



POMPEJIN PIGMENTIT
MATERIAALITUTKIMUKSELLINEN NÄKÖKULMA ANTIIKIN TAITEESEEN

Hanne Mannerheimo
Museologian pro gradu –tutkielma
Taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2014

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Tiedekunta – Faculty Humanistinen tiedekunta	Laitos – Department Taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos
Tekijä – Author Hanne Mannerheimo	
Työn nimi – Title Pompejin pigmentit – Materiaalitutkimuksellinen näkökulma antiikin taiteeseen	
Oppiaine – Subject Museologia	Työn laji – Level Pro gradu
Aika – Month and year 05/2014	Sivumäärä – Number of pages 88s. + liitteet 32s.
<p>Tiivistelmä – Abstract</p> <p>Tämän pro gradu-tutkielman tarkoituksena on perehdyttää lukija konservoinnin materiaalitutkimusten kautta muinaisen Pompejin pigmentteihin ja niiden nykyaikaisiin tutkimusmenetelmiin. Tutkielman aineisto koostuu 2000-luvulla luonnontieteellisten alojen soveltavissa julkaisusarjoissa esitellyistä pigmenttitutkimuksista ja niiden tuloksista. Tutkielman aineistona olevien tutkimusjulkaisujen kohteina ovat sekä Pompejin kaivausalueella <i>in situ</i> että Napolin Arkeologiseen Kansallismuseoon siirrettyjen maalausten pigmentit ja niiden kokemat muutokset. Osa näyteaineistosta muodostuu Pompejin alueelta nykyaikaisissa tutkimuskaivauksissa esiinkaiveetuista seinämaalausfragmenteista ja jo aiemmissa kaivauksissa esiinkaivettujen pigmenttipurkkien sisällöstä. Maalauksia ja maalausfragmenteja raportoidaan tutkituksi kohteista the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24), the Temple of Venus (VII 1,5), the House of the wedding of Hercules (VII 9,47), the House of Golden Bracelet (VI17,42) ja Insula dei Centenario (IX8).</p> <p>Tähän tutkielmaan valikoitujen julkaisujen tutkimusryhmät ovat monitieteellisiä ja monikanallisia. Ne ovat hyödyntäneet tutkimuksissaan sekä <i>non-destruktiivisia</i> eli näytettä tuhoamattomia että <i>non-invasiivisia</i> eli kohteeseen kajoamattomia analyysimenetelmiä. Tutkimusjulkaisuissa korostuu analyysimenetelmien laaja kirjo ja monianalyysien tarve tutkittaessa konservointikohteille tyypillisesti luonteeltaan hyvin heterogeenisiä näytteitä. Useaa eri tutkimusmentelmää yhdistämällä on selvitetty mm. pigmenttipartikkelien alkuaineita, molekyyli- ja kiderakenteita, pigmenttien ja ympäristön muutostuotteita ja tänä päivänä silmällä havaitsemattomissa olevien pigmenttien läsnäoloa. Myös pigmenttien sekoitustapoja ja maalaustekniikoita on tutkittu.</p> <p>Pompejin pigmenttipaletti on pääpiirteittäin tunnistettu, mutta mielenkiintoisia tutkimuskohteita on tarjolla vielä useita sekä pigmenttien tunnistuksissa että niiden muutosten tutkimuksen parissa.</p>	
Asiasanat – Keywords Pompeji, seinämaalaus, pigmentit, konservointi, materiaalitutkimus, in situ, non-destructive, non-invasive	
Säilytyspaikka – Depository	
Muita tietoja – Additional information	

POMPEJIN PIGMENTIT – MATERIAALITUTKIMUKSELLINEN NÄKÖKULMA ANTIIKIN
TAITEESEEN

1	Johdanto	3
1.1	Materiaalitutkimukset osana konservointia ja kohteen dokumentointia.....	5
1.2	Pompejin seinämaalaukset ja pigmenttitutkimusten historiaa	10
1.3	Metodit ja lähestymistavat aiheeseen.....	11
2	Antiikin auktorien värit	16
2.1	Valkoiset väriaineet.....	16
2.2	Siniset väriaineet	18
2.3	Violetit väriaineet.....	19
2.4	Punaiset väriaineet	20
2.5	Keltaiset väriaineet.....	22
2.6	Vihreät väriaineet.....	23
2.7	Mustat ja ruskeat väriaineet	25
3	Kaivausten aloittamisen jälkeiset tutkimukset.....	26
3.1	Selim Augustin pigmenttitutkimukset 1900-luvulla	30
3.1.1	Valkoiset värit	31
3.1.2	Siniset värit.....	33
3.1.3	Violetit ja punaiset värit	33
3.1.4	Keltaiset värit	34
3.1.5	Vihreät värit	35
3.1.6	Mustat ja harmaat värit.....	36
3.2	Tutkijat 1900-luvun loppupuolella.....	36
4	Modernit monitieteelliset pigmenttitutkimukset.....	38
4.1	Tutkijat ja julkaisukanavat	40
4.2	Kohteet ja näyttöet.....	42
4.3	Nykyaikaiset analyysimenetelmät.....	46
4.3.1	Sävymittaukset ja näkyvän valon spektri.....	48
4.3.2	Mikroskopiointi.....	49
4.3.3	Kemialliset analyysit.....	50
4.3.4	Muut analyysimenetelmät	55
4.4	Pompejin väripaletti	55
4.4.1	Siniset pigmentit.....	56
4.4.2	Punaiset pigmentit.....	61
4.4.3	Vihreät pigmentit	69
4.4.4	Keltaiset pigmentit	72
4.4.5	Valkoiset pigmentit	73
4.4.6	Mustat, ruskeat ja harmaat pigmentit.....	75
4.5	Värien sävytystekniikoita.....	76
5	Päätäntä	79
	Lähteet ja aineisto	82
	Liitteet	88

1 JOHDANTO

Pompejin kaivauksista pidettiin 1990-luvun puolivälissä kansainvälinen kongressi, jossa vahvistettiin Italian arkeologisten viranomaisten myöntävän tutkimuslupia vapaammin kansainvälisille tutkimusryhmille. Kongressissa sovittiin myös, että uusia kaivausalueita ei avata vaan tutkimustyössä keskitytään dokumentoimaan ja konservoimaan ne alueet rakennuksineen, jotka 1700- ja 1800-luvuilla sekä osin 1900-luvulla on kaivettu esiin. Suomalainen Helsingin yliopiston Pompejin-tutkimusprojekti *Expeditio Pompeiana Universitatis Helsingiensis* (EPUH) aloitti toimintansa professori Paavo Castrénin johdolla vuonna 2002. Suomalainen Pompejin tutkimuksen historia ulottuu kuitenkin 1930-luvulle saakka, jolloin Helsingin yliopiston roomaanisen filologian professori Veikko Väänänen aloitti tutkimuksensa kaivausalueella. Itse pääsin toimimaan osana Paavo Castrénin projektia silloisen EVTEK Ammattikorkeakoulun interiöörikonservoinnin opiskelijana, ensin työharjoittelijana ja päättötyöntekijänä sekä lopulta palkattuna assistenttina vuonna 2007 pidetyn Domus Pompeiana -näyttelyn työryhmässä ja FT, kemisti Ulla Knuutisen johtamissa pigmenttitutkimuksissa. Suomalaisen EPUH-projektin tutkimusalueena on kortteli (*lat. insula*) numero kolme alueella (*lat. regio*) yhdeksän. Pompejilaisen litteroinnin mukaan tutkimusalueen osoite on IX3. Kun tarkoituksena on identifioida kunkin rakennuksen sisäänkäynnit korttelissa nimetään ne oman kortteli-kohtaisen juoksevan numerointinsa mukaan. Suomalaisen tutkimusryhmän johtajana toimi vuoteen 2007 saakka emeritusprofessori Paavo Castrén ja sittemmin dosentti Antero Tammisto. EPUH-tutkimusryhmän kohteena oleva kortteli on kuvassa 1. merkitty violetilla värillä.



Kuva 1. Vuonna 2008 Pompejissa toimi tutkimusryhmiä Italian lisäksi 12 eri maasta. © EPUH

Amos Anderssonin taidemuseossa järjestetyssä tutkimusta esittelevässä näyttelyssä tuotiin esiin korttelin suurimman asuinrakennuksen Marcus Lucretiuksen talon, *Casa di Marco Lucrezio*, uusimpien tutkimusten tuloksia. Näyttelyssä esiteltiin mm. arkeologisen tutkimuksen saavutukset vuoden 79 jKr. kerrosta edeltävistä kerroksista ja pahoin vaurioituneiden, neljättä pompejilaista seinämaalaustyylillä edustavien seinämaalausten taidehistoriallinen ja luonnontieteellinen tutkimus. Aloittaessamme Marcus Lucretiuksen talon seinämaalausten pigmenttitutkimukset vuonna 2004 huomasimme, että vuosikymmenen sisällä julkaistuja artikkeleita alueen pigmenttitutkimuksista oli verrattain vähän, muutamia *Soprintendenza Archeologica di Pompeiin* toimesta tehtyjä tutkimuksia, kuten esimerkiksi *Insula dei Casti Amantin (IX 12)* pigmenttitutkimuksia lukuun ottamatta¹. Kattavimmat kemialliset analyysit Pompejin kauppojen raunioista löydetuille raakapigmenteille on tehnyt professori Selim Augusti 1900-luvun puolivälissä². Useat uudemmat, lähempänä 2000-lukua julkaistut, pigmenttien tunnistukseen keskittyvät julkaisut käsittelevät antiikin Rooman seinämaalausten materiaaleja yleisesti ympäri Rooman aluetta. Pompeji mainitaan usein, mutta suurin osa tutkimusten kohteista sijaitsivat Roomassa tai muualla Italiassa sekä Sveitsissä ja Iso-

¹ Varone & Bearat 1997

² Augusti 1967

Britanniassa.³ Pompejin pigmenttien selvittämiseksi tutkimusjulkaisuista ensisijaisena viitekehyksenäni toimivat 1900-luvun tutkimukset, Selim Augustin laajojen 1940–60-luvulla suorittamien kemiallisten analyysien ja antiikin auktorien englanniksi käännettyjen kirjoitusten toimiessa lähteiden keskiössä.

Pro gradu -tutkielmani koostuu otannannasta luonnontieteellisin analyysimenetelmin suoritettuja Pompejin kaivausalueelle kohdistuvia seinämaalauksen pigmenttitutkimuksia. Tutkimukseni lähdeaineisto keskittyy orgaanisiin ja epäorgaanisiin pigmentteihin; niiden tunnistukseen ja muutosten tutkimuksiin 2000-luvulla. Osassa julkaisuista tuodaan esiin myös seikka tutkimusmenetelmien jatkuvan kehittämisen tarpeellisuudesta ja monianalytiikan keskeisyydestä. Tutkielmassani käyttämäni pigmenttinimikkeet pohjautuvat kunkin lähdeaineiston käyttämiin nimikkeisiin tai kemiallisiin koostumuksiin eikä niitä voi pitää yleispätevinä.

Suomalaisen EPUH-projektin aikana Knuutinen työryhmineen on tehnyt merkittäviä löytöjä Marcus Lucretiuksen talon seinämaalauksen epäorgaanisista pigmentteistä ja niiden muutosten syistä. Talon pigmenttipaletti on paljastettu ja talon seinämaalauksen pigmenttien kokemia muutoksia on tutkittu kaiketi laajemmin kuin missään muualla kaivausalueella. Knuutisen käynnistämät pigmenttitutkimukset jatkuvat yhä ja yhteistyökumppaneiksi on tullut luonnontieteilijöitä sekä Viron, Kreikan että Baskimaan yliopistoista. Erityisesti vuonna 2009 alkanut yhteistyö Baskimaan Bilbaon yliopiston analyttisen kemian laitoksen kanssa on ollut hedelmällistä ja Marcus Lucretiuksen talon seinämaalauksen rapautumisen syitä on tutkittu syvällisesti. Luonnontieteellisille materiaalitunnistuksille ja materiaalien muutosten tutkimuksille katsottiin EPUH:n piirissä olevan tarvetta, ja EPUH-projektin rinnalle perustettiin erillinen materiaalitutkimusprojekti *Analytica Pompeiana Universitatis Vasconicae* (APUV), jossa myös Knuutinen työskentelee. Materiaalitutkimusprojekti on työllään luonut pohjaa EPUH-projektin muiden tutkijoiden tulkinnoille maalauksista ja sävykuvaukset ovat saaneet luonnontieteellisen todistuksen pigmenttien läsnäolosta tai niiden muutoksista.

1.1 MATERIAALITUTKIMUKSET OSANA KONSERVOINTIA JA KOHTEEN DOKUMENTOINTIA

Aloittaessamme pigmenttitutkimukset vuonna 2004 selvisi, että alueen seinämaalauksia, *in situ*, koskevissa kansainvälisissä julkaisuissa ei taustatyönä ole tehty tarkkaa pigmenttien luonnontieteellistä dokumentointia eli kemiallisen tai fysikaalisen koostumuksen

³ Bearat et al. 1997. Proceedings of the International Workshop, Fribourg 7–9 March 1996; Sciuti et al. 2001.

sen määrittävää pigmenttitutkimusta. Myös muut tutkijat ovat kiinnittäneet huomiota tähän. Esimerkiksi useisiin historiallisiin pigmenttejä koskeviin tutkimusprojekteihin osallistunut geoarkeologi ja kansainvälisen historiallisten pigmenttien jaottelua koskevan *Pigmentum*-projektin⁴ jäsen Ruth Siddall UCL:n geologian laitokselta⁵ toteaa:

*”Scientific analyses of pigments used in Roman works of art has been a comparatively recent advance. Much earlier work in this field has concentrated on the art history and iconography, and assumptions have been made concerning the pigments used, based on the works of Pliny and Vitruvius.”*⁶

Saman huomion on tehnyt myös huomattavan määrän antiikin Rooman seinämaalauksien materiaaleja tutkinut kemian professori Pietro Baraldi Modenan yliopistosta Italiasta:

*”There is general interest in the study of ancient plasters coming from domus of the Roman age in Italy. In fact, whereas many studies have been carried out from the archaeological and artistic point of view, little has been investigated on the materials and techniques employed for obtaining the mural paintings.”*⁷

Vaikka kyse on pienestä yksityiskohdasta, pigmenttien käytöstä seinämaalauksissa, koostuu yksittäisistä tietokudelmista kokonaisuus pitäen sisällään kaiken kohteen historiaa koskevan tiedon. Ennen konservointitoimenpiteitä tehtävä materiaalien, tässä tapauksessa pigmenttien, tunnistus erilaisin kemiallisin ja fysikaalisin analyysimenetelmin, yhdistettynä ikonografiseen ja taidehistorialliseen dokumentointiin, on tärkeä kulttuuriperintökohteen tutkimuksen haaroista, joka linkittyy tiiviisti taidehistoriaan, heritologiaan ja konservointiin. Konservoinnin materiaalitutkimuksen heritologisia funktioita on käsitelty laajasti FT, kemisti Ulla Knuutinen väitöskirjassaan. Hän jaottelee yhdeksi materiaalitutkimuksen taustavaikuttajiksi materiaalien autenttisuuden ja kemiallisten ominaisuuksien tunnistamisen.⁸ (Kaavio 1.)

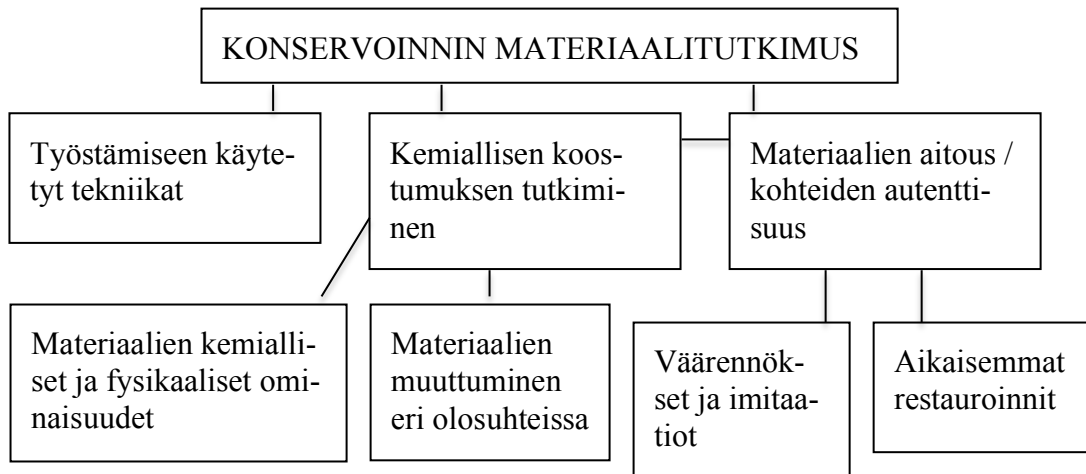
⁴ *Pigmentum* on monitieteellinen historiallisia pigmenttejä kartoittava projekti, joka koostuu mm. kemisteistä, geologeista, historioitsijoista ja konservattoreista. Projekti määritellään osaksi teknistä taidehistoriaa, joka tuottaa luonnontieteilijöiden ja humanistisen alan tutkijoiden yhteistyönä tietoa historiallisista materiaaleista, luoden kontekstittietoa niin taiteesta, taloudesta kuin tekniikastakin. <http://pigmentum.org>

⁵ University College London, Earth sciences.

⁶ Siddall 2006, 20–21

⁷ Baraldi 2007, 420

⁸ Knuutinen 2009, 38-39



Kaavio 1. Konservoinnin materiaalitutkimuksen heritologiset funktiot: Konservoinnin materiaalitutkimus.⁹

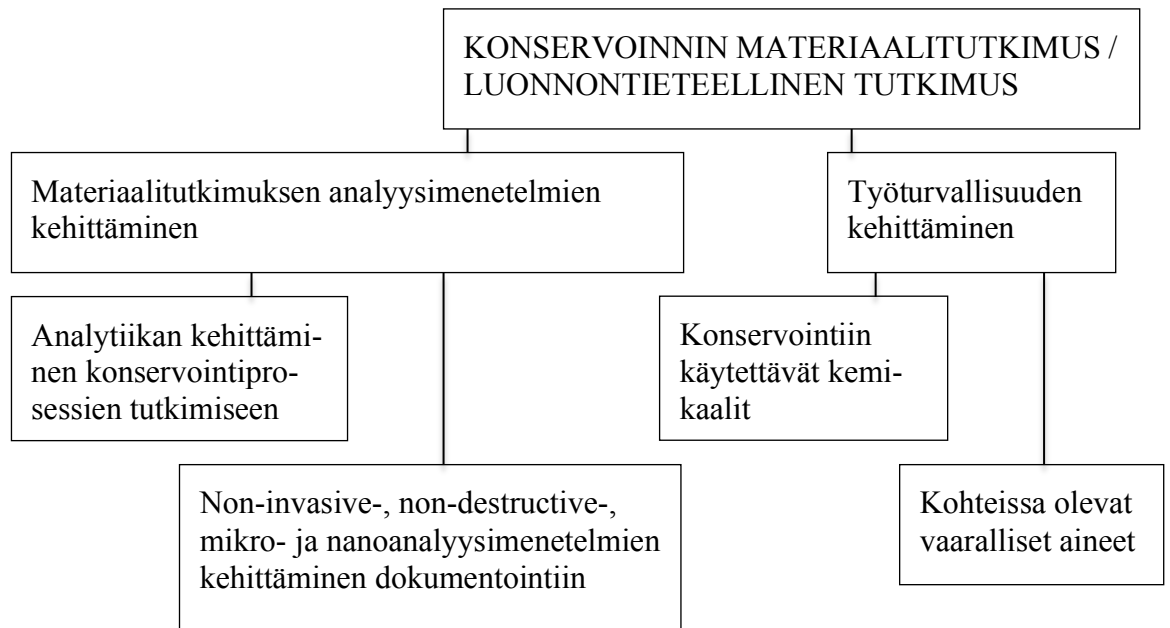
Vain tarpeeksi laajojen tutkimustulosten mukanaan tuoman tiedon avulla voidaan käydä luotettavaa dialogia kohteen materiaalien autenttisuudesta ja siitä miten sitä voidaan suojella. Tämän tiedon tuottaminen edellyttää tiedekorkeakoulutasoista koulutusta konservoinnin materiaalitutkimuksiin erikoistuneille konservaattoreille ja tätä mahdollisuutta ei Suomessa ole laajalti tarjolla. Jyväskylän yliopistossa konservaattorit voivat suorittaa maisteritutkinnon ja lopulta väitellä esimerkiksi konservoinnin materiaalitutkimuksista. Jyväskylän yliopistoon perustettiin vuoden 2013 lopulla erillinen dosenttuuri konservoinnin ja kulttuurihistoriallisten materiaalien tutkimukselle. Muualla Euroopassa konservoinnin materiaalitutkijoita koulutetaan huomattavasti Suomea yleisemmin yliopistotasolla tieteen tekijöiksi. FT, paperikonservaattori Istvan Kecskemeti toteaa väitöskirjassaan: ”Konservoinnilla ei ole Suomessa, tosin kuin muualla läntisissä valtioissa, akateemista statusta.”¹⁰ Ehkä Jyväskylän yliopiston dosenttuurin myötä tämä konservointitieteen akatemistuminen on tapahtumassa myös Suomessa.

Askeleen pidemmälle vietynä konservoinnin materiaalitutkimuksen tarkoituksena on kehittää menetelmiä joilla saadaan tunnistettua tarvittavat tekijät konservoinnin varsin monimutkaisista ja monitahoisista näytteistä. Näytteet sisältävät eri määriä eri komponentteja, joista osa on autenttisia osa myöhemmin lisättyjä tai pintaan ympäristöstä imeytyneitä ja loput näiden materiaalien keskinäisiä muutostuotteita. Jotta materiaalien piirteet saadaan selville, tarvitaan jatkuvaa analytiikkamenetelmien kehittämistä ja monianalytiikan käyttämistä. Monianalytiikalla tarkoitan usean eri analyysimenetelmän ja analyysimenetelmien variaatioiden yhdistämistä tutkimuksissa. Myös

⁹ Knuutinen 2009, 39

¹⁰ Kecskemeti 2007, 5

Knuutinen kiinnittää lukijan huomion tähän seikkaan kaaviossaan konservoinnin materiaalitutkimuksen funktioista. (Kaavio 2.)



Kaavio 2. Konservoinnin materiaalitutkimuksen taustatekijät.¹¹

Kulttuurihistoriallisten kohteiden materiaalien visuaaliset, ikonografiselta tai taidehistorialliselta pohjalta tehtävät tulkinnat ovat tekijä- ja olosuhderiippuvaisia, lukuun ottamatta arkistotyöskentelyä. Väritutkimusta tehtäessä mm. pinnan sävyä tutkittaessa, on otettava huomioon useat pigmentin sävyyn vaikuttavat seikat, kuten valitseva valo, luonnollinen sävyvaihteluskaala, pintalika ja olosuhteet, joille se on historiansa aikana altistunut. Visuaalinen tutkimus on tekijänsä tulkinta, ei koko totuus kohteesta ja sen materiaaleista. Vaikka kokenut tekijä osaa erottaa aikakaudelle tyypilliset materiaalit toisistaan pelkän visuaalisen tarkastelun perusteella, ei hänkään kykene näkemään kaikkea kohteen sisällään pitämää tietoa ja usein materiaalin tarkempaan tunnistamiseen tarvitaan luonnontieteellistä tutkimusta. On otettava huomioon, että kohteissa on materiaalitasolla runsaasti kerrostumia ja aikakausilla on ollut erilaisia tapoja käsitellä materiaaleja käsityöläisten työstäessä niitä tuottaakseen kohteen. Pelkästään värisävyjen aikaansaamiseen vaikuttavat pigmenttivalinnat ja pigmenttien määräsuhteet sekä työstömenetelmät että käytettävä sideaine. Mestarit tunsivat tavat tuottaa hyvinkin herkkiä sävyjä hiertäen pigmenttejä tietyllä tavalla tai sekoittamalla niitä toisiinsa tietystä suhteesta. Tämä tieto on osin hävinnyt ja materiaalitutkimuksen avulla osa siitä voidaan palauttaa. Pigmentin kemiallinen koostumus ja pigmentin mineraalin kidemor-

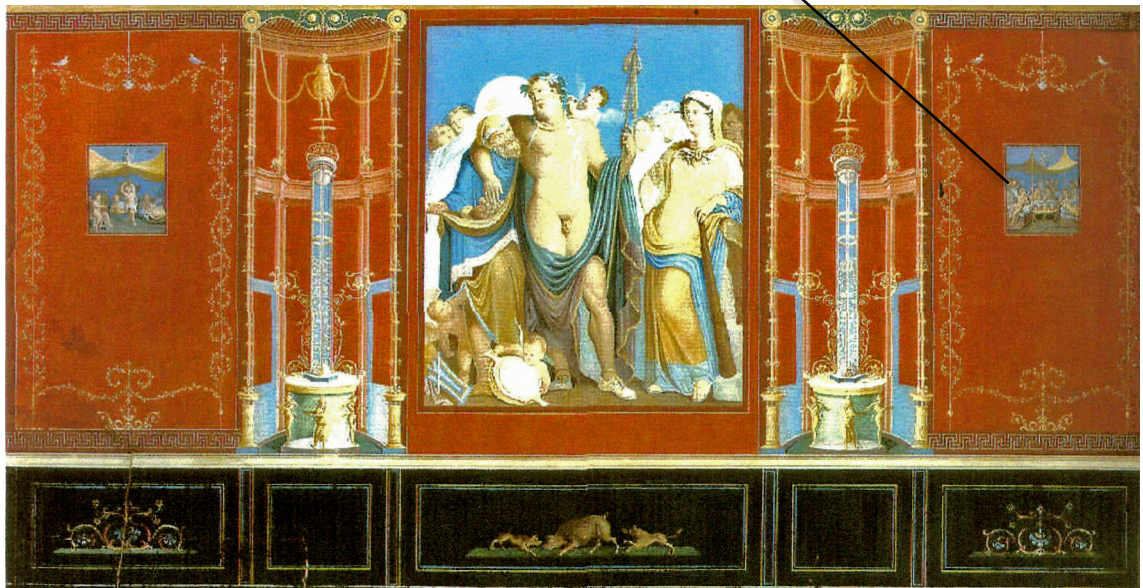
¹¹ Knuutinen 2009, 41

fologinen tutkimus antavat parhaimmillaan paljon tietoa pigmentin alkuperästä. Tämä tuottaa tietoa myös muista tieteen osa-alueista, kuten aikakauden taloushistoriasta, kauppareiteistä ja materiaalien tuotantopaikoista.

Pompejin esiin kaivetut seinämaalaukset ovat runsaan 250 vuoden aikana altistuneet ihmisen toiminnalle, ilmansaasteille ja ulkoilmalle. Näin ollen ne ovat suurimmilta osiltaan tuhoutuneet hyvinkin epämääräisiksi. Kuvassa 2. näkyy EPUH-projektin kohteena olevan Marcus Lucretiuksen talon ruokasalin, *triclinium*, koilliskulma jonka seinämaalauksien aiheita ja oikeita värisävyjä ei katsoja enää saavuta vaikka tila on ollut katettu jo vuosia. Kuvassa 3 on kuva Abbaten vesiväriyöstä talon ruokasalin pohjoisseinästä heti talon löytymisen jälkeen 1840-luvulla.



Kuva 2. Marcus Lucretiuksen talon (IX 3, 5.24) tricliniumin kaakkoiskulman seinämaalauksipintojen kunto vuonna 2004. Kuva: EPUH



Kuva 3. Giuseppe Abbaten 1800-luvun maalaus ruokasalin itäseinän maalaukokokonaisuudesta (Kuva: Pompeii Pitture e Mosaici 1990-2003).

Arvellaan, että esiin kaivetuista seinämaalauksista noin 80 % on tuhoutunut kaivausten aloittamisen jälkeen.¹² Tuhoutuminen jatkuu edelleen, jopa enenevässä määrin ja arvio on, että 150 m² seinämaaluspintaa tuhoutuu tai romahtaa vuosittain kunnossapidon puutteen vuoksi.¹³ Tämä on tehnyt dokumentointihetken säilymäärityksestä hyvin haastavaa – ellei mahdotonta.

1.2 POMPEJIN SEINÄMAALAUKSET JA PIGMENTTITUTKIMUSTEN HISTORIAA

Pompeji sijaitsee Etelä-Italiassa Campanian provinssissa aivan Vesuvius-tulivuoren juurella. Vuoden 62 jKr. paikkeilla aluetta ravisutti voimakas maanjäristys tuhoten mm. Antiikin kuuluisan kauppakaupungin, Pompejin, lähes kokonaan. Kaupungin jälleenrakennustyöt olivat käynnissä sen kohdatessa kohtalonsa vuoden 79 jKr. lokakuussa tapahtuneen Vesuviuksen purkauksen seurauksena. Purkauksen aiheuttamat pyroklastiset vyöryt hautasivat alleen useita antiikin Rooman aikaisia loma- ja kauppakaupunkeja sekä huviloita, mm. Pompejin, Herculaneumin, Oplontisin, Torre Annunziatan ja Epheuksen terassitalot. Pyroklastisten massojen erinomaisten säilytysominaisuuksien vuoksi Pompejin värikkäät ja koristerikkaat seinämaalaukset säilyivät alkuperäisessä asussaan aina 1700-luvulla alkaneisiin kaivauksiin saakka ja yhä kaivamattomana säilyneiden alueiden alta paljastuu tulevaisuuden tutkijoille yhtä kauniita näkymiä kuin 1700-luvun tutkijoille.

Ensimmäisiä alueella tapahtuneita kaivauksia leimasi aarteiden etsintä, ei niinkään tutkimuksellisuus. Hätkähdyttävimmät ja kauneimmat aarteet, pitäen sisällään seinämaalauksia, irrotettiin kontekstistaan ja sijoitettiin Bourbonien hallitsijasuvun kuriositeettikabinettiin, josta ne sittemmin siirrettiin nykyiseen Napolin Arkeologiseen Kansallismuseoon. Osa maalauksista jätettiin *in situ* alttiiksi ilmalle ja ihmisen toimille ja loput hapettomaan tilaan lapillin eli hohkakiven alle. Pompejin rakennusten sisätilojen seinämaalaukset antavat tietoa Antiikin taiteesta, sen aiheista, materiaaleista ja tekniikoista. Pompejissa on noin 1500 rakennusta, joissa on yhteensä 20 000 m² seinämaalauksia.¹⁴ Paitsi talon sisätilojen, myös ulkopintojen uskotaan olleen maalatut hyvinkin värikkäästi.¹⁵

¹² Tammisto ja Kuivalainen 2008, 75

¹³ Merello et al. 2012, 2

¹⁴ Merello et al. 2012, 1

¹⁵ Anter 2006, 332–333

Vesuviuksen purkauksessa hautautuneiden kaupunkien asukkaat edustivat sosioekonomiselta taustaltaan Rooman kansalaisten poikkileikkausta orjista varakkaaseen ylhäisöön. Pompeji oli kauppakaupunki ja Herculaneum roomalaisten lomakaupunki. Tyypillistä ajalle oli mm. koristeluperintö, joka näkyy fresko- ja seccotekniikoilla toteutetuissa seinämaalauksissa, joita oli rakennusten kaikissa tiloissa alhaisimpien, palvelijoiden tilojen ja keittiön, tilojen yksinkertaisista ornamenteista aina edustustilojen loistaviin *trompe l'oeil*¹⁶ tai mytologian sankaritarinoita esittäviin paneelimaalaukskokonaisuuksiin saakka.

Pompeji julistettiin yhdeksi UNESCON maailmanperintökohteiksi vuonna 1997, ja se on erittäin suosittu turistikohde kävijämäärän ylittäessä yli miljoona kävijää vuosittain, mikä on osin edesauttanut Pompejin rapautumista. 1960-luvulta lähtien viranomaiset ovat kiinnittäneet tarkempaa huomiota esiin kaivetun Pompejin tuhoutumiseen ja rajoittaneet turistivirtojen kulkua – vain 1/3 alueesta on turisteille avoinna, loppuja tutkitaan ja konservoidaan.¹⁷

Roomalaisten seinämaalauksissaan käyttämiä pigmenttejä on ennen 2000-luvulla alkanutta kulttuurihistoriallisten kohteiden monitieteellistä tutkimuskäytäntöä tunnistettu lähinnä Vitruviuksen 20-luvulla eKr. ilmestynyttä *De Architectura* -teosta ja Plinius vanhemman *Naturalis Historia* -teossarjan tekstiosia analysoiden. Joitain luonnontieteisiin pohjaavia materiaalitunnistuksia seinämaalauksen pigmenteille ja kaivausalueelta löytyneille irtopigmenteille on tehty jo 1800-luvulla. Tuon ajan tutkijoilla oli analyysissään mukana paljon näytteitä myös muualta Rooman valtakunnan alueelta löydettyistä seinämaalauksista. Laajimman pigmenttien tunnistustutkimuksen teki italialainen kemisti Selim Augusti 1900-luvun puolivälissä tutkien Pompejin seinämaalauksia ja seinämaalaustekniikoita Soprintendentza Archeologica di Pompeiin johtajan Amadeo Maiurin pyynnöstä. Professori Augustista tulikin Pompejin seinämaalauksen materiaalit parhaiten tunteva tutkija 1900-luvulla, kaiken kaikkiaan hän omisti työurastaan 18 vuotta pelkästään Pompejin seinämaalauksen tutkimuksille.¹⁸

1.3 METODIT JA LÄHESTYMISTAVAT AIHEESEEN

Tutkielmani koostuu pääasiassa luonnontieteellisissä julkaisusarjoissa julkaistuista Pompejin seinämaalauksen materiaaleja koskevista tutkimuksista. Julkaisuja on 20 kappaletta, joista kukin on julkaistu arvostetuissa julkaisusarjoissa, joita ovat luonnontie-

¹⁶ Trompe l'oeil on maalaustaitteen muoto, jossa katsojaa pyritään harhauttamaan illusion keinoin.

¹⁷ Merello et al. 2012, 1

¹⁸ Augusti 1967

teelliseltä alalta mm. *Analytical Chemistry*, *Journal of Raman Spectroscopy* ja *Journal of Mineralogy*, sekä arkeologian ja konservoinnin aloilta mm. *Journal of Archaeology*, *Studies in Conservation*, *e-PS (e-Preservation Science)*, *EMRS (European Materials Research Society)* ja *Conservation Science*. Näiden julkaisusarjojen lisäksi olen käynyt läpi erilaisia kulttuurihistoriallisten kohteiden materiaalitutkimuksiin keskittyvien konferenssien Post print ja proceedings -julkaisusarjoja, kuten *RAA (Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology)* ja *Non-destructive Investigations and Micro-analysis for the Diagnostics and Environmental Heritage*. Monissa julkaisuissa tuodaan esiin, että pigmenttejä ja niiden muutoksia on alueen runsaasta tutkimusmateriaalipotentialista huolimatta tutkittu hyvin vähän luonnontieteellisin menetelmin ja julkaisuja on vaikea löytää.¹⁹ Muutamat tutkimusryhmät sivuavat pigmenttitutkimusten yhteydessä antiikin pigmenttien sekoitustekniikoita tiettyjen värisävyn aikaansaamiseksi.²⁰ Kattavin tunnistus- ja sekoitustekniikkatutkimus koskee vihreää Pliniuksen *austeri*-väriä, jonka sävyjen aikaansaamiseksi on käytetty useita eri maavihreän tyyppisiä, keltaista ja sinistä erilaisin seoksin.²¹

Tutkimussarkaa Pompejin seinämaalausten materiaaleissa on paljon. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on vetää yhteen tähän mennessä tehdyt tutkimusjulkaisut alueelta löytyneistä pigmenteistä. Tässä tutkimuksessa keskitytään luonnontieteelliseen julkaisumateriaaliin jättäen tarkastelun ulkopuolelle mm. taidehistorian ja arkkitehtuurin tutkielmat sävyjen ilmentymistä.

Valikoiduista julkaisutekstikohdista olen listannut ja analysoinut keskeiset seikat laatimani avainsanalistan avulla. Avainsanalista koostuu pigmenttinimikkeistä ja luonnontieteellisistä analyysimenetelmistä, joita yleisesti käytetään analysoitaessa historiallisia pigmenttejä, ja joihin olen tutustunut EVTEK (nyk. Metropolia) Ammattikorkeakoulun tarjoamalla konservointikemian opintojaksoilla sekä työskennellessäni konservoinnin materiaalitutkimuslaboratoriossa.²² Artikkeleita lukiessani olen kiinnittänyt huomioni erityisesti siihen, puhutaanko pigmenteistä nykyaikaisin nimikkein, antiikin auktorien käyttämin nimikkein vai kemiallisen koostumuksen tai mineralogisen luokittelun mukaisesti. Lisäksi olen huomioinut, mitä analyysimenetelmiä tutkijoilla on ollut käytössä, ovatko kyseessä näytettä tuhoamattomat, *non-destruktiiviset*, vai kohteeseen kajoamattomat, *non-invasiiviset* analyysimenetelmät. Ennen 2000-luvun analyysimenetelmien nopeaa kehitystä ovat useat analyysimenetelmät olleet jopa näytteen tuhoavia.

¹⁹ Siddall 2006, 20; Aliatis et al. 2009, 1537

²⁰ Knuutinen et al. 2007; Aliatis et al. 2009; Giachi et al. 2009; Aliatis et al. 2010

²¹ Aliatis et al. 2009

²² Ks. Knuutinen & Mannerheim (edit.) 2007. Identification of Historical Inorganic Pigments.

Tällaisten menetelmien käyttöä maailman kulttuuriperintökohteissa tulee luonnollisesti välttää. Olen tarkastellut myös tutkijaryhmää: minkä alan asiantuntijoista ryhmä koostuu eli kuinka monitieteellinen ryhmä on, ja mitä instituutioita se edustaa. Tutkimusryhmät ovat kaikki hyvin monitieteellisiä ja ne käyttävät monianalyyttistä näytteiden tutkimusprotokollaa, jossa tulokset varmistetaan useammalla eri analyysimenetelmällä.

Kun seinämaalaukset tulivat päivänvaloon Pompejin löytymisen jälkeen, maalaukset ja niiden materiaalit jäivät alttiiksi ympäristölle ja teollistuvan ihmiskunnan saasteille sekä ihmisten toimille. Pigmenttien kokemia muutoksia on käsitelty verrattain harvassa tutkimuksessa. Eniten näitä muutostutkimuksia on tehnyt jo aiemmin mainitsemani Bilbaon yliopiston APUV-tutkijaryhmä. Tunnetuimmat muutokset lienevät jo purkauksen kuumien kaasuhöykyjen aiheuttama keltaokran kalsinoituminen punaokraksi,²³ ja sinooperin tummuminen altistuessaan meri-ilmastolle ja valolle.²⁴ Uusimpia näkemyksiä pigmenttien kokemiin muutoksiin tuovat Bilbaon yliopiston tutkijaryhmän tutkimukset ilmansaasteiden ja biohajonnan vaikutuksista seinämaalauksiin ja pigmentteihin, kuten sinooperiin ja hyvin muuttumattomana pidettyyn hematiittiin.²⁵ Näitä tutkimustuloksia käsitelen lyhyesti tutkielman päätäntäkappaleessa.

Kokoamani yhteenvedon julkaisujen taustakirjallisuutena toimivat luonnollisesti antiikin auktorien tekstit, antaen viitteitä siitä, mitä pigmenttejä Pompejin maalauksista voi löytyä. Itse en tutkimukseni viitekehyksessä analysoi näitä tekstejä kovinkaan laajasti mutta mainitsen useita tunnettuja yksityiskohtia teksteistä. Erillisen itsenäisen tutkimusaiheen tarjoaisikin antiikin auktorien alkuperäiskielisten pigmenttejä, niiden työstömenetelmiä ja mineraaleja käsittelevien tekstiosien analyysi ja selittäminen nykykielelle. Viitekehyksessäni käsitelen laajimmin Selim Augustin kuuluisia tutkimuksia, joskin niiden tulkinta yhdessä muiden 1800–1900-lukujen tutkimusten kanssa tarjoaisi myös aivan oman tutkimusaiheensa. Pigmenttitutkimusjulkaisuissa yleensä viitatuimmat antiikin auktorien teokset ovat ensimmäisellä vuosisadalla jKr. eläneen Plinius vanhemman *Naturalis Historia* ja ensimmäisellä vuosisadalla eKr. Vitruvius Pollion *De Architectura* (engl. *Ten Books on Architecture*). Plinius vanhempi käytti teksteissään maalaustekniikoista ja materiaaleista noin kahdenkymmenen eri kreikkalaisen filosofin tekstejä.²⁶ Pigmentteinä käytettäviä mineraaleja koskevat tekstit hän kirjoitti

²³ Chaptal 1809, 229

²⁴ Cotte 2006, 7484

²⁵ Maguregui 2010

²⁶ Caley & Richards 1956, vi

neljännellä vuosisadalla eKr. eläneen kreikkalaisen filosofin Theophrastuksen kiviä ja mineraaleja käsittelevän *De Lapidibus* (engl. On stones) -teoksen perusteella.²⁷

Kirjoittajien käyttämät nimikkeet eri pigmenteistä edustavat aikansa terminologiaa eivätkä välttämättä enää vastaa samannimisen pigmentin kemiallista koostumusta tai alkuperää. Kolmannen oman tutkimusaiheensa tarjoaakin pigmenttien etymologia ja nimikkeistön käytön historian ja kemiallisen koostumuksen liittyvä kielellinen sekavuus. Uuden näkökannan pigmentteihin ja nimikkeistöön tuovat kaivausten jälkeen 1800–1900-luvuilla suoritettut, aikansa uusimman analytiikan avulla suoritettut pigmenttien kemialliset tunnistukset.

Eräänlaisena edeltäjänä tutkielmalleni toimii Ruth Siddallin kokoama ja vuonna 2006 julkaisema ”*Not a day without line drawn*”: *Pigments and painting techniques of Roman Artists* -julkaisu, jossa hän kokoaa yhteen tutkimustulokset siihen mennessä julkaistuista pigmenttitutkimuksista antiikin Rooman alueella. Pääasiallisesti lähdejulkaisut keskittyvät 1990-luvulle, mutta myös joitain 2000-luvun alkupuolen julkaisuja on referoitu. Siddallin käsittelemissä julkaisuissa pigmenttejä on tunnistettu pääasiallisesti mikroskopoimalla, mm. polarisaatiomikroskopian ja SEM-EDS:n avulla.²⁸ Tutkielmassa on käsitelty koko antiikin Rooman valtakunnan alueen seinämaalauksia ja niiden materiaaleja. Teksti esittelee myös antiikin aikana käytössä olleita pigmenttejä. Iso osa hänen kokoamistaan tutkimuksista käsittelee Pompejin kaivausalueelta löytyneitä pigmenttijauhepurkkeja, joita jo Jean-Antoine Chaptal, Sir Humphry Davy ja Selim Augusti ovat tutkineet.²⁹ Antiikin maalareiden käyttämä peruspaletti on sama, jonka Plinius ja Vitruvius ovat koonneet, mutta alueellisia eroja kokoonpanoissa ja seoksissa on paljon.³⁰ Irene Aliatis (2010) esittelee yhdessä ryhmänsä kanssa analyysien tuloksia, joita he ovat saaneet Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa sijaitseville Vesuviuksen alueen seinämaalauksille ja Pompejin kaivausalueelta löydetuille pigmenttikipoille. Samantyyllisen tutkimuksen on tehnyt Giachi tutkimusryhmineen. Julkaisusaan ”*Raw materials in Pompeian paintings: Characterization of some colors from archaeological site*” he esittelevät tutkimustuloksia pompejilaisista pigmenttiastioista ja vertailevat niitä varsin onnistuneesti sekä Pliniuksen ja Vitruviuksen teksteihin että Augustin analyysituloksiin.³¹ Molemmissa raakapigmenttejä analysoivissa julkaisuissa jää

²⁷ Siddall 2006, 19

²⁸ Siddall 2006, 19

²⁹ Myös kokoamani 2000-luvun julkaisut käsittelevät pääosin näitä raakapigmenttejä. Eivät In situ kaivausalueella sijaitsevien seinämaalauksien pigmenttejä, vaikka olisi tärkeää tutkia, mitkä tekijät vaikuttavat seinämaalauksien värien häviämiseen.

³⁰ Siddall 2006, 19; Baraldi 2007, 420

³¹ Giachi et al. 2009, 1020–1021

näytteiden alkuperä hieman epäselväksi eikä kummassakaan julkaisussa selvästi ilmaista, mitkä pigmenttiastiat ovat tutkimuksen kohteena. Molemmissa mainitaan vain Pompejista löytyneet pigmenttijauhekipot, joita säilytetään nykyisin Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa tai Pompejin kaivausalueen varastossa.³²

Pompeji seinämaalauksineen edustaa vahvasti koko Rooman alueen sisustusmuotia, ja antiikin maalaustyyli on jaoteltu Pompejissa esiintyvien maalaustyylien mukaan neljään tasoon, joista kukin sijoittuu eri ajoille. Aiheesta löytyy paljon tutkimustietoa, ja jaottelu jakaa tutkijoita eri leireihin. Alkuperäisen jaottelun teki August Mau vuonna 1882 seinämaalauksia käsittelevässä teoksessaan *Geschichte der decorativen wandmalerei in Pompeii*, johon viitataan edelleenkin usein.

Luonnontieteellisiä analyysimenetelmiä käsittelen lyhyesti esittelemällä ne ja niiden tarjoamat mahdollisuudet pigmenttitutkimuksille kulttuurihistoriallisten kohteiden heterogeenisistä näytteistä. Lähteenäni analyysimenetelmille toimii Barbara Stuartin 2007 julkaisema teos *Analytical Techniques in Materials Conservation* ja FT Ulla Knuutisen luentosarja *Identification of historical pigments. Non-destructive and micromethods* sekä joitain lyhyempiä kohdekohtaisia julkaisuja analyysimenetelmistä.

³² Raakapigmentejä on löytynyt useasta paikasta Pompejin kaivausalueelta, mm. Professori Antonio Varonen johdolla vuonna 1987 alkaneiden *Casa dei Casti Amantin* (suom. Siveiden rakastavaisten talo) kaivauksissa 1987.

2 ANTIIKIN AUKTORIEN VÄRIT

Plinius vanhempi jakaa antiikin aikana käytetyt värisävyt kirkkaisiin ja varjosiin sävyihin. Kirkkaita sävyjä löytyy luonnosta ja varjoisia ihminen valmistaa itse keinotekoisesti. Tämän jaottelun lisäksi hän myös jakaa käytetyt pigmentit ankariin, *austeri*, ja kukoistaviin, *floridi*. Kukoistavat pigmentit olivat kalliita, lähes kultaan verrattavia kuten sinooperi ja purppura, jotka maalauksen tilaajan tuli hankkia omakustanteisesti. Ankarat sävyt puolestaan olivat halvempia ja yleisempiä; pigmenttejä, joita löytyi luonnosta helposti, kuten maavärit. Nämä värit kuuluivat työn hintaan:

*”Some colours are sombre and some brilliant, the difference being due to the nature of the substances or their mixture. The brilliant colours, which the patron supplies at his own expence to the painter, are cinnabar, Armenium, dragon’s blood, gold-solder, indigo, bright purple; the rest are sombre. Of the whole list some are natural colours and some artificial. Natural colours are Sinopis, rubia, Paraetonium, Melinum, Eretrian earth and orpiment; all the rest are artificial, and first of all those which were specified among minerals, and moreover among the commoner kinds of yellow ochre, burnt lead acetate, realgar, sandyx, Syrian colour and black.”*³³

2.1 VALKOISET VÄRIAINHEET

Plinius mainitsee neljä valkoista pigmenttiä: *paraetoniumin*, *melinum* ja *samian*³⁴ sekä *cerussan*, lyijypitoisen maaperäisen mineraalipigmentin. Mineraalisesta lähtökohdastaan huolimatta suurin osa ensimmäisellä vuosisadalla jKr. käytetystä *cerussasta* oli keinotekoisia, lyijyn ja etikan avulla valmistettua valkoista lyijykarbonaattia.³⁵ Parhaimmanlaatuisen maan kuoresta, meren sedimenteistä saatavan pigmentin, *paraetoniumin*, kerrottiin saaneen alkunsa ”meren vaahdosta, jota muta vahvistaa”.³⁶ Sen kerrottiin saaneen nimensä Egyptissä kaivuupaikan mukaan, joka nykyisin tunnetaan nimellä Mersa Matruh.³⁷ Vitruvius kertoo:

³³ Pliny the Elder 1st century AD, 282–283. ”Sunt autem colores aut floridi. Utrumque natura aut mixtura evenit. Floridi sunt – quos dominus pingenti praestat – minum, Armenium, cinnabris, chrysocolla, Indicum, purpurissum; ceteri austeri. Ex omnibus alii fiunt. Nascuntur Sinopis, rubrica, Paraetonium, Melinum, Eretria, auripigmentum; ceteri finguntur, primumque quos in metallis diximus, paraetrea e vilioribus ochra, cerussa usta, sandaraca, sandyx, Syricum, atramentum.”

³⁴ Samokselta löydettävää Samiaa ei Pliniuksen mukaan käytetä maalauksessa, koska se on hyvin rasvaista. Pliny XXXV(xix), Rackham 1952, 289

³⁵ Pliny, XXXV (xix), Rackham 1952, 289. ”At the present time all ceruse is manufactured fom lead and vinegar, as we said.”

³⁶ Pliny XXXV (xviii), Rackham 1952, 287. ”spumam maris esse dicunt solidatam cum limo”, ”it is said to be sea-foam hardened with mud.”

³⁷ Eastaugh 2008, 296

"*Paraetonium white gets its name from the place where it is dug up. The same is the case with Melian white*³⁸, because there is said to be a mine of it in Melos, one of the islands of Cyclades."³⁹

Hyvää *paraetoniumia* saatiin myös Kreikasta Kreetan ja Kyrenen saarilta.⁴⁰ Merellinen alkuperä selittää pienten simpukankuorien ja piilevien esiintymisen pigmentin joukossa. Nykyisin *paraetonium* tunnetaan nimellä *paraetoinium white* ja se koostuu kalsiumkarbonaateista, silikaateista ja fosfaateista, usein mukana on myös magnesiumia.⁴¹ Parhaimmanlaatuinen *paraetonium* on antiikin valkoisista väreistä paksuin ja säilyttäen sopivin seinämaalauksia varten. Hinnaksi Plinius mainitsee 50 denaaria 6 paunalta.⁴² *Paraetoniumia* myös väärinnettii sen suuren käyttövolyymien ja maineen vuoksi.⁴³ Muita maasta löydettäviä valkoisia Theophrastuksen, Vitruviuksen ja Pliniuksen mukaan olivat *creta cimolia*, *creta eretria*, *creta selinusia*⁴⁴ ja *creta anularia*, joista vain osaa käytettiin maalaamiseen. *Creta anulariaa* kutsutaan nykyisin nimellä *ring-white*, koska sitä saatiin murskaamalla alempaan luokkaan kuuluvien naisten sormuksien lasikiviä ja valkoista savea sekoittamalla. Tätä hohtavaa pigmenttiä käytettiin maalatessa naishahmoja ja korostettaessa hiipiän loistoa.⁴⁵ Niille on ominaista, että ne tarttuvat kielellä tunnusteltaessa kieleen kiinni ja sekoittuvat veteen.⁴⁶ Näitä savipitoisia maita tarkastelee laajasti myös professori Augusti teoksessaan *I Colori Pompeiani*, jossa hän toteaa, että Vitruviuksen ja Pliniuksen savipitoiset valkoiset värit vaihtelevat koostumukseltaan erilaisin kalsiitin CaCO₃ ja piioksidin SiO seoksin. On kuitenkin vaikea sanoa, mitkä Vitruviuksen ja Pliniuksen savipohjaisista maista ovat luonteeltaan puhtaasti kalkkipöytäisiä ja mitkä piioksidipohjaisia.⁴⁷ *Melinumia* saatiin Meloksen saarelta ja tätä pigmenttiä vastaavaa maata kaivettiin myös Samokselta. Plinius mainitsee,

³⁸ Melian = melinum

³⁹ Vitruvius (book VII chap VIII), 214

⁴⁰ Pliny, XXXV (xviii), Rackham 1952, 287

⁴¹ Eastaugh 2008, 296

⁴² Pliny XXXV (xviii), Rackham 1952, 287. Denaari oli antiikin aikana yleisesti käytetty raha. Pieni hopeakolikko, joka vastasi arvoltaan 10 assia (=kuparikolikkoa).

⁴³ Augusti 1967, 52

⁴⁴ Augustin mukaan Plinius ja Vitruvius kuvaavat Creta Selinusiaa, valkoista savea, jota käytettiin lakka-värien valmistuksessa tarkoituksena värentää arvokkaita värejä. Tämä kalkkipohjainen savi on ilmeisesti toiminut substraattina orgaanisille väriaineille, jotka eivät itsessään kiteydy ja muodosta pigmenttijauhetta.

⁴⁵ Pliny XXXV (xxx), Rackham 1952, 297. " 'ring-white' which is used to give brilliance of complexion in paintings of women "; Eastaugh et.al. 2008, 329. "Ring-white is derived from the Latin terms *anulare* mentioned in Pliny (77 AD) and *anularium vitro* in Vitruvius (first century BC). Pliny states that this was a colour used particularly for painting female complexions and was a pigment composed of 'white earth' mixed with crushed glass derived from the 'rings of the lower glass'."

⁴⁶ Augusti 1967; Pliny XXXV (xix), Rackham 1952, 289

⁴⁷ Augusti 1967, 55–56

että tätä ei käytetty maalaamiseen. *Melinumin* hinta oli sesterius paunalta.⁴⁸ Kolmas Pliniuksen valkoisista on *cerussa/ceruse*, lyijykarbonaatti.⁴⁹ Vitruvius kuvaa luonnosta Smyrnasta kaivettavaa *ceruse earthia*, joka viitanee kuitenkin maavihreään, *creta viridisii*.⁵⁰ Plinius kuvaa myös *creta argentariaa*, hopeasavea tai fossiilijauhetta, jota käytettiin orgaanisen *purpurissiumin* pohjana.⁵¹ *Creta argentaria* tunnetaan nykyisin diatomiitti nimisenä valkoisena, joka koostuu silikaattipitoisista leväfossiileista.⁵²

2.2 SINISET VÄRIAINHEET

Ensimmäisillä vuosisadoilla ennen ja jälkeen ajanlaskun alkua sinisiä pigmenttejä kutsuttiin yleisesti termillä *caeruleum/ceruleo*. Termin alle ryhmiteltiin useita erilaisia ja erisävyisiä sinisiä pigmenttejä. Theophrastuksen mukaan on olemassa luonnollinen ja keinotekoinen sininen, *kyanos*, jonka hän jakaa kolmeen alaryhmään: egyptiläinen, skyyttiläinen ja kyproslainen. Saman jaottelun tekee myös Plinius. Selim Augusti selittää egyptiläisen olleen synteettistä egyptinsinistä, skyyttiläisen lapislazulia ja kyproslaisen azuriittia.⁵³ Plinius mainitsee malakiitin kaltaisen sinisen, joka tulee Armeniasta. Hän nimittää tätä termillä *armenium* ja mainitsee sen hinnaksi 300 sesteriusta paunalta.⁵⁴ Egyptiläinen sininen muodostaa neljää eri sinisen sävyä, joiden intensiteetti vaihtelee jauhanta-asteen mukaan: karkeammat ovat hyvin tummia ja hienot hyvin kirkkaita sinisiä.⁵⁵ Plinius kuvaa orgaanista sinistä indigoa, jonka nimeksi hän mainitsee intiansinisen ja hinnaksi 7 denaaria paunalta. Indigoa käytettiin seinämaalauksissa erottamaan varjon ja valon rajapintaa.⁵⁶

Augusti selvittää antiikin auktorien, Theophrastuksen, Vitruviuksen, Pliniuksen ja Dioskoriden, sinisten jaottelua.⁵⁷ Olen jalostanut tätä listaa piirtämällä siitä

⁴⁸ Pliny, XXXV (xix), Rackham 1952, 289

⁴⁹ Pliny, XXXV (xix), Rackham 1952, 289. ”*The third of the white pigments is ceruse or lead acetate.*” Kääntäjä H. Rackham mainitsee että kyseessä voi kuitenkin olla Vitruviuksen lyijykarbonaatti, cerussite, 288. Vitruvius kuvaa lyijyvalkoisen valmistamista: ”*In Rhodes they put shavings in jars, pour vinegar over them, and lay pieces of lead on the shavings; then they cover the jars with lids to prevent evaporation. After a definite time they open them, and find that the pieces of lead have become white lead.*” Vitruv Book VII, chapter XII, 219. Tällä tavalla saadaan aikaan lyijyasetaattia ei lyijykarbonaattia.

⁵⁰ Pliny, XXXV (xix), Rackham 1952, 289; Vitruv, 219

⁵¹ Augusti 1967, 57. ”*Olen kyennyt todellakin todistamaan, että fossiilijauhe vastaa tätä tuotetta, jota klassisessa antiikissa kutsuttiin nimellä ”creta argentaria”.*” Kyseessä on orgaanisen pigmentin substraatti, eli aine, johon orgaaninen väriaine imeytettiin, jota sitä voitiin käyttää pigmenttinä seinämaalauksissa.

⁵² Eastaugh 2008, 146

⁵³ Pliny XXXIII (lvii), Rackham 1952, 119; Augusti 1967, 65–66

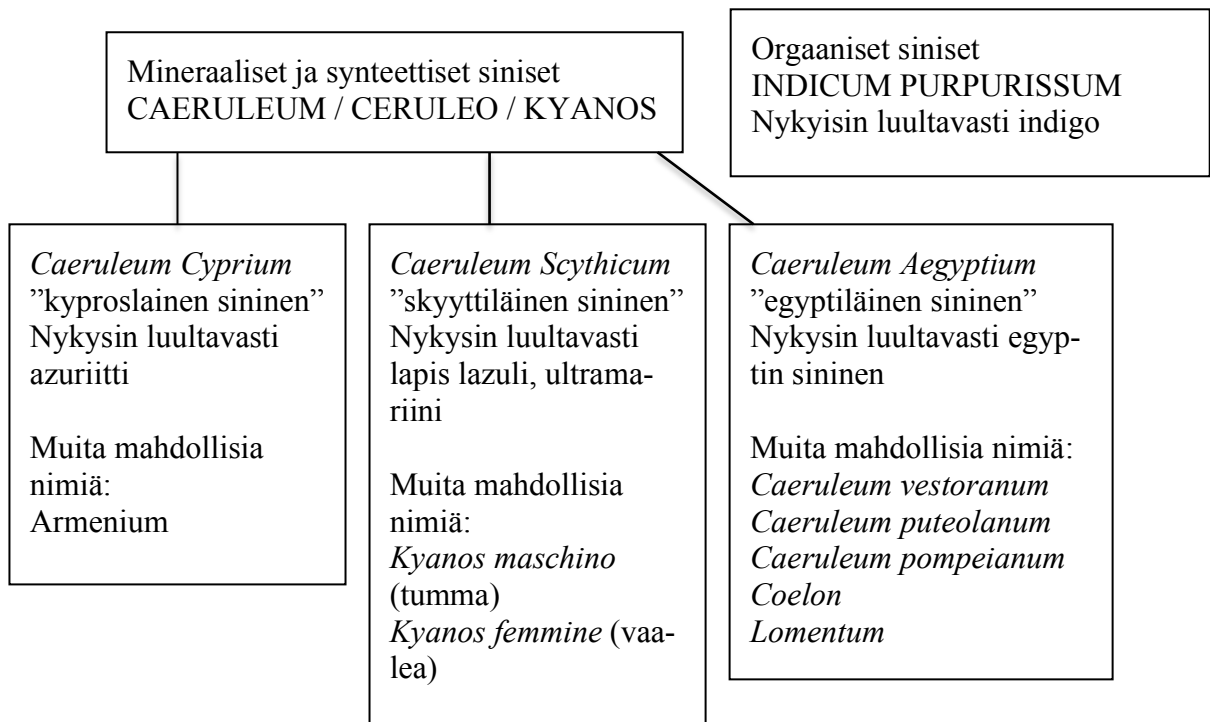
⁵⁴ Pliny XXXV (xxviii). Rackham 1952, 297

⁵⁵ Pliny XXXIII (lvii). Rackham 1952, 119; Augusti 1967, 65–66.

⁵⁶ Pliny XXXIII (lvii). Rackham 1952, 121

⁵⁷ Augusti 1967, 69–71

kaavion, joka jakaa siniset mineraalisiin ja synteettisiin sekä orgaanisiin pigmentteihin (Kaavio 3.)



Kaavio 3. Antiikin auktorien mainitsemia sinisiä mahdollisine synonyymeineen.

2.3 VIOLETIT VÄRIAINHEET

Plinius mainitsee kolme orgaanista lähtöainesta violetin värisille väriaineille. Kallein vastannee tyyrianpurppuraa, *muricidae*-suvun kotiloista⁵⁸ saatavaa violettiä sävyä, jota käytettiin pääasiassa vaatteiden värjäämiseen, mutta väri voitiin myös imeyttää kalsiumkarbonaattipitoisiin maa-aineksiin ja näin käyttää pigmenttinä seinämaalauksissa:

*”It is produced by dipping silversmiths’ earth along with purple cloth and in like manner, the earth absorbing the colour more quickly than wool. The best is that which being the first formed in the boiling cauldron becomes saturated with the dyes in their primary state, and the next best produced when white earth is added to the same liquor after the first has been removed; and every time this is done the quality deteriorates, the liquid becoming more diluted at each stage.”*⁵⁹

⁵⁸ Eastaugh 2008, 379

⁵⁹ Pliny XXXV (xxvi). Rackham 1952, 293

Purppuran värin korvaajiksi Vitruvius mainitsee hysignumini,⁶⁰ hyönteisistä jauhetun violetin punaisen sekä *rubia(que)n*, jota saatiin *rubiaceae*-suvun kasvin juuresta jalostamalla,⁶¹ joista saatiin myös erilaisia violetin punaisia sävyjä. Nämä väriaineet olivat kotiloista saatavaa väriainetta edullisempia, ja niistä tehtiin pigmenttiä Pozzuolissa, Italiassa.⁶² Halvin purppuranvärinen väri tulee Canosalta (30 denaria paunalta), ja sen avulla matkittiin mm. sinooperin ja aidon purppuran sävyjä. Kun haluttiin imitoida sinooperia, maalattiin alle kerros *sandyxilla* ja päälle kananmunaan sekoitettu Canosalta tuotu tumma purppura. Aidon purppuran sävy saatiin maalaamalla Canosan purppuran alle kerros sinisellä. Kallein, aito purppuraväri tulee Tyyriasta, Gaetuliasta tai Laconiasta.⁶³

2.4 PUNAISET VÄRIAINHEET

Etymologiselta problematiikaltaan kuuluisin antiikin ajan pigmenteistä on sinooperi, jota on kutsuttu monilla nimillä. Augusti selvittää nimeen liittyviä seikkoja:

*”Antiikin ”Minium” oli ”Cinabro” (elohopeasulfidi, HgS), jota ei pidä sekoittaa nykyään ”minioksi” kutsuttuun tuotteeseen (lyijyoksidin, joka koostuu suolamuotoisesta lyijyoksidista Pb3O4) ja jota antiikin ihmiset sen sijaan kutsuivat ”cerussa ustaksi”. Pliniuksen mukaan antiikin ajan ihmiset kutsuivat miniumia myös ”cinnabarikseksi”, mutta ”tämä nimi kaatui sen käytöstä poistumiseen, minkä takia sitä ei pidä sekoittaa” – kuten todella tapahtui ”todelliseen cinnabarikseen” – nimittäin ”lohikäärmeen vereen”.*⁶⁴

Sinooperia saatiin Theophrastuksen mukaan *”Iberiasta, kovan kiven muodossa ja Kolkhideiltä sekä paikasta Efesoksen tuolta puolen”*,⁶⁵ Vitruvius mainitsee kaivuupaikaksi Efesoksen Cilibion, jonka sinooperin laadun Plinius vahvistaa.⁶⁶ Plinius mainitsee sinooperikaivoksen Espanjassa Almadenissa, jonka tuotanto tuodaan Roomaan ja jonka hinta on 70 sesteriusta paunalta; toisaalta Plinius mainitsee aidon sinooperin hinnaksi 50 sesteriusta paunalta.⁶⁷ Plinius myös mainitsee *cinnabar*-nimeen liittyvän sekaannuksen:

⁶⁰ Vitruvius (Book VII chap. IV), 220

⁶¹ Eastaugh 2008, 196, 250 ja 333. Kyseessä voivat olla kermeshyönteisistä jauhetut ja madder-juuresta uutetut punaviolettiset väriaineet.

