrkyllistä. Tämän vuoksi pariisilainen pronssinvalaja André-Antoine Ravrio määräsi testamentissaan suuren rahasumman myrkykkaasujen vähentämiseen käytettävän menetelmän kehittämiseksi. Tämän ansiosta kehittyi vetokaappi, joka ei kuitenkaan ollut kovin käytännöllinen polttokultauksessa käytettäessä, sillä se esti kultaajaan liikkumisen. (Kokki. 2007: 9.)

Kultauksen jälkeen pinta kiillotettiin. Tässä käytettiin työvälineenä kovaa, sileäksi ja hyvin kiiltäväksi käsiteltyä työkalua, jolla hangattiin kullattua pintaa, kunnes se saavutti halutun kiillon. Kiillotuspuikon materiaaleja olivat esimerkiksi hematiitti ja vastaavat kivet. Akaattikivestä tehtyjä kiillotuspuikkoja käytettiin yleisemmin lehtikullan kiillotukseen. (Kuva 15.) (Chapman 1994: 234–235.)

Feuervergoldung



Kuva 15. Polttokultauksen työvaiheet (From the goldsmith's point of view, 2014)

Usein kultauksen väriä sävytettiin liottamalla esinettä erilaisissa liuoksissa, tai yksinkertaisesti keltaisilla väriaineilla, kuten jauhetulla lakritsijuurella, kurkumalla tai saframilla. (Chapman 1994: 235.)

Galvanointi, eli elektrolyysin avulla kultaaminen yleistyi 1840-luvulla. Esine asetettiin elektrolyyttiseen liuokseen, jossa on muun muassa kaliumsyyanidia ja kultakloridia. Galvanoimalla voidaan myös hopeoida esineitä. (Kokki. 2007: 9.) Vuoteen 1840 mennessä menetelmä oli patentoitu Ranskassa ja Englannissa. Suurin taloudellinen muutos oli, että ruokailuvälineitä voitiin alkaa valmistamaan halvemmista metalleista, jotka sitten hopeoitiin. Myös kultaaminen muuttui turvallisemmaksi, kun kultaaja ei enää altistunut myrkyllisille kaasuille. (Fire gilding of arms and armor, 2014)

Kaikkia esineitä ei kuitenkaan kullattu, vaan ne voitiin puhdistaa kastamalla ne happoon jonka jälkeen ne lakattiin kirkkaalla tai keltaisella lakalla, joka antoi niille kultaa muistuttavan ulkonäön. Ajan kanssa lakka hankautui pois ja niitä voitiin lakata uudelleen. Joskus ne saatettiin kullata lakkaamisen sijaan, eikä monia lakattuja

metalliesineitä ole säilynyt meidän päiviimme asti. (The art, form, and function of gilt bronze in the French interior, 2014)

Tiettyjä metalliesineitä on perinteisesti lakattu. Konservoituessa tätä tulee kuitenkin tarkkaan harkita. Patinoidut pinnat eivät sovellu lakattavaksi. Luonnollisesti on otettava myös huomioon lakan poistettavuus ilman alkuperäisen esineen ja pintakäsittelyn vaurioittamista. Pintakäsittely saattaa päästää pieniä määriä kosteutta, ioneja, saasteita ja happea lävitseen, jotka aiheuttavat korroosiota yhtä paljon kuin jos metalli olisi pintakäsittelemätön. Tämän takia onkin harkittava huolellisesti lakan valintaa, jotta se tarjoaisi parhaan mahdollisen suojan metallipinnalle. Tähän vaikuttavat lakan fyysiset ja kemialliset ominaisuudet sekä sen kaasujen, nesteiden ja ionien läpäisemättömyys. Oikein valittuna lakka hidastaa tai jopa estää ulkoisista tekijöistä johtuvaa metallipinnan korroosiota. Jos metallipintaa ei puhdisteta korroosiosta huolellisesti ennen lakkausta, lakka ei vaikuta korroosion etenemiseen. Korroosiolta suojaavaksi lakaksi soveltuu esimerkiksi akryylipohjainen Incralac-lakka. (Selwyn 2004: 150.)

Messinkiä on sävytetty lukuisilla eri menetelmillä, esimerkiksi kuparinitraatilla tai sellakkaan sekoitetulla pigmentillä. Liiallisen kiillon saa sammutettua messinkipinnasta kuumalla de-ionisoidulla vedellä. Se aiheuttaa pintaan tasaisen ohuen hapettuman. (Umney; Rivers 2003: 683.)

1800-luvulla, esineiden laadun laskiessa varhaisen massatuotannon alkaessa, alettiin Ranskassa panostaa erilaisiin pintakäsittelyihin. Valmistajat kilpailivat keskenään patinan laadulla, sekä kehittivät jatkuvasti uusia tapoja saavuttaa erilaisia sävyjä. Tätä ennen kupariseosesineissä pintakäsittely oli ollut yleisesti väritykseltään vihreää, jolla oli imitoitu luonnollisesti tapahtuvaa kuparimetallien patinaa. Esineitä sävytettiin tai patinan sävyä paranneltiin myös kuumun savun avulla erityisesti toimenpidettä varten kehitetyissä uuneissa. Patinointimenetelmien lisäksi lukemattomia erilaisia pigmenttejä käytettiin halutun värisävyn saavuttamiseksi. (Hughes; Rowe 1986/1983: 17–18.)

Pigmentit sekoitettiin yleensä erilaisiin vahoihin tai lakkoihin. Pintakäsittelyillä ei lopulta ollut paljonkaan tekemistä luonnollisen patinan jäljittelyn kanssa, vaan niitä käytettiin mitä erilaisimpien värisävyn saavuttamiseksi. Vihreänsävyistä pronssijauhetta voitiin lisätä saavuttaakseen monisävyinen lopputulos. Vanhojen

haarniskojen ulkonäköä imitoitiin sekoittamalla mustaan ja ruskeaan pigmenttiin tinajauhetta. (Hughes; Rowe 1986/1983: 18.)

Teollisen tuotannon kehittyessä myös pintakäsittelytekniikat kehittyivät. Käsien suoritettavan pintakäsittelyn tilalle alettiin kehittää erilaisia tapoja värjätä esine kastamalla se väriliuokseen. Saksa oli kehityksen edelläkävijä, ja 1800–1900 -luvun taitteessa monta erilaista menetelmää patentoitiin. (Hughes; Rowe 1986/1983: 19.)

Sinkki pintakäsiteltiin yleensä imitoimaan arvokkaampia materiaaleja, kuten marmoria ja muita kiviä, eri puulaatuja, pronssia ja kultaa. Pintakäsittely tehtiin maalaamalla, galvanoidimalla tai antamalla sen patinoitua valkeanharmaaksi. (Selwyn 2004: 150.)

Sinkin patinoiminen mustaksi onnistuu esimerkiksi seuraavalla liuoksella:

Kuparisulfaattia (CuSO₄) 30 osaa

Kaliumkloridia (KCl) 30 osaa

Vettä 400 osaa

Patinoitavan kappaleen täytyy olla täysin puhdistettu rasvasta, hapettumista ja pintaliasta. Kappale kastetaan huoneenlämpöiseen liuokseen, tai voidaan sivellä siveltimellä suurikokoisten kappaleiden pintaan. Annetaan liuoksen vaikuttaa kappaleen pinnassa, kunnes hapettuma on muodostunut. Tämän jälkeen pestään liuos huolellisesti kappaleen pinnasta ja kuivataan. Varovaisella kiillottamisella saadaan aikaan sinertävä patinointi. Vahakerros syventää patinaa ja näin saadaan täysin musta lopputulos. (Untracht 1975: 418.)

4.3 Messingin, sinkin ja sinkkiseosten puhdistaminen

Puhdistaminen paitsi parantaa messinkisten esineiden ulkonäköä, se myös ennaltaehkäisee liian aiheuttamia pintavaurioita. Korroosiota messinkiin ja kupariseoksiin aiheuttavat rasva, pöly, metallipölyn jäämät ja sormenjäljet ihon happamuuden ja rasvan muodossa. Kiillottaminen poistaa metallin hapettumisen aiheuttamaa tummentumaa ja pienissä määrissä pintametallia. Kiillottaminen ei ole esineen säilyttämisen kannalta suositeltavaa, sillä toistettuna sen johdosta menetetään pinnan yksityiskohtia. Puhdistustoimenpiteitä voidaan kuitenkin suorittaa tiheämmin,

jos metalli suojataan vahalla. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Puhtaat sinkkiesineet reagoivat rajusti ollessaan kosketuksissa muiden metallien kanssa, varsinkin jos se altistuu kosteudelle. Korroosiota muodostuu myös ilman muiden metallien kanssa kosketuksissa olemista, jos ympäristö on kostea. Korrosio näkyy sisätiloissa säilytetyn kiillotetun esineen pinnalla harmahtavana hapettumana joka koostuu sinkkioksidista. (Kuva 16.) Sormenjälkien jättämä kosteus sisältää klorideja, joiden kanssa sinkki reagoi voimakkaasti muodostaen sinkkikloridia, joka on hygroskooppista. Sinkkikloridi imee kosteutta ilmasta ja muodostuu korroosiota, joka etsaa sormenjäljet kiillotettuun pintaan. Tästä syystä kiillotettua sinkkiä käsitellessä on syytä käyttää aina kumisia tai puuvillaisia käsineitä. (Care of objects made of zinc, 2014)



Kuva 16. Korroosiota sinkkipatsaassa. (Exhibitions: Steinberg Family Sculpture Garden, 2014)

Kun valitaan puhdistettavan metalliesineen vaatimia työmenetelmiä, ensimmäisenä on syytä arvioida, onko se alun perin ollut kiillotettu. On otettava myös huomioon, että moni esine on keinotekoisesti patinoitu tarkoituksella jo valmistusvaiheessa. Tarkoitus ei ole poistaa täysin myöskään esineen iästä kertovaa ajan patinaa. Ennen toimenpiteitä on syytä varmistaa metallilaatu, sillä 1800-luvun lopun ja 1900-luvun alun valetut pronssiksi kutsutut esineet voivat olla pehmeistä, halvemmista materiaaleista valettuja ja lakattu muistuttamaan pronssia (esimerkiksi

sinkkiseoksista). Liuottavilla aineilla puhdistaminen saattaa poistaa tämän pintakäsittelyn. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014) Sisätiloissa pidettävät esineet, joiden maali- tai lakkapinta on hyväkuntoinen, voidaan puhdistaa veteen kostutetulla puhtaalla kankaalla. (Care of objects made of zinc, 2014)

Jokaiselle esineelle suoritettavat toimenpiteet on harkittava tarkasti ja yksilöllisesti. Päätöksiä ei useinkaan ole suositeltavaa tehdä ilman taustatutkimusta. Jos varmuutta soveltuvasta käsittelymetodista ei ole, on parasta suorittaa puhdistus miedoilla aineilla ja jättää esine kiillottamatta. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Kuten muidenkin restauroitavien ja konservoitavien esineiden, myös metalliesineiden puhdistus aloitetaan poistamalla pintalika pehmeällä siveltimellä ja pölynimurilla. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Rasva poistetaan sekoittamalla 1:1 liuos metanolia ja vettä ja puhdistamalla pinta liuokseen kastetuilla pumpulipuikoilla. Sitkeiden rasvatahrojen puhdistamisessa voidaan käyttää pehmeää harjaa apuna. Tippa pesuainetta liuoksessa (esimerkiksi Minirisk) voi helpottaa rasvan irtoamista. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Mahdolliset kiillotusaineen jäämät on luonnollisesti myös poistettava. Nämä ovat nähtävissä yleensä harmaina, valkoisina tai vihreinä jääminä pienissä koloissa. Jos edellä mainitut toimenpiteet eivät riitä irrottamaan näitä jäämiä, voidaan liuokseen kastaa esimerkiksi puinen hammastikku ja poistaa jäämät sillä. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Jos metalli on vahattu, lakattu tai maalattu, on pääteltävä ovatko ne alkuperäisiä, vai myöhemmin lisättyjä. Jos pintakäsittely ei ole alkuperäinen on pohdittava, onko se olennainen osa esineen historiaa. Näiden säilyttäminen on usein hankalaa, mutta myös poistaminen vaatii voimakkaita kemikaaleja. Päätöksentekoon on tarvittaessa syytä konsultoida aiheeseen erikoistunutta alan ammattilasta. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Kiillottaminen on aina hiova toimenpide. Jos se on välttämätöntä suorittaa, tulee aloittaa mahdollisimman hellävaraisesta ja vähiten alkuperäistä vahingoittavasta menetelmästä. Tällainen metodi on saostetusta kalkista ja vedestä valmistetulla tahnalla ja pehmeällä kankaalla hankaaminen varovasti. Kaupalliset kiillotustahnat sisältävät usein karkeita hioma-aineita, ja niiden käyttöä tulisi välttää. Moni niistä sisältää myös ammoniakkaa, joka saattaa joissain tapauksissa liuottaa kuparia. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Patinoitunut metallipinnat eivät vaadi muuta kuin pölyn poiston pinnalta. Jos patina ei ole tasainen, esineessä on nähtävissä korroosiota tai sormenjälkiä, pinta voidaan kiillottaa pyörivin liikkein käyttämällä hellävaraista kiillotusainetta. Kiillotusta on syytä kokeilla huomaamattomalle alueelle ennen koko pinnan käsittelyä.

Kiillottamisen jälkeen pinnan annetaan patinoitua luonnollisesti ilman vaikutuksesta, eikä sitä käsitellä ilman suojakäsineitä. (Care of objects made of zinc, 2014)

Vahakerros tarjoaa metallipinnalle kohtalaisen suojan ympäristöltä ja käsittelyltä. Sopiva vaha on esimerkiksi mikrokidevaha. Vahan ei kuitenkaan tule sisältää synteettisiä ainesosia, kuten polyetyleenä, koska nämä tekevät vahasta vaikeasti poistettavan. Vaha levitetään esimerkiksi pehmeällä siveltimellä ja annetaan liuottimen haihtua vahasta. Jos messinki ei ole kiinnitetty puuhun, kiveen tai muuhun materiaaliin, voidaan sitä vahan levittämisen jälkeen lämmittää hiustenkuivaajalla, jotta vaha sulaa ja leviää tasaisesti. Ylimääräinen vaha puhdistetaan esineen ollessa edelleen lämmin puhtailla, pehmeillä kankaanpaloilla. Vahan kuivuttua pinta kiillotetaan nukkaamattomalla kankaalla. Vaha suojaa metallipintaa likaantumasta ja se on tarvittaessa helppo poistaa mineraalitärpätillä. Tämän ei pitäisi vaikuttaa lakka-, tai maalikerrokseen, mutta varotoimenpiteenä on syytä suorittaa aina koe huomaamattomalle alueelle ennen käsittelyä. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

Kiillotetut messinki- ja muut kupariseosmetallit ovat joissain tapauksissa lakattuja. Lakkaamista ei kuitenkaan suositella, koska vaikka lakkaus suoritetaan kuinka huolellisesti, muuttaa se aina esineen ulkonäköä. Lakkaus voidaan tapauksesta riippuen suorittaa, jos se alun perinkin on ollut lakattu ja lakkapinta vaatii uusimista. Lakan levittäminen ohuesti ja tasaisesti on hankalaa, samoin kuin sen poistaminen. (The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper, 2014)

4.4 Messinki, sinkki ja sinkkiseokset kellokoteloiden materiaalina

Alun perin matkakellot, joissa oli kantokahva kotelon laella tai molemmilla sivuilla, olivat puisia. Ne kuitenkin olivat herkempiä saamaan kolhuja, joten metalli nousi ennen pitkää suureen suosioon näiden kellojen materiaalina. (Nicholls 1982: 14.)

