

Luonnontieteellisin analyysimenetelmin tunnistettu Akseli Gallen-Kallelan väripaletti

Tieteelliset
artikkelit

Hanne Tikkala & Seppo Hornytskyj

”Preussinsininen väri jota käytin on vähitellen mustunut ja viheriästynyt”¹

Tämä artikkeli käsittelee tutkimusta, jossa tunnistettiin Akseli Gallen-Kallelan paletin väriaineita luonnontieteellisiä ja pääasiassa ainetta rikkomattomia analyysimenetelmiä käyttäen. Tutkimusaineisto on läpileikkaus taiteilijan taiteellisesta tuotannosta vuosilta 1880–1929. Se koostuu 265:stä maalauksesta ja 83:sta öljy- ja temperavärituubista. Tutkimus on ensimmäinen laatuaan Suomessa ja se osoittaa, että Gallen-Kallelan paletti sisältää pääosin synteettisiä epäorgaanisia väriaineita. Hänellä on ollut käytössään peruspaletti, jonka väriaineet esiintyvät suurimassa osassa teoksia. Nämä voivat esiintyä teoksen väripinnoilla yksin tai osana



Kuva 1. Akseli Gallen-Kallelan öljyvärituubeja. Omistaja Gallen-Kallelan museo (GKM-898). Kuva: Jenni Nurminen ja Ainur Nasretdin.



eri väriaineiden seosta. Peruspaletin lisäksi taiteilijalla on ollut käytössään sivupaletti, jonka väriaineet esiintyvät vain osassa teoksista tai niiden käyttö on ajanjaksosidonnaisista. Näitä sivupaletin väriaineita esiintyy myös tutkituissa öljy- ja temperavärituubeissa. Edellä mainittujen väriaineryhmien lisäksi on tunnistettu väriaineita, joita esiintyy vain muutamissa teoksissa ja yhdessä väriainetuubissa. Gallen-Kallela on kokeillut näitä, mutta ei ole ottanut niitä omikseen tai vaihtoehtoisesti hän ei ole ollut tietoinen käyttämiensä väriainetuubien sisältämistä väriaineista. Tutkimustulosten perusteella voidaan havaita muutoksia Gallen-Kallelan väriainemieltymyksissä maalaustyylien vaihtuessa, mutta paletti on aina ollut varsin laaja sisältäen vähintään seitsemän erilaista väriaineryhmää: koboltinsininen, erisävyiset rautapitoiset värit, lyijy- ja sinkkivalkoinen, vihreät ja keltaiset kromiyhdisteet, keltainen ja oranssi kadmiumsulfidi sekä punainen sinooperi.

Axel Gallén, myöhemmin Akseli Gallen-Kallela (1865–1931), oli aktiivinen vaikuttaja murroksessa elävän Suomen taidekentällä ja hän sai jo elinaikanaan mainetta Suomen kansallistaiteilijana ja suomalaisen identiteetin rakentajana. Hänen taiteellinen

tuotantonsa valikoitui tämän tutkimuksen kohteeksi, koska se on monipuolinen, laaja ja sen väreissä on havaittavissa muutoksia taiteilijan maalaustyylin muuttuessa. Gallen-Kallelan teokset ovat myös usein väärennösten kohteina sekä aikalaisväärentäjien että nykyisten väärentäjien toimesta. Maalaustyyliiltään alkutuotannon maalaukset ilmentävät realismia ja romanttista kansankuvausta siirtyen symbolististen Kalevala-aiheiden kautta loppuvaiheen värikkäisiin, jopa ekspressionistisiin teoksiin. Kuten useilla aikalaisillaan, myös Gallen-Kallelan alkutuotannon väriskaala on maanläheinen ja ilmaisu naturalistista.² Väriskaala muuttuu heleämmäksi ja kirkastuu³ maalaustekniikan ja maalaamisen tradition muuttuessa ilmaisultaan vapaammaksi ja rohkeammaksi. Gallen-Kallelan väripaletin muuttuminen heleämmäksi osuu 1910-luvulle, erityisesti Afrikan matkaan.⁴ Tällöin myös Euroopan taidekenttä oli murroksessa ja taiteilijat hakivat uusia ilmaisutapoja sekä hehkuvia ja kirkkaita värejä maalauksiinsa.⁵ Gallen-Kallela oli boheemi kosmopoliitti, joka asui ja matkusti myös eri puolilla maailmaa.⁶ Hänen voidaan olettaa hankkineen maalauksiinsa tarvittavia materiaaleja niistä maista, joissa hän vietti