⁶² Pliny XXXV (xxvi). Rackham 1952, 295

⁶³ Pliny XXXV (xxvii). Rackham 1952, 295. En ihan ymmärrä, mihin Plinius viittaa Canosalta tulevalle värillään: hysginumiin ja madderiin vai violetinsävyiseen maa-ainekseen?

⁶⁴ Augusti 1967, 77

⁶⁵ Augusti 1967, 78

⁶⁶ Vitruvius (Book VII Chap. VIII), 215; Augusti 1967, 80

⁶⁷ Pliny XXXIII, (xxxix). Rackham 1952, 89

”in old times ”dragon’s blood” cinnabar was used for painting the pictures that rae still called monochromes, ”in one colour”. Cinnabar from Ephesus was also used for painting, but this has been given up because pictures in that colour were a great amount of trouble to preserve.”⁶⁸

Kuten edellisessä lauseessaan, Plinius jatkaa myöhemmin kiinnittäen huomion Vitruviuksen tapaan⁶⁹ sinooperin huonoon säilyvyyteen:

”A surface painted with cinnabar is damaged by the action of sunlight and moonlight. The way to prevent this is to let the wall dry and then coat it with Punic wax melted with olive oil and applied by means of brushes of bristles while it is still hot, and then this wax coating must be again heated by bringing near to it burning charcoal made of plantgalls, till it exedues drops of perspiration, and afterwards smoothed down with waxed rollers and the with clean linen cloths, in the way in which marble is given a shine.”⁷⁰

Plinius mainitsee myös lithagirion, *minium secundarium*,⁷¹ jota saadaan hopea- ja lyijykaivoksista. Tämä sinooperi ei ole väriltään yhtä puhdas kuin lyijyvapaa sinooperi, siitä syystä nimi *”minium of second rate quality”*.⁷²

Näiden punaisten lisäksi mainitaan erilaiset hematiittipitoiset, rautarikkaat maa-ainekset, *rubicae*, *sinopia*, *usta* ja arseenipitoinen *sandaracha* sekä punaisten erilaiset seokset, *sanyx* ja *syricum*.⁷³ Erityisen paljon nimetään erilaisia rautapitoisia maasta kaivettavia punaisia. Arvostetuin näistä oli hematiittipitoinen *sinoper/sinope*. Pienempiä määriä hematiittia sisältäviä ruskeamman punaisia maapigmenttejä kutsuttiin nimellä *rubica*. Theophrastus mainitsee punaisen rautapitoisen maa-aineksen kaivuupaikaksi nykyisen Turkin alueella sijaitsevan Cappadokian. Pigmenttinä antiikin aikana tunnettu *sinopis* oli tältä alueelta kaivettua punaokraa, joka on kuljetettu tärkeän Mustanmeren alueella sijainneen kauppakaupunki Sinopian⁷⁴ kautta mm. Kreikkaan ja Roomaan.⁷⁵ Antiikin ajan punaisiin liittyvää etymologista sekavuutta pyritään selventämään taulukossa 1.

⁶⁸ Pliny XXXIII, 117. Rackham 1952, 89

⁶⁹ Vitruvius (Book VII chap. X), 216–217

⁷⁰ Pliny XXXIII, 122. Rackham 1952, 93

⁷¹ Augusti 1967, 82

⁷² Pliny XXXIII (xl). Rackham 1952, 91. Lat. *”hoc est secundarium minium”*.

⁷³ Augusti 1967, 26–34

⁷⁴ Sinopia oli Kreikan siirtokunta

⁷⁵ Helwig, 2007, 40–41, 65; Siddall 2006, 24; Knuutinen et al. 2007c, 6

Antiikin auktorit	2000-luku	Mineraalinen	Orgaaninen	Keinotekoinen	Kemiallinen koostumus
Minium (minio)	Sinooperi	x			HgS
Cinabro (cinnabaris)	Sinooperi	x			HgS
Cerussa usta	Minum/lyijypunainen	x			Pb304
Minium secundarium	Minum/lyijypunainen			x	Pb304
Cinnabaris	Lohikäärmeenveri		x		Dracanea-suvun kasvien hartsi
Rubricae	Rautapitoiset punaiset (sisältävät hematiittia)	x			Fe2O3 + muita elementtejä
Sinopia	Hematiitti (mineraalinen)				Mineraalinen, rikas Fe2O3
Usta (ochra)	Kalsinoitu keltaokra			x	Fe2O3
Sandyx (rubricae + cerussa usta)	Punaokra + minium	x		x	Fe2O3 (+muita elementtejä) + Pb304
Syricum (sinopia + sandyx)	Hematiitti + punaokra + minium	x		x	Fe2O3 + Fe2O3 (+muita elementtejä) + Pb304
Sandarac(h)a	Realgar	x			As2S2
Spuma argenti	Kalsinoitu litharge (valkoinen lyijyoksidi)			x	PbO
Hysginum	Karmiininpunainen (cochianeal)		x		Kermesidae-suvun hyönteinen
Rubia(que)	Madder lake		x		Rubiaceae-suvun kasvin juuri
Ostrum/purpurissum	Tyyrianpurppura		x		Muricidae-suvun merisimpukat

Taulukko 1. Antiikin auktorien mainitsemat punaiset ja violetit väriaineet mahdollisine nykyaikaisine vastineineen.⁷⁶

2.5 KELTAISET VÄRIAINHEET

Paras keltainen väri saadaan Vitruviuksen ja Pliniuksen mukaan Attikasta, Kreikasta, ja he nimeävät tämän parhaan laadun *sil atticumiksi*. Toiseksi paras on marmorimainen okra, joka on hinnaltaan puolet attikalaisen hinnasta.⁷⁷ (Attikalainen maksaa kaksi de-naaria paunalta.⁷⁸) Kolmas ja edullisin okra tulee Syyroksen saarelta ja sitä kutsutaan nimellä *pressum*, syyrialainen tai *Acalan sile*. Sen hinta oli kaksi sesteriusta paunalta ja sitä käytettiin varjojen maalaamiseen, kun taas parasta sileä, attikalaista, käytettiin valoisissa kohdissa.⁷⁹ Theophrastus mainitsee okrien olevan maamaisia luonnonmineraaleja, joita saadaan kulta-, hopea- ja kuparikaivoksista.⁸⁰

Attikalaista sileä, kuten muita arvostettuja pigmenttejä, jäljiteltiin. Tähän käytettiin orvokeista kuivaamalla ja murskaamalla saatavaa lakkaväriä. Vitruvius kuvaa:

⁷⁶ Augusti 1967; Eastaugh 2008

⁷⁷ Pliny XXXIII (lvi). Rackham 1952, 119; Vitruvius (Book VII chap. VIII), 215

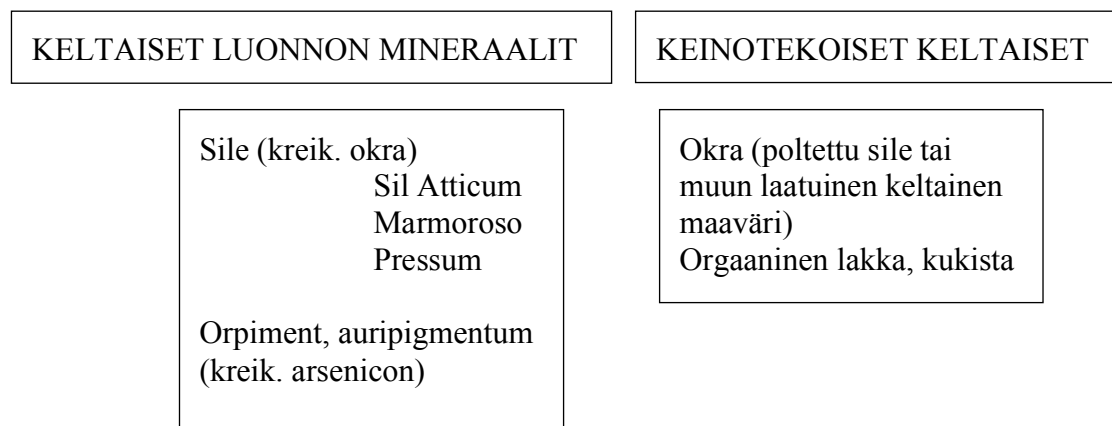
⁷⁸ Augusti 1967, 94

⁷⁹ Pliny XXXIII (lvi) Rackham 1952, 119; Augusti 1967; 95

⁸⁰ Augusti 1967, 94

”Thus, when fresco painters wish to imitate Attic yellow ochre, they put dried violets into a vessel of water, and heat them over a fire; the when the mixture is ready, they pour it onto a linen cloth, and squeeze it out with the hands, catching the water which is now coloured by the violets, in a mortar. Into this they pour chalk and bray it, obtaining the colour of Attic yellow ochre.”⁸¹

Antiikin aikana käytetyt keltaiset värit voi jakaa karkeasti kaavion 3. mukaan.



Kaavio 3. Antiikin auktorien mainitsemia keltaisia pigmenttejä.

2.6 VIHREÄT VÄRIAINHEET

Antiikin auktorien vihreät värit ovat sekä mineraalisia että keinotekoisesti valmistettuja, kuten myös eri sävyistä sekoitettuja vihreitä. Tärkeimmiksi pigmenteiksi nousevat Pliniusuksen teksteissä kukoistaviin väreihin kuuluva *chrysokolla*,⁸² joka puhtaimmassa muodossaan oli mineraali malakiittia,⁸³ ja maasta löydettävät savimaiset vihreät värit. Näitä savimaisia vihreitä sävyjä, joita Vitruviusuksen englanninkielisessä käännöksessä kutsutaan nimellä *green chalk*,⁸⁴ saatiin parhaimmanlaatuisena Smyrnasta. Vitruvius mainitsee kreikkalaisten kutsuneen sitä nimellä *deodotos*,⁸⁵ koska tätä maata löytyi

⁸¹ Vitruvius (Book VII chap. XIV), 220

⁸² Plinius XXXV (xii) Rackham 1952, 283. Rackham on kääntänyt chrysocollan nimelle gold-solder.

⁸³ Nykyään Chrysokolla nimellä kutsutaan haurasta vihreää kuparisilikaattihydroksidihydraattimineraalia, Antiikin auktorit kutsuivat chrysokollaksi nimenomaan vihreää kuparikarbonaattia, joka vastaa puhtaimmillaan mineraali malakiittia. Nykyisin chrysocolla ja malakiitti ovat kaksi eri pigmenttiä. Eastaugh 2008, 109.

⁸⁴ Augusti 1967, 100 ”creta viridis”, Vitruvius green chalk.

⁸⁵ Vitruvius (Book VII chap VIII), 214; Pliny XXXV 30, Rackham 1052, 283. Plinius ei mainitse vihreitä maavärejä lainkaan floridi/austeri-jaottelussaan, mutta luokittelee luonnosta saatavat maavärit austerivärihin kuuluviksi.

Theodotuksen mailta Smyrnasta. Plinius puhuu maavihreästä nimellä *appianum*⁸⁶ ja sekoittaa Theodotuksen mailta Smyrnasta saatavan vihreän maan kuparista vihreäksi värjäytyneeseen *cerussa*,⁸⁷ joka on valkoinen lyijykarbonaatti. Pliniuksen mukaan *appianum* oli hyvin halpaa, vain sesteriuksen paunalta, mutta sitä kutsuttiin väärin perustein joskus myös *chrysokollaksi*.⁸⁸ Augusti epäilee *appianumin* olevan hyvälaatuista, pestyä ja puhdistettua *creta viridistä*.⁸⁹

Chrysokollaa saadaan Pliniuksen mukaan kultakaivosten pohjalla virtaavasta nesteestä, joka talvisin jähmettyy hohkakiven kovuiseksi.⁹⁰ Parasta laatua tuotiin Armeniasta,⁹¹ jossa sitä tavattiin kuparikaivoksissa. Toiseksi parasta *chrysokollaa* tuotiin Makedoniasta, jossa sitä louhittiin kuparikaivoksia lähellä olevista paikoista.⁹²

*”Theoprastus sanoo, että ”chrysokollaa löytyy suurina määrinä kultakaivoksissa ja vielä suurempina määrinä kuparikaivoksissa”, että on olemassa chrysokollaa sisältävä sininen mineraali ”kyanos”.*⁹³

Tuotantoa oli myös Kyproksella ja Espanjassa.⁹⁴ *Chrysocolla* oli erittäin arvostettua, ja sitä jäljiteltiin Pliniuksen mukaan mm. murskaamalla keltaista rautaa epäpuhtautenaan sisältävää *chrysokollaa* eli *luteumia* ja sekoittamalla sitä *ceruleon* eli egyptinsinisen kanssa.⁹⁵ Keinotekoinen *chrysocolla* oli se, joka sisälsi paljon epäpuhtauksia, mm. piioksidia (Si_2O_3) ja rautaa sekä kuparisuoloja, mm. kuparioksidia ja -hydroksideja (Cu_2O , CuO , $\text{Cu}(\text{OH})_2$).⁹⁶ *Chrysokollan* alle siveltiin usein kerros mustaa maalia. Tämä laimensi valkoisen kalkin⁹⁷ kirkkautta, eikä se syönyt *chrysokollan* heleää väriä kuten valkoisella värillä usein on tapana.⁹⁸

Varsinainen keinotekoinen vihreä pigmentti oli *aerugo/aeruca*, jonka nykyisin tunnemme kupariasetaattina, verdigrisinä. Tämä kemialliselta koostumukseltaan

⁸⁶ Pliny XXXV (xxix), Rackham 1952, 297

⁸⁷ Plinius mainitsee hieman sekavasti tämän samaisen Theodotuksen mailta Smyrnasta löydetyn vihreän maa-aineksen ”ceruse earth” vastaavan aikansa lyijyasetaattia cerussaa, joka on värjäytynyt vihreäksi kuparisuolojen vaikutuksesta. Pliny XXXV (xix), Rackham 1952, 289.

⁸⁸ Pliny XXXV (xxix), Rackham 1952, 297

⁸⁹ Augusti 1967, 101

⁹⁰ Pliny XXXIII (xxvi), Rackham 1952, 67

⁹¹ Armeniasta tuotua *chrysocollaa* kutsuttiin armeniumiksi, kuten armeniasta tuotua azuriittiäkin.

⁹² Augusti 1967, 101; Pliny XXXIII (xxvii), Rackham 1952, 69

⁹³ Augusti 1967, 101. Theophrastuksen kyanos = azuriitti ja *chrysocolla* = malakiitti.

⁹⁴ Heikompilaatuista, keinotekoista *chrysokollaa* saatiin kulta-, hopea- ja lyijykaivoksista, kun parasta, malakiittimineraalia vastaavaa saatiin kuparikaivoksista. Pliny XXXIII (xxvi), 67 ja XXXV (xxviii), 297 sekä Augusti 1967, 101.

⁹⁵ Pliny XXXIII (xxvii), Rackham 1952, 69

⁹⁶ Augusti 1967, 107

⁹⁷ Paraetoniumia käytettiin fresko- ja seccotekniikoilla toteutettujen seinämaalauksen maalaus pohjana, intonaco. Viimeinen kerros ennen sävytettyjä kerroksia.

⁹⁸ Pliny XXXIII (xxvii), Rackham 1952, 71

oleva kupariasettaattipigmentti ($\text{Cu}(\text{CH}_2\text{COO})_3$) valmistettiin antiikin aikana kuten valkoinen lyijykarbonaatti, *cerussa*, eli vaihtamalla tuotantoprosessissa lyijypalojen paikalle kuparipaloja.⁹⁹

2.7 MUSTAT JA RUSKEAT VÄRIAINHEET

Mustia ja harmaita pigmenttejä antiikin auktorit kuvaavat laajasanaisesti ja monin valmistusreseptein. Plinius jaottelee kaikki mustat pigmentit keinotekoisiiin *austeri* värihinsä, koska suurin osa niistä on valmistettu hiilestä, polttamalla erilaisia materiaaleja.¹⁰⁰ Karkeasti voidaan sanoa, että tunnetuimmat antiikin ajan mustat ovat *atramentumia*, joka vastaa nykyistä noki- eli lamppumustaa, ja *elephantumia*, joka vastannee nykyistä luumustaa, ja jota tuolloin saatiin norsunluuta polttamalla. Erityisesti *atramentumille* tunnettiin useita valmistusreseptejä.

Atramentumia Vitruvius kuvaa saatavan mm. uunien *laconicumista*, tulipesän seiniltä. Seinämaalaukseen tarkoitettua vähän tavallisempaa tai heikompileatuista mustaa pigmenttiä saatiin myös polttamalla mäntypuuta ja jauhamalla hiiltynyt puu morttelissa pigmentiksi. Näiden lisäksi tunnetaan myös viinimusta, jota Vitruvius kuvaa saaduksi viininlehtiä kuivaamalla ja paahtamalla sekä jauhamalla paahtetut jäänteet morttelissa. Näin on saatu aikaan lamppumustaakin *atramentum* intensiivisempää mustaa pigmenttiä.¹⁰¹ Harmaana pigmenttinä on käytetty myös hematitiittiä, joka esiintyy paitsi punaisena myös harmaana mineraalina. Myös hiilen kiteytynyttä muotoa, grafiittia, on käytetty pigmenttinä.¹⁰²

⁹⁹Vitruvius (book VII chap. XIII), 219; Pliny XXXIV (xxvi), Rackham 1952, 209

¹⁰⁰ Pliny XXXV (xxv), Rackham 1952, 291. Poikkeuksena Plinius mainitsee mustan materiaalin ”*shoemakers black*”, ”*atramento sutorio*”, suoraan suomeksi käännettyinä latinasta ”musta kenkävoide”. Tätä ei ilmeisesti käytetty seinämaalauksissa. Pliny XXXIV (xxxii).

¹⁰¹ Vitruvius (book VII chap XIII), 218

¹⁰² Augusti 1967, 108–109

3 KAIVAUSTEN ALOITTAMISEN JÄLKEISET TUTKIMUKSET

Pompejin pigmenttien luonnontieteellisen tutkimuksen juuret ulottautuvat 1800-luvun alkupuolelle. Pompejin löytymisen jälkeen, 1700-luvulla kaivausalueilta löytyneiden esineiden ja seinämaalauksen innoittamina taiteilijat olivat ryhtyneet maalaamaan antiikin aiheita ja tekniikoita mukailleen. Tämä edesauttoi uusklassisimiksi kutsutun makuuuntauksen kehitystä.¹⁰³ Maalaustaidetta varten luotiin tarkkoja tekniikkaohjeita, ja tämä toi mukanaan tarpeen tutkia maalaustekniikoita ja materiaaleja. Materiaaleihin tutustuttiin pääosin antiikin auktorien tekstien perusteella, mutta pieni joukko luonnontieteilijöitä kiinnostui soveltavasta tutkimuksesta tavoitteenaan tunnistaa menneen ajan materiaaleja. Kolme Euroopan johtavaa luonnontieteilijää ryhtyi kehittämään menetelmiä pigmenttien tunnistamiseen.¹⁰⁴ Erinomaisen yhteenvedon aiheesta on koonnut lontoolaisen Courtaldin taideinstituutin konservointi- ja teknologiaosaston entinen johtaja, konservaattori Stephen G. Rees-Jones. Varhaisimpia luonnontieteellisiä pigmenttitutkijoita hän esittelee artikkelissaan *Early experiments in pigment analysis*.¹⁰⁵

Luonnontieteellisen pigmenttitutkimusten pioneereiksi Rees-Jones luettelee kemistit John Haslamin (1764-1844), Jean-Antoine Chaptalin (1756–1832) ja Sir Humphry Davyn (1778-1829), joista Chaptal ja Sir Davy tutkivat paitsi Roomasta löydettyjä antiikin aikaisia seinämaalauksia myös Pompejin kaivauksissa löydettyjä pigmenttijauheastioita Haslamin keskittyessä St. Stephenin kappelin maalausfragmentteihin. Haslamin merkitys pigmenttitutkimukselle on kenties suurin, ja hänen kehittämänsä punaokran tunnistusmenetelmä on vieläkin käytössä.¹⁰⁶ Nykyaikana ehkä tunnetuimmalla 1800-luvun Pompejin pigmenttien tutkijalla Sir Humphry Davylla ei ilmeisesti ollut tietoa aikalaisensa Haslamin työstä, ainakaan hän ei artikkelissaan viittaa Haslamin tutkimuksiin. Sir Davy viittaa julkaisussaan ranskalaisen kemistin M. Chaptalin tutkimukseen seitsemän pompejilaisen pigmenttijauheen tunnistuksesta.¹⁰⁷ Davy ei pitänyt Chaptalin pigmenttitutkimuksia kovin merkittävänä, mutta ei itsekään kunnostaudu luonnontieteellisten tutkimusmenetelmien kehittäjänä pigmenttitutkimuksissa vaan korostaa omaa tietämystään antiikin historiasta:

¹⁰³ Tammisto 2002

¹⁰⁴ Rees-Jones 1990, 93

¹⁰⁵ Rees-Jones 1990

¹⁰⁶ Rees-Jones 1990, 100

¹⁰⁷ Davy 1815, 100

”However, unlike Haslam, he undertook the analytical work to substantiate his research into the historical evidence which forms the major part of his paper. The paper clearly demonstrated his skill as Greek and Latin scholar but was less clear in demonstrating his skills as an analytical scientist: some experiments had so many chemicals added together that they were closer to alchemy than chemistry.”¹⁰⁸

Davy oli tiedemies, joka eristi natriumin, kaliumin ja boorin sekä todisti että kloori on alkuaine. Artikkelissaan pigmenttitutkimuksista hän esittelee hieman analyysimenetelmiään mutta lähestyy pigmenttitutkimuksiaan pääosin Pliniuksen, Vitruviusen ja Theophrastuksen tekstien ja pigmenttien etymologian kautta, pohtien pigmenttinimikkeiden vastaavuutta aikansa nimikkeistöön.¹⁰⁹ Suurin osa näytteistä on peräisin Tituksen ja Livian kylpylöistä Roomasta. Näiden kaivausalueiden lisäksi hän mainitsee saaneensa näytteitä myös Pompejin kaivausalueelta.¹¹⁰ Yhdeksi Pompejin näytteiden alkuperäksi hän mainitsee pompejilaisen talon, josta hän tutki keltaisia ja punaisia näytteitä, jotka osoittautuivat maaväreiksi:

”I examined the colours in a very spirited picture, on the wall of one of the houses at Pompeii, of a lion and a man, they all proved to be red and yellow ochres.”¹¹¹

Sinisten pigmenttien ollessa kyseessä Davy tutkii näytettä samasta pigmentistä kuin Chaptal ja toteaa sen olevan egyptinsinistä:

”In an excavation made at Pompeii, in May 1814, at which I was present, a small pot containing pale blue colour was dug up, which the exalted personage, by whose command the excavation was made, was so good to put it into my hands. It proved to be a mixture of carbonate of lime with the Alexandrian frit.”¹¹²

Ennen Sir Humphry Davya Pompejin pigmenttijauheita tutki luonnontieteellisin menetelmin ranskalainen kemisti Jean-Antoine Chaptal. Hänen tutkimuksensa keskittyivät pääasiassa Roomassa sijaitsevien seinämaalausten tutkimiseen, mutta hän sai Napolin kuningattarelta, kuten Davykin, tutkittavakseen seitsemän Pompejin maali-kaupan raunioista esiinkaivettua värijauhepurkkia. Chaptal on kuitenkin julkaissut analyysiensä tuloksia jo vuonna 1809¹¹³ artikkelissaan *”Notice Sur quelques couleurs*

¹⁰⁸ Rees-Jones 1990, 101

¹⁰⁹ Davy 1815, 103

¹¹⁰ Davy 1815, 100

¹¹¹ Davy 1815, 105

¹¹² Davy 1815, 108

¹¹³ Davy julkaisi tutkimustuloksensa kuusi vuotta myöhemmin.

trouvées à Pompeia”.¹¹⁴ Artikkelissaan hän kuvailee yksityiskohtaisesti kunkin näytteen ilmenemää, mutta pidättäytyy läpi artikkelin nimeämästä pigmenttejä jättäen nimeämisen lukijan asiaksi. Näytteitä hän kuvaa mm. seuraavasti:

*“Värien joukossa on yksi (no 1) jota mikään ihmiskäsi ei ole valmistanut: se on vihertävä ja saippuamainen savi, sellainen, jonka luonto meille lahjoittaa maapallon useissa paikoissa.”*¹¹⁵

*“Ensimmäinen näistä kolmesta väristä (no 5) on kauniin sininen, intensiivinen ja täyte-
läinen: se koostuu samanmuotoisista pienistä hiukkasista. Jokaisen osasen ulkopinta on kalpeamman sininen kuin sisäosa, jonka väri on kirkkaampi ja vivahteikkaampi kuin
neimmat siniset tuhkat.”*¹¹⁶

Ensimmäisellä kuvailemallaan näytteellä Chaptal viitanee maavihreään ja viidennellä näytteellä egyptinsiniseen. Näyte nro 5 paljastuu koostuvan kuparioksidista, kalkista ja alumiinista.¹¹⁷ Lukuun ottamatta alumiinia, paikannetut alkuaineet viittaavat egyptinsinisen pigmentin alkuaineisiin. Chaptal mainitsee:

*“Prosessi, jolla entisajan ihmiset saivat aikaan tämän värin, näyttää jäävän meille lopullisesti arvoitukseksi. Kaikki, minkä voimme tietää tutkimalla taidehistoriaa on, että tämän värin käyttö juontaa juurensa aikoihin, joita elettiin paljon ennen Pompejin peitymistä tuhkakasojen alle: herra Desertiles on havainnut hyvin kirkkaan ja lasimaisen sinisen värin erään egyptiläisen monumentin hieroglyfimaalauksissa; ja hän on vakuutunut siitä, että tämä väri johtui kuparista.”*¹¹⁸

*“Mutta sinisellä tuhkalla ei ole entisaikojen värien kirkkautta eikä pysyvyyttä, ja atsuurinsininen ja merentakainen väri ovat aivan liian kalliita verrattuna sellaisen valmiin hintaan, jonka kolme ainesosaa ovat halpoja. Olisi siis hyvin mielenkiintoista ottaa selvää tämän sinisen värin valmistusvaiheista.”*¹¹⁹

Viimeinen näyte (nro 7) paljastuu orgaaniseksi madder lakeksi, Pliniuksen mainitsemaksi rubiaksi.

“– – tämä vivahtaa kauniin roosaan. Se on pehmeää koskettaa, hajoaa sormien välissä hienon hienoksi jauheeksi ja jättää iholle miellyttävän ruusunpunaisen värin. (– –) Tätä väriä voidaan siis pitää todellisena lakkana, jossa pääasiallisen värin kantajana on alumiini. Sen ominaisuudet, värivivahte ja tärkeimmän väriaineen luonne saavat sen

¹¹⁴ Sain artikkeliin kääntöapua kemisti FT Matti Hirvensalolta ja olen hänen käänöksensä avulla tulkinut tätä artikkelia tutkimukseni viitekehukseen. Käännös liitteenä (Liite 1.).

¹¹⁵ Chaptal 1809, 229

¹¹⁶ Chaptal 1809, 230

¹¹⁷ Chaptal 1809, 230

¹¹⁸ Chaptal 1809, 231

¹¹⁹ Chaptal 1809, 232. 1800-luvulla egyptinsinisen pigmentin resepti ja valmistustapa olivat vielä unohduksissa.

vastaamaan täydellisesti Garencen lakkaa, josta olen puhunut teoksessani Puuvillan värjäyksen käsikirja.”¹²⁰

Kaiken kaikkiaan Pompejin pigmenttijauhenäytteistä Chaptal on analysoinut seuraavaa:

1. “vihertävä ja saippuamainen savi”¹²¹ (maavihreä)
2. “kaunis okrankeltainen”¹²² (keltaokra)
3. “samankaltainen ruskean punainen (...) tämä väri saadaan kalsinoimalla okran keltaista”¹²³ (punaokra)
4. “kevyt ja vaalea hohkakivi”¹²⁴ (kalkkipitoinen valkoinen)
5. “kauniin sininen, intensiivinen ja täyteläinen”¹²⁵ (egyptinsininen)
6. “hennon sininen pulveri, johon on sekoittunut joitakin vaaleita pieniä hiukkasia”¹²⁶ (kalkilla laimennettu egyptinsininen)
7. “kauniin roosa”¹²⁷ (orgaaninen madder lake)

Näyttäisi siltä, että 1800-luvulla Jean-Antoine Chaptalin ja Sir Humphry Davyn jälkeen Pompejin pigmenttejä ovat tutkineet vain harvat luonnontieteilijät ennen 1900-luvun puolivälin Selim Augustin laajoja tutkimuksia. Vuonna 1876 julkaistussa *Chemical Notices from Foreign Sources* -yhteenvedossa mainitaan Paride Palmieri.

*”Chemical Researches on Twelve Solid Colours found at Pompeii. —P.Palmieri.—The author identifies ten of the specimens with the following colours, referred to by Pliny: -- Ochre, rubrica, minium secundarium, sinopsis, aerugo, viride Appianum. – A rose colour appeared to be a lake consisting of mineral matter – chiefly alumina combined with nitrogenous organic body. Its reactions were not very different from those of cochineal and madder lakes. The author concludes that it is a compound of the celebrated purple dye of antiquity, mixed possibly with the colourin-matter of kermes and of madder. On some future occasion we may give this interesting paper in full.”*¹²⁸

Tarkemmin Paride Palmierin tuloksia on julkaistu 1800-luvun lopun Pompejin kaivauskertomuksissa:

¹²⁰ Chaptal 1809, 233

¹²¹ Chaptal 1809, 229

¹²² Chaptal 1809, 229

¹²³ Chaptal 1809, 230

¹²⁴ Chaptal 1809, 230

¹²⁵ Chaptal 1809, 230

¹²⁶ Chaptal 1809, 232

¹²⁷ Chaptal 1809, 232

¹²⁸ Crookes 1876, 139

- Palmieri, Paride, ”*Ricerche chimiche sopra 12 colori solidi trovati a Pompei*”. *Giornale degli Scavi* N.S. 3, 1874, n. 25 (1875), coll. 159–166.
- Palmieri, Paride, *Ricerche chimiche sulla cenere lanciata dal Vesuvio a Portici e Resina la notte dal 3 al 4 aprile 1876 e sopra dodici colori solidi trovati a Pompei*. 2 ediz., Napoli (Giannini) 1877.

3.1 SELIM AUGUSTIN PIGMENTTITUTKIMUKSET 1900-LUVULLA

Palmieri Pariden jälkeen Pompejin pigmenttejä on tutkittu jonkun verran, joskin olen löytänyt vain harvoja viitteitä näihin. Selkein viite 1900-luvun alun tutkimuksiin on Selim Augustin julkaisussa, jossa hän mainitsee Pompejin pigmenttejä tutkineen Napolin Kansallismuseon pyynnöstä mm. Münchenin kemiallisen tutkimuskeskuksen kemistit, *Chemical Research Institute of Munich*.¹²⁹

Selim Augusti oli italialainen kemisti, joka johti yhdessä professori Raffaele Causan kanssa *Museo di Capodimonte*n konservointi- ja tutkimuslaboratoriota 1900-luvun puolessa välissä. Professori Augusti sai vuonna 1946 *Soprintendenza Archeologica di Pompeii*n johtajalta Amadeo Maiurilta tehtäväkseen tutkia pompejilaisia seinämaalauksia ja niiden maalaustekniikoita. Tähän hän käytti suurimman osan työvuosistaan tutkien Vesuviuksen kaivausalueiden seinämaalauksia ja materiaaleja 18 vuoden ajan.¹³⁰ Tutkimustensa tulokset hän on julkaissut kokonaisuudessaan teoksessa *I colori Pompeiani*, joka on painettu vain italiaksi.¹³¹

Vuonna 1965 pidetyn seminaarin ”*Application of Science in Examination of Works of Art*” englannin kielellä julkaistussa post print artikkelissaan Augusti toteaa, että antiikin materiaaleja voidaan tutkia joko antiikin tekstejä tai maalausten materiaaleja analysoimalla. Hänen mielestään paras tapa tutkia materiaaleja ovat luonnontieteelliset analyysit, koska materiaaleja on sekoitettu keskenään ja ne ovat altistuneet erilaisille ulkoisille tekijöille:

”Therefore, the right way to begin research is with analysis. However, we are obliged to make our analyses on samples of pigment taken from mural paintings and these pig-

¹²⁹ Augusti 1965, 67

¹³⁰ Augusti 1959, 88

¹³¹ Sain kääntöapua kemisti FT Matti Hirvensalolta teoksen pääkohtien suhteen ja olen hänen käännöksensä avulla tulkinnut tutkimukseni viitekehyykseen myös tätä teosta. Käännös liitteenä (LIITE 2.). Löysin myös Augustin julkaiseman englanninkielisen artikkelin *Analysis of the material and technique of ancient mural paintings* vuodelta 1965, jossa hän esittelee siihen mennessä saamiaan tuloksiaan lyhyesti. Artikkeleli oli postprint seminaarissa *Application of Science in examination of works of art*. Sept. 7.–16. 1965 pitämästään esitelmästä. Tämän lisäksi konservaatoreita Joyce Plesters on 1969 kirjoittanut *Studies in Conservation* julkaisusarjaan *I Colori Pompeiani* tekstistä referaatin.

ments no longer in their original form. They have been mixed with other substances, such as mediums, have been exposed to open air above ground or underground, and have undergone many physical and chemical changes."¹³²

Jo Augusti tähdentää, että on tärkeää valita oikea kemiallinen tai fysikaalinen analyysimenetelmä, jotta saadaan tutkimuskysymykseen vastaava tulos. Yhtä analyttistä metodia ei voida pitää toista parempana, mutta näytteelle sopivampana kyllä. Analyysivalinnassa tulee tarkastella näytettä jokaiselta kannalta ja harkita paitsi kemiallisia ja fysikaalisia myös arkeologisia ja teknisiä ongelmanratkaisumenetelmiä. Kunkin analyysin tulos tulee varmistaa myös toisella analyysillä: punaisen pigmenttinäytteen röntgenfluoresenssianalyysi paljasti Augustin tutkimuksissa rautaa ja lyijyä, jotka viittaisivat punaokraan ja lyijyvalkoiseen. Lisäanalyysit IR-aallonpituuksilla osoittivat, että kyseessä olivat rautaoksidi eli punaokra ja lyijyoksidi eli lyijypunainen.¹³³

Augusti varmistaa tutkimuksissaan ajatuksen *floridi*-pigmenttien arvokkuudesta ja *austeri*-pigmenttien tavallisuudesta. Augustin teosta *Studies in Conservation* -julkasarjaan referoinut konservaatoreita Joyce Plesters kiinnittää huomion pigmenttien etymologiseen problematiikkaan, jota Augustin julkaisu ei hänen mukaansa juurikaan selvennä, vaikka siihen pyrkii.¹³⁴ Sinooperi, nyt vermilion, oli antiikin aikana *minimum*, joka tarkoittaa nykyisin lyijyoksidipunaista. *Cinnab(a)ris* taas tarkoitti antiikin aikana lohikäärmeen veri -nimistä orgaanista pigmenttiä, ja nykyisin se tarkoittaa elohopeasulfidia eli sinooperia. Plestersin mukaan Augusti puhuu vielä vanhoilla nimikkeillä.

3.1.1 VALKOISET VÄRIT

Augusti tutki värikauppioiden työpajoista löytyneitä raakapigmenttejä ja pigmenttiseoksia,¹³⁵ joita on nyt varastoituna Napolin Arkeologiseen Kansallismuseoon ja Pompejin varastoon, *Antiquarium e Depositi di Pompei*.¹³⁶ Menetelminä hän käytti visuaalista tarkastelua, ”paljaalla silmällä tarkastelua”, ”suurennuslasilla tarkastelua” ja mikroskooppia (sekä pinta- että läpivalo ja polarisoitu valo). Alkuaineiden selvittämiseksi hän teki erilaisia mikrokemiallisia testejä nk. koeputkianalyysin.¹³⁷ Mineraalien rakennetta analysoidessaan hän käytti välillä apuna röntgendiffraktiota (XRD). Valkoiset värit Augusti jakaa *paraetoniumiin*, *cretaan* ja *cerussaan*. *Creta* jakaantuu vielä alaryhmikseen

¹³² Augusti 1965, 67

¹³³ Augusti 1965, 67

¹³⁴ Plesters 1969, 38.

¹³⁵ Yhteensä 252 näytettä, joista osa oli myös Herculaneumista.

¹³⁶ Augusti 1967, 7

¹³⁷ Augusti 1967, 60–61

kaivuupaikan mukaan. Hän kuvailee näytteitä palasiksi, jauheiksi ja pallosiksi. Yksi näytteistä on puristettu kartion muotoon ja siinä on teksti *ATTRIOU*, joka viittaa pompejilaiseen maalikauppaan, jossa *creta* on jatkojalostettu myyntiin.¹³⁸ Valkoisia pigmenttejä Augusti kutsuu nimillä *creta* tai *argille*. Hän jakaa valkoiset pigmentit kalkkipitoisiin saviin *creta* ja piioksidipitoisiin saviin *argille*. Kullekin savityypille on oma käyttökohteensa. *Paraetionium*-savista Augusti on tunnistanut kalsiumin, magnesiumin ja piin. Anioineina näissä on karbonaatteja, silikaatteja ja fosfaatteja.¹³⁹ Lisäksi näytteissä on epäpuhtauksia. *Argille*-nimisten valkoisten alle Augusti sijoittaa näytteet, jotka sisältävät piitä, rautaa, kalsiumia ja alumiinia sekä pieniä määriä magnesiumia, natriumia ja kaliumia. Anioineina näissä on silikaatteja, karbonaatteja, sulfaatteja ja sulfideja. Nämä näytteet tuntuvat käteen rasvaisilta ja savimaisilta. Augusti mainitsee, että pääosin ne koostuvat piioksidista ja silikaateista sekä karbonaateista, ja päättelee niiden vastaavan antiikin *argilleksi* kutsuttua valkoista, joka nykyisin tunnetaan silikaattipitoisena kaoliinina.¹⁴⁰ Lisäksi Augusti mainitsee Pliniuksen *melinum*, jota saatiin Meloksen saarelta Kykladien saariryhmästä Kreikasta ja *creta argentarian*, hopeasaven, jota käytettiin orgaanisten väriaineiden substraattina.¹⁴¹ Augusti vetää yhteen hieman sekavasti tuloksensa valkoisista näytteistä:

*”Loppujen lopuksi kauppiaiden työpajoista Pompejista löytyneet valkoiset ovat seuraavat (mukaan lukien myös värejä, jotka vaikkakin ovat ”valkoisia” absoluuttisessa merkityksessä, ovat erittäin kirkkaita värejä ja ovat samankaltaisia koostumukseltaan ja käytöltään kuin todelliset valkoiset värit): **Paraetionium** (kalkkikivi, johon on sekoitettu merellistä fosfaatti- ja magnesiittijäämiä), **Melinium**, **Selinusia** (kalkkikivisavi), **Eritrea**, **Cimolia** (kalkkikivisavi), **Hopeasavi** (fossiilijauhe). En ole löytänyt saamiemme pompejilaisvärien joukosta mitään jälkeä valkoisesta, joka oli erittäin tärkeä Antiikin aikana ja runsaasti käytetty, cerussasta (lyijykarbonaatista).”¹⁴²*

¹³⁸ Augusti 1967, 52. ”Näyte 57 esittäytyy kartion muodossa, kartion, jonka korkeus on 9,5 cm ja kannan halkaisija 10 cm, ja johon on painettu sana ”ATTIORU”, ilmeisesti alun perin merkinnän ollessa ”ATTIORUM”, jonka valmistaja on painanut. Sellainen merkki on voitu panna lopulliseen tuotteeseen ennen sen saattamista markkinoille, tai itse Pompejiin joko niin, että tuote oli siellä valmistettu, tai vain siellä uudelleen työstetty, raaka-aineiden tultua muualta, tuotteen saadessa kartiomuodon ja painetun merkin.” (Suom. M. Hirvensalo Liite)

¹³⁹ Augusti 1967, 51

¹⁴⁰ Augusti 1967, 54

¹⁴¹ Augusti 1967, 57. ”Tämä tuote, sen luonteen ja koostumuksen varmistuksena, imee, sikäli kun olen voinut todentaa, huomattavia määriä vettä tai värjäyviä liuoksia (mikä tekee sen erityisen sopivaksi lakkojen valmistukseen), ominaisuus, jonka jo Plinius oli havainnut, joka (XXXV, xi) selittää, että se ”imee värinesteen helpommin kuin villa”.”

¹⁴² Augusti 1967, 58

3.1.2 SINISET VÄRIT

Sinisistä väreistä Augusti on löytänyt vain egyptinsinistä. Analyysit hän suoritti mikroskopoimalla sekä näkyvässä että polarisoidussa valossa, ja ns. märkäkemiolla: happo- ja emästesteillä sekä alkuainetunnistuksilla.¹⁴³

”Kemiallisten ja mikrokemiallisten analyysien tulosten perusteella kaikki tutkimani siniset värit ovat koostumukseltaan samanlaisia, eli ne koostuvat etupäässä kuparin ja kalsiumin silikaateista.”¹⁴⁴

”Kaikki Pompejin kauppiaiden työhuoneista löydetyt kaupallistetut ja seinämaalauksista löydetyt siniset värit koostuvat, kuten olen sanonut ja todistanut, ”caeruleum aegyptiumista”, (”egyptinsinisestä”).”¹⁴⁵

Hän mainitsee, että muut antiikin aikana käytetyt siniset pigmentit ovat hyvin epästabiileja ja alttiita tuhoutumiselle:

”Muut värit eivät sitä vastoin ole stabiileja: lapislazuli (caerauleum scythicum) on altis happojen hyökkäykselle ja menettää värinsä helposti niiden vaikutuksesta: azuriitti, luonnonmineraali, vanhenee muuttuen ajan kuluessa vihreäksi malakiitiksi; indigo on orgaaninen aine, ja siksi, kuten on ilmeistä, muuttuu helposti. (...) Analysoimieni pompejilaisvärien joukosta en ole löytänyt merkkejä armeniumista enkä indicumista, minkä selitys on yhteydessä niiden vanhenemiseen, joka on välttämättömästi johtanut niiden täydelliseen tuhoutumiseen.”¹⁴⁶

3.1.3 VIOLETIT JA PUNAISET VÄRIT

Pompejin pigmenttijauheista on analysoitu myös erisävyisiä ja asultaan erilaisia violetteja pigmenttejä. Augusti mainitsee niiden sävyn vaihtelevan syvän violetista (syklaami) kirkkaaseen roosan violettiin, ja asun olevan pala- tai jauhomainen.¹⁴⁷ Mikrokemialliset tutkimukset paljastavat pigmenttien koostuvan kahdesta komponentista: mineraalisesta ja orgaanisesta osasta. Orgaanisen hän tyypittää eläinperäiseksi lakaksi ja päättelee sen vastaavan antiikin *purpurissium*-pigmenttiä¹⁴⁸ eli kallisarvoista tyyrianpurppuraa. Augusti selventää, että purpurissium on lakkapigmentti, jota saatiin kiinnittämällä *Murex*

¹⁴³ Esimerkiksi sinisten pigmenttien kohdalla Augusti on käyttänyt seuraavia wet chemistry -menetelmiä: Kaliumferrosyanidikäsittely kuparin tunnistamiseksi, suolahappokäsittely karbonaattiryhmien tunnistamiseksi. Muita testeissä käytettyjä liuoksia olivat mm. natrium- ja kaliumkarbonaatin seos, väkevä rikkihappo, natriumfluoridi ja ammoniakki. Augusti 1967, 64

¹⁴⁴ Augusti 1967, 64

¹⁴⁵ Augusti 1967, 72

¹⁴⁶ Augusti 1967, 72

¹⁴⁷ Augusti 1967, 73

¹⁴⁸ Augusti 1967, 74

Brandaris (muriciadae) -nimisestä merisimpukasta saatavaa väriainetta *ostrum* kalkkipitoiseen fossiilijauheeseen *creta argentariaan*. Purpurissium-pigmentti myytiin antiikin aikaan pieninä, mosaiikin palasten kokoisina kuutioina, jotka oli leivottu edellä mainitusta massasta sen ollessa vielä kostea.¹⁴⁹ Augusti ei kuitenkaan ole tämä tarkemmin tutkinut orgaanisen violetin värin alkuperää, vaikka mainitseekin sen koostuvan indigon johdannaisesta 6,6-dibromoindigosta, josta nykyisin tyyrianpurppurana tunnettu väriaine koostuu. Erikoista on, miksi purppurapigmentti olisi säilynyt, mutta indigo, azuriitti ja lapislazuli taas eivät. En ole löytänyt tutkimusta, joka käsittelee purppurapigmentin väriaineen vanhenemisominaisuuksia seinämaalauksissa. Hieman aihetta sivutaan gradun osiossa Modernit monitieteelliset pigmenttitutkimukset kappaleessa Violetit pigmentit.

Pompejin näytteissä on roosan värisiä maaperäisiä väriaineita, joita saatiin antiikin Pozzuolista.¹⁵⁰ Punaisista pigmenteistä Augusti on tunnistanut mm. koeputki-analyyseilla¹⁵¹ realgarin (arsenisulfidi, As_2S_2),¹⁵² lithagirion (lyijypunainen, PbO)¹⁵³ ja sinooperin (HgS)¹⁵⁴ sekä röntgendiffraktiolla (XRD) erilaisia punaisia hematiittipitoisia raudan maavärejä (Fe_2O_3).¹⁵⁵ Nämä vastaavat antiikin auktorien mainitsemia, taulukoon nro 1 sivulla 22 koottuja punaisia pigmenttejä. Augusti mainitsee:

*”Nämä kaikki värit olen löytänyt tutkituista näytteistä ja pompejilaisista maalauksista, poikkeuksena cinnabaris. (...) orgaaninen kasviperäinen aine, joka hajoo helposti.”*¹⁵⁶

3.1.4 KELTAISET VÄRIT

Analysoidessaan keltaisia väriaineita Augusti puhuu kemiallisista analyyseistä ja mikroskopiinnista.¹⁵⁷ Analyysiensä tuloksena hän on tunnistanut eriasuisia rautapitoisia

¹⁴⁹ Augusti 1967, 76

¹⁵⁰ Augusti 1967, 75

¹⁵¹ Augusti 1967, sinooperin tunnistus kloorivetyhapolla ja ammoniumkoolttisulfonaatilla (77), realgarin tunnistus: *”Kemiallisten analyysien tulos on, että: hehkuttamalla ilmassa se höyrystyy kokonaan ja kuumennettaessa lasisessa koeputkessa johtaa punaruskean sublimaatin muodostumiseen, jonka haju on ominainen valkosipulille ja joka jäähdytettävässä muuttuu kellanpunaiseksi, mikä on merkinä arseenisulfidimuodossa olevan arseenin (As^{+++}) läsnäolosta, minkä useat märkäanalyysin tulokset osoittavat.”* (96) ja punainen lithagirio, jonka märkäanalyysia Augusti ei tarkemmin kuvaile (91).

¹⁵² Augusti 1967, 88

¹⁵³ Augusti 1967, 91. Lyijyn läsnäolo on Augustin mukaan todistettu myös röntgendiffraktioanalyysillä (XRD).

¹⁵⁴ Augusti 1967, 77

¹⁵⁵ Augusti 1967, 82

¹⁵⁶ Augusti 1967, 92

¹⁵⁷ Augusti 1967, 93–99

keltaisia maa-aineksia ja mineraaleja, joissa päämineraalina on limoniitti ($\text{Fe}(\text{OH})_3$).¹⁵⁸ Myös savipitoisia keltaisia maa-aineksia, *terra di ombra*,¹⁵⁹ ja arseenipitoista orpimenttia (As_2O_3)¹⁶⁰ hän kertoo löytäneensä näytteistä. Neljäs keltainen pigmenttilaatu on orgaaninen keltainen kasvista uutettu lakka. Tutkimustuloksensa Augusti perustaa sille, että näytteestä ei löydy muita kun substraattiin viittaavia alkuaineita, ei lainkaan mineraalisiin keltaisiin viittaavia.¹⁶¹ ”*Kemiallisessa analyysissä väri osoittautuu koostuvan ”mineraalisesta aineesta” ja ”orgaanisesta aineesta”.*”¹⁶² Tällä väriaineella on pyritty imitoimaan parasta keltaista maa-ainesta: attikalaista sileä:

*”Olen pystynyt todistamaan ja näyttämään, että Pompejista löydetty analysoimani, näytteitä no 108 ja 60 vastaavat värit, ovat täsmälleen samaa väriainetta kuin keinotekoinen keltainen väri, joka on valmistettu orvokkien väriaineesta jäljittelemällä attikalaista sileä.”*¹⁶³

3.1.5 VIHREÄT VÄRIT

Löytämänsä vihreät pigmentit Augusti jakaa luonnonmineraaleihin ja keinotekoisiiin tuotteisiin.¹⁶⁴ Luonnonmineraalit hän on tunnistanut kemiallisin analyysein ja mikroskoopilla pigmenttipartikkeleita ja niiden sävyä tutkimalla.¹⁶⁵ Luonnonmineraalipigmenteiksi ovat Pompejissa osoittautuneet kuparikarbonaateista¹⁶⁶ (CuCO_3) ja vihreästä maasta, raudan silikaattien värjäämästä magnesiumipitoisesta savesta,¹⁶⁷ muodostuneet vihreät sävyt. Kuparikarbonaatti, puhtaimmillaan malakiitti, vastaa antiikin chrysocol-laa, jonka parasta laatua Plinius kutsui azuriitin tavoin armeniumiksi, koska sitä saatiin Armeniasta.¹⁶⁸ Pompejin rautapitoinen vihreä maapigmentti vastaa antiikin creta viridistä tai appianumia, joita on niin ikään löydettävissä useita eri laatuja useista eri lähteistä.¹⁶⁹ Mainitsemistaan keinotekoisista vihreistä Augusti on tunnistanut mm. kemiallisin analyysein ja mikroskopoimalla emäksisen kupariasetaatin, nk. verdigrisen

¹⁵⁸ Augusti 1967, 93

¹⁵⁹ Augusti 1967, 95

¹⁶⁰ Augusti 1967, 96

¹⁶¹ Augusti 1967, 97

¹⁶² Augusti 1967, 97

¹⁶³ Augusti 1967, 98. Augusti ei tosin esittele tekniikkaa, jolla hän tämän orgaanisen väriaineen on tunnistanut.

¹⁶⁴ Augusti 1967, 107

¹⁶⁵ Augusti 1967, 105. ”*Tutkimani näyte no 111 on väriltään kauniin vihreä, joka, kuten Plinius sanoo, ”on vastakylvetyyn niityn ruohon värinen, kun tämä on täydessä voimassaan”, ja se koostuu ”chrysocol-lasta” ja ”armeniumista”.*”

¹⁶⁶ Augusti 1967, 101

¹⁶⁷ Augusti 1967, 100

¹⁶⁸ Augusti 1967, 103

¹⁶⁹ Augusti 1967, 100

(Cu(CH₃COO)₂, joka vastannee Antiikin *aerugoa*,¹⁷⁰ ja erilaiset seokset, jotka pitävät seassaan lyijykeltaista, lithargea tai massicotia, ja vihreää, emäksistä kupariasetaattia.¹⁷¹

3.1.6 MUSTAT JA HARMAAT VÄRIT

Mustia ja harmaita näytteitä Augusti kuvaa maamaisiksi, amorfisiksi palasiksi tai jauheiksi.¹⁷² Mainitsemisissaan kemiallisissa analyyseissä hän ensin kalsinoi näytteet ja analysoi harmaan tuhkamaisen polttojäännöksen, mineraalisen aineen,¹⁷³ joka koostuu piioksidista, silikaateista, raudasta, karbonaateista ja muista epäpuhtauksista.¹⁷⁴ Pääalkuai-neeksi hän mainitsee hiilen ja kertoo kaikkien analysoimisensa näytteiden luokittuvan Pliniuksen *atramentumeihin*, jotka nykyisin tunnetaan noki- ja lamppumustina.¹⁷⁵ Muita mustia Augusti ei Pompejin näytteistä ole tunnistanut, mutta mainitsee:

*”Ei ole poissuljettua, että muita mustia, jotka vastaavat syrjään panemiani eri tuotteita, luonnollisia tai keinotekoisia, voisi löytyä monista Pompejista löydetyistä hiiltyneistä materiaaleista, joita ei ole yksilöity väreiksi.”*¹⁷⁶

Pompejin mustia pigmenttejä on haasteellista analysoida, koska ei ole varmuutta, mitkä hiiltyneistä materiaaleista ovat alkuperäistä mustaksi pigmentiksi tarkoitettua ainesta ja mitkä Vesuviuksen purkauksen jälkeisten tulipalojen jäänteitä.

3.2 TUTKIJAT 1900-LUVUN LOPPUPUOLELLA

Uskon, että 1900-luvun loppupuolella mm. *Soprintendenza Archeologica di Pompeiin* toimesta on teetetty jonkin verran materiaalitutkimuksia Pompejin kaivausalueen rakennuksille. Onnistuin saamaan käyttööni näistä vain muutamia julkaisuja, joissa käsitellään pigmenttejä. Vanhin näistä on julkaistu vuonna 1991, ja se käsittelee Kultaisen rannerenkaan talon puutarhamaalauksia: *Il giardino dipinto nella casa de Bracciale d’oro a Pompei e il suo restauro*. Tässä julkaisussa on tutkittu pigmenttejä ja maalaus-tekniikoita. Tunnistetut pigmentit ovat okra, lamppumusta, lyijypunainen *cerussa usta* yhdessä punaokran (*rubrica eli syricum*) kanssa, maavihreä *creta viridis*, kalkkivalkoi-

¹⁷⁰ Augusti 1967, 105

¹⁷¹ Augusti 1967, 107

¹⁷² Augusti 1967, 110

¹⁷³ Augusti 1967, 110

¹⁷⁴ Augusti 1967, 110

¹⁷⁵ Augusti 1967, 110

¹⁷⁶ Augusti 1967, 113

nen *paraetionium* ja egyptinsininen *caeruleum aegyptium*. Tuloksissa kerrotaan kummalla tekniikalla, freskolla vai seccolla, kukin pigmentti on maalauksiin maalattu.¹⁷⁷

Toinen pigmenttien tunnistusta käsittelevä julkaisu *Alla ricerca di Iside. Analisi, studi e restauri dell' Iseo pompeiani nel Museo Napoli* on julkaistu vuotta myöhemmin 1992. Isiksen temppelin restaurointia käsittelevän julkaisun materiaalitutkimusosuuden ovat kirjoittaneet Maria Grazia Pancani, Maurizio Seracini ja Sergio Vannucci. Materiaalitutkimusten keskeisimmät analyysimenetelmät ovat UV-valokuvaus, FTIR-spektroskopia orgaanisille sideaineille, optinen mikroskopointi, alkuaineanalyysit SEM-EDS-analytiikalla ja rakenneanalyysit XRD-analytiikalla.¹⁷⁸ Tunnistetut pigmentit ovat lamppumusta *atramentum*, punaokran ja lyijypunaisen seos *syricum*, egyptinsininen, maavihreä mineraali glauconiitti ja keltaokra.¹⁷⁹

Vuonna 1996 pidettiin Fribourgissa kansainvälinen konferenssi Rooman seinämaalauksista, *Roman wall painting. Materials, Techniques, Analysis and Conservation*. Tässä konferenssissa esityksiä pitivät myös nykyään kaivausalueella ja pigmenttitutkimuksissa vaikuttavia tutkijoita, mm. Antonio Varone, Hamdallah Bearat, Marie Tuffreau-Libre, Alix Barbet, Michel Fuchs ja Ernst Heinrich. Konferenssi oli kattavin koko Rooman alueen seinämaalauksia ja niiden tutkimuksia käsittelevä konferenssi. Pompejista esiteltiin mm. professori Antonio Varonen vuonna 1987 aloittaman alueella IX sijaitsevan korttelin no 12 (*Regio IX, insula 12*) esiinkaivauu töitä. *Insulassa* sijaitsee talo nimeltään *Casa dei Casti Amanti*, Siveiden rakastavaisten talo, jonka isossa salissa oli Vesuviuksen purkauksen sattuessa restaurointityöt meneillään. Kaivauksissa tuli esiin huone, jossa oli eri maalausvaiheissa olevia seinämaalauksia ja niissä käytettyjä materiaaleja, mm. pigmenttejä. Pigmenttianalyysit suoritettiin kattavasti 40 näytteelle, joista tunnistettiin mineraalit aragoniitti, celadoniitti, cerussite, hematiitti (kaksi eri muotoa), dolomiitti, egyptinsininen, glauconiitti, goetiitti, malakiitti, lyijypunainen, punaokra, ring-white, nokimusta, vulkaaninen tuhka ja kahdentyyppistä keltaokraa. Analyysit suoritettiin mineralogisin ja fysio-kemiallisin menetelmin. Myös orgaanisia sideaineita tunnistettiin ja näin vahvistettiin myös seccotekniikan käyttö seinämaalauksissa.¹⁸⁰

¹⁷⁷ Casazza et al. 1991, 13–16

¹⁷⁸ Pancani et al. 1992, 123

¹⁷⁹ Pancani et al. 124–130

¹⁸⁰ Varone & Bearat, 1996, 199

4 MODERNIT MONITIETEELLISET PIGMENTTITUTKIMUKSET

Antiikin ajan valtakunnissa vaikuttaneiden taiteilijoiden käyttämä pigmenttipaletti on alueilta löytyneiden raaka- ja seinämaalauksissa käytettyjen pigmenttien avulla pääosin tunnistettu.¹⁸¹ Useat seinämaalauksia käsittelevistä materiaalitutkimuksista keskittyvät muihin tutkimuskysymyksiin kuin pigmenttien tunnistamiseen, vaikka suurimman osan Pompejin kortteleiden rakennusten *in situ* seinämaalausten pigmentit ovat vielä kartoittamatta.¹⁸² Pigmenttitunnistuksista valtaosa on kohdistettu Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa ja Pompejin varastossa, *Antiquarium Depositum di Pompei*, sijaitseviin raakapigmenteihin. Osa raakapigmenteistä ja pigmenttiseoksista on löytynyt aivan kaivausten alussa maalikauppojen raunioista ja osa 1987 alkaneen *Insula dei Casti Amantin (IX 12)* kaivausten aikana. Tarkkaa määritystä kunkin 2000-luvulla suoritettujen tutkimusten raakapigmenttinäytteen kaivuupaikasta en ole onnistunut saamaan käyttööni. Pigmenttitutkimukset keskittyvät erilaisiin tutkimuskysymyksiin ja käyttävät melko erilaisia analyysiyhdistelmiä tulosten tulkitsemiseen. Tämä tekee tutkimusten vertailusta haastavaa, siksi olenkin keskittynyt tutkielmassani tuomaan esiin pääkohdat, joita tutkimuksista nousee esiin. Tutkimuskohteina osalla tutkimusryhmistä ovat epäorgaanisten pigmenttien mineraalit,¹⁸³ mineraalilouhosten tai pigmenttien kauppapaikan sijainnin tunnistaminen. Näiden avulla saadaan tietoa aikakauden kauppareiteistä ja –kaupungeista.¹⁸⁴ Myös vaikeasti analysoitavia orgaanisia väriaineita ja niiden käyttöä pigmentteinä on tutkittu varsin laajasti, mm. tyyrianpurppuraa, indigoa ja madder lakea.¹⁸⁵ Tutkimuksissa selvitetään myös erilaisia keinotekoisien pigmenttien, kuten egyptinsinisen valmistustekniikoiden ja raaka-aineiden muunnoksia.¹⁸⁶ Pigmenttitutkimusten kohteina ovat myös erilaisten, jo pidempään käytössä olleiden tai uusien luonnontieteellisten tutkimusmenetelmien sovellusten käyttö Antiikin seinämaalausmateria-

¹⁸¹ Siddal 2006; Giachi 2009; Aliatis et al. 2010

¹⁸² *In situ* tutkimuksia ovat tehneet Knuutinen et al. 2007 Marcus Lucretiuksen talossa (IX 3, 5.24), Piovesan et al. 2011 Venuksen temppelessä (VIII 1, 5) ja Duran et al. 2010 Kultaisen rannerenkaan talossa (VI 17, 42). Näistä vain Knuutinen tutkimusryhmineen on analysoinut pigmenttejä, jotka ovat edelleen kaivausalueella alltiina ilmaston vaihtelulle ja muille rapautumistekijöille. Piovesan ja Duran tutkivat arkeologisissa tutkimuksissa maasta esiin kaivettuja, ennen neljättä pompejilaista tyyliä edustavia seinämaalausfragmenteja, jotka ovat olleet pitkään suojassa maan alla.

¹⁸³ Aliatis et al. 2009. *Green pigments of the Pompeian artists' palette*, jossa hän keskittyy tutkimaan vihreitä sävyjä, sekä sekoituksia keltaisesta, punaisesta ja sinisestä, että mineraaleja, glauconiitti ja celadoniitti, sisältäviä maavihreitä, *creta viridis*; Aliatis et al. 2010.

¹⁸⁴ Baraldi et al. 2007, 420; Piovesan et al. 2011, 2633

¹⁸⁵ Clarke et al. 2005. Pompeii Purpurissum Problems korostaa monianalytiikan tarpeellisuutta tutkittaessa vaikeasti tulkittavia kulttuurihistoriallisia näytteitä.

¹⁸⁶ Aliatis 2010, 1540; Piovesan 2011, 2639

aalien tutkimuksiin. Yhtenä yleisenä pigmenttitutkimusten kehityskohteena on analyysimenetelmien soveltuvuuden arviointi ja uusien tutkimusmenetelmäyhdistelmien ja tutkimuskäytäntöprotokollien kehittäminen.¹⁸⁷ Näitä analyysimenetelmä tutkimuksia on tehty melko laajalti myös muista kohteista, mm. Thickett & Pretzel 2010: *Micro-Spectroscopy: A powerful tool to understand deterioration*, Kendix et.al. 2010: *Far Infrared spectroscopy in the field of cultural heritage* ja Vahur et.al. 2010. *ATR-FT-IR spectroscopy in the region of 550-230cm⁻¹ for identification of inorganic pigments*. Myös materiaalien muuttumismekanismeja ja muutostuotteita tutkitaan, vaikkakin kohdalaisen harvan tutkimusryhmän toimesta¹⁸⁸. Eniten julkaisuja seinämaalauksista ja niiden muutoksista on baskilais-suomalaisella Juan Manuel Madariagan koordinoimalla APUV-tutkimusryhmällä. He ovat tutkineet mm. ilmansaasteiden rikkidioksidipitoisuuksien vaikutuksia seinämaalauksimateriaaleihin sekä biohajonnan vaikutuksia pigmentteihin ja seinien väreihin. On huomattu, että biohajonnan myötä seiniin syntyy uusia väriaineita ja näitä ei tule sekoittaa antiikin pigmentteihin¹⁸⁹. APUV-tutkimusryhmän jäsen Maite Maguregui esitteli vuonna 2010 ramanspektroskopian kongressissa ryhmän kehittämän diagnoosiprotokollan seinämaalauksien rapautumistekijöiden selvittämiseksi.¹⁹⁰

Sinooperin tummuminen tunnettiin jo Antiikin aikana ja ajan auktorit esittelevät kirjoituksissaan tekniikoita, joilla tämä estetään. Tummumisen syytä on arveltu, mutta vasta 2000-luvun aikana asiaa on tutkittu tarkemmin ja todettu, että kyse ei suinkaan ole, kuten aiemmin on luultu, elohopeasulfidimineraalin kiderakenteen muutoksesta nk. metamuotoon, vaan ympäröivän ilman alkuaineiden ja yhdisteiden vaikutuksesta.¹⁹¹

Muita seikkoja kuin pigmenttejä pompejilaisista seinämaalauksista on myös tutkittu: laastit,¹⁹² orgaaniset materiaalit kuten sideaineet¹⁹³ ja antiikin maalaus tekniikat.¹⁹⁴

¹⁸⁷ Baraldi 2007; Maguregui et al. 2009b; Duran et al. 2010b; Maguregui et al. 2010; Vahur et al. 2010; Merello et al. 2012; Maguregui et al. 2012; Madariaga et al. 2013

¹⁸⁸ Aliatis et.al. 2009; Maguregui et. al. 2010.