Messinki korvasi raudan nopeasti kellokoteloiden materiaalina Englannissa 1500-luvun keskivaiheilla. Niin sanotut lyhtykellot tai aikalaisten nimityksen mukaan messinkikellot (*brass clocks*) olivat ensimmäisten messingistä valmistettujen kellojen joukossa. Ne olivat rautakelloja edullisempia ja levisivät nopeasti Eurooppaan 1600- ja 1700-luvuilla. Saksalaiset, jotka olivat erikoistuneet rautaisten kellojen myyntiin, alkoivat pintakäsittellä kellonkoteloita saadakseen ne vaikuttamaan messinkisiltä. Messinki tuli suosituksi myös kellotaulun ja viisareiden materiaalina. (Bruton 1967: 23, 29)

Kuten luvussa 4 on mainittu, messinkiä on valmistettu monilla eri seoksilla ja pitoisuuksilla. Kelloihin käytetty messinki on yleensä kuparin ja sinkin seosta 65 %, 35 % suhteella. Niin sanotusti modernimmat, 1850-luvun jälkeen valmistetut messinkikellot sisältävät usein myös 1–3 % lyijyä. Kupari on seoksiaan pehmeämpää, ja kulutuksen kestävyyttä ja vahvuutta vaativat esineet, kuten kellot, valmistettiin usein messingistä. Messingin pinnalle muodostuva hapettumakerros myös suojaa alla olevaa metallia, toisin kuin esimerkiksi raudan hapettuessa, jonka hapettuminen eli ruostuminen jatkuu, kunnes metalli syöpyy puhki, jollei hapettumaa poisteta. (Cleaning and Polishing Brass (II), 2014)

Kertaustyylien ajan messinkikoteloiden laatu vaihteli huomattavasti. Laadukkaimpia olivat valetut ja kullatut kellonkotelot. Valujen laatu ei vastannut enää empiren aikakauden mestarillisia valunäytteitä. Edullisemmissä kelloissa etenkin takaosa saattoi olla messinkilevystä taiteltu ja hyvin yksinkertainen. Aihemaailman innoitus saatiin esimerkiksi rokokoon ja empiren ajan kelloista, mutta eri aiheita ja jopa tyylikausia saatettiin yhdistellä hyvin vapaasti. (Räihä. 2006: 255.)

Sinkkiseoksia on käytetty halvempien kellonkoteloiden materiaalina messingin tai pronssin sijaan. Ne maalattiin usein kultavärillä jäljittelemään tyyriimpiä kullattuja kelloja. (Räihä. 2006. 255.)

Spelter oli suosittu materiaali 1800-luvulla. Pinta käsiteltiin imitoimaan kalliimpia materiaaleita, joko pinnoittamalla elektronisesti kullanvärisellä kupariseoksella tai patinoimalla, jolloin se muistutti patinoitua pronssia. Se voitiin myös pinnoittaa värillisellä vahalla tai lakalla. Se oli suosittu materiaali patsaissa ja edullisissa kellonkoteloissa. (Caring for your metal objects, 2014) Suurin osa ranskalaisista kullatuista kelloista on tällaisia ja ne ajoittuvat yleensä myöhäisempiren aikaan 1850–1870 sekä muihin kertaustyyliihin. Tämän ajan kellokoteloiden viimeistely ei yleensä ole yhtä korkealaatuista, kuin esikuviansa. (Bruton 1967: 80.)

4.5 Messinki-, sinkki- ja sinkkiseosesineiden restaurointi

Ontot sinkkirakenteet eivät ole kestäviä. Heikkous käy sitä paremmin ilmi, mitä kookkaampi esine on kyseessä. Aina on kuitenkin syytä käsitellä sinkkiesineitä varoen, varsinkin, jos ne ovat altistuneet kosteudelle tai olleet ulkoilmassa pitkiä aikoja. Kapeisiin ulokkeisiin ei tule varata rasiusta. (Care of objects made of zinc, 2014)

Taipuneita metalliosia voi yrittää suoristaa varovasti. Ennen toimenpiteitä on kuitenkin syytä tutkia taipunutta osiota huolellisesti halkeamien varalta. Jos metallissa näkyy paljon korroosiota, sen taivuttaminen johtaa yleensä sen katkeamiseen korroosion kohdalta. (Umney; Rivers 2003: 683.)

Esineiden murtumakohdat on helppo juottaa pehmeällä juotteella. On kuitenkin muutamia syitä, miksi tämän suorittaminen ei aina ole kannattavaa; murtuma voi johtua kappaleessa olevasta valuvirheestä, ja alueen lämpeneminen juottaessa voi aiheuttaa ongelmia. Lämpö aiheuttaa vaurioita myös erilaisiin pintakäsittelyihin ja patinointiin. Juotoksessa käytettävää juotosnestettä on vaikea poistaa täysin esineen pinnalta ja jo pieni määrä pintaan jäänyttä nestettä aiheuttaa vaurioita. Yleensä murtumat vaativat vahvikkeita ja sideaineita, jotka on mahdollista poistaa, ja ovat juotosta riskittävämpi vaihtoehto. (Care of objects made of zinc, 2014)

Jotta sideaine muodostaisi kestävästi liitoksen, liitettävien pintojen tulee olla puhtaat pintaliasta ja korroosiosta. Jos hapettuma on kiinnittynyt metalliin tiukalla sidoksella, sen puhdistaminen ei ole välttämätöntä. Sideaineen tulee olla stabiili, eikä se saa reagoida korroosiosta puhtaan metallin kanssa. Paraloid B48N on kehitetty erityisesti metallien kanssa käytettäväksi. Myös Paraloid B72 on kelvallinen jos siitä sekoitetaan

50 % liuos asetonin kanssa. PVAC:n käyttöä ei suositella lyijypitoisten metallien, kuparin tai hopean konservoinnissa, sillä se altistaa niitä korroosiolle. Samoja ongelmia kuparimetalleille aiheuttavat epoksihartsit, joissa on amiinikovettimia. Tällaista epoksihartsia käyttäessä on syytä eristää metallipinta Paraloid B72:lla. (Umney; Rivers 2003: 683.)

Puuttuvia metalliosia voidaan valaa, mikäli on mahdollista saada käyttöön tarvittavat välineet ja tilat. Jos esineessä on jäljellä vastaava osa, voidaan siitä ottaa muotti, jolla valetaan jäljennös. Koska metalli kutistuu hieman jäähtyessään, tulee jäljennöksestä hieman alkuperäistä pienempi. On myös mahdollista valaa metalleja elektronisesti kerrostamalla muotin pinnalle. Tällä metodilla saadaan täsmälleen muotin kokoinen valutulos. (Umney; Rivers 2003: 684.)

Joissain tapauksissa puuttuvat osat voidaan valmistaa myös muista materiaaleista. Polyesterihartsi ja epoksihartsi voidaan maalata metallijauheita käyttäen. Metallijauheen voi vaihtoehtoisesti levittää tasaiseksi kerrokseksi muotin pohjalle ennen hartsin valamista. Tällä metodilla saadaan aikaan erityisen aidon näköinen pinta. Hartseja suositetaan yleensä niissä tapauksissa, kun esineestä puuttuu suuria metalliosia. Ne voidaan joko valaa erillisinä ja kiinnittää paikalleen sen jälkeen, tai valaa suoraan paikalleen. Tässäkin tapauksessa on muistettava eristää metalli ennen epoksihartsin valamista. Rakennetta voi tukea esimerkiksi lasikuitukankaalla. Vaihtoehtona hartseille voidaan valumateriaalina käyttää myös matalan sulamispisteen omaavia metalleja kuten lyijy- tai tinaseoksia. (Umney; Rivers 2003: 684.)

5 KAKSI 1800-LUVUN LOPUN PÖYTÄKELLOA

Opinnäytetyön produktiivinen osio käsittelee kahta ranskalaista 1800-luvun lopun pöytäkelloa. Kalastajapoika-aiheinen uusrokokoopöytäkello on Heinolan kaupunginmuseon omistuksessa. Marmorijalustainen kerubifiguurilla ja karttapallolla koristeltu Ludvig XVI-kertaustyylinen pöytäkello puolestaan kuuluu Heinolan kaupunginmuseon museonjohtajalle Kari-Paavo Kokille.

Molemmat kellot ajoittuvat 1800-luvun loppuun, uusrokookello 1880-luvulle ja Ludvig XVI-kertaustyylinen kello hieman myöhempään ajanjaksoon 1890-luvulle.

Kalastajapoikakello noudattaa tyyliltään tyypillistä uusrokokokoota (joskus käytetään myös nimitystä kolmas rokokoo 1880-luvun elpyneestä rokokoon kertauksesta) kullavärisine pinnoitteineen, S- ja C-kaarikoristeluineen ja kukka- sekä lehtiaiheineen. (Tamminen; Kokki 2006: 26–27, 76–77.) Kellonkotelon yläosa on puolipyöreä, kupolimainen ja sen päällä istuu uusrokokokoolle tyypillinen ihmishahmo. Tässä tapauksessa figuuri esittää rokokoon muodin mukaisessa asussa olevaa kalastajapoikaa, joka kohottaa käsissään kalaverkkoa. Lisäksi figuurilla on toisessa kädessään kala. Etualalla alareunassa on erillinen ornamenttiosa, joka esittää koreja, ankkuria ja lehtikoristeita. Kellotaulu on valkoista emalia ja siinä on maalatut numerot. Takaosa on pelkistetty ja koristeeton. Takajalat ovat tasaisen neliskanttiset. (Kuva 17.)



Kuva 17. Uusrokokokello edestä. (Ilmonen, 2014)

Marmorijalustainen kello edustaa Ludvig XVI -kertaustyyliä (tunnetaan myös nimellä Napoleon III:n uusklassismi, ja jopa uus-uusklassismi) valkoisine marmorijalustoineen ja kullattuine koteloineen. Tyylille tyypillisesti koristeaiheita ovat laakerilehtiseppeleet, rosetit ja laskostetut kankaat, sekä rusetit. (Tamminen; Kokki 2006: 30, 83.) Kotelo on kullattua kupariseosmetallia, jonka päällä on mustaksi

patinoitu karttapallo. Koteloon nojaa paperikääröä lukeva kerubifiguuri, joka istuu kirjapinon päällä. Kotelon päältä valuu lisäksi laskostuva kangas. Marmorijalusta on suorakulmainen ja siinä on pieni sisennetty korotus, jota kiertää tyyllille ominainen metallinen helminauha. Sivut on koristeltu metallisilla roseteilla ja yhteen kietoutuvilla laakeriseppel- ja poimutettu nauha-ornamentilla. Kellotaulu on valkoista emalia, jossa on maalatut numerot sekä niiden sisäpuolella kiertyvä ruusukoristelu. Kellon viisarit ovat kullanväriset ja niissä on havaittavissa C- ja S-kaaret. Viisarit eivät edusta perinteistä kerrattua Ludvig XVI-tyyliä, mutta koska kertaustyyleille ominaista oli tyylien yhdisteleminen, ei ole tavatonta, että kellossa olisi voinut alun perin olla tämänkaltaiset viisarit. Viisarit on myös voitu vaihtaa myöhemmin. (Kuva 18.)

Vastaavia kelloja löytyi internetistä kahdesta eri verkkokaupasta. (Liitteet 4–5.)



Kuva 18. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello edestä. (Ilmonen, 2014)

Kellojen koneistot ovat ranskalaisille 1800-luvun lopulle tyypillisiä pyöreitä ja sirorakenteisia. Tyypillistä on myös emalinen kellotaulu. (Räihä. 2006: 255.) Kellot

lyövät molemmat tasatunnein kellon osoittaman tunnin verran, sekä puolen tunnin merkiksi yhden kerran.

Uusrokokookellon koneiston toimivuudesta ei ollut tietoa, sillä kelloa ei ollut vedetty käyntiin, vaan se oli ollut varastossa säilytyksessä. Kalastajapoikafiguurin käsivarren murtuminen ja vihreä, kosteuden aiheuttama korroosio kellonkotelossa antoivat kuitenkin viitteitä, etteivät kellon säilytysolosuhteet ole olleet ihanteelliset ennen kellon siirtymistä museolle.

5.1 Dokumentointi ja materiaalitutkimus

Molemmat kellonkotelot dokumentoitiin valokuvaamalla ne tarkasti väriportaikon ja mitan kanssa. Valokuvat otettiin edestä, molemmilta sivuilta, ja takaa. (Liitteet 6–13) Lisäkuvia otettiin kellojen alapuolelta ja lähikuvia yksityiskohdista. (Liitteet 14–22) Lisäksi kotelot purettiin osiin ja valokuvattiin, jotta saatiin dokumentoitua niiden rakenne ja kappaleiden kiinnittymistapa. (Liitteet 23–26) Poikkeuksena oli uusrokokookello, josta irrotettiin vain etualalle kiinnittyvä koriste, mutta ei kotelon päälle kiinnitettyä poikafiguuria sen murtuman vuoksi, sillä haluttiin välttää sen mahdollinen lisävahingoittuminen. (Kuva 19.) Väriportaikon kanssa otettujen dokumentointikuvien värit säädettiin oikeiksi Adobe Photoshop-kuvankäsittelyohjelmalla ja tausta muokattiin yksiväriseksi. Koneistoista otettiin yleiskuvina valokuvat sekä koneiston ollessa koottuna että osat eriteltyinä taulun puolen osiin, lyönti- ja käyntipuolen osiin, sekä koneiston puolen osiin. (Liitteet 27–39)



Kuva 19. Figuurin käsivarren murtuma. (Ilmonen, 2014)

Kellojen koteloista piirrettiin tekniset piirroksot edestä ja sivulta, joista nähdään koteloiden yleiset mitat. (Liitteet 40–43) Koneistoja ei dokumentoitu teknisin piirroksin, koska niiden tutkiminen oli rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

Kellonkoteloiden metalleja tutkittiin XRF-analysaattorin avulla. Laitteen toiminta perustuu röntgenfluoresenssispektriin, jonka avulla on mahdollista tutkia esineen materiaalin alkuaineita ilman esineen vahingoittumista. Laite lähettää mitattavaan pintaan röntgensäteilyä, joka irrottaa atomin sisäkuorelta elektronin. Tästä jää elektroniverhoon aukko, jonka atomin uloimmalta kuorelta vapautuneelle paikalle siirtyvä elektroni täyttää. Tämä vapauttaa energiaa, joka ilmenee alkuaineelle tunnusomaisena fotonina. Laite mittaa tätä fluoresenssia. (Kannettava XRF-spektrometriarkeologisessa tutkimuksessa: Menetelmän käyttö, rajoitteet & mahdollisuudet, 2014)

Ludvig XVI-kertaustyyllisen kellon materiaalimitaus:

Marmorijalustaisen kellon kerubifiguurin tulokset olivat sinkkiä 90,6 %, seassa kuparia 3,3 %, piitä 2,3 %, lyijyä 1,3 % ja vähemmän kuin 1 % rautaa, kromia, alumiinia, vanadiinia, titaania ja fosforia. (Liite 44) Figuuri on siis sinkkiseosta, ajalleen yleistä valumateriaalia.