aikaansa ja loi uraansa. Tässä tutkimuksessa tutkitut väriainetuubit ovat peräisin saksalaisilta, ranskalaisilta, belgialaisilta, englantilaisilta ja yhdysvaltalaisilta valmistajilta.⁷

Gallen-Kallelan taiteellisessa tuotannossa on runsaasti aineistoa erilaisille materiaalitutkimuskokonaisuuksille. Tämän tutkimuksen tavoitteet rajautuivat paletin väriaineiden mahdollisimman kattavaan tunnistamiseen: Mitä väriaineita Gallen-Kallela on käyttänyt? Onko väriainepaletissa niin kutsuttuja karakteristisia väriaineita, joita hän on käyttänyt joko lähes jokaisessa työssään, ei koskaan tai aikajaksosidonnaisesti? Tutkimuksellisen kiinnostuksen kohteena on myös teosten säilymisen kannalta oleellinen kysymys: Onko teoksissa väriaineita, joiden tiedetään haalistuvan tai tummuvan ikääntymisen myötä, väärissä olosuhteissa säilytettäessä tai näyttelyissä esille pantuina? Tunnistamisen menetelminä on käytetty mikroskopiaa, erityisesti kiteiden optisten ominaisuuksien tarkasteluun sopivaa polarisaatiomikroskopiaa, ja alkuaineanalyysiä (energiadisersiivinen röntgenfluoresenssi). Nämä menetelmät valkoituivat analyysimenetelmiksi niiden kustannustehokkuuden ja tuloksellisuuden vuoksi. Nämä seikat ovat merkittäviä, kun



analysoidaan tämän tutkimuksen aineistomäärän kaltaisia kokonaisuuksia. Tämän tutkimuksen ulkopuolelle on rajattu arkistotutkimus, jossa perehdytään Gallen-Kallelan mahdolliseen kirjeenvaihtoon koskien hänen käyttämiään väriaineita. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää todelliset väriaineet, ei kerätä tietoa taiteilijan suosimista väriainevalmistajista.

Taiteilijakohtaisen väriainepaletin tunnistus ja taiteilijoiden välisen väriaineiden käytön eroavaisuuksien tutkimus ovat Suomessa uutta taiteen materiaalitutkimusta.⁸ Se tuottaa kiinteästi teokseen sidottua tietoa sen fyysisestä olemuksesta, materiaaleista ja niiden ikääntymisominaisuuksista. Tutkimus ei pelkästään tue taidehistorian sisällön-tuotantoa⁹ vaan auttaa tutkijoita arvioimaan teoksen mahdollisen elinkaaren pituutta, ikääntymisen hidastamismahdollisuuksia ja materiaaleille sopivia konservointitoimenpiteitä. Yksilöllisen väriainepaletin tunteminen auttaa tutkijoita myös teosten attribuoinnissa, eli nimeämisessä tietylle taiteilijalle, sekä mahdollisten väärennösten tunnistamisessa. Tuntemalla kunkin taiteilijan tyypillisesti käyttämät väriaineet tai vaihtoehtoisesti väriaineet, joita tämä ei koskaan käyttänyt,

saadaan ensisijaisen tärkeää tietoa muiden tutkimustulosten lisäksi.