¹⁸⁹ Maguregui et.al. 2009; 2010.

¹⁹⁰ Maguregui et.al. 2010.

¹⁹¹ Cotte 2006; Knuutinen 2007

¹⁹² Castriota et al. 2008

¹⁹³ Aliatis et al. 2009; Casoli&Santoro 2012

¹⁹⁴ Siddall 2006; Knuutinen et al. 2007; Piovesan et al. 2011

4.1 TUTKIJAT JA JULKAISUKANAVAT

Pompejissa 2000-luvulla toimivat materiaalitutkimusryhmät ovat monikansallisia ja monitieteellisiä. Tutkimusryhmistä useimmat koostuvat luonnontieteilijöistä, pääosin kemisteistä ja fyysikoista, mutta mukana on myös konservaattoreita, mineralogea ja geotieteilijöitä.¹⁹⁵ Useat vastaavista auktoreista toimivat yliopistoissa tai korkeakouluissa, joko tutkijoina tai tutkijaprofessoreina. Oppiarvoltaan he ovat usein tohtoreita tai tohtorikoulutettavia.

Laajimmillaan erilaisten, myös muualta kuin Pompejista tehtyjen pigmenttitutkimusten tuloksia on esitelty kansainvälisessä *Pigmentum*-projektissa, jonka tuloksena on julkaistu hakuteos historiallisista pigmentistä ja niiden optisista ominaisuuksista: *Pigment Compendium. A dictionary and optical microscopy of historical pigments*. Tämä teos kokoaa yhteen tutkimustulokset ja historian auktorien tiedot koskien historiallisia pigmenttejä. Projektissa toimivista tutkijoista useat ovat tehneet itsekin pigmenttitutkimuksia Pompejissa. Ryhmään kuuluvien toimesta on tehty hyvin laaja tutkimus tyyrianpurppuran tunnistusmenetelmistä Pompejin raakapigmenteistä. Tulokset olivat ristiriitaisia ja tukivat monianalyysiprotokollien kehittämisen tarvetta tunnistettaessa vaikeasti analysoitavia materiaaleja.¹⁹⁶ Pigmenttejä tutkittaessa tulee muistaa se, että orgaaniset pigmentit ovat huomattavasti epäorgaanisia herkempiä muutoksille. Se, että nykyanalytiikalla jäämiä orgaanisista pigmenteistä ei löydy, ei tarkoita etteikö niitä olisi alun perin käytetty. Niistä ei vain ole enää nykyään tunnistettavia ainesosia jäljellä. Ehkä tulevaisuudessa kehitetään analyysiyhdistelmä, jolla saadaan muutostuotteiden perusteella tunnistettua myös hävinneitä orgaanisia pigmenttejä.

Monitieteelliset tutkijaryhmät julkaisevat tuloksiaan usein analyysimenetelmäkohtaisissa julkaisusarjoissa ja omien alojensa julkaisuissa. Tällaisia julkaisuja ovat mm. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, *Spectrochimica Acta Part A* (Elsevier), *Chemistry Central*, *Journal of Raman Spectroscopy*, *Analytical Chemistry*, *Analytical Methods* (RSC Publishing), *Applied Physics A*, *Journal of Archaeological Science*, *Applied Clay Science*, *Conservation Science*, *Studies in Conservation* ja *e-Preservation Science*.

Kansainvälisiä konferensseja ja tapaamisia, joissa mm. Pompejin alueella toimineet tutkijaryhmät ovat julkaisseet pigmentti- ja muiden materiaalitutkimusten

¹⁹⁵ Siddall 2006; Knuutinen et al. 2007; Piovesan et al. 2011

¹⁹⁶ Clarke et al. 2005. *Pompei purpurissium problems. Art'05–8th International Conference on "Non Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage."* Lecce (Italy), May 15th–19th, 2005.

tutkimusten tuloksia: ramanspektroskopian käyttö taiteen ja arkeologian tutkimuksissa vuosittainen konferenssi, *RAA2013, 7th International Conference of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology, Ljubljana (Slovenia) 2–6.9.2013*; *RAA2011, 6th International Conference of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology, Parma (Italy)*; *RAA2009 5th International Conference in the Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology Bilbao (Spain) 14.–18.9.2009*, Vesuviuksen alueen kaivausten kansainvälinen konferenssi *Nuove Ricerche Archeologiche Nell'Area Vesuviana (Scavi 2003–2006), Roma, 1.–3.2.2007*, *Analytical Spectroscopy in Art and Archaeology, Technart 2009 and ICOM-CC Scientific Working Group, Art'05–8th International Conference on "Non Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage." Lecce (Italy), May 15th–19th, 2005*.

Pompejin pigmenttejä käsittelevät tai niitä sivuavat julkaisut, tutkijaryhmät ja julkaisukanavat on esitelty taulukossa 2.

JULKAISUN NIMI	JULKAISUKANAVA	VUOSI	TUTKIJARYHMÄ	INSTITUUTIT, Projektit
Pompeji Purpurisum Problems	Art '05–8th international conference on non-destructive investigations and microanalysis for the diagnostics and conservation of the cultural and environmental heritage	2005	Clarke, M., Fredrickx, P., Colombini M.P., Andreotti, A., Wouters, J., van Bommel, M., Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. & Siddall, R.	ICN, Institute of Cultural Heritage, Amsterdam. EMAT, University of Antwerp. University of Pisa, Dipartimento di Chimica e Chimica industriale. KIK-IRPA, Brussels. Pigmentum-project, London.
Not a day without line drawn: Pigments and painting techniques of Roman Artists	FOCUS (Issue 2)	2006	Siddall, R.	UCL, Department of Earth Sciences, London
Blackening of Pompeian cinnabar paintings: x-ray microspectroscopy analysis	Analytical Chemistry (vol 78. no. 21)	2006	Cotte, M., Susini, J., Metrich, N., Moscato, A., Gratziu, C., Bertagnini, A. & Pagano, M.	European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble. University of Pisa, Dipartimento dei Scienze della Terra. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Pisa. Soprintendenza per i Beni Archeologici del Molise.
Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius	Conservation Science	2007	Knuutinen, U., Mannerheim, H. & Hornytzkyj, S.	EVTEK University of Applied Sciences, Vantaa. Finnish National Gallery, Conservation Laboratory, Helsinki. EPUH Helsinki.
Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompei	Nuove Ricerche Archeologiche Nell'Area Vesuviana (Scavi 2003-2006)	2007	Knuutinen, U., Mannerheim, H. & Hornytzkyj, S.	EVTEK University of Applied Sciences, Vantaa. Finnish National Gallery, Conservation Laboratory, Helsinki. EPUH Helsinki.
Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii	Research Reports, 2007:1 ISSN 1237-8100	2007	Knuutinen, U., Mannerheim, H. & Hornytzkyj, S.	EVTEK University of Applied Sciences, Vantaa. Finnish National Gallery, Conservation Laboratory, Helsinki. EPUH Helsinki.
Micro-Raman characterizations of Pompei's mortars	Journal of Raman Spectroscopy, 39	2008	Castriota, M., Cosco, V., Barone, T., De Santo, G., Carafa, P. & Cazzaneli, E.	University of Calabria, Department of Physics (INFN-LICRYL Laboratory-CEMIF.CAL) and Department of Art History and Archaeology
Green pigments of the Pompeian artists palette	Spectrochimica Acta Part A 73	2009	Aliatis, I., Bersani, D., Campani, E., Casoli, A., Lottici, P.P., Mantovan, S., Marino, I.-G. & Ospitali, F.	University of Parma, Dipartimento di Fisica. Dipartimenti di Chimica Generale e Inorganica, Chimica Analitica, Chimica Fisica. University of Bologna, Dipartimento di Chimica Fisica e Inorganica.
Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site	Materials and Manufacturing Processes, 24.	2009	Giachi, G., De Carolis, E. & Palleschi, P.	Soprintendenza per i Beni Archeologici della Toscana, Laboratorio di Analisi. Soprintendenza Archeologica di Napoli e Pompei.
Identification of cultural heritage inorganic red pigments with ATR-FT-IR spectroscopy in region of 500-230cm ⁻¹	Technart (Spectrochimica Acta Part A: molecular and biomolecular Spectroscopy*, 2010)	2009	Vahur, S., Knuutinen, U. & Leito, I.	University of Tartu, Institute of Chemistry. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. EPUH, Helsinki.

Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments.	RAA2009: 5th International Conference on the application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology	2009	Maguregui, M., Knuutinen, U., Castro, K. & Madariaga J.-M.	University of the Basque Country, Department of Analytical Chemistry. Helsinki Metropolia of Applied Sciences. APUV, Bilbao. EPUH Helsinki.
Diagnose of the blackening process of 4th style red ochre pigment from Marcus Lucretius House by Raman spectroscopy and thermodynamic speciation	RAA2009: 5th International Conference on the application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology	2009	Maguregui, M., Knuutinen, U., Castro, K. & Madariaga J.-M.	University of the Basque Country, Department of Analytical Chemistry. Helsinki Metropolia of Applied Sciences. APUV, Bilbao. EPUH Helsinki.
Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO ₂ impact: The Marcus Lucretius house	Analytical Chemistry, ACS Publications	2010	Maguregui, M., Knuutinen, U., Martínez-Arkarazo, I., Castro, K. & Madariaga J.-M.	University of the Basque Country, Department of Analytical Chemistry. Helsinki Metropolia of Applied Sciences. APUV, Bilbao. EPUH Helsinki.
Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings	2nd Conference of Historic Mortars	2010	Maguregui, M., Knuutinen, U., Castro, K., Martínez-Arkarazo, I. & Madariaga J.-M.	University of the Basque Country, Department of Analytical Chemistry. Helsinki Metropolia of Applied Sciences. APUV, Bilbao. EPUH Helsinki.
Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area	Journal of Raman Spectroscopy, 41 (Art and Archaeology, special issue* ² , 2009)	2010	Aliatis, I., Bersani, D., Campani, E., Casoli, A., Lottici, P. P., Mantovan, S. & Marino, I.-G.	University of Parma, Dipartimento di Fisica. Dipartimento di Chimica Generale e Inorganica, Chimica Analitica, Chimica Fisica.
Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy – chromatography.	Archaeometry 52	2010	Duran, A., Jimenez de Haro, M.C., Perez-Rodriguez, J.-L., Franquelo, M.L., Herrera, L.K. & Justo, A.	Centre de recherche et de restauration des musées de France, C2RMF, Paris. Materials Science Institute of Seville (CSIC - Seville University).
X-ray diffraction studies of Pompeian wall paintings using synchrotron radiation and dedicated laboratory made systems	Applied Physics A. Materials Science & Processing	2010	Duran, A., Jimenez de Haro, M.C., Perez-Rodriguez, J.-L., Franquelo, M.L., Herrera, L.K. & Justo, A.	Centre de recherche et de restauration des musées de France, C2RMF, Paris. Materials Science Institute of Seville (CSIC - Seville University).
The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques	Journal of Archaeological Science, 38	2011	Piovesan, R., Siddall, R., Mazzoli, C. & Nodari, L.	University of Padova, Dipartimento di Geoscience, Dipartimento di Scienze Chimiche. University College of London, Department of Earth Sciences.
Use of in situ and confocal Raman spectroscopy to study the nature and distribution of carotenoides in brown patinas from a deteriorated wall painting in Marcus Lucretius house (Pompeii)	Analytical and Bioanalytical Chemistry (vol 402, no 4)	2012	Maguregui, M., Knuutinen, U., Trebolazabala, J., Morillas, H., Castro, K., Martínez-Arkarazo, I. & Madariaga J.-M.	University of the Basque Country, Department of Analytical Chemistry. Helsinki Metropolia of Applied Sciences. APUV, Bilbao. EPUH Helsinki.
Multianalytical approach to explain the darkening process of hematite pigment on paintings from Ancient Pompeii after accelerated weathering experiments.	Analytical Methods. RSCPublishing	2013	Maguregui, M., Castro, K., Morillas, H., Trebolazabala, J., Knuutinen, U., Wiesinger, R., Schreiner, M. & Madariaga J.-M.	University of the Basque Country, Department of Analytical Chemistry. University of Jyväskylä, Department of Art and Cultural Studies. Institute of Science and Technology, Academy of Fine Arts. APUV, Bilbao. EPUH Helsinki.

*¹) julkaistu myös vuonna 2010 Spectrochimica Acta Part A julkaisusarjassa.

*²) julkaistu ensimmäisen kerran Art and Archaeology erikoisnumerossa vuonna 2009

Taulukko 2. Pompejin pigmenttejä käsitteleviä tai niitä sivuavia julkaisuja.

4.2 KOHTEET JA NÄYTTTEET

Pompejin pigmenttitutkimukset perustuvat pitkälti kaivausalueelta esiin kaivettuihin mm. terrakottaisiin ja metallisiin astioihin ja niiden sisältämiin raakapigmenttiseoksiin.¹⁹⁷ (Kuva 4.)

¹⁹⁷ Augusti 1967; Siddall 2006; Aliatis et al. 2009; Giachi et al. 2009



Kuva 4. Useiden pigmenttitutkimusten kohteina olleet pigmenttijauekipot Pompejin kaivausalueelta. Kuva Ulla Knuutinen.

Raakapigmentiastioiden lisäksi monet tutkimuksista kohdistuvat sekä kaivausalueelta 2000-luvun tutkimuskaivausten yhteydessä löydettyihin seinämaalauksfragmentteihin¹⁹⁸ että Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa ja Pompejin varastossa säilöttyihin seinämaalaukspaneeliin.¹⁹⁹ Yllättävän vähän pigmenttitutkimuksia on suoritettu *in situ* kaivausalueella kovaa vauhtia tuhoutuville seinämaalauksille. Yksittäisten rakennusten seinämaalauksissa *in situ* saattaa esiintyä poikkeuksia nyt kartoitettuun pigmenttipalettiin, ja siksi olisi mielenkiintoista, että useampien Pompejin kaivausalueen talojen seinämaalauksien pigmentit tunnistettaisiin. Kaiken kaikkiaan modernien tutkimusten näytteet sijoittuvat antiikissa laajalle aikavälille; vuosien 300eKr – 79jKr väliin. Tässä ajassa materiaalit ja maalaustekniikat ovat muuttuneet huomattavasti, joten näytteiden kirjo on runsas. Taulukosta 3. käy selville kunkin tutkimusryhmän käyttämien näytteiden alkuperä.

JULKAISUN NIMI	NÄYTETYYPPI	TALON NIMI			
	Raakapigmentti	Fragmentti	Irritettu maalaus (SAN)	Maalaus <i>in situ</i> kaivausalueella	Lokaatio
Clarke et al. 2005: Pompeii Purpurisum Problems	Pinkki-violetti paakku (18197*, 18129, 117323)				
Cotte et al. 2006: Blackening of Pompeian cinnabar paintings: x-ray microspectroscopy analysis				Näytteitä maalauksista, ei tarkempaa kuvailua.	Villa Sora, Torre del Greco (kaivettu esiin 1988-92)
Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius		Toinen maalaustyylillä, useita fragmentteja lokaatioista 18.95 ja 18.143	Yhteensä 41 <i>in situ</i> analysoitua kohtaa: Neljäs maalaustyylillä: MANN9345, "Ercole e Omfale" MANN8992, MANN 9285, MANN9206, MANN9208, MANN9345	Yhteensä 81 analysoitua kohtaa: Neljäs maalaustyylillä <i>in situ</i> analyysijä huoneissa (1, 2, 4, 6, 8 ja 16), myös mikronäytteitä irroitettu laboratorioanalyysiin. ²⁰⁰	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) kaivettu esiin 1847, fragmentit kaivettu esiin "jätkeopasta" lokaatio 18.95 ja 18.143 v. 2004

¹⁹⁸ Piovesan et al. 2011; Aliatis et al. 2010; Duran et al. 2010; Knuutinen et al. 2007; Knuutinen et al. 2008

¹⁹⁹ Aliatis et al. 2009; Aliatis et al. 2010; Talarico 2009

²⁰⁰ Mannerheim 2005, 39.

Knuutinen et al. 2007: Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompeii	ks.ed.	ks.ed.	ks.ed.	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Knuutinen et al. 2007: Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii	ks.ed.	ks.ed.	ks.ed.	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Castriota et al. 2008: Micro-Raman characterizations of Pompeii's mortars	Kolme näytettä maasta ko. talossa.		Kymmenen näytettä seinistä.	The House of the Wedding of Hercules (VII 9, 47) Insula del Centenario (IX8)
Aliatis et al. 2009: Green pigments of the Pompeian artists palette	Vihreä pulveri (117364)		AC60 "Ramo con foglie verdi" (ref. 9979), AC55 "Natura morta: Frutta" (ref. 8641), AC51 "Baccante" (ref. 9149)	Näyte maalauksesta AC53 "Bacco e Vesuvio" (ref. 112286)
Giachi et al. 2009: Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site	Valkoinen (9507, 1615-4/55987, 3473/28713), musta(9398, 1641/18128), harmaa (9562, 9566, 9575, 1628/18109), sininen (1614/18100, 1631-18106), keltainen (1627-4/18102, 1653/18120, 12051), punainen (1611/18103, 1619/18112, 42644, 9524), pinkki-violetti (1620/18103, 1622/18107, 1644/18129, 1646/2091b, 9530), vihreä (1626/4-18117)			
Vahur et al. 2009: Identification of cultural heritage inorganic red pigments with ATR-FT-IR spectroscopy in region of 500-230cm-1			Mikronäyte neljännen tyylin maalauksesta	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Maguregui et al. 2009: Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments.		Toinen maalaustyyli (Lokaatioista 18.92 ja 18.142) Yhteensä 9 näytettä: 1EE, 3M, 3P, 3T, 1CC, 2NN, 4Eb, 7Y, 9XX)		Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Maguregui et al. 2009: Diagnose of the blackening process of 4th style red ochre pigment from Marcus Lucretius House by Raman spectroscopy and thermodynamic speciation			Yhteensä 7 näytettä: Mikronäytteet neljännen tyylin seinämaalauksista: 1/7, 1/7', 16/59, 16/60. Irroneet seinämaalauksen fragmentit neljännen tyylin maalauksista: W-1, W-1', W-2	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Maguregui et al. 2010: Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO2 impact: The case of Marcus Lucretius house			Kaksi mikronäytettä neljännen tyylin seinämaalauksista: 1/7 ja 16/59	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Maguregui et al. 2010: Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings			Mikronäytteet: fau-1, fau-2, tric-1 ja tric-2. In situ analyysit huoneiden fauces 1 ja trichinium 16 seinille.	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area			Yhteensä 8 laastifragmenttia, joissa jälellä myös pigmentteistä.	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy - chromatography.	Punaiset(P04, P08, P12, P16, P10, P07), keltaiset (P01, P11, P15), siniset (P05, P09), violetti (P02, P03, P06), valkoiset (P14), vihreät (P13)		Näyteet AC52, AC53 maalauksesta "Bacco e Vesuvio" (rif. 119286)	Insula de Centenario (IX8)
Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area			AC63 Fragmentti maalauksesta (rif. 8822, AC61), fragmentti maalauksesta "Quadro giallo" (rif. 9521), AC62 (rif.8630), AC56 (rif. 9621), AC50 "Baccante" (rif.9149), AC54 "Natura morta" (rif. 8641), AC57, AC58 "Gallina" (rif. 8632), AC59 "Ramon con foglie verdi" (rif.9979), AC51 "Baccante"(ref. 9149), AC55 "Natura morta: Frutta" (ref. 8641), AC60 "Ramo con foglie verdi" (ref. 9979)	
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy - chromatography.		Yhteensä 6 fragmenttia, jotka edustavat kolmatta seinämaalaustyylä: 13, 14, 15, 16, 17 ja 18.		the House of Golden Bracelet (VI 17, 42)
Duran et al. 2010: X-ray diffraction studies of Pompeian wall paintings using synchrotron radiation and dedicated laboratory made systems	ks.ed.			the House of Golden Bracelet (VI 17, 42)
Piovesan et al. 2011: The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques		Yhteensä 57 seinämaalauksen fragmenttia (Maalaustyyliä ajalta: kolmas vuosisata eKr ja toinen vuosisata eKr)		the Temple of Venus (VIII 1, 5)
Maguregui et al. 2012: Use of in situ and confocal Raman spectroscopy to study the nature and distribution of carotenoides in brown patinas from a deteriorated wall painting in Marcus Lucretius house (Pompeii)			Useita in situ analyysejä. Kaksi fragmenttinäytettä atriumista (atr-1, atr-2). Neljäs seinämaalaustyylä.	Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24)
Maguregui et al. 2013: Multianalytical approach to explain the darkening process of hematite pigment on paintings from Ancient Pompeii after accelerated weathering experiments.		Useita fragmentteja. Toinen seinämaalaustyylä.		Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24), fragmentit kaivettu esiin "jätekuopasta" lokaatio 18.95 ja 18.143 v. 2004

*) Vastaa Selim Augustin tutkimaa näyttöä no.1622/4, jota säilytettiin tuolloin Pompejissa: *Antiquarium di Pompei*.

SAN ja MANN kirjainyhdistelmät viittaavat Napolin Arkeologiseen Kansallismuseoon.

Taulukko 3. Julkaisujen näytteet ja tutkimuskohteet

Knuutinen tutkimusryhmineen on analysoinut Marcus Lucretiuksen talon (IX 3 5.24) eri huonetilojen, *fauces*, *atrium*, *alae* ja *triclinium* neljättä pompejilaista seinämaalaukstyylillä edustavien pintojen sinisiä, vihreitä, punaisia, harmaita ja keltaisia alueita ja 2000-luvulla esiin kaivettujen, toista pompejilaista tyyliä edustavien seinämaalauksfragmenttien väripintoja. Duran tutkimusryhmänsä kanssa on keskittynyt Kultaisen rannerenkaan talon (House of Golden Bracelet, VI 17, 42) eri lokaatioista esiin kaivetuille irrallisille seinämaalauksfragmenteille, joita on säilytetty sekä kaivausalueella että Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa. Julkaisussa ilmoitetaan fragmenttien ajoittuvan kolmannen pompejilaisen seinämaalauksstyylin aikaan. Venuksen temppelistä (VII 1, 5) on analysoitu yhteensä 57 fragmenttia, jotka edustavat eri pompejilaisia tyyliä. Myös Aliatis et al. raportoivat tutkineensa joitain Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa säilytettyjä seinämaalauksfragmenttejä, jotka on löydetty Vesuviuksen alueelta. Tarkempaa määrittystä näille fragmenteille ei ole annettu. Kaivausten aloittamisen jälkeen 1700- ja 1800-luvuilla komeimpia seinämaalaukspaneeleita myös irrotettiin ja siirrettiin nykyisen Napolin Arkeologisen Kansallismuseon säilöön. Näiden pigmenttejä ovat tutkineet mm. Knuutinen et al. 2007 ja Aliatis et al. 2009, joista jälkimmäinen on analysoinut vihreitä näytteitä Insula del Centenario (IX 8) seinämaalauksista ”Bacco e Vesuvio”, ”Ramo con fogile verdi”, ”Natura morta: Frutta” ja ”Baccante”, joista kolme viimeksi mainittua on varastoituna Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa ja ensimmäinen *in situ* kaivausalueella.

Pigmenttien tunnistustutkimuksia on tehty punaisille, sinisille, vihreille, oransseille, ruskeille, harmaille, mustille, valkoisille, vaaleanpunapurppuroille, keltaruskeille ja oranssinkeltaisille pinnoille sekä käyttämättömille pigmenttijauheille²⁰¹. Materiaalien muutostutkimuksia on tehty pääasiassa *in situ* kaivausalueella sijaitseville maalauksille²⁰² Orgaanisten sideaineiden analyysejä on tehty sekä seinämaalauksfragmenteille että *in situ* seinämaalauksille²⁰³. Orgaaniset sideaineet ovat peräisin joko mo-

²⁰¹ Giachi et al. 2012; Clarke et al. 2005; Duran et al. 2010; Duran et al. 2010; Piovesan et al. 2011; Aliatis et al. 2009; Vahur et al. 2009; Knuutinen et al. 2007c; Aliatis et al. 2009

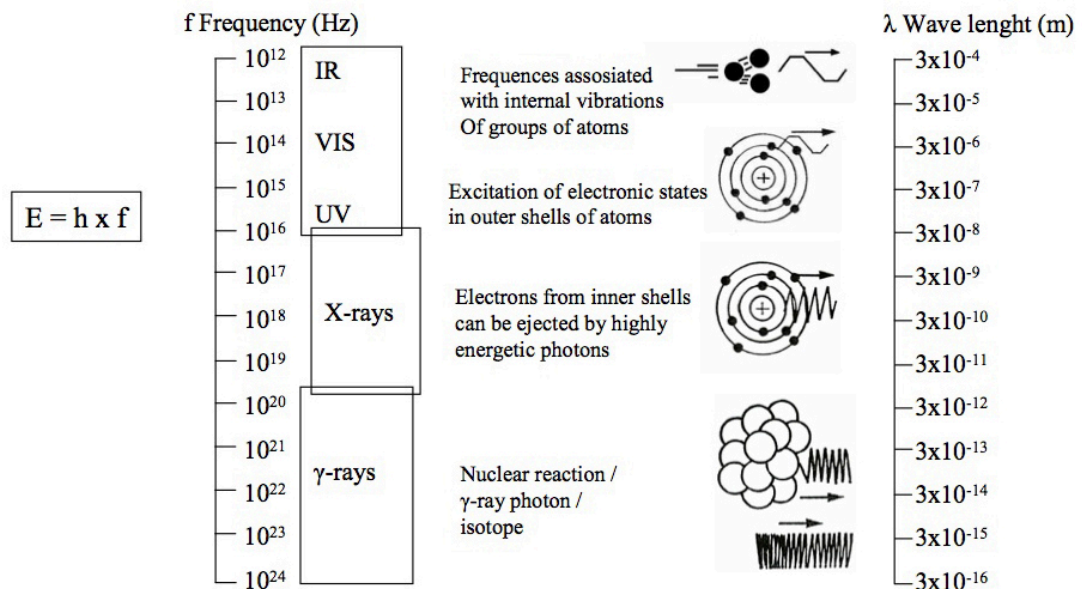
²⁰² Cotte et al. 2006; Knuutinen et al. 2007; Maguregui et al. 2009–2012; Aliatis et al. 2009

²⁰³ Knuutinen et al. 2007; ; Aliatis et al. 2010; Piovesan et al. 2011; Casoli & Santoro 2012

derneista restauroinneista²⁰⁴ tai ne ovat jäänteitä ja osoituksia tempera- ja seccotekniikoista²⁰⁵.

4.3 NYKYAIKAISET ANALYYSIMENETELMÄT

Historiallisten pigmenttien tunnistaminen luonnontieteellisin menetelmin alkaa olla jo melko yleinen käytäntö osana konservoinnin materiaalitutkimuksia. Kemialliset ja fysiikkaaliset analyysimenetelmät perustuvat usein sähkömagneettiseen säteilyyn ja sen vaikutusten tulkintaan materiaalien atomi- ja molekyyllitasolla. Elektromagneettisen säteilyn eri muotoja on esitelty kuvassa 5.



Kuva 5. Elektromagneettisen säteilyn eri muodot.²⁰⁶

Erilaisia elektromagneettisen säteilyn aallonpituuksia kohdistettaessa näytteeseen voidaan siitä vapautuvaa energiaa, aineeseen imeytyvää *absorboituvaa*, siroavaa *diffraktoituvaa*, läpäisevää *transmissoituvaa* tai heijastuvaa *reflektoituvaa* säteilyä tarkasteltaessa päästä selville kohteen alkuaineista ja koostumuksista. Suomessa Metropolia Ammattikorkeakoulun konservaattoriopintoihin kuuluu pigmenttientunnistusjakso, jossa opetellaan perusteet tietyistä analyysimenetelmistä ja niiden soveltamisesta, esim. pigmenttien tunnistamiseen konservoinnin hyvin heterogeenisistä näytteistä.²⁰⁷ Luonnontieteellisiä

²⁰⁴ Casoli et.al. 2012

²⁰⁵ Piovesan et.al. 2011.

²⁰⁶ Knuutinen & Mannerheimo 2006, 25.

²⁰⁷ Knuutinen & Mannerheimo 2006. Pigmenttiallyseissä käytettäviä menetelmiä on esitelty varsin kattavasti Barbara Stuartin teoksessa *Analytical techniques in materials conservation*, 2007 sekä artikke-

analyysimenetelmiä käyttävät tutkimusryhmät korostavat monianalyttisen tutkimuksen tärkeyttä pigmenttien ja muiden materiaalien tutkimuksissa. Monianalyttinen, *multianalytical* tarkoittaa nimensä mukaisesti, useamman kuin yhden analyysimenetelmän käyttöä tulosten varmistamiseksi.²⁰⁸ Tutkimusryhmien käyttämistä analyysimenetelmähdisteistä on koottu taulukko 4.

JULKAISUN NIMI	ANALYYSIMENETELMÄJOUKKO
Clarke et al. 2005: Pompeii Purpurisum Problems	SEM-EDX, FTIR, XRD, REM, TEM (TEM-EELS, TEM-EDX, TEM-SAED), HPLC, DE-MS
Siddall, 2006: Not a day without line drawn: Pigments and painting techniques of Roman Artists	PLM
Cotte et al. 2006: Blackening of Pompeian cinnabar paintings: x-ray microspectroscopy analysis	μ-XRF, XANES
Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius	VIS CIE L*a*b*, OM ja PLM, EDXRF, FTIR-ATR, SEM-EDS, LA ICP-MS
Knuutinen et al. 2007: Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompeii	VIS CIE L*a*b*, OM ja PLM, EDXRF, FTIR-ATR, SEM-EDS
Knuutinen et al. 2007: Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii	VIS CIE L*a*b*, OM ja PLM, EDXRF, FTIR-ATR, SEM-EDS
Castriota et al. 2008: Micro-Raman characterizations of Pompeii's mortars	Micro-Ramanspektroskopia
Aliatis et al. 2009: Green pigments of the Pompeian artists palette	Micro-Ramanspektroskopia, FTIR, SEM-EDS
Giachi et al. 2009: Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site	SEM-EDX, FTIR ja XRD
Vahur et al. 2009: Identification of cultural heritage inorganic red pigments with ATR-FT-IR spectroscopy in region of 500-230cm-1	FTIR-ATR
Maguregui et al. 2009: Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments.	OM, Ramanspektroskopia, μ-EDXRF
Maguregui et al. 2009: Diagnose of the blackening process of 4th style red ochre pigment from Marcus Lucretius House by Raman spectroscopy and thermodynamic speciation	OM, Ramanspektroskopia, MEDUSA software In situ menetelmät: Kannettava ("portable") Ramanspektroskopia, kannettava ("hand-held") FTIR, EDXRF. Laboratorio analyysit: OM, Ramanspektroskopia, FTIR (DRIFTS), MEDUSA software
Maguregui et al. 2010: Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO2 impact: The case of Marcus Lucretius house	μ-EDXRF, Ramanspektroskopia, FTIR (DRIFTS), IC, MEDUSA ja RUNSALT software
Maguregui et al. 2010: Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings	Micro-Ramanspektroskopia, micro-FTIR-ATR, SEM-EDX ja XRD
Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area	Micro-Ramanspektroskopia, micro-FTIR-ATR, SEM-EDX ja XRD
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy – chromatography.	OM, SEM-EDS, CIE L*a*b*), micro-Ramanspektroskopia, HRDP, SR-HRDP, FTIR ja PY-GC/MS
Duran et al. 2010: X-ray diffraction studies of Pompeian wall paintings using synchrotron radiation and dedicated laboratory made systems	XRD (portable and micro XRD), SR-HRPD
Piovesan et al. 2011: The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques	RL-OM, ESEM-EDX, EPMA, XRPD, FTIR-ATR Mössbauer spektroskopia, μ-EDXRF
Maguregui et al. 2012: Use of in situ and confocal Raman spectroscopy to study the nature and distribution of carotenoides in brown patinas from a deteriorated wall painting in Marcus Lucretius house (Pompeii)	(portable) micro-Ramanspektroskopia, (hand held) FTIR, Ramanspektroskopia, SEM-EDS
Maguregui et al. 2013: Multianalytical approach to explain the darkening process of hematite pigment on paintings from Ancient Pompeii after accelerated weathering experiments.	Micro-Ramanspektroskopia, FTIR-ATR, SEM-EDS

Taulukko 4. Tutkimusryhmien käyttämät analyysiyhdistelmät

Pompejissa käytettyjen analyysimenetelmien lyhenteet on avattu taulukossa 5.²⁰⁹ Analyysimenetelmien nimet on avattu englanniksi, koska suomenkielisiä nimiä niille ei ole käytössä.

leina julkaisusarjoissa: C.R. Chimie 5 (2002). Clark. Pigment identification by spectroscopic means: an arts/science interface; Vibrational Spectroscopy 43 (2007). Baraldi et al. A micro-raman archaeometric approach to Roman wall paintings; E-Preservation Science 7 (2010). Kendix et al. Far infrared spectroscopy in the field of cultural heritage; Spectrochimica Acta Part A 75 (2010). Vahur et al. ATR-FT-IR spectroscopy in the region of 550-230cm-1 for identification of inorganic pigments; e-Preservation Science 7 (2010). Thickett & Pretzel. Micro-spectroscopy: A powerful tool to understand deterioration; Journal of Cultural Heritage 12 (2011). Moretto et al. Spectroscopic methods for the analysis of celadonite and glauconite in Roman green wall paintings; Applied Physics A (2012). Miliani et al. Reflection infrared spectroscopy for the non-invasive in situ study of artists pigments.

²⁰⁸ Clarke et al. 2005, conclusions.

²⁰⁹ Kussakin julkaisussa on erikseen experimental-kappale, jossa esitellään analyyseissa käytetyt laitteet ja ohjelmistot, jotta analyysit olisivat toistettavissa myöhemminkin.

LYHENNE	ANALYYSIMENETELMÄ
VIS	Visible light spectroscopy
CIE L*a*b*	Colorimetry, used colourspace
OM	Optical Microscopy
RL-OM	Reflected light optical microscopy
PLM	Polarized light microscopy
SEM	Scanning electron microscopy
SEM-EDS/EDX	Scanning electron microscopy - energy dispersive spectroscopy/x-ray
ESEM-EDX	Environmental electron microscopy - energy dispersive spectroscopy/x-ray
TEM	Transmission electron microscopy
STEM	Scanning transmission electron microscopy
REM	Reflection electron microscopy
TEM-EELS	Transmission electron microscopy-electron energy loss spectroscopy
TEM-SAED	Transmission electron microscopy - Selected area electron diffraction
XRF	X-ray fluorescence
EDXRF	Energy dispersive X-ray fluorescence
XANES	X-ray absorption near edge structure
XRD (XRPD)	X-ray diffraction (X-ray powder diffraction)
HRPD	High-resolution X-ray diffraction
SR-HRPD	Synchrotron high-resolution X-ray powder diffraction
EPMA	Electron probe microanalyzer
FTIR	Fourier transform infrared spectroscopy
FTIR-ATR	Fourier transform infrared spectroscopy - Attenuated total reflectance
FTIR (DRIFTS)	Fourier transform infrared spectroscopy (diffuse reflectance technique)
Raman spectroscopy	
IC	Ion chromatography
HPLC	High performance liquid chromatography
MS	Mass spectrometry
DE-MS	
PY-GC/MS	Pyrolysis gas chromatography/mass spectrometry

Taulukko 5. Analyysimenetelmien kirjainlyhenteet.

Erittäin tärkeää on myös analyysimenetelmän vaikutus näytteeseen ja kohteeseen. Analyysimenetelmiä on sekä näytteen tuhoavia että kohteeseen kajoamattomia. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa kohteessa pyritään käyttämään menetelmiä, joita varten ei tarvitse irrottaa suuria näytemääriä. Analyysimenetelmät jaetaan nykyisin ryhmiin destruktiivinen (engl. *destructive*), näytteen tuhoava, non-destruktiivinen (engl. *non-destructive*) näytteen tuhoamaton ja non-invasiivinen (engl. *non-invasive*) *in situ* kohteeseen kajoamaton, jolloin analyysia varten ei tarvitse irrottaa näytettä kohteesta. Yleisimmät Pompejin pigmenttitutkimuksissa käytetyt analyysimenetelmät esitellään seuraavissa kappaleissa. Kappale ”4.3.4. Muut analyysimenetelmät” käsittelee hieman harvinaisempia menetelmiä, joita käytetään mm. orgaanisten materiaalien tunnistamisessa.

4.3.1 SÄVYMITTAUKSET JA NÄKYVÄN VALON SPEKTRI

Näkyvän valon spektri- (VIS Spectra) ja sävyarvomittaukset (CIE L*a*b*) ovat *non-invasiivisia in situ* tutkimuksia, joita varten ei tarvitse irrottaa näytettä, ja joka ei kajoa kohteen materiaaleihin, säteilyenergian vaikuttaessa atomien ja ionien uloimpien elektronikuorten elektroneihin. Näkyvän valon säteilyn heijastuminen tutkittavasta pinnasta esitetään graafisena spektrinä näkyvän valon aallonpituusalueella 400–700 nm. Spektri muodostuu niistä aallonpituuksista, joilla pinta heijastaa valoa, ja jonka värisenä se ihmissilmälle näyttäytyy. Osalla pigmenteistä kuten egyptinsinisellä on hyvin ominainen

näkyvän valon spektri, ja pigmentin tunnistus voi tapahtua pelkästään tällä menetelmällä.²¹⁰ Näkyvän valon spektri mitataan reflektometrillä ja laite mittaa haluttaessa myös kohteen sävyarvot, CIE $L^*a^*b^*$ ²¹¹, sävykoordinaatit väriavaruudessa. L^* -arvon ilmoittaessa tummuus–vaaleus-asteikon, a^* -arvon puna–vihreä ja b^* kelta–sini-sävyasteikon pinnassa. Pinnan spektrikäyttäytymisen ja CIE $L^*a^*b^*$ -arvojen avulla voidaan seurata pinnan sävy muutoksia, jos mittaukset tehdään tasaisin väliajoin esim. 8–10 vuoden välein.

4.3.2 MIKROSKOPOINTTI

Mikroskopointia varten tulee irrottaa näyte tutkittavasta kohteesta, usein kohteen materiaaleja hyvin edustava näyte riittää. Mikroskopointi lukeutuu ns. *non-destruktiivisiin*, laboratoriossa suoritettaviin tutkimuksiin. Useimmiten näyte preparoidaan mikroskopointia varten, esim. valetaan poikkileikkausnäytteeksi tai leikataan ohuthieksi, mutta näyte ei tuhoudu tutkimusten aikana ja on näin ollen käytettävissä myös muihin tutkimusmenetelmiin.²¹²

Mikroskopointia tehdään useilla eri menetelmillä ja useantyyppisillä valaistuslähteillä. Pompejin pigmenttitutkimuksissa käytetyimmät menetelmät ovat optinen mikroskopia (OM), jota tehdään valo- tai stereomikroskoopilla 2–2000x suurennoksilla. Optisessa mikroskopiassa työskennellään näkyvän valon aallonpituuksilla, erilaisien linssien avulla näytettä suurentaen, läpivalolla tai pimeässä kentässä kylmällä pinta-valolla. Näkyvän valon mikroskopian toinen muoto tapahtuu polarisoidussa valossa. Polarisaatiomikroskopian (PLM) avulla näkyvä valo ohjataan polarisoituna ohuen näytteen läpi, tämä aiheuttaa kiteissä värimuutoksia ja sammumisreaktioita, joiden avulla voidaan tunnistaa mm. mineraaleja.²¹³

Kun on tarve tarkastella kohteita, joita ei voi havaita em. suurennoksilla, käytetään transmissioelektronimikroskopiaa (TEM). Tässä analyysijä ei tehdä näkyvän valon aallonpituusalueella ja optisia linsejä hyväksikäyttäen, vaan näytettä ”pommiteetaan” korkeanopeuksisella elektronisuihkulla, joka tuottaa atomin ulkokuoren elektronien diffraktiossa tapahtuvan energian tulkinnan avulla tietoa kiteisen aineen morfologiasta ja rakenteesta.²¹⁴ Tätä analyysimenetelmää käytetään mm. mineraalien tunnistukseen. Jos näytettä ei voi preparoida ohuthieksi, kuten PLM- ja TEM-tekniikoissa on edelly-

²¹⁰ Knuutinen & Mannerheim 2006

²¹¹ CIE = Commission Internationale L'Elairage (International Commission of Illumination)

²¹² Knuutinen & Mannerheim, 2006

²¹³ Stuart 2007, 80–82

²¹⁴ Stuart, 2007, 87–89

tyksenä, mutta on tarve tarkastella näytettä jopa 100 000x suurennoksella, käytetään usein skannaavaa elektronimikroskopiaa tai pyyhkäisyelektronimikroskopiaa (SEM). SE-mikroskopiaan voidaan sisällyttää myös röntgensädetutkimusta (EDS), jolloin on mahdollista kohdentaa röntgensäde yksittäiseen pigmenttikiteeseen ja havaita sen alkuaineet.²¹⁵

Pompejin pigmenttitutkimuksissa käytettyjä näkyvän valon (VIS) ja mikroskopiointin menetelmiä ja niiden variaatioita on listattu taulukkoon 6.

JULKAISU	SÄVYMITTAUKSET JA MIKROSKOPOINNIT
Clarke et al. 2005: Pompeii Purpurissum Problems	SEM(-EDX), TEM (TEM-EELS, TEM-EDX, TEM-SAED)
Siddall, 2006: Not a day without line drawn: Pigments and painting techniques of Roman Artists	PLM
Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius	VIS CIE L*a*b*, OM, PLM, SEM (-EDS)
Knuutinen et al. 2007: Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompeii	VIS CIE L*a*b*, OM, PLM, SEM (-EDS)
Knuutinen et al. 2007: Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii	VIS CIE L*a*b*, OM, PLM, SEM (-EDS)
Aliatis et al. 2009: Green pigments of the Pompeian artists palette	SEM (-EDS)
Giachi et al. 2009: Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site	SEM (-EDX)
Maguregui et al. 2009: Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments.	OM
Maguregui et al. 2009: Diagnose of the blackening process of 4th style red ochre pigment from Marcus Lucretius House by Raman spectroscopy and thermodynamic speciation	OM
Maguregui et al. 2010: Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO ₂ impact: The case of Marcus Lucretius house	OM
Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area	SEM (-EDX)
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy - chromatography.	OM, SEM (-EDS), CIE L*a*b*
Piovesan et al. 2011: The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques	RL-OM, ESEM (-EDX)
Maguregui et al. 2012: Use of in situ and confocal Raman spectroscopy to study the nature and distribution of carotenoides in brown patinas from a deteriorated wall painting in Marcus Lucretius house (Pompeii)	SEM (-EDS)
Maguregui et al. 2013: Multianalytical approach to explain the darkening process of hematite pigment on paintings from Ancient Pompeii after accelerated weathering experiments.	SEM (-EDS)

Taulukko 6. Mikroskopiointi ja VIS-menetelmät

4.3.3 KEMIALLISET ANALYYSIT

Pompejin pigmenttitutkimuksissa käytetyt kemialliset analyysit jakaantuvat kahteen pääryhmään: röntgen- ja IR-aallonpituusalueen säteilyyn perustuviin analyysimenetelmiin. Kummastakin pääryhmästä on useita eri variaatioita, mutta yksinkertaisten voidaan sanoa, että röntgensäteilyyn perustuvat analyysit tuottavat tietoa tutkittavan näytteen alkuaineista ja IR-analyysit molekyyleistä, niiden rakenteesta ja atomijoukoista.²¹⁶ Ihannetapauksessa mikroskooppiavusteisena näiden menetelmien yhdistelmällä saadaan selville yksittäisen pigmenttipartikkelin molekyylit ja niiden sisältämät alkuaineet, esim. egyptinsininen $\text{CaCu}_4\text{SiO}_2$ tai pigmenttien kemialliset muutokset.

²¹⁵ Stuart, 2007, 91–94; Knuutinen & Mannerheim, 2006

²¹⁶ Knuutinen & Mannerheim 2006

Pelkistetysti ilmaistaessa röntgensäteilyyn perustuvissa analyysimenetelmissä näytteen atomeja ”pommitetaan” korkeaenergisellä röntgensäteilyllä, joka saa aikaan mm. atomien elektronien liikettä ytimen lähellä olevilla elektronikuorilla. Muutokset elektronikuorilla ko. tapauksessa elektronien korvautuessa ulompien kuorien elektroneilla vapauttavat energiaa,²¹⁷ jonka määrää mittaamalla analyysilaitteisto tunnistaa näytteistä alkuaineita.²¹⁸ Pompejissa käytetyimmät analyysimenetelmät ovat röntgenfluoresenssi (XRF) ja elektronimikroskooppiin yhdistetty röntgenanalysaattori (SEM-EDS).²¹⁹ Hyvin yleinen menetelmä on myös röntgendiffraktio (XRD), jonka eri muotoja oli käytetty yhteensä kuudessa julkaisussa. Röntgendiffraktion avulla näytteistä on tunnistettu mm. mineraaleja ja muita kiteisiä materiaaleja.²²⁰ Nämä kaikki menetelmät lukeutuvat *non-destruktiivisiin*, näytettä tuhoamattomiin menetelmiin, mutta osaan tulee irrottaa näyte analyysia varten (mm. SEM-EDS ja XRD), joten niitä ei voi kutsua *non-invasiivisiksi*. Tosin kannettavien *in situ* analyysilaitteiden kehitys etenee ja samalla niiden käyttö yleistyy. Kuvassa 4. Tehdään *in situ* alkuaineanalyysia Marcus Lucretiuksen talon eteisestä (*lat. fauces*), non-invasiivisella röntgenfluoresenssilaitteella.

²¹⁷ Tätä tapahtumaa kutsutaan mm nimillä fluoresenssi tai diffraktio, riippuen siitä minkä elektronikuoren elektronien liikkeestä on kyse. Osa röntgenperusteisista analyysimenetelmistä pureutuvat atomin ytimeen, jolloin tutkitaan protonien liikkeitä, PIXE, PIGE.

²¹⁸ Knuutinen & Mannerheimo 2006; Stuart 2007, 229

²¹⁹ Gradussa mukana olleista 20 julkaisusta 15 oli käytetty jompaa kumpaa tai molempia näistä menetelmistä. SEM-EDS lyhenteessä kirjainyhdistelmä EDS viittaa röntgenlaitteeseen.

²²⁰ Piovesan et al. 2011; Duran et al. 2010a; Duran et al. 2010b; Aliatis et al. 2010; Giachi et al. 2009; Clarke et al. 2005



Kuva 4. Non-invasiivinen röntgenfluoresenssilaitte (EDXRF) käytössä Marcus Lucretiuksen talon pigmenttien alkuaineanalyyseissä.

Adrian Duran tutkimusryhmineen vertailee julkaisussaan ”*X-Ray diffraction studies of Pompeian wall paintings using synchrotron radiation and dedicated laboratory made systems*” kannettavien ja laboratoriossa tehtävien XRD-menetelmien soveltuvuutta historiallisten kohteiden materiaalitutkimuksiin.²²¹ Röntgenfluoresenssilaitteisto on hyvin yleisesti käytössä ja useimmiten tutkimusryhmät ovat käyttäneet kannettavaa EDXRF-analyytilaitteistoa, jota varten ei tarvitse irrottaa näytettä.²²² Mikäli kannettavia menetelmiä ei ole ollut käytössä, ovat tutkijaryhmät käyttäneet analyysisovelluksia, joita varten tarvitsee irrottaa vain pieniä mikrogrammoissa mitattavia määriä näytettä.²²³ Taulukossa 7. on esitelty tutkimusryhmien käyttämät röntgensäteilyyn perustuvat analyysimenetelmät.

JULKAISUN NIMI	RÖNTGENANALYYSIMENETELMÄT
Clarke et al. 2005: Pompeii Purpurissum Problems	(SEM-)EDX, XRD
Cotte et al. 2006: Blackening of Pompeian cinnabar paintings: x-ray microspectroscopy analysis	μ -XRF, Xanes
Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius	EDXRF, (SEM-)EDS

²²¹ Duran et al. 2010

²²² Piovesan et al. 2011; Maguregui et al. 2010; Maguregui et al. 2010; Maguregui et al. 2009; Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c

²²³ Cotte et al. 2006

	EDXRF, (SEM-)EDS
<u>Knuutinen et al. 2007: Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompei</u>	
<u>Knuutinen et al. 2007: Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii</u>	EDXRF, (SEM-)EDS
	(SEM-)EDS
<u>Aliatis et al. 2009: Green pigments of the Pompeian artists palette</u>	
<u>Giachi et al. 2009: Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site</u>	(SEM-)EDX, XRD
<u>Maguregui et al. 2009: Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments.</u>	μ-EDXRF
<u>Maguregui et al. 2010: Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO₂ impact: The cas of Marcus Lucretius house</u>	EDXRF
<u>Maguregui et al. 2010: Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings</u>	M-EDXRF
	(SEM-)EDX, XRD
<u>Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area</u>	
<u>Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy – chromatography.</u>	(SEM-)EDS, HRDP, SR-HRDP
<u>Duran et al. 2010: X-ray diffraction studies of Pompeian wall paintings using synchrotron radiation and dedicated laboratory made systems</u>	XRD (portable and micro XRD), SR-HRDP
<u>Piovesan et al. 2011: The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques</u>	(ESEM-)EDX, EPMA, XRPD, μ-EDXRF
<u>Maguregui et al. 2012: Use of in situ and confocal Raman spectroscopy to study the nature and distribution of carotenoides in brown patinas from a deteriorated wall painting in Marcus Lucretius house (Pompeii)</u>	(SEM-)EDS
<u>Maguregui et al. 2013: Multianalytical approach to explain the darkening process of hematite pigment on paintings from Ancient Pompeii after accelerated weathering experiments.</u>	(SEM-)EDS

Taulukko 7. Julkaisuissa käytetyt röntgensäteilyyn perustuvat analyysimenetelmät

Röntgensäteilyyn perustuvien analyysimenetelmien puretuessa atomitasolle paljastaen tutkittavan kohteen alkuaineet, IR-säteilyyn perustuvat jättäytyvät molekyyli- tai atomiryhmätasolle tuottaen tietoa atomien muodostamista atomijoukoista ja molekyyleistä.²²⁴ IR-aallonpituusalueen analyysimenetelmistä yleisimpiä Pompeijissa käytetyistä ovat ramanspektroskopia ja Fourier-muunnos IR-spektroskopia (FTIR).²²⁵ Vain yhdessä julkaisussa kokeiltiin kannettavaa mössbauer-spektroskopiaalaitetta ja menetelmän soveltuvuutta heterogeenisille näytteille.²²⁶ Taulukossa 8. esitellään lista IR-analyysimenetelmistä, joita on käytetty Pompejin pigmenttitutkimuksissa.

JULKAISUN NIMI	UV/VIS/IR ANALYYSIMENETELMÄT
<u>Clarke et al. 2005: Pompeii Purpurissum Problems</u>	FTIR
<u>Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius</u>	FTIR-ATR
<u>Knuutinen et al. 2007: Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompei</u>	FTIR-ATR
<u>Knuutinen et al. 2007: Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii</u>	FTIR-ATR
<u>Castriota et al. 2008: Micro-Raman characterizations of Pompei's mortars</u>	Micro-Ramanspektroskopia
	Micro-Ramanspektroskopia, FTIR
<u>Aliatis et al. 2009: Green pigments of the Pompeian artists palette</u>	
<u>Giachi et al. 2009: Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site</u>	FTIR
<u>Vahur et al. 2009: Identification of cultural heritage inorganic red pigments with ATR-FT-IR spectroscopy in region of 500-230cm⁻¹</u>	FTIR-ATR
<u>Maguregui et al. 2009: Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments.</u>	Ramanspektroskopia
<u>Maguregui et al. 2009: Diagnose of the blackening process of 4th style red ochre pigment from Marcus Lucretius House by Raman spectroscopy and thermodynamic speciation</u>	Ramanspektroskopia

²²⁴ Stuart 2007, 109; Knuutinen & Mannerheim 2006

²²⁵ Clarke et al. 2005; Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c; Castriota et al. 2008; Aliatis et al. 2009; Giachi et al. 2009; Vahur et al. 2009; Maguregui et al. 2009a; 2009b; Maguregui et al. 2010a; 2010b; Aliatis et al. 2010; Duran et al. 2010; Piovesan et al. 2011; Maguregui et al. 2012; Maguregui et al. 2013

²²⁶ Piovesan et al. 2011

Maguregui et al. 2010: Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO ₂ impact: The cas of Marcus Lucretius house	In situ menetelmät: Kannettava ("portable") Ramanspektroskopia, kannettava ("hand-held") FTIR. Laboratorio analyysit: Ramanspektroskopia, FTIR (DRIFTS)
Maguregui et al. 2010: Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings	Ramanspektroskopia, FTIR (DRIFTS) Micro-Ramanspektroskopia, micro-FTIR-ATR
Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area	
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy – chromatography.	Micro-Ramanspektroskopia, FTIR
Piovesan et al. 2011: The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques	FTIR-ATR, Mössbauer spektroskopia
Maguregui et al. 2012: Use of in situ and confocal Raman spectroscopy to study the nature and distribution of carotenoides in brown patinas from a deteriorated wall painting in Marcus Lucretius house (Pompeii)	In situ menetelmät: Kannettava ("portable") Ramanspektroskopia, kannettava ("hand-held") FTIR. Laboratorio analyysit: Ramanspektroskopia, FTIR
Maguregui et al. 2013: Multianalytical approach to explain the darkening process of hematite pigment on paintings from Ancient Pompeii after accelerated weathering experiments.	Micro-Ramanspektroskopia, FTIR-ATR

Taulukko 8. Julkaisuissa käytetyt IR säteily analyysimenetelmät

Kirjainyhdistelmä FTIR on lyhenne sanoista *fourier transform infrared* eli fouriermuunnosinfrapunaspektroskopia. Kyseisessä analyysimenetelmässä käytetään hyödyksi IR-aaltolukualueita, yleisimmin välillä 4000–600 cm⁻¹, joka lukeutuu ns. MID-IR-alueeseen, koko IR-säteilyalueen kattaessa aaltoluvut 14000–20 cm⁻¹.²²⁷ ATR-kirjainyhdistelmä FTIR-yhdistelmän jatkeena viittaa sanoihin *attenuated total reflectance*, jonka käyttö helpottaa näytteen preparointia menetelmää varten. Toisin kuin perinteisessä FTIR-menetelmässä, ATR-laite ei vaadi näytteen erillistä preparointia kaliumbromidi KBr-tabletiksi ja näin mahdollistaa näytteen uusintakäytön toisiin analyyseihin.²²⁸ Osa ryhmistä on käyttänyt FTIR-menetelmää, jossa näyte preparoidaan puristamalla se yhteen tabletiksi natriumbromidin (NaBr) kanssa.²²⁹ Ramanspektroskopiassa säteilylähteenä käytetään FTIR:sta poiketen usein FAR-IR-alueen säteilyä 600–20 cm⁻¹ mutta myös UV- ja VIS-alueen säteilyä.²³⁰ Tuloksen tulkinnassa IR-tekniikoissa tulee ottaa huomioon käytetty säteilylähte, piikkien sijainti ja muoto. IR-tekniikoilla voi analysoida sekä orgaanisia että epäorgaanisia materiaaleja, riippuen säteilylähteestä ja tulkitavista aallonpituusalueista. Mössbauerspektroskopian käyttö Pompejissa on päinvastoin kuin FTIR:n ja ramanspektroskopian käyttö, hyvin harvinaista. Siinä käytetyt röntgensäteet emittoituvat radioaktiivisesta lähteestä ja vaadittu näytekoko on kohtalaisen suuri, noin 200 mg.²³¹ Suuri näytekoko, vaikkakin menetelmä on *non-destruktiivinen*, selittää menetelmän käytön vähäisyyden kohteessa, jossa näytteiden tulisi olla mitattavissa mikrogrammoissa.

²²⁷ Knuutinen & Mannerheimo 2006; Stuart 2006, 111

²²⁸ Stuart 2007, 113

²²⁹ Stuart 2007, 114; Maguregui 2010a; 2010b

²³⁰ Stuart 2007, 136

²³¹ Stuart 2007, 181

4.3.4 MUUT ANALYYSIMENETELMÄT

Muita julkaisuissa esiin tulleita analyysimenetelmiä ovat lähinnä orgaanisten materiaalien tunnistamiseen käytetyt kromatografiat, joilla saadaan erotettua erilaisia seosten komponentteja toisistaan,²³² ja massaspektrometriat (MS), joiden avulla tutkitaan näytteen atomi- ja molekyyliainekokoja.²³³ Laajimmin näitä menetelmiä on käyttänyt Clarke ryhmineen tunnistessaan orgaanisia pigmenttejä,²³⁴ mutta useat muut ovat käyttäneet näitä menetelmiä orgaanisten sideaineiden tunnistamiseen näytteistä.²³⁵ Maguregui työryhmineen käytti julkaisussaan ”*Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings*” ionikromatografisia kvantitatiivisia analyysejä tutkiessaan näytteissä esiintyviä vesiliukoisia suoloja. Analyysien tulosten käsittelyyn käytettiin erilaisia termodynaamisia simulaatiotekniikoita kuten MEDUSA ja RUNSALT, jotka laskevat reaktiokaavoja, kun niihin syötetään alkuperäinen ja muuttunut aine.²³⁶ Taulukossa 9. on listattu muita, lähinnä orgaanisten materiaalien analysointiin käytettyjä menetelmiä.

JULKAISUN NIMI	MUUT ANALYYSIMENETELMÄT
Clarke et al. 2005: Pompeii Purpurissum Problems	HPLC, DE-MS
Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius	LA ICP-MS
Maguregui et al. 2010: Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings	IC, MEDUSA ja RUNSALT software
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy – chromatography.	PY-GC/MS

Taulukko 9. Muut mm. orgaanisten sideaineiden analysoinnissa käytetyt analyysimenetelmät

4.4 POMPEJIN VÄRIPALETTI

Vaikka antiikin Rooman alueen seinämaalauksen analysoinnissa maalaustekniikkatutkimuksia on julkaistu kohtalaisen vähän, on antiikin ajan taiteilijoiden pigmenttipaletti pääpiirteittäin ratkaistu. Paletti on osoittautunut oletettua laajemmaksi paikallisten poikkeusten tuodessa siihen omat lisänsä.²³⁷ Erityisesti tutkijoiden mielenkiinnon kohteena ovat nyt mineraalit, joista epäorgaaniset pigmentit koostuvat,²³⁸ ja mahdolliset orgaaniset väriaineet, joita on löydetty alueen seinämaalauksista hyvin vähän. Laasteja on tut-

²³² Stuart 2007, 296

²³³ Stuart 2007, 269

²³⁴ Clarke et al. 2005

²³⁵ Clarke et al. 2005; Knuutinen et al. 2007a; Duran et al. 2010a

²³⁶ Maguregui et al. 2010, 3

²³⁷ Siddall 2006, 19; Baraldi 2007, 420

²³⁸ Morretto et al. 2011

kittu Rooman valtakunnan alueelta paljon.²³⁹ Tämä johtunee alueen arkeologisen tutkimuksen perinteestä, mutta varsinaiset maalausmateriaali ja -tekniikkatutkimukset ovat vähäiset,²⁴⁰ vielä vähemmän on tutkittu Vesuviuksen alueen seinämaalauksissa käytettyjä pigmenttejä.²⁴¹

4.4.1 SINISET PIGMENTIT

Pompejin pigmenttipaletti noudattaa paikallisin poikkeuksin samaa kaavaa kuin muunkin antiikin Rooman ja Kreikan alueen paletit.²⁴² Yleisimpänä tunnistettuna sinisenä epäorgaanisena pigmenttinä nousee esiin muinaisten egyptiläisten kehittämä synteettinen egyptinsininen, jonka esiintymisen seinämaalauksissa on vahvistanut jokainen pigmenttejä Pompejissa analysoinut tutkimusryhmä sekä varhaisemmissa että moderneissa tutkimuksissa.²⁴³ Vitruvius ja Plinius mainitsivat teksteissään myös muita seinämaalauksissa käytettäviä sinisiä pigmenttejä, mm. lapis lazulin, azuriitin ja indigon. Pieniä määriä näitä pigmenttejä löytyykin,²⁴⁴ mutta niiden käyttö pigmenttinä seinämaalauksissa ei ehkä ollut yhtä yleistä kuin egyptinsinisen, jota raportoidaan löytyneen huomattavasti useammin ja laajemmilta seinäalueilta kuin muita²⁴⁵. Toinen syy niiden tunnistamattomuuteen voi olla niiden huonossa säilyvyydessä, vielä ei ole kehitetty analyysiprotokollaa näiden pigmenttien tunnistamiseksi niiden muutostuotteista.

”The archeological excavations carried out during the last thirty years show that not only did the geographic area of caeruleum us increase considerably, but its use in wall paintings also became common. First limited to representing water (fountains, marine, scenery), and the sky (paintings with mythological topic), its use spread to the painting of larger and larger surfaces, such as plain backgrounds and whole panels. This is supported by an ever increasing body of archaeological evidence.”²⁴⁶

Egyptinsinisenä tunnettu pigmentti on kemialliselta koostumukseltaan kalsiumkupari(tetra)silikaatti ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$),²⁴⁷ joka vastaa luonnosta löytyvää mineraalia

²³⁹ Siddall 2006, sivunumerot; Castriota et al. 2008

²⁴⁰ Baraldi et al. 2007, 420

²⁴¹ Aliatis et al. 2009, 532

²⁴² Siddall 2006

²⁴³ Chaptal, J.-A. 1809; Davy, Sir H. 1815; Augusti, S. 1967; Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c; Aliatis et al. 2009; Giachi et al. 2009; Duran et al. 2010; Piovesan et al. 2011

²⁴⁴ Augusti 1967, ; Talarico 2009, 200; Clarke et al. 2005, sivunumerot???

²⁴⁵ Delamare 2013, 32; Knuutinen et al. 2007 Marcus Lucretiuksen talon (IX 3, 5.24) koko eteistilan (*lat. fauces*) seinämaalausten taustat on maalattu egyptinsinisellä.