Karttapallosta kotelon päällä mitattiin lähes samat pitoisuudet: sinkkiä 88,6 %, piitä 4,5 %, kuparia 2,7 %, alumiinia 1,7 %, ja vähemmän kuin 1 % rautaa, kromia, fosforia, lyijyä ja titaania. (Liite 45) Ei ollut harvinaista, että 1800-luvun lopussa ja 1900-luvun alussa valuseoksien pitoisuudet vaihtelivat hieman tarkkojen standardien puuttuessa, sekä eri materiaalien saatavuuden ja mittauserojen mukaan.

Oletetuista pronssiosista mitattaessa tulos viittasi selkeästi kullattuun messinkiin; Karttapallon kehästä mittaustuloksiksi saatiin kuparia 89,2 %, sinkkiä 7,2 %, kultaa 1,5 % ja vähemmän kuin 1 % vanadiinia, rautaa, tinaa, lyijyä, nikkeliä, piitä, titaania ja fosforia. (Liite 46) Koska mitaus ei osoittanut pinnassa olevan jäämiä elohopeasta, voidaan olettaa, että kultaus on suoritettu galvaanisesti, eikä tuohon aikaan jo vanhanaikaisella polttokultausmenetelmällä.

Kotelon mittaus antoi yhtäläisiä tuloksia karttapallon kehän kanssa; kuparia 80,7 %, sinkkiä 4,8 %, piitä 4,4 %, alumiinia 2,8 %, fosforia 2,6 %, rikkiä 2,4 %, kultaa 1,5 % ja vähemmän kuin 1 % tinaa, lyijyä, rautaa, kromia, vanadiinia ja titaania (Liite 47)

Kivinen jalustalle suoritettiin myös tutkimuksia, jotta voitiin todistaa sen olevan marmoria eikä esimerkiksi kalkkikiveä. Kuten luvussa 3 mainittiin, marmorin rakenne on kristallikiteinen, joka on havaittavissa kidemäisenä rakenteena tuoreessa pinnassa. Samalla, kun jalkojen kiinnittymistä tutkiessa yksi jaloista ruuvattiin irti, raaputettiin sen alle jäävää pintaa varovasti skalpellilla, jotta saatiin tuore puhdas kivipinta esiin. Irronnut kivijauhe otettiin talteen kemiallista koetta varten. Voimakkaan valaistuksen alla oli selvästi nähtävissä kristallikiteitä, jotka olivat alle 1 mm halkaisijaltaan. Ne oli helppo havaita kiiltävinä kiteinä perusmassassa valon osuessa niihin.

Vaikka jo kiven valkoinen väri antoi viitteitä sen olevan kalsiumkarbonaattia, suoritettiin kappaleessa 3 mainittu helppo suolaliuostesti. Kivilaatan pohjasta raaputettu kivijauhe kaadettiin noin 5 % suolahappoliuokseen. Tuloksena oli voimakas poreilu (Kuva 20.) Tämä siis varmisti kiven olevan kalsiumkarbonaattista metamorfoitunutta marmoria.



Kuva 20. Kalsiumkarbonaattitesti laimealla suolahappoliuoksella. (Ilmonen, 2014)

Uusrokookokellokotelon materiaalimittaus:

Kalastajapoikakellosta oli vaikea löytää tasaista pintaa mitattavaksi. Ensimmäinen mittaus otettiin poikafiguurin selkäpuolelta. Mittaustulokseksi saatiin kuparia 69,7 %, sinkkiä 30,2 % ja vähemmän kuin 1 % vismuttia ja seleeniä. (Liite 48) Figuurin pintakäsittely luultavasti nostaa mittaustuloksen kuparipitoisuutta jonkin verran, tuskin kuitenkaan enempää kuin 1–2 % verran. Tästä voidaan siis luvun 4 perusteella sanoa, että figuuri on yksifaasista, eli alfa-messinkiä.

Mittaus suoritettiin myös figuurin käsivarressa olevan murtuman alueelle.

Mittaustulos poikkesi figuurin selkäpuolelta otetuista mittauksista: Sinkkiä 39,5 %, kuparia 39 %, lyijyä 13,6 %, tinaa 6 % ja vähemmän kuin 1 % rautaa, kromia, vanadiinia, titaania, alumiinia, fosforia ja piitä. (Liite 49) Poikkeaman syy on luultavasti se, että murtuma on yritetty juottaa kiinni jossain vaiheessa. Tähän on todennäköisesti käytetty tinasta ja lyijystä koostuvaa pehmytjuotetta. Pehmeiden juotteiden pääasiallinen materiaali on tina, mutta edullisemmat tinajuotteet on seostettu lyijyllä. Ne eivät ole mekaanisesti kovin kestäviä. Pehmeiden juotteiden tinapitoisuudet voivat vaihdella 25–90 %, josta loput voi olla lyijyä, sinkkiä, hopeaa, vismuttia, kadmiumia, tai näiden seoksia. (Huhtamo; Ihalainen 1979: 125–126.)

Kotelon takaosasta sileästä pinnasta mitatut tulokset poikkesivat poikafiguurin tuloksista; siitä mitattiin sinkkiä 47,5 %, kuparia 47,1 %, fosforia 4,1 % ja vähemmän kuin 1 % kadmiumia, lyijyä, seleeniä, kromia, titaania, alumiinia ja piitä. (Liite 50) Koska kultaa ei mittaustuloksesta löytynyt, kotelo on todennäköisesti pinnoitettu elektronisesti messingillä, joka on pitoisuuksiltaan runsaskuparista, jolloin se väriltään muistuttaa kultaa.

Kotelon valetun osan pintastruktuurin takia kotelon ulkopuolelta ei voitu ottaa materiaalimittauksia. Kuitenkin kellon alapuolelta saatiin mittaus valetusta osiosta. Se sisälsi sinkkiä 64,2 %, kuparia 34,2 % ja vähemmän kuin 1 % vismuttia, lyijyä, rautaa, kromia, titaania, fosforia ja piitä. (Liite 51) Tämän voisi tulkintatavasta riippuen päätellä olevan edullista sinkkivaluseosta, *spelteriä*, josta mainittiin kappaleissa 4 ja 4.5. Kotelon etuosan erilliselle koristeelle ei suoritettu mittauksia, mutta sen takaosan väri viittaisi sen olevan messinkiä, kuten poikafiguurikin.

5.2 Kotelojen rakenteet

Ludvig XVI-kertaustyylinen kello

Marmorijalustainen kerubi- ja karttapalloaiheinen pöytäkello rakentuu useasta osasta. Neljä koristeellista jalkaa kiinnittyy ruuvitapeilla marmorin sisään istutettuun kiinnitystulppaan (Liite 18, 52). Valettu kotelo kiinnittyy jalustaan kahdella kierretapilla ja mutterilla. Vihertävänmustaksi patinoitu kerubifiguuri on ontto, ja kiinnittyy koteloon kahdella ruuvitapilla ja mutterilla. Myös kerubin kädessä oleva paperikäärö on kiinnitetty samalla tavalla figuuriin (Liite 53), samoin kuin kotelon päällä oleva figuurin kanssa samanväriseksi patinoitu karttapallo kehineen. Kierretappi kulkee kehän alaosan ja karttapallon alemman puoliskon läpi ja kiinnittyy karttapallon yläosaan. Kun mutterin aiheuttamaa puristusta ei ole, karttapallon ylä- ja alapuoliskot irtoavat toisistaan. Kotelo on myös mahdollisimman niukalla materiaalilla valmistettu painon ja kustannusten takia. (Kuva 21.) Sen takaosasta löytyy leima, jossa on teksti; *Fabrication Francaise. Paris. Made in France.* (Liite 15)



Kuva 21. Kotelon osat toisistaan irrotettuina. (Ilmonen, 2014)

Marmorijalustaa kiertävä metallista valettu helminauhan voi irrottaa kun kotelo on poistettu. Sitä pitää paikallaan ainoastaan kotelon kanssa valettu kangas-osio, joka valuu hieman jalustan reunan yli. Kun helminauha nostettiin pois paikaltaan, paljastui kotelon hieman sisennetty koroke olevan erillinen osio, joka on liimattu paikalleen (Liite 54).

Jalustan sivuilla on syvennykset, joissa on valetut metalliset ornamentit, jotka kuvaavat yhteen kietoutuneita laakerinlehtiseppelettä ja poimutettua nauhaa. Nämä kiinnittyvät todennäköisesti tapeilla marmorijalustaan porattuihin reikiin. Etupuolella molemmilla reunoilla on lisäksi metallista valetut rosetit. Seppelekoriste ja rosetit ovat todennäköisesti kullattuja, kuten metallinen kotelo ja karttapallon kehä. Roseteissa on havaittavissa kultamaalilla tehtyjä korjauksia. (Kuva 22.)



Kuva 22. Marmorijalustan koristerosetti ja kultamaalia. (Ilmonen, 2014)

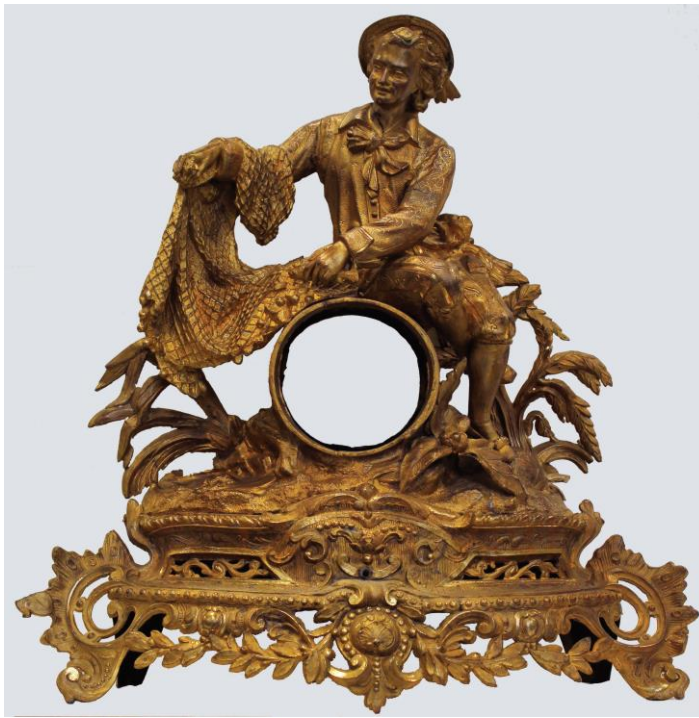
Kellotaulun päällä on saranoilla kääntyvä kupera lasi joka on kiinnitetty messinkiseen sarjaan (Liite 55). Kellotaulun takaosaan on liitetty ruuveilla kaksi kiinnityskappaletta, jotka koneiston kiinnittyessä tauluun kulkevat sen sivuilla ja ne ruuvataan pitkällä ruuveilla kotelon takaosan sarjaan kiinni (liite 56). Takaosan sarjassa on saranoitu, tällaisille kelloille tyypillinen pyöreä messinkiovi, jossa on kukan terälehtien muotoiset aukot. Oven sisäpuolelle on liimattu kangas estämään pölyn pääsemistä koneistoon. Rei'itetystä ovesta kellon lyönti kuuluu paremmin kuin umpinaisesta. (Liite 57).

Uusrokokookello

Uusrokokookellon kotelo on rakenteeltaan edellistä paljon yksinkertaisempi, vaikka koristeluiden runsaudessa se päihittääkin aiemmin mainitun kellon. Sen koristeiden aiheita ovat köynnökset, kukat sekä lehdet. Kotelo koostuu vain kolmesta osasta; kotelosta, kotelon etualalle kiinnittyvästä koristeesta ja kotelon päällä istuvasta poikafiguurista. Etualan koriste ja poikafiguuri ovat valettuja, poikafiguuri lisäksi ontto ja murtumasta päätellen hyvin ohut. Etualan kori- ankkuri- ja lehtiaiheisen koristeen takaosaan on kiinnitetty kierretappi, joka kulkee kotelossa olevan reiän läpi ja kiristyy paikalleen mutterilla kotelon sisäpuolella. (Kuva 23.) Poikafiguuriin on samalla tavoin kiinnitetty kaksi kierretappia, jotka kulkevat kotelon kupolimaisen yläosan läpi ja sisäpuolella niihin kiinnittyy kaksi mutteria. (Liitteet 20, 21) Tätä kelloa ei dokumentoitu valokuvin poikafiguuri irrotettuna figuurin murtuman takia, koska ei haluttu ottaa riskiä murtuman pahenemisesta. Muu kotelo on valettu yhtenä kappaleena, ja takaseinä ja jalat koostuvat todennäköisesti jälkeempään juotetuista levystä muotoilluista osista. (Kuva 24.)



Kuva 23. Kellonkotelon irrotettava koriste. (Ilmonen, 2014)



Kuva 24. Kotelon ilman koristetta. (Ilmonen, 2014)

Emaloitu kellotaulu maalattuine numeroineen kiinnittyy koteloon samalla tapaa, kuin Ludvig XVI–kertaustyyliisessä kellossa. Sarjoissa ei näy jälkiä saranoista, joten todennäköisesti kellotaulussa tai takaosassa ei ole ollut ovia. Tällaisenaan koneisto on hyvin altis likaantumiselle. Todennäköistä on kuitenkin, että kelloon on alun perin kuulunut jalusta sekä koko kotelon peittävä lasikupu.

6 PUHDISTUS JA HUOLTO

Ensimmäinen vaihe ennen kellolle suoritettavia toimenpiteitä on koneiston poistaminen. Vaikka onkin mahdollista suorittaa joitakin käsittelyjä kotelolle koneiston ollessa paikallaan, se vaikeuttaa toimenpidettä huomattavasti.

Kellonkotelon restaurointia suorittavan henkilön ei tarvitse olla perehtynyt kellojen koneistoihin ja niiden toimintaan, sillä koneiston irrottaminen ja poistaminen on yleensä helppoa. (Marblack™ Slate Blacking 0216 012515, 2014)

Koneiston irrotus aloitetaan irrottamalla heiluri. Jos heiluria ei irroteta, se voi hallitsemattomasti heiluessaan vahingoittaa koneistoa. Heilurin yläosassa on koukku,

jolla se roikkuu heilurin jousessa, tai sen yläosassa sekä jousessa on reikä joiden läpi nasta on työnnetty pitämään heiluri paikallaan. Joskus heiluri voi olla ripustettu silkkilangalla. Heiluri irtoaa useimmiten pelkästään nostamalla sitä ylöspäin. (Marblack™ Slate Blacking 0216 012515, 2014)

Ranskalaiset kellonkoneistot ovat tyypillisesti pyöreitä ja kiinnittyvät koteloon yleensä puristuksella takaoveen tai takalevyyn. Takaoven avaamalla voi nähdä kaksi ruuvia, jotka kulkevat takaoven sarjan läpi ja kiinnittyvät metallisiin kiinnitysnauhoihin, jotka puolestaan kiinnittyvät koneiston etuosaan. Ennen ruuvien irrottamista on syytä huomioda, että koneisto saattaa pudota kellotaulun kanssa, kun puristus, jolla se on ollut kiinnittyneenä koteloon, poistuu. Kun ruuvit irrotetaan, takalevy tai takaovi irtoaa ja koneisto voidaan vetää kellotaulun kanssa eteenpäin. (Marblack™ Slate Blacking 0216 012515, 2014)

Kellojen kotelot olivat molemmat siistissä kunnossa, eikä puhdistamisen tarvetta ollut kuin pölyn ja ohuen likakerroksen osalta. Koneistot sen sijaan vaativat tarkastamista, sillä kellojen huoltoväli on yleensä pitkä, jolloin öljy ja jousirasva saattavat kuivua ja koneisto likaantua.