²⁴⁶ Delamare 2013, 32

²⁴⁷ Riederer, J. 1997, 28; Eastaugh et al. 2008, 82, 153

kuprorivaattia.²⁴⁸ Tätä vulkaanista mineraalia on raportoitu vuonna 1938 löytyneen Italiasta Vesuviuksen Monte Somman alueelta. Luonnossa esiintyvänä mineraali kuprorivaatti on kuitenkin harvinainen ja vähäinen, eikä sitä ole käytetty pigmenttinä.²⁴⁹ Osa tutkijoista mainitsee kuitenkin kuprorivaatin julkaisuissaan egyptinsinisen synonyyminä, vaikka usein kyse on nimenomaan antiikin ajan synteettisestä väriaineesta.²⁵⁰ Egyptinsinisestä keskusteltaessa siitä puhutaan usein myös Pompejin ja Pozzuolin tai Aleksandrian sinisenä tai Aleksandrian frittinä.²⁵¹ Osassa lähteissä egyptinsiniseen viitataan seruleenin sinisenä, jona nykyisin tunnetaan kobolttipitoisia sinisiä.²⁵²

Synteettisen egyptinsinisen pigmentin valmistuksen keksivät muinaiset egyptiläiset vanhan valtakunnan aikana neljännellä vuosisadalla noin 2613–2494 eKr. Läpi muinaisen Egyptin ja antiikin Kreikan ja Rooman egyptinsininen oli yleisimpiä sinisiä pigmenttejä johtuen sen yleisesti tunnetusta valmistustavasta. Egyptinsinistä tiedetään antiikin aikana valmistetun mm. Pozzuolissa ja Alexandriassa, joskin valmistustapa ja lähtöaineet ovat hieman vaihdelleet valmistuspaikasta riippuen.²⁵³ Toisten lähteiden mukaan pigmentin valmistus unohdettiin Rooman valtakunnan hajoamisen myötä, mutta uusimmat tutkimukset osoittavat sitä löytyneen 1000-luvun seinämaalauksfragmenteista Roomasta Italiasta ja Müstairista Sveitsistä.²⁵⁴ Egyptinsinisen käytön hiipumista pohtii Francois Delamare vastikään julkaisemansa teoksen kappaleessa ”9. *Rediscovery of Egyptian blue*”.²⁵⁵ Hänen mukaansa, vastoin yleistä käsitystä, tieto egyptinsinisen valmistustavasta ei hävinnyt vaan kysynnän vähäisyys johti valmistuksen hiipumiseen. Pigmentin valmistustavat alkoivat kiinnostaa tutkijoita enenevässä määrin 1900- ja 2000-luvuilla, vaikka jo Sir Davy kokeili egyptinsinisen pigmentin valmistamista 1800-luvun alkupuolella.²⁵⁶ Egyptinsinisen tunnistusmenetelmiä kehitetään edelleen, ja pieniäkin jäämiä egyptinsinisestä maalipinnasta pystytään tunnistamaan near-IR-luminisenssilla, jossa kuprorivaattimineraalin jäämät hohtavat ko. aallonpituusalueen valolla valaistuna.²⁵⁷

²⁴⁸ Delamare 2013, 21

²⁴⁹ Riederer 1997, 32; Eastaugh et al. 2008, 142

²⁵⁰ Duran. et al. 2010, 293; Giachi et al. 2009, 1018; Piovesan et al. 2011, 2639, Eastaugh, et al. 2008, 154

²⁵¹ Eastaugh et al. 2008, 60; Giachi et al. 2009, 1021

²⁵² Tämä etymologinen väärinkäsitys johtunee Vitruviuksen ja Pliniuksen latinankielisestä termistä *caeruleum*, jolla he viittasivat nimenomaan egyptin tai pozzuolinsiniseen. (Eastaugh et al. 2008, 79). Seruleenin sininen, *ceruleum blue*, nykyajan kaupallinen nimi vaalean siniselle koboltti stannaatti pigmentille. (Delamare 2013, 16.)

²⁵³ Delamare 2013, 15–21

²⁵⁴ Riederer, 1997, 27; Howard 2003, 39; Eastaugh et al. 2008, 154

²⁵⁵ Delamare 2013, 269–294

²⁵⁶ Riederer, 1997, 33; Bianchetti et al. 2000; Mazzocchin et al. 2004

²⁵⁷ Accorsi et al. 2009, 3392–3394

Molekyylikaavan $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$ perusteella alkuaineanalyysissä (mm. EDXRF) egyptinsinisestä näytteestä tulee löytyä kuparia, kalsiumia ja piitä sekä EDS-analyysillä edellä mainittujen lisäksi hiiltä ja happea.²⁵⁸ Venuksen temppelein seinämaalusfragmenttien pigmenttejä tutkinut ryhmä Rebecca Piovesanin johdolla mainitsee, että BSE- (Back Scattered Electron) ja SEM-EDS-analyysissä vaalean sinisissä maali-kerroksissa egyptinsinisissä kiteissä esiintyy sivualkuaineena tinaa. Tämä on heidän mukaansa peräisin kalsiumtinasilikaatista (CaSnSiO_5), joka vastaa kemialliselta koostumukseltaan mineraali malayaattia. Piovesan ehdottaa tämän yhdisteen läsnäolon viitataan egyptinsinisen valmistustapaan, jossa kuparin lähteenä on ollut pronssi. Harmaammissa ja tummemman sinisissä kiteissä tinaa ei esiinny, joten niiden kuparin lähteenä on kuparimalmi tai metallinen kupari.²⁵⁹ Muissa lähteissä tähän yhdisteeseen ei viitata, mutta kuparia, kalsiumia ja piitä raportoivat kaikki ryhmät. Osa tutkijaryhmistä, jotka ovat tunnistanee egyptinsinisen, ovat jättäneet tuloksensa mineralogisen rakenneanalyysin röntgendiffraktion (XRD) varaan, jolla tunnistettiin näytteestä synteettiselle egyptinsiniselle pigmentille tyypilliset alkuainekoostumukset, jotka vastaavat kuporivaattia, kvartssia ja tridymiittiä.²⁶⁰

Pigmenttinäytteistä pystytään IR-spektroskopian (mm. raman- ja FT-IR-spektroskopian) avulla tunnistamaan lisäaineita, joita syntyy pigmenttiä valmistettaessa tietyssä lämpötilassa tai tietystä kuparilähteestä lähtien.²⁶¹ Vitruvius kuvailee *De Architectura* -teoksessaan (VII:11.1) egyptinsinisen valmistusta:

*”This is a product quite amazing for the ingredients which went into its development. Sand indeed is ground with nitrite flower, finely enough to obtain sort of flour. And, after having mixed copper turned into filings with large files, the whole is watered to make it hold together. Then, rolling it in one’s hands, it is turned into pellets which are gathered and left to dry. Once dry, they are loaded into clay pot, and the pots are taken into furnaces. Thus when copper and sand turned effervescent under the rage of the fire have melted together, giving to each other and receiving from each other their liquors, they abandon their individual characters, and their very self destroyed by the violence of the fire, they are reduced into a state of blue colour.”*²⁶²

Vitruviuksen reseptin lopputulos riippuu käytetyistä materiaaleista; mm. hiekan pitoisuuden ollessa silikaattinen on tuloksena sininen natriumkuparisilikaatti ($\text{Na}_2\text{CuSi}_4\text{O}_{10}$)

²⁵⁸ Duran et al. 2010, 294; Knuutinen et al. 2007a, 2007b ja 2007c; Piovesan 2011, 2639; Aliatis et al. 2009, 1539–1540; Siddall 2006; 24–25

²⁵⁹ Piovesan et al. 2011, 2639

²⁶⁰ Giachi et al. 2009, 1018

²⁶¹ Bianchetti et al. 2000, 182–188; Aliatis et al. 2010, 1540; Piovesan et al. 2011, 2639

²⁶² Delamare 2013, 20

”Hubert blue” ei kalsiumkuparisilikaatti, jota egyptinsininen on²⁶³. Kalkkipitoisen hiekan olleessa kyseessä saadaan oikea lopputulos. Usein reseptien kuparin lähteenä mainitaan mineraali malakiitti tai metalliseos pronssi, jota on sekoitettu yhteen silikaattipitoisen hiekan, kalkkikiven ja natriumkarbonaatin eli soodan tai kasveista johdetun potaskan kanssa. Seosta kuumennetaan yli 800 °C, joissain tapauksissa yli 1000 °C, jolloin valmisteena saadaan syvän sinistä kalsiumkuparisilikaattia.²⁶⁴ Pompejin sinisistä pigmenttijuauheista on IR-spektroskopian, mm. ramanspektroskopian, avulla osassa julkaisuissa havaittavissa egyptinsiniselle tyypillisten piikkien lisäksi piirteitä myös tridymiittistä ja kristobaliitista. Mineraalien tridymiitti ja kristobaliitti tunnistaminen tapahtuu FTIR -spektrin piikeistä aallonpituusalueilla 204, 354, 400, 419 cm⁻¹, (tridymiitti) ja 230 ja 414 cm⁻¹ (kristobaliitti). Egyptinsiniselle tyypilliset piikit esiintyvät aallonpituusalueella 431 ja 1086 cm⁻¹ ja kvartsille aallonpituusalueella 207 ja 465 cm⁻¹.²⁶⁵ Tridymiitti on kvartsin (SiO₂) korkeassa lämpötilassa syntyvä polymorfinen muoto, joka syntyy, kun kvartsia kuumennetaan 950–1000 °C. Piioksidia kuumennettaessa se muuttuu ensin 950°C:ssa kristobaliitiksi ja lämpötilan noustessa yli 1000 °C muodostuu tridymiittiä. Näiden sivuaineiden esiintyminen pigmentissä viittaa synteettiseen muotoon kalsiumkuparisilikaatista.²⁶⁶ Osa tutkijoista on sitä mieltä, että näiden esiintyminen Pompejin näytteessä viittaa valmistustavan lämpötilan olleen yli 1000 °C²⁶⁷ vaikka toisten lähteiden mukaan tridymiitin muodostumiseen riittää 950 °C lämpötila.²⁶⁸ Synteettiseen egyptinsiniseen viittaavat SiO₂ polymorfien, kvartsin, tridymiitin ja kristobaliitin lisäksi vihreän wollastonitiin (CaSiO₃), punaisen kupriitin (Cu₂O) tai mustan tenoriitin (CuO) läsnäolo seoksessa kuprorivaatin kanssa²⁶⁹. FTIR-spektrissä egyptinsinisen tyypilliset piikit esiintyvät aallonpituusalueilla 1162 ja 1192 cm⁻¹.²⁷⁰ Referenssikirjallisuudessa egyptinsinisen silikaattipiikki esiintyy alueella 1000–1100 cm⁻¹, johon myös Pompejista löytyneiden egyptinsinisten silikaattipiikki osuu. Kuprorivaatille tyypillisinä piikkeinä mainitaan aallonpituusalueet 1170, 1077 ja 1008 cm⁻¹.²⁷¹ XRD-analyysillä Pompejin sinisistä jauhenäytteistä on vahvistettu löytyvän pääkomponenttina kuprorivaattia ja jälkiä tridymiitistä, mutta sitä ei ole saatu vahvistettua FTIR-analyysillä toisin kuin kup-

²⁶³ Delamare 2013, 21

²⁶⁴ Aliatis et al. 2010, 1540; Duran et al. 2010, 298; Eastaugh et al. 2008, 153

²⁶⁵ Aliatis et al. 2010, 1539; Duran et al. 2010, 300

²⁶⁶ Eastaugh et al., 2008, 142

²⁶⁷ Aliatis et al., 2010, 1540

²⁶⁸ Bianchetti et al. 2000, 182

²⁶⁹ Bianchetti et al. 2000, 182–188; Eastaugh et al. 2008, 142, 365

²⁷⁰ Piovesan et al. 2011, 2639

²⁷¹ Miliani et al. 2012, 303–304

rorivaatin kohdalla.²⁷² Röntgendiffraktion käyttöä Pompejin seinämaalausten materiaali- tutkimuksissa on tutkinut laajasti Duran et al. He ovat tutkineet perinteisen XRD:n, microXRD:n, kannettavan XRD:n ja korkearesoluutioisen XRD:n (SR-HRDP) käyttöä pigmenttien tutkimuksissa hyvin menestyksekkäästi. Kuprorivaatti tunnistettiin SR-HRDP:llä hyvin pienestä näytemäärästä. Työryhmä korostaa monianalyttistä lähestymiskantaa kulttuurihistoriallisten näytteiden tutkimiseen ja mikäli kvantitatiiviselle tutkimukselle on tarvetta, suositellaan käytettäväksi uusinta teknologiaa SR-HRDP:tä.²⁷³ Egyptinsinisen FT-IR-ATR-spektrin ns. sormenjälki aaltolukualueella 550–230 cm⁻¹, on hyvin eroava muiden sinisten epäorgaanisten pigmenttien spektristä. Egyptinsinisen pigmentin piikit ovat melko saman kokoisia ja niitä esiintyy tasaisesti koko ”sormenjälki-alueen” spektrin aaltoluviilla.

Seinämaalauksissa käytetyn pigmentin sävy vaihtelee pigmentin jauhanta-asteen ja seoksessa esiintyvän kuprorivaatin mukaan. Mitä hienommaksi jauhettua pigmentti on ja mitä vähemmän seoksessa on kuprorivaattia, sitä vaaleamman sininen on sävy. Usein Pompejin egyptinsinisten pigmenttien partikkelikoko on melko suuri, 100–400 mikrometriä, jolloin sinisen sävy on hyvin intensiivinen. Egyptinsinistä on luultavasti ollut Pompejissa saatavilla useita eri laatuja, jotka eroavat jauhantatavan mukaan. Mitä hienommaksi jauhettua egyptinsininen on ollut, sitä vaaleampi on ollut väri.²⁷⁴ Egyptinsininen kestää hyvin happoja ja tämä ominaisuus erottaakin sen azuriitista, joka hajoo happojen vaikutuksesta.²⁷⁵ On kuitenkin raportoitu egyptinsinisen tummumista, mutta tutkimustulokset eivät ole kovin vakuuttavia viitaten tummumisen johtuvan pinta- liasta, kipsin muodostuksesta tai orgaanisen sideaineen sävymuutoksesta. Mikään ko. tutkimuksen tuloksista ei viittaa egyptinsinisen kide- tai kemiallisenrakenteen muutokseen vaan muun kohteessa olevan materiaalin tummumiseen.²⁷⁶

Pompejin seinämaalauksista *in situ* egyptinsinistä pigmenttiä on löytänyt mm. Knuutinen tutkimusryhmineen. Ryhmä raportoi Marcus Lucretiuksen talon neljännen seinämaalaustyylin freskoista ja toisen tyylin seinämaalausfragmenteista löytyneen egyptinsinistä eri sävyisissä maalipinnoissa. Pigmentin käyttötapa vaihtelee eri tyylien välillä; toisessa tyyliässä egyptinsinistä on sekoitettu sideaineeseen yhdessä keltaokran ja maavihreän kanssa. Neljännessä tyyliässä sävytys on tehty lasuurikerroksin: alimmaisena

²⁷² Giachi et al. 2009, 1017

²⁷³ Duran et al. 2010, 295–296; Duran et al. 2010, 339

²⁷⁴ Delamare 2013, 26–27. Delamare asettaa ilmoille tutkimuskysymyksen koskien Pompejin egyptinsinisten pigmenttien kauppalaatuja. Hänen mukaansa Pompejin jauhepigmentit tarjoavat tälle tutkimukselle parhaan mahdollisuuden. (Delamare 2013, 24)

²⁷⁵ Giachi et al. 2009, 1021; Riederer. 1997, 34

²⁷⁶ Daniels et al. 2004, 218-219

maavihreä ja päällä pigmenttinä pelkkää egyptinsinistä sisältävä maalikerros, jolloin sävyvaikutelma on aivan erilainen. Sävytystapamuunnoksista johtuen tässä tapauksessa lasuurikerrosten antama sävyvaikutelma on turkoosi, kun taas kuivana sekoitettujen pigmenttien aikaansaama vaikutelma on tummempi ja syvempi vihreä sävy.²⁷⁷ Egyptinsinisen läsnäolo Pompejin näytteissä on todistettu myös polarisaatiomikroskopian avulla, jolloin chelsea filtterin alla tarkasteltuna pigmenttipartikkelit muuttavat sävynsä tummanpunaiseksi.²⁷⁸

Muita antiikin auktorien mainitsemia sinisiä pigmenttejä on löytynyt Pompejista vain pieniä määriä. Pigmenttien puuttuminen tuloslistalta saattaa johtua niiden muutosherkkydestä, jolloin niitä ei enää voi havaita nykyisillä analyysimenetelmillä, tai kalliista hinnasta, jolloin niitä ei alun perin olisi käytettykään. Lapis lazulista, *caeruleum scythicum* raportoi moderneista tutkijoista vain yksi työryhmä ja sekin pienen sinisen pilkun määrittelemättömästi Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa sijaitsevasta Vesuviuksen alueen seinämaalauksesta, Gallina-freskosta (rif. 8632). Tunnistus tehtiin ramanspektroskopian avulla.²⁷⁹

Orgaanisista sinisistä raportoidaan indigotiinia yhdessä sinipunaisen madderlaken kanssa.²⁸⁰

4.4.2 PUNAISET PIGMENTIT

Tietynsävyinen punainen tunnetaan nimellä pompejinpunainen. Toisinaan termillä viitataan elohopeapitoiseen sinooperiin,²⁸¹ useimmiten kuitenkin punaiseen rautapitoiseen mineraalipigmenttiin, *hematiittiin*.²⁸² Eriväristen punaisten, keltaisten ja vihreiden maainesten käyttö pigmentteinä on ollut yleistä kautta aikain. Niitä käytettiin rituaaleissa ja koristemielessä luolamaalauksissa jo paleoliittisellä kaudella 300 000 vuotta sitten.²⁸³ Tätä pigmenttien ryhmää kutsutaan yleisesti maapigmenteiksi, jotka jaetaan okriin, siennoihin, umbriin, mangaanioksideihin, maavihreisiin ja humuspitoisiin maaineisiin.²⁸⁴ Niitä esiintyy yleisesti maaperässä ja eniten pigmenttinä on käytetty maainesta, joka sisältää runsaita määriä rautaoksidihydroksideja ja rautahydroksideja. Tunnetuimmat rautaoksidimineraalit ovat goetiitti (α -FeOOH), lepidocrocite (μ -

²⁷⁷ Knuutinen et al. 2007a; Knuutinen et al. 2007b, Knuutinen et al. 2007c

²⁷⁸ Piovesan et al. 2011

²⁷⁹ Aliatis et al. 2010, 1539

²⁸⁰ Clarke et al. 2005, 11

²⁸¹ Barnett et.al. 2006, 446

²⁸² Eastaugh 2008, 311

²⁸³ Helwig, 2007, 46–47

²⁸⁴ Eastaugh 2008, 152

FeOOH) ja hematiitti (Fe_2O_3), joista hematiitti hyvin rautapitoisena mineraalina antaa maalle punaisen sävyn. Mitä hematiittipitoisempaa, sitä intensiivisemmän punaista, joskus jopa violettiin vivahtavaa maa-aines on.²⁸⁵ Hyvin hematiittipitoisena violetinsävyisenä pigmenttinä tunnetaan Vitruviuksen ja Pliniuksen mainitsema *usta*, joka vastaa mahdollisesti nykyistä pigmenttiä *caput mortuum*.²⁸⁶ Toisinaan nimellä *caput mortuum* viitataan violetin sävyiseen, synteettisesti valmistettuun rautaoksidihydroksidiin.²⁸⁷ Pigmenttijauheena käytettävän punaisen maa-aineksen sävyyn vaikuttavat myös maaperässä esiintyvät sivuainekset ja savi. Hematiitti on pigmenttinä käytettävistä mineraaleista kestävin, johtuen sen muodostumispaikasta kivien pintakerroksissa, jossa se on alttiina kosteuden ja lämpötilojen rajuillekin vaihteluille.²⁸⁸ Osa Pompejissa toimivista materiaalitutkijoista raportoi hematiitin muutoksista ilmansaasteiden rikkidioksidin SO_2 vaikutuksista Pompejin *in situ* seinämaalauksiin.²⁸⁹ Hematiitti esiintyy Pompejin seinämaalauksen punaisissa rautaoksidipigmenteissä päämineraalina.²⁹⁰ Usein kuitenkin seoksena muiden mineraalien, mm. goetiitin, kvartsin, kalsiitin, aragoniitin ja jarosiitin kanssa.²⁹¹

Punaista rautaoksidia ja jopa hematiittia on valmistettu ja valmistetaan keinotekoisesti usealla eri menetelmällä. Tunnetuin on jo noin 315 eKr. eläneen filosofin ja mineralogin Theophrastuksen mainitsema menetelmä keltaisen goetiitin kalsinoinnista, jossa keltaista maa-ainesta, goetiittipitoista keltaokraa kuumennetaan yli $300\text{ }^\circ\text{C}$:seen ja lopputuloksena saadaan hyvin hapettunutta punaista rautaoksidia.²⁹² Tällä menetelmällä punastuivat Vesuviuksen purkautuessa 79 jKr. myös Pompejin kaasuhyöyille alttiina olleet keltaiset rautaoksidipinnat.²⁹³ Sittemmin on kehitetty useita erilaisia tapoja valmistaa punaisia rautaoksidipigmenttejä, mm. oksidoimalla rautaa tai kalsinoimalla rautasulfaattia.²⁹⁴

Punaisten rautaoksidipigmenttien tunnistaminen tapahtuu parhaiten infrapunaspektroskopian, mm. raman, FTIR,²⁹⁵ röntgendiffraktion (XRD)²⁹⁶ tai polarisaa-

²⁸⁵ Duran et al. 2010, 299; Eastaugh 2008, 189, 326

²⁸⁶ Eastaugh 2008, 87

²⁸⁷ Eastaugh 2008, 87, 206–207

²⁸⁸ Duran et al. 2010, sivuno; Eastaugh 2008, 189

²⁸⁹ Maguregui 2009; Maguregui 2011.

²⁹⁰ Piovesan et al. 2011, 2637; Giachi et al. 2009, 1018; Knuutinen et al. 2007c, 13; Duran et al. 2010, 299; Aliatis et al. 2010, 1538; Siddall 2006, 24

²⁹¹ Giachi et al. 2009, 1018

²⁹² Helwig 1997, 181–188; Helwig 2007, 69; Eastaugh 2008, 46

²⁹³ Knuutinen et al. 2007c, 13.

²⁹⁴ Duran et al. 2010, 299; Hradil et al. 2003, 230–231; Eastaugh et al. 2008, 189; Helwig 2007, 69

²⁹⁵ Maguregui et al. 2011; 2009; Aliatis et al., 2010; Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c; 2008; Duran 2010a; 2010b; Piovesan et al. 2011; Giachi et al. 2009

²⁹⁶ Aliatis et al. 2010; Duran et al. 2010a; 2010b; Piovesan et al. 2011

tiomikroskopian (PLM)²⁹⁷ avulla, koska kun tavoitteena on tunnistaa eri mineraalit maaväreistä, tutkitaan pigmenttipartikkeleiden kiderakenteita. Osalla punaisista maaväreistä on myös tyypillinen, muista erottuva näkyvän valon (VIS)²⁹⁸ spektri, mm. hematiitilla. Röntgenfluoresenssianalyysit (EDXRF) paljastavat pääalkuaineeksi aina raudan (Fe),²⁹⁹ ja pienempiä määriä sisältyvien sivualkuaineiden avulla voidaan tunnistaa mineraalityyppi. Tähän tarvitaan usein yksittäiseen pigmenttipartikkeliin kohdistettavia alkuaineanalyysijä, kuten pyyhkäisyelektronimikroskopia yhdistettynä röntgensäteilylähtöseen (SEM-EDS)³⁰⁰ ja PIXE. Näillä saadaan selville tietyille maaväreille tyypillisiä sivualkuaineita, joiden avulla tunnistetaan pigmentin sisältämät mineraalit.³⁰¹ Gammasäteiden nesteeseen imeytymiseen perustuvaa mössbauerspektroskopiaa on myös käytetty punaisten maapigmenttien tunnistamisessa sekä Pompejissa että muualla.³⁰²

Eniten Pompejissa hematiittipitoisia pigmenttejä on tunnistettu raman- ja FTIR-spektroskopiolla. Näistä on ollut käytössä sekä laboratorio että kenttäkäyttöön soveltuvia versioita. On myös todistettu, että hematiittipitoisia okria voidaan tunnistaa ATR-FTIR-spektroskopian alhaisilla aallonpituusalueilla 550–230 cm^{-1} .³⁰³ Marcus Lucretiuksen talon seinämaalauksista tunnistettiin FTIR-ATR-spektran alhaisilla aallonpituusalueilla punaokraa.³⁰⁴

Ramanspektroskopian avulla on tunnistettu erisävyisistä pompejilaisista pigmenttijauhenäytteistä päämineraaliksi hematiitti, mutta näytteissä on myös muita mineraaleja, mm. kvartsia (SiO_2), albiittia ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), leukiittia (KAlSi_2O_6) sekä emäksisiä sulfaatteja, kuten baryyttia (BaSO_4) ja kipsiä ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), myös kaoliinia ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) ja kalsiittia, joka on kalsiumkarbonaatin CaCO_3 trigonaalinen kide muoto, on löydetty mineraaliseurueesta. Tutkijat arvelevat leukiitin esiintymisen viittaavan punaokran paikalliseen alkuperään.³⁰⁵ Leukiitti on tetragonaalinen kirkas, valkoinen tai harmaa vulkaaninen mineraali, jota esiintyy mm. Monte Sommalla Vesuviuksen alueella. Kemialliselta koostumukseltaan leukiitti on kaliumalumiinisilikaattia.³⁰⁶ Punaisissa jauhenäytteissä esiintyy laaja piikki myös aallonpituusalueella 660 cm^{-1} , jonka lähtöaihiosta kiistellään. Toisten tutkijoiden mukaan se on peräisin magnetiitista

²⁹⁷ Siddal 2006; Knuutinen et al. 2007a; 2007b, 2007b; 2008

²⁹⁸ Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c

²⁹⁹ Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c; Giachi et al. 2009; Maguregui et al. 2011; Piovesan et al. 2011

³⁰⁰ Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c; Giachi et al. 2009; Siddall 2006; Aliatis 2010; Duran et al.

2010; Piovesan et al. 2011

³⁰¹ Helwig 2007, 79–90

³⁰² Piovesan et al. 2011, 2635; Helwig 2007, 90

³⁰³ Vahur et al. 2009

³⁰⁴ Vahur et al. 2009

³⁰⁵ Aliatis et al. 2010, 1538

³⁰⁶ <http://www.mindat.org/min-2465.html>. haettu 10.9.2013

(Fe₃O₄), joka on hematiitin musta muutostuote,³⁰⁷ toisten mukaan se taas johtuu hematiitin kiderakenteen muutoksesta.³⁰⁸

Röntgendiffraktion eri variaatioiden käyttöä on tutkittu pompejilaisten pigmenttien tutkimuksen avulla.³⁰⁹ Erityisesti Adrian Duran työryhmineen on perehtynyt aiheeseen artikkelissaan *X-ray diffraction studies of Pompeian wall paintings using synchrotron radiation and dedicated laboratory made systems*. Röntgendiffraktio (XRD) -analyysimenetelmällä on tunnistettu usein päämineraaliksi hematiitti nimenomaan seinämaalusfragmenteista, jotka on kaivettu maan alta ja jotka eivät ole joutuneet kuuman kaasuhyöyn kohteiksi purkauksen aikana.³¹⁰ Erityisen yleistä tuntui olevan hematiittipitoisten punaokrien, *sinopis*, käyttö. Se lieneekin Pliniuksen *austere*-pigmenteistä kaikkein arvostetuin. Venuksen tempppelin seinämaalusfragmenteista hematiitille tyypillinen oksidien sekstetti tunnistettiin kannettavalla mössbauerspektroskopialaitteella.³¹¹

Röntgenfluoresenssisäteilyyn perustuvissa alkuaineanalyysissä (EDXRF) varmistettiin punaokrista tyypillinen pääalkuaine rauta.³¹² Punaokrissa raudan ja rautaoksidien pitoisuus on keskeinen laadun varmistaja. Antiikin aikana parhaimpina pidetyissä espanjalaisissa ja Persianlahden alueen punaokrissa rautaoksidien pitoisuus on jopa 97 %.³¹³ Yksittäisten pigmenttipartikkeleiden näytteitä analysoitaessa huomataan, että rautaa esiintyy hematiittipitoisissa pigmenttipartikkeleissa paljon, mutta myös useita sivualkuaineita esiintyy. Pyyhkäisyelektronimikroskopialla (SEM-EDS/X, TEM) muiksi pääalkuaineiksi Pompejin pigmenttijauheista on tunnistettu pii ja alumiini sekä sivualkuaineiksi kalium, kalsium ja barium.³¹⁴

Toinen Pompejin punaiseksi nimetty pigmentti on punaista elohopeapitoista mineraalia *sinooperia* tai vermillionia, *miniumia*. Tämä lukeutuu Pliniuksen *floridi* -pigmentteihin ja oli hinnaltaan kymmenkertainen parhaan punaokran, *sinopiksen*, arvoinen.³¹⁵ Selim Augusti mainitsee sinooperin maksaneen 300 assia, kun toinen kohdalaisen kallis pigmentti, egyptinsininen maksoi 100 assia.³¹⁶ Pompejissa käytetyn sinooperin alkuperää on tutkittu paljon, ja toisten lähteiden mukaan se tulee Espanjan

³⁰⁷ Maguregui et al. 2011

³⁰⁸ Aliatis et al. 2010, 1538

³⁰⁹ Duran et al. 2010a; 2010b; Piovesan 2011, 2637

³¹⁰ Knuutinen et al. 2007; Piovesan et al. 2011, 2637–2638

³¹¹ Piovesan et al. 2011, 2637, 2642

³¹² Knuutinen et al. 2007c, 13.

³¹³ Helwig 2007, 60

³¹⁴ Aliatis et al. 2010, 1538

³¹⁵ Duran et al. 2010a, 299

³¹⁶ Mazzocchin et al. 2008, 693

kaivoksista, kun taas toiset mainitsevat louhokseksi Balkanin Penisulan alueen.³¹⁷ Duran mainitsee Theophrastuksen sanoneen roomalaisten käyttäneen espanjalaista sinooperia, ja myös Gettens raportoi Pliniuksen kirjoittaneen roomalaisten käyttämän sinooperin tulleen Sisaposta Espanjasta. Espanjalaisen alkuperän todistavat Mazzocchin ja Baraldi tutkimusryhmineen. He tutkivat sinooperin epäpuhtautena esiintyvän lyijyn isotooppeja, ja niiden avulla ovat paikantaneet Espanjan roomalaisten taiteilijoiden sinooperin alkuperämaaksi. Tutkimustuloksiaan he esittelevät julkaisussaan ”*Isotopic analysis of lead present in the cinnabar of Roman wall paintings from the Xth regio ”Venetia et Histria” by ICP-MS*”.³¹⁸

Useat tutkijat raportoivat okran käytöstä sinooperikerroksen alla³¹⁹ kuten myös sinooperin ja hematiittipitoisen punaokran seoksesta. Tämä onkin tyypillistä antiikin seinämaalaustekniikalle, jossa okrakerroksen uskottiin estävän happaman elohopeasulfidin ja emäksisen kalsiumkarbonaatin reaktion.³²⁰ Sinooperin tummumistaipumus tunnettiin jo antiikin aikana, ja sitä pyrittiin estämään mm. niin sanotulla enkaustotekniikalla, jossa kuuma mehiläisvaha ja eläinliima tai kananmuna hierotaan valmiiseen freskopintaan. Tämän uskottiin muodostavan pinnoille suojaavan kalvon.³²¹ Sittemmin on huomattu, että kaikki sinooperipitoiset maalaukset eivät tummu. Tummumista näkyvässä valossa esiintyy vain sinooperipigmentissä, joka sisältää klooria tai joka on altistunut halogeeneille.³²²

Sinooperi on kidejärjestelmältään trigoninen elohopeasulfidimineraali. Sitä on nimitetty myös nimellä *cinnabaris*. Plinius nimeää yhdeksi *floridi*-väreistään pigmentin *cinnabaris*, jolla hän viittaa kasviperäiseen hartsipigmenttiin, joka nykyisin tunnetaan lohikäärmeen verenä, *dragons blood*. Antiikin ajan kertomusten mukaan *cinnabaris*-pigmentti oli elefantin veren ja lohikäärmeen veren seoksena syntynyt väri, joka sai aikansa näiden kahden eläimen taistelun verenvuodatuksista.³²³ *Cinnabaris* ei siis antiikin aikana välttämättä viitannut nykyiseen sinooperiin, *cinnabar*.

Punaista sinooperia tavataan Pompejin seinämaalauksissa erittäin harvoin,³²⁴ johtuen mahdollisesti sen herkästä muutostaipumisesta. Suomalaisen Pompejin tutkimushankkeen (EPUH) tutkimuskohteena olleen Marcus Lucretiuksen talon (IX 3,

³¹⁷ Mazzocchin et al. 2008, 691–692

³¹⁸ Mazzocchin et al. 2008, 692

³¹⁹ Mazzocchin et al. 2008, 693, Knuutinen et al. 2007; Piovesan et al. 2011

³²⁰ Mazzocchin et al. 2008, 693

³²¹ Eastaugh et al. 2008, 111.

³²² McCormack 2000, 797; Keune&Boon 2005, 109

³²³ Eastaugh et al. 2008, 149. Nykyisin tiedetään että lohikäärmeen veri on orgaaninen *dracanea*-suvun kasvien hartsista uutettu pigmentti.

³²⁴ Siddall 2006, 24

5.24) ruokasalin, *triclinium*, seinät olivat vielä kaivausten aikaan, 1800-luvun puolivälissä, olleet kirkkaan punaiset. Nykyisin punaista väriä ei ole havaittavissa, paitsi mikroskoopilla tarkasteltaessa. Nykyisin on silmin havaittavissa vain epämääräisen värinen seinämaaluspinta (Kuva 6.).



Kuva 6. Lähikuva Marcus Lucretiuksen talon ruokasalin seinäpinnasta, jonka sinooperin punaista väriä ei voi enää paljaalla silmällä tunnistaa. Mikroskoopin läpi kuvattu kuva alhaalla vasemmalla osoittaa, että pigmenttipartikkelissa on harmaan pinnan sisällä vielä löydettävissä punaista väriä jonka analysoitiin SEM-EDS tekniikan avulla sisältävän elohopeaa (Hg). (Kuva: Hanne Mannerheim)³²⁵

Sinooperin läsnäolo vahvistettiin röntgenfluoresenssianalyysillä (EDXRF), joka vahvisti seinäpinnoista suuret elohopea- ja rikki pitoisuudet.³²⁶ Kyseinen tutkimusryhmä löysi sinooperia muuttumattomana maahan kaivetuista toisen pompejilaisen tyylin seinämaalusfragmenteista.³²⁷ Tunnetuimpien, vielä kohtalaisen muuttumattomina säilyneiden, sinooperipintojen kerrotaan sijaitsevan Mysteerien talossa, *Villa dei Misteri* Pompejin laidalla. Tutkimustuloksia talon seinäpintojen punaisesta pigmenteistä en saanut käsiini tutkielmaani varten. Kultaisen rannerenkaan talon, *The House of Golden Bracelet Casa delle Bracciale D'Oro* (VI 17, 42) punaisen kolmannen tyylin seinämaalusfragmentin

³²⁵ Knuutinen et al. 2007c, 17

³²⁶ Knuutinen et al. 2007c, 16

³²⁷ Knuutinen et al. 2007a; 2007b; 2007c

pinnasta on löytynyt sinooperia,³²⁸ kuten myös Venuksen temppelin, *Temple of Venus* (VIII 1, 5) Augustuksen ajalle ajoitetuista maan täytteeksi jätetyistä ja 2000-luvulla esiinkaivetuista seinämaalauksfragmenteista.³²⁹ Yllättävästi Pompejin pigmenttiastioiden sisällöistä ei ole tunnistettu sinooperia,³³⁰ vaikka Selim Augusti raportoi löytäneensä sitä.³³¹ Vielä on epäselvää, ovatko Augustin, Giachin ja Aliatoksen tutkimat pigmenttiastiat samoja Pompejin maalikaupasta löytyneitä vai jostain muusta lokaatiosta esiinkaivettuja. Augusti mainitsee maalikaupan, mutta Giachi viittaa Pompejissa säilöttyihin pigmenttiastioihin³³² ja Aliatis Napolin Arkeologisessa Kansallismuseossa säilöttyihin.³³³ Tarkasti ei käynyt selville pigmenttikulhojen esiinkaivuu- eikä nykyinen säilytyspaikka. Näytteiden puutteelliset dokumentointitiedot hankaloittavat tulosten vertailua. Ja saattaa olla että nykytutkijat eivät ole tutkineet samoja pigmenttikippoja kuin Selmi Augusti.

Kallisarvoisen tyyrianpurppuran käytöstä seinämaalauksissa ollaan monia mieltä. Siddal toteaa:

*”The only purple listed by the Roman authors is the shellfish-derived Tyrian Purple and this has not been conclusively detected in any wall paintings analysed. Considering the high value of this pigment, this is not surprising and it seems likely that this compound was primarily used for dyeing cloth. Reddish purples were created by heat treatment of hematite. Other purples were created by mixing hematite and Egyptian blue and in pigment pot from Pompeii, by mixing organic dyes indigo and madder.”*³³⁴

Tyyrianpurppuraa saattaa kuitenkin esiintyä myös pigmenttinä Pompejin raakapigmenttien joukossa.³³⁵ Tutkijat ovat analysoineet purppuranväristä raakapigmenttinäytettä. Hyvin laaja tutkimus eri menetelmillä on tehty yhteistyössä *Pigmentum*-projektin jäsenten, instituuttien KIK-IRPA:n³³⁶ ja ICN:n³³⁷ sekä Pisan yliopiston kemian laitoksen kesken. Tutkimustuloksia julkaistiin art’05 konferenssissa 2005, ja tulokset olivat ristiriitaisia ja todistavat sen, että useita eri analyysimenetelmiä tulee käyttää erilaisina yhdistelminä tutkittaessa kulttuurihistoriallisesti arvokkaita kohteita. Osa mene-

³²⁸ Duran et al. 2010a, 294

³²⁹ Piovesan et al. 2011, 2638. Piovesan ajoittaa näytteen red 3, joka sisälsi elohopeaa, keisarien Rooman ajalle eli ajanlaskun jälkeiselle puoliskolle. Tutkimusryhmä ei ole ajoittanut fragmenttia Pompejilaisten seinämaalauksien mukaan. Piovesan et al. 2011, 2634

³³⁰ Aliatis et al. 2010; Giachi et al. 2009

³³¹ Augusti 1967, 77

³³² Giachi et al. 2009, 1015

³³³ Aliatis et al. 2010, 1537

³³⁴ Siddal 2006, 25–26

³³⁵ Clarke et al. 2005

³³⁶ Belgia: Royal Institute of Cultural Heritage

³³⁷ Amsterdam: Institute of Cultural Heritage

telmistä paljasti tyyrianpurppuran läsnäolon ja osa taas ei, jolloin analyysin tuloksena oli, että näytteessä on orgaanisia väriaineita alizaria ja indigotia. Näiden esiintyminen Pompejin pigmentin joukossa purppuran sijaan saattaa viitata paikalliseen valmistukseen Pozzuolissa.³³⁸ Punaisina ja sinipunaisina sekä violetteina pigmentteinä antiikin aikaan käytettiin myös *Rubicae*-suvun kasvien juurista jauhettua madderia,³³⁹ latinankieliseltä nimeltään mahdollisesti *ostrum fals*, kermeskuoriaisista jauhettua karmiinia, *hysginum*³⁴⁰ ja väreistä arvokkainta, *Muricidae*-suvun kotiloista saatavaa tyyrianpurppuraa, *ostrum*.

*”Ostrum’s prohibitive expense gave rise to its use primarily for imperial trappings and meant that it was rarely used in painting. However, Vitruvius recommends that if it is used, it should be mixed with honey to prevent it drying out too quickly.”*³⁴¹

Tyyrianpurppuran väriaine on 6,6 -dibromoindigotin ja muut bromipitoiset värimolekyylit, jota voidaan paikantaa näytteestä HPLC:n (high performance liquid chromatography) ja MS:n (mass spectrometry) avulla. Transmissioelektronispektroskopia (TEM) yhdistettynä röntgensäteilyyn (EDX) on myös mahdollinen etsittäessä näytteestä tyyrianpurppuraa. TEM paljastaa näytteen kiderakenteen tai amorfisuuden ja EDX yksittäisten partikkeleiden alkuaineet. Orgaanisissa pigmenteissä itse väriaine on amorfista, mutta väriaineen substraatti, joka yleisimmin on CaCO₃, ja savipitoinen maa sisältää kiderakenteita. Orgaanisia väriaineita, kuten indigoa, madderia ja purppuraa, käytettiin epäorgaanisissa alustoissa, mm. seinämaalauksissa yhdessä diatomiitin tai muun kalsiumkarbonaattimineraalin kanssa. Kalsiumkarbonaatti toimii substraattina orgaaniselle väriaineelle ja sen tarkoitus oli sitoa väriaine itseensä toimien alustana vä-rille.³⁴²

Sittemmin purppuranvärisiä värijauheita on analysoitu vuosina 2009 ja 2010 julkaistuissa tutkimuksissa. Kummassakaan ei ole pystytty tunnistamaan orgaanisia väriaineita, mutta koska viitteitä epäorgaanisen pigmentin läsnäoloon ei löydy, on tulkittu, että näytteiden väriaineet olisivat orgaanisia. Analyysimenetelminä on käytetty IR-spektroskopiaa (ramanspektroskopia ja FTIR) ja röntgendiffraktiota (XRD) mahdollisen kiderakenteen tutkimiseksi. Röntgendiffraktiolla (XRD) tunnistetaan näytteestä vain illiitti, joka on CaCO₃ -kiderakenne ja mahdollisesti orgaanisen substraatti ja SEM-

³³⁸ Clarke et al. 2005, 17, Possibly Pozzuoli Purpurissum -kappale.

³³⁹ Eastaugh et al. 2008, 250; Siddal 2006, 24

³⁴⁰ Clarke et al. 2005; Eastaugh et al. 2008, 196

³⁴¹ Eastaugh et al. 2008, 379

³⁴² Siddal 2006, 24, 28; Clarke et al. 2005

EDX-alkuaineanalyysi paljastaa näytteestä piitä, alumiinia ja kaliumia, joiden uskotaan myös kuuluvan substraatille sekä paikoin arseenia, jonka alkuperästä ei ole selvyyttä. Orgaanisen värin käyttöä ei tulosten perusteella voi pois sulkea, koska viitteitä pigmentin epäorgaaniseen alkuperään ei ole. ”*We can not exclude the use of an organic dye to obtain this pink colour.*”³⁴³ Samaan johtopäätökseen tulee myös Giachi, joka on tutkimusryhmänsä kanssa tutkinut julkaisussaan ”*Raw materials in Pompeian paintings: Characterization of some colors from the archaeological site*” purppuran sävyistä jauhetta, eikä saa tulokseksi mitään, mikä johtaisi epäorgaanisen pigmentin jäljille. Hän pääättelee, että jauhe on orgaanista. ”*The pink-violet color has to be ascribed to an organic dye because the performed analysis of the inorganic components did not detect any colored substance.*”³⁴⁴

Lyijypitoisia punaisia pigmenttejä löytyy Pompejista ainoastaan pigmenttijauheista, vaikka Plinius ja Vitruvius mainitsevat synteettisen lyijypunaisen, *lithargen* (Pb_3O_2), jota valmistettiin kuumentamalla lyijyvalkoista, *cerussiittia* (PbCO_3). Raakapigmenttijauheista analysoitiin punaista lithargea (PbO), jonka pinnassa oli kerros cerussiittia (PbCO_3).³⁴⁵

4.4.3 VIHREÄT PIGMENTIT

Tyypillisin Pompejin seinämaalauksista löydetty vihreä on maavihreää mineraalista pigmenttiä, joko glauconiittia ($\text{K,Na(Fe,Al,Mg)}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) tai celadoniittia ($\text{K(Mg,Fe}^{2+})(\text{Fe}^{3+},\text{Al})\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{I}$). Nämä kaksi mineraalipigmenttiä ovat kemialliselta olemukseltaan hyvin samankaltaisia celadoniitin sisältäessä vähemmän magnesiumia ja enemmän alumiinia ja rautaa, kun glauconiitti sisältää myös natriumia. Savipitoisiin, mica-mineraaliryhmään kuuluvien mineraalien syntypaikat ja raudan hapettumisaste³⁴⁶ tuottavat hiuksenhienon eron niiden sävyihin ja koostumuksiin sävyn vaihdellesta ruskeasta kirkkaaseen vihreään. Mineraalit glauconiitti ja celadoniitti eroavat syntypaikkonsa suhteen, joista glauconiitin syntyy meren sedimenteissä ja on kiderakenteeltaan monokliininen silikaatti³⁴⁷ ja celadoniitti vulkaaninen ferromagnesiumsilikaatti mineraali.³⁴⁸ Celadoniittia on pigmenttikäyttöön kaivettu yleisesti Italian Veronasta Mt. Bal-

³⁴³ Aliatis et al.2010, 1540

³⁴⁴ Giachi et al. 2009, 1019

³⁴⁵ Giachi et al. 2009, 1018

³⁴⁶ Kun raudan hapettumisaste on Fe^{++} kutsutaan sitä termillä ferri ja kun Fe^{+++} nimi on ferro.

³⁴⁷ Eastaugh 2007, 175

³⁴⁸ Eastaugh 2007, 94

dolta.³⁴⁹ Glauconiitin kanssa samassa mineraaliseurueessa esiintyy usein kloriittia, montmorilloniittia ja illiittia. Glauconiitti ja celadoniitti esiintyvät usein yhdessä roomalaisissa seinämaalauksissa.³⁵⁰ Muita vihertäviä, maavihreisiin luettavia mineraaleja ovat smektiitit, kloriitit, serpentiinit ja pyrokseeni, mutta näitä ei ole raportoitu löytyneen Pompejin seinämaalauksista.

Celadoniitti ja glauconiitti on hyvin vaikea erottaa toisistaan ilman kvantitatiivisia tutkimuksia, paitsi että natriumin esiintyminen vihreässä näytteessä voi viitata glauconiittiin. Se tosin voi viitata myös muihin mineraalisiin aineisiin, ollessaan hyvin tavallinen alkuaine maaperässä. Molekyyli­tieteiden professori Venetsian yliopistosta, *Universita Ca'Foscari Venice*, Ligia Maria Moretto on kehittänyt celadoniitin ja glauconiitin tunnistusmenetelmiä spektroskopisesti (mm. FTIR, EDS, AAS, kolorimetria, ramanspektroskopia ja EPR.)³⁵¹ Tutkimustuloksiaan Moretton tutkimusryhmä esitteli vuonna 2011 julkaisussaan ”*Spectroscopic methods for the analysis of celadonite and glauconite in Roman green wall paintings*”. He ovat havainneet FTIR-spektrissä selviä eroja mineraalien välillä erityisesti aallonpituusalueilla 3400–3700 cm^{-1} ja 950–1100 cm^{-1} . Celadoniitilla esiintyy Si-O-ryhmiä alueella 972 cm^{-1} ja 1075 cm^{-1} sekä 1105 cm^{-1} , kun glauconiitin pääpiikki sijaitsee alueella 1000 cm^{-1} , jonka Moretto ryhmineen kertoo johtuvan silikaatti-ionien ja alumiini-ionien substituutiosta glauconiitin vähemmän symmetrisessä kidejärjestelmässä. SEM-analyysissä pystytään erotus tekemään kide­muodon perusteella ja yhdistettynä EDS-tekniikkaan pystytään määrittelemään näytteen alkuaineet kohdennettuna muutaman mikroneliömetrin alueelle. Myös VIS-spektrissä on eroavaisuuksia, celadoniitin heijastaessa aallonpituusalueella 500–525 nm ja glauconiitin muodostaessa tällä alueella olkapään, spektrin huipun siirtyessä alueelle 550–500 nm. Ramanspektrissä mineraalien erotus tehdään Aliatoksen tutkimusryhmän tulosten mukaan alueella 260–280 cm^{-1} ,³⁵² jossa celadoniitin korkein piikki esiintyy noin 279 cm^{-1} ja glauconiitilla noin 264 cm^{-1} . Pompejin seinämaalauksista vihreitä pigmenttejä tunnistanut Irene Aliatis tutkimusryhmineen on tunnistanut celadoniitin seinämaalauksista ramanspektrin eroavuuksilla näillä aallonpituusalueilla ja vahvistanut tulokset FTIR-piikeillä 3533 cm^{-1} ja 3556 cm^{-1} , jotka ovat tyypillisiä celadoniitille. Kipsin esiin-

³⁴⁹ Eastaugh 2007, 94

³⁵⁰ Eastaugh 2007, 175

³⁵¹ Moretto et al. 2011, 384. AAS = atomic absorption spectroscopy, EPR = electron paramagnetic resonance.

³⁵² Aliatis et al. 2009, 534

tyminen näytteissä hankaloittaa celadoniitin ja glauconiitin erottamista toisistaan, ja siksi glauconiitin esiintymistä maalauksissa ei voi poissulkea.³⁵³

Pääsääntöisesti Pompejista raportoidaan löydettyksi celadoniittia, mutta muutamat tutkijaryhmistä mainitsevat, että glauconiitin läsnäoloa ei voi sulkea pois. Ainoa ryhmä, joka on raportoinut glauconiitin löytyneeksi Pompejista, on Duranin ryhmä ja he käyttivät menetelmänään harvinaista SR-HRDP-analyysimenetelmää. Celadoniitti vastaa antiikin auktorien mainitsemaa pigmenttiä *appianum*, jota tiedetään antiikin aikana tulleen Mt. Baldolta, Appianon laaksosta, Veronasta. Pompeji sijaitsee Campanian alueella, jossa on sekä vulkaanisia mineraaleja että meren sedimenteissä syntyneitä mineraaleja saatavilla. Pompejin seinämaalausten celadoniitti ja glauconiitti voivat taten olla paikallista alkuperää.³⁵⁴ Celadoniitin ja glauconiitin tunnistanee tutkimusryhmät on esitelty taulukossa 10.

JULKAISUN NIMI	GLAUKONIITTI	CELADONIITTI	"MAAVIHREÄ"
Siddall, 2006: Not a day without line drawn: Pigments and painting techniques of Roman Artists	x	x	
Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius		x	
Knuutinen et al. 2007: Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompei		x	
Knuutinen et al. 2007: Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii		x	
Aliatis et al. 2009: Green pigments of the Pompeian artists palette	(x)	x	
Giachi et al. 2009: Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site		x	
Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area		x	
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy – chromatography.	x		
Piovesan et al. 2011: The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques			x

Taulukko 10. Pompejista analysoidut vihreät mineraaliset pigmentit. Malakiittia (kemialliselta kaavaltaan $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$), antiikin *chrysocollaa*, raportoidaan hyvin harvassa julkaisussa. Toistaiseksi sitä on analysoitu menestyksekkäästi vain raakapigmenttijuheista, joita on löytynyt maalikaupoista³⁵⁵ ja *Casa dei Casti Amantin* kaivauksista 1980–90-luvuilla.³⁵⁶ 2000-luvulla vihreää raakapigmenttiä analysoineen Irene Aliatoksen tutkimusryhmän tuloksissa heterogeeninen raakapigmenttijuhe osoitautui seokseksi, jossa on malakiittia. Ramanspektroskopiolla paikannettiin näytteestä

³⁵³ Aliatis et al. 2009, 535. Piikkien paikka ja muoto ovat riippuvaisia säteilylähteestä.

³⁵⁴ Piovesan et al. 2011, 2641

³⁵⁵ Aliatis et al. 2009, 534

³⁵⁶ Varone & Bearat 1997, 199

myös egyptinsinistä, goetiittia, hematiittia, kvartsia, kalsiittia, cerusiittia, albiittia, perusmuotoista lyijykarbonaattia, lyijypunaista ja kupariarsenaattia.³⁵⁷ Kupariarsenaattia ei ole käytetty Pompejissa pigmenttinä, vaan sitä esiintyy jäämänä egyptinsinisen valmistusprosessista.³⁵⁸

Muita antiikin auktorien mainitsemia vihreitä, verdigrisiä ja muita kuparin korrodoitumistuotteita, ei ole tunnustettu työssä mukana olevissa julkaisuissa. Aliatis et al. 2009 mainitsee klooratun kuparinfalosyanaanin, joka on peräisin moderneista restauroinneista.

4.4.4 KELTAISET PIGMENTIT

Ehdottomasti yleisin keltaisin pigmentti Pompejissa on goetiittipitoinen rautamineraali keltaokra, mutta myös jarosiittimineraalia ($\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_5$) on löytynyt keltaisista näytteistä. Jarosiitti esiintyy yhdessä näytteessä ainoana keltaisena mineraalina ja toisessa yhdessä goetiitin ja kaoliniitin kanssa.³⁵⁹ Goetiittipitoista keltaokraa raportoivat löytyneeksi kaikki tutkijaryhmät.

Goetiitti on luonnossa esiintyvä rautahydroksidimineraali ($\alpha\text{-FeOOH}$), jonka multamaista asua kutsutaan limoniitiksi. Limoniitissa on myös muun muotoisia raudan oksideja ja hydroksideja yhdessä goetiitin α -muodon kanssa. Goetiitin sävy vaihtelee partikkelikoon kasvaessa vihreänkeltaisesta ruskeankeltaiseen. Goetiittimineraali on keltaokra nimisen pigmentin päämineraali, joskin seassa voi olla limoniittia, lepidokrokiittia ja muita mineraaleja esiintymisalueesta riippuen. Keltaokraa pidetään hyvin pysyvänä, joskin se muuttuu kuumennettaessa punaiseen oksidoituneeseen muotoon, jolloin sitä voidaan kutsua keinotekoiseksi punaokraksi. Jo antiikin auktorit tunsivat tämän keinotekoisena punaokran, *ustan*. Antiikin aikana parasta keltaokraa kutsuttiin nimellä *sil Atticum*, ja se joutui kirkkaan sävynsä vuoksi usein vääreännöksen kohteeksi (ks. Kappale 2.5. Keltaiset väriaineet s. 24). Keltaokraa, kuten myös muita maavärejä, on käytetty pigmenttinä nykyihmisen alkuajoista saakka ja sitä esiintyy kaikkialla maapallon kuorella.³⁶⁰

Muita keltaisia mineraaleja, kuten massicot (PbO) tai orpiment (AsS), ei raportoitu löytyneeksi yksikään tutkijaryhmä. Aiemmin raportoimattoman keltaisen pigmentin on tunnistanut Piovesan tutkimusryhmineen vuoden 2011 julkaisussa. Heidän

³⁵⁷ Aliatis 2010, 1541

³⁵⁸ Aliatis 2009, 536

³⁵⁹ Siddall 2006, 27; Giachi et al. 2009, 1018

³⁶⁰ Eastaugh et al. 2008, 176, 246, 407

tunnistamansa keltainen amorfinen materiaali vastaa kemialliselta koostumukseltaan Somma-Vesuvian maaperää, joten olisi perusteltua, että myös sitä on käytetty pigmenttinä, joskaan sitä ei ole löydetty mistään muualta Pompejin pigmenteistä. Piovesan toteaa: ”*This pigment was not previously recorded*”.³⁶¹

4.4.5 VALKOISET PIGMENTIT

Kuten antiikin auktorit mainitsevat, on erilaisia valkoisia maa-aineita käytetty valtavia määriä sekä pigmentteinä että laasteissa. Osa niistä on pystytty identifioimaan mineraalin tarkkuudella, mutta kaikkia vastaavuuksia ei ole vielä löydetty. Suurin osa valkoisista pigmenteistä on kalsiitin eli kalsiumkarbonaatin eri muotoja, mutta myös valkoista keinotekoista PbCO_3 -pigmenttiä *cerussiittia* on käytetty sekä erilaisia kalsiitin seoksia, mm. ring whitea, *creta anularia*, jossa kalsiittiin on sekoitettu murskattuja lasinpalasia.

Pompejista analysoituja pigmenttinä käytettyjä kalsiumkarbonaatin eri muotoja ovat puhdas kalsiitti (CaCO_3), huntiitti ($\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$), dolomiitti ($\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{CO}_3)_2$) ja aragoniitti (CaCO_3). Aragoniitti on kalsiitin polymorfi, jolla on rombinen kiderakenne, kun kalsiitin kiderakenne on trigoninen.³⁶² Usein näiden joukossa esiintyy kvartssia (SiO_2), jota esiintyy laajalti maaperässä samassa mineraaliseurueessa kalsiitin eri muotojen kanssa. Pompejista on tunnistettu myös fossiilisesta kasviaineksestä muodostuvaa diatomiittia. Diatomiitti vastanee Pliniuksen *creta argentariaa*, jota käytettiin orgaanisten väriaineiden substraattina.³⁶³ Kalsiittia esiintyy jokaisen julkaisun tuloksissa, koska seinämaalaukset on maalattu kalkkilaastipohjalle, joka koostuu pääasiallisesti kalsiumkarbonaatista. Myös sideaineena on mm. freskotekniikassa käytetty kalkkivettä, jotta sideaine-pigmenttiseos karbonatisoituisi osaksi seinää ja maalipinnasta tulee kestävämpi.³⁶⁴ Kalsiittia on kuitenkin käytetty myös pigmenttinä. Pigmenttinä on yleisimmin käytetty kalsiitin rombista kiderakennetta aragoniittia.³⁶⁵ Pompejista analysoidut eri mineraaliset ja keinotekoiset valkoiset on esitelty taulukossa 11.

JULKAISUN NIMI	Valkoiset mineraalit	Keinotekoinen	Seokset	Orgaanisen pigmentin substraatti
Clarke et al. 2005: Pompeii Purpurisum Problems	Aragoniitti, kaoliniitti			Amorfinen kaoliniittipitoinen seos
Siddall, 2006: Not a day without line drawn: Pigments and painting techniques of Roman Artists	Kaoliniitti, montmorillonitti*, dolomiitti, aragoniitti (joko mineraalinen tai jauhettua simpukankuorta)	Lyijyvalkoinen	Ring-white (kalkki + murskattu lasi)	Diatomiitti, silikaattipitoiset fossiilit

³⁶¹ Piovesan et al. 2011, 2639

³⁶² Eastaugh et al. 2008, 27, 80

³⁶³ Eastaugh et al. 2008, 147

³⁶⁴ Siddall 2006, 22–23

³⁶⁵ Duran et al. 2010a, 300

Knuutinen et al. 2007: Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the house of Marcus Lucretius	Kalsiumkarbonaatti / kalsiitti	Lyijyvalkoinen	
Knuutinen et al. 2007: Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompei	Kalsiumkarbonaatti / kalsiitti	Lyijyvalkoinen	
Knuutinen et al. 2007: Project report of pigment analyses of the 4th style wall paintings in the Casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii	Kalsiitti, jossa seassa kvartssia, magnetiittia, aragoniittia, dolomiittia ja savipitoisia maa-aineita, kipsi (kalsiitin muutoksena syntynyt)		
Aliatis et al. 2009: Green pigments of the Pompeian artists palette	Kalsiitti, kipsi, anataasi*		
Giachi et al. 2009: Raw materials in Pompeian paintings: characterization of some colours from the archaeological site	Kalsiitti, aragoniitti, silikaatit, dolomiitti, montmorilloniiitti, kvartsi		Silikaattipitoiset mikrofossiilit
Maguregui et al. 2009: Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments.	Kalsiitti, joka muuttunut osin kipsiksi ja mirabiliitiksi (Glaubersuola)		
Maguregui et al. 2009: Diagnose of the blackening process of 4th style red ochre pigment from Marcus Lucretius House by Raman spectroscopy and thermodynamic speciation	Kalsiitti, joka muuttunut osin kipsiksi ja mirabiliitiksi (Glaubersuola)		
Maguregui et al. 2010: Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO2 impact: The case of Marcus Lucretius house	Kalsiitti. <i>Intonaco</i> -kerroksen kalsiitin hajoamistuotteita: kipsi, mirabiliitti (Glaubersuola), ternadiitti, epsomiitti		
Aliatis et al. 2010: Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area	Huntiitti, kalsiitti, silikaatit, kipsi	Lyijyvalkoinen	Illiiitti
Duran et al. 2010: Determination of pigments and binders in Pompeian wall paintings using synchrotron radiation - high resolution x-ray powder diffraction and conventional spectroscopy - chromatography.	Kalsiitti, dolomiitti, aragoniitti		
Piovesan et al. 2011: The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques	Kalsiitti		

* esiintyy celadoniitin ja glauconiitin kanssa samassa mienraaliseurueessa³⁶⁶

VALKOINEN MINERAALI	KEMIALLINEN KAAVA
Aragoniitti	CaCO ₃
Anataasi	TiO ₂
Diatomiitti	Silikaattipitoisista mikrofossiileista muodostunut kiviaines
Dolomiitti	Ca ₂ Mg(CO ₃) ₂
Epsomiitti	MgSO ₄
Huntiitti	CaMg ₃ (CO ₃)
Kalsiitti	CaCO ₃
Kaoliniitti	(Al ₂ (Si ₂ O ₅)(OH) ₄).
Kipsi	CaSO ₄
Kvartsi	SiO ₂
Mirabiliitti/ternadiitti	Na ₂ SO ₄
Montmorilloniiitti	(Na,Al,Mg) ₈ (Si ₄ O ₁₀) ₄ (OH) ₈

Taulukko 11. Pompejista analysoidut valkoiset mineraaliset ja keinotekoiset valkoiset pigmentit.

Mineraalien tunnistukset tehdään pääasiassa röntgendiffraktion (XRD) eri muodoilla, mutta myös ramanspektroskopiolla ja SEM-EDS:llä tai polarisaatiomikroskopiolla. Mineraalit voi tunnistaa mm. kiderakenteen ja kiteen taitekertoimen avulla ja alkuaineista. Kuitenkin kalsiitin ollessa kyseessä mineraalin tunnistamiseen johtavat alkuaineet ovat yhdisteen sivualkuaineet, koska pääalkuaine kalsium on aina läsnä näissä pigmenteissä.

Kalsiittimineraalin muunnokset ovat hyvin sekavia ja niillä on taipumus muuttua ajan myötä, esimerkiksi kalsiumkarbonaatin rombinen muoto eli aragoniitti

³⁶⁶ Easaugh et al. 2008, 273; Aliatis et al. 2009, 535

muuttuu ajan myötä trigoniseksi kalsiitiksi³⁶⁷, joten aragoniittia on saattanut esiintyä useissa näytteissä, joissa nykyisin havaitaan kalsiittia. Aragoniittimineraali on meren sedimenttimineraali, biogeeninen sakka, jota esiintyy myös simpukoissa ja koralleissa,³⁶⁸ ja näin ollen voisi vastata Vitruviuksen ja Pliniuksen *paraetionium*-pigmenttiä, joka saa alkunsa ”meren vaahdosta, jota muta vahvistaa”³⁶⁹ ja jossa Augustin mukaan on merellistä ainetta: ”kalkkikivi, johon on sekoittunut merellistä fosfaatti- ja magnesiittijäämiä”.³⁷⁰ Se on pigmenttinä kalsiittia huomattavasti harvinaisempaa³⁷¹, mutta sillä on kalsiittia parempi peittokyky.³⁷² Sitä käytettiin usein valoisissa kohdissa. Nykyisin tiedetään, että aragoniitin nimi viittaa pigmentin alkuperään Espanjan Aragonissa, jossa mineraalia esiintyy erityisen paljon.³⁷³

Giachi et al. 2009 mainitsee löytäneensä dolomiittia yhdessä silikaattien kanssa Pompejissa säilytetyistä pigmenttijauhepurkeista, kuten ovat tehneet myös Varone ja Bearat 1997 Casa dei Casti Amantin pigmenttiastioista.³⁷⁴ Huntiittimineraalia käytettiin Egyptin taiteessa valkoisena pigmenttinä, ja sitä on löytynyt myös Pompejin raakapigmenttinäytteistä. Huntiitti on analysoitu näytteestä, joka oli puristettu kartion muotoon ja johon oli painettu sana *ATTIROU(M)*. Tämä viittaa pigmentin pompejilaiseen jalostukseen, koska Attii oli pompejilainen väritehdas. Huntiittia ei ole aiemmin raportoitu löytyneen Rooman ajan seinämaalauksista.³⁷⁵

Lyijyvalkoisesta *cerussitista* ovat raportoineet hyvin harvat tutkimusryhmät.³⁷⁶ Tämä voi johtua myös siitä seikasta, että ko. pigmentti mustuu hyvin herkästi ja sitä ei enää analyysihetkellä tunnista valkoiseksi pigmentiksi.

4.4.6 MUSTAT, RUSKEAT JA HARMAAT PIGMENTIT

Suurin osa Pompejin mustista on hiilipitoista eri materiaalien polton tuotteena saatavaa mustaa, mutta myös rautapitoista mustaa ja kuparipitoista harmaata on analysoitu näytteistä.³⁷⁷ Hiilipohjainen musta on useimmiten ns. lamppumustaa *atramentumia*, joka on amorfista hiiltä, joka on syntynyt hiilen, puun, öljyn tai jonkin muun polttoaineen pala-

³⁶⁷ Piovesan et al. 2011, 2641

³⁶⁸ Eastaugh et al. 2008, 28

³⁶⁹ Pliny XXXV (xviii), Rackham 1952, 287

³⁷⁰ Augusti 1967, 58

³⁷¹ Eastaugh et al. 2008, 27

³⁷² Baraldi 2007, 425

³⁷³ Eastaugh et al. 2008, 27

³⁷⁴ Varone & Bearat 1997, 208

³⁷⁵ Aliatis et al. 2010, 1540

³⁷⁶ Siddall 2006, 28; Knuutinen et al. 2007a; 2007b; Aliatis et al. 2010, 1540

³⁷⁷ Giachi et al. 2009, 1016; Piovesan et al. 2011, 2637

mistuotteena.³⁷⁸ Myös kasvipäristä hiilimustaa on löydetty, mutta ei fosfaattipitoista luumustaa,³⁷⁹ joka olisi vastannut Pliniuksen *elephantumia*.

Rautapitoista ruskeaa tai mustaa on tunnistettu näytteistä polarisaatiomikroskopian (PLM) ja röntgendiffraktion (XRD) avulla. Tämän rautapitoisen pigmentin kerrotaan syntyneen kuumentamalla luonnossa esiintyvää punaokraa.³⁸⁰ Myös tenoriittia (CuO) on tunnistettu mustanharmaasta raakapigmenttinäytteestä.³⁸¹ Tenoriittia voi esiintyä myös egyptinsinisen pigmentin joukossa, kun lähtöaineena on ollut liian paljon kuparia.³⁸² Mustia hiilipitoisia pigmenttejä käytettiin Pompejissa myös kosmetiikassa.³⁸³

4.5 VÄRIEN SÄVYTYSTEKNIIKOITA

Pigmenttitutkimusten yhteydessä useat tutkimusryhmät ovat tehneet huomioita tavoista, joilla kussakin tutkitussa tyyliässä sekoitettiin pigmenttejä, jotta saavutettiin halutut värisävyt. Pompejilainen maalaustyyli oli hyvin erikoinen ja hienostunut. Siihen kuuluivat pohjan ja sideaineen tarkka valmistaminen sekä pigmenttien hienovarainen sekoitus ja hiertäminen, jotka edesauttoivat harvinaisten värivivahteiden ja sävyjen aikaansaamista.³⁸⁴ Arvellaan, että osin tämän korkealaatuisen maalaustekniikan ansiosta kaivausalueen seinämaalaukset olivat ennen kaivauksia niin hyvässä kunnossa. Myös erilaisten sideaineiden ja pohjien valmistustekniikoiden käyttö vaihtelee.³⁸⁵ Erityistä huomiota on kiinnitetty pigmenttien jauhantatekniikkaan, jonka raportoidaan olevan hyvin bimodaalinen eli seoksessa on kaksi matriksia, joista toisessa on hyvin pieni raekoko ja toisessa suurempi, noin 10–15 mikrometriä.³⁸⁶

Sävyjen sekoitustapoja oli kahta tyyppiä: pigmentit joko sekoitettiin kuivina keskenään astiassa³⁸⁷ tai maalattiin päällekkäisiä läpikuultavia maalikerroksia. Jälkimmäinen maalaustyyli oli vallalla erityisesti neljännen seinämaalaustyylin aikaan.³⁸⁸ Kun pigmenttejä on sekoitettu keskenään astiassa, on perussävy saavutettu usein kahdella pigmentillä, ja sävyä on säädetty pienillä määrillä muita pigmenttejä. Tummennet-

³⁷⁸ Piovesan et al. 2011, 2637

³⁷⁹ Giachi et al. 2009, 1016; Piovesan et al. 2011, 2637

³⁸⁰ Piovesan et al. 2011, 2637

³⁸¹ Giachi et al. 2009, 1016

³⁸² Eastaugh et al. 2008, 365

³⁸³ Gamberini et al. 2008, 82

³⁸⁴ Duran et al. 2010, 304

³⁸⁵ Duran et al. 2010, 305

³⁸⁶ Danielie 2004

³⁸⁷ Aliatis et al. 2009, 536

³⁸⁸ Knuutinen et al. 2007c, 11

taessa sävyä käytettiin hiilimustaa ja vaalennettaessa kalsiumkarbonaattia, erityisesti punaisten ja keltaisten kohdalla. Kalsiumkarbonaattia esiintyy kaikkien pigmenttien joukossa, joka selittyy myös sideaineen kalsiumkarbonaattiluonteella. Kaikkein monimutkaisimmat seokset olivat harmaissa ja vihreissä sävyissä – jolloin käytettiin keltaista, punaista ja ruskeaa okraa, egyptinsinistä, ruskeaa lasia,³⁸⁹ sinooperia ja maavihreää eri suhteissa.³⁹⁰ Vihreän sävyjä sekoitettiin maalaamalla kerros celadoniitilla ja sen päälle kuultava kerros egyptinsinisellä.³⁹¹ Tätä tyyliä esiintyy neljännen pompejilaisen tyylin maalauksissa, mutta ei aikaisemmissa maasta kaivetuissa seinämaalusfragmenteissa.³⁹² Myös pigmenttien käyttö eri kohteissa vaihtelee: egyptinsinistä käytettiin keisarien aikakaudella pääasiassa vaalean sinisissä sävyissä, mutta neljännellä vuosisadalla eKr. sitä käytettiin myös vihreissä seoksissa.³⁹³ Kun egyptinsinistä pigmenttiä käytettiin vihreissä seoksissa, olivat muut mukana olevat pigmentit keltaisia, punaisia, ruskeita ja vihreitä.³⁹⁴ Celadoniittista tai glauconiittipitoista³⁹⁵ vihreää on saatettu myös kirkastaa lisäämällä siihen egyptinsinistä ja cerussiittia.³⁹⁶ Vihreä on voitu saada aikaan myös sekoittamalla malakiittia egyptinsinisen, goetiitin, hematiitin, kvartsin, kalsiitin, cerussiitin, albiitin, perusmuotoisen lyijykarbonaatin, massicotin ja kupariarsenaatin kanssa.³⁹⁷

Sinooperia sekoitettiin usein hematiitin kanssa, jolloin tarkoituksena on ollut joko jatkaa sinooperia tai kirkastaa hematiitin sävyä.³⁹⁸ Violetit ja purppuran eri sävyt on useimmiten saatu aikaan erilaisilla epäorgaanisilla pigmenteillä, mutta myös orgaanisia on käytetty. Epäorgaanisia seoksia tämän sävyn aikaansaamiseksi olivat hematiitti, glauconiitti ja sinooperi,³⁹⁹ egyptinsininen ja hematiitti,⁴⁰⁰ joko seoksena tai lasuurikerroksina.⁴⁰¹ Violettia on saatu aikaan myös kuumentamalla hematiittia, jolloin sen sävy muuttuu sinertävän punaiseksi.⁴⁰² Herkkiä violetteja sävyjä on saatu aikaan

³⁸⁹ Piovesan et al. 2011 analysoima vulkaaninen lasipigmentti.

³⁹⁰ Piovesan et al. 2011, 2641

³⁹¹ Knuutinen et al. 2007c, 11

³⁹² Knuutinen et al. 2007a, 542

³⁹³ Piovesan et al. 2011, 2642

³⁹⁴ Piovesan et al. 2011, 2641

³⁹⁵ Duran et al. 2010, 299

³⁹⁶ Aliatis et al. 2009, 535

³⁹⁷ Aliatis et al. 2009, 536; Aliatis et al. 2010, 1541

³⁹⁸ Piovesan et al. 2011, 2638

³⁹⁹ Duran et al. 2011, 299

⁴⁰⁰ Aliatis et al. 2010, 1540; Siddall 2006

⁴⁰¹ Knuutinen et al. 2007c, 11

⁴⁰² Siddall 2006, 25

myös erilaisten orgaanisten pigmenttien, kuten indigon, madderlaken ja mahdollisesti myös tyyrianpurppuran, avulla.⁴⁰³

Paitsi värisävyn tummentamiseksi, myös mustan sävyn syventämiseksi mustaa pigmenttiä on käytetty seoksena erityisesti keltaisten ja punaisten kanssa.⁴⁰⁴ Harmaan sävyn aikaansaamiseksi on käytetty tenoriittia, egyptinsinistä (mineraali kuprorivaatti), aragoniittia, kvartsia ja silikaatteja. Mustat ja harmaat sävyt on saatu joko sekoittamalla pigmentit keskenään tai maalaamalla päällekkäisiä ohuita maalikerroksia.⁴⁰⁵

⁴⁰³ Clarke et al. 2005, 11

⁴⁰⁴ Piovesan et al. 2011, 2637

⁴⁰⁵ Giachi et al. 2009, 1020

5 PÄÄTÄNTÄ

Pompejin seinämaalauksissa käytetyt pigmentit on pääosin tunnistettu ja niiden on osoitettu noudattavan antiikin auktorien suosittamia värejä, paikallisin poikkeuksin. Paikalliset poikkeukset muodostuvat pigmenteistä joita saatiin Campanian alueelta mm. Pozzuolin pigmenttitehtaasta ja Vesuviuksen rinteiltä. Myös käyttökohteet esimerkiksi arvokkaimpien seinämaalauksen kohdalla noudattavat pigmenttivalinnoiltaan Plinius vanhemman jakoa kirkkaisiin ja varjoisiin, *floridi* ja *austeri*, sävyihin. Kirkkaita värejä käytettiin vain seinämaalauksissa, joiden toivottiin korostavan isäntäperheen varallisuutta ja yhteiskunnallista asemaa. Niitä seinämaalauksia saattoi sijaita esimerkiksi ruokasalissa, atriumissa tai eteisessä, paikoissa joissa vieraat viettivät paljon aikaa tai kuljivat läpi siirtyessään tilasta toiseen. Kirkkaat värit olivat kalliita, jotka työn tilaajan tuli hankkia omakustanteisesti ja näihin kuuluivat sinooperi, azuriitti, malakiitti, indigo ja tyyrian purppura. Varjoiset sävyt taas kuuluivat tilaukseen ja maalauksen peruspalettiin, jonka taiteilija toi mukanaan ja sekoitti toivomikseen sävyiksi. Varjoisia sävyjä olivat mineraaliset maavärit; hematiitti, goetiitti, limoniitti, aragoniitti, kalsiitti, celadoniitti, glauconiitti ja mineraalinen arseenisulfidi, keltainen orpiment tai punainen realgar sekä keinotekoiset egyptinsininen, lyijypunainen ja lyijyvalkoinen. Pompejista modernin analyysimenetelmin tunnistetut pigmentit on listattu taulukkoon 12.

VÄRI	PIGMENTTINIMI	SELITE
SINISET	egyptinsininen	$\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$
	indigo	orgaaninen kasviväri
PUNAISET JA VIOLETTIT	hematiitti	Fe_2O_3
	punaokra	
	sinooperi	HgS
	madderlake	orgaaninen kasviväri
	alitsariini	orgaaninen kuoriaisista jauhettu väri
	tyyrian purppura	orgaaninen simpukoista uutettu väri
	lyijypunainen	Pb_3O_2
VIHREÄT	celadoniitti	$\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Fe}^{3+}, \text{Al})\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{I}$
	glauconiitti	$\text{K}, \text{Na}(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Mg})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
	malakiitti	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$
KELTAISET	goetiitti	FeOOH
	jarosiitti	$\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_5$
	amorfinen vulkaaninen lasi	
VALKOISET	lyijyvalkoinen	PbCO_3
	kalsiitti	CaCO_3
	aragoniitti	CaCO_3
	dolomiitti	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
	huntiitti	$\text{CaMg}_3(\text{CO}_3)_4$

	diatomiitti	fossiilisista kasviaineksista kiteytynyt, kasvivärien substraattina käytetty mineraali
MUSTAT, HARMAAT, RUSKEAT	hiilimusta/lamppumusta kuumennettu punaokra	C
	tenoriitti	CuO

Taulukko 12. Pompejista tunnistetut pigmentit ja niiden koostumus.

Paletti noudattaa paikallisin poikkeuksin antiikin Rooman alueen peruspallettia, jossa on käytetty pigmentteinä valtaosaisesti maasta saatavia epäorgaanisia materiaaleja mutta myös kasveista jalostettua orgaanisia väriaineita, joita on imeytetty kalkkipitoiseen maa-ainekseen, jotta niitä on voitu käyttää pigmentteinä seinämaalauksissa. Palettiin kuuluu olennaisena osana myös ihmisen valmistamia keinotekoisia pigmenttejä. Pigmentit on tunnistettu pääasiassa raakapigmenttinäytteistä, joita on kaivettu silloin tällöin ylös tutkimuskaivauksissa ja Pompejin ensimmäisinä esiinkaiuvuvuosina, mutta myös joitain seinämaalauksissa olevia pigmenttejä on tunnistettu. Osa käytetyistä pigmenteistä on kestänyt maalauksissa paremmin kuin toiset ja myös antiikin auktorit mainitsivat kirjoituksissaan tiettyjen värien huonon värinpitokyvyn. Monet, kuten esimerkiksi sinooperipitoiset maalaukset ovat kuluneet nykyisin tunnistamattomiksi. Plinius kehotti suojaamaan kuun ja auringonvalolle herkäät sinooperipinnat kuumalla vahalla, mutta tämä ei ole estänyt niiden tuhoutumista nykyajan olosuhteissa. Monet näistä maalauksista ovat kaivaushetkellään olleet kirkkaita ja loistavia väreiltään ja jopa yksityiskohdat ovat säilyneet, runsaassa 200 vuodessa seinämaalaukset ovat kuitenkin jo kuluneet lähes tunnistamattomiksi. Pigmenttien tunnistuksen ohella 2000-luvun tutkijaryhmät pyrkivät ymmärtämään seinämaalausten vaurioitumismekanismeja, joita ovat mm. sulfatoituminen, jolloin seinämaalauksissa sideaineena toimiva kalsiumkarbonaatti muuttuu rikkidioksidin vaikutuksesta vesiliukoiseksi kalsiumsulfaatiksi eli kipsiksi. Sideaine menettää muutoksensa myötä pigmentinsitomiskykynsä ja aluetta syksyisin vaivaavat rajut vesisateet huuhtelevat pigmentit irti seinistä. Samoin käy laastille ja näin selittyvät melko tavalliset romahdukset alueen rakennuksissa. Pigmentit saattavat myös muuttaa muotoaan aivan toiseksi mineraaliksi esim. punainen hematitiitti muuttuu mustaksi magnetiitiksi ja orgaanisten materiaalien kasvu seinäpinnoilla kiihdyttää rapautumista ja tuottaa uusia väriaineita seiniin. Tutkimustuloksia ovat näistä prosesseista julkaisseet Bilbaon yliopiston analyyttisen kemian laitoksen tutkijat ja tulevana vuosina mielenkiintoista olisi kartoittaa vaurioitumismekanismeja käsitteleviä tutkimuksia maailmaperintökohteista. Tämä materiaalien muutoksia käsittelevä tutkimushaara tarjoaa haastetta nykytutkijoille. Seinämaalaukset tuhoutuvat kovaa vauhtia ja niitä pyritään

dokumentoimaan hyvin tarkasti. Tuhoutumisen syitä ovat mm. ilmansaasteet ja valtavat turistivirrat alueella sekä harkitsemattomat restaurointitoimenpiteet, jotka rasittavat kohdetta. Myös materiaalien luonnollinen ikääntyminen selittää vaurioita, mutta vaurioituminen on nykyaikana nopeampaa kuin mitä luonnollinen materiaalien vanheneminen selittää. Kun ymmärretään kohdetta vaurioittavat ulkoiset tekijät ja vaurioiden syntymekanismit, pystytään vaurioitumista, ainakin jollain tasolla, ennaltaehkäisemään.

Pigmenttitutkimuksia tekevät ryhmät koostuvat luonnontieteilijöistä, kemistit, fyysikot ja geologit sekä humanisteista arkeologit, konservaatit. Tutkimusryhmää vetää useimmiten väitellyt tutkija ja muu ryhmä koostuu pääosin tutkijaopiskelijoista tai muista tutkijoista. Usein taustaorganisaationa on yliopisto tai muu tutkimuskeskus. Käytetyimmät tutkimusmenetelmät ovat näytettä tuhoamattomia, *non-destructive* tai kohteeseen kajoamattomia, *non-invasive*. Analyysimenetelmät perustuvat sähkömagneettisen säteilyyn, joiden eri muotojen avulla saadaan selville tietoa kohteen alkuaineista ja molekyylikoostumuksista sekä kiderakenteista. Partikkelien ominaisuuksia sekä sävykäyttäytymistä tutkivia menetelmiä käytetään myös hyvin yleisesti. Tutkimusryhmien käyttämät analyysimenetelmät on esitelty taulukossa 4 kappaleessa 4.3 Nykyaikaiset analyysimenetelmät.

Tunnistustutkimusten ohessa tutkijaryhmät ovat tehneet huomioita antiikin taidemaalareiden värien työstötavoista ja sekoitusmenetelmistä sekä maalaustekniikoista ja sideaineista. Tutkimuksissa on todistettu, että menetelminä on käytetty sekä freskotekniikkaa, jolloin sideaineena toimii kalsiumhydroksidi joka karbonatisoituu osaksi laastipintaa, että seccotekniikkaa jolloin kuivalle laastipinnalle levitetään pigmenttejä esimerkiksi orgaanisen sideaineen avulla. Seinämaalauksissa käytetyt sävyt ovat hienos-tuneita ja kertovat taiteilijoiden ammattitaidosta ja työn laadusta. Ilman nykyajan rapauttavia tekijöitä, kuten ilmansaasteita ja alueen valtavaa turistivirtaa, maalausten yksityiskohdat saattaisivat edelleen olla tunnistettavissa.

LÄHTEET JA AINEISTO

Aineisto

Aliatis I., Bersani D., Campani E., Casoli A., Lottici P.P., Mantovan S., Marino I.-G. & Ospitali F. 2009. Green pigments of the Pompeian artists' palette. *Spectrochimica Acta Part A* 73 (2009), 532–538.

Aliatis I., Bersani D., Campani E., Casoli A., Lottici P.P., Mantovan S. & Marino I.-G. 2010. Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian Area. *Journal of Raman Spectroscopy*, 41, 1537–1542. (Art and Archaeology, special issue). Published online in Wiley Online Library: 24. May 2010.

Castriota M., Cosco V., Barone T., de Santo G., Carafa P & Cazzanelli E. 2008. Micro-Raman characterization of Pompei's mortars. *Journal of Raman Spectroscopy*, 39.

Clarke M., Frederickx P., Colombini M.P., Anderotti, A., Wouters J., Van Bommel M., Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T. & Siddall R. 2005. Pompei Purpurissum pigment problems. Art '05 – 8th International Conference on "Non Destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage. Lecce, Italy, May 15th–19th, 2005.

Cotte M., Susini J., Metrich N., Moscato A., Graziu C., Bertagnini A. & Pagan M. 2006. Blackening of Pompeian cinnabar paintings: X-ray Microspectroscopy Analysis. *Analytical Chemistry* 2006, 78, 7484-7492.

Duran, A., Jimenez de Haro, M.C., Perz-Rodriguez, J.L., Franquelo, M.L., Herrera, L.K., & Justo, A. 2010a. Determination of Pigments and Binders in Pompeian Wall Paintings Using Synchrotron Radiation – High-Resolution X-Ray Powder Diffraction and Conventional Spectroscopy – Chromatography. *Archaeometry* 52, 2: 286–307. University of Oxford.

Duran, A., Castaing, J. & Walter, P., 2010b. X-ray diffraction studies of Pompeian wall paintings using synchrotron radiation and dedicated laboratory made systems. *Applied Physics A. Materials and science processing*. 2010, 99, 333–340.

Giachi, G., De Carolis, E. & Pallecchi, P. 2009. Raw Materials in Pompeian Paintings: Characterization of Some Colors from the Archaeological Site. *Materials and Manufacturing Processes*, 24: 1015–1022. Taylor&Francis Group, ISSN 1042-6914.

Knuutinen U., Mannerheimo H. & Hornytzkyji S. 2007a. Colours and inorganic pigments of the House of Marcus Lucretius (IX3, 5.24) in Pompeii. *Teoksessa Nuove ricerche archeologiche nell'area Vesuviana (Scavi 2003–2006)*. Pietro Giovanni Guzzo e Maria Paola Guidobaldi (toim.) L'Erma di Bretschneider, 2008. Atti del convegno internazionale, Roma 1.–3.2.2007.

Knuutinen U., Mannerheimo H. & Hornytzkyji S. 2007b. Analysis of pigments from Pompeian wall paintings in the House of Marcus Lucretius. *Conservation Science*, 2007, 56–57.

Knuutinen U., Mannerheim H. & Hornytzkyj S. 2007c: Report of the Pompeii Project. Pigment analyses of the fourth style wall paintings in the casa di Marco Lucrezio (IX3, 5.24) in Pompeii. Series A, Research Reports, 2007:1. ISBN 978-951-647-027-9.

Madariaga J. M., Maguregui M., Fdez-Ortiz de Vallejuelo S., Pitarch A., Knuutinen U., Castro K., Martinez-Arkazo I. & Giakoumaki A. 2013. Portable and laboratory analysis to diagnose the formation of efflorescence crystals on walls and wall paintings in Insula IX, 3 (Pompeii, Italy). Book of Abstracts: RAA 2013. 7th International Conference on the Application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology, Ljubljana 2-6- Sept. 2013.

Maguregui M., Knuutinen U., Castro K. & Madariaga J.M. 2009a. Diagnose of the blackening process of 4th style red ochre pigment from Marcus Lucretius House by Raman spectroscopy and thermodynamic speciation. Book of abstracts: RAA2009. 5th international Conference on the application of Raman spectroscopy in Art and Archaeology. Bilbao 14.–18.9.2009.

Maguregui M., Knuutinen U., Castro K. & Madariaga J. M. 2009b. Raman spectroscopy as a tool to diagnose the impacts and conservation state of Pompeian 2nd and 4th style wall paintings (House of Marcus Lucretius) exposed to diverse environments. Book of abstracts: RAA2009. 5th international Conference on the application of Raman spectroscopy in Art and Archaeology. Bilbao 14.–18.9.2009.

Maguregui M., Knuutinen U., Martinez-Arkazo I., Castro K. & Madariaga J. M. 2010. Analytical diagnosis protocol to assess the impacts of environmental stressors on historical mortars acting as the support of wall paintings. 2nd Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC203 – RHM. Pp. 527-536. RILEM Publications SARL e-ISBN: 978-2-35158-112-4.

Maguregui M., Knuutinen U., Martinez-Arkazo I., Castro K. & Madariaga J. M. 2011. Thermodynamic and spectroscopic speciation to explain the blackening process of hematite formed by atmospheric SO₂ impact: The case of Marcus Lucretius House (Pompeii). Analytical Chemistry. ACS Publications.

Maguregui M., Knuutinen U., Trebolazabala, J., Morillas, H., Castro K., Martinez-Arkazo I. & Madariaga J. M. 2012. Use of in situ and confocal Raman spectroscopy to study the nature and distribution of carbonates in brown patinas from a deteriorated wall painting in Marcus Lucretius House (Pompeii). Analytical and bioanalytical chemistry vol. 402, no. 4, ISSN 1618–2642. DOI 10.1007/s00216-011-2576-9. Springer

Maguregui M., Castro K., Morillas, H., Trebolazabala, J., Knuutinen U., Wiesinger, R., Schreiner M. & Madariaga J.M. 2013. Multianalytical approach to explain the darkening process of hematite pigment on paintings from ancient Pompeii after accelerated weathering experiments. Analytical Methods 14, 372-378. RSC Publishing. Doi. 10.1039/c3Ay41741g.

Piovesan R., Siddall R., Mazzoli C. & Nodari L. 2011. The Temple of Venus (Pompeii): a Study of the pigments and painting techniques. Journal of Archaeological Science 38: 2633–2643. Elsevier Ltd.

Siddall R. 2006. Not a day without line drawn: Pigments and painting techniques of Roman artists. Focus Issue 2. June 2006.

Vahur S., Knuutinen U. & Lieto I., 2009. Identification of cultural heritage inorganic red pigments with ATR-FT-IR spectroscopy in region of 500–230 cm⁻¹. *Technart* 2009.

Lähteet

Accorsi G., Verri G., Bolognesi M., Armaroli N., Clementi K., Miliani C. & Romani A., 2009. The exceptional near-infrared luminescence properties of cuprorivate (Egyptian blue). *Chem. Commun.*, 2009, 3392–2294. The Royal Society of Chemistry.

Anter K. F., 2006. Colours in Pompeiian cityscape: Adding pieces to the puzzle. *Color research and application*, vol 31, no. 4, august 2006, 331–340. Wiley Periodicals inc.

Augusti, S. 1959. The conservation laboratory of the museo e gallerie nazionali di Capodimonte, Naples. *Studies in Conservation Vol 4 no 3 (8/1959)*, pp. 88–95.

Augusti, S. 1965. Analysis of the material and technique of ancient mural paintings. *Proceedings of the seminar: Application of Science in Examination of Works of Art. Sept. 7–16, 1965. Conducted by the Research Laboratory, Museum of Fine Arts, Boston, Massachusetts.*

Augusti, S. 1967. *I Colori Pompeiani. Studi e Documentazioni.* Ministero della Pubblica Istruzione. Direzione General edelle Antichità e Belle Arti. De Luca Editore, Roma.

Baraldi, P., Baraldi, C., Curina, R., Tassi, L. & Zannini, P. 2007. A micro-Raman archaeological approach to Roman wall paintings. *Vibrational Spectroscopy*, 43, 420–426. DOI10-1016/j.vibspec.2006.04.029.

Barnett, J.R., Miller, S. & Pearce, E. 2006. Colour and art: A brief history of pigments. *Optics and laser Technology* 38 2006, pp. 445-453.

Bianchetti P., Talarico F., Vigliano M. G. & Fuad Ali M. 2000. Production and characterization of Egyptian blue and Egyptian green frit. *Journal of Cultural Heritage* 1 (2000), 179–188. Elsevier

Chaptal, J.-A. 1809. Notice sur quelques couleurs trouvées a Pompeia. *Annales de chimie et de physique*, 70, pp. 22–31.

Caley E.R. & Richards, J.F.C. 1956. *Theophrastus, On Stones.* Introduction, Greek text, english translation and commentary. Columbus, Ohio. The Ohio State University, the United States of America, 1956.

Casazza O. et al. 1991. Il giardino dipinto nella casa de Bracciale D'Oro a Pompei e il suo restauro. *Centro Mostre di Firenze.* Firenze, Sala d'Arme di Palazzo Vecchio 6 giugno – 11 agosto 1991.

Castrén, P. 2008. *Domis Pompeiana. Talo Pompejissa. Näyttelykirja. Amos Andersonin taidemuseo, Helsinki, 2008, Otava.*

Clark, R.J.H. 2002. Pigment identification by spectroscopic means: an arts/science interface. *C.R.Chimie* 5, 7–20.

Crookes, Sir, W. 1876. *Chemical News: Chemical notices from foreign sources, Marc 31 1876 pp. 139.*

Danilele D. 2004, Pompeii artists painted the town red. Artikkelissa *News in science* 02/11/2004. http://www.abc.net.au/cgi-bin/common/printfriendly.pl?science/news_stories/s1232875.htm. Noudettu 27.08.2013.

Daniels V., Stacey R. & Middleton A. 2004. The Blackening of Paint containing Egyptian blue. *Studies in Conservation* vol. 49, no. 4.

Davy, Sir, H., 1815. VII Some experiments and observations on the colours used in painting by the Ancients. *Philosophical Transactions* 1814, vol 105, 97–104.

Delamare, F., 2013. *Blue Pigments. 5000 years of art and industry. Archtype Publications Ltd, London. ISBN 978-1-904982-37-1.*

Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T. & Siddall R. 2008. *Pigment Compendium. A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments. Butterworth-Heinemann, Elsevier, Oxford. 2008. ISBN 978-0-7506-8980-9.*

Gamberini M. C., Baraldi C., Palazzoli F., Ribechini E. & Baraldi P., 2008. MicroRaman and infrared spectroscopic characterization of ancient cosmetics. *Vibrational Spectroscopy*. Doi: 10.1016/j.vibspec.2008.02.005.

Helwig K., 2007. Iron oxide pigments. Teoksessa H. Berrie (toim.) *Artist's pigments. A handbook of their history and characteristics. Vol. 4. Archtype Publications Ltd. London 2007. ISBN 978-1-904982-234.*

Helwig K., 1995. The characterization of iron earth pigments using infrared spectroscopy. *Irug2 conference 12.-13.9.1995, Post print, pp. 83-92. Victoria and Albert Museum, London, UK.*

Howard H. 2003. *Pigments in English Medieval Wall Paintings. Archtype Publications Ltd. London ISBN 0-873132-48-4.*

Hradil D., Grygar T., Hradilova J. & Bezdieka P. 2003. Clay and iron oxide pigments in the history of painting. *Applied clay science* 22 (2003) 223–236.

Kendix, E., Prati, S., Mazzeo, R., Joseph, E., Sciutto G. & Fagnano C. 2010. *Far Infrared Spectroscopy in the Field of Cultural Heritage. E-Preservation Science* 2010, 7, 8–13. ISSN: 1581–9280 web edition

Keckskeméti I. 2007. *Papyruksesta megapitteihin: Arkisto ja valokuvakokoelmien konservoinnin prosessin hallinta. Jyväskylän yliopisto.*

- Keune K. & Boon J.J. 2005. Analytical imaging studies clarifying the process of the darkening of vermilion in paintings. *Analytical Chemistry* 77 (2005), 4742–4750.
- Knuutinen, U. & Mannerheimo H. (edit.) 2006. Identification of historical pigments. Non-destructive and micromethods. Study Materials Series D, 2006:4. ISBN-10 951-647-024-6. EVTEK University of Applied Sciences.
- Knuutinen, U. 2009. Kulttuurihistoriallisten materiaalien menneisyys ja tulevaisuus. Konservoinnin materiaalitutkimuksen heritologiset funktiot. Jyväskylän yliopisto. ISBN 978-951-39-3474-3
- Mannerheimo, H. 2005. Marcus Lucretiuksen talon pigmenteistä, Pompeji. Opinnäytetyö, EVTEK Ammatikorkeakoulu, Tikkurila.
- Mazzocchin G. A., Rudello D., Bratago C. & Agnoli F. 2004: A short note on Egyptian blue. *Journal of Cultural Heritage* 5 (2005), 129–133. Elsevier.
- McCormack, J.K. 2000. Darkening of Cinnabar in sunlight. *Mineralium Deposita* 35, 8, 796–798.
- Merello, Paloma, Garcia-Diego, Fernando-Juan & Zarzo, Manuel 2012. Microclimate monitoring of Ariadne's house (Pompeii, Italy) for preventive conservation of fresco paintings. *Chemistry Central Journal* 2012, 6:145. Doi: 10.1186/1752-153X-6-145.
- Mirti, P., Appolonia, L., Casoli, A., Ferrari, R.P., Laurenti E., Amisano Canesi, A. & Chiari, G. 1995. Spectrochemical and structural studies on a Roman sample of Egyptian blue. *Spectrochimica Acta*, Vol. 51A No. 3, 437–446. Elsevier Science Ltd.
- Miliani, C., Rosi, F., Daveri, A. & Brunetti, B.G. 2012. Reflection infrared spectroscopy for the non-invasive in situ study of artists' pigments. *Applies Physics A: Materials Science & Processing*, 106, 295–307. DOI 10.1007/s00339-011-6708-2.
- Moretto, L. M., Orsega, E. F. & Mazzocchin, G. A. 2011. Spectroscopic methods for the analysis of celadonite and glauconite in Roman green wall paintings. *Journal of Cultural Heritage*, 12, 384–391. DOI 10.1016/j.culher.2011.04.003.
- Riederer, J. 1997. Egyptian Blue. Teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their Characteristics*. Vol. 3. WestFitzhugh, E. (toim.). National Gallery of Arts, Washington. 1997. ISBN 0-89468-256-3.
- Rees-Jones S. 1990. Early experiments on pigment analysis. *Studies in Conservation* 35 (1990) 93–101.
- Pancani M. G., Seracini M. & Vanucci S., 1992. *Materiali, tecniche e dipinti di conservazione. Julkaisussa Alla ricerca di Iside. Analisi, studi e restauri dell' Iseo pompeiani ne Museo Napoli. Soprintendenza Archeologica per le Province di Napoli e Caserta. ARTI S.p.a. Roma.*
- Pliny the Elder 1st century AD. *Natural History*, in ten volumes. Vol IX, libri XXXIII-XXXV. Englanninkielinen käännös: Racham, H. 1952. Harvard University Press, London.

Sciuti, S., Fronterotta, M., Vendittelli, A., Longoni, A. & Fiorini, C. 2001. A Non-destructive analytical study of a recently discovered Roman wall painting. *Studies in Conservation* Vol. 49/2001, 132–140.

Stuart, B. 2007. *Analytical Techniques in Materials Conservation*. John Wiley & Sons Ltd., England. ISBN 978-0-470-01280-2.

Talarico, F 2009. Le casseforme e le cornici: analisi chimiche dei pigmenti e delle donature. *Teoksessa Filologia dei materiali e trasmissione al futuro. Indagini e schedatura sui dipinti murali del Museo Archeologico Nazionale di Napoli*. Prisco, Gabrielle (toim.) 2009. Gangemi Editore, Roma. ISBN 978-88-492-1758-2.

Tammisto A. & Kuivalainen I., 2008. 7. Marcus Lucretiuksen talon seinämaalauksen ja lattiakoristelu. *Teoksessa Castrén, Paavo (toim.). Domus Pompeiana. Talo Pompejissa. Näyttelykirja*. Amos Andersonin taidemuseo, Helsinki, 2008. Otava.

Tammisto, A. 2002., Loistavan Armfeltin ”Pompejilainen urna” – Vesuviuksen alueen varhaisten kaivausten tuntemus Suomessa ja Uusklassismi. J. Pölönen & E. Jarva (Eds.), *Antiquitas Borea - Antiikin kulttuurin pohjoinen ulottuvuus (Acta Univ. Oul. B 48)*, Oulu 2002, 191-253 (English summary, 266-268).

Thickett D. & Pretzel B. 2010., *Micro-Spectroscopy: A Powerful Tool to Understand Deterioration*. *E-Preservation Science* 2010, 7, 158–164. ISSN 158-9280 web edition.

Vahur S., Teearu, A. & Leito I., 2010. ATR-FT-IR spectroscopy in the region of 550-2300 cm⁻¹ for identification of inorganic pigments. *Spectrochimica Acta Part A: Biomolecular Spectroscopy*, 75, 1061–1072. DOI 10.1066/j.saa.2009.12.056.

Varone A. & Bearat H., 1996. *Pittori Romani al lavoro. Materiali, strumenti, tecniche: evidence archeologiche e dati analitici di un recente scavo Pompeiano lungo via Dell'Abbondanza (Reg. IX Ins. 12)*. *Teoksessa Bearat, H., Fuchs M., Maggetti, M. & Paunier, D. (eds.) 1997. Roman Wall Painting. Materials, Techniques, Analysis and Conservation. Proceedings of the International Workshop Fribourg 7–9 March 1996*, pp. 199–214. ISBN 2-9700132-0-7.

Vitruvius, *The ten books on architecture*. Translated by Morris Hicky Morgan. Harvard University, 1914.

LIITTEET

LIITE 1. Jean-Antoine Chaptal, 1809. Joitakin Pompejissta löydettyjä värejä koskevia muistiinpanoja

Alkuperäistekstitistä (Chaptal, Jean-Antoine 1809. *Notice sur quelques couleurs trouvées a Pompeia. Annales de chimie et de physique*, 70, pp. 22–31) suomentanut FT Matti Hirvensalo 07.08.2013

Joitakin Pompejissta löydettyjä värejä koskevia muistiinpanoja

Kirjannut M. Chaptal

Luettu 6. maaliskuuta 1809

Hänen Majesteettinsa Keisarinna ja Kuningatar on suonut minulle kunnian vastaanottaa seitsemän näytekappaletta värejä, jotka on löydetty Pompeijista värikauppiaan myymälästä:

Värien joukossa on yksi (No. 1), jota mikään ihmiskäsi ei ole valmistanut: se on vihertävä ja saippuamainen savi, sellainen, jonka luonto meille lahjoittaa maapallon useissa paikoissa.

Numero 2 on kaunis okrankeltainen, joka on paljastettu huuhtelemalla siitä pois kaikki sen hienoutta ja puhtaatta huonontavat ainesosat siten kuin nykyäänkin tehdään.

Koska tämä materiaali muuttuu punaiseksi kalsinoitaessa miedolla lämmöllä, keltainen väri, jonka se on muuttumatta säilyttänyt, antaa meille uuden todisteen siitä, että Pompeijin peittävät tuhkat ovat tarjonneet hyvän suojan kuumuudelta.

Numero 3 on samankaltainen ruskean punainen kuin nykyinen kaupallinen tuote, ja jota käytetään punertavissa ja karkeissa viininyryrien päällysteissä satamakaupungeissa, sekä ovissa, ikkunoissa ja joidenkin asumusten laatoissa. Tämä väri saadaan aikaan kalsinoimalla okrankeltaista, josta juuri puhuimme.

Numero 4 on hyvin kevyt ja vaalea hohkakivi. Se on koostumukseltaan hieno ja tiivis.

Muut kolme numeroa tarjoavat yhdistettyjä värejä, jotka minun on jätettävä analysoitavaksi, jotta niiden pääainesosat saadaan tunnistettua.

Ensimmäinen näistä kolmesta väristä (No. 5) on kauniin sininen, intensiivinen ja täyteläinen: se koostuu samanmuotoisista pienistä hiukkasista. Jokaisen osasen ulkopinta on kalpeamman sininen kuin sisäosa, jonka väri on kirkkaampi ja vivahteikkaampi kuin kauneimmat siniset tuhkat.

Muurhaishappo, typpihappo ja rikkihappo kuohuvat kevyesti sen kanssa; ne näyttävät kirkastavan sitä, jopa pitempään keitetessä. Hapetettu muurahaishappo ei vaikuta siihen.

Tällä värillä ei siis ole mitään tekemistä sen merentakaisen värin kanssa, jonka nämä neljä happoa tuhoavat, kuten herrat Clément ja Desormes ovat osoittaneet.

Ammoniakki ei vaikuta siihen. Hitsauspillillä kuumennettaessa se tummuu ja muodostaa liekin vaikutukselle pitempään altistettaessa ruskeanpunaisen lasin.

Booraksin kanssa hitsauspillillä sulatettaessa se muuttuu vihertävän sinivihreäksi.

Käsiteltäessä potaskan kanssa platina-alustalla se synnyttää vihertävän lasin, joka muuttuu ruskeaksi ja lopulta metallisen kuparin väriseksi. Tämä lasi liukenee osittain veteen: tähän liuokseen kaadettu muurhaishappo muodostaa runsaan höytymäisen sakan, ja tämän yläpuolelta dekantoitu neste muodosti vielä huomattavasti lisää sakkaa ammonioksalaatin kanssa.

Typpihappo liuottaa kuohuen jäännöksen, jota alkali ei kyennyt liuottamaan; liuoksen väri on vihreä; ammoniakki muodostaa siihen sakan, jonka se liuottaa kaadettaessa sitä ylimäärin, ja silloin liuos muuttuu siniseksi.

Tämä väri näyttää siis koostuvan kuparioksidista, kalkista ja alumiinista: se lähestyy sinisiä tuhkia ainesosiensa luonteen osalta, mutta se eroaa niistä kemiallisten ominaisuuksiensa suhteen; se ei näytä olevan saostumisen, vaan alkan lasittumisen vaikutuksen tulos, tai pikemminkin todellinen lasi.

Prosessi, jolla entisajan ihmiset saivat aikaan tämän värin, näyttää jäävän meille lopullisesti arvoitukseksi. Kaikki, minkä voimme tietää tutkimalla taidehistoriaa, on, että tämän värin käyttö juontaa juurensa aikoihin, joita elettiin paljon ennen Pompeijhin peittymistä tuhkakasojen alle: herra Desertils on havainnut hyvin kirkkaan ja lasimaisen sinisen värin erään egyptiläisen monumentin hieroglyfimaalauksissa; ja hän oli vakuuttunut siitä, että tämä väri johtui kuparista.

Lähtien tämän värin pääainesosien luonteesta, voimme verrata sitä vain nykyiseen siniseen tuhkaan; pohtiessamme sen käyttökelpoisuutta taiteissa voimme edullisesti asettaa sen vertailukohdiksi merentakaisen ja asuurinsinisen erityisesti siitä lähtien kun herra Thenard on tehnyt tunnetuksi valmisteen viimeainitusta, joka mahdollistaa sen käytön öljyväreissä.

Mutta sinisellä tuhalla ei ole entisaikojen värin kirkkautta eikä pysyvyyttä, ja asuurinsininen ja merentakainen väri ovat aivan liian kalliita verrattuna sellaisen valmisteen hintaan, jonka kolme ainesosaa ovat halpoja. Olisi siis hyvin mielenkiintoista ottaa selvää tämän sinisen värin valmistusvaiheista.

Numero 6 on hennon sininen pulveri, johon on sekoittunut joitakin vaaleita pieniä hiukkasia. Niiden analyysissä on paljastunut samoja ainesosia kuin edellisessäkin; sitä voidaan pitää samanluonteisena sekoitteena, jossa kalkki ja alumiini esiintyvät vahvempina pitoisuuksina.

Minulle ei jää tutkittavaksi kuin No. 7. Tämä vivahtaa kauniin roosaan. Se on pehmeää koskettaa, hajoaa sormien välissä hienon hienoksi jauheeksi ja jättää iholle miellyttävän ruusunpunaisen värin.

Kuumuudelle altistettaessa tämä väri tummuu ensin ja muuttuu lopulta valkoiseksi; siitä ei lähde minkäänlaista haavaavaa tuoksua.

Muurahaishappo liuottaa sen kevyesti kuohuen; ammoniakki saa aikaan liuoksessa hiutalemaisen sakan, jonka potaska liuottaa jälleen kokonaisuudessaan. Väriomenan ja ammoniumvetysulfidin lisäys ei paljasta minkään metallin läsnäoloa.

Tätä vaaleanpunaista väriä voidaan siis pitää todellisena lakkana, jossa pääasiallisen värin kantajana on alumiini. Sen ominaisuudet, väriivahde ja tärkeimmän väriaineen luonne saavat vastaamaan täydellisesti Garencen lakkaa, josta olen puhunut teoksessani Puuvillan värjäyksen käsikirja. Tämän lakan säilyminen 19 vuosisadan ajan ilman merkittävää muuttumista on ilmiö, joka varmasti hämmästyttää kemistejä.

Sellainen on Hänen Majesteettinsa Keisarinna minulle luovuttaman seitsemän värin luonne; ne on ilmeisesti tarkoitettu lähinnä maalaamiseen; kuitenkin, jos tutkimme lakkoja tai roomalaisissa saviastioissa käytettyjä pintakäsittelyaineita astioista, joiden runsaita jäännöksiä löydämme kaikista Rooman armeijoiden yksi toisensa jälkeen hallussaan pitämistä paikoista, vakuuttavat meidät helposti siitä, että useimpia näistä savilajeista on voitu käyttää kyseisten saviastioiden pinnoittamiseen.

Itse asiassa suurin osa näistä saviastioista on silattu punaisella päällysteellä, jossa ei ole mitään lasimaista, ja johon on voitu lisätä joko hienoksi tahnaaksi murskattua orkankeita tai ruskean punaista sekä limaista, tahmeaa tai öljymäistä perusainetta, jotka kaikki on levitetty siveltimellä. Herra Darcet, joka on tehnyt näitä saviastioita koskevan hyvin mielenkiintoisen työn, omistaa ruukun, jonka perusmateriaali on kalpean punaista, ja jonka pinta on silattu kerroksella, josta puhumme: siinä huomataan kohta, jossa työntekijä on lakannut peittämästä ruukkuja; ja saman ruukun pohjassa, jota ei ole silattu peitemassalla, havaitaan punaisia jälkiä, joita työntekijä on siihen tehnyt arvostellakseen väriään tai kokeillakseen sivellintään.

Ei ole harvinaista löytää muita ruukkuja, joiden perusmateriaalin väri poikkeaa niiden pintaa peittävän päällysteen väristä. Voi olla jopa niin, että roomalaiset käyttivät suolamaisia apuaineita helpottamaan saviastioiden päällyksen paistamista. Herra Durcet on erinomaisesti jäljitellyt etruskiruukkujen vaaleaa väriä käyttämällä silmiinpistävän vaaleaa savea, johon hän sekoittaa kahdeskymmenesosan booraksia.

Näyttää siltä, että kristillisen ajan ensimmäisellä vuosisadalla roomalaiset eivät vielä tunteneet metallimaisia apuaineita, joilla olisi voitu kiinnittää ja silata pinnoitteita saviastioihin; ainakaan etruskiruukkujen ja punaisten, valkoisten tai ruskeiden saviastioiden analyysi ei ole antanut mitään merkkiä metallista herra Durcetilte eikä minulle. Vasta myöhemmin aikoina on käytetty kuparin ja lyijyn sulfideja, kuten myös jälkimmäisen metallin oksideja. Tosiaankin, toisinaan löydetään näitä metallisia päällysteitä joistakin maahan hautautuneista saviastioista, mutta niiden valmistus näyttää minusta tapahtuneen vasta sen jälkeen kun roomalaiset miehittivät Galliaa; koska kaikki ne astiat, jotka olen tutkinut, ja joiden alkuperä luontuu ilmeisesti näihin ensimmäisiin aikoihin, eivät ole minulle analyysissä antaneet mitään merkkiä kuparista tai lyijystä.

Joskus pelkästään musta väri osoittaa lasittumiselle tunnusomaisia piirteitä; olen nähnyt jopa useita näytteitä muinaisista saviastioista, joissa tämä piirre on kiistaton: olen aina ajatellut, että lasimainen laava muodosti löytöjen perustan, sen luonnollisen helppoa sulavuutta voi auttaa suolamaisten apuaineiden sekoitus. Olen julkaissut tätä asiaa koskevan työni 25 vuotta sitten; herra Fournay on soveltanut sitä menestyksellisesti tehtaassaan Pariisissa, ja herra Durcet on saanut vahvistuksen ajatuksilleen oman kokemuksensa kautta.

Lopuksi, roomalaiset saviastiat, erityisesti etruskiruukut, on paistettu lämpötilassa, joka on hyvin alhainen verrattuna siihen, jota käytämme tänään; voimme arvioida sen olleen seitsemän tai kahdeksan astetta Wedgwoodin pyrometrias- teikolla; ja tällä asteluvulla, kuten myös herra Durcet on osoittanut, ei voida käyttää lyijyn oksideja, jotka tunkeutuvat silloin perusmateriaaliin ja jättävät jälkeensä kiillottoman pinnan.

Olemme epäilemättä paljon etevämpiä kuin entisajan ihmiset saviastiataidoissa. Mittava sarja metallioksideja, joita on löydetty ja otettu käyttöön yksi toisensa jälkeen, on suonut meille keinot somistaa saviastioitamme moninaisilla loistavilla ja kestävillä väreillä, samalla kun savien runsaampi valikoima on tehnyt meille mahdolliseksi yhdistää suurimman kovuuden miltei absoluuttiseen sulamattomuuteen; mutta etruskiruukkujen kauneutta, viehättävyyttä ja muodon säännöllisyyttä tullaan aina tutkimaan: ja olen uskonut, että kaikki se mikä liittyy roomalaiskansan historiaan ja taiteisiin, voisi olla miellyttävää niiden ihmisten silmissä, jotka ovat kiinnostuneet teollisuuden edistymi- sestä.

LIITE 2. Selim Augusti 1967. *I Colori Pompeiani* s. 51-113.

Alkuperäistekstistä suomentanut FT Matti Hirvensalo 16.09.2013

S. 51

Pompejissa värikauppioiden työpajoista on löydetty erilaisia valkoisia, joista minun tutkimani on merkitty järjestysnumerolla ja vastaavan värin inventaarionumerolla, ja ne on tallennettu Museo Nazionale di Napoliin (Na) ja Antiquarium e Depositi di Pompei'iin (P), ja ne voidaan ryhmitellä seuraavasti:

1) Väri no. 97...

näyttäytyy amorfisena, kevyenä, valkoisena, lievästi kellertavana pulverina.

Paljaalla silmällä ja mieluiten suurennuslasilla tarkasteltuna tulee esiin pieniä simpukankuoria ja niiden palasia. Mikroskooppilla heijastetussa valossa pienellä suurennuksella tarkasteltaessa ovat nähtävissä liidulle tyypilliset elementit (liidun, joka on muodostunut kalsiumkarbonaatista mitä vanhimpien merien sedimenteistä, koostuu pääasiassa yksisoluisien organismien mikroskooppien pienistä jäänteistä, kuten foraminifereistä ja radiolareista), ja havaitaan pienten simpukankuori- sekä helmiäiskuoripalasten läsnäolo (kuvat 1,2).

Mikrokemiallinen analyysi osoittaa, että näytteessä on kalkkia (Ca++) ja karbonaattia (CO₃--) kalsiumkarbonaatti-muodossa (CaCO₃), mikä vahvistaa liidun läsnäolon, sekä sen, että näyte sisältää myös magnesium(Mg++)silikaattia (SiO₂) ja orgaanisten aineiden fosfaatteja (PO₄---) ja jälkiä erilaisista epäpuhtauksista.

Tulokset kemiallisista analyyseistä ja mikroskooppisesta tarkastelusta osoittavat, että kyseinen väri on muodostunut ”paraetonium’ista”.

”**PARAETONIUM**” on valkoinen, jota klassisen antiikin aikana käytettiin Pliniuksen mukaan luonnosta saatavissa ”karuissa” väreissä (s. 25). Vitruvius (VII, 7) sanoo, että ”paraetonium sai nimensä sen paikan nimen mukaan, josta sitä löydettiin” (lat.), eikä lisää muita huomautuksia.

Plinius (XXXV, 6) täsmentää, että ”sen nimi tulee Egyptistä” (lat.) ja varsinaisesti (V, 6) ”paikasta, josta on 200000 askelta Aleksandriaan” (lat.). Pliniuksen mukaan paretonion ”sanotaan koostuvan meren vaahdosta, jota muta vahvistaa” (lat.) ja ”tästä syystä siitä löytyy pieniä simpukan palasia” (lat.).

Vaikkakin paretonion merellinen alkuperä on kiistaton, koska modernit tutkimukset ovat osoittaneet sen koostuvan kalkkikivestä, johon on sekoittunut merellisten fosfaattien ja magnesiittien jäänteitä (Bonacelli, bibl. 30), on ilmeistä, että selitys sen synnylle ”meren vaahdosta”, kuten Plinius sanoo, on puhdasta mielikuvitusta, kaikkea muuta kuin käsiteltävää (olkoonkin, että useat tutkijat ovat kiintyneet sellaiseen ilmaukseen, epäilemättä lumoutuneina sen runolliseen henkeen).

Paraetoniumia, jatkaa Plinius, ”saadaan Kreetan ja Kyrenen saarilta” (lat.), ”ja, sen paremman laadun ansiosta, hinta on denaari seitsemältä paunalta” ja lisää, että ”valkoisista väreistä se on paksuin ja se on kestävin rappauksessa (**1**) silattavuutensa ansiosta” (lat.), mikä ilmeisesti on yhteydessä sen yllä selostettuun kemialliseen koostumukseen. On merkille pantavaa tässä suhteessa, että erittäin kiinnostavaa oli paraetoniumin käyttö antiikin teknisessä maalauksessa (katso s. 36).

Huomioitava on myös se, että, kuten kaikkia tietyn arvostuksen omaavia antiikin aikaisia värejä, myös paretoniumia väärennettiin (katso s. 120).

2) VÄRIT NO. 98...(2)

näyttäytyvät amorfisina kappaleina tai amorfisina jauheina, jne.).

Mikroskooppisessa tarkastelussa se näkyy väriltään valkoisina amorfisina palasina tai jauheina, joita sävyttää kirjo puhtaan valkoisesta kevyesti keltaiseen ja harmahtavaan väriin.

Valkoinen, joka vastaa näytettä no. 88, koostuu kasasta pyöreitä pallosia; kun ei ole muita samankaltaisia näytteitä, voidaan päätellä, että tällaisessa muodossa tämä tuote kaupallistettiin, mutta sitä ei voida selittää varmuudella (muoto voisi olla satunnainen, joka johtui massasta, kosteudesta, kuivusasteesta, tuotteen sisältävän astian muodosta).

Näyte 57 esittäytyy kartion muodossa, kartion, jonka korkeus on 9,5 cm ja kannan halkaisija 10 cm, ja johon on painettu sana ”ATTIORU”, ilmeisesti alun perin merkinnän ollessa ” ATTIORUM”, jonka valmistaja oli painanut (kuva 3). Sellainen merkki on voitu panna lopulliseen tuotteeseen ennen sen saattamista Pompejin markkinoille, tai itse Pompejiin, joko niin, että tuote oli siellä valmistettu, tai vain siellä uudelleen työstetty, raaka-aineiden tultua muualta, tuotteen saadessa kartiomuodon ja painetun merkin (**3**).

Kaikki nämä valkoiset osoittavat mikrokemiallisissa analyyseissä kalsiumin (Ca ++) läsnäolon, liukenevat miltei täydellisesti laimennettuun suolahappoon voimakkaasti kuohuen, mikä on merkki karbonaatin (CO₃--) läsnäolosta,

jättäen heikon hyytelömäisistä hiutaleista koostuvan silikaattisakan (SiO₂). Havaittavissa on lisäksi, että läsnä on orgaanisia aineita ja pieniä määriä erilaisia epäpuhtauksia (rautaa, alumiinia, magnesiumia, natriumia jne.).

Nämä värit koostuvat etupäässä kalsiumkarbonaatista (CaCO₃), ja mukana on pieniä määriä orgaanisia aineita (maasta peräisin olevia ”humus”-johdannaisia) ja erilaisia epäpuhtauksia (piidioksidia, rautaa jne.).

Mikroskooppitarkastelussa paljastuu liidulle tyypillisten elementtien läsnäolo (kuvat 4, 5).

Tutkimani näytteet 98... vastaavat siksi pompejilaisia valkoisia värejä, jotka koostuvat kalkkisavesta (katso yllä).

3) VÄRIT NO. 173/...

näyttäytyvät amorfisina palasina, joiden väri vivahtaa keltaiseen ja on hyvin kirkas;

VÄRI NO. 19/

näyttäytyy amorfisina palasina, joiden väri on keltaisen vihertävä ja hyvin kirkas;

VÄRIT NO. 24...

näyttäytyvät amorfisina, hauraina palasina, jotka ovat savimaisia, tuntuvat kosketettaessa rasvaisilta, ja ovat väriltään kirkkaan harmaanpunertavia jauheita.

Kaikki nämä värit näyttävät olevan koostumukseltaan samanlaisia.

Mikrokemiallisessa analyysissä paljastuu, että ne sisältävät piidioksidia (SiO₂) ja silikaatteja (SiO₃-, SiO₄---), rautaa (Fe⁺⁺⁺), kalsiumia (Ca⁺⁺) ja alumiinia (Al⁺⁺⁺), karbonaatteja (Co₃-) sekä pieniä määriä muita aineita (magnesiumia, natriumia, kaliumia, sulfaatteja, sulfideja jne.). Nämä näyttävät koostuvan pääasiassa piidioksidista ja silikaateista ja huomattavista määristä kalsiumkarbonaattia, ja lisäksi mukana on rautaa ja alumiinia sekä pieniä määriä muita aineita; niiden aistinvaraisten ominaisuuksien sekä kemiallisten analyysien perusteella niitä voidaan pitää kalkkisavimaisina tai savimaisina aineina.

Näytteet no. 24..., jotka olen tutkinut, vastaavat erilaisia värikokonaisuuksia edustavia pompejilaisia värejä, jotka kuitenkin kaikki ovat hyvin kirkkaita, joiden niin ikään voidaan antiikin terminologiaa noudattaen katsoa koostuvan savesta (varsinaisesti silikaattisesta savesta) (katso yllä).

Geneerisen nimen ”CRETA” (savi) alle kuuluvat antiikin käytännön mukaisesti erilaiset luonnosta saatavat aineet, joita myös käytettiin erilaisiin tarkoituksiin, joiden osalta klassisten tekstien kohdalla vallitsee tietty termien sekasorto, joka saattaa aiheuttaa hämmennystä ja virheitä etsittäessä niitä koskevia tietoja (4). Sen lisäksi on lisättävä myös meidän päivinämme, että termi ”creta” tarkoittaa yleisesti enemmän kuin yhtä tuotetta, mikä lisää tämän käsitteen aiheuttamaa hämmennystä.

Nykyisen tieteellisen terminologian mukaan nimen creta alle kuuluu luonnosta saatava aine, joka on suurimmalta osaltaan kalkkiperäisten fossiilien jäänteitä, jotka voidaan helposti yksilöidä mikroskooppisesti; ”creta” on toisin sanoen ”luonnollista kalsiumkarbonaattia, joka on muodostunut erittäin vanhoista merisedimenteistä” ja joka koostuu pääasiassa yksisolujen organismien mikroskooppisen pienistä jäämistä (foraminifereistä ja radiolareista) (kuvat 4, 5).

On kuitenkin tarpeen huomata, että tänään, geneerisen nimen creta alla, esiintyy kaupallisesti myös muita tuotteita, jotka eivät koostu kalsiumkarbonaatista, joista tuotteista esimerkkeinä ”Espanjan savi” tai ”musta savi” (mustaa saatu savi- ja bitumiliuskeista) sekä ”keltainen savi” ja ”punainen savi” (jotka ovat okran värisiä) ja niin edelleen. Lisäksi tunnetaan hyvin nykyään kuvanveistäjienkin piirissä vakiintunut tapa kutsua savea, jota he käyttävät pehmittämään työstimänsä kohteita, ja yhteisessä kielessä puhua ”savesta” ja ”saviastioista” tarkoittamaan terrakottaa, jne. jne.

Käytännössä termi ”creta” sopii kalsiumkarbonaatin (mustan ja puhtaan saven) nimeksi, erityisesti piitä sisältävien tuotteiden (esimerkkeinä ”argilla” ja sen kaltaiset); korostan, että tämän terminologian laajentaminen voidaan selittää, kuten kohta esitetään. Savi, sisältämänsä kalsiumkarbonaatin (joka muodostaa siitä jopa 99 % ja ylikin, puhtaammassa muunnelmissa) lisäksi, sisältää myös piidioksidia, jota on aina läsnä ja joka näissä tuotteissa edustaa sekien muiden mikroskooppisten pienien merellisten organismien ja sienineulasten jäännettä. Piidioksidin määrän kasvaessa vähitellen siirrytään ”marne´ihin” (merkelisaviin), ja erityisesti ”kalkkisaviin” (joissa on 80-90 % kalsiumkarbonaattia), ”puhtaasti sanotusti saviin” (kalsiumkarbonaattipitoisuus 80-50 %), savituotteisiin ”marne argillose” (jotka sisältävät alle 50 % kalsiumkarbonaatteja), ja niin päästään lopulta tuotteisiin ”argille” (argilla, kaoliini), jotka koostuvat pääasiassa silikaateista. ”Savesta”, lähtökohdasta, päästään täten ”argilla´an” lopulliseen termiin, josta on jäänyt kansankielisesti nimi creta (ja siten ”creta rossa” (punainen savi) ja ”creta gialla” (keltainen savi), okran keltaisille, jotka ovat raudan oksidien värjäämää argille´a), nimittäin piidioksidin epäpuhtaaksi tekemästä kalsiumkarbonaatista siirrytään tuotteisiin, joiden prosentuaalinen piidioksidiosuus kasvaa alituisesti, kunnes se ylittää kalsiumkarbonaatin määrän ja lopulta muodostaa materiaalin pääasiallisen sisällön.

Luonnollisesti, sillä aikaa kun on ilmeistä, että meidän aikoinamme kemiallinen analyysi on tehnyt selväksi näiden tuotteiden erilaisen luonteen ja kemiallisen koostumuksen, joksi määritetty tieteellisesti ja ankarasti ottaen ”creta”, tuote, joka koostuu luonnollisesta kalsiumkarbonaatista, jonka mikroskooppitutkimus erottaa selvästi jokaisesta muusta tuotteesta (esimerkiksi samasta keinotekoisesti valmistetusta kalsiumkarbonaatista), vaikkakin jäljelle jää yhteiseen ja kaupalliseen käyttöön termi ´creta´ tarkoittamaan ´argillaa´ ja muita tuotteita, on yhtä kaikki ilmeistä, että antiikin aikainen nimityskäytäntö, jolla ei ollut apunaan kvantitatiivista eikä kvalitatiivista kemiallista analyysiä, on pysynyt siinä huomattavan epäyhtenäisenä.

Klassisissa kokeissa termi ”creta” viittaa useita kertoja merkittäviin ja vaihteleviin sovelluksiin (tiilien raaka-aine, lääketieteelliseen käyttöön tarkoitetut tuotteet, maalivärit, metallien kiilloitukseen tarkoitetut tuotteet, kankaiden pesuun ja rasvanpoistoon tarkoitetut tuotteet jne.).

Vitruvius ja Plinius käyttävät termiä ”creta” tarkoittamaan materiaalia, josta valmistettiin tiiliskiviä, nimittäin ’argillaa’, ’savimaat’, ’savet’. Plinius (XXXV, 14) sanoo, että tiiliskivet (lat.) pitää valmistaa ”savisesta valkoisesta maasta tai punaisesta maasta”, nimittäin ”savimaasta” (lat.), ja saman sanoo Vitruvius (II, 3) (lat.), joka lisää (II, 8), että näitä tiiliskiviä ”alköön valmistettako hyvästä savesta...” (lat.) ja mainitsee näiden puutteet.

Plinius käyttää myös termiä ”argilla”, puhuen maan luonteesta (XVII, 7) (lat.) ja on mielenkiintoista panna merkille, että hän puhuu siitä samassa yhteydessä kuin ”marne’ista” (XVII, 6) (lat.), jonka hän määrittelee olevan ”maan paksu laji” (lat.) ja huomauttaa, että ”paksuista savista tärkein on valkoinen” (XVII, 8) (lat.).

Termiin ”creta” viittaa samoin Plinius sekä puhuessaan maa-aineksista ja niiden luonteesta, että puhuessaan eri tavoin käytetyistä maa-aineksista lääketieteessä ja muilla tavoin, ja edelleen puhuessaan maalaukseen käytetyistä tuotteista. Puhuessaan maalaamiseen käytettävistä valkoisista Plinius (XXXV, 6) käyttää termiä ’creta’ tarkoittamaan tuotteita ”creta Cimolia”, ”creta Eretria”, ”creta Selinusia”; Vitruvius (VII, 14) puhuu hänkin tuotteesta ”creta Selinusia”; molemmat puhuvat sitten tuotteesta ”creta anularia” (kalkkivalkoisesta).

Myös värillisille tuotteille annettiin nimi ”creta”. Vitruvius, tosiaan (VII, 7) mainitsee luonnollisten värien joukosta tuotteen ”creta viridis” (lat.), joka käytännössä on se, jota tänään kutsumme nimellä ”terra verde” (maavihreä), ja joka, kuten tiedämme, koostuu rautaoksidien värjäämästä savesta. Tässä tapauksessa ”creta” identifioituu ”maaksi”.

Plinius näyttää tietyssä kohdassa tekevän eron termien ”terra” ja ”creta” välillä sanoessaan (XXXV, 15) ”puhukaamme erilaisista maa-aineksista, joita käytetään lääketieteessä” (lat.) ja (XXXV, 16) mainitsee Samian, Eritrean, Chian, Selinusian jne., kun taas hän sanoo vielä (XXXV, 17), että ”on useita savityyppjä” (lat.) ja mainitsee Cimolian, sardinialaisen, umbrialaisen (hopeanharmaan), saksilaisen ja argentarian. Mutta itse asiassa tämä ero katoaa useissa hänen tekstinsä kohdissa, ja molemmat termit, ’creta’ ja ’terra’, merkitsevät samaa.

Käytännössä suurin osuus näistä tuotteista koostuu pääasiassa silikaattipitoisista savimaista, niiden värin vaihdellessa valkoisesta harmaaseen ja punertavaan.