Ensimmäinen vaihe on messinkiosien puhdistaminen ultraäänipesurissa. Puhdistusnesteenä voidaan käyttää joko hapanta tai emäksistä pesuliuosta. Myös veden pintajännitettä poistavaa ainesta on hyvä käyttää, kuten nestemäistä saippuaa. Hapan pesuneste voidaan valmistaa sitruunahaposta ja saippua-vesi-liuoksesta. Vastaavasti sitruunahappo voidaan korvata ammoniakilla. On kuitenkin syytä ottaa huomioon, että ammoniakki muodostaa lämpötilan kohotessa höyryä, joka on hengitettynä myrkyllistä. (Barnes; Jordan 2013: 89.)

Kellon altistuminen kosteudelle tai pölyiselle ympäristölle lyhentävät koneiston huoltoväliä. Kosteus aiheuttaa korroosiota metalliosissa ja pölyn mukana kulkeutuvat kovat partikkelit voivat kulkeutua laakerin ja tapin väliin. Koska messinki on terästä pehmeämpi materiaali, hiukkanen uppoaa messinkiin ja tapin pyöriessä akselissa hiukkanen naarmuttaa teräksistä tappia. Äärimmäisissä tapauksissa tappiin muodostuu selvästi nähtävä porras kohtaan, joka pyörii laakerin sisällä. Tapin epätasainen teräspinta alkaa kuluttaa messinkiä ympäriltään, ja laakerin muoto muuttuu ovaaliksi. Kulumisen seurauksena ratasjuoksu lopulta estyy, kun rattaat työntävät toisiaan kauemmas toisistaan, eivätkä rattaiden hampaat asetu enää lomittain. Jousen voima ei

välity, eikä kello käy, tai soi. (An approach for the diagnosis of a worn brass bushing in a mechanical clock, 2014) Saman tuloksen aiheuttaa öljyn kuivuminen.

Tappeja tutkitaan luupin avulla, jotta voidaan päättää paljonko työstöä ne vaativat. Tasaiset, mattapintaisiksi hioutuneet tapit eivät vaadi kuin hellävaraisen kiillotuksen, mutta epätasaisia ja naarmuuntuneita tappeja täytyy kiillottaa enemmän. Kiillotus vähentää tappien ja laakereiden välistä kitkaa. Tappien ja laakereiden yhteensopivuus on syytä tarkistaa kiillotuksen jälkeen, sillä joskus materiaalia poistuu tapista niin paljon, että laakeri jää väljäksi. (Barnes; Jordan 2013: 108.)

Laakereita tarkastellaan ensin ilman rataskoneistoa luupin avulla. Jos laakerit eivät ole selkeästi pyöreitä, vaan ovaaleja, tarvitsevat ne uusimista. Jos laakereissa ei huomata kulumia luupin kanssa tarkastellessa, tarkistetaan ne vielä kokoamalla rataskoneisto ja kiinnittämällä etu- ja takalevyt toisiinsa kartionastoilla. Tämän jälkeen tarkastellaan luupin avulla tapin löysyyttä laakerissa. Jos tappi pääsee liikkumaan liikaa laakerin sisällä, rattaat työntyvät kauemmas toisistaan ja ratasjuoksu estyy, kun voima ei välity rattaiden kesken. Tässä tapauksessa laakeri täytyy korjata. Tämä suoritetaan riivarilla riivaamalla aukko suuremmaksi levyn sisäpuolelta, kunnes suurentuneeseen, hieman kartiomaiseen reikään voidaan sovittaa messinkinen putki. Putken tulee jäädä noin puoleen väliin riivatusta reiästä. Tämän jälkeen sahataan putkesta hieman levyn vahvuutta paksumpi pala, joka vasaran avulla naputellaan reikään. Voimaa tulee käyttää tarpeeksi, jotta putki asettuu tiiviisti reikään, näin ollen ei ole tarpeen käyttää lämpöä vaativia juotteita ja levyn jännite säilyy ennallaan. Putken reikä suurennetaan riivarilla oikean kokoiseksi ja levyn yläpuolelle saatetaan kaivertaa esimerkiksi suurta poranterää käyttäen öljysyvennys, jonka keskelle laakeri jää. Tämä helpottaa öljyn ohjaamista laakerin ja tapin väliin. (Barnes; Jordan 2013: 109–112.)

Laakerit ja rellit on myös tärkeää puhdistaa. Perinteisesti tämä tapahtuu kanukasta tai appelsiinipuusta veistetyllä teräväkärkisellä tikulla, jolla hangataan rellin hampaat ja puhdistetaan levyjen laakerit pyörittelemällä. Käytännössä mikä tahansa pehmeä puulaji sopii puhdistustikuksi. On tärkeää muistaa puhdistaa laakerit levyn molemmilta puolilta. Puhdistukseen käytettävästä tikusta vuollaan puhdas pinta esiin aina, kun se likaantuu. (Milham 1947/1923: 445–446.)

Öljyäminen vähentää kitkaa laakereiden ja tappien välillä. Öljy tulee lisätä vain puhtaaseen koneistoon, sillä lika ja pöly aiheuttavat kitkaa öljystä huolimatta. Yleisin

virhe on hukuttaa koneisto kelloöljyyn. Liika öljy ei kuitenkaan vähennä kitkaa tai paranna kellon toimintaa, vaan päinvastoin levyjä pitkin valuva öljy vetää öljyn pois laakerista ja jättää ne kuivaksi. Pöly ja lika tarttuvat öljyyn ja koneisto likaantuu nopeasti. (The Practical Lubrication of Clocks and Watches, 2014)

Markkinoilta löytyy luonnon-, mineraali- ja synteettisiä öljyjä. Luonnonöljyt ovat näistä kolmesta ryhmästä lyhytikäisimpiä, sillä ne jähmettyvät nopeimmin. Synteettiset öljyt säilyttävät ominaisuutensa pisimpään. (The Practical Lubrication of Clocks and Watches, 2014)

Koneiston huoltoon kuuluu jousien kunnon tarkistaminen. Jousien rasvauksen, sekä mahdollisten kuoleentuneiden jousien tarkistaminen tapahtui avaamalla jousikotelo ja poistamalla jouset. Jos jousi ei pyri aukeamaan kierteeltään, on se kuoleentunut ja tilalle täytyy asettaa uusi jousi. Sen sijaan, jos jousi on voimakas eikä siinä näy merkkejä korroosiosta, voidaan se tarpeen tullen rasvata ja asettaa takaisin koteloonsa. (The Practical Lubrication of Clocks and Watches, 2014)

Ankkurin kynnet ja käyntirattaan hampaiden pinnat on syytä tarkistaa. Lika tai korroosio luo niiden välille kitkaa, ja aiheuttaa ongelmia kellon käynnissä. Niiden kiillottaminen ei ole kuitenkaan itsestään selvä toimenpide, sillä pienikin muutos ankkurin kärkien tai käyntirattaan hampaiden kulmissa tai etäisyyksissä saattaa muuttaa kellon koko toiminnan. Tällaisissa tapauksissa täytyy aina huolellisesti punnita eri vaihtoehdot ennen toimenpiteitä. (Barnes; Jordan 2013: 91.)

6.1 Ludvig XVI -kertaustyylinen kellon kotelon puhdistus ja koneiston huolto

Kellonkotelo oli hieman pölyinen ja siinä oli vain vähän pintalikkaa, sekä yksi ruskea tahra kerubifiguurin jalkojen vieressä (Liite 22). Sinkkiseoksesta valetuissa, patinoiduissa kerubifiguurissa ja karttapallossa oli hieman korrodoitumista, joka näkyi valkoisena jauhemaisena sinkkioksidina. Tämän vuoksi tarpeen ei ollut käyttää de-ionisoitua vettä voimakkaampaa puhdistusliuosta, joten koko kellonkotelo puhdistettiin tislattuun veteen kastetuilla pumpulipuikoilla, jonka jälkeen se kuivattiin huolellisesti. Kullattu messinkinen kotelo, sinkkiseoksesta valettu figuuri ja karttapallo kehineen suojattiin mikrokidevahalla.

Myös marmorinen jalusta pyyhittiin de-ionisoidulla vedellä kostutella pumpulilla ja kuivattiin sen jälkeen. Koska varmuutta siitä, mikä ruskean tahran on aiheuttanut, ei haluttu kokeilla erilaisia puhdistusmenetelmiä näkyvällä paikalla olevaan tahraan, koska se ei kuitenkaan ole suuri, tai häiritsevää. Vaikka mikrokidevaha on yleinen marmorin suojaamisen käytetty vaha, jätettiin marmorijalusta tässä tapauksessa tahran vuoksi käsittelemättä, sillä vaha voi korostaa marmorisiin imeytyneitä tahroja. (Sculpture and statuary, 2014)

Koneisto oli hyväkuntoinen, mutta puhdistuksen ja öljyämisen tarpeessa. Lyöntikoneisto ei ollut toiminut kellossa, mutta koneiston irrottaminen kotelosta ja kellotaulusta paljasti telkihaan nousseen telkirataan päälle. Tämä esti lyöntikoneiston jousen vetämisen, koska telkihaka ei lukinnut vetoa rattaan kanssa. Telkihaan siirtäminen oikealle paikalleen ja sen kiinnittävän ruuvin kiristäminen korjasi ongelman. (Kuva 25.)



Kuva 25. Telkilaite. (Ilmonen, 2014)

Koneistosta löytyi valmistajan leima vuosilukuineen: *Hors Concours; Besançon 1893; Ls Boname; (Dours); Seloncourt*. (Liite 27) Siitä huolimatta, että antiikkiin erikoistuneissa verkkokaupoista löytyi runsaasti kelloja, joissa oli saman valmistajan koneisto, ei koneiston valmistajasta löytynyt luotettavaa tietoa.

Koneisto puhdistettiin ultraäänipesurissa erillisissä mittalaseissa joissa oli 3 % sitruunahappo + vesiliuos. Näihin lisättiin lisäksi tippa tavallista käsitiskiainetta. Osat

jaettiin neljään erilliseen mittalasiin, jotta koneiston- ja taulunpuolen, sekä käynti- ja lyöntikoneistojen osat saatiin pidettyä erillään. Teräsosia, kuten jousia, ruuveja, nastoja tai telkiä ei pestä pesurissa, koska se aiheuttaa ruostumista sekä jousen kuivumisen rasvan irrotessa. Pesun jälkeen osat huuhdeltiin huolellisesti ja kuivattiin hiustenkuivaajalla.

Molemmat jouset olivat hyvässä kunnossa, mutta rasvauksen tarpeessa. Rasvana käytettiin tavallista konerasvaa. (Kuva 26.) Myös jousikoteloiden puhdistuksen tarve tarkastettiin, mutta tässä tapauksessa ne olivat siistit, eivätkä kaivanneet puhdistamista.



Kuva 26. Rasvattu jousi. (Ilmonen, 2014)

Puhdistuksen jälkeen tappien kunto tarkastettiin luupin avulla ja ne kiillotettiin. Laakerit puhdistettiin pehmeästä puusta vuollulla tikulla. Tämän jälkeen koneisto koottiin ja tappien liikettä laakereissa tarkasteltiin luupin avulla. Käsiteltävä koneisto ei osoittanut merkkejä laakereiden tai tappien kulumisesta, joten voitiin siirtyä koneiston öljyämiseen. Öljyä asetettiin tippa öljyneulalla koneiston levyissä laakereiden ympärillä oleviin öljysyvennyksiin.

Kun koneisto on puhdistettu, huollettu ja öljytty, annettiin sen käydä kellonkotelon ulkopuolella muutama vuorokausi, jonka aikana seurattiin sen toimintaa. Jos kaikki vaikuttaa olevan kunnossa, voidaan se asettaa takaisin koteloonsa ja seurata sitä vielä vuorokauden tai kahden ajan. Tämän jälkeen kello palautettiin asiakkaalle.

Kello lähetettiin kuitenkin takaisin huollettavaksi, koska se alkoi kello yhden jälkeen lyödä liian monta kertaa. Koneiston tutkiminen paljasti lyöntikoneiston rattaiden olevan väärässä asennossa toisiinsa nähden. Pienissä koneistoissa rattaiden virheasennon ei tarvitse olla suuri, kun se jo vaikuttaa koneiston toimintaan. Koneiston avaaminen ja rattaiden asentojen säätäminen korjasi ongelman.

6.2 Uusrokokokokellon kotelon puhdistus ja koneiston huolto

Kyseinen kello ajoittuu samoille ajoille, kuin aiemmin mainittu Ludvig XVI-kertaustyylinen marmorikello. Sen koneisto on hyvin samanlainen kuin marmorikellossa sillä erotuksella, että koneistosta puuttuu valmistajan leima, sekä jotkin osat ovat hieman pelkistetympiä muodoltaan.

Kotelo antoi viitteitä kostealle altistumisesta vihreän hapettuman muodossa. Tämänkään kellokotelon puhdistamiseen ei kuitenkaan käytetty voimakkaita liuoksia, vaan pyyhkiminen de-ionisoituun veteen kastetuilla pumpulipuikoilla riitti. Puhdistuksen jälkeen kotelo kuivattiin huolellisesti. Kalastajapoikafiguurin käsivarressa ollutta repeämää ei juotettu, sillä juote olisi voinut levitä figuurin pinnalle ja peittää alleen ehjää metallipintaa. Ei voinut myöskään olla varma, kuinka figuurin pinnoite, tai figuuri itsessään reagoisi lämpöön. Murtuma ei häiritsevästi muuta kellon ulkonäköä ja koska kellon käsittely on tavallisissa olosuhteissa vähäistä, ei kotelon koristefiguurilta vaadita samanlaista kestävyyttä kuin kantavilta rakenteilta, esimerkiksi jaloilta.

Koneisto oli hyvin likainen ja pölyinen. Kotelo antaa viitteitä kosteasta ja likaisesta säilytystilasta. Nämä seikat yhdessä aiheellistavat jousien kunnan tarkistamisen. Jousien rasva olikin kuivunut, mutta itse jouset olivat säilyttäneet jännitteensä eivätkä olleet ruosteiset. Jousikoteloissa oli runsaasti vihreätä hapettumaa, joka puhdistettiin saippuavesiliuoksella ja hienolla teräsvillalla, jonka jälkeen jousikotelot huuhdeltiin ja kuivattiin huolellisesti. (Kuva 27.)

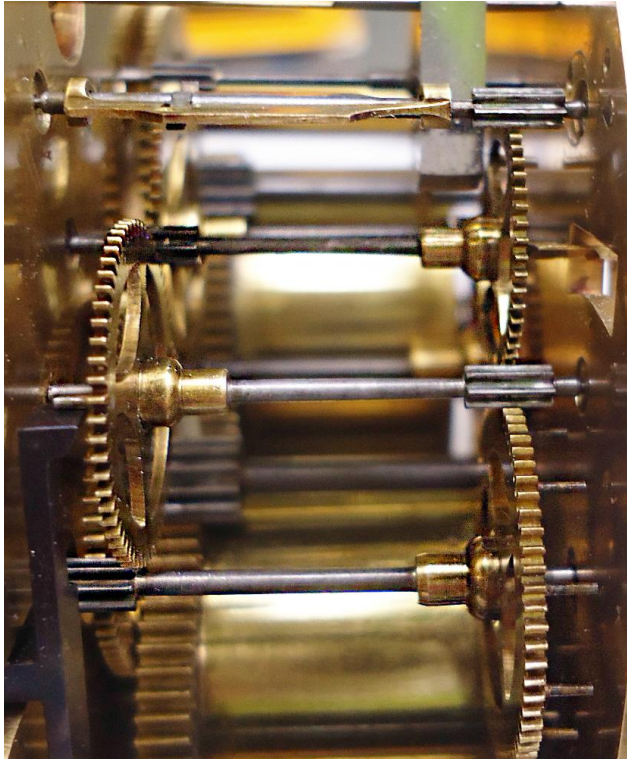


Kuva 27. Puhdistettu jousikotelo. (Ilmonen, 2014)

Messinkiset koneiston osat puhdistettiin ultraäänipesurissa erillisissä mittalaseissa joissa oli 3 % sitruunahappo- vesiliuos, johon oli lisätty tippa käsitiskiainetta. Koneiston puhdistaminen suoritettiin samalla tavalla kuin marmorikellon koneiston puhdistus. Ultraäänipesun jälkeen osat huuhdeltiin huolellisesti ja pinnat puhdistettiin hienolla teräsvillalla. Osat kuivattiin huolellisesti hiustenkuivaajalla.

Laakerit ja rellit puhdistettiin ja tapit kiillotettiin samalla menetelmällä, kuin marmorijalustaisen kellon rattaat. (Kuva 28.) Laakereita tarkasteltaessa luupin avulla ilman rataskoneistoa, ei havaittu kuluneita laakereita. Osa tapeista sen sijaan oli hieman naarmuilla, jotka saatiin pois kiillottamalla. Toimenpide ei kuitenkaan vaikuttanut tappien kokoon niin merkittävästi, että laakerit olisivat kiillotuksen jälkeen olleet liian väljiä. Ankkurin kynnet ja käyntirattaan hampaat tarkistettiin ja todettiin hyväkuntoisiksi.

Koneisto öljyttiin samalla öljyllä, kuin aiemmin käsitelty koneisto ja sen annettiin käydä kotelon ulkopuolella valvonnassa kaksi vuorokautta. Koneistoon asetettiin täksi ajaksi marmorikellon heiluri, sillä vaikka kello käy ilman heiluria, voi heilurin tuoma vastus pysäyttää kellon, jos koneistossa on jotain vikaa. Ongelmia ei kuitenkaan tullut, joten koneisto asennettiin koteloonsa ja annettiin käydä heilurin kanssa vielä vuorokausi. Tämän jälkeen se palautettiin Heinolan kaupunginmuseolle.



Kuva 28. Puhdistetut rellit kootussa koneistossa. (Ilmonen, 2014)

7 YHTEENVETO

Alkuperäisestä suunnitelmastaan opinnäytetyö muuttui matkan varrella runsaasti. Muutoksia aiheuttivat muun muassa materiaalimittausten tulokset ja saatavissa oleva kirjallisuus.

Lähtökohtana oli tutkia ajanjakson 1850–1950 kellojen koteloiden tyylejä, käytettyjä materiaaleja ja muita ominaisuuksia. Pidettiin kuitenkin tärkeämpänä keskittyä materiaalien ominaisuuksiin, joten kyseissä luvussa käsiteltiin pääpiirteittäin kyseisen ajanjakson kellonkoteloiden tyylejä.

Marmorina tutkittaessa luku laajeni odottamattomalla tavalla, sillä kävi ilmi, että marmorina myytävät kellonkotelot eivät ole aina marmorina, vaan ne voivat olla myös kalkkikiveä. Tämä johti tutkimaan, mitä marmori varsinaisesti on, miten se muodostuu ja miten se geologisesti määritellään. Tässä yhteydessä koottiin mahdollisimman paljon tietoa marmorin lisäksi myös marmorina myytävistä

kalkkikivikelloista, niiden ominaisuuksista ja tuntomerkeistä. Molemmista materiaaleista selvitettiin puhdistus- ja restaurointimenetelmiä.

Alkuun kullatuksi pronssiksi luultu uusrokokookello paljastui XRF-analyysissä sinkkiseosvaluksi, joka on pinnoitettu messingillä jäljittelemään kultaa. Tämä todisti kuinka vaikeaa voi olla tunnistaa eri metallilajeja toisistaan, kun ne on käsitelty imitoimaan toista metallia. Mittaustuloksen johdosta päädyttiin tutkimaan myös sinkkiseoksia, niiden käyttöä käsiteltynä ajanjaksona, sekä ominaisuuksia ja restaurointimenetelmiä. Samoja seikkoja tutkittiin myös messingistä ja eri messinkiseoksista. Kultausmetodeja ja pintakäsittelyä tutkittiin hieman rajattua ajanjaksoa laajemmin.

Kellonkoteloiden rakenteeseen ja valmistusmenetelmiin olisi haluttu perehtyä tarkemmin, mutta tietoa ei yleisellä tasolla käsiteltäviä materiaalin muokkausmenetelmiä lukuun ottamatta löytynyt kovinkaan runsaasti. Tarkastelemalla erilaisia työstömenetelmiä yleisellä tasolla voitiin kuitenkin tehdä johtopäätöksiä kahden tutkittavan kellon koteloiden valmistusmenetelmistä.

XRF-analyysin avulla saavutettiin koteloiden materiaaleista täsmällinen selvitys joutumatta poistamaan alkuperäistä materiaalia tutkimusnäytteen vuoksi. Ilman kyseistä mittausta olisi materiaalien tunnistaminen ollut hyvin hankalaa ja olisi voitu tehdä virheellisiä päätelmiä.

Kellojen koteloita ja koneistoja tutkittiin ja ne dokumentoitiin kuvin. Kotelojen tutkiminen antoi konkreettista tietoa teoreettisen tutkimuksen tueksi. Työharjoittelussa opittu asetettiin testiin koneistojen huoltotoimenpiteissä, jolloin toinen kelloista palautuikin takaisin huollettavaksi väärän lyönnin takia. Lyönti oli helposti korjattavissa pienellä hammasrattaan asennon säädöllä. Tämä kuitenkin opetti jälleen hieman lisää kellojen koneistojen toiminnasta ja siitä monimutkaisesta vuorovaikutuksesta, jota kellon toiminta vaatii.

Tästä on hyvä jatkaa tutkimustyötä kirjan lukua varten. Erilaisia kellonkoteloita on syytä tutkia, jotta ymmärretään tarpeeksi niiden erilaisista rakentumistavoista. Lisäksi pintakäsittelyä on tutkittava edelleen, sillä se osa-alue jäi hieman suppeaksi.

Nämä kaksi kelloa ovat osoittaneet ajan kauan ennen meitä ja oikein huollettuina ne tulevat tekemään sen myös kauan sen jälkeen, kun meistä on aika jo jättänyt. Siitähän restauroinnissa ja konservoinnissa on kyse – säilyttää palasia historiasta sukupolvelta toiselle.

LÄHTEET

Alviola, Reijo; Kinnunen, Kari A.; Kojonen, Kari; Kärkkäinen, Niilo; Mäkitie, Hannu. 2004. Retkeilijän Kiviopas. Geologian tutkimuskeskus.

Ashurst, John; Ashurst, Nicola. 1989. Practical Building Conservation. Volume 1. Stone Masonry. Aldershot: Gover Technical Press Ltd.

Barnes, Nigel; Jordan, Austin. 2013. Maintaining longcase clocks: An owner's guide to maintenance, restoration and conservation. Marlborough: The Crowood Press LTD.

Britten, F. J. 1976. Watch and Clockmakers' Handbook. Dictionary and Guide. Suffolk : Baron Publishing Ltd.

Bruton, Eric. 1968. Clocks and watches. Middlesex : The Hamlyn publishing group LTD.

Bruton, Eric. 1967. Clocks and watches 1400–1900. London: Ebenzer Baylis and Son.

Carle, Donald de. 1975. Watch & Clock Encyclopedia. London. N.A.G. Press. 2. ed. 1959.

Chapman, Martin. 1994: Techniques of mercury gilding in the eighteenth century. Teoksessa Ancient & Historic metals. Conservation and scientific research. Toim. The J. Paul Getty Trust. 229–238.

Dimes, Francis G. 1990: Sedimentary rocks; Metamorphic rocks. Teoksessa Conservation of Building and Decorative Stone. Volume 1. Toim. Butterworth-Heinemann Ltd.

Holm, Knud. 1994: Production and restoration of nineteenth-century zinc sculpture in Denmark. Teoksessa Ancient & Historic metals. Conservation and scientific research. Toim. The J. Paul Getty Trust. 239–248.

Huhtamo, Osmo Eero; Ihalainen, Erkki. 1979. Metallialan aineoppi. Tampereen Kirjapaino Oy Tamprint

Kokki, Kari-Paavo. 2007. Kullalla aateloidut. Kullattua pronssia 1700-luvulta 1900-luvulle. Heinola: Heinolan kaupunki.

Kokki, Kari-Paavo. 2006: Huonekalut. Teoksessa Suomen antiikkiesineet. Kertaustyyli. Toim. Kari-Paavo Kokki. Weilin+Göös Oy. 74 – 97

Kähkönen, Yrjö; Lehtinen Martti 1998: Luku 2. Geologian peruskäsitteitä. Teoksessa Suomen kallioperä: 3000 vuosimiljoonaa. Toim. Yrjö Kähkönen, Pekka Nurmi ja Tapani Rämö. Helsinki: Suomen Geologinen Seura ry.

Larson, John 1990: The conservation of stone monuments in churches. Teoksessa Conservation of Building and Decorative Stone. Volume 2. Toim. Butterworth-Heinemann Ltd.

Milham, Willis I. 1947/1923. Time and timekeepers. New York: The MacMillan Company.

Nicholls, Andrew. 1982. English bracket and mantel clocks. Dorset: Blandford Books Ltd.

Nicholls, Andrew. 1975/1975. Clocks in color. Dorset: Blandford Books Ltd.

Räihä, Jorma. 2010: Kellot. Teoksessa Ihanaa antiikkia. Tunnista kertaustyylien esineet. Toim. Marketta Kotilainen. Porvoo: WS Bookwell Oy. 151–153.

Selonen, Olavi. 2010/2007. Tekninen tiedote nro 2: Suomalaiset luonnonkivimateriaalit. Helsinki: Kiviteollisuusliitto Ry

Selwyn, Lyndsie. 2004. Metals and Corrosion. A handbook for the conservation professional. Canada: Minister of public works and government services.

Seppälä-Kavén, Ulla. 2013. Muodon ajat: Katsaus muotoiluun 1800-luvun lopulta nykypäivään. Turku: Turun kaupungin painatuspalvelut.

Silvennoinen, Sakari. 2001/1984. Raaka-ainekäsikirja 3. Kuparimetallit. Helsinki: Metalliteollisuuden Keskusliitto Oy

Tamminen, Marketta 2006: Kertaustyyli. Teoksessa Suomen antiikkiesineet. Kertaustyyli. Toim. Kari-Paavo Kokki. Weilin+Göös Oy. 14 – 45

Tyler, E. J. 1982. Clock types. New York: Longman Inc.

Umney, Nick; Rivers, Shayne. 2003. Conservation of Furniture. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Untracht, Oppi. 1975/1968. Metal techniques for craftsmen. A basic manual of forming and decorating metals – with 769 illustrations. New York: Doubleday & Company, Inc.

Internet-lähteet

African lost-wax casting: bronze, copper, and brass. The Metropolitan Museum of Art. Saatavissa : http://www.metmuseum.org/toah/hd/brnz/hd_brnz.htm [Viitattu 1.3.2014]

An approach for the diagnosis of a worn brass bushing in a mechanical clock. Saatavissa : <http://www.abbeyclock.com/Broach5.html> [Viitattu 2.4.2012]

The art, form, and function of gilt bronze in the French interior. The Metropolitan Museum of Art. http://www.metmuseum.org/toah/hd/gilt/hd_gilt.htm [Viitattu 21.3.2014]

Care of Objects made of zinc. Minister of Public Works and Government Services Canada. Saatavissa : http://www.cci-icc.gc.ca/publications/notes/9-9_e.pdf [Viitattu 20.3.2014]

Caring for your metal objects. Victoria and Albert Museum. Saatavissa : <http://www.vam.ac.uk/content/articles/c/caring-for-your-metal-objects/> [Viitattu 1.3.2014]

Cleaning and Polishing Brass (II). Saatavissa : <http://www.abbeyclock.com/brass.html> [Viitattu 30.3.2014]

The cleaning, polishing, and protective waxing of brass and copper. Minister of Public Works and Government Services Canada. Saatavissa : http://www.cci-icc.gc.ca/publications/notes/9-3_e.pdf [Viitattu 25.3.2014]

Direct versus Indirect Casting of Small Bronzes in the Italian Renaissance. The Metropolitan Museum of Art. Saatavissa : http://www.metmuseum.org/toah/hd/bron/hd_bron.htm [Viitattu 21.3.2014]

Fire Gilding of Arms and Armor. The Metropolitan Museum of Art. Saatavissa : http://www.metmuseum.org/toah/hd/fire/hd_fire.htm [Viitattu 21.3.2014]

Kannettava XRF-spektrometriarkeologisessa tutkimuksessa: Menetelmän käyttö, rajoitteet & mahdollisuudet. Helsingin Yliopisto. Saatavissa :

http://www.academia.edu/3707772/Kannettava_XRF-spektrometri_arkeologisessa_tutkimuksessa_Menetelman_kaytto_rajoitteet_and_mahdollisuudet

[Viitattu 1.4.2014]

Marblack™ Slate Blacking 0216 012515. Saatavissa : <http://www.m-p.co.uk/muk/acrobat/tech/marblack.pdf> [Viitattu 1.3.2014]

Material safety data sheet. Saatavissa : http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/78052_SHD_ENG.pdf [Viitattu 10.4.2014]

The Practical Lubrication of Clocks and Watches, 2014. British Horological Institute. Saatavissa : http://www.nawcc-index.net/Articles/BTI-The_Practical_Lubrication_of_Clocks_and_Watches.pdf [Viitattu 10.4.2014]

The restoration and polishing of slate clock cases. Saatavissa :

<http://www.clockandwatchclub.com/articles/restoration/Marble%20Case%20Restoration.pdf>

[Viitattu 1.3.2014]

Sculpture and statuary. Lapada. The association of art & antiques dealers. Saatavissa :

<http://www.lapada.org/p/advice-%26-information/care-of-antiques/sculpture-and-statuary> [Viitattu 12.4.2014]

Spelter figure group. Saatavissa :

<http://onceandfuturethings.blogs.lincoln.ac.uk/files/2012/05/BENEDICTPDF.pdf> [Viitattu 3.4.2014]

Tietoa messingistä. Saatavissa : <http://www.metallcenter.fi/Messinki.aspx> [Viitattu 21.3.2014]

Types of brass. Saatavissa : <http://www.copperinfo.co.uk/alloys/brass/downloads/117/117-section-6-types-of-brass.pdf> [Viitattu 21.3.2014]

Orientoivat lähteet:

Brief history of brass. Saatavissa :

<http://www.copperinfo.co.uk/alloys/brass/downloads/117/117-section-8-brief-history-of-brass.pdf>

Cipolla, Carle M. 1978/1967. Clocks and culture. W. W. Norton & Company, Inc.