Lopputuloksena termi ”creta” klassisissa teksteissä tarkoittaa käsitteitä ”terra” ja ”argilla” ja ryhmittelee suuren määrän luonnosta saatavia aineita, joita käytetään sellaisinaan, tai sopivan valmisteen vastineena koostumuksen vaihdellessa (kalkkiperustaisesta piidioksidipohjaiseen tai savimaiseen) samoin kuin värin (valkoisesta harmaaseen, punertavaan, vihreään jne.) ja joita käytetään erilaisiin tarkoituksiin (tilliin, maaliväreihin, ihomaaleihin, lääketuotteisiin, pesutuotteisiin ja kankaiden rasvanpoistoon ja niin edelleen).

Yllä esitetyn perusteella kaikki tutkimani värit, käsiteltyinä kappaleissa 2 ja 3, voidaan luokitella ”savien” ryhmään, ja erityisesti näytteet no. 98...”kalkkipitoisten savien” alaryhmään, ja näytteet no. 173... ”piidioksidia sisältävien savien” alaryhmään.

Mutta, tarkasti ottaen, mitä antiikin nimenomaisia tuotteita nämä pompejilaisvärit vastaavat? Nimitys on vähemmän helppo, koska on vaikea sanoa tarkalleen, mitkä Vitruviuksen ja Pliniuksen mainitsemista tuotteista olisivat luonteeltaan puhtaasti kalkkiperäisiä ja mitkä puhtaasti piidioksidipohjaisia.

Kerron tässä jatkuvasti vanhoista teksteistä ammennettuja tietoja valkoisista väreistä, ja perustuen näiden mainintojen sisältöön ja omiin kokemuksiini, yritän luokitella tutkitut värit niille kuuluvaan paikkaan.

”**MELINUM**” on valkoinen maa (savi), jota löytyy Sykladeihin kuuluvalta Meloksen saarelta, kuten Plinius muistuttaa (XXXV, 6) (lat.) ja joka on, kuten Plinius mainitsee (XXXV, 7), yksi neljästä Apellen ja muiden suurten antiikin maalareiden väreistä, yhdessä keltaisen Silo Atticon, punaisen Sinopide Pontican sekä mustan värin kanssa (lat.). Plinius (XXXV, 6) lisää, että ”myös Samoksella löytyy samankaltainen tuote, ”Samia”, jota kuitenkin ei käytetä maalaamiseen, koska se on liian paksua (5). (lat.).

Teofrastus selittää, että ”luonnollisia maatyyppejä, jotka ovat käyttökelpoisia ja laadultaan parhaimpia, on kaikkiaan kolme tai neljä, Melino, Cimolia, Samia ja Tinfaica”, joista kuitenkin ”maalarit käyttivät ainoastaan Melinoa”, koska (kuten sanoi sitten myös Plinius) ”nämä eivät käytä Samiaa, vaikka se näyttää kauniilta, koska se on paksua ja tiivistä”, kun taas ”tyyppi, joka on ennemminkin kevyttä ja pehmeää, eikä paksua, soveltuu paremmin maalaamiseen”, ja lisää, että ”Melinolla on tämä ominaisuus”.

Plinius huomauttaa (XXXV, 6), että ”ERITREA” sai myös nimensä alkuperänsä mukaan (lat.) ja että sitä ovat käyttäneet antiikin ajan kreikkalaiset maalarit Nicomaco ja Parrasio (lat.) ja että (XXXV, 16) sitä esiintyy kaksi erilaista muunnosta, joista yhtä, valkoista, maalarit käyttivät (lat.), kun taas toista muunnosta, harmaata, käytettiin lääketieteessä (lat.), mistä mainitsee myös Dioscorides. Plinius (XXXIII, 13) mainitsee lisäksi tämän saven käytön caeruleumin värentämiseen käytetyssä valmisteessa (lat.). Puhuessaan näistä maalaaduista Plinius huomauttaa, että ”**CIMOLIALLA**” on se ominaisuus, että se paisuu veden vaikutuksesta, ja että ”**SAMIA**” tarttuu kieleen (6) (XXXV, 6) (lat.), joka huomio hyödyttää meitä suuresti sen luonteen selvittämisessä.

Savi ”**SELINUSIA**”, sanoo Plinius (XXXV, 6) on ”maidon väristä” ja ”helppoa sekoittaa veteen” (lat.) ja mainitsee sen käytön teknisessä maalauksessa. Vitruvius ja Plinius mainitsevat sen käytön lakkojen valmistukseen tarkoitukseen värentää arvokkaita värejä.

”**CRETA ANULARIAN**” mainitsee Plinius (XXXV, 6) olevan ”valkoinen, jota käytetään ilmentämään maalauksessa naisellisuutta” (lat.) ja lisää, että sitä kutsuttiin ”anulare’ksi”, koska se oli valmistettu savesta, johon oli sekoitettu ihmisten sormuksista saatuja lasihelmiä (lat.).

Mikä on näiden savien luonne?

On kiistatonta, että ”Cimolia” ja ”Samia” olivat ”piidioksidipohjaisia savia”, koska ensin mainittu ”turpoo vedessä” ja toinen ”tarttuu kieleen”, joka käytös on tyyppillistä savipohjaisille aineille.

Yhtä kiistatonta on, että ”Anularia” oli ”piidioksidipohjainen savi”, koska se oli valmistettu käyttäen lasihelmiä, ja lasi tunnetusti koostuu erilaisista silikaateista; mikä tahansa olikaan lasiin käytetyn savien luonne (kalkki- tai piidioksidipohjainen), tuloksena oli aina erilaisten piidioksidipohjaisten materiaalien sekoitukseen perustuva koostumus.

Myös ”Eritrea” on ”piidioksidipohjainen savi”, koska sitä käytettiin harmaassa variaatiossaan lääketieteessä, ja jotta niitä voitiin käyttää sellaiseen tarkoitukseen, savien tuli olla ”imukykyisiä”, ja siksi luonteeltaan piidioksidipohjaisia. Muilta osin tämä savi assosioituu Pliniukseen, hänen savia koskevaan lukuunsa, Cimoliaan, Samiaan, jne., tuotteisiin, jotka kiistattomasti olivat luonteeltaan piidioksidipohjaisia. Pliniuksen mainitsema valkoinen muunnos voisi saada ajattelemaan, että oli olemassa toisentyyppinen savi, pikemminkin kalkkipohjainen, jota antiikin ajan maalarit, kuten Nicomaco ja Parrasio, käyttivät, mutta ei ole olemassa muuta elementtiä joka voisi puhua tämän hypoteesin puolesta. Sitä paitsi silloin käytettyyn tekniseen sovellukseen piidioksidipohjaisilla savilla oli paremmat mahdollisuudet ”olla pitäviä” ja ”kestää” maalauksessa: myös Eritrean valkoista muunnosta on pidettävä ”piidioksidipohjaisena savena”.

”Melinumia” on pidettävä ”kalkkipohjaisena savena”, koska käsitys pitää yhtä klassisten kirjailijoiden selvitysten kanssa, joiden mukaan se oli pehmeä, kevyt ja erityisesti ”ei paksu” valkoinen. Teofrastus ja Plinius huomauttavat, että Samoksella on samanlainen tuote, Samia, mutta jota ei käytetty maalauksessa (kuten muita heidän mainitsemiaan tuotteita), koska se oli ”liian paksua”: olla ”paksu” liittyy siihen tosiasiaan, että ”marnoosiset” ja ”argilloosiset” savet ovat rasvaisia koskettaessa, tarttuvat kieleen ja ovat imukykyisiä, kun taas kalkkipohjaiset savet eivät sitä ole.

Myös ”Selinusiaa” on pidettävä ”kalkkipohjaisena savena”, koska sen kuvataan olevan veteen helposti sekoittuva aine (lat.). Luonteeltaan ’marnoosinen’ tai ’argilloosinen’ aine turpoo veden vaikutuksesta ja antaa tiheän massan; luonteeltaan kalkkipohjainen aine on ”inerttiä” veden suhteen ja hajoaa hienoksi jauheeksi (mikä ei ole yhtä helppoa marnoosisen tai argilloosisen aineen kohdalla), kun se sekoitetaan veteen, se antaa hyvin hienon ”suspension”, joka soveltuu täydellisesti, kuten Plinius sanoo, valkoiseen rappaukseen.

Kuitenkin meidän on tarkasteltava:

kalkkipohjaisia savia: Melinumia ja Selinusiaa;

piidioksidipohjaisia savia: Cimoliaa, Eritreaa ja Anulariaa.

Muistutan, että ’creta anularia’ ei sisälly Pompejista löydettyihin väreihin, ja ottamiini ja tutkimiini näytteisiin siksi että ne eivät vastaa mitään näytettä, joiden tunnuspiirteet vastaisivat ’anulariaa’, ja siksi että tätä tuotetta piti valmistaa hyvin rajoitettuja määriä ja käyttää enemmänkin pompejilaisten naisten ”kauneustuotteena” kuin maaliväriä, paitsi joidenkin lakkojen valmistukseen (ja todellakin Plinius mainitsee sen aivan viimeiseksi värejä koskevassa luvussaan, ja antaa siitä hyvin rajoitettuja tietoja, eikä siitä löydy merkkiäkään muissa vanhoissa kirjoituksissa.).

Kuitenkin, savia koskevan esityksen päätteeksi korostan, että:

a) näytteet no. 98... vastaavat pompejilaisia valkoisia värejä, jotka koostuvat ”Melinum”- ja ”Selinusia”-tyyppisistä ”kalkkisavista”, ja jotka puheen tieteellisessä mielessä edustavat esimerkiksi ”todellisesta liidusta”, tarkoittaen alkuperältään sedimentoitunutta ja yksisoluisten eliöiden mikroskooppisista jäänteistä muodostunutta kalsiumkarbonaattia (kuvat 4, 5).;

b) näytteet no. 173... vastaavat kirkkaita pompejilaisvärejä (kellahtavaa, harmahtavaa, punertavaa), jotka koostuvat ”piidioksidipohjaisista savista”, jotka ovat tyyppiä ”Eritrea” ja ”Cimolia”, ja jotka ovat ’marnoosisia’ tai ’argilloosisia’ aineita.

Yllä mainittujen, sellaisenaan suoraan pompejilaisten kauppiaiden työpajoista löydettyjen värien lisäksi olen havainnut kalkkipohjaisten savien (Melinumien, Selinusian) läsnäolon joissakin väreissä, sinisissä ja violeteissa, joissa savea on käytetty ”laimentimena” tuottamaan erilaisia kirkkaita värisävyjä (katso s. 39), joissa kalkkipohjaista savea on käytetty mineraalisena perustuksena lakan valmistuksessa.

Piidioksidipohjaisia savia (Eritrea, Cimolia), sen lisäksi että niitä käytettiin suoraan antamaan vastaavia värisävyjä maalaukseen, käytettiin, kuten selviää omista tutkimuksista (7), ennen kaikkea antamaan ”valmistava” tausta pompejilaisille seinämaalauksille, käyttäen tähän tarkoitukseen tämän tyyppisiä savia, jotka olivat karkeampia ja yleisempiä taustaväreissä, laajemmin käytössä käsityöläisten töissä, kun taas huolellisesti tehdyn ”mestarimaalauksen” pohjakerroksen valmistamiseen käytettiin valkoisempia ja puhtaampia savien valikoimia.

4) Väri no. 66/...

näyttäytyy valkoisena amorfisena jauheena, jota sävyttää kevyesti kellahtava väri, hyvin kevyt, ilmava.

Mikrokemiallinen analyysi paljastaa kyseessä olevan piidioksidiperustaisen aineen, joka mikroskooppitarkastelussa näyttää koostuvan kaksiatomisten (piilevien) jäänteistä (kuvat 6, 7), jotka ovat tyyppillisiä ”fossiilijauheelle”.

”FOSSIILIJAUHE” on luonnon tuote, jota käytetään erilaisten teollisuuden alojen piirissä, sekä kiillottamaan metalleja, lasia jne., tuote, joka luonnossa esiintyy mutaisilta, epäyhtenäisiltä näyttävissä maakerroksissa, väriiltään vaaleasta harmaaseen, ruskeaan ja joka osoittautuu koostuvan mikroskooppisen pienistä piilevistä (kaksiatomisista), johon on sekoittuneena hiekkaa, orgaanisia aineita, kalsiumkarbonaattia, rautaoksidia jne.

Fossiilijauhe sisältyy siis näiden raaka-aineiden toiseen ryhmään, aineiden, joita antiikin ajan ihmiset kutsuivat geeneerisellä nimellä ”savet”, nimittäin ”piidioksidipohjaiset savet”.

Olen kyennyt todellakin näyttämään, että fossiilijauhe vastaa tätä tuotetta, jota klassisessa antiikissa kutsuttiin nimellä ”creta argentaria”.

Plinius on kuvannut ”CRETA ARGENTARIAA” savia käsittelevässä luvussaan (XXXV, 17) korostaen, että sen nimi on peräisin sen käytöstä kiillottaa hopeaa (lat.) ja sellaisen termin tutkijat ovat kääntäneet muotoon ”hopeasavi” tai (sama) tai ” hopean kiillotukseen tarkoitettu savi” tai (sama) jne., mutta sen luonnetta ja koostumusta ei koskaan selvitetty.

Analysoiden Pompejin violettien värien luonnetta ja koostumusta (s. 74) olen pystynyt toteamaan ja näyttämään (8), että mainitut värit koostuvat ”purpurisumista”, josta Plinius puhuu (XXXV, 6) selittäen, että sitä valmistettiin ”upottamalla hopeasavea höyrykattiloihin, joissa valmistetaan purppuraväri kankaiden värjäykseen” (lat.) ja olen sen lisäksi kyennyt osoittamaan, että purppura on lakka, jota saadaan kiinnittämällä Murexin simpukankuorista saatua orgaanista väriainetta ”ostrumia” (josta Vitruvius puhuu, VII, 13) luonteeltaan piidioksidista savea, mineraaliseen tukiaineeseen, ja erityisesti fossiilijauheeseen, siis että ”hopeasavi”, josta Plinius puhuu, on ”fossiilijauhetta”. Niinpä tutkimani näyte no. 66, joka vastaa Pompejista löydettyä ja inventaarionumerolla 112227 Museo Nazionale di Napoliin talletettua tuotetta, osoittautuu koostuvan ”hopeasavesta” (fossiilijauheesta) (kuvat 8,9).

Tämä tuote, sen luonteen ja koostumuksen varmistuksena, imee, sikäli kuin olen voinut todentaa, huomattavia määriä vettä tai värjääviä liuoksia (mikä tekee sen erityisen sopivaksi lakkojen valmistukseen), ominaisuus, jonka jo Plinius oli havainnut, ja joka (XXXV, 6) selittää, että se ”imee värinesteen helpommin kuin villa” (lat.).

Loppujen lopuksi kauppiaiden työpajoista Pompejista löytyneet valkoiset ovat seuraavat (mukaan lukien myös värejä, jotka, vaikkakin ovat ”valkoisia”, absoluuttisessa merkityksessä, ovat erittäin kirkkaita värejä ja ovat samankaltaisia koostumukseltaan ja käytöltään kuin todelliset valkoiset värit):

paraetionium (kalkkikivi, johon on sekoitettu merellisiä fosfaatti- ja magnesiittijäämiä)

Melinum, Selinusia (kalkkikivisavi)

Eritrea, Cimolia (kalkkikivisavi)

Hopeasavi (fossiilijauhe).

En ole löytänyt saamiemme pompejilaisvärien joukosta mitään jälkeä valkoisesta, joka oli erittäin tärkeä antiikin aikana, ja runsaasti käytetty, ja ”cerussasta”(lyijykarbonaatista) (mutta syy on ilmeinen, ja selitän sen tuonnempana). On kuitenkin tärkeää ja kiinnostavaa esittää tässä tiivistelmä havainnoista, jotka olemme tehneet klassisista teksteistä.

”**CERUSSA** ” on ainoa antiikin ajan ”keinotekoinen” valkoinen (kaikki muut, jotka olen yllä kuvannut, ovat luonnon tuotteita), ja sen valmistaminen on kuvattu runsain yksityiskohdin klassisten kirjailijoiden toimesta.

Cerussa vastaa tuotetta, jota nykyään kutsumme nimellä ”biacca” tai ”lyijyvalkoinen”, ja se koostuu emäksisestä lyijykarbonaatista vastaten kaavaa $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$.

Teofrastus kuvaa näin cerussan valmistusta: ”Lyijy, suunnilleen tiiliskiven kokoisina paloina, sijoitetaan saviruukkuihin etikkaan, ja kun tämä saavuttaa tiheän massan, mikä yleensä tapahtuu kymmenessä päivässä, ruukut avataan ja muodostunut sakka raaputetaan pois lyijystä, toistaen menettely, kunnes kaikki lyijy on kulunut. Raaputettu osuus jauhetaan morttelissa ja dekantoidaan usein, ja se, mikä jää pohjalle, koostuu lyijyvalkoisesta”.

Vitruvius (VII, 12) kuvailee sitä tällä tavalla: ”Rhodoslaiset, laitettuaan viiniköynnöksen versoja ruukkuihin ja kaadettuaan niihin etikkaa, sijoittavat massoittain lyijyä versojen päälle ja sulkevat astiat kannella, jotta niistä ei haihtuisi höyryjä” (lat.). ”Avattaessa astiat tietyn ajan kuluttua he ottavat talteen cerussan, jota on syntynyt lyijymassoista” (lat.).

Plinius (XXXIV, 18) kuvaa kaksi cerussan valmistustapaa: 1) ensimmäinen menetelmä, kaatamalla lyijyä etikkaan, näin kuvattu: ”Valmistetaan pienistä lyijysiruista, jotka on ripustettu ruukkuun, johon on kaadettu hyvin väkevää etikkaa ja jossa sirujen on annettu pudota pala palalta” (lat.). ”Kun lyijy putoaa etikkaan, se kuivataan, jauhetaan ja sekoitetaan; sitten se sekoitetaan uudestaan etikan kanssa, hienonnetaan pastilleiksi ja kuivataan auringossa kesän aikana.” (lat.). 2) toinen menetelmä, altistamalla lyijyä etikkahöyryille, samanlainen kuin se jota Teofrastus ja Plinius kuvaavat, näin: ”Tehdään myös toisella tavalla”(lat.): ”pannaan lyijyä saviruukkuihin, jotka sisältävät etikkaa, suljetaan astiat ja annetaan olla kymmenen päivää; raaputetaan se mikä on kertynyt lyijyn pinnalle, toistetaan operaatio kunnes kaikki lyijy on kulunut.” (lat.). Viilanpurut jauhetaan ja siivilöidään, keitetään lautasilla, erotellaan sauvoilla, kunnes ne muuttuvat punaisiksi, ja tulevat samanlaisiksi kuin sandaraca”(lat.). Sitten pestään pehmeässä vedessä, kunnes kaikki epäpuhtaus on hävinnyt, kuivataan samalla tavalla.”-nimittäin auringossa –”ja hienonnetaan pastilleiksi” (lat.)

Dioskorides (V, 53) kuvaa hänkin cerussan valmistusta, joka tapahtuu altistamalla lyijyä etikkahöyryille, samalla tavalla kuin Teofrastus, Vitruvius ja Plinius, ja monin yksityiskohdin, mutta hänen kuvauksensa on jokseenkin pitkä-veteinen, ja tätä tuotetta käytetään yhä lääketieteessä, ilman merkkiäkään sen käytöstä väriaineena (on mielenkiintois-

ta havaita, että Dioskorides kiinnittää huomiota, kuten muuten myös Plinius, cerussan kuolettavaan myrkyllisyyteen, kun sitä niellään juoman mukana).

Useiden yllä selostettujen klassisten tekstien kuvaamien cerussan valmistusmenetelmien välinen ristiriita on mielenkiintoinen; kun ne yhdistetään, niistä voidaan saada irti huomattavan kiintoisia tuloksia ja tietoja (katso s. 106).

Plinius (XXXV, 6) huomauttaa, että ”cerussa pitää hallussaan kolmatta sijaa valkoisten värien joukossa”, paretonion ja melinon jälkeen (lat.) ja että ”nykyään kaikki se valmistetaan lyijystä ja etikasta” (lat.) haluten tällä huomauttaa, että se on ”keinotekoinen tuote” (9).

Cerussan kohdalla on se hyvin tiedossa oleva haitta, että se mustuu rikkihöyryjen vaikutuksesta, jolloin valkoinen lyijykarbonaatti muuttuu mustaksi lyijysulfidiksi: ja tästä syystä meidän ei ole onnistunut, eikä ole mahdollistakaan, saada pompejilaisista väreistä cerussaa, erityisesti ottaen huomioon, että rikkihöyryt (rikkivety) ovat erittäin runsaita vulkaanisten päästöjen, siis Vesuviuksen, kohdalla.

Vähitellen kaivausten edetessä Pompejista kauppiaiden työpajoista on löytynyt erilaisia määriä sävyltään vaihtelevia sinisiä värejä, tumman ja syvän sinisestä kirkkaan siniseen ja lopulta mitä kirkkaimpaan taaivaansiniseen, ulkonäön vaihdellussa (palasia, jauhetta, pallosia).

Ercolanosta on löytynyt kaksi sinistä maalajia.

Kaikki esiin tuomani ja tutkimani värit, joiden näytenumerot on merkitty muistiin ja jotka vastaavat Museo Nazionale di Napolin (Na), Antiquarium e Depositi di Pompein (P) ja Depositi di Ercolanon (E) inventaarionumeroita, voidaan ryhmitellä näin:

1) VÄRIT NO. 27...

näyttäytyvät amorfisina palasina ja jauheina, jotka koostuvat suurista, syvän sinisistä, hiekkamaisista kristalleista, jotka vastaavat sävyltään taulukon 1 värin numeroa 1;

VÄRIT NO. 91....;

näyttäytyvät edellisten kaltaisina, mutta väriltään kirkkaampina (keskisinisinä) vastaten taulukon pylvään numeroa 3;

VÄRIT NO. 5/...

näyttäytyvät edellisten kaltaisina, mutta väriltään paljon kirkkaampina (kirkkaan sinisinä) vastaten taulukon pylvään numeroa 5;

2) VÄRIT NO. 93/...

näyttäytyvät amorfisina palasina ja jauheina, jotka koostuvat sinisistä, edellisiä pienemmistä ja sävyltään kirkkaamista kiteistä, jotka vastaavat taulukon pylvään numeroa 2, joka tarkastelun ensimmäisessä karkeassa yhteenvedossa näyttäytyy pulverimaisena, amorfisena, mutta joka suurennettaessa (suurennuslasilla) näyttää sekin hiekkamaiselta, kuten edelliset;

VÄRIT NO: 36/....

näyttäytyvät, kuten edelliset, ilmeisesti pulverimaisilta, mutta väriltään kirkkaammilta (keskisinisiltä) vastaten taulukon pylvään numeroa 4;

VÄRIT NO: 35/...

näyttäytyvät kuten edelliset, mutta väriltään hyvin kirkkaina (kirkkaan sinisinä) vastaten taulukon pylvään numeroa 6;

3) VÄRIT NO.38/....(1)

näyttäytyvät keskimääräiseltä halkaisijaltaan n. kaksisenttisiltä palloilta, jotka koostuvat suurien sinisten kiteiden hiekkamaisilta näyttävistä agglomeraateista (VÄRITÄULUKKO II) . Jotkut näistä palloista näyttävät pinnaltaan punaruskeilta, kun taas halkaistaessa ne paljastuu, että sisäpuolelta pallosten väri on aina syvän sininen, mikä jo ensimmäisessä tarkastelussa antaa aiheen olettaa, että kyseessä ovat kuparyhdisteisiin perustuvat värit, pinnalla osittain kuparioksidin ja metallisen kuparin määrän vähetessä.

Käytännössä kaikki luokittelemani ja tutkimani Pompejista löytyneet värit (taulukko pylväät II, III, IV) voidaan jakaa kolmeen alaryhmään; yksi, joka koostuu väriltään syvän sinisistä palloista, jotka ovat muodostuneet suurten kiteiden agglomeraateista, toinen, joka koostuu suurten kiteiden muodostamista palasista ja pulvereista niiden ulkonäön ollessa hiekkamainen, ja jotka voidaan ryhmitellä kolmeen sävyltään erilaiseen ryhmään, tumman sinisestä kirkkaan siniseen (vastaten väritaulukon 1 numeroita 1, 3, 5) ja kolmas, joka koostuu ulkonäöltään pulverimaisista sinisistä, joita on kolme sävyltään erilaista, tummemmasta kirkkaampaan (vastaten väritaulukon numeroita 2,4,6).

Sekä heijastus- että läpivalaisutekniikalla suoritettua mikroskooppitutkimuksessa kaikki tutkitut, väriltään siniset näytteet näyttävät koostuvan sinisistä ja vihreistä kiteistä, ja niiden lisäksi mukana on värittömiä ja erivärisiä kiteitä kellahavista punertaviin, ja erityisesti tumman punertavan-ruskehtaviin. Sinisten kiteiden vallitsevuus on sitä selvempi, mitä puhtaampi tuote on, nimittäin mitä syvempi sen sininen väri on.

Polarisoidussa valossa tutkitut kiteet näyttäytyvät yksiakselisesti kahtaistaitteisina, monivärisyyden vaihdellussa tumman sinisestä kalpean roosaan.

Värittömien kiteiden joukossa jotkut koostuvat kalsiitista (kalsiumkarbonaatista, CaCO₃), jotkut muut kvartsista (piidioksidista): viimeksimainitut ovat selvästi erotettavissa, ennen kaikkea sen jälkeen kun näyte on käsitelty laimennetulla suolahapolla.

Mikroskooppitarkastelussa paljastuu useimpien näytteiden ja kirkkaimpien sinisten lajien kohdalla liidulle tyypillisten elementtien läsnäolo (vallitsevasti kalsiumkarbonaatin, CaCO_3), elementtien, jotka koostuvat yksisoluisten (foraminiferien ja radiolarien) mikro-organismien mikroskooppisista jäänteistä (kuvat 4, 5).

Kun mikroskooppipreparaatti on käsitelty suolahapolla, talteen otettu liuennut ainejäämä osoittaa mitä selvemmin kuparin (Cu^{++}) läsnäolon; reaktio tapahtuu kaliumferrosyanidiliuoskäsittelyssä.

Tutkitut, laimeilla hapoilla käsitellyt siniset värinäytteet kuohuvat, mikä viittaa karbonaattien (CO_3^{--}) läsnäoloon: kuohuminen on sitä selvempää, mitä kirkkaampi pigmentin väri on (ja syyn siihen näemme tuonnempana).

Kun tarkastellaan mikroskoopissa näytteen jäämää laimean happokäsittelyn jälkeen, osoittautuu, että alkuperäisessä pigmentissä olleet siniset ja vihreät kiteet pysyvät muuttumattomina. Nämä kiteet osoittavat mikroskooppitarkastelussa kuparin (Cu^{++}), kalsiumin (Ca^{++}) ja piidioksidin (SiO_2) läsnäolon.

Laimeilla hapoilla suoritetun käsittelyn jälkeen myös kvartsikiteet (SiO_2) pysyvät muuttumattomina.

Liuennut aine, joka on saatu käsiteltäessä alkuperäistä pigmenttiä laimennetulla suolahapolla, osoittaa kalsiumin (Ca^{++}) läsnäolon, jonka suolahappoliuoksen haihdutusjäämä vahvistaa. Tämän jäämän mikroskooppitarkastelu paljastaa, että läsnä on pieni määrä kuparikloridikiteitä, mikä osoittaa kuparin (Cu^{++}) läsnäolon.

Näiden sinisten pigmenttien laimeisiin happoihin liukeneva osa osoittautuu kuitenkin koostuvan kalsiumkarbonaatista (CaCO_3), joka esiintyy osittain liidun ja osittain kalsiitin muodossa (katso edeltävä mikroskooppitutkimus), sekä kuparista tai kupariyhdisteistä (oksideista, karbonaateista), joita näitäkin on alkuperäisessä pigmentissä ja epätäydellisesti yhdistyneinä tähän.

Sininen pigmentti, mihin tahansa edeltävistä näytteistä se kuuluukin, pysyy muuttumattomana myös väkevien happojen ja emästen vaikutuksesta, sekä kylmässä että lämpimässä. Sekoittaessa natriumkarbonaatin ja kaliumkarbonaatin seokseen tai kuumennettaessa väkevän rikkihapon ja natriumfluoridin tai ammoniakkin kanssa, silikaatteja sisältävä liukenematon sininen hajoaa osiinsa. Kun hajoamisjäämää käsitellään laimealla kloorivetyhapolla, saadaan suolahappoliuos, josta saostuu hyytelömäisiä piidioksidihiuksia (SiO_2). Suolahappoliuos reagoi paljastaen kuparin (Cu^{++}), kalsiumin (Ca^{++}), raudan (Fe^{+++}) ja pienten natrium (Na^+), kalium (K^+), alumiini (Al^{+++})- ja magnesium (Mg^{++})-määrien jne. läsnäolon.

Sininen väri osoittautuu siis koostuvan pääasiassa kuparin ja kalsiumin liukenemattomista silikaateista, joiden seassa on pieniä määriä kuparia, oksidia ja karbonaattia epätäydellisesti sekoittuneina, kalsiittimuodossa olevasta kalsiumkarbonaateista, ja useissa näytteissä on myös liitua, rautaa, kvartssia, rautaa jne.

Kolme näytettä, jotka on saatu Pompejin jäänteistä ja joiden numerot ovat (144)...., osoittautuvat väritään ja sävyiltään erilaisiksi kuin siniset värit, joista on aikaisemmin kerrottu, koska ne näyttävät harmailta siniseen vivahtavin heijastuksin, mutta mikroskooppiset ja mikrokemialliset analyysit ovat osoittaneet niiden koostumuksen olevan saman kuin muiden sinisten värien: väriero johtuu pelkästään epäpuhtauksista.

Kemiallisten ja mikrokemiallisten analyysien tulosten perusteella kaikki tutkimani siniset värit ovat koostumukseltaan samanlaisia, eli ne koostuvat etupäässä kuparin ja kalsiumin silikaateista, joiden lisäksi ne sisältävät myös erilaisia epäpuhtauksia kuten rautaa, kalsiittia, kvartssia jne., jotka ovat peräisin niiden valmistukseen käytetyistä raaka-aineista.

”Pompejin sininen” on siis keinotekoinen väri, joka vastaa antiikin ”Egyptin sinistä”, ja erityisesti väriä ”Caeruleum Aegyptium”, josta puhuvat klassisen antiikin tekstit: tämä osoittautuu koostuvan ”kuparin ja kalsiumin kaksoissilikaatista”, jolle on annettu kaava $\text{CaO} \cdot \text{CuO} \cdot 4\text{SiO}_2$ (Laurie) (edempänä lisää).

Analyysit ovat osoittaneet, että kaikki ”kirkkaan siniset” sisältävät savea: osoittautuu kuitenkin, että puhdasta caeruleumia ”laimennettiin” savella, valmistamalla erilaisten kirkkaiden sinisten värien kaikkia sävyjä kaikista kirkkaimpiin asti (eri nyanssit) (2).

Pompejilaissinisten syvyys ja värisävy riippuvat lopultakin kolmesta tekijästä (taulukon pylväs V):

- 1) kuparin prosentuaalinen osuus kiteisessä yhdisteessä (caeruleum);
- 2) tuotteen hiukkaskoko;
- 3) saven lisäys ja tämän lisäyksen suhteellinen osuus.

Sininen oli kuitenkin väritään sitä syvämpi, mitä korkeampi oli sen kuparipitoisuus, ja mitä suuremmat olivat sen hiukkaset; väritään sitä kirkkaampi, mitä alempi oli kuparipitoisuus, mitä hienommaksi se oli jauhettu, nimittäin, mitä pienemmät olivat sen hiukkaset, ja, mikäli se oli ”laimennettu” savella, mitä suurempi oli alkuperäiseen tuotteeseen lisätyn saven määrä.

Tekijä, jolla oli suurempi merkitys värin sävyyn ja voimakkuuteen absoluuttisessa mielessä, liittyi varmasti tuotteen hiukkaskokoon, nimittäin murskausasteeseen. Olen todellakin kokeellisesti todennut, että voimakkaan sininen väri (näyte no. 232 taul. pylv. V), sävyltään tummempi, vastaten numeroa 1 (taul. pylv. I), joka on murskattu hienon hienoksi jauheeksi, johtaa numeroon 6 (sama taul.), nimittäin ”kaikista tummimmasta värisävystä” siirrytään ”kaikista kirkkaimpaan värisävyyneen” (2. näyte No. 232 taul. pylv. V); siis on olemassa kaksi ääripäätä.

Saven lisäys teki mahdolliseksi saada aikaan kaikki sävyjen välimuodot: mikäli väriä, johon on lisätty savea, käsitellään kloorivetyhapolla, joka liuottaa siitä liidun, tuloksena saatu väri on sitä tummempi, mitä suuremmat ovat sen

hiukkaset, nimittäin, loppujen lopuksi, mitä karkeammaksi alkuperäinen väri on jauhettu ennen sen laimentamista savella.

Nimen ”CAERULEUM” alle ryhmiteltiin klassisessa antiikissa erilaisia sinisiä, jotkut luonnon tuotteita, jotkut keino-tekaisia (kirj., 35). ”Caeruleum aegyptium”, ”Egyptin sininen” tai ”Aleksandrian paistos” (tunnettu myös nimellä Pompejin sininen) on antiikissa yleisimmin seinämaalauksissa käytetty väri Egyptistä Mesopotamiaan, ja aina Kreikkaan ja Roomaan asti, ja se on säilynyt muuttumattomana meidän aikoihimme saakka, koska epäilemättä se oli kaikkein kestävin.

Teofrastus huomauttaa, että ”kuten on olemassa luonnollinen ja keinotekoinen kellanpunainen, samoin on olemassa ”Kyanos”, luonnollinen sininen ja keinotekoinen sininen, kuten se, jota valmistetaan Egyptissä”. On olemassa, tämä sanoo, kolme Kyanos-lajiketta, egyptiläinen, joka on parhain valmistettaessa puhtaita värejä, skyyttiläinen ja kyproslainen. Egyptiläistä muunnosta valmistettiin keinotekoisesti, ja antiikin muistiinpanot mainitsevat ensimmäisen kuninkaan, joka valmistutti sitä, jäljitellen luonnon tuotetta, ja lisäsivät, että tätä annettiin verona Foinikiasta ja lahjana muilta alueilta, ja että osa oli luonnon tuotetta ja osa valmistettiin keinotekoisesti. Hän ei kerro enempää skyyttiläisestä ja kyproslaisesta muunnoksesta, mutta koska egyptiläistä valmistettiin hänen mukaansa myös keinotekoisesti, on ilmeistä, että kahden kyanoksen, kyproslaisen ja skyyttiläisen, täytyi olla luonnon tuotteita; kuten toistan tuonnempana, Kyproslaisen on täytynyt koostua ”azuriiteista” ja skyyttiläisen ”lapislazuleista”. Teofrastus lisää vielä, että ne, jotka hienontavat värejä, sanovat, että kyanos itsessään muodostaa neljä eri väriä: ensimmäisen, joka on muodostunut hyvin hienoista, kirkkaista hiukkasista ja viimeisen, joka on muodostunut karkeammista, hyvin tummista hiukkasista (katso, mitä olen sanonut tässä yhteydessä sivulla 65 ja luvussa ”värien ominaisuudet, s. 28).

Plinius (XXXIII, 13) selittää, että ceruleo on hiekanomainen materiaali (lat.), vakuuttaa Teofrastuksen viitteen mukaisesti kolmen erityyppisen ceruleon, nimittäin egyptiläisen, skyyttiläisen ja kyproslaisen, olemassaolon, ja mainitsee niiden muita ominaisuuksia (joista puhuu tuonnempana). Teofrastuksesta poiketen hän lukee skyyttiläisen (eikä egyptiläisen) lajikkeen ominaisuudeksi sen, että se tuottaa hienonnettaessa neljä väriä, kirkkaimmasta tummimpaan (lat.): mutta, luonnollisesti, tämä havainto on sovellettavissa sekä yhteen että toiseen väriin, ja yleisesti kaikkiin niihin mineraalisiin väreihin, joita voidaan saada sekä karkeina rakeina että hienoina jauheina, koska väri riippuu kiteisten hiukkasten suuruudesta.

Vitruvius (VII, 11) kuvaa näin egyptiläisen ceruleon valmistusta: ”hiekkaa jauhetaan hienoksi natriumkarbonaatin kanssa (3), niin hienoksi, että se on hienoa kuin jauho” (lat.) ”ja tämä sekoitetaan isoilla viiloilla puruksi jauhettun Kyproksen kuparin kanssa ja kastellaan sen agglomeroimiseksi” (lat.), ”sitten sitä otetaan käsiin ja muovataan siitä palloja, jotka ladotaan toistensa viereen niiden kuivaamiseksi” (lat.). ”Kun ne ovat kuivuneet, ne siirretään paksuun saviruokkuun (käytännössä ne siirrettiin savikattilaan) ”ja ruukku pannaan uuniin” (lat.). Kypsennyksen tuloksena muodostui ceruleo’ta, joka sitten otettiin talteen syvänsinisten pallosten muodossa.

Kuten huomataan, Vitruvius on hyvin ja yksityiskohtaisesti kuvannut tätä egyptiläisen ceruleon valmistusta; se on osoittautunut tarkaksi ja se on tehnyt useille tutkijoille mahdolliseksi tutkia sen tunnuspiirteitä (tuonnempana siitä lisää). Sellaisten kuvausten mukaan käytetyt raaka-aineet olivat käytännössä: kuparimineraalit + hiekka + natriumkarbonaatti (epäpuhdasta, syynä kalsiumkarbonaatti, rauta jne.), nimittäin $\text{Cu}^{++} + \text{SiO}_2 + \text{Na} + \text{CO}_3^{--} + \text{Ca}$ jne., sekoittaminen ja kypsentyminen johtivat Egyptin sinisen muodostumiseen palloina (Taul. pylv.II).

Näytteet no. 38....

jotka olen tutkinut, ovat varsinaisesti palloja (”pirae” = palloja), väritään Pompejin sinisiä (Egyptin sininen) ja ne edustavat Vitruviuksen kuvaaman valmistusmenetelmän lopullista tulosta.

Vitruvius selittää, että ”ceruleon valmistus keksittiin Aleksandriassa” (lat.) ja ”sitten Vestorius pani sen alulle Pozzuolissa” (lat.). Sillä aikaa kun hänen vakuuttelunsa toinen osa pitää paikkansa, koska itse asiassa pitkän aikaa ceruleoninistä (vestorialaista) valmistettiin ja laajassa mitassa kaupallistettiin Pozzuolissa, hänen selityksensä ensimmäinen osa on kokonaan virheellinen, koska Egyptin sininen valmistettiin ja kaupallistettiin jo monta vuosisataa ennen sen aloitusta Aleksandriassa. Tästä lienee tullut tärkeä ja hyvämaineinen ceruleon tuotantokeskus (kuten Tiro oli purppuran suhteen).

Kemistit ovat suorittaneet egyptiläisistä ja kreikkalais-roomalaisista seinämaalauksista löytyneen sinisen pigmentin analyysejä, osoittaneet sen koostumuksen sekä valmistaneet sitä uudelleen seuraten Vitruviuksen ohjeita (kirj. viitteet 36, 37).

Chaptalin v. 1809 (kirj.viite 38) ja Davyn v. 1814 (kirj. viite 39) suorittamat ensimmäiset kvalitatiiviset analyysit ovat osoittaneet, että värin komponentit ovat etupäässä kupari (Cu^{++}), kalsium (Ca^{++}) ja piidioksidi (SiO_2) muiden aineiden kuten raudan (Fe^{+++}), natriumin (Na^+), ja kaliumin (K^+) jne. lisäksi.

Vauquelin osoitti Teebasta, Egyptistä, hautakammiosta löytyneestä Egyptin- sininäytteestä tehdyn analyysin tulosten perusteella, että värin kvantitatiivinen koostumus näytti seuraavalta: Piidioksidia 70 osaa, kalsiumia 9 osaa, kuparioksidia 15 osaa, rautaoksidia 1 osa, natriumia sekoittuneena kaliumiin 4 osaa. Tämän koostumuksen ovat vahvistaneet Girardinin (1846), Rammelsbergin ja De Fontenayn (1874) tekemät analyysit (kirj.v. 40). Vauquelinin, Rammelsbergin ja De Fontenayn tutkimusten perusteella voitiin päätellä, että Egyptin sininen oli luonteeltaan lasimainen aine, mistä syystä otettiin käyttöön käsite ”fritta” (”frit”) (pitäytyen siihen että nimellä ”fritta” tarkoitetaan näitä sulattamalla aikaan saatuja luonteeltaan lasimaisia aineita, joita käytetään keraamisten tuotteiden pinnan viimeistelyyn, esimerkkinä emalit).

Davy valmisti keinotekoisesti samanlaisen tuotteen kuin Egyptin sininen, lähtien liikkeelle näistä suhteista: kiviä, pulverisoituja silikaatteja 20 osaa, natriumkarbonaattia 15 osaa, ja kuparista tehtyä viilanpurua 3 osaa.

Bertrandin (kirj. 41) ja Fouquetin (kirj. 42) tutkimukset osoittavat kuitenkin, että Egyptin sininen oli kiteinen yhdiste (eikä siis lasimainen aine, kuten siihen asti oli luultu). Fouquet valmisti sitä syntetisoimalla kvartsihiekkasta, kuparioksidista, kalkkikivestä ja natriumkarbonaatista, ollen varma, että tuotteen muodostuminen tapahtuu 800 ja 900 Celsius-asteen välillä; ensiksikin, hän osoitti, että tämä pigmentti on kuparin ja kalsiumin silikaatti, esittäen sille kaavan $\text{CuSi}_2\text{O}_5 + \text{CaSi}_2\text{O}_3$. Laurie (kirj. 43) yhteistyössä Lintock'in ja Miles'in kanssa (kirj.v. 44) vahvisti Fouquet'in tulokset, muutti hieman synteessimenetelmää, määrittä, että Egyptin sinisen muodostumislämpötila on 830 C, ja antoi sille kaavan $\text{CaO} \cdot \text{CuO} \cdot 4\text{SiO}_2$ (kaava, joka, vaikkakin eroaa rakenteellisesti Fouquet'in kaavasta, vastaa sitä kvantitatiivisesti) ja joka on nykyään yleisesti hyväksytty.

Hodgson (kirj. 45) huomautti, että syntetisoimalla voitiin saada hyviä tuloksia käyttämällä natriumkloridia natriumkarbonaatin sijasta.

Laurien tulokset, joissa Egyptin sinisen koostumus ja kaava, vaikkakin joidenkin tutkijoiden kyseenalaistamat (kirj. 46), on pääosin vahvistettu Schippan ja Torracan toimesta (kirj. 36), jotka tutkijat ovat osoittaneet kyseessä olevan itse asiassa muodoltaan Laurien, Nicolinin ja Santinin ynnä muiden viittaaman tyyppisen kiteisen koostumuksen. (kirj. 37).

Muut caeruleum-tyypit, joista antiikin tekstit puhuvat, ovat: "CAERULEUM SCYTHICUM", josta Teofrastus sanoo, "että se soveltuu parhaiten eniten laimennettujen värien valmistukseen" (kun taas egyptiläinen on paras puhtaiden pigmenttien valmistukseen") (katso kaikki, mitä olen sanonut sivulla 66) ja josta Plinius (XXXIII, 13) sanoo "että se vanhenee helposti" (lat.) ja "CAERULEUM CYPRIUM", josta Plinius sanoo, "että skyyttiläiset pitivät sitä parhaana" (lat.). Caeruleum scythicum, kuten olen jo sanonut, on täytynyt koostua azuriitista (emäksisestä kuparikarbonaatista). Se Pliniuksen ilmoittama seikka, että cypriumia pidettiin scythiumia parempana, näyttää perustellulta, jos pidetään mielessä, että lapislazuli menettää täysin värisä kosketuksessa laimeiden happojen kanssa, kun taas azuriitti näyttää täysin stabiililta (4).

Plinius jatkaa sanoen, että näihin (egyptiläinen, skyyttiläinen ja kyproslainen) tuotteisiin on lisättävä "CAERULEUM PUTEOLANUM" ja "CAERULEUM HISPANIENSA", jotka ovat "hiekkamaisia" tuotteita, joiden valmistus aloitettiin (lat.), jotka tuotteet ovat kiistattomasti keinotekoisia, ja joiden on täytynyt erota valmistusmenetelmältään egyptiläisestä, koska tämä lisää, että "ne värjättiin keittämällä niitä yrteistä saadussa nesteessä, yrteistä, jotka olivat samankaltaisia kuin chrysocollan valmistuksen tapauksessa" (lat.): kyse on kuitenkin "vihreistä" eikä sinisistä.

Hän lisää sitä paitsi, että "pesemällä ja murskaamalla ceruleosta valmistetaan sellaista jota kutsutaan "LOMENTUM-Miksi" joka on kalliimpaa kuin ceruleo", kalliimpaa, koska "sen hinta on kymmenen denaaria paunalta" kun taas "ceruleo maksaa kahdeksan denaaria" (lat.) ja että "sitä voidaan käyttää vain saveen, koska se ei kestä kalkkia (lat.) ja että kuitenkin "on olemassa toisentyyppinen tuote, laadultaan hyvin huono, jota kutsutaan "tritum'iksi" ja joka maksaa 5 assea paunalta" (lat.).

Plinius selittää sitten, että näihin ceruleihin kuuluu "CAERULEUM VESTORIANUM", "nimityksen johtuessa valmistajan nimestä" (lat.), jota tuotetta saatiin egyptiläisen kevyemmästä osasta, ja se maksaa neljäkymmentä denaaria paunalta" (lat.). "Sitä käytetään samaan tarkoitukseen kuin puteolanumia, poikkeuksena ikkunat, ja sitä kutsutaan "coeloniksi" (lat.). Ilmeisesti coelonin on täytynyt olla hyvin kirkas väri (taivaansininen), ja sitä lienee käytetty, kuten sen nimestäkin ilmenee, maalausten "taivaisiin".

Käytännön näkökulmasta ei liene ollut merkittäviä eroja "caeruleum aegyptiumin", "caeruleum vestorianumin", "caeruleum puteolanumin", "coelonin" ja "lomentumin" välillä; ero on laadussa; vestorianum ei ollut muuta kuin Egyptin sininen, jonka valmistuksen Vestorius oli pannut alulle Pozzuolissa; puteolanum oli yleisempi laatu, jota käytettiin ovien ja ikkunoiden kehyksissä; coelon oli hyvin arvokas tuote, taivaansininen, laadultaan arvostettu ja hyvin kallis, ja sitä saatiin, kuten Plinius mainitsee, Egyptin sinisen kevyimmästä osasta, murskaamalla hienoksi puhdasta sinistä (joka oli, kuten olen jo osoittanut, sitä kirkkaampi, mitä pienempiä olivat sen hiukkaset); lomentumia valmistettiin, kuten Plinius sanoo, pesemällä ja hienontamalla ceruleoa, ja, muistutan, käsittelemällä enemmän tai vähemmän hienojakoista Egyptin sinistä lisäämällä siihen savea, kuten analyysien perusteella olen voinut päätellä.

Pozzuolista on kiistattomasti täytynyt tulla suuri teollinen keskus, jossa on valmistettu näitä sinisiä värejä (kuten jo oli asian laita okraan perustuvien punaisten värien sekä lakkojen kohdalla); aluksi Pompejissa kaiken Egyptin sinisen on täytynyt olla "tuontitavaraa", sitten, Vestoriuksen myötä, sitä alettiin valmistaa Pozzuolissa, ja tämän tuotantokeskuksen on täytynyt vähitellen kyetä vastaamaan Pompejin koko markkinoista. Pozzuolissa ceruleo puteolanon kaupallisten eri variaatioiden lisäksi täytyi kyetä käyttämään hyväksi ja valmistaa myös ceruleon epäpuhtaampia versioita, joita värjättiin vihreäksi kasviperäisillä nesteillä, kuten tehtiin chrysocollan kohdalla (puteolaiset olivat ilmeisesti erikoistuneet värillisten kasviuutteiden ja lakkojen valmistukseen).

Teofrastuksen, Vitruviuksen ja Pliniuksen hankkimien ja Dioskorideen vahvistamien (kirj. 4) tietojen perusteella päätellen, että mitä "caeruleumiin" tulee, se voidaan vetää yhteen näin:

- a) oli olemassa kolme tärkeää caeruleum-tyyppiä: egyptiläinen, skyyttiläinen ja kyproslainen;
- b) "caeruleum cyprium" oli sekin luonnontuote, joka koostui "lapislazulista";
- c) "caeruleum cyprium" oli sekin luonnontuote, joka koostui "azuriitista";
- d) caeruleum aegyptium" oli ja on aina ollut keinotekoinen tuote, jota valmistettiin Vitruviuksen hyvin kuvaamalla menetelmällä. Se seikka, että Teofrastus sanoo sitä valmistetun "luontoa matkimalla", tulee ymmärtää "luonnollisia

sinisiä jäljittelemällä”, ja tässä tarkoitetaan scythiumia ja cypriumia, eikä niin, kuten on yleensä ajateltu, että olisi olemassa luonnossa esiintyvä valikoima caeruleum aegyptiumia: luonnossa ei ole todellakaan olemassa sinistä mineraalia, jolla olisi samanlainen koostumus kuin Egyptin sinisellä (kuparin ja kalsiumin kaksoissilikaatti);

e) caeruleum vestorianum, ”caeruleum puteolanum”, ”coelon”, ja ”lomentum” eivät olleet muuta kuin enemmän tai vähemmän puhtaita Egyptin sinisen variaatioita, väriltään enemmän tai vähemmän syviä tai enemmän tai vähemmän kirkkaita ja paikallisia valmisteita (Pozzuoli);

f) sikäli kuin viitataan ”caeruleum hispanienseen”, mitään ei voida sanoa varmuudella, koska ei ole olemassa tarkkoja tietoja: päättelen, että on täytynyt olla olemassa luonnontuote, laadultaan huono ja hinnaltaan halpa, jota on tuotettu Espanjasta ja jota on käytetty muita enemmän vihreiden värien valmistukseen.

Yllä esitetyt tiedot vahvistaa myös Dioskorideelta peräisin oleva tieto (kirj. 4).

Lisäksi Teofrastus huomauttaa, että mineraalien joukossa on olemassa ”kyanos” (joka lienee sininen), joka esiintyy kahtena muunnoksena, yhtenä, tummempuna, jota kutsutaan ”maskuliiniseksi” ja toisena, kirkkaampana jota kutsutaan ”feminiiniseksi”, jotka molemmat ilmeisesti koostuivat lapislazulista, ja joita lienee käytetty arvokkaina koriste-kivinä, sekä ”kyanos, joka sisältää chrysocollaa”, joka koostui ilmeisesti azuriitin (sininen) ja malakiitin (vihreä) seoksesta, joita yleisesti löydettiin yhdessä kuparimineraaliesiintymistä. Pidettäköön toisaalta mielessä, että kuten ilmenee Teofrastuksen teksteistä, hän käytti nimeä ”chrysocolla” tarkoittamaan mitä tahansa luonteeltaan hiekkaista ja väriltään kirkkaan vihreää kuparimineraalia.

Puhuessaan värinä käytetystä kyanoksesta Teofrastus, kuten jo olen todennut, mainitsee kolme variaatiota: keinotekoisien egyptiläisen sekä luonnossa esiintyvät kyproslaisen ja skytytiläisen lisäten, että ”egyptiläinen on paras puhtaiden värien valmistukseen”, kun taas ”skytytiläinen soveltuu enemmän laimennettujen värien valmistukseen”. Tämä on ilmeistä, jos pidetään mielessä, että Egyptin sininen on keinotekoinen tuote, siis valmistettavissa puhtaassa muodossa koostumukseltaan vakiona, kun taas skytytiläinen sininen on alkuperäinen mineraali, jota siis käytettiin ja joka oli käytettävissä sellaisena kuin se esiintyi luonnossa. Tässä yhteydessä on huomautettava, että ei voida sanoa tarkkaan, miten on selitettävissä joidenkin tutkijoiden lausuma (5), että ”Egyptin sinistä valmistetaan ja käytetään yhä melko karkeina partikkeleina”, koska, kuten olen selittänyt ja näyttänyt, meillä on koko valikoima Egyptin sinisiä pompejilaisvärejä tummimmasta ja hiukkaskooltaan karkeasta kirkkaimpaan, hienojakoisimpaan. Ei ole selvää, että ”kaikki muut antiikin värit olivat valmistettavissa ja käyttökelpoisia vain hienojakoisina jauheina”, ja että sen seurauksena, ”hiukkasten suuresta kokovaihtelusta johtuen Egyptin sinistä ei olisi voitu helposti sekoittaa muiden pigmenttien kanssa”, koska, kuten olen selittänyt ja näyttänyt, myös Egyptin sinistä valmistettiin ”hienon pulverin” muodossa, ja sitä siis voitiin mitä helpoimmin sekoittaa muihin väreihin. Ei ole selvää, että ”jokainen yritys laimentaa sitä valkoisella värillä, kuten hienonnetulla liidulla temperamaalausta varten olisi ollut hedelmätöntä, koska Egyptin sinisen karkeahkot hiukkaset olisivat erottautuneet, ja erityisesti liitu olisi jäänyt roikkumaan maalaukseen”, koska, kuten olen sanonut ja osoittanut, Pompejista on löytynyt lukuisia ”liidulla laimennettuja” sinisiä värejä valmiina käyttöön. Egyptin sininen (tai Pompejin sininen, miten vain halutaan), oli väri, joka oli seinämaalauksissa käyttökelpoinen ja laajasti käytetty väri, samalla tavalla kuin kaikki muut antiikin värit.

Klassisissa teksteissä mainittujen sinisten värien joukossa löydämme myös ”armeniumin” ja ”indicum purpurissumin”.

Nimitys ”**ARMENIUM**” tarkoitti kahta väriä, jotka koostuivat luonnonmineraaleista, ja molemmat koostuivat emäkisisestä kuparikarbonaattista: yksi, sininen, koostui ”azuriitista” ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), joka tunnettiin nimellä ”caeruleum cypricum”, josta jo olen puhunut, ja josta Plinius (XXXV, 6) sanoo, että ”se eroaa ceruleosta olemalla kirkkaampi, mikä antaa pehmeämmän sävyisen värin” (lat.); toinen, vihreä, joka koostui ”malakiitista” ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$) ja josta Plinius sanoo, että ”se on samanlainen kuin chrysocolla”. (katso vihreät värit). Että nimi ”Armenium”, jonka nimi johtuu sen alkuperästä, tarkoittaisi joko azuriittia tai malakiittia, selittyä sillä, että nämä kaksi mineraalia esiintyvät yleensä yhdessä luonnossa, kerroksessa, joka sisältää niitä molempia, yksi (malakiitti) johtuen toisen (azuriitin) muuntumisesta.

”**INDICUM PURPURISSUM**” saa sekin nimensä sen alkuperästä, kuten huomauttavat Vitruvius (VII, 9) ja Plinius (XXXV, 6) (lat.), joka selittää, mitä uskomattomimmin, että ”se on vaahtoa, joka on sekoittunut ja koaguloitunut mudan kanssa” (lat.) ja että ”kun se menettää värinsä, se on mustaa, mutta laimennettaessa se tuottaa ihasuttavan sekoituksen purppuraa ja ceruleoa” (lat.), nimittäin käytännössä se on violetti. Ja juuri tästä syystä Plinius kutsuu indigoa nimellä ”indicum purpurissum”; sitä paitsi, termillä ”purpurissum” hän haluaa erottaa sen atramentosta (lat.) (katso s. 110). Jotkut tutkijat ovat siis väärässä selostaessaan Pliniuksen tekstiä jättämällä pois termin adjektiivin ”purpurissum” (lat.), jättäen jäljelle ainoastaan termin ”indicum”. Koska Pliniuksen tekstissä indicum purpurissumin kuvaus seuraa heti itse puhdasta purppuraa koskevaa tekstiä, (katso s. 249, nämä kirjoittajat ovat pitäytyneet siihen, että oli virhe toistaa sana purpurissum. Indicium ei ollut mitään muuta kuin ”indigo”, jota, kuten olen huomauttanut, on vuosisatojen ajan käytetty väriaineena, kun taas nykyään sen ovat täysin korvanneet keinotekoiset tuotteet. Ja minun täytyy tässä tehdä erittäin mielenkiintoinen havainto: on ehkä yksi tapaus, jossa Plinius on maininnut värit vierekkäin, yhteisellä nimellä, ”purpurissumin” ja ”indicum purpurissumin”. Ensimmäinen alkuperältään eläinpohjainen (simpukan kuoret) ja toinen kasviperäinen (lehdet), läheiset, koska niille on yhteistä ”violetti sävy”, mutta nykyään tiedämme, että molempien värituotteiden koostumus on sama, koska purppuran väriaine on indigon johdannainen ja itse asiassa dibromi-indigo.

Pliniuksen aikoina indigo, kuten tämä meille kertoo (XXXV, 13), ”oli aine, jota oli vasta vähän aikaa tuotu maahan, ja joka maksoi 8 denaria paunalta” (lat.) ja joka soveltuu hyvin jäljiteltäväksi ja vääreennettäväksi (kts. s. 199).

Dioskorides (V, 67) kertoo meille, että ”on olemassa kaksi indigolajia (lat.), ”yksi syntyy spontaanisti ja sitä tuotetaan intianruo’ on itämisestä syntyvänä vaahtona” (lat.) ja tämä ilmeisesti on todellinen indigo, josta Plinius on puhunut; ”toista tuotetaan värjäämöissä, ja se on höyrypannuista yli vuotava purppuran väriaine vaahto, jota työntekijät keräävät ja kuivaavat” (lat.).

Yhteenvetona todettakoon, että antiikin ”siniset” koostuivat seuraavista tuotteista:

- 1) luonnonmineraalit:
 - a) Caeruleum Cyprium (”azuriitti”);
 - b) caeruleum Scythicum (”lapislazuli”);
 - c) Armenium (”azuriitti”);
 - d) espanjalainen caeruleum (”azuriitti”, sekoittunut ”malakiitin” kanssa);
- 2) luonnontuotteista saatavat tuotteet:
 - a) Indicum purpurissum (”indigo”, luonteeltaan orgaaninen);
- 3) keinotekoiset tuotteet:
 - a) egyptiläinen caeruleum (kuparin ja kalsiumin silikaatti);
 - b) caeruleum vistorianum, coelon (id.);
 - c) caeruleum puteolanum (id.);
 - d) lomentum (id.) (kirkkaampi);

Espanjalaisen caeruleum ja Caeruleum Puteolanumin epäpuhtaampia variaatioita värjättiin yrteillä ”vihreiden” valmistamiseksi.

Näistä vanhoissa maalauksissa käytetyistä väreistä on meille säilynyt vain Egyptin sininen (caeruleum aegyptium ja samankaltaiset), koska se koostui keinotekoisesta epäorgaanisesta, erittäin kestävästä aineesta. Se on todellakin muuttamaton ilmassa ja kestää kemiallisten aineiden vaikutusta (kts. s. 64) (taul. pylv. I, II, II, IV, V).

Muut värit sitä vastoin eivät ole stabiileja: lapislazuli (caeruleum scythicum) (6) on altis happojen hyökkäykselle ja menettää värinsä helposti niiden vaikutuksesta; azuriitti, luonnonmineraali, vanhenee muuttuen ajan kuluessa vihreäksi malakiitiksi; indigo on orgaaninen aine, ja siksi, kuten on ilmeistä, muuttuu helposti.

Kaikki Pompejin kauppiaiden työhuoneista löydetty kaupallistetut ja seinämaalauksista löydetty siniset värit koostuvat, kuten olen sanonut ja todistanut, ”caeruleum aegyptiumista” (”Egyptin sinisestä”), mikä vahvistaa tälle tuotteelle annetun nimen ”Pompejin sininen”. Erittäin stabiili keinotekoinen tuote on vuosituhsien seuralassa vahvistanut sen täydellisen muuttumattomuuden.

Tuotetta, jota varhaisempina antiikin aikoina käytettiin Egyptissä ja Mesopotamiassa ja lopulta kreikkalaisten ja roomalaisten toimesta, on sittemmin käytetty satunnaisesti, mutta sitten se on vähitellen hävinnyt maalareiden paletista, koska, vaikkakin kiistattoman arvokas maalauksissa, se ei ollut ehdottoman sovelias maalaamisen vähitellen kehittyviin tekniikkoihin.

Analysoimieni pompejilaisvärien joukosta en ole löytänyt merkkejä armeniumista enkä indiumista, minkä selitys on yhteydessä niiden vanhenemiseen, joka on välttämättömästi johtanut niiden täydelliseen tuhoutumiseen.

Pompejista, värikauppiaiden työhuoneista, on löytynyt vähitellen kaivausten edistyessä vaihtelevia määriä violetteja värejä, jotka ominaisuuksiltaan sekä luonteeltaan ja koostumukseltaan ovat huomattavan kiinnostavia sekä historiallis-arkeologisessa mielessä että tekniseltä näkökannalta.

Nämä värit ovat erisävyisiä, syvänvioletista (syklaami) kirkkaaseen roosan violettiin, (kts. taul. pylv. V) ja erinäköisiä (palasia ja jauheita): nämä olen jakanut kolmeen ryhmään värin intensiteetin perusteella (vastaavasti numerot 1, 2 ja 3 väritaulukossa).

Esiin ottamieni ja tutkimieni näytteiden järjestysnumeroita vastaavasti Museo Nazionale di Napoliin (Na) ja Antiquarium e Depositi di Pompei'iin (P) talletetut ja merkityt värinäytteet voidaan ryhmitellä seuraavasti:

1) VÄRIT NO. 41/...

näyttäytyvät tahkoiltaan 2-3 cm:in levyisinä parallelipipeleinä ((taul. pylv. VII), jotka ovat väriltään syvän violetteja (syklaamin värisiä) vastaten numeroa 1 (väritaulukossa), kevyitä ja pehmeitä (sormella kosketettaessa ne päästävät väriä hienon hienona pulverina);

VÄRIT NO. 95/...

näyttäytyvät samanvärisenä, syvän violetin-syklaaminvärisenä jauheena, kuin edelliset.

Väri no. 95 esiintyy simpukoiden kuorien rakkuloissa.

2) VÄRI NO. 249/...

esiintyy palasina, kuten edelliset, mutta väriltään kirkkaamman violetina (keskivioletti) vastaten värin.a 2 (väritaulukossa);

VÄRIT NO. 40/...

näyttäytyvät keskivioletin värisinä (no. 2) kuten edellä, mutta jauheina.

VÄRIT NO. 116/...

näyttäytyvät palasina, kuten edellä, väriltään kirkkaan roosan-violetteina, vastaten no:a 3 (väritaulukossa);

VÄRI NO. 39/...

näyttäytyy hyvin kirkkaan, kalpean roosan-violetin värisenä jauheena (eroten selvästi muista värisävyistä ja sen voimakkuuden osalta).

Mikroskooppitutkimuksessa paljastuu kaikissa näytteissä fossiilijauheelle tyypillisten kaksiatomisten (piilevien) jäänteiden läsnäolo (kuvat 6, 7) ja, useissa näytteissä (väriltään kirkkaimmissa) kalkkisaven läsnäololle tyypillisten foraminiferien ja radiolarien esiintyminen.(kuvat 4, 5).

Mikrokemiallisessa analyysissä paljastuu, että kyseistä väriä edustavat näytteet näyttävät muodostuneen kahdesta osasta: yhdestä, joka koostuu mineraalista, ja toisesta, joka koostuu orgaanisesta aineesta. Mineraalista koostuva aine osoittaa piidioksidin (SiO₂) ja kalsiumkarbonaattimuodossa (CaCO₃) olevan kalsiumin (Ca⁺⁺) läsnäolon, minkä lisäksi näytteessä on pieniä määriä rautaa ja epäpuhtauksia. Orgaaninen osa osoittautuu koostumukseltaan monimutkaiseksi: se menettää värinsä kuumennettaessa, happojen, etenkin typpihapon, vaikutuksesta; happamat liuokset, jäädytyksen ja seisottamisen jälkeen, saavat takaisin violetin väri; se menettää värinsä kuumennettaessa hypokloriittien vaikuttaessa; se saa violetin-purppuran värin ammoniumhydroksidin vaikutuksesta jne. Nämä reaktiot osoittavat, että kyseessä on alkuperältään eläinperäinen orgaaninen väriaine. Kyseessä on kuitenkin orgaaninen väriaine, joka on kiinnittynyt mineraaliseen perusaineeseen, nimittäin kyse on lakasta, joka orgaanisten ominaisuuksiensa ja fysiko-kemiallisten kokeiden tulosten perusteella voidaan tunnistaa tuotteeksi, joka antiikin ajalla kutsuttiin ”purpurissumiksi” (taul. pylv. V).