Ethics in the conservation and restoration of early brass instruments. Saatavissa :

http://www.historicbrass.org/portals/0/documents/journal/HBSJ_1989_JL01_003_Barclay_1538.pdf

Kellosepän terminologiaa. Kellohuolto Loppela. Saatavissa :

<http://www.kellohuoltoloppela.com/Termi.htm>

Refinishing a brass clock case or mechanism. Saatavissa :

<http://www.nawcc59.org/photos/Refinishing%20a%20Brass%20Clock%20Case%20or%20Mechanism.pdf>

Sinkkiseokset. Saatavissa : http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/metals_zinc.pdf

KUVALUETTELO

Kuvat ovat tekijän ottamia, jos muuta lähdettä ei mainita.

Kuva 1. Kreikkalaista temppeliä jäljittelevä kellokotelo 1800-luvun lopulta. Lähde: Nicholls, Andrew. 1975/1975. Clocks in color. Dorset: Blandford Books Ltd.

Kuva 2. Messingistä valmistettu kellotaulua ympäröivä kehys kaappikellossa. Lähde: Nicholls, Andrew. 1975/1975. Clocks in color. Dorset: Blandford Books Ltd.

Kuva 3. Luurankokello vuodelta 1840 ilman lasikupua. Lähde: Heuer, Peter; Maurice, Klaus. 1988. European pendulum clocks. Decorative instruments of measuring time. Pennsylvania: Schiffler Publishing LTD.

Kuva 4. Bulle. Lähde: Bruton, Eric. 1968. Clocks and watches. Middlesex : The Hamlyn publishing group LTD.

Kuva 5. Eureka. Lähde: Antique clocks. Identification and price guide. Saatavissa : <http://www.antiqueclockspriceguide.com/pages/clock6985.php> [Viitattu 2.4.2012]

Kuva 6. Judend- kaappikello. Lähde: Fiell, Charlotte; Fiell, Peter. 1999. Design of the 20th century. Köln: Benedict Taschen Verlag GmbH.

Kuva 7. Jouseton kello. Lähde: Bruton, Eric. 1968. Clocks and watches. Middlesex : The Hamlyn publishing group LTD.

Kuva 8. Mystery-kello. Lähde: Bruton, Eric. 1968. Clocks and watches. Middlesex : The Hamlyn publishing group LTD.

Kuva 9. Metamorfoosi. (Metamorphic rocks, 2014) Lähde Metamorphic rocks. Bitesize. Saatavissa : http://www.bbc.co.uk/bitesize/ks3/science/environment_earth_universe/rock_cycle/revision/5/ [Viitattu 12.4.2014]

Kuva 10. Englantilainen ja ranskalainen kellokotelo 1800-luvulta. Lähde Nicholls, Andrew. 1982. English bracket and mantel clocks. Dorset: Blandford Books Ltd.

Kuva 11. Kaksi esimerkkiä kivisten kellokoteloiden rakentumistavasta. Lähde: The restoration and polishing of slate clock cases. Saatavissa :

<http://www.clockandwatchclub.com/articles/restoration/Marble%20Case%20Restoration.pdf>

[Viitattu 1.3.2014]

Kuva 12. Kivi-intarsiakappale. Lähde The restoration and polishing of slate clock cases. Saatavissa : <http://www.clockandwatchclub.com/articles/restoration/Marble%20Case%20Restoration.pdf>

[Viitattu 1.3.2014]

Kuva 13. Moniosainen muotti. Bronze age casting. The Smithsonian's museum of asian art.

Saatavissa : <https://www.asia.si.edu/explore/china/bronzes/casting.asp> [Viitattu 1.3.2014]

Kuva 14 Technical and art-historical terms related to the study of works. Antico. Saatavissa :

<http://www.nga.gov/exhibitions/2011/antico/glossary.shtm> [Viitattu 12.4.2014]

Kuva 15. Polttokultauksen työvaiheet. From the goldsmith's point of view. Studies of Objects: manufacturing skills and alloy selection. Saatavissa :

<http://archeosciences.revues.org/2269?lang=en#illustrations> [Viitattu 12.4.2014]

Kuva 16. Korroosiota sinkkipatsaassa. Exhibitions: Steinberg Family Sculpture Garden. Brooklyn museum. Saatavissa : http://www.brooklynmuseum.org/exhibitions/sculpture_garden/lion.php

[Viitattu 12.4.2014]

Kuva 17. Uusrokookello edestä.

Kuva 18. Ludvig XVI -kertaustyylinen kello edestä.

Kuva 19. Figuurin käsivarren murtuma.

Kuva 20. Kalsiumkarbonaattitesti laimealla suolahappoliuoksella.

Kuva 21. Kotelon osat toisistaan irrotettuina.

Kuva 22. Marmorijalustan koristerosetti ja kultamaalia.

Kuva 23. Kellonkotelon irrotettava koriste.

Kuva 24. Kotelo ilman koristetta.

Kuva 25. Telkilaite.

Kuva 26. Rasvattu jousi.

Kuva 27. Puhdistettu jousikotelo

HARRODS LTD **LONDON, S.W**

J 13.—Louis XV 8-day Finely Finished Wood and Bronze Ormolu Long Case Striking Clock. Height 61 ins. Serial No. 123456789. **£120 0 0**

J 14.—8-day Mahogany and of the old "Humbler" Case. Height 45 ins. Serial No. 987654321. **£25 0 0**

J 15.—Louis XVI 8-day White Marble and Bronze Gilt French Striking Clock. Height 45 ins. Serial No. 1122334455. **£55 0 0**

J 16.—Louis XIV 8-day Finely Finished Wood and Ormolu Bronze Carrel French Striking Clock. Height 61 ins. Serial No. 2233445566778899. **£80 0 0**

J 17.—Bronze Gilt Striking Clock with Ormolu Finishes. Height 45 ins. Serial No. 33445566778899. **£30 0 0**

J 18.—Louis XV 8-day White Marble and Bronze Gilt French Striking Clock. Height 45 ins. Serial No. 445566778899. **£55 0 0**

J 19.—Louis XVI 8-day White Marble and Bronze Gilt French Striking Clock. Height 45 ins. Serial No. 5566778899. **£55 0 0**

J 20.—Louis XV 8-day White Marble and Bronze Gilt French Striking Clock. Height 45 ins. Serial No. 66778899. **£55 0 0**

Lähde: Furniture by Harrods Ltd. 1989/1900. London: Schiffler Publishing Ltd.

HARRODS Ltd. **LONDON, S.W.**

No. 1—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 2—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 3—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 4—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 5—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 6—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 7—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 8—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 9—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 10—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 11—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 12—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 13—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 14—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

No. 15—A fine Mahogany Clock with a large Dial and Roman numerals. Price £12 6s.

Lähde: Furniture by Harrods Ltd. 1989/1900. London: Schiffler Publishing Ltd.

Kovuus	Mineraali	Naarmuttaja
1	Talkki	
2	Kipsi	
3	Kalkkisälpä	Kynsi (2,5)
4	Fluorisälpä	Messinkiraha (3,5)
5	Apatiitti	Ikkunalasi (5)
6	Kalimaasälpä	
7	Kvartsi	Teräspiikki (6,5)
8	Topaasi	
9	Korundi	Smirgeli (9)
10	Timantti	

Lähde: Selonen, Olavi. 2010/2007. Tekninen tiedote nro 2: Suomalaiset luonnonkivimateriaalit.

Helsinki: Kiviteollisuusliitto Ry

Verkkokaupassa myynnissä oleva Ludvig XVI -kertaustyylinen kello mustalla marmorijalustalla.

M Furniture - 19c French Gilt





antiques.malleries.com/19c-french-gilt-spelter-astronomer-at-study-cherub-mantle-clock-i-21241-s-129.html


NEW ARRIVALS | FURNITURE | FINE ART | JEWELRY | DESIGNER FASHION | SUBSCRIBE! | SELL WITH US!

MALLERIES > Furniture > ThisArt Gallery > Clocks > 19c French Gilt Spelter Astronomer At Study Cherub Mantle Clock

Shop By Category

- » Shop Home
- » New Arrivals
- » Decorative Art
- » Wristwatches
- » Furniture
- » Pocket Watches
- » **Clocks**
- » Lighting
- » Rugs
- » Art Glass
- » Paintings
- » Coins
- » Bronzes
- » Porcelain
- » Pens
- » Furs
- » Art
- » Collectibles
- » Instruments
- » Vanity
- » LALIQUE

Share With Friends    



19c French Gilt Spelter Astronomer At Study Cherub Mantle Clock
Malleries: Furniture: French Clock, Cherub, Mantle Clock,

PRICE: \$4,500.00 (USD)

Shipping Continental US: **\$75.00**
We Ship Worldwide: [Request Quote](#)

BUY NOW

In Stock: 1 Available
Item Number: MAL129-21241
Model: Furniture

Splendid 19th century French dore and patina spelter and marble mantle clock with the Paris foundry mark a white enamel dial, Roman numeral hour designations, moon form hands, the case depicts a scholarly cherub sitting on books with paper and pen in hand in deep contemplation beside a compass and astral globe finial, the marble base raised on four bronze toupee feet, chimes on the half hour and hour, keeps great time and would make a charming gift or addition to any fine collection.


SIZE: 11 1/2" length x 4 1/2" width x 12 1/2" Height.
CONDITION: Some crazing to the enamel dial, a small chip the glass dial cover near 3 o'clock and near 11 o'clock, these are normal wear cosmetic issues, overall this charming clock is in very good working condition.

Lähde: antiques.malleries.com/19c-french-gilt-spelter-astronomer-at-study-cherub-mantle-clock-i-21241-s-129.html

Verkkokaupassa myynnissä oleva Ludvig XVI -kertaustyylinen kello valkoisella marmorijalustalla.

herub with Cel

mostlyclocks.com/product/beautiful-cherub-with-celestial-globe-clock/



Beautiful Cherub with Celestial Globe Clock

Origin: France
Movement: Samuel Marti
Serial: n/a
Style: n/a
Age: 1870

Product enquiry




Product enquiry

Assistance: (416) 782-3800

Search this website...

Free Newsletter

Be the first to know about new products on MostlyClocks.com, plus, enjoy tips about buying and caring for your treasured antiques. It's free to join and your email is kept strictly confidential.

Lähde: <http://mostlyclocks.com/product/beautiful-cherub-with-celestial-globe-clock/>

