Värit no. 229/... näyttäytyvät väritään hyvin kirkkaan punaisen-tiilen värisinä palasina ja jauheina, joita peittää haaleanvalkoinen patina. Kemiallisessa analyysissä nämäkin näyttävät koostuvan ”purpurissumista”, mutta muuttuneesta (niitä peittävä vaaleanvalkoinen patina koostuu todellakin hopeasavesta ja värinsä menettäneestä fossiilijauheesta).

PURPURISSUM, Pliniuksen (XXXV, 6) mukaan, oli ensimmäinen kukoistavista väreistä (kts. s. 25) (lat.); Vitruvius sitävastoin ei mainitse purpurissumia, mutta (VII, 13) mainitsee ”ostrumin”, jolla hän sanoo, ”on kaikista väreistä ”pehmein ulkonäkö” (lat.).

Pliniuksen ja Vitruviuksen kuvausten tutkimusten ja omien tutkimusteni tulokset ovat tehneet minulle mahdolliseksi selittää ja osoittaa (1):

a) että ”ostrum” on väriaine, jota saatiin Murex-lajisen merisimpukan kuorista (Murex Brandaris) ja että sen nimi tuli ”ostrumista”, ”ostreasta”, ostricasta, merisimpukasta, kuten Vitruvius kertoo (lat.), mikä täsmentää sen, että ostrumia saatiin merisimpukoista, viiltämällä niitä kerta toisensa jälkeen raudoilla, ravistamalla ja murskaamalla niitä morttelissa, ja keräämällä sitten niistä vuotava purppuran värinen neste, joka niistä valui kyyneleiden tavoin (lat.). Uusien tutkimusten mukaan tämä väriaine, jota saatiin simpukoista ja jota oli eläimen pään takaosassa sijaitsevassa rakkulassa, on väritään kalpean keltaista, ja se saa purppuran punaisen värinsä ainoastaan valon vaikutuksesta; se on indigon johdannainen (6-6'-dibromoindigo), ja sitä valmistetaan nykyään kenotekoisesti;

b) että ”purpurissum” on tuote, jota valmistettiin Pliniuksen mukaan upottamalla ”creta argentariaa” höyrykattiloihin, joissa kankaiden värjäykseen käytettävää purppuraa valmistettiin, ja ottamalla talteen värjäytynyt tuote (lat.);

c) että ”creta argentaria” koostuu tästä luonnontuotteesta, jota nykyään kutsumme ”fossiilijauheeksi”, joka on muodostunut mikroskooppisista kaksiatomisten (piilevien) jäänteistä, joiden seassa on erilaisia muita aineita (orgaanisia aineita, kalsiumkarbonaattia, hiekkaa, rautaoksidia jne.) (2) (kuvat 10-13);

d) että siis ylläesitetyn seurauksena ”purpurissum” on ”lakka”, (kts s. 39), jota saadaan kiinnittämällä Murexin (”ostrumin”) väriaine ”creta argentariaan” (ja olen kysynyt määrittämään Pompejista löydettyistä ja Museo Nazionale di Napoliin talletetuista väreistä ”creta argentarian” pitoisuuden (katso s. 58).

Tutkimani Pompejista löydetty violetit värit, joita säilytetään nykyään Museo Nazionale di Napolissa ja Antiquarium e Depositi di Pompeissa, ja jotka vastaavat analysoimiani näytteitä no. 41... , koostuvat kaikki ”purpurissumista” (eläinperäinen lakka) (taul. pylv. V ja VII).

Tämä jo selostamani erilaisina variaatioina esiintyvä väri, joka vaihtelee syvän violetista (syklaaminsinisestä) kalpeaan roosan-violettiin, läpi koko sävyvalikoiman yhä kirkkaampiin (taul. pylv. VI). Värin syvyys, siten kuin olen osannut kertoa, riippuu kahdesta tekijästä, jotka ovat:

a) fossiilijauheeseen kiinnittyneen väriaineen määrä, nimittäin lakan valmistukseen käytetyn liuoksen konsentraatio. Havaitaan, että Plinius todellakin selittää, että kun hopeasavi on upotettu purppurakattilaan, saadaan talteen vähitellen huonommin värjäytyneitä tuotteita; ”paras on aluksi kiehuva höyrykattilasta talteen otettu tuote, ja joka on imenyt itseensä parhaan nesteen (lat.), ”toinen valmistetaan uuttaan ensimmäinen ja lisäämällä savea samaan nesteeseen” (lat.) ”ja joka kerran kun näin tehdään, sen laatu huononee seurauksena nesteen laimenemisestä” (lat.), nimittäin, talteen saadaan laadultaan vähitellen huononevia tuotteita, koska ne ovat vähemmän värjäytyneitä. Huomattakoon, että joskus purpurissumin väri vahvistui, värjäytyen kasveista saaduista värikkäistä tuotteista: Plinius todellakin selittää, että ”siksi Pozzuolin tuote on kallisarvoisempi kuin erityisesti Tirolin tai Getulian tai Laconian tuotteet” – jotka olivat kaupallisesti nimekkäimpiä – ”joista saatiin arvokkaimmat purppurat” (lat.) ja kertoo sellaista, mikä voi näyttää ristiriitaiselta, kun hän selittää, että Pozzuolin purpurissum ”värjätään kuten ischialainen tai saamalla se imemään robbian väri” (lat.).

b) purpurissumin ”laimentaminen” vaalealla savella. Olen todellakin osoittanut analyysillä, kuten olen jo aikaa sitten kertonut, purpurissumiin sekoitetun kalkkisaven läsnäolon: tämä lisäys teki mahdolliseksi ”laimentaa” tuotetta, jolloin siihen saatiin kaikki kirkassävyisten tuotteiden sävyasteet (3).

En ole tarkistanut uudelleen, sisältävätkö pompejilaiset seinämaalaukset purpurissumia: pitäydyn siihen, että tätä niin kaunista ja herkkää väriä käytettiin vain harvoin seinämaalauksiin (katso s. 35). Sitä käytettiin keramiikan värittämiseen (minkä olen todellakin tarkistanut uudelleen) ja pienissä määrissä, sen korkeasta hinnasta johtuen, ja sitä käyttivät pompejilaisnaiset kauneudenhoitotuotteena (kuten todistaa näyte no. 95, joka vastaa simpukankuoren rakkulasta saatua, ilmeisesti kauneudenhoidossa käytettyä tuotetta); se seikka, että tämä väri oli täysin harmiton iholle ja että savella laimennettuna siitä voitiin saada sävyiltään erilaisia värejä, myös kirkkaimpia, mahdollisti kokonaisen valikoiman roosa-violetteja ”kyproslaisia väriaineita”, jotka soveltuivat täydellisesti naisten tarpeisiin.

Toisaalta Pompejista ei puuttunut seinämaalaukseen tarkoitettuja roosavärejä, joita saatiin maalajien muodossa Pozzuolista.

Purpurisum tuli kaupan piiriin pieninä kuutioina, kuten tutkimiani näytteitä no. 41, 96, 4 jne. edustavat värit (väritaulu VII), mistä Arduino huomauttaa kommentoidessaan Pliniusta (XXXV, 26, HISTORIA NATURALIS”, katso kirj.v. 31) ”...purpurisum kaupallistettiin pieninä kuutioina, jotka olivat mosaiikkialasten kokoisia... (lat.). Huomautan, että purpurisumista tehtiin pötköjä, jotka leikattiin kuutioiksi kosteina ja sitten jätettiin kuivumaan: luulen, että niitä ei leikattu kuivumisen jälkeen siksi, että koska ne olivat hauraita, se olisi johtanut suuriin menetyksiin, ja siksi, että ne olivat muodoltaan epäsäännöllisiä, mikä ei olisi ollut asianlaista, jos tuote olisi leikattattu kuivana.

Pompejista löydettyjen värien joukossa punaiset muodostavat lukuisimman ryhmän käsittäen suuren määrän eri sävyjä eloisan punaisesta punaruskeaan, punaisen oranssiin, tumman tai erittäin tumman punaisesta kirkkaan punaiseen, roosaan, vaihdellen eri välimuodoista toiseen (taul. pylv. VII ja IX).

Esiin ottamieni ja tutkimieni näytteiden järjestysnumeroita vastaavasti Museo Nazionale di Napoliin (Na) ja Antiquarium e Depositi di Pompei'iin (P) talletetut ja merkityt värinäytteet voidaan ryhmitellä seuraavasti:

1 VÄRI NO. 44/..

näyttäytyy väritään loistavan kirkkaana eloisan punaisena jauheena.

Mikroskooppitarkastelussa se osoittautuu koostuvan etupäässä punaisista kiteistä, joiden joukossa on pieniä määriä värittömiä ja erivärisiä kiteitä (epäpuhtauksia).

Kuumennettaessa ilmassa se muuttuu ruskeaksi; sitten mustaksi; voimakkaasti kuumennettaessa (kalsinoitaessa) se höyrystyy suurimmaksi osaksi jättäen jäljelle vähäisen määrän epäpuhtauksia (jotka muodostuvat enimmäkseen rautayhdisteistä). Jäähdytettäessä koeputkessa se muodostaa mustan tiivistymän, joka kloorivetyhapon kanssa kehittää rikkivetyä, mikä on merkinä sulfidin (S--) ja erityisesti elohopeasulfidin (HgS) läsnäolosta. Elohopean (Hg++) läsnäolo on voitu osoittaa ammoniumkopolttisulfonaatin kanssa tapahtuvan reaktion kautta. Väri osoittautuu kuitenkin koostuvan sinooperista (elohopeasulfidista), joka vastaa tuotetta, joka antiikin aikana sai nimen ”minium”.

Antiikin ”Minium” oli ”cinabro” (elohopeasulfidi, HgS), jota ei pidä sekoittaa nykyään ”minioksi” kutsuttuun tuotteeseen (lyijyoksidin, joka koostuu suolamuotoisesta lyijyoksidista, Pb3O4) ja jota antiikin ajan ihmiset sen sijaan kutsuivat ”cerussa ustaksi” (kts.s. 90). Pliniuksen mukaan antiikin ajan ihmiset kutsuivat miniumia myös ”cinnabarikseksi” (kts. s. 81), mutta ”tämä nimi kaatui sen käytöstä poistumiseen, minkä takia sitä ei pidä sekoittaa” – kuten todella tapahtui - ”todelliseen cinnabarikseen” – nimittäin ”lohikäärmeen vereen” (katso s. 91).

Teofrastus. puhuessaan miniumista, sanoo, että ”on olemassa myös luonnosta saatava sinooperi ja keinotekoinen tuote”, mutta muistiin merkityn tiedon mukaan antiikin ajan ihmiset tunsivat vain ”luonnollisen cinabron” (vastaavaa keinotekoisista tuotetta valmistettiin vasta useita vuosisatoja myöhemmin), siis hänen viittauksensa – ja siksi ”myös” – on ehdollinen johtuen siitä, että aikaisemmin on mainittu siniset (cerulet) ja punaiset (okrat), sekä luonnolliset että keinotekoiset, ja se, korostan, riippuu ennen kaikkea lunnontuotteen puhtaudesta ja tavasta, jolla sitä saatiin talteen (katso yllä). Hän jatkaa sanoen, että ”cinebra löydettiin Iberiasta kovan kiven muodossa, ja sellaisena sitä löytyi myös Kolkhideilla”: tämän tuotteen espanjalaisen alkuperän ovat jotkut Teofrastuksen kääntäjät ja kommentaattorit Vitruviusen mukaan kyseenalaistaneet (katso yllä), mutta huomautan, että sitä ei tule epäillä, koska Espanjassa on tunnetusti itse asiassa runsaasti sinooperimineraaleja. ”Sanotaan” – Teofrastus jatkaa – ”että sitä löytyy jyrkiltä kallioilta, joista sitä louhitaan ampumalla nuolilla. Tämä tuote tulee vain yhdestä paikasta Efesoksen tuolta puolen” - mikä vahvistaa edellä sanomani, jonka mukaan nämä pitivät tätä ”preparaattia” ”keinotekoisena” – ”Se on väritään helanpunaista hiekkää, jota kerätään kiviastioihin ja jauhetaan niissä mahdollisimman hienoksi, sitten se pestään saviruukuissa ja jäljelle jäänyt tuote kerätään ja murskataan uudelleen ja pestään jälleen. Tämä operaatio vaatii suurta taitoa, koska samasta määrästä hiekkää jotkut saavat suuren määrän tuotetta, kun taas toiset vähän tai ei mitään. Pesu tapahtuu korkealla, ja erotetut osat pestään toinen toisensa jälkeen; se, mikä jää pohjalle, on sinooperia...”. Tämä kuvaus on tarkka ja yksityiskohtainen ja osoittaa, että Teofrastus puhui ”asiantuntevasti” ja ehkä suoraan kokemuksen perusteella.

”Kerrotaan” – Teofrastus sanoo – ”että Kallias, ateenalainen, joka oli hopeakaivoksissa – ja tässä ei kuitenkaan ole kyse hopeasta, vaan ”elävästä hopeasta”, nimittäin elohopeasta – ”löysi tämän valmistusmenetelmän ja demonstroi sitä, koska, ajatellen, että hän tiesi sen sisältävän kultaa sen loisteen ansiosta, keräsi sen ja työsti sitä. Mutta, kun kävi selväksi, että se ei sisältänytkaan kultaa, hän ihaili hiekan kauneutta, joka johtui sen väristä, ja näin hän sai selville tämän valmistusmenetelmän. Tämä ei tapahtunut kauan sitten, vaan noin yhdeksänkymmentä vuotta ennen kuin Praksibouloksesta tuli Ateenan ”valtias” – kuvernööri”.

Vitruvius (VII, 8), puhuttuaan luonnonväreistä, sanoo: ”on aika selittää miniumin ominaisuudet” (lat.). ”Kerrotaan, että sitä löydettiin ensimmäisen kerran Efesoksen Cilbion kentiltä. Se on ominaisuuksineen mitä ihailtavain” (lat.) ja hän kuvaa näin sen valmistusta: ”Kaivettiin todellakin esiin se, mitä kutsutaan glebaksi, joka, ennen sen yhdistämistä miniumiksi, on väritään roosahtavan ja punaisen jauheen ympäröimän rautasuonen kaltaista” (lat.) – kuvaus, joka sopii hyvin yhteen tosiasioiden kanssa. Hän sopii siis kuvaamaan elävän hopean (elohopean) eristämistä ja ominaisuuksia – kuvaus, joka ei koske värejä.

Hän palaa sitten puhumaan uudestaan (VII, 9) miniumista (lat.) ”kun maapatat” – nimittäin gleba – ”ovat kuivuneet, ne kuivataan ja murskataan rautasauvoilla, ja toistuvien lipeöintien ja kypsentämisen avulla, epäpuhtauksien tultua poistetuiksi, tullaan keinoon, joka saa värin tulemaan ulos” (lat.). ”Kun eliminoimalla miniumista elohopea, kaikki miniumilla olleet luonnonvoimat poistuvat, siitä tuli luonteeltaan herkkä ja heikko” (lat.) – melko runollinen kuvaus, mutta, käytännössä se tarkoittaa, että tuotteesta ”tulee punainen ja kaunis, kyllä, mutta hauras” – ja, sen seurauksena

”kun sitä käytetään huoneiden koristelussa suljetussa tilassa, väri pysyy muuttumattomana” (lat.) ”mutta, ulkona, siis pylväspihossa tai niiden välisissä osittain avoimissa tiloissa tai muissa samankaltaisissa kohteissa, joihin aurinko ja kuu voivat luoda loistettaan ja säteitään, näiden vaikutuksesta minium muuttuu, menettää väri vaikutuksensa ja muuttuu” (lat.). Vahvistaakseen sanomansa Vitruvius mainitsee Faberion episodin: ”todellakin, kuten monet muut, kertoo Faberio, kun hän halusi omistaa Aventinolla aistikkaasti koristetun talon ja peitti miniumilla kaikki pylväspihan seinät, jotka kuitenkin kolmenkymmenen päivän kuluttua muuttuivat väriltään huonoiksi ja erilaisiksi.” (lat.). Ja kuitenkin hän heti etsi muita värejä työhön”. (lat.). Ja Vitruvius ehdottaa tapaa, jolla välttää tämän tapahtuminen: ”mutta, haluttaessa olla ovelampia ja että minium-koristelu säilyttäisi väriensä sen jälkeen kun seinät on maalattu ja ne ovat hyvin kuivuneet, levitetään harjassiveltimellä liekillä nesteytetty vaha” – sulana – ”miedonnettuna pienellä määrällä öljyä”(lat.) ja sitten ”pannaan hiiliä rautaiseen astiaan, kuumennetaan yhdessä vaha ja seinä, ja saatetaan seinä hikoilemaan tavalla joka saattaa nämä kaksi yhteen.” (lat.). ”Sitten” – hän jatkaa – ”kynttilällä ja valkoisella kankaalla hangataan, samoin kuin patinoidaan alastomia marmoripatsaita, mitä kreikkankielessä kutsutaan nimellä ”ganosis”, (lat.)”ja siinä muodossa pintakäsittelyvahan patina ei läpäise kuunvälkettä eikä auringon säteitä, jotka haalistavat ja tuhoavat sen värin.” (lat.).

Kaikki tämä tarvitsee kommentin. Kuten on mainittu, sinooperi (minium) on yksi niistä väreistä, joita ei voida soveltaa maalauksiin al fresco, koska ne vanhenevat ja hajoavat kalkin vaikutuksesta. Vaha ja siihen lisätty öljytyyppi, saippuomalla kalkin, neutralisoivat emäksisyyden ja siksi estävät kalkkia vaikuttamasta sinooperiin, muuttaen sitä. Tämä keino on hyvin tärkeä, koska se soveltuu tähän ”saippuoidun kalkin” konseptiin, ja on siten saatettu ”ei-emäksiseksi”, mikä perustuu, kuten olen voinut osoittaa, koko pompejilaiseen seinämaalustekniikkaan (1). Sen lisäksi vaha muodosti ulkoisen läpipääsemättömän suojakäären ilmakehän vaikuttavia aineita vastaan. Ja sen, että minium vanhenee kalkin vaikutuksesta, mainitsee myös sama Vitruvius tekstinsä samassa kappaleessa sanoessaan: ”Vitiatur minium admixta calce”.

Vitruvius (VII, 9) jatkaa esitelmäänsä miniumista sanoen, että ”ne, jotka olivat verstaata Efesoksen kaivoksissa on sittemmin siirretty Roomaan” (lat) ”koska tämän kaltainen metallisuoni on myös löydetty Espanjan alueilta, joista mineraalia viedään Roomaan, missä publikaanit käsittelevät sitä. Ja nämä verstaat sijaitsevat Firenzen ja Quirinon tempelien välissä.” (lat.).

Mitä yllä kerrottuun tulee, Vitruvius sanoo, että Espanjan kaivokset löydettiin ”jälkeen päin”, mutta ei kerro, mihin aikakauteen tällä käsitteellä ”jälkeen päin” halutaan viitata. Kaksi vuosisataa ennen Vitruviusta Teofrastus sanoo (katso, mitä olen aikaisemmin kertonut), että ”minium löydettiin Iberiasta”, mikä on herättänyt joissakin kääntäjissä ja kommentaattoreissa epäilyn, että ”Iberia”, josta Teofrastus puhuu, oli Espanjan erillinen alue, mutta, kuten olen jo sanonut, ei ole epäilystäkään siitä, että kyse on juuri Espanjasta.

Plinius puolestaan, miniumista puheen ollen, sanoo (XXXIII, 7), että ”hopeakaivoksissa” – ja tässä hän puhuu ”elävästä hopeasta” (elohopeasta) – ”löydettiin myös minium, joka nauttii nykyään suurta arvostusta värien joukossa, ja joka roomalaisten piirissä ei ollut ainoastaan arvostettu, vaan myös pyhä” (lat.), minkä Teofrastus meille juonitteli muotoon, jonka mukaan miniumin löysi ateenalainen Callas, yhdeksänkymmentä vuotta ennen kuin Praksiboulokset tuli ateenalaisten valtias (aika, joka vastaa Rooman vuotta 349)” (lat.) ja joka, ja tässä yhä ammennan Teofrastuksen tiedoista, ”periaatteessa toivoi voivansa saada talteen kultaa hiekan kätkemistä hopeakaivoksista” (”elävän hopean” kaivoksista) (lat.) ja että ”sitä löydettiin sitten Espanjasta, mutta kovana ja hiekkaisena, ja sitä oli Kolkhoksen liepeillä, luoksepääsemättömällä kalliolla, mistä sitä saatiin talteen louhimalla sitä nuolien avulla, mutta se oli epäpuhdasta, koska parempaa saatiin Efesoksen Cilbiosta” (lat.) ja, toistaen sen, mitä Teofrastus ja Vitruvius ovat jo sanoneet, mainitsee sen ominaisuudet ja kuvailee sen työstöprosessia: ”areenalla” – nimittäin ”luonnonmineraalilla” – ”on helakanpunainen väri, se murskataan, sitten pestään talteen saatu jauhe, ja pestään myös jäämää” (lat.). ”Työskentelyssä on eroja, koska jotkut ottavat talteen miniumin ensimmäisestä pesusta, kun taas toiset pesevät sen uudelleen useampaan kertaan, ja paras on toisesta pesusta saatu tuote.” (lat.) ja juuri tässä Plinius on lopultakin kertonut meille jotakin uutta tuotteen valmistuksesta, nimittäin sen, että ”paras minio oli se, jota saatiin toisesta pesusta.” – Plinius (yhä XXXIII, 7) lisää, että ”Giuba kertoo meille tiedon, jonka mukaan minium on peräisin Carmaniasta, ja Timagenes, että se tulee Etiopiasta” (lat.), ”mutta se ei tule meille kummastakaan näistä paikoista, koska saamme sitä vain Espanjasta.” (lat.) ja tässä varmistan, lopultakin, että Pliniuksen aikana kaikki sinooperi tuli Espanjasta. ”Kuuluisin on Sisaponen seudulta Beticasta, kaivoksista, jotka olivat osa Rooman kansalaisten osuuksista, eikä ole mitään, mitä olisi säilytetty suuremmalla huolella.” (lat.). Heillä ei ole oikeutta puhdistaa ja kypsentää sitä. Se kuljetetaan Roomaan, markkinoille” – nimittäin luonnontilassa olevana mineraalina – ”sinetöitynä, noin kymmenentuhannen paunan määrinä vuodessa. Se sitä vastoin pestään Roomassa...” (lat.) ja hän jatkaa kertoen sen hinnan (katso s. 147) ja vääräntämiset (katso s. 115).

Plinius lisää: ”ei pidä ihmetellä tämän värin arvovaltaa. Todellakin, tätä punaista maalajia pidettiin arvossa Troiassa, Homeroksen todistuksen mukaan, joka huomauttaa, että sitä käytettiin laivoissa” – laivojen maalaamiseen – ”hän, joka puhuu jokseenkin harvoin maalauksesta ja muista väreistä.” (lat.). Mutta tässä esiintyy tietty termejä koskeva sekaannus; Plinius antaa todellakin termin ”punainen” aiheettomasti miniumille, ulottaen nimityksen ”punainen maa” (okra) normaalin merkityksen, väljästi ottaen, koskemaan ”punaista väriä.” Homeros sitä vastoin viittaa itse okran punaiseen sanoessaan, että sitä käytettiin laivojen maalaamiseen (miniumia ei koskaan käytetty, eikä olisi voitukaan käyttää sellaiseen tarkoitukseen). Mutta Plinius haluaa puhua itse miniumista, koska hän jatkaa esitelmäänsä sanoen, että ”kreikkalaiset kutsuvat sitä miltokseksi, ja joku kutsuu miniumia cinnabarikseksi, mikä on johtanut erehdyksiin, joiden mukaan se on sotkettu intialaiseen cinnabarikseen” (lat.) (katso s. 90) (2) (lat.) ja tässä Plinius on langennut toiseen erheeseen, koska kreikkalaisten ”miltos” koostui okran punaisesta eikä miniumista (Teofrastus).

Plinius puhuu sitten ”sekundäärisestä miniumista”, jota saatiin talteen lähes kaikista hopea- ja lyijykaivoksista (siis mineraaleista, jotka eroavat niistä, joista saadaan elohopeaa) tuoden esiin, että ”näillä täysin lyijyvapailla mineraaleilla ei ole oikeaa väriä (punaista) ”jos niitä ei kypsennetä uuneissa ja sitten murskata jauheeksi” (lat.), ja on ilmeistä, että tämä ”toista lajia edustava minio” on ”lyijyminio” (lyijyn oksidi, Pb₃O₄, siis se, mitä nykyään kutsumme ”minioksi”) eikä todellinen minium (sinooperi, elohopeasulfidi).

2) VÄRIT NO. 82/...

näyttäytyvät muodoltaan amorfisina kappaleina ja jauheina, enemmän tai vähemmän rasvaisina kosketettaessa (ne tahraavat kädet ja paperin), sävyltään tummina (tumman ruskean punaisina), kirkkaina (kirkkaan punaisen ruskeina), vaihdellen läpi koko välillä olevan sävyvalikoiman ja päätyen lopulta kirkkaaseen punaisen-roosaan.

Heijastetussa valossa suoritettua mikroskooppitutkimuksessa näkyy kiviaineksen kaltaisia, kiteisiä punaisia massoja, joissa on mukana kiteisiä ulkonäöltään samanlaisia valkoisia massoja, ja värittömiä kiteitä.

Kemiallisessa analyysissä paljastavat kaikki saman koostumuksen, josta näkyy seuraavien aineiden läsnäolo: rauta (Fe⁺⁺⁺), piidioksidi (SiO₂), alumiini (Al⁺⁺⁺), kalsium (Ca⁺⁺), ja karbonaatti (CO₂⁻) kalsiumkarbonaatin (CaCO₃) muodossa, magnesium (Mg⁺⁺), sekä erilaisia epäpuhtauksia (sulfaatteja, karbonaatteja, mangaani, jne.).

Röntgensäteiden diffraktiota hyväksikäyttämällä suoritettu spektrografinen tutkimus osoittaa raudan, piin, magnesiumin, kalsiumin, alumiinin, lyijyn, kuparijäämien, arseenin, antimonin ja mangaanin läsnäolon.

Kalsinoitaessa ilmassa värit ruskettuvat voimakkaasti (mustuminen) ja palautuvat jäädytettäessä punaiseksi.

Analyysitulokset paljastavat, että kaikissa näissä punaisissa on vallitsevana komponenttina rauta oksidimuodossa, Fe₂O₃, nimittäin kaikki listatut yllämainitut värit ovat ”rautapohjaisia punaisia”.

Rautaan pohjautuvat värit koostuvat suuresta määrästä tuotteita, jotka ovat joko luonnossa esiintyviä tai keinotekoisia, ja joiden pääasiallisena yhteisenä komponenttina on rautaoksidi, sekä hydroksidimuodossa, rautahydroksidina Fe(OH)₃, että anhydridimuodossa, seskvioksidina Fe₂O₃, ja jotka ovat väriltään keltaisia, mikäli rauta on hydraattimuodossa (limoniitti, okran keltaisia) (katso s. 93) ja punaisia, jos rauta on anhydridimuodossa.

Rautaoksidien yhteinen komponentti on ”hematiitti”, joka koostuu pääasiassa raudan seskvioksidista, Fe₂O₃, ja erilaisista epäpuhtauksista, jotka muodostuvat lähinnä kvartsimuodossa olevasta piidioksidista sekä savesta (alumiinisilikaatti-hydraatti sekoittuneena muihin aineisiin, kuten piidioksiidiin, eri silikaatteihin, kalsiumiin, magnesiumiin rautaan jne.): kun näiden epäpuhtauksien määrä kasvaa, meillä on erilaisia ”raudan oksideja”, enemmän tai vähemmän puhtaita, ja lopulta ”okria”. Punaokria löytyy harvemmin ja paljon pienempinä määrinä luonnossa kuin okran keltaisia, joista saadaan valmisteita yleisesti kalsinoimalla (voimakkaalla kuumennuksella ilmassa): rautahydroksidia Fe(OH)₃, joka muuttaa väriään okrankeltaiseksi, dehydratoituu (menettää vettä), muuttuen punaiseksi raudan seskvioksidiksi Fe₂O₃, ja sen seurauksena johtaa punaisten okravärien muodostumiseen.

Näitä raudan oksidiin perustuvia punaisia on käytetty aina kaukaisista antiikin ajoista lähtien: yhdessä keltaisten (okrien) ja hiilimustan kanssa ne ovat varmasti ensimmäiset ihmisen käyttämät värit esihistoriasta alkaen. Vanhalla ajalla niitä kutsuttiin yhteisellä geneerisellä nimellä ”rubricae” (”punaiset maat”).

Teofrastus (), mainittuaan värit, joita löydetään kulta-, hopea- ja kuparikaivoksista (orpimento (arseenisulfidi), realgar (arseenisulfidi), hydrattu kuparisilikaatti, asuuriceruleo jne.) ja puhuttuaan okrista yleensä ja keltaisista okrista erityisesti (katso s. 94) sanoo, että ”on olemassa sitä paitsi erilaisia punaokria, joita maalarit voivat käyttää”; että ”näyttää siltä, että paras punaokra tulee Keokselta”; että ”sitä on olemassa erilaisina variaatioina, joista yksi tulee rautakaivoksista, koska myös nämä kaivokset sisältävät punaokria”; että on myös olemassa Lemnoksen tyyppi, jota kutsutaan Sinopicaksi”; että ”tämä viimeksi mainittu on todellisuudessa Kappadokian punaokra”; että ”on olemassa kolme näistä kaivoksista saatavaa variaatiota okranpunaisesta, yksi hyvin punainen, yksi kirkkaan värinen ja yksi näiden kahden välimuoto”.

Vitruvius (VII, 7), puhuttuaan okrankeltaisista (katso s. 94) sanoo, että ”samoin punaokria” (”rubricae”) ”saadaan runsaasti eri paikoista” (lat.) mutta että ”harvalukuisia ovat todella hyvät, kuten Sinopessa, Pontoksessa, Egyptissä, Espanjassa, Baleaareilla, ja myös, ei vähemmän, Lemnoksessa, jonka senaatti ja Rooman kansalaiset myönsivät ateenalaisille oikeuden hyödyntää tämän saaren tuotantoa.” (lat.).

Plinius (XXXV, 6) mainitsee ennenkaikkea ”sinopiksen” huomauttaen, että ”sitä löydettiin ensimmäisen kerran Pontoksesta, Sinopen kaupungista, mistä johtui sen nimi” (lat.), että ”sitä löytyy Egyptistä, Baleaareilta, Afrikasta, mutta parasta on se, jota saadaan Lemnoksen luolista ja Kappadokiasta” (lat.) – ja tässä, lyhyesti, ei tarvitse kuin kerrata Vitruviuksen jo sanoma – että ”parasta on se, joka on kiinnittyneenä kalliioihin” (lat.), että ”maalajin sisällä näyttäytyy sen väri” – punainen – ”kun taas ulkopuolella se on tahraista” (lat.) ja että ”tätä antiikin ajan ihmiset käyttivät.” (lat.).

Plinius jatkaa sanoen, että ”jotkut ovat halunneet tunnistaa tässä laadultaan toisen luokan punaisen maalajin, koska antavat voiton palmun Lemnoksen tuotteelle” (lat.) ja korostan, että Plinius haluaa tässä yleistää sanoessaan, että yllä mainittuja punaisia maalajeja voidaan pitää laadultaan toisarvoisina, koska laadultaan paras on Lemnoksen tuote. Ja hän jatkaa sen ylistämistä sanoen, että ”eloisalta väriltään se on hyvin samankaltainen kuin minium, ja antiikin ihmiset pitivät sitä korkeassa arvossa, samoin kuin saarta, josta sitä saadaan (lat.). ”Sitä ei myyty kuin sinetöitynä” – ja Dioskorideen mukaan (V, 63) sinetti edusti vuolta – ”mistä syystä sitä kutsuttiin ”symboliksi” (lat.) – sphragis = merkki, sinetti, symboli. ”Sitä käytetään maalauksessa antamaan pohja miniumille (katso s.36) ”ja sitä käytetään myös somistamaan sitä (lat.) (katso s. 115) (3).

Plinius (XXXV, 6) huomauttaa vielä, että ”muiden punaisten maalajien joukossa hyvin paljon käytettyjä olivat egyptiläinen ja afrikkalainen, koska ne imeytyivät voimakkaasti maalauksiin” (lat.). Tämä ”imeytyminen” on yhteydessä siihen seikkaan, että okrat sisälsivät enemmän tai vähemmän savea, jonka ansioksi luetaan sen kyky imeytyä ja kiin-

nittyä maalaukseen. Ilmeisesti okrat, jotka sisälsivät runsaasti savimaisia tuotteita, olivat parhaita tästä näkökulmasta. Koska Plinius viittaa tähän seikkaan tämän tyyppisillä otsikoilla (Egyptiläinen ja Afrikkalainen), ja koska yleensä kaikilla ”todellisilla okrilla” on tämä kyky imeytyä ja kiinnittyä, huomautan, että tämä vahvistaa sen, mitä olen edellä perustellut ja selittänyt, ja siis että nimen ”rubricae” alle menee kaupallisesti lukemattomia eri tuotteita, jotka koostuvat ei ainoastaan todellisista ja oikeista okrista, vaan myös enemmän tai vähemmän puhtaista raudan oksideista. Tämän vakuutuksen vahvistavat myös analyysieni tulokset: tutkittujen punaisten joukossa on todellakin joitakin, jotka ovat vain vähän liukoisia happoihin (todellisia okria), kun taas on olemassa toisia, raudan oksideista koostuvia, ja jotka sisältävät pieniä määriä piidioksidia ja savea, jotka liukenevat paljon paremmin happoihin. Plinius todella selittää (kuten jo Teofrastus on tehnyt), että ”rubricaa löytyy myös rautakaivoksista” (lat.). Samassa kirjassa (XXXV, 7) Plinius huomauttaa myös, että Pontoksen sinooperi ”on yksi neljästä väristä, joilla Apelles ja muut antiikin maalarit maalasivat kuolemattomia mestaritoita” (lat.) – mestaritoita, joita hän kutsui ”kuolemattomiksi”, mutta jotka kuitenkin on kadotettu lopullisesti, eikä niistä ole jäänyt jäljelle mitään, ellei sitten vanhoissa teksteissä.

Kaikki kertomani koskee luonnossa esiintyviä punaisia maita (rubricae).

Mitä sitä vastoin tulee keinotekoisesti, keltaista okraa kalsinoimalla valmistettuun okranpunaiseen, Teofrastus huomauttaa, että ”punaokraa valmistetaan myös polttamalla keltaokraa, mutta että tämä on laadultaan ala-arvoista, ja löytö Kydiaksesta, koska, sen mukaan, mitä kerrrotaan, se huomattiin, kun eräs majatalo paloi ja todettiin, että keltaokraa oli puoliksi palanut, ja siitä oli tullut väriltään punaista”. Löytö, jonka mukaan punaokraa voidaan valmistaa keltaisesta kalsinoimalla, on siis ollut puhtaasti satunnainen havainto, ja seuraus samanlaisesta palosta, niin ikään satunnaisesta, jossa paloi cerussa ustaa (lyijyoksidia), kun cerussaa (valkoista) kalsinoitui (katso s. 90).

Teofrastus kuvailee seuraavalla tavalla punaokran valmistusta: ”uusiat saviruukkuja peitetään savella ja pistetään uuneihin; kun ruukut muuttuvat punaisiksi lämmön vaikutuksesta, kuumenee keltaokra, ja vähitellen, kun ne yhä kuumenevat, okran väri muuttuu yhä tummemmaksi ja samanlaiseksi, kuin hehkuva puuhiili. Sen alkuperä on siitä todisteena: koska näyttää siltä, että nämä aineet muuttuvat lämmön vaikutuksesta, on oikeutettua ajatella, että tässä prosessissa muodostuva punaokra on samaa kuin se, jota luonnossa esiintyy, tai sen kanssa hyvin samankaltaista. ”Tämän prosessin ansiosta huomautan: 1) että Teofrastus oli nähnyt oikeaksi (hänen itsensä havainto), että punaokran keinotekoinen valmistaminen jäljittelee pienessä mittakaavassa sitä, mitä luonnossa tapahtuu; 2) että tämä sanoo, että ruukkujen täytyy olla ”uusiat”, mikä täytyy suhteuttaa siihen seikkaan, että ilmeisesti ruukkujen täytyy voimakkaasti lämmön vaikutuksesta pian särkyä, mikä aiheuttaa hävikkiä, siis ”uusi ruukku” vähensi sellaisten hävikkien todennäköisyyttä; 3) että tämä selittää sen, että ”ruukut peitetään savella”; huomautan, että näin tehtiin, lämmön leviämisen estämiseksi, tarkoituksena suosia itse ruukkujen sisältämän punaisen kuumenemistä, nimittäin jotta tapahtuisi keltaokran kalsinoituminen ja muuntuminen mahdollisimman täydellisesti punaokraksi.

Vitruvius ei vihjaa punaokran keinotekoiseen valmistamiseen, kun taas Plinius (XXXV, 6) huomauttaa, että ”punaokraa valmistetaan polttamalla keltaista uusissa ja hyvin pestyissä ruukuissa” (lat.) – ja selvittää hyvin, että kyse on ”poltetusta okranpunaisesta” (lat.) – ja lisää, että ”mitä voimakkaammin se poltetaan uuneissa, sitä parempaa se on” (lat.).

Huomattakoon, että Vitruvius ei koskaan käytä nimitystä ”okra” tarkoittamaan punaista, jota hän kutsuu yleensä nimellä ”rubrica” (punainen maa), kun taas hän sanoo, että kreikkalaiset kutsuvat ”okraa” sileksi (keltaiseksi) ja että Plinius mainitsee ”sinooperin” (ja erityisesti Pontoksen sinooperin) ja ”rubrican” muut variaatiot käyttäen termiä ”okra” ainoastaan viitattaessaan kalsinoimalla valmistettuun tuotteeseen (kalsinoituun okraan).

Sinooperin sovelluksista Plinius (XXX, 6) mainitsee seuraavien tuotteiden valmistuksen: ”leucophorumin”, ”gluteenin, jota käytettiin kullan kiinnittämiseen puuhun” – nimittäin puun ”kultaukseen” – ”jota saatiin sekoittamalla kuusi paunaa Pontoksen sinooperaa, kymmenen paunaa kiiltävää Gallian sileä ja kaksi paunaa kreikkalaisten Melinoa, ja jauhamalla kaikkea kahdentoista päivän ajan (lat.).

Pompejin punaiset värit, jotka vastaavat tutkimiani näytteitä no. 82....., osoittautuvat kaikki koostuvan antiikin punaisista väreistä, joita kutsuttiin nimellä ”rubriacae” (rautapohjaisia värejä: punaokria, raudan oksideja). Näistä näytteistä no:t 113... vastaavat tämän tyyppistä punaokraa, joka tunnetaan nimellä ”Pozzuolin maa”.

”Punaisia” sekoitettiin myös lyijyn oksidien (minio, Pb3O4) kanssa tarkoituksena vahvistaa niiden väriä, ottamalla talteen näitä tuotteita, joista käytettiin nimeä ”sandyx” ja ”syricum”. Plinius todellakin (XXXV, 6) sanoo, että ”jos sandaracaa paahdetaan saman määrän rubricaa kanssa, saadaan sandyx’ia” (lat.) ”jonka hinta paunalta on puolet sandaracan hinnasta” (lat.) (katso s. 147, jolla olen verrannut vastaavien antiikin aikaisten värien hintoja) ja että ”ei ole olemassa muita arvokkaampia värejä” (lat.). Huomautan ilmeisenä, että kun sanon ”sandara”, Plinius viittaa ”keinotekoiseen sandaracaan”, nimittäin ”cerussa ustaan” (lyijyoksidin): on todellakin on jätettävä pois luonnossa esiintyvä sandaraca (realgar, arseenisulfidi), koska tämä hajooa paahdettaessa (4) ja sandyx, kuten Plinius on maininnut, valmistetaan juuri paahdamalla. Plinius sitä paitsi on sanonut, että ”se muodostaa painoarvoltaan tärkeän värin”, ja tämä vakuuttaa, että kyse on todella lyijyoksidista. Siksi ”sandyx” koostui cerussa ustan” (lyijyoksidin) ja rubrican (punaisen maan) seoksesta.

Tällä sekoitteella on kaksi etua: ensiksikin se, että voidaan saada tuote, jonka hinta oli vain puolet cerussa ustan hinnasta (rubrica maksoi paljon vähemmän kuin cerussa usta ja todellakin sitä käytettiin tämän väärentämiseen) (katso s. 90); toiseksi se, että kyettiin ”vahvistamaan” punaisen maan väriä, lisäämällä tähän väriltään syvempää ja varmasti homogeenisempaa cerussa ustaa.

”Syricum” oli toinen sekoitepunainen, jota valmistettiin Pliniuksen mukaan (XXXV, 6) ”sekoittamalla sinooperia sandyxiin, ja sitä käytettiin miniumin pohjaväriin” (lat.) ja myös värentämään miniumia (XXXIII, 7) (lat.). Koska sandyx on punaisen maan ja lyijyoksidin sekoite (rubrica + keinotekoinen sandaraca) ja myös sinooperi on punainen maalaji (okra), itse asiassa punaokran paras laatu, tarvitsee ottaa huomioon kaksi mahdollisuutta: 1) että sandyxeihin, jotka jo sisälsivät punaokraa, lisättiin myös sinooperia parantamaan sen ulkonäköä ja laatua (ja tässä tapauksessa: syricum = keinotekoinen sandaraca + rubrica + sinooperi); 2) tai, koska nimi ”sandyx” annettiin joskus myös lyijyoksidille (keinotekoiselle sandaracalle) – kuten Dioskorides on huomauttanut (V, 53) – syricum oli tämä punaokran ja lyijyoksidin sekoitus, joka, kuten punaokra, sisälsi sen parempaa laatua (sinooperia) ja siis oli itse asiassa puhtaampi ja arvokkaampi sandyx (ja tässä tapauksessa: syricum = keinotekoinen sandaraca + sinooperi) (5).

Huomautan, että pompejinpunaiset, jotka vastaavat tutkimiani näyttenumeroita 74 ja 17, ja jotka kemiallisessa ja spektrografisessa tutkimuksessa ovat osoittaneet läsnä olevan merkittäviä määriä lyijyä, koostuvat ”sandyxista” ja/tai ”syricumista”.

3) VÄRIT NO. 105/...

näyttävät väriltään punertavina tai punaruskeina, kiviaineksen kaltaisina tai maamaisina, amorfisina palasina, joita joutui onnettomuuksiin ja jotka kemiallisten analyysien perusteella sisältävät rautaa (Fe+++), ja jotka näyttävät koostuvan etupäässä ”hematiitista”.

Olen edellä maininnut, että ”hematiitti” (raudan seskvioksidi, Fe₂O₃, on kaikkien rautaan ja muihin aineisiin (piidioksiidiin, saveen, kalsiumkarbonaattiin jne.) pohjautuvien, punaisten väriaineiden pääkomponentti. Mutta hematiittia löytyy myös vapaana luonnossa, kiteytyneenä, ja se muodostaa yhden eniten rautaa sisältävistä mineraaleista. Koska se on yksi tulivuorien päästöjen pääkomponenteista, on ilmeistä, että Pompejissa täytyi olla paikallista tuotantoa, jota saatiin talteen Vesuviuksesta peräisin olevista vulkaanisista laavoista.

Tutkimani, näytteitä no. 105... vastaavat punaiset värit kuuluvat siis ”punaisten rautapohjaisten”värien ryhmään (”rubricae”), joista edellisissä kappaleissa.

Plinius (XXXVI, 20) selittää, että ”hematiittia löytyy kaivoksista, ja palaneena se muistuttaa sinooperin väriä” (lat.); että ”Sotacus, yksi vanhimpien aikojen takaisista kirjoittajista, mainitsee viisi hematiittityyppiä” (lat.) ja kuvaa niitä sitten (tiedämme todellakin nyt, että hematiitti esiintyy luonnossa rakenteeltaan eri muodoissa: ”oligistona”, ”keinotelurautana”, micaoligistona”, ja ”micahematiittina” tai kompaktina hematiittina” tai ”verihematiittina”, ”kuituisena hematiittina”, ”öljyisenä hematiittina”, ”maamaisena hematiittina” joka johtaa okriin jne.). Plinius kuvaa näitä erilaisia hematiitteja, joista yksi ”on väriltään punaisen verinen” (lat.).

Pliniuksen kuvaukset koskevat ennen kaikkea hematiitin ja sen eri muotojen käyttöä lääketieteessä: hän todellakin kuvaa sen käytön sen kaikkien muotojen osalta farmaseuttiseen tarkoitukseen mitä monipuolisimmin, sekä näiden erilaiset muut käyttötarkoitukset.

Dioskorides (V, 90) kuvaa hematiittia ja sen eri muunnoksia, mutta luonnollisesti vain sen käyttöä lääketieteessä.

Teofrastus () mainitsee ”Haimatitoksen” ja mainitsee, että ”se on väriltään tumma, ja sopusoinnussa nimensä kanssa, ja näyttää olevan tehty saostuneesta ja kuivasta verestä”. Mutta näyttää siltä, että aimatit, josta Teofrastus puhuu, viittaisi ennemminkin jalokiveen, josta puhuu myös Plinius (XXXVII, 10) ja että siksi täytyi olla kyse ”kvartsipunaisesta” (6).

4) VÄRIT NO. 63/,,.

näyttävät väriltään osittain keltaisen peittäminä eloisan punaisina, kovina, kiviaineksen kaltaisina, tiheinä palasina, jotka jauhettuna antavat lämpimän sävyisen punaoranssin värisen jauheen.

Kemiallisten analyysien tulos on, että: hehkuttamalla ilmassa se höyrystyy kokonaan, ja kuumennettaessa lasisessa koeputkessa johtaa punaruskean sublimaatin muodostumiseen, jonka haju on ominainen valkosipulille ja joka jäädytettäessä muuttuu kellanpunaiseksi, mikä on merkinä arseenisulfidimuodossa olevan arseenin (As+++), läsnäolosta, minkä useat märkäanalyysin tulokset osoittavat.

Nämä värit osoittautuvat kuitenkin koostuvan ”realgarista” (arsenidisulfidista As₂S₂ tai ”arsenipunaisesta”), jota antiikin aikana kutsuttiin ”sandaracaksi” (tai nimellä ”sandaracha”) ja jotka osoittautuivat osittain olevan ulkopinnaltaan ”orpimenton” (arsenitrisulfidin, As₂S₃, tai ”arsenikeltaisen) peitossa, jota antiikin aikoina kutsuttiin nimellä ”kultapigmenti”. Nämä molemmat värit ovat luonnonmineraaleja, kemialliselta koostumukseltaan analogisia (arsenisulfideja), joita löytyy usein toisiinsa liittyneinä kerrostumisissaan. Realgar on melko laajalle levinnyt luonnossa, mutta harvoin suurina määrinä, koska se pyrkii muuttumaan orpimentoksi, joka on muodoltaan pysyvämpi, ja jota löytyy luonnossa melko huomattavia määriä (katso s. 96).

Teofrastus () mainitsee ”arseniconin” (orpimenton) ja ”sandarakan” (realgarin), ”niiden joukossa mineraaleja, jotka ovat jauhemaisia” ja ”niiden joukossa mineraaleja, joita löytyy kuparikaivoksissa”, mutta ei kuvaile niiden ominaisuuksia eikä anna muita niitä koskevia hyödyllisiä tietoja. Vitruvius (VII, 7), kuvaten luonnonvärejä, ja puhuttuaan orpimentosta, sanoo, että ”sandaracaa löytyy puhtaana eri paikoista, mutta parasta Pontoksesta läheltä Hispaniavirtaa” (lat.) (7), mutta ei lisää muita tietoja.

Plinius (XXXV, 6) sanoo, että ”Juba välittää meille sen tiedon, että sandaracha ja okra ovat Punaisen meren Topasosaaren tuotteita” (lat.) ja lisää, että ”nykyään sitä tuodaan meille tältä saarelta (lat.) ja että (XXXIV, 18) ” ”sitä löytyy myös kulta- ja hopeakaivoksista” (lat.). Sen ominaisuuksista puhuessaan Plinius sanoo (XXXV, 6), että ”se lienee

värltään hehkuvaa” (lat.) – oikeutettu huomio, koska, kuten olen sanonut, realgarilla on sävyltään kauniin punainen väri – ja että ”sitä parempaa se on, mitä punaisempaa ja pahempaa hajultaan ja mitä puhtaampaa ja hauraampaa se on” (lat.). Koska se on kiinteä mineraali, realgar ei tuoksu miltään: Plinius viitanee kuitenkin pahaan valkosipulin hajuun (tyypilliseen ”arsenimaiseen”), jota pääsee ilmaan, kun sitä hehkutetaan. Ja se, että on kyse arseeniyhdisteestä, oli hyvin käsitettävissä: hän todella sanoo, että ”arsenicum” – orpimento – ”oli tehty samasta materiaalista” – sandaracasta (lat.). Plinius kertoo sitä paitsi (XXXV; 6), että sandaraca maksoi viisi assea paunalta” (lat.) ja että ”se vanheni cerussa ustan kanssa” (lat.).

Nimitystä ”sandaraca” (tai ”sandaracha”) on käytetty joko merkitsemään tuotteen tulemista suoraan luonnosta tai sen keinotekoisista alkuperää sen koostuessa ”cerussa ustasta” (lyijyoksidista) (katso yllä) ja sitä on silloin tällöin käytetty myös muihin aineisiin. Esimerkiksi Plinius (XI, 7) puhuessaan mehiläisistä sanoo, että ”sitä paitsi mehiläiset keräävät erithacea, jota jotkut kutsuvat sandaracaksi” (lat.) ja että ”siitä tulee mehiläisten ravintoa niiden työskennellessä” (lat.) ja että se siis muodostaa täysin erilaisen luonnontuotteen (orgaanisen) ja että sillä ei ole mitään tekemistä luonnosta saatavan tai keinotekoisien sandaracacien kanssa.

Vitruvius piti ”cerussa ustaa” ”keinotekoisena sandaracana”. Hän tosiaankin (VII, 12), puhuttuaan cerussasta, sanoo, että ”cerussasta tulee sen kypsyessä uunissa ja muutettua väriään liekissä sandaracaa” (lat.), että ”tämä todella opetti ihmisiä satunnaisen tulipalon varalta” (lat.) ja että ”tällä tavoin saatu sandaraca sopi paremmin käyttöön, kuin sellainen, jota saatiin kaivoksista” (lat.). Vitruvius piti siis cerussa ustaa ”keinotekoisena sandaracana” viitaten ehkä siihen, että sillä oli sama koostumus kuin luonnontuotteella. Lyijypunaisella (cerussa ustalla) on tosiaankin oranssi sävy, joka muistuttaa paljon realgarin (sandaracacien) sävyä. Niiden kemiallinen koostumus on kuitenkin täysin erilainen: ”cerussa usta” on suolamuotoinen lyijyoksidi (Pb_3O_4), ja sitä saadaan kalsinoimalla ”cerussaa” (valkoinen, emäksinen lyijykarbonaatti, $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$), kun taas ”sandaraca” (realgar) on, kuten jo olen sanonut, luonnonmineraali, joka koostuu arseenisulfidista (As_2S_2).

Plinius (XXXV, 6) mainitsee, että ”ustaa löydettiin sattumalta Pireuksen tulipalon yhteydessä, kun siellä paloi cerussaa ruukuissa” (lat.), että ”ensimmäinen sitä hyväkseen käyttänyt oli maalari Nikias ((lat.), että ”parasta on aasialainen, jota kutsutaan purppuraksi” (lat.), että sen hinta on seitsemän denaaria paunalta (lat.) ja että ”ilman cerussa ustaa ei saada umbraa maalaukseen (lat.).

Sekä Vitruvius että Plinius puhuvat ”ustasta”, jota valmistettiin kypsentämällä sileä (keltaokraa) ja sammuttamalla se sen jälkeen etikassa. Vitruvius todellakin (VII, 11) sanoo, että ”usta, joka on käyttökelpoista laastien valmistuksessa, valmistetaan näin: hyvää silemineraalia kuumennetaan, kunnes se hehkuu, ja sammutetaan sitten etikassa, jolloin siitä tulee purppuran väristä (lat.), ja Plinius vuorostaan (XXXV, 6) sanoo, että ”ustaa valmistetaan myös Roomassa polttamalla marmorimaista sileä ja sammuttamalla se etikassa” (lat.). koska sileä on vesipitoisen rautahydroksidin värjäämää keltaokraa, ja joka kalsinoitaessa dehydratoituu, muuttuen vedettömän rautaoksidin värjäämäksi punaokraksi, (katso s. 83), on ilmeistä, että näin saatu usta ei ollut muuta kuin punaokraa. Sen etikkakäsittely sai sen värin muuttamaan eloiseksi poistamalla epäpuhtaudet.

Siksi antiikin aikana ”ustaa” oli kahden tyyppistä: yksi, yleisempi, joka koostui lyijyoksidista (”cerussa usta” tai ”keinotekoinen sandaraca”) ja jota saatiin kalsinoimalla cerussaa (emäksistä lyijykarbonaattia) ja toinen, kokonaan erilainen, jota saatiin kalsinoimalla sileä (keltaokraa) ja joka siis oli muodostunut rautaoksidin värjäämästä punaokraksta, ja joka siis kuuluu ryhmään ”rubricae”.

Vielä yksi antiikin väriaine, josta olen siellä täällä sattumalta puhunut, oli ”cinnabaris” (”cinnabaris indicus”), jota edusti luonnontuote, jota nykyään kutsumme nimellä ”lohikäärmeen veri”, ja joka osoittautuu koostuvan Calamus Draco W.- nimisen hedelmien mehusta peräisin olevasta ja muista saman lajin palmuihin kuuluvista kasveista saatavasta hartsista. Antiikin aikana sitä pidettiin sitä vastoin alkuperältään eläinkunnasta tulevana, pitäen sen alkuperää aika lailla mielikuvituksellisena. Plinius tosiaankin (XXXV, 7), huomauttaessaan, että ”Intia” – muiden tuotteiden ohessa – ”antaa meille ’veren’- verisen sekoituksen (8) – ”joka on peräisin lohikäärmeistä ja elefanteista” (lat.), mainitsee cinnabariksen puhdasta mielikuvitusta olevasta alkuperästä, sanoen (XXXIII, 7), että ”näin he nimittävät elefantin painollaan murskaaman lohikäärmeen eritettä, joka on sekoitettu sen murskanneen elefantin omaan vereen” (lat.) – mistä on sitten johdettu nimi ”lohikäärmeen veri” – ja Plinius, tekstinsä aikana (VIII, 11, 12) aika lailla pitkävetaisesti kuvaa, niin kuin tapaus olisi sattunut hänen silmiensä edessä, elefantin ja käärmeen kuolettavaa kaksinkamppailua. Sen käytöstä puhuessaan hän selittää (XXXIII, 7), että ”ei ole olemassa toista maaliväriä, joka kuvaisi paremmin veren väriä” (lat.) ja että (XXXV, 7) ”ei ole olemassa toista maalausta, joka olisi jalompi.” (lat.).

5) VÄRIT NO. 52/...

näyttävät väriltään tumman punaruskeina amorfisina palasina ja jauheina.

Kemiallisessa analyysissä ja röntgendiffraktiospektrografisessa tutkimuksessa ne näyttävät koostuvan etupäässä lyijystä (Pb^{++}), jonka lisäksi mukana on piidioksidi (SiO_2), kalsiumia (Ca^{++}), magnesiumia (Mg^{++}), alumiinia (Al^{+++}), karbonaatteja (CO_3^{--}) sekä jälkiä kuparista (Cu^{++}), hopeasta (Ag^+) ja mangaanista (Mn^{++}). Lyijyä löytyy etupäässä lyijyoksidina (PbO), joka on sen ilmassa tapahtuneen muuttumisen tuote.

Tutkitut värit ovat siksi ”lyijypohjaisia punaisia”, ja varsinaisesti ne koostuvat ”litargiriosta”.

”Litargirio´ta” (lyijyoksidi, PbO) löytyy harvoin luonnosta, mutta sitä saadaan runsaasti metallurgian sivutuotteena (erottamalla hopeaa hopeapitoisesta lyijystä).

Olen kyennyt yksilöllisesti osoittamaan, että yllä kuvaamani värit koostuvat litargiriosta; tämä tulos perustuu analyysiin, jonka mukaan läsnä on sen alkuperästä kertovia hopeajäämiä, ja olen kyennyt näyttämään (perusteilla, joista kerron tuonnempana), että litargirio (ja siten, tutkitut värit) voidaan tunnistaa ”hopeavaahdoksi”, josta Plinius puhuu.

Plinius sitä vastoin sanoo (XXXIII, 6), että ”samoissa kaivoksissa” – ja kyse on hopeapitoisista mineraaleista – ”valmistetaan sellaista, mitä kutsutaan hopeavaahdoksi (lat.) ja huomauttaa, että ”se esiintyy kolmena muotona: paras, jota kutsutaan krysiitiiniksi, toinen, argyriitiksi kutsuttu, ja kolmas, molybditiini (lat.), ja lisää, että ”usein näitä mineraaleja löytyy samoista mineraalikerroksista” (lat.) – ja on siis ilmeistä, että hän on tunnistanut ne ”väreiksi” (eikä halua viitattavan niiden vaihtelevaan väriin, puhtaasti ja yksinkertaisesti, koska sellaisessa tapauksessa, kuten olen aina sanonut, hän olisi kuvannut niiden ulkonäön ja värin).

Plinius siis kuvaa sen valmistusmenetelmän, ja juuri tämä kertomus on tehnyt minulle mahdolliseksi tunnistaa tuote ”litargirioksi”. Todellakin, hän sanoo, että ”aitä valmistetaan sulattamalla mineraali ja saamalla se virtaamaan ylemmästä astiasta alempaan; ottamalla se talteen tästä rautaisilla vaahtonkeräimillä ja tuomalla se liekkiin, jotta se tulisi kevyemmäksi.” (lat.) ja lisää, että ”kuten voidaan ymmärtää sen nimestä, se on sulatilassa olevaa materiaalin vaahtoa” (lat.) – mikä todellakin edustaa tapaa, jolla sulatilassa olevan materiaalin kuonasta saatiin talteen litargirio. Dioskorides (V, 52) kuvailee, paljon Pliniusta yksityiskohtaisemmin, litargiriota, sen muunnoksia, valmistusta, ja sitten, ilmeisesti, sen käyttöä farmaseuttisiin tarkoituksiin.

Tutkimiani näytteitä no. 52 ja 53 vastaavat värit osoittautuvat siksi koostuvan ”hopeavaahdosta” (litargiriosta).

Vetäen yhteen, antiikin ”punaiset” koostuivat seuraavista tuotteista:

- 1) luonnonmineraalit:
 - a) minium (sinooperi)
 - b) rubricae (okrat kaikkine muunnoksineen)
 - c) sandaraca (realgar)
- 2) luonnonaineista saadut orgaaniset aineet:
 - cinnabaris
- 3) keinotekoiset tuotteet:
 - a) rubricae (okrapunaiset, jotka on saatu kalsinoimalla okrankeltaisia)
 - b) cerussa usta (lyijyoksidi, keinotekoinen sandaraca)
 - c) sandyx (sekoite cerussa usta + rubrica)
 - d) syricum (sekoite sandyx + sinooperi)
 - e) hopeavaahto (litargirio)

Nämä kaikki värit olen löytänyt tutkituista näytteistä ja pompejilaisista maalauksista, poikkeuksena cinnabaris (taul. pylv. VIII).

Cinnabaris, joka on orgaaninen, kasviperäinen aine, hajoaa helposti: ei ole poissuljettua, että voisimme löytää sitä Pompejin löydöksistä, ja erityisesti niiden aineiden joukossa, joita ei ole yksilöity väreiksi.

Pompejista löydettyjen värien joukossa keltaiset (kuten punaiset), muodostavat lukuisten värien ryhmän, värien, jotka käsittävät laajan valikoiman eri sävyjä tumman keltaisesta kirkkaan ja hyvin kirkkaan keltaiseen, kellanruskeasta kellanpunertavaan, vihertävän keltaiseen, siirtyen eri välimuotojen kautta (Taul. pylv. VIII ja X).

Esiin ottamani ja tutkimani näytteet, jotka olen numeroinut ja merkinnyt vastaamaan Museo Nazionale di Napoliin (Na) ja Antiquarium e Depositi di Pompei'iin (P) talletettujen värien inventaarionumeroita, voidaan ryhmitellä näin:

1) VÄRIT NO. 87/...

näyttäytyvät palasina ja jauheina, jotka ovat väritään erisävyisiä keltaisia, tummankeltaisesta kirkkaan ja hyvin kirkkaan keltaiseen.

Heijastetussa valossa suoritettussa mikroskooppitutkimuksessa ne näyttäytyvät kiteisenä kiviaineksen kaltaisena massana, jossa on läsnä värittömiä tai valkeita kiteisiä massoja ja erivärisiä kiteitä.

Kemiallisessa analyysissä kaikki ilmentävät samaa yhteistä koostumusta, jonka komponentit osoittautuvat olevan rauta (Fe+++), piidioksidi (SiO₂, alumiini (Al+++), kalsium (Ca++) ja karbonaatit (CO₃-) kalsiumkarbonaatin (CaCO₃) muodossa, magnesiumium (Mg++) ja mangaani (Mn++) ja erilaisia muita epäpuhtauksia (sulfaatteja, karbonaatteja, silikaatteja jne.).

Rauta esiintyy pääasiassa oksidihydraattina (rautahydroksidina, Fe(OH)₃); kalsinoitaessa ilmassa se tummuu muuttuen ensin punaiseksi, sitten punaiseksi jäädytettäessä (keltaisen rautahydroksidin, Fe(OH)₃ dehydratoituessa, joka muuttuu punaiseksi raudan seskvioksidiksi, Fe₂O₃).

Analyytitulokset osoittavat, että tutkitut keltaiset koostuvat ”rautapohjaisista väreistä” ja ovat varsinaisesti ”keltaokria”.

”Keltaokrat” ovat rautahydroksidin värjämiä luonnontuotteita, rautahydroksidin, joka esiintyy pääasiassa ”limoniitina” (Fe(OH)₃), mukana myös piidioksidia, savea, jne. (kuten punaokrien pääkomponenttina on hematitti, katso s. 83).

Keltaokrat, kuten myös punaiset, ovat olleet tunnettuja ja käytössä kaukaisista antiikin ajoista saakka, ja kuuluvat varmasti ihmisen käyttämien vanhimpien väriaineiden ryhmään.

Teofrastus () huomauttaa, että ”okrat ovat maamaisia luonnonmineraaleja”, joita saadaan talteen kulta-, hopea-, ja kuparikaivoksista, ja, kun jotkut mineraalit ovat harvinaisempia, ja kun niitä löytyy vain pieninä määrinä, keltaokria löytyy suurina määrinä”, ja että ”keltaokra voi korvata orpimenton, koska niiden värit eivät poikkea toisistaan”. Hän huomauttaa lisäksi, että ”joissakin paikoissa on mineraaleja, jotka sisältävät sekä punaokria että keltaokria, kuten

esimerkiksi Kappadokiassa, mistä niitä löytyy suuria määriä ja että ”keltaokria kalsinoimalla voidaan saada punaokria”, kuvailen niiden valmistusmenetelmää (katso s. 85).