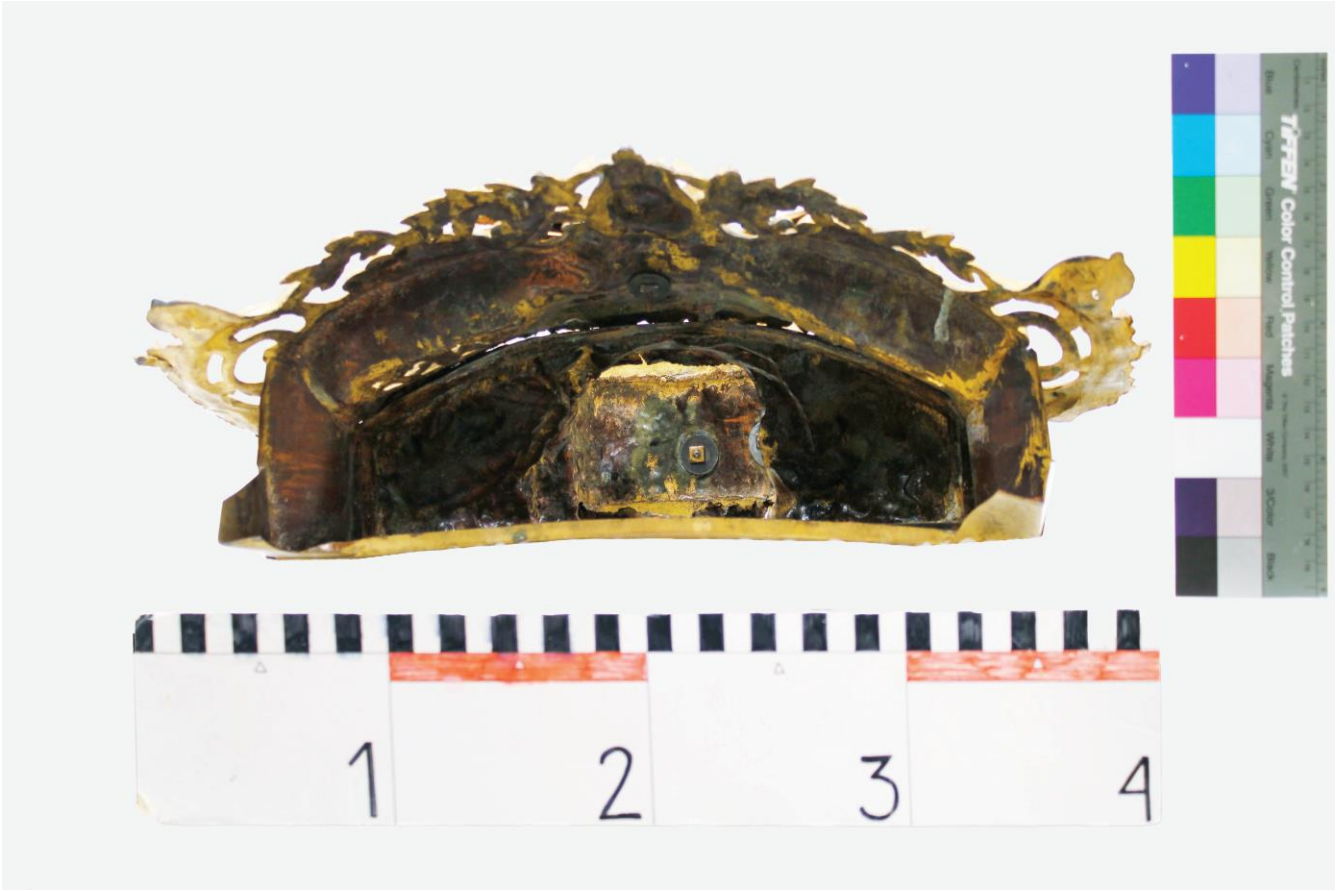
























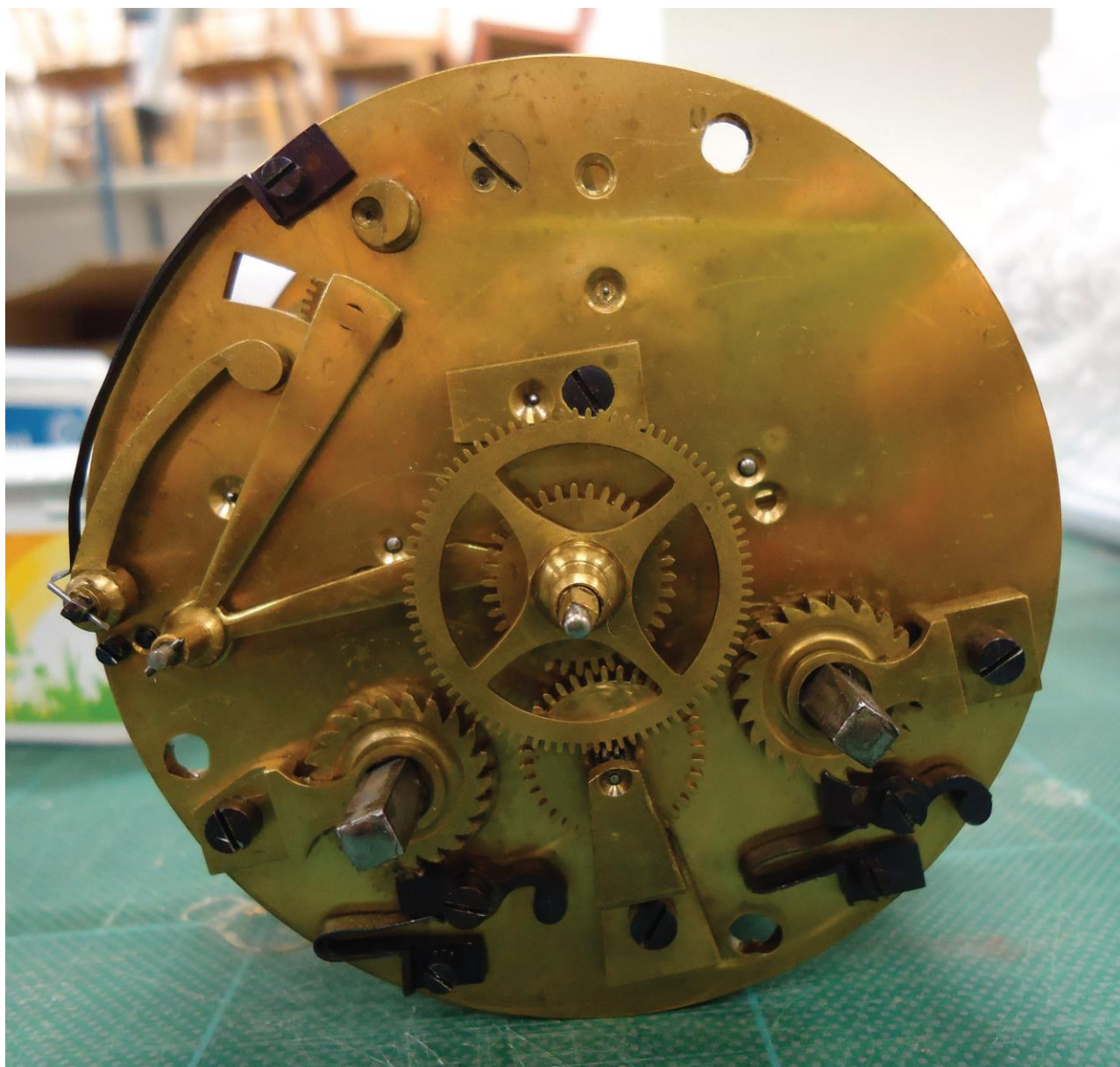
Uusrokokookello, kuva etualan koristeesta takaa.

LIITE 26







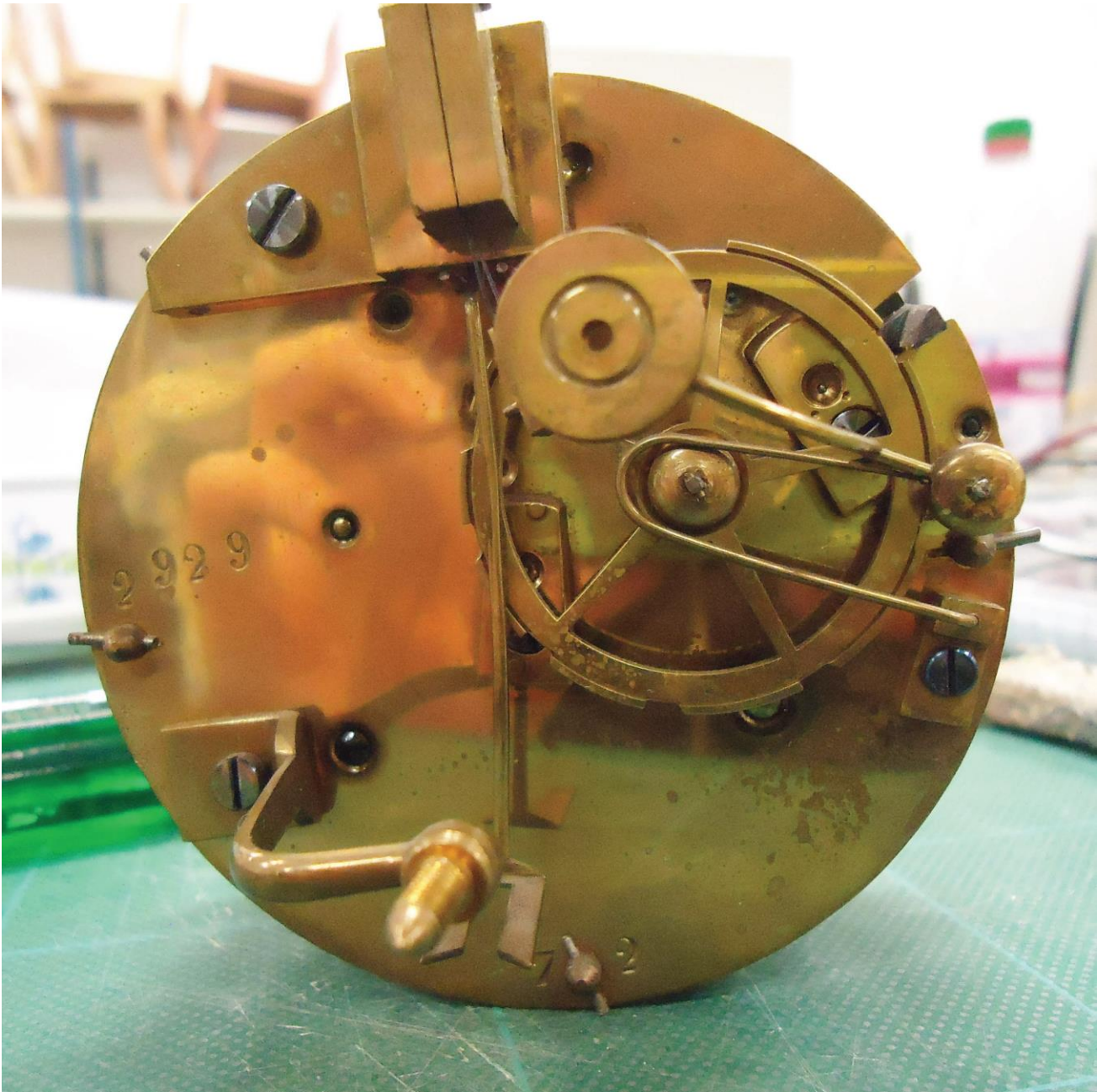


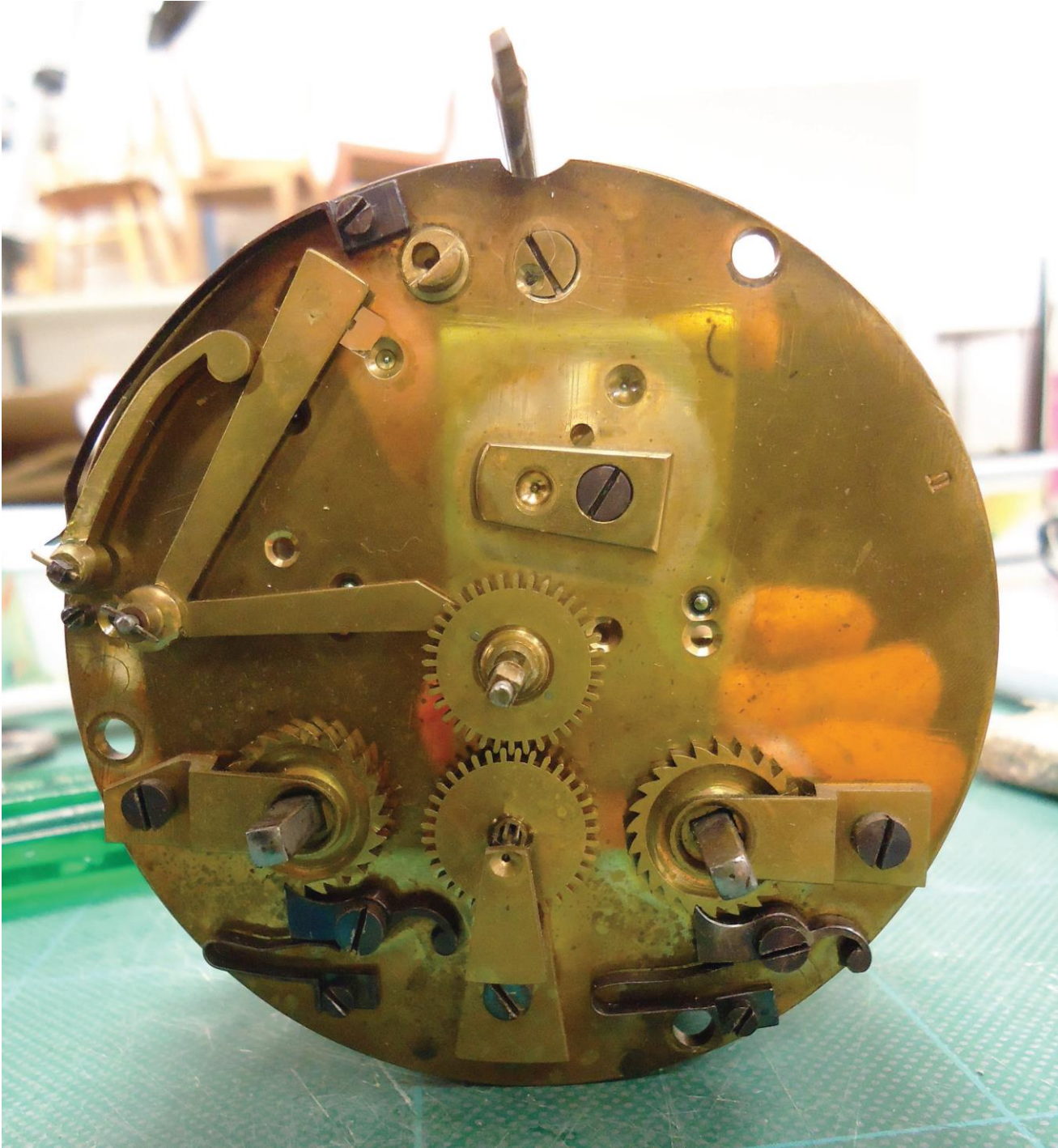










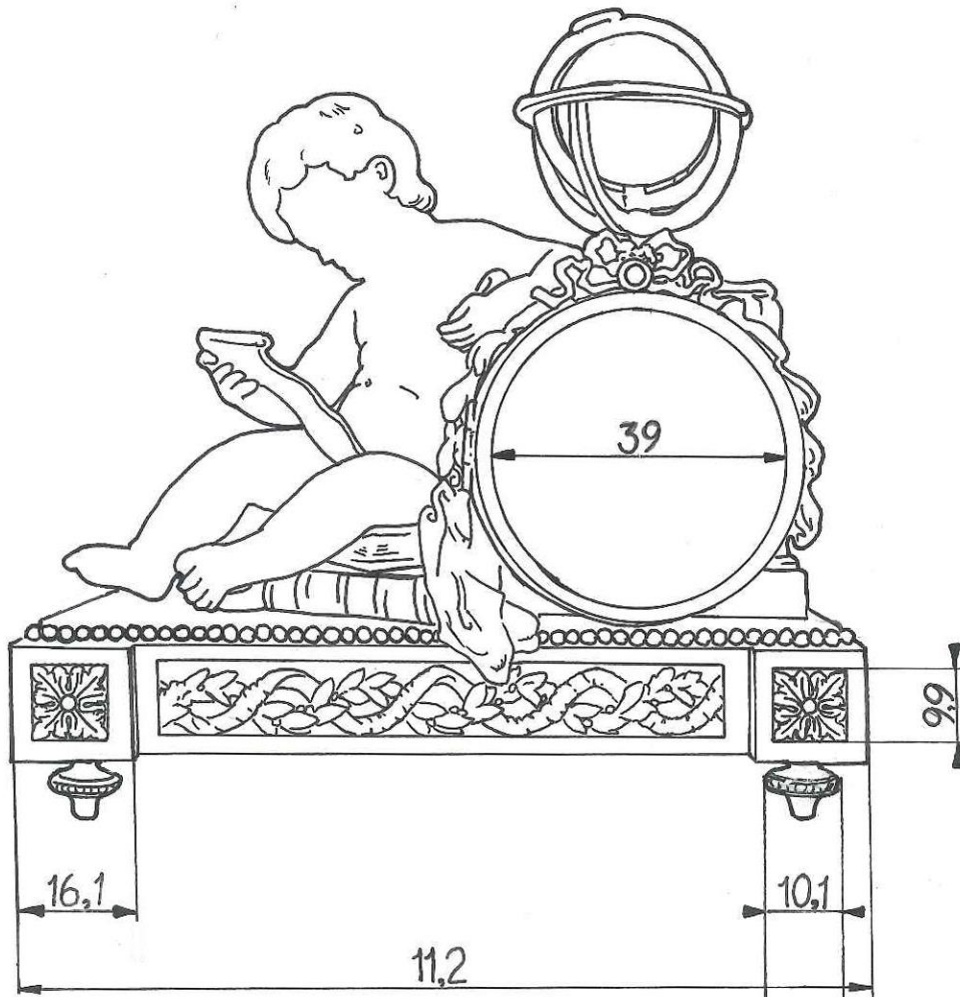




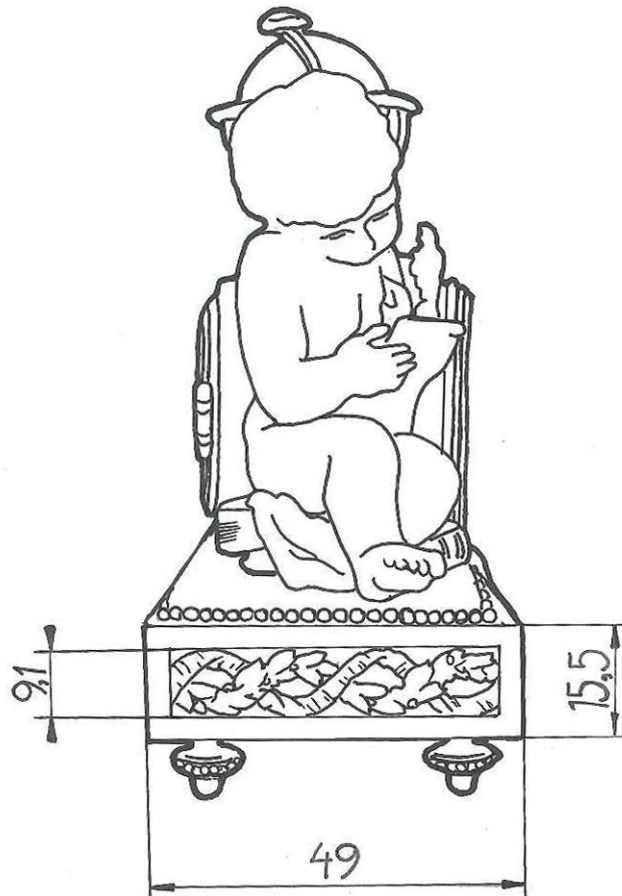




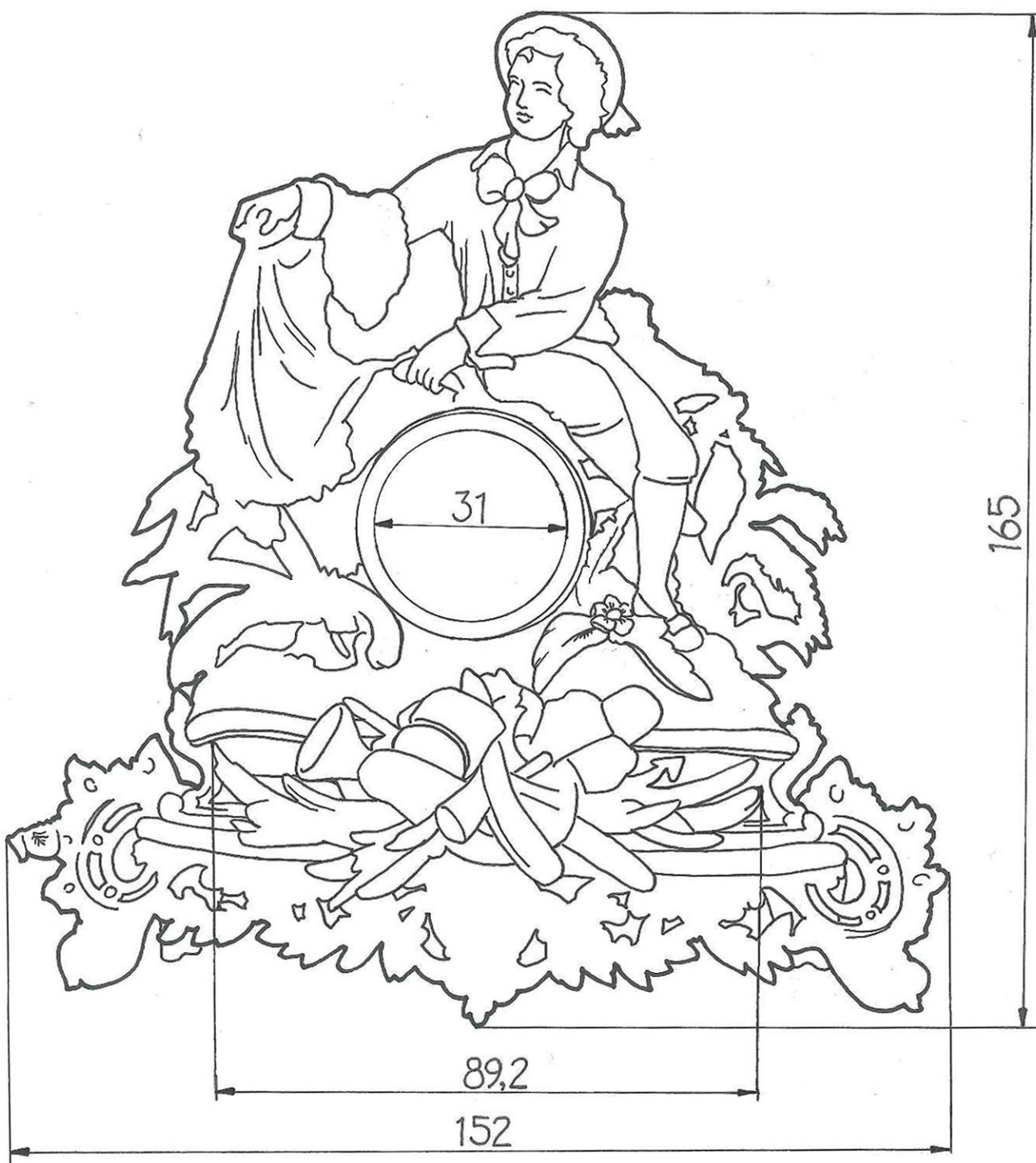




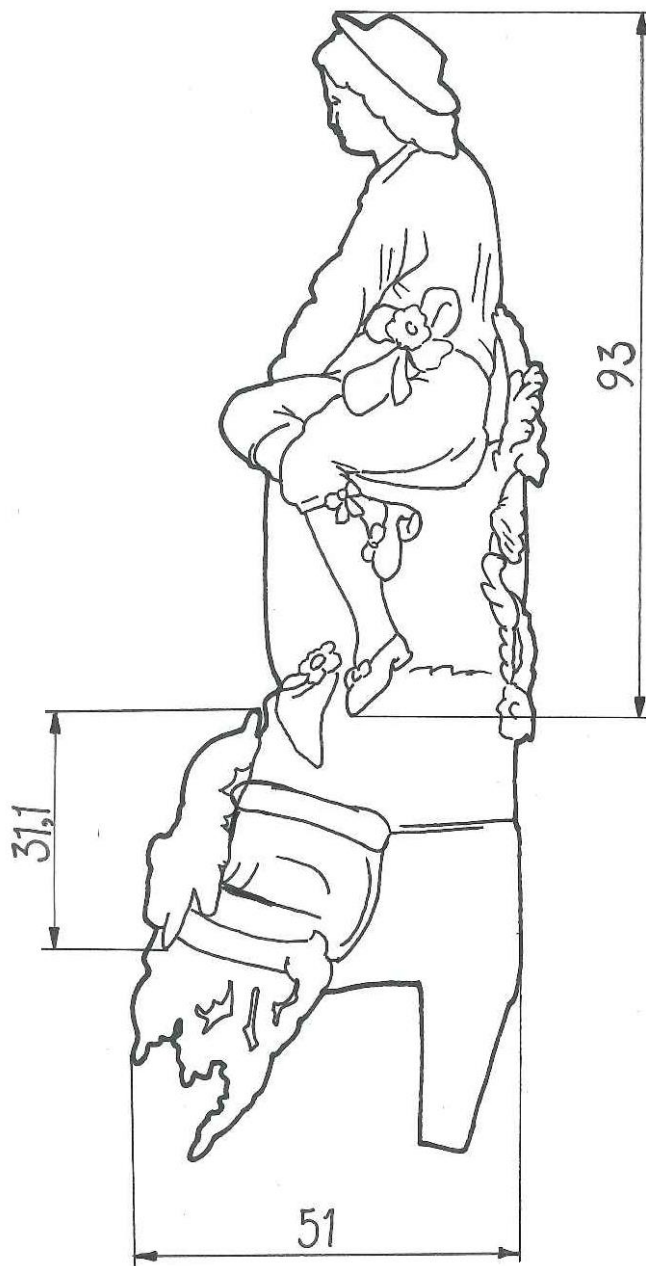
Kymenlaakson AMK	Suhde	☉	Päiväys	Nimi
	1,25	Piirt Tark	15.3.2014	K. Ilmonen
Marmorijalustainen Kellokot.				



Kymenlaakson AMK	Suhde		Päiväys	Nimi
	1,25	Piirt Tark	15.3.2014	K. Ilmonen
Marmorijalustainen Kellokot.				



Kymenlaakson AMK	Suhde	☉▶	Päiväys	Nimi
	1,25	Piirt Tark	15.3.2014	K. Ilmonen
Valettu Kellokotelo				



Kymenlaakson AMK	Suhde	☉▶	Päiväys	Nimi
	1,25	Piirt Tark	15.3.2014	K. Ilmonen
Valettu Kellokotelo				



Thermo Fisher Scientific
 2 Radcliff Road
 Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 68
 Mode General Metals
 Time 2014-03-19 14:06
 Duration 44.39
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *6.18
 Alloy2 No Match : *6.45
 Flags ModCF Set 14
 SAMPLE
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	1.327	±	0.059
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	90.635	±	0.537
Cu	3.261	±	0.060
Ni	0	:	N/A
Co	0	:	N/A
Fe	0.146	±	0.017
Mn	0	:	N/A
Cr	0.527	±	0.027
V	0.044	±	0.018
Ti	0.232	±	0.022
Al	0.650	±	0.201
S	0	:	N/A
P	0.111	±	0.021
Si	2.301	±	0.080
Mg	0	:	N/A

Supervised By: _____



Thermo Fisher Scientific
 2 Radcliff Road
 Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 69
 Mode General Metals
 Time 2014-03-19 14:08
 Duration 42.47
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *5.95
 Alloy2 No Match : *6.17
 Flags ModCF Set 14
 SAMPLE
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	*0.926	±	0.063
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	88.554	±	0.615
Cu	*2.740	±	0.070
Ni	0	:	N/A
Co	0	:	N/A
Fe	0.151	±	0.022
Mn	0	:	N/A
Cr	0.426	±	0.033
V	0	:	N/A
Ti	0.184	±	0.026
Al	1.699	±	0.249
S	0	:	N/A
P	0.131	±	0.023
Si	4.469	±	0.123
Mg	0	:	N/A

Supervised By: _____

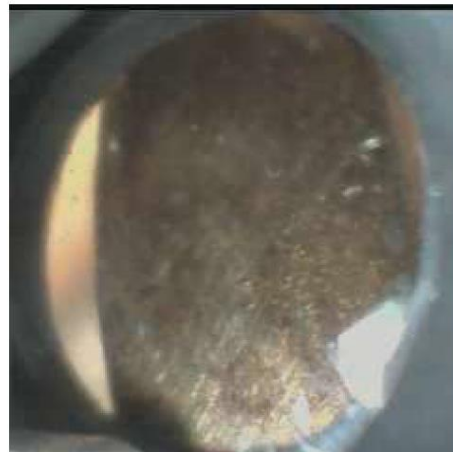


Thermo Fisher Scientific
 2 Radcliff Road
 Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 72
 Mode General Metals
 Time 2014-03-19 14:17
 Duration 43.22
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *4.94
 Alloy2 No Match : *4.94
 Flags ModCF Set 14
 SAMPLE
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	*0.597	±	0.028
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	0.156	±	0.024
Se	0	:	N/A
Au	1.543	±	0.120
W	0	:	N/A
Zn	*7.182	±	0.091
Cu	89.209	±	0.261
Ni	0.036	±	0.018
Co	0	:	N/A
Fe	0.050	±	0.013
Mn	0	:	N/A
Cr	0	:	N/A
V	0.027	±	0.008
Ti	0.034	±	0.008
Al	0	:	N/A
S	0	:	N/A
P	0.663	±	0.035
Si	0.502	±	0.042
Mg	0	:	N/A

Supervised By: _____



Thermo Fisher Scientific
 2 Radcliff Road
 Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 71
 Mode General Metals
 Time 2014-03-19 14:12
 Duration 42.76
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *5.11
 Alloy2 No Match : *6.02
 Flags ModCF Set 14
 SAMPLE
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	*0.432	±	0.015
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	0.078	±	0.009
Se	0	:	N/A
Au	1.458	±	0.065
W	0	:	N/A
Zn	4.835	±	0.078
Cu	*80.777	±	1.083
Ni	0	:	N/A
Co	0	:	N/A
Fe	0.065	±	0.008
Mn	0	:	N/A
Cr	0.055	±	0.005
V	0.030	±	0.003
Ti	0.035	±	0.003
Al	2.751	±	1.085
S	2.425	±	0.542
P	2.608	±	0.247
Si	4.434	±	0.398
Mg	0	:	N/A

Supervised By: _____



Thermo Fisher Scientific
 2 Radcliff Road
 Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 48
 Mode General Metals
 Time 2014-03-14 11:52
 Duration 32.05
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 C260CartBs : 0.00
 Alloy2 No Match : *3.18
 Flags ModCF Set 14
 SAMPLE
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0.006	±	0.003
Pb	0	:	N/A
Se	0.053	±	0.005
Au	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	30.219	±	0.068
Cu	69.709	±	0.076
Ni	0	:	N/A
Co	0	:	N/A
Fe	0	:	N/A
Mn	0	:	N/A
Cr	0	:	N/A
V	0	:	N/A
Ti	0	:	N/A
Al	0	:	N/A

Supervised By: _____



Thermo Fisher Scientific
 2 Radcliff Road
 Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 49
 Mode General Metals
 Time 2014-03-14 11:55
 Duration 41.78
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *6.47
 Alloy2 No Match : *6.47
 Flags ModCF Set 14
 SAMPLE
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	5.988	±	0.097
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	13.601	±	0.187
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	39.459	±	0.266
Cu	38.975	±	0.268
Ni	0	:	N/A
Co	0	:	N/A
Fe	0.051	±	0.024
Mn	0	:	N/A
Cr	0.105	±	0.017
V	0.064	±	0.013
Ti	0.159	±	0.016
Al	0.365	±	0.147
S	0	:	N/A
P	0.784	±	0.030
Si	0.441	±	0.044
Mg	0	:	N/A

Supervised By: _____



Thermo Fisher Scientific
 2 Radcliff Road
 Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 50
 Mode General Metals
 Time 2014-03-14 11:58
 Duration 41.55
 Units %
 Sigma Value 2
 Sequence Final
 Alloy1 No Match : *5.75
 Alloy2 No Match : *5.75
 Flags ModCF Set 14
 SAMPLE
 HEAT
 LOT
 BATCH
 MISC
 NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0.061	±	0.017
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0	:	N/A
Pb	0.064	±	0.031
Se	0.140	±	0.028
Au	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	*47.491	±	0.293
Cu	*47.119	±	0.288
Ni	0	:	N/A
Co	0	:	N/A
Fe	0	:	N/A
Mn	0	:	N/A
Cr	0.130	±	0.019
V	0	:	N/A
Ti	0.020	±	0.009
Al	0.411	±	0.182
S	0	:	N/A
P	*4.079	±	0.067
Si	0.429	±	0.054
Mg	0	:	N/A

Supervised By: _____



Thermo Fisher Scientific
2 Radcliff Road
Tewksbury, MA 01876 USA

Certificate of Verification

XL3t-89184

Reading No 53
Mode General Metals
Time 2014-03-14 12:14
Duration 42.45
Units %
Sigma Value 2
Sequence Final
Alloy1 No Match : *5.62
Alloy2 No Match : *5.62
Flags ModCF Set 14
SAMPLE
HEAT
LOT
BATCH
MISC
NOTE



	%	±	Error
Sb	0	:	N/A
Sn	0	:	N/A
Cd	0	:	N/A
Pd	0	:	N/A
Ag	0	:	N/A
Ru	0	:	N/A
Mo	0	:	N/A
Nb	0	:	N/A
Zr	0	:	N/A
Bi	0.038	±	0.019
Pb	0.172	±	0.035
Se	0	:	N/A
Au	0	:	N/A
W	0	:	N/A
Zn	64.226	±	0.403
Cu	34.208	±	0.272
Ni	0	:	N/A
Co	0	:	N/A
Fe	0.036	±	0.017
Mn	0	:	N/A
Cr	0.061	±	0.015
V	0	:	N/A
Ti	0.025	±	0.008
Al	0	:	N/A
S	0	:	N/A
P	0.355	±	0.024
Si	0.865	±	0.052
Mg	0	:	N/A

Supervised By: _____

Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon marmorijalustaan istutettu metallinen kiinnitystulppa kierteillä.



Ludvig XVI -kertaustyyllisen kellon ontto kerubifiguuri ja messinkisen paperikäärön kiinnitysmutteri.