Vitruvius (VII, 7) aloittaa luonnonvärejä koskevan lukunsa mainitsemalla ennen kaikkea ”silen”, jota kutsutaan kreikaksi ”okraksi” (lat.), jota ”otetaan talteen monissa paikoissa, myös Italiassa, mutta missä ei esiinny parasta, attikalaista” (lat.), koska ”kaivosten omistajat Ateenassa käyttävät heidän palveluksiaan hopean kaivamiseen ja löytämiseen” (lat.) ja ”kun sieltä löytyy hyvä suoni” – okraa – ”sitä seurataan, ikään kuin se olisi hopeaa: ja näin antiikin ajan ihmiset käyttävät suuren määrän sileä rakennustensa koristeluun” – nimittäin seinämaalauksiin (lat.).

Plinius (XXXIII, 12) huomauttaa, että ”hopea- ja kultakaivoksissa paljastuu myös pigmenttejä, kuten sileä ja ceruleo’a” (lat.), että ”sile, oikeasti kyseessä on muta” (lat.) – nimittäin sellaisena se näyttäytyy – että ”paras on attikalainen, joka maksaa kaksi denaaria paunalta” (lat.) (s. 147), että ”toinen silen variaatio on marmorimainen, joka maksaa puolet attikalaisesta” ja ”jota käytetään laskutauluissa, koska sen sisältämä marmori kestää kalkin emäksisyyden” (katso s. 35), että ”sitä louhitaan vuoristoilla seuduilla, 20 mailin päässä Roomasta” ja että ”se murskataan, ja sillä käydään salakauppaa lähellä olevien väärentäjien kanssa” (katso s. 117) (lat.). ”Kolmas silen variaatio” – jatkaa Plinius – ”on Syyroksen saarelta saatava pressum, jota jotkut kutsuvat syyrialaiseksi” (I) (lat.), että ”on sen lisäksi olemassa Acalan sile, jota käytetään maalauksessa varjoihin” (katso s. 34) ja joka ”maksaa kaksi sestertiusta paunalta” (lat.) ja vielä ”sile, jota kutsutaan kiiltoaineeksi, joka tulee Galliasta, ja maksaa puolitoista sestertiusta ja jota, kuten attikalaista, käytetään maalauksessa tekemään tietyt kohdat kirkkaiksi” (lat.) - vastakohtana Akaian silelle, jota sen sijaan käytettiin varjoihin kohtiin.

Plinius kertoo lisäksi (XXXIII, 13), että ”Polignotos ja Micon olivat ensimmäiset, jotka maalasivat silellä, käyttäen kuitenkin vain attikalaista” (lat.) ja että ”seuraavaksi sitä käytettiin maalauksissa saamaan aikaan valoisia kohtia” – kirkkaita” – ”kun taas varjoihin” – ”tummiin kohtiin” – ”käytettiin syyrialaista ja lyydialaista” (lat.) (katso s. 34).

”Attikalainen sile” oli kauniin kullankeltainen väri, ja se muodosti tiettyä arvostusta nauttivan tuotteen: se soveltui siksi jäljiteltäväksi ja väärentämiseen (katso s. 116).

Näytteitä no. 87 ... vastaavat tutkimani keltaiset värit koostuvat kaikki ”keltaokrista”, joiden joukossa no:t 87... vastaavat ”Sil Atticumia” ja muut muita okran muunnoksia, joiden joukossa no:t 61, 90 vastaavat näitä okratyyppejä, joita nykyään kutsutaan ”ruskeiksi okriksi”.

2) VÄRI no. 102...

näyttäytyy väriltään tumman ruskean-kellahtavina amorfisina palasina ja jauheina, jotka kemiallisessa analyysissä näyttävät koostuvan pääasiassa rautaoksidista (Fe_2O_3) ja mangaanioksidista (MnO_2 , MnO), joiden seassa on piidioksidia (SiO_2), alumiinia (Al_2O_3) ja erilaisia epäpuhtauksia, ja siksi se osoittautuu koostuvan ”tummanruskeasta maasta”.

”Tummanruskea maa” on luonnontuote, joka koostuu erilaisista okran muunnoksista, jotka sisältävät suuren osuuden rautahydroksidia ja mangaanioksideja, ja jota käytetään sellaisenaan (luonnollinen tummanruskea maa) tai kuivattuna, lipeöinnin jälkeen (kuivattu tummanruskea maa) tai kalsinoituna (poltettu tummanruskea maa).

Analysoimani, näytettä no. 102 vastaava väri osoittautuu koostuvan ”poltetusta tummanruskeasta maasta”, joka antiikin aikana lienee kuulunut ryhmään ”okrat”.

3) VÄRIT no. 164/...

näyttäytyvät väriltään enemmän tai vähemmän tumman punertavan sävyisen ruskean-kellahtavina amorfisina palasina ja jauheina, jotka ovat joutuneet onnettomuuden kohteeksi ja jotka kemiallisessa analyysissä näyttävät koostuvan pääasiassa rautahydroksidin ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, limoniitin) ja raudan seskvioksidin (Fe_2O_3 , hematiitin) muodossa olevasta raudasta (Fe^{+++}), joiden mukana on erilaisia epäpuhtauksia.

”Limoniitti” ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) on kaikkien rautapohjaisten keltaisten (okrankeltaisten) värien pääkomponentti (kuten hematiitti, Fe_2O_3 , on kaikkien rautapohjaisten okranpunaisten ja punaisten värien pääkomponentti).

Limoniittia löytyy myös vapaana luonnossa. ja se esiintyy muiden rautapohjaisten mineraalien, kuten hematiitin, seurassa: se näyttää väriltään ruskeana, kuten hematiitti (katso s. 87), josta se eroaa kuitenkin, koska jauheena se on keltainen, kun taas hematiitti on punainen jauhe.

Plinius (XXXVI, 20) viittaa varmasti limoniittiin, kun hän puhuessaan hematiitin muunnoksista (katso s. 88) sanoo, että yksi niistä, pulverimainen, on ”jauhe, joka muistuttaa sahmia” (lat.) . Hän ei mainitse sen käyttöä väriaineena, mutta on ilmeistä, että limoniitti kuuluu ”keltaokrien” ryhmään.

Näytteitä no. 164...vastaavat värit näyttävät koostuvan erilaisista, rautaan perustuvista väreistä, jotka muodostuvat enemmän tai vähemmän limoniittia sisältävistä hematiiteista, ja jotka ovat sen seurauksena värejä, jotka kuuluvat siihen antiikin aikaisten tuotteiden ryhmään, jotka kaupallistettiin nimellä ”okrat” ja ”punaiset” (kuten sivulla 88 kuvaamani tuotteet).

4) VÄRIT no. 63/...

näyttävät koostuvan keltaisesta arseenisulfidista, ”auripigmentistä”, jonka mukana on punaista arseenisulfidia, ”sandaraca”, ja josta olen puhunut punaisten värien ohella (katso s. 89). ”Auripigmentti” (”orpimento”) ja ”sandaraca” (”realgar”) ovat luonnonmineraaleja, joita löytyy yhdessä esiintymistään, niiden molempien koostuessa arseenisulfideista.

Teofrastus () mainitsee ne molemmat ”jauheina saatavien mineraalien joukossa” erottaen ne ”maamaisista”, kuten okrat, ja ”hiekkamaisista”, kuten ceruleo (kyanos) ja chrysocolla.

Vitruvius (VII, 7) huomauttaa, että ”orpimento, jota kreikan kielessä kutsutaan nimellä ”arsenicon”, kaivetaan Pontoksessa (lat.), eikä mainitse muuta, jatkaen sitten puhumistaan sandaracasta.

Plinius (VII, 7), puhuttuaan sandaracasta, huomauttaa, että ”arsenico” – keltainen arseeni – ”on sama aine” – kuin sandaraca (lat.) – mikä osoittaa, että antiikin ajan ihmiset olivat hyvin käsittäneet, että kyseessä oli kaksi luonteeltaan saman- kaltaista ainetta, ja että se, mitä Plinius sanoo tuonnempaan, tulee vahvistetuksi: (orpimento) ”kuivataan...uudessa saviruukussa, kunnes se muuttaa väriä (lat.) – ja todellakin, keltainen, suljetussa astiassa kuumennettu orpimento muuttuu punaiseksi realgariksi. Ja hän jatkaa sanoen, että ”paras on se, joka ylittää väriltään kullankin, kun taas kalpeampi ja jopa sandaracan kanssa samanlainen, on paljon halvempaa” (lat.), että ”siitä on olemassa kolmas laji, jossa sekoittuvat kullan ja sandaracan cärit” (lat.) – ja orpimento ja realgar esiintyvät todellakin yhdessä kerrostumisissaan, ja ilmeisesti kaupan piiriin valikoituivat yksinomaaisesti orpimentoon pohjautuvat tuotteet, vain sandaracapohjaiset tuotteet, ja tuotteet, jotka muodostuivat molempien sekoituksesta. Plinius lisää, että ”yksi ja toinen näistä variaatioista on suomuinen” (lat.), kun taas todellinen orpimento ”silloin, kun se on puhdas ja kuiva, jakaantuu pituussuuntaisesti tahkojensa suunnan mukaisesti” (lat.) – nimittäin, nykyajan mineralogien terminologian mukaisesti ”si sfalda” (jakaantuu yhdensuuntaisten sivujen mukaan), ja tämä kahden vuosituhannen takainen havainto on todellakin erittäin tarkka.

Tutkimani, näytteitä no. 63 ja 29 vastaavat värit saattaisivat olla muodostuneet tästä ”kolmannesta lajista”, josta Plinius puhuu, missä orpimenton kullinväri sekoittuu sandaracan punaiseen väriin.

5) VÄRIT no. 216/...

näyttäytyvät kellanpunertavasta kellanruskeaan vaihtelevan värisinä amorfisina palasina ja jauheina, jotka kemiallisessa analyysissä näyttävät koostuvan etupäässä lyijyoksidin (PbO) muodossa olevasta lyijystä (Pb++) ja pienestä määrästä lyijykarbonaattia (PbCO₃), seassa myös piidioksidia (SiO₂), rautaa (Fe+++), kalsiumia (Ca++) jne. Ne ovat siis ”lyijypohjaisia värejä” (kuten myös punaiset, joista olen jo puhunut sivulla 91), jotka koostuvat ”litargicosta”, jonka olen tunnistanut Pliniuksen tekstissään käsittelemäksi ”hopeavaahdoksi”.

6) VÄRIT NO. 118/...

näyttäytyvät amorfisina, hauraina, kirkkaan kellanruskeina massoina, joiden pinnalla on siellä täällä punaruskeita hartsimaisia vyöhykkeitä: hienoksi pulverisoituina ne muodostavat oranssin sävyisen, eloisan kirkkaan keltaisen jauheen.

Mikroskooppisessa tutkimuksessa, läpi valaistaessa, ne näyttäytyvät kellanruskeina, vihertävää valoa heijastavina massoina, ja heijastetussa valossa kiviainekselta näyttävänä, oranssin sävyisinä, keltaisina ja vaaleankellahtavina kiteytyneinä massoina.

Kemiallisessa analyysissä väri osoittautuu koostuvan ”mineraalisesta aineesta” ja ”orgaanisesta aineesta” (3).

”Mineraalinen aine” osoittautuu koostuvan pääasiassa kalsiumkarbonaatista (CaCO₃), joka on ”liidun” muodossa, kuten mikroskooppitutkimus varmistaa, ja joka osoittautuu muodostuneen elementeistä, jotka ovat rakenteiltaan tyypillisiä mikro-organismeille (foraminifereille ja radiolareille): liidun seurana on piidioksidia (SiO₂), alumiinia (Al+++), ja mangaania (Mn++) jne.

”Orgaaninen aine” osoittautuu koostuvan todellisesta ”lakasta” (katso s. 39), joka on saatu kiinnittämällä liituun keltainen väriaine.

Tämän väriaineen käyttäytyminen ja koostumus (4) osoittavat, kuten olen voinut näyttää, että liituun kiinnittynyt keltainen väriaine on kasviperäistä ja tulee kukista.

Plinius ja Vitruvius todellakin kertovat meille, että antiikin aikana joitakin arvostettuja mineraalisia värejä jäljiteltiin keinotekoisesti imeyttämällä saveen joistakin kasveista tai juurista saatu väriaine (katso s. 120)

Vitruvius ((VII, 14) kuvaa sitten yksityiskohtaisesti menetelmää, jota käytettiin, kun valmistettiin keinotekoisia, attikalaista sileä jäljittelevää keltaista väriä: ”siksi seinämaalausten tekijät haluavat jäljitellä attikalaista sileä kaatamalla saviruukkuun vettä ja kuivattuja orvokkeja, ja kuumentavat kaiken tulella” (lat.), ”kun on aika, he kaatavat orvokkien värjäämän veden kangaspalalle, sitten puristaen käsillä, keräävät sen mortteliin, ja lisäten siihen savea ja hienontamalla sen, saavat synnytettyä attikalaisen silo-väriin” (lat.).

Olen pystynyt tunnistamaan ja näyttämään, että Pompejista löydetty analysoimani, näytteitä no. 118 ja 60 vastaavat värit, ovat täsmälleen samaa kuin keinotekoinen keltainen väri, joka on valmistettu orvokkien väriaineesta jäljittelemällä attikalaista sileä.

Olen todellakin, seuraamalla Vitruviuksen kuvausta, kyennyt valmistamaan keinotekoisesti tätä mielenkiintoista, hyvin kaunista ja pysyvää väriainetta (5).

7) VÄRIT NO. 19/...

näyttäytyvät amorfisina, maamaisina massoina ja jauheina, joiden väri on väriltään kirkkaan kellertävää, sävyllään vaalean kellertävää tai keltaisen vihertävää.

Kaikki näyttävät koostuvan luonteeltaan savimaisista aineista: ne kuuluvat näin ollen ”savien” ryhmään, ja niistä olen jo puhunut valkoisten värien yhteydessä (katso s. 58)

8) VÄRI NO. 56/..

näyttäytyy amorfisina palasina ja jauheina, ulkonäöltään maamaisena (savimaisena), väriltään kirkkaan kellanharmahtavana.

Analysoitaessa se osoittautuu koostuvan savimaasta, ja kuuluu siis, kuten edelliset, ”savien” ryhmään.

Vetäen yhteen, antiikin ”keltaiset” koostuivat seuraavista tuotteista:

1) luonnonmineraalit:

a) okrat, piidioksidi (keltaokrat)

b) kultapigmentti (orpimento)

c) savet (, savimaiset maalajit)

2) keinotekoiset tuotteet:

a) okrat (poltetut okrat)

b) lakat (kukista)

Nämä värit olen löytänyt tutkittujen näytteiden joukosta, jotka näytteet ovat peräisin Pompejin verstaista ja seinämaalauksista (taul. pylv. VIII).

Pompejista löydetty vihreät värit, jotka on merkitty vastaamaan inventaarionumeroiltaan esiinottamiani ja tutkimiani värinäytteitä, joita säilytetään Museo Nazionali di Napolissa (Na) ja Antiquarium e Depositi di Pompeissa (P), ovat seuraavat:

1) VÄRIT NO. 112/...

näyttäytyvät amorfisina, maamaisina palasina ja jauheina, väriltään vihreinä, kirkkaan vihreinä (215B), tumman vihreinä (112, 15, 32), hyvin tumman vihreinä (234); näyte no. 112 on vahvasti keltaisen tahraama, muut jonkin verran heterogeenisiä ulkonäöltään, kun taas no. 215B on ulkonäöltään ja väriltään homogeeninen, jauhemainen ja kevyt.

Heijastetussa valossa suoritetussa mikroskooppitarkastelussa ne näyttäytyvät kiviaineksen kaltaisina, kiteisinä massoina, väriltään kirkkaan vihertävinä, joiden mukana on erivärisiä kiteitä (tumman vihreitä, sinisiä, keltaisia, punaisia jne.)

Kemiallisessa analyysissä näyttäytyy pääasiassa raudan (Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺), piidioksidin (SiO₂) ja silikaattien sekä alumiinin (Al⁺⁺⁺), magnesiumin (Mg⁺⁺) ja erilaisten epäpuhtauksien (kalsiumkarbonaatin jne.) läsnäolo.

Tutkitut värit osoittautuvat siis koostuvan ”vihreästä maasta” (rautasilikaatin värjäämästä magnesiumipitoisesta savesta), jota antiikin aikana kutsuttiin nimellä ”creta viridis”.

Vitruvius (VII, 7), luonnonvärejä koskevassa maininnassaan, puhuttuaan punaisista (okrasta, rubricasta) ja valkoisista (paretoniosta, melinosta), sanoo, että ”vihreää savea löytyy sitäkin eri paikoista, mutta paras on Smyrnan tuote” (lat.) ja että ”kreikkalaiset kutsuvat sitä nimellä ”deodotios”, koska Teodosius oli sen henkilön nimi, jonka löytöön perustui tämän tyyppisen saven ensimmäinen löytö” (lat.). Vitruviuksen teksti ei sisällä muita tarkempia viittauksia.

Plinius ei puhu creta viridiksestä, ja itse asiassa hän sekoittaa sen cerussaan (katso s. 145) mutta (XXXV, 6), puhuttuaan indicum purpurisumista ja armeniumista, hän sanoo, että ”on olemassa vielä kaksi käytöltään äskeistä ja hinnaltaan halpaa väriä” (lat.), joista yksi ”on appianumiksi kutsuttu vihreä, jota väärällä perusteella kutsutaan chrysocolaksi (lat.) ja lisää, että ”sitä valmistetaan vihreästä savesta, ja se maksaa sestertiuksen paunalta” (lat.). Appianum lienee siis koostunut vihreästä savesta (creta viridiksestä), ehkä pestystä ja puhdistetusta.

Tutkimani, näytteitä no. 112... vastaavat vihreät värit koostuvat ”creta viridiksestä”; joiden joukossa huomautan olevan värin, jota kutsutaan ”appianumiksi”; tämä vastaa näytettä no. 215B.

2) VÄRI NO. 111/117/17364/Na

näyttäytyy loistavan värisenä, syvän vihreänä kiteisenä massana; jauhettuna se on väriltään syvän vihreää pulveria.

Heijastetussa valossa suoritetussa tutkimuksessa se näyttäytyy syvän vihreinä, pitkänomaisina (prismoina) kiteinä, joista jotkut ovat sirpin muotoisia ja ennen kaikkea tumman punaruskeita.

Kemiallisessa analyysissä se osoittautuu koostuvan etupäässä kuparista (Cu⁺⁺), joka on kuparikarbonaatin (CuCO₃) muodossa, kuparioksidista (Cu₂O, CuO) ja hydratusta kuparioksidista (Cu(OH)₂), joiden seassa on erilaisia epäpuhtauksia (piidioksidia jne.).

Tutkimaani näytettä no. 111 vastaava vihreä väri osoittautuu siis koostuvan ”malakiitista” (emäksinen kuparikarbonaatti (CuCO₃.Cu(OH)₂), jota antiikin aikana kutsuttiin nimillä ”armenium” ja ”chrysocolla”.

”Chrysocolla” oli yksi paljon käytetty väri, josta klassiset kirjoittajat ovat paljon puhuneet (Kirj.v. 49).

Teofrastus () sanoo, että ”chrysokollaa löytyy suurina määrinä kultakaivoksissa ja vielä suuremmissa määrissä kuparikaivoksissa”, että ”on olemassa chrysokollaa sisältävä sininen mineraali (kyanos)” ja niin edelleen. Käytännössä hän käyttää nimitystä ”chrysokolla” viittaamaan mihin tahansa vihreään kuparimineraaliin.

Vitruvius (VII, 9), puhuttuaan luonnonmineraaleista (okra, paretonio, melino, vihreä savi, orpimento, realgar) ja miniosta, sanoo, että ”chrysocollaa” tuodaan Makedoniasta” ja että ”sitä louhitaan kuparikaivoksia lähellä olevista paikoista” (lat.), eikä lisää muuta.

Plinius sitä vastoin kertoo runsain yksityiskohdin tästä vihreästä väristä. Hän (XXXV, 6) mainitsee chrysocollan kukoistavien värien joukossa, nimittäin arvostettujen värien joukossa, värien, joita toimeksiantaja saattoi maalarin käyttöön (katso s. 25) (lat.) ja sanoo (XXXIII, 5), että ”chrysocolla on neste, jota virtaa kultakaivosten pohjalla” (lat.) ja että ”talvisin se tiivistyy hohkakiven kovukseksi” (lat.) – millä uskon haluttavan viitata siihen, että metallisuoni saattoi hajota spontaanisti veden vaikutuksesta muodostaen mutaa, joka talvella oli paakkuuntunut (ehkä pakkasen ja veden vähyyden johdosta) ja että sen on täytynyt koostua emäksisestä, hyvin epäpuhtaasta ja raudan sekaisesta (josta johtuu sen kellahtava väri) kuparisuolasta – että ”paras on se, jota esiintyy kuparikaivoksissa” (lat.) – mikä luonnollisesti on ilmeistä, koska chrysocolla ”on kuparimineraali”, ja huomautan, että tämän nimityksen ”parempi” täytyi tarkoittaa ”malakiittia” – ja lisää, että ”vähemmän hyvää on se, jota löytyy hopeakaivoksista” (lat.) ja että sen lisäksi ”sitä löytyy myös lyijykaivoksista” (lat.), mutta ”laadultaan huonompaa kuin kultakaivoksista löydetty tuote” (lat.) – syynä ilmeisesti se, että kupari esiintyy yhdessä kulta-, hopea- ja lyijymineraalien kanssa.

Kaiken kaikkiaan, Pliniuksen mukaan laadultaan paras chrysocolla oli se, joka oli peräisin kuparikaivoksista (ja tosiaankin kuparimineraaleista), laadultaan huonompaa oli kulta- ja hopeakaivoksista saatu tuote ja vielä paljon huonompaa oli lyijykaivoksista tuleva tuote.

Plinius kuvailee sitten keinotekoisien chrysocollan valmistusmenetelmää, aineen, joka hänen mukaansa on ”ylivoimaisesti lunnontuotetta huonompi” (lat.), ja jota ”valmistetaan samoissa kaivoksissa” (lat.) ”johtamalla hitaasti vettä metallisuoneen koko talven ajan aina kesäkuuhun asti” (lat.) ja ”sitten antaen suonen kuivua kesä- ja heinäkuun ajan” (lat.). Plinius päättää kuvauksensa sanoen, että itse asiassa ”chrysocolla ei ole muuta kuin metallisuonen lipeöinnistä ja hienontamisesta saatu tuote – ja että tämä keinotekoinen tuote ”on ylivoimainen kovuudeltaan lunnontuotteeseen verrattuna” ja ”sitä kutsutaan ’luteaksi’” (lat.). Sen seikan, että sitä kutsuttiin ’luteaksi’, nimittäin ”keltaiseksi”, arvelen johtuvan siitä, että tämä keinotekoinen tuote oli epäpuhtaampi ja sisälsi enemmän rautasuoloja kuin ne, jotka olivat väriltään kellertäviä.

Chrysocolla on siis luonnossa esiintyvä vihreä väri, joka koostuu kuparimineraalista, pääasiassa emäksisestä kuparikarbonaattista, jonka puhtaassa ja arvostetussa muodossaan voimme tunnistaa malakiitiksi, emäksiseksi kuparikarbonaattiksi, kaavaltaan $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, ja jonka epäpuhtaammissa muodoissa, kuten yllä kuvatun keinotekoisien tuotteen, voimme päätellä koostuvan emäksisistä suoloista, pääasiassa kuparin ja raudan karbonaateista.

Kuitenkin, samalla nimityksellä ”chrysocolla” antiikin ajan ihmiset kutsuivat myös sekä kullan ”juottamis”menetelmää (mistä nimi chrysocolla tai ”liimata kulta”) että ”tähän operaatioon tarvittavia aineita” (erityisesti, ”santernaksi” nimitettiin soveliaista, muilla tuotteilla lisättyä ”chrysocollaa”)” Chrysocollaa käytettiin myös lääketieteessä ja sille annettiin tähän tarkoitukseen nimi ”acecis”; se oli chrysocolla, joka oli valmistettu pikkutyttöjen virtsasta ja kuparista, ja sitä käyttivät kultasepät ja lääketieteen harjoittajat.

Chrysocolla oli antiikin eniten käytetty vihreä, ja se siis sopi hintansa ja suuren kulutuksensa ansiosta hyvin väärenettäväksi (katso s. 117). Väärettäminen tapahtui niin, että epäpuhtaammalla keinotekoisella tuotteella, josta olen jo edellä puhunut, korvattiin lunnontuote, tai korvaamalla chrysocolla erilaisilla tuotteilla (”appianumilla”, katso s. 101) tai värjäämällä tämä yrttiuutteilla jne. Plinius sanoo vielä, että ”heti kun chrysocolla on värjäytynyt, sitä kutsutaan ”orobitiksi” (lat.) – orobo tai erbo, latinaksi ”ervum”, virna-lajinen vihannes – jota ”tuotetaan kahdenlaista: keltaista, jota säilytetään kuivana jauheena, ja nesteena, jota valmistetaan mineraalirakeista sulattamalla ne ” (lat.) ja että ”näitä kahta tyyppiä valmistetaan Kyproksen saarella” (lat.). Nykyään se, että sitä valmistettiin Kyproksella, on ilmeistä, koska tällä saarella oli runsaasti kuparikerrostumia, ja, kuten tiedetään, juuri tältä saarelta on peräisin kuparin latinankielinen nimitys ”cuprum”, mutta se, mikä ei näytä selvältä, on se, mihin täsmällisesti viittaavat kaksi Pliniuksen mainitsemaa variaatiota. Muistutan mieliin, että ”lutean” täytyy viitata jauheväriin, jota saatiin jauhamalla suoraan mineraalia tai aikaisemmin kuvatulla tavalla valmistetusta keinotekoisesta tuotteesta, ja että se on keltainen (johtuen rautapempuhtauksista); ”nesteen” osalta sen sijaan, koska, kuten tunnetaan, kuparimineraalit eivät ole liukoisia, ja koska puhutaan ”hiestä”, voisi kyseessä olla puhtaampi tuote, jota saatiin ”sulattamalla” mineraalia, josta sen seassa olevat epäpuhtaudet poistuvat.

Plinius lisää, että ”paras chrysocolla on se, jota saadaan Armeniasta” – mistä tälle tuotteelle annettu nimi ”armenium” (katso yllä) – ”ja toisella sijalla on Makedoniasta saatava tuote” (lat.) ja että ”sitä on runsaasti Espanjassa” (lat.) – ja on tunnettua, että Espanja on ollut ja on kuparimineraalien lähde. Hän huomauttaa, että ”paras chrysocolla on se, joka antaa kylvetyllä niityllä olevan ruohon värin, kun se on parhaassa voimassaan” (lat.) ja että ”keisari Neron aikana on nähty sirkusareena, jota peitti chrysocolla-matto, kun saman väriseen viittaani” – vihreään – ”pukeutuneen keisarin piti itse ajaa sinne vaunut” (lat.). Pliniuksen mukaan ”työntekijöiden tietämätön lauma jakoi chrysocollan kolmeen tyyppiin” : (lat.) ”aspra” – jonka mielestäni täytyi olla vähempiarvoinen, ja jonka siis mielestäni voi paremmin kääntää sanalla ”la grezza” – ”arvoltaan seitsemän denaaria paunalta” (lat.) ”la media”, ”arvoltaan viisi denaaria paunalta” (lat.) ja ”trita”, jota myös kutsutaan yrttimäiseksi” (ehkä se oli keinotekoinen?) ”arvoltaan kolme denaaria paunalta” (lat.) ja huomauttaa, että ”ennen hiekkamaisen laadun käyttöä” – nimittäin, ensin ”aspra” – ”työhön käytetään” – koska se muodostaa pohjan – ”kerros atramentoa ja paretoniota” (lat.), ”joita on kaksi hyvin tarttuvaa ja kestävää chrysocollan suhteen, ja joka vahvistaa niiden väriä” (lat.). ”Aloitetaan paretonio-kerroksesta, joka on luonteeltaan hyvin paksu” – nimittäin, sillä on huomattavan adhesiiviset ominaisuudet (mikä on yhteydessä sen kemialliseen koostumukseen, katso s. 52) ”ja se on erinomaisen tarttuvaa” (lat.) ja ”se peitetään atramento-kerroksella” – joka on musta, (katso s. 110) – ”jotta paretonion valkoisuus ei saattaisi chrysocollaa kalpenemaan” (lat.).

Kiinnittäkäämme huomiota tähän mitä nerokkaimpaan tekniikkaan: paretonio, suhteessa luonteeseensa, on yksilöity erinomaisena apuvälineenä chrysocollan kiinnittämiseksi maalaukseen, mutta, koska se on valkoista, yrittäisimme saada vihreän chrysocollan kalpenemaan, ja juuri kun viitataan heikkoon atramento-kerrokseen, joka estää valkoisen värin vaikutusta! Erinomainen keino, jota voidaan pitää vanhana tekniikkana.

Plinius jatkaa kuvaustaan sanoen, että ”lutean” muunnosta – keltaista – jonka ”nimi juontaa juurensa lutea-yrttiin (lat.) (2) ja jota ”murskataan ja sekoitetaan sinisen ceruleon kanssa, myydään chrysocollana” (lat.) – ja siis tämä epäpuhdas keltainen chrysocolla, johon on sekoitettu sinistä ceruleota, antaa kauniin vihreän, joka mahdollistaa tuotteen myynnin hyvälaatuisena chrysocollana – ja on ”hyvin huonoa ja harhaan johtavaa” (lat.) – nimittäin laadultaan ala-arvoista. Loppujen lopuksi, tulee vahvistetuksi kaikki, mikä seuraa edellisestä kuvauksesta ja se, että luonnon chrysocolla (malakiitti) oli arvostetuin, kun taas keinotekoinen ja joka tapauksessa manipuloitu tuote oli laadultaan huonoin.

Kaiken kaikkiaan chrysocollaa (3) antiikin ihmiset käyttivät paljon, ja se oli maalareiden eniten arvostama: sen käyttö jatkui keskiajalle asti (4), kunnes sen käyttö laiminlyötiin lähempänä meidän aikojamme ottamalla maalaamisessa käyttöön värejä, jotka olivat käytännöllisempiä ja kestävyydeltään ja puhtaudeltaan parempia sekä koostumukseltaan pysyvämpiä.

Emäksinen kuparikarbonaatti sai myös nimekseen ”Armenium” alkuperänsä mukaan, kuten huomauttavat Plinius (XXXV, 6) (lat.) ja Vitruvius (VII, 9) (lat.). Plinius sanoo, että ”se on kivi, samanvärisen kuin chrysocolla, ja sitä parempaa, mitä lähempänä sitä se on väriltään” (lat.). Armenium ei siis ole kuin ”Armenian chrysocolla”. Kaupan piirissä oli myös armeniumin sininen versio (azuriitti) (katso s. 71).

Tutkimani näyte no.111 on väriltään kauniin vihreä, joka, kuten Plinius sanoo, ”on vastakylvetyin niityn ruohon värinen, kun tämä on täydessä voimassaan”, ja se koostuu ”chrysocollasta” ja ”armeniumista”.

3) VÄRIT NO. 99/...~~(5)~~...~~(6)~~

näyttäytyvät amorfisina palasina ja jauheina, jotka ovat väriltään eri sävyisen vihreitä: syvän vihreitä (99), kirkkaan vihreitä (10), vihreänsinisiä ((18, 215A) tai vihreänharmahtavia (184).

Heijastetussa ja läpäisevässä valossa suoritettussa mikroskooppitutkimuksessa ne näyttävät koostuvan pääasiassa vihreistä kiteistä, joiden seassa on sinisiä sekä muun värisiä (keltaisia, punaisia, punaruskeita) kiteitä.

Kemiallisessa analyysissä ne näyttävät koostuvan pääasiassa kuparista (Cu⁺⁺), joka on kupariasettiin ((Ch₃COO)₂Cu), kuparikarbonaatin (CuCO₃) ja kuparioksidin ja –hydroksidin (Cu₂O, CuO, Cu(OH)₂) muodossa, ja seassa on erilaisia epäpuhtauksia (piidioksidia, rautaa jne.)

Vihreät värit, jotka vastaavat tutkimiani näytteitä no. 99... näyttävät siksi koostuvan ”kuparivihreästä” (emäksisestä kupariasetaatista)(7), jota antiikin aikana kutsuttiin ”aerugoksi”.

Teofrastus () sanoo, että kuparivihreää valmistettiin samalla tavalla kuin lyijyvalkoista (katso s. 60), toisin sanoen panemalla saviruukkuihin punaista kuparia mäskin päälle (8) ja keräämällä talteen muodostuva tuote.

Vitruvius (VII, 12), käsitellessään keinotekoisia tuotteita yhdistää tekstissään näiden etikan avulla aikaansaatuisten tuotteiden valmistuksen: todellakin, kuvattuaan ”ustan” valmistusta (silestä, joka on saatettu hehkuvaksi ja kaadettu etikkaan: katso s. 85), hän sanoo: ”on aika kertoa, millä tavoin valmistettiin cerussaa ja aerugoa, jota aikalaisemme kutsuivat nimellä ”aeruca” (lat.) . Kuvailtuaan cerussan valmistusta (katso s. 60), hän sanoo: ” samalla tavalla, käytämällä ohuita kuparilevyjä, tuotettiin aerugoa” (lat.), nimittäin, käytännössä, seuraamalla edellä esitettyä kuvausta, (cerussan valmistusta) ja asettamalla puheena olleen ”lyijyn” tilalle ”kupari”, luetaan: ”saviastian pintujen viiniköynnösten versojen päälle on kaadettu etikkaa, versojen päälle sijoitetaan kuparimassaa ja suljetaan astiat kansilla, jotta niistä ei haihtuisi höyryjä” (lat.).

”Avattaessa astiat tietyn ajan kuluttua saadaan talteen kuparimassasta muodostunut aerugo” (lat.).

Vitruviuksen ja Teofrastuksen kuvaukset ovat suunnilleen sopusoinnussa aerugon ja cerussan valmistusmenetelmien kanssa, mutta huomautan, että Teofrastuksen kuvaus on täsmällisempi, koska hänen kuvauksestaan käy ilmi, että tuen täytyi olla muodostunut mäskistä, jota syntyi etikan käymisessä, kun taas Vitruvius puhuu ”versoista” ja siis ”pienistä oksista” tai ”oksakimpuista”, jotka ovat ehdottomasti inertejä siinä suhteessa. Sitä paitsi Vitruvius ei määrittele, kuinka pitkän ajan kuluttua saviastiat avataan (lat.), kun taas Teofrastus täsmentää: ”kun on muodostunut tiheä massa, mihin yleensä kuluu kymmenen päivää...”.

Dioskorides (V, 51) kuvaa samalla tavalla aerugon valmistusta, joskin hän mainitsee useita valmistusmenetelmiä. Plinius (XXXIV, 11) sanoo, että aerugoa ”valmistetaan useilla tavoilla” (lat.) ja että ”sitä käytetään paljon (lat.), mutta missään kohdassa tekstiään hän ei puhu siitä maalaamisen yhteydessä, kun taas Teofrastus ja Vitruvius mainitsevat sen erityisesti värin yhteydessä. Pliniuksen mukaan aerugoa saadaan ensi sijaisesti luonnosta, ja varsinaisesti ”mineraaleista, joista kypsentämällä saadaan kuparia” (lat.) (minkä myös Teofrastus ja Dioskorides mainitsevat), tai sitä valmistetaan keinotekoisesti eri tavoilla. Ensimmäisesti (kuten Teofrastus ja Vitruvius mainitsevat), ”puhkaisemalla kuparilevyjä ja ripustamalla ne etikalla täytettyihin ja niin ikään kuparisilla korkeilla suljettuihin ruukkuihin” (lat.) (9) ja ”se on paljon parempaa kuin kuparikuonasta saatu tuote” (lat.). Jotkut, Plinius jatkaa, ”upottavat kuparilevyjä etikkaa sisältäviin saviruukkuihin, ja raaputtavat levyjä kymmenen päivän kuluttua” (lat.), toiset ”peittävät ruukut mäskillä, ja raaputtavat ne saman ajan kuluttua (lat.), toiset ”kostuttavat etikalla kuparista viilanpurua, poistaen sitä

useita kertoja päivässä, kunnes kaikki kupari on kulutettu” (lat.), toiset ”ottavat viilanpurua ja hienontavat sen morttelissa etikan kanssa /lat.) , kun taas ”kaikista nopein menetelmä on kruunun valmistajien käyttämä, jossa nämä heittävät etikkaan kaikki työn kuluessa leikatut kuparipalat” (lat.). Kaiken kaikkiaan ”tavat” ovat erilaisia, mutta ”periaate” on aina sama: kuparin käsitteleminen etikalla.

4) VÄRI NO. 20/...

näyttäytyy tumman vihreän kellahtavina amorfisina palasina ja jauheina.

Mikroskooppitutkimuksessa se näyttäytyy keltaisina kiteinä, joiden seassa on paljon vihreitä kiteitä sekä myös punaisia, punaruskeita ja väröttömiä kiteitä.

Kemiallisessa analyysissä se osoittautuu koostuvan etupäässä kuparista (Cu⁺⁺), joka on kupariasetaatin, -karbonaatin, -oksidin tai -hydroksidin muodossa ((Ch₃COO₂Cu, CuCO₃, Cu₂O, CuO, Cu(OH)₂)) ja lyijystä (Pb⁺⁺), joka on lyijykarbonaatin ja -hydroksidin (PbCO₃, Pb(OH)₂) muodossa, joukossa erilaisia epäpuhtauksia.

Röntgendiffraktiospektrografisessa tutkimuksessa paljastuu, että näyte sisältää kuparioksidia ja -karbonaattia (kupriittia, malakiittia), ja lyijykarbonaattia sekä orgaanisia, kasvi- ja eläinperäisiä aineita.

Analysoimani, näytettä no. 20 vastaava väri osoittautuu koostuvan seoksesta, jonka muodostavat ”kuparivihreä” (emäksinen kupariasetaatti) ja ”lyijykeltainen” (litargirio tai massicot).

Kuparivihreästä (”aerugosta”) olen jo edellä puhunut; litargirio koostuu lyijyoksidista, joka näyttäytyy väriltään punaisena (katso s. 91), keltaisena (kuten ”massicot”, joka on sen yksi, koostumukseltaan samanlainen variaatio) ja jonka olen tunnistanut olevan ”hopeavaahtoa”, josta Plinius puhuu. Näytettä no. 20 vastaava vihreä osoittautuu siis koostuvan ”aerugon” ja ”hopeavaahdon” seoksesta;

Vetäen yhteen, antiikin ”vihreät” koostuivat seuraavista tuotteista:

1) luonnonmineraalit:

- a) creta viridis
- b) appianum
- c) chrysocolla
- d) armenium

2) keinotekoiset tuotteet:

- a) aerugo (kuparivihreä)
- b) keinotekoinen chrysocolla (kuparisuoloja, epäpuhtauksia)
- c) vihreiden sekoitus (sininen + keltainen)

Nämä värit olen löytänyt tutkimistani näytteistä, jotka ovat peräisin Pompejin verstaista ja seinämaalauksista.

Pompejista löydetty, tutkimani ja inventaarionumeroiltaan Museo Nazionale di Napolissa (Na) ja Antiquarium e Depositi di Pompeissa (P) vastamerkityjä ja siellä säilytettyjä näytteitä vastaavat värit ovat seuraavat:

1) VÄRIT NO: 109/...

näyttäytyvät tumman harmaina, maamaisina amorfisina palasina ja jauheina;

VÄRIT NO. 191/...

näyttäytyvät kirkkaan harmaina, kiviaineksen kaltaisina amorfisina palasina ja jauheina.

VÄRIT NO. 148/...

näyttäytyvät violetin sävyisen harmaina, kiviaineksen kaltaisina amorfisina palasina ja jauheina.

Heijastetussa valossa suoritetussa mikroskooppitutkimuksessa näkyy erivärisiä (ruskeita, punaisia, keltaisia, sinisiä) ja väröttömiä kiteisiä massoja.

Ne ovat enemmän tai vähemmän altistuneet katastrofille, ja kemiallinen analyysi paljastaa niiden samanlaisen koostumuksen, jossa pääosaa näyttelee rauta (Fe⁺⁺⁺) esiintymismuotonaan rautaoksidi (Fe₂O₃), mukana piidioksidia (SiO₂), kalsiumia (Ca⁺⁺), karbonaatteja (CO₃⁻⁻) ja muita epäpuhtauksia.

Tutkimani, näytteitä no. 109...vastaavat näytteet osoittautuvat siis koostuvan ”rautapohjaisista harmaista” (hematiteista, raudan oksideista) (katso s. 87).

2) VÄRI NO. 213/....

näyttäytyy kädet ja paperin värjäävinä tumman harmaina, pehmeinä amorfisina massoina ja jauheina.

Kemiallisessa analyysissä ne näyttävät koostuvan hiilestä C, joka kalsinoitaessa ilmassa palaa jättäen jäljelle vaalean harmahtavia tuhkia. Mineraalinen aine, joka on hiilen mukana, osoittautuu koostuvan piidioksidista (SiO₂), silikaateista (SiO₃⁻⁻, SiO₄⁻⁻⁻⁻), raudasta (Fe⁺⁺⁺), karbonaateista (CO₃⁻⁻) ja muista epäpuhtauksista.

Tutkimani, näytettä no. 213 vastaava väri näyttää koostuvan ”grafiitista”.

Grafiittia löytyy luonnossa tiiviinä, pehmeinä massoina, jotka koostuvat hiekan-, silikaattien-, raudan- jne. sekaisesta hiilestä.

Huomautan, että tutkittu väri voidaan luokitella tämän tyyppiisiin luonnon ”atramentumeihin”, joista Plinius puhuu (katso s. 111).

3) VÄRIT NO 24/...

näyttäytyvät väriltään hyvin kirkkaan harmahtavina tai harmaanpunertavina amorfisina palasina ja jauheina, jotka koostuvat ”liituihin” luokiteltavissa olevista savimaisista aineista, joista olen jo puhunut (katso s. 58).

Kaiken kaikkiaan, Pompejista löytyneet harmaat värit koostuvat joko ”rautapohjaisista harmaista” (”hematiiteista”, ”raudan oksideista”) tai ”grafiitista” tai ”liiduista” (valkoisissa väreissä).

Pompejista on löydetty vain yhden tyyppinen musta väri:

VÄRI NO. 65/...

joka näyttyy väriltään kirkkaina, syvän mustina amorfisina palasina ja jauheina, jotka kemiallisessa analyysissä näyttävät koostuvan hiilestä. Kuumennettaessa ilmassa se palaa täydellisesti jättäen jäljelle pienen tuhkaäännöksen (mineraalisia aineita).

Tutkittua, Museo Nazionale di Napoliin talletettua värinäytettä vastaava näyte vastaa sitä mustaa, jota antiikin aikana kutsuttiin nimellä ”atramentum”.

”Atramentum” oli tärkein antiikin aikaisista mustista väreistä, ja klassiset kirjailijat kuvailevat pitkävetaisesti sen ominaisuuksia, valmistusta ja sovelluksia. Se on varmasti yksi ihmisen vanhimmista käyttämistä väreistä, ja sen on Plinius (XXXV, 7) merkinnyt muistiin yhtenä neljästä Apellen ja muiden kuuluisien kreikkalaisten maalarien käytämästä väristä (lat.).

Vitruvius (VII, 10) puhuu siitä heti luonnonvärien jälkeen mainiten sen aluksi keinotekoisten värien joukossa, koska ”sen käyttö rakennuksissa on hyvin suosittu ja on siis syytä tietää, miten sitä valmistetaan” (lat.).

Ja hän kuvaa sen valmistusta tällä tavoin mitä yksityiskohtaisimmin: ”rakennetaan samanlainen tila kuin höyryhuone” –laconicum (1) – ”seinät päällystetään tarkasti marmorijauheella ja siloitetaan se” (lat.) – nimittäin käytännössä seinään tehdään tiivis, tasainen kerros, kuin rappaus, (tectorium), johon on tarkoitus tehdä maalauksia. – ”tämän tilan sisälle tehdään pieni uuni, jonka takana on aukkoja” – nimittäin joissa on laconiumia kohti suunnattu spiraaleja” – ”ja ’anitforno’ - uunin suuaukko – ”on tehty mahdollisimman huolellisesti, jotta liekki ei leviäisi” (lat.). On ilmeistä, että savun partikkelien ja suspensioiden talteen saamiseksi niiden leviäminen ympäristöön oli estettävä mahdollisimman tarkkaan. Ja hän jatkaa: ”uuniin laitetaan hartsia” (2) (lat.) ”noen polttavan liekin voima pakottaa ja suuntaa sen kohti aukkoja, saaden sen imeytymään holvin seinämiin ja mutkaan” (lat.). Tämä noki (mustasavu) ”kerätään sitten talteen” – raaputtaen se irti seinämistä – ”ja osittain sekoitettuna ja laimennettuna kumiin (3), se käytetään kirjojen musteena” – ”(sama asia)” – kun taas jäljelle jäävä osa sekoitetaan gluteenin kanssa (4) ja käytetään seinämaalauksiin” (lat.).

Vitruvius jatkaa huomauttaen, että ”jos ei olisi olemassa käytettävissä tällaisia raaka-aineita” – nimittäin ”hartseja” – ”silloin olisi tarpeen hankkia niitä, jotta vältettäisiin viivästykset työn toteuttamisessa” – niin välttämätön oli tämän mustan värin käyttö (lat.). ”Poltetaan viiniköynnöksiä ja hartsipitoisia puutikkuja” – mäntyä – ”ja kun ne ovat hiiltyneet, ne sammutetaan ja hienonnetaan morttelissa gluteenin kanssa: näin saadaan ei niinkään ruma musta seinämälauksiin.” (lat.). ”huonompi ei ole tulos, joka saadaan, jos viinin pohjasakkaa kuivataan ja kuumennetaan uunissa, ja käytetään hienonnettuna gluteenin kanssa: näin saadaan väri, joka ylittää atramenton pehmeiden” (lat.) ja ”mitä parempi on viini, josta sakka otetaan talteen, sitä paremmin voidaan jäljitellä ei ainoastaan atramenton, vaan myös indigon väriä (lat.). Huomautan, että ”mitä parempaa viini on” tarkoittaa ”mitä parempi on raaka-aine, josta saadaan viini”, nimittäin ”mitä parempi, sitä kypsempi, ja väriltään rikkaampi on rypäle, josta viini saadaan.”

Plinius vuorostaan (XXXV, 6) huomauttaa, että ”myös atramento kuuluu keinotekoisten värien joukkoon, joskin sitä on olemassa myös luonnossa” (lat.). Kuten tunnettua, todellakin, luonnonaineiden joukossa on myös sellaisia, eikä vain vähän, joita voidaan käyttää ”mustina”: ja voimme mainita ”fossiilisen hiilen” (litantracen, antrasiitin) joitakin ”ruskoshiiliä” ja muutamia ”turpeita” (nämäkin fossiilisia hiiliä, mutta äskeisempiä muodostumiseltaan), ”bitumi” ja ”bitumiset kerrokset”, ”grafiitti” (hiili) ja ”pyrolyysiitti” (mangaaniperoksidiin perustuva mineraali), joitakin ”rautaoksideja” jne. – Plinius todellakin jatkaa sanoen, että se, mitä luonnosta löytyy ”tai nousee pintaan kuin merellinen kasvusto tai näyttää rikin väriseltä maalta” (lat.), että ”maalarit ovat löytäneet kaivamistaan hautakummuista ”hiilivärejä” (nimittäin, käytännössä ”hyvän mustan) (lat.) ja että ”kaikki nämä päänäpintymät ovat uusia ja kiusallisia” (lat.), ”koska sitä otetaan talteen eri tavoilla hartsin tai pien palaessa saatavasta noesta, mitä varten on rakennettu verstaiteja, joista ei pääse ilmaan savua” – nimittäin, joista savu otetaan kiinni (lat.). ”Parasta on se, jota saadaan talteen samalla tavalla hartsipitoisista puista” (lat.). ”Sitä väärennetään noella, jota otetaan talteen auneista tai kylpylöistä, ja jota käytetään mittavien teosten kirjoittamiseen” – nimittäin ”musteena” (lat.). Ja kertoen kaiken sen, mitä jo Vitruvius on sanonut, hän sanoo, että ”on eräitä, jotka keittävät kuivatun viinisakan ja vakuuttavat, että jos sakka tuottaa hyvää viiniä, siitä saadaan mustaa, joka on indigon väristä” (lat.). ”Kuuluisimmat ateenaalaiset maalarit Polignotos ja Mikones ottivat sitä talteen viinin mäskistä kutsuen sitä nimellä ”tryginon”. (lat.). Sitten hän lisää: ”indigoa viedään Intiaan, mutta sen koostumusta ei tunneta” (lat.). Mutta on ilmeistä, että Plinius tässä jonkin verran sotkee toisiinsa atramenton ja indigon, koska hän jatkaa sanoen, että ”maalarien piirissä sitä valmistetaan myös rapautuneesta mustasta, jota tarttuu kuparisiin höyrykattiloihin” (lat.). Hän todellakin sitten jatkaa esitellemänsä atramentosta, sanoen, että ”sitä valmistetaan myös poltetuista hartsipitoisista puista, murskaamalla niiden hiili morttelissa” (lat.), että ”tässä atramentossa voidaan ihailia sen ulkonäköä, joka muistuttaa seepiasta saatua tuotetta, kun taas ei todellakaan tämän nyt talteen saadun tuotteen ulkonäköä” (lat.) - ja tässä ei ole selvää, haluaako Plinius sanoa, että tämä musta tuote näyttää saadun seepiasta, mutta nimenomaisessa tapauksessa se ei sitä ole, vai haluaako hän sanoa, että seepiasta ei valmisteta mustaa väriä. Ja hän lisää, että ”jokainen musta väri viimeistellään auringossa, sekoittamalla sitten siihen kumia, jos se on tarkoitettu kirjoihin, tai gluteenia, mikäli se on tarkoitettu seinämaalauksiin” ja että ”sitä, joka on liuotettu etikkaan, on vaikeasti saatavissa takaisin” (lat.). Huomautan, että tässä viimeksi mainitussa tapauksessa Plinius haluaa sanoa, että milloin mustaa väriä puhdistetaan, käsittelemällä sitä etikalla (joka liuottaa siitä kaikki epäpuhtaudet), siitä tulee niin pysyvää, että sitä ei voi helposti poistaa (kirjoituksesta tai maalauksesta).

Plinius mainitsee sitten () toisen mustan, ”elephantiumin”, eläinperäisen, ”jota Apelle otti talteen poltetusta norsunluusta” (lat.) ja joka vastaa käytännössä meidän ”norsunluumustaamme” (tai poltettua norsunluuta), jota saadaan kalsinoimalla suljetuissa ruukuissa työstetyn norsunluun jäämiä, ja jotka tulevat kaupan piiriin hienon hienona sametinpehmeänä jauheena.

Pompejista löydetty, näytettä no. 65 vastaava musta koostuu ”atramentumista”: olen sen lisäksi havainnut atramentumin läsnäolon sekä pompejilaisissa seinämaalauksissa että musteena kirjoituksissa, joita on tehty Pompejista löydettyjen vahalevyjen takapuolelle (5). Eikä ole poissuljettua, että muita mustia, jotka vastaavat syrjään panemiani eri tuotteita, luonnollisia tai keinotekoisia, voisi löytyä monien Pompejista löydettyistä hiiltyneistä materiaaleista, joita ei ole yksilöity väreiksi.

ALAVIITTEET:

Alk. sivulta 52: (ital.)

(1) *Laasti*

(2) Tämän värin olen löytänyt Pompeijin jäänteistä terracotta-astiasta, ja se sisälsi neljä väriä, joilla kaikilla on sama inventaarionumero 9555-28. Erottaakseni ne toisistaan, olen vastamerkinnyt ne kirjaimilla a, b, c ja d: ja erityisesti 9555/a, joka on valkoinen, josta ylhäällä, 9555/b, joka on keltainen, 9555/c, joka on vihreä, 9555/d, joka on sininen, ja joita vastaavista väreistä puhun (katso ”keltaiset”, ”vihreät”, ”siniset”).

(3) ...

(4) ...antiikin ajan ”savesta”, kirj. 31

(5) Kun sitä käytetään lääketieteessä, se muistuttaa useita muita maalajeja, jotka Plinius ja Dioskorides on maininnut.

(6) Mineralogit käyttävät termejä ”tarttua” ja ”tarttuminen” tarkoittamaan tätä ilmiötä, jonka aiheuttamana jotkut aineet kosketuksessa kieleen menettävät vettä, mistä johtuu tarttumisen ja ”pyörteisyys” tunne.

(7) ..S. Augusti: Antiikin pompejilainen seinämaalaustekniikka, kirj. 32.

(8) ..S. Augusti: Antiikin väreistä: purpurissum, kirj. 33.

(9) Puhuessaan cerussasta Plinius syyllistyy tekstissään useisiin merkittäviin virheisiin, joista olen esittänyt todisteita julkaisussani ”Valkoiset värit” antiikin maalaustaiteessa” (kirj. 349).

Uusi numerointi alkaen sivulta 63:

(1) Tämän värin olen löytänyt Pompeijin jäänteistä terracotta-astiasta, ja se sisälsi neljä väriä, joilla kaikilla on sama inventaarionumero 9555-28. Erottaakseni ne toisistaan, olen vastamerkinnyt ne kirjaimilla a, b, c ja d, ja erityisesti 9555/a, joka on valkoinen, 9555/b, joka on keltainen, 9555/c, joka on vihreä, ja joista puhun vastaavien värien yhteydessä (katso ”valkoiset”, ”keltaiset”, ”vihreät”) ja 9555/d, joka on väri. josta ylhäällä.

(2) Olen vetänyt analyysiin perustuvan johtopäätöksen, että myös violetteja värejä ”laaimennettiin” samalla tavalla (katso ”purpurissum”)

(3) Typpikukka, ”fios nitri”, koostui luonnon natriumkarbonaatista.

(4) Azzurriitin pysyvyys on ilmeinen, koska se muuttuu ajan myötä malakiitiksi, joka on emäksisen kuparikaarbonsämin pysyvämpi muoto. Mutta sellainen muutos on erittäin hidas ja vaatii kymmeniä tai satoja vuosia (tämä muutos voidaan ulottaa koskemaan keskiaikaisia seinämaalauksia, joiden siniset taivaat ovat muuttuneet ajan kuluessa vihreiksi (kirj. 47).

(5) Caley ja Richards kommentoivissaan Teofrastuksen tekstiä (katso bibl 1) s. 184, kappale 55).

(6) Lapislazzulia ei varmasti puuttunut Pompeijista, koska se oli puristuneena Vesuviuksen ja Lazion vulkaanisten vyöhykkeiden väliin.

Uusi numerointi alkaa jälleen sivulta 74:

(1) S. Augusti: Antiikin väreistä: purpurissum.

(2) Hopeasaven koostumusta ei tunnettu, ja olen antanut sijaa erilaisille oletuksille. Jotkut tutkijat ovat todenneet, että kyseessä on ollut ”piidioksidin luonteinen” tuote, mutta täsmentämättä, mikä: jotkut toiset tukijat (esim. LAURIE, katso kirj. 19) ovat yksilöineet hopeasaveen kuuluvan ”tripolin”, joka on samanlaatuinen luonnon tuote, mutta eroaa koostumukseltaan fossiilijauheesta, koostuen selvästi mikroskooppissa erotettavissa olevista piipitoisten radiolarien, jäännöksistä.

(3) Olen ottanut esiin myös tämän ”saven laimentamisen” käytön azzurro caeruleumin tapauksessa.

Jälleen uusi numerointi alkaa sivulla 80:

- (1) Augusti: Antiikin Pompeijin seinämaalaustekniikka, katso kirj. 32
- (2) On mielenkiintoista panna merkille, että jo tällä aikakaudella miniumille annettiin nimi ”cinnabaris”, josta sitten on johdettu meidän ”sinooperimme”
- (3) Useissa Pliniuksen painoksissa ”sublinunt” on käännetty merkitsemään ”sekoitetaan” (”...sekoitettiin miniumin kanssa”), kun taas minä huomautan, että oikea käänös kuuluu: sitä käytettiin ”antamaan pohja” miniumille maalauksessa, koska ”sublinere” tarkoittaa itse asiassa operaatiota, jolla väri pantiin toisen alle tarkoituksena korostaa sen ominaisuuksia. (katso s. 36)
- (4) Jotkut Pliniuksen kääntäjät ja kommentaattorit esittävät, että kyse on luonnon sandaracasta (realgarista), koska he sanovat, että Pliniuksen esitys jatkuu viittauksella luonnon tuotteeseen, mutta sellaiset kääntäjät eivät ole teknikoita, koska voidaan ehdottomasti sulkea pois, että realgaria voitaisiin kuivata yhdessä punaisen maan kanssa, ilman, että se vanhenisi ja hajoaisi.
- (5) Ei tule sotkea edellä mainittua syricumia, keinotekoisesta sekatuotteesta, toiseen, luonnosta peräisin olevaan tuotteeseen (”pressumiin”), joka koostuu okranruskeasta, ja josta Plinius (XXXIII, 12) mainitsee, että ”jotkut kutsuvat sitä Syricumiksi siksi, että se on peräisin Syyroksen saarelta (lat.).
- (6) Se, että Teofrastuksen mainitsema aimatitisi voisi viitata jalokiveen, on tulkinta (jota pidän täysin mahdollisena), jonka Caley ja Richard ovat esittäneet Teofrastuksen tekstiä (”Teophrastus on Stones”) koskevassa kommentissaan, s. 138, 139 (kirj. 1).
- (7) Tässä ”metallum” tarkoittaa ”mineraali”, koska tällä termillä nimitetään sekä ”metallia” että ”mineraalia, ja sekä ”kaivosta” että ”louhosta”. Pitäytyen siihen, että kaivoksella tarkoitetaan nykyään syvää kaivantoa maassa, kun taas louhos tarkoittaa avoimen taivaan alla olevaa pintakerrosta.
- (8) Termin ”sanies” käytöstä, katso s. 74.

Taas aloitetaan numerointi alusta sivulla 94:

- (1) Sitä ei tule sotkea punaiseen, Syricum-väriin, joka on aikaan saatu sekoittamalla (katso s. 86).
- (2) Tämän värin olen löytänyt Pompeijin jäänteistä terracotta-astiasta, ja se sisälsi neljä väriä, joilla kaikilla on sama inventaarionumero 9555-28. Erottaakseni ne toisistaan, olen vastamerkinnyt ne kirjaimilla a, b, c ja d, ja erityisesti 9555/a, joka on valkoinen, 9555/b, joka on yllä mainitun värinen, 9555/c, joka on vihreä, 9555/d, joka on sininen, ja joista puhun vastaaavien värien yhteydessä (katso ”valkoiset”, ”vihreät”, ”siniset”).
- (3) S: Augusti: Pompeijista löytyneestä keltaisesta väristä (lakasta), kirj. 48.
- (4) Viittaan viitteessä 3 mainittuun julkaisuuni, kaikelta siltä osaltaan, joka koskee tämän värin analyysiä, väriaineen käyttäytymistä lämmössä, reaktioita sekä sen luonteen ja koostumuksen määrittämistä.
- (5) Olen nähnyt vaivaa saadakseni keltaisen värin, koska orvokkien nesteestä saatiin ilmeisesti ”violetti lakka” (joka osoittautuu myös olleen käytössä antiikin aikana). Olen sitten todennut, että orvokeista pitkitetyn keittämisen avulla saatu violetti neste muuttuu ensin vihreäksi ja sitten keltaiseksi (”oikea hetki”, josta Vitruvius puhuu), ja olen siis kyennyt saamaan talteen sitä edustavan ”keltaisen lakan” (ks. viitteessä 3 mainittu julkaisu).

Taas uudet numerot alkaen sivulta 100:

- (1) Tämä väri on löytynyt yhdessä erään toisen kanssa, jonka olen vastamerkinnyt numerolla 215A (katso yllä), yhdestä ainoasta astiasta, joka sisälsi niitä molempia ja jonka olen vastamerkinnyt inventaarionumerolla 1637-4.
- (2) Yrtti lutea, ”kahluuyrtti” tai ”keltayrtti”, joka löytyi Reseda luteola L:stä, ja joka on yksivuotinen, resedaceeheimoon kuuluva kasvi, sisältää keltaista väriainetta (Luteolina), joka värjää villan ja silkin. Värjäyksen lisäksi sitä käytettiin myös maalaukseen tarvittujen lakkojen valmistukseen.
- (3) Dioskoridesta koskevassa kommentissaan (katso kirj. 5) Matthioli mainitsee, että kaiken kaikkiaan luonnon chrysocollaa on olemassa kolme muunnosta: ”vihreä”, jota saadaan kuparikaivoksista, lyijykaivoksista saatava ”musta”, ja hopeakaivoksista saatava ”valkoinen”, se, mikä, huomautan, ei voi johtua muusta kuin luonnon vihreän värisen chrysocollan epäpuhtauksien luonteesta ja määrästä.
- (4) Matthioli () sanoo: ”Aikamme hoitolaitoksissa sitä kutsutaan nimellä ”Crisocolla Borrace: mutta vähän aikaa sitten väärinnettiin aitoa tuotetta, joka oli väriltään kauniin tumman vihreä, jolle on kysyntää: vaadittiin enimmäkseen mustahkoa, ja sitä oli tarpeeksi saatavana keinotekoisena, arabikumista ja salpietarista tulella kuumentamalla tehtynä, ja juuri tätä tuotetta kutsutaan uudelleen tehdyksi Borraceksi”.

(5) Katso huomautus 1.

(6) Tämän värin olen löytänyt Pompeijin jäänteistä terracotta-astiasta, ja se sisälsi neljä väriä, joilla kaikilla on sama inventaarionumero 9555-28. Erottaakseni ne toisistaan, olen vastamerkinnyt ne kirjaimilla a, b, c ja d, ja erityisesti 9555/a, joka on valkoinen, 9555/b, joka on keltainen, 9555/c, joka on väri, josta yllä, ja 9555/d, joka on sininen, ja joista puhun vastaavien värien yhteydessä (katso ”valkoiset”, ”keltaiset”, ”siniset”).

(7) ”Asetaatit” (etikahapon suolat) ovat yleensä melko pysymättömiä tuotteita, ja siis voidaan ihmetellä sitä, että niitä voitiin löytää noin kahden vuosituhannen jälkeen, ja siinä määrin, sekä saada siitä tietoa pelkän kaliumbisulfaattitestin perusteella. Kuparikarbonaatti, osittain emäksisen karbonaatin (malakiitin) ja kuparioksidien muodossa, joita oli asetaatin seassa, ovat osaksi asetaatin muuttumisen tuotetta ja osittain alkuperäisen tuotteen epäpuhtauksista johtuvia.

(8) ”Mäskit” muodostavat, kuten tunnettua, viinikäymisen jäännöksen, ja ne koostuvat siksi rypälemurskeesta sekä viinirypäleiden kuorista ja siemenistä. Nämä alistetaan käymiselle, jonka eri vaiheet ne käyvät läpi: ei ole poissuljettua, että antiikin ihmiset olisivat jo soveltaneet etikakäymistä (tarkoituksena auttaa etikan vaikutusta).

(9) Pliniuksen tekstissä puhutaan ”candidus”-kuparista, nimittäin ”valkoisesta”, eikä sen merkitys ole selvä: huomautan, että ’candidus’ pitää kääntää sanalla ”chiaro” (kirkas), ja se viittaa kaikkiin kuparin kirkkaampiin, epäpuhtaampiin muotoihin.

Sitten sivulle 110, jälleen numerointi alusta:

(1) ”Laconicum” oli holvattu tila, johon johdettiin vesihöyryä, jota antiikin ihmiset käyttivät ”hikoilukylpyihin” (”sudatorio”)

(2) ”Hartseja” tai ”hartsimaisia tuotteita”; Plinius todellakin – katso tekstiä yllä – puhuu hartseista ja piestä.

(3) Kasvipäisiä kumeja, tyypiltään ”arabikumia”

(4) Gluteeni (väliaine, kantaja), jota käytettiin tekemään pigmentti, joka sinänsä oli liukenematon, kykeneväksi kiinnittymään pintaan, nimittäin ”maalukseen sopivaksi”.

(5) S. Augusti: Vahataulujen luonteesta ja koostumuksesta, kirj. 50.