Maalaustaiteen teknisestä- ja materiaalianalyttisestä tutkimuksesta on tullut oleellinen osa museoiden tekemää tutkimustyötä.¹⁰ Suomessa tutkimusta tehdään Kansalliskalleriassa (Valtion Taidemuseo vuosina 1990–2013), joka julkaisee tuloksiaan sekä *FNG Research* -verkkojulkaisusarjassaan että näyttelyjulkaisuissaan. Suomessa materiaalitutkimukset aloitettiin 1980-luvulla silloisen Suomen Taideakatemian konservaattoreiden toimesta, jolloin muutamien merkittävien teosten materiaali- ja maalaustekniikkatutkimuksia tehtiin yhteistyössä Helsingin yliopiston fyysiikan laitoksen tutkijoiden kanssa. Oma materiaalitutkimuslaboratorio perustettiin vuonna 1999, jolloin Suomen Taideakatemian oli jo vaihtunut Valtion Taidemuseoksi.

Kansainvälisesti taiteilijakohtaiset väriainepalettitutkimukset ovat melko yleisiä ja niiden anti taiteentutkimukselle liittyy juuri teosten säilymisen turvaamiseen ja attribuointiin sekä taiteen aitoustutkimuksiin. Useimmiten taiteilijakohtaiset väriainepalettitutkimukset kohdistuvat yksittäisiin teoksiin tai tarkasti rajattuun aikakauteen, kuten on Vincent van Goghin ja Edvard Munchin koh-

dalla.¹¹ Kokonaispaletti on tunnistettu muun muassa Lucas Cranach vanhemmalta,¹² Jan Vermeeriltä¹³ ja Ivan Aivazovskilta¹⁴. Tässä artikkelissa esitettävässä tutkimusaineistolaajuudessa ja samalla analyysimenetelmähdistelmällä tehtyjä taiteilijakohtaisia väriainepalettitutkimuksia on tehty vähän. Erityisesti polarisaatiomikroskopian käyttö väriainetutkimuksissa on vähäistä, vaikka se on käyttökustannuksiltaan kohtuuhintainen menetelmä, jolla pienestä näytelmästä kyetään luotettavasti tunnistamaan suurin osa historiallisista epäorgaanisista väriaineista. Se on myös analyysimenetelmä, jonka käyttö tutkimuksessa olisi mahdollista myös pienemmille museo-organisaatioille. Tämän artikkelin yhtenä tavoitteena onkin korostaa joidenkin pitkään käytössä olleiden mutta nykyisin vähän käytettyjen analyysimenetelmien käytettävyyttä taiteen materiaalitutkimuksessa.

Tutkittava aineisto ja tutkimusmenetelmät

Tutkittavat teokset käsittävät Gallen-Kallelan Museon, Kansalliskallerian ja Serlachius-museoiden kokoelmien teoksia. Mukana on myös Gallen-Kallelan Museon deponoituja



yksityisten tahojen omistamia teoksia sekä yksittäisiä muiden tahojen omistamia teoksia. Tutkimuksen otanta sisältää sekä taiteilijan tunnetuimpaan tuotantoon kuuluvia- että tuntemattomampia teoksia. Myös harjoitelmia ja luonnoksia on otettu mukaan kokonaisuuteen. Kaiken kaikkiaan on tutkittu 265 teosta (taulukko 1). Aineistoon kuuluu kanakaalle, paperille ja puulle maalattuja teoksia, joiden pääasiallinen sideaine on öljy. Aineistossa on myös kolme guassi- ja kahdeksan temperasideaineella toteutettua teosta. Näiden tueksi on tutkittu myös Gallen-Kallelan Museon kokoelmiin kuuluvat, oletettavasti itsensä Akseli Gallen-Kallelan käytössä olleet öljy- ja temperavärituubit, joista tutkittiin 83 kpl (taulukko 2).¹⁵

Gallen-Kallelan uran aikana oli saatavilla valmiiksi tinatuubeihin säilöttyjä sideaineeseen sekoitettuja yksittäisiä väriainejauheita¹⁶ ja valmiita väriaineseoksia.¹⁷ Tämän tutkimuksen aineistoon kuuluu erilaisia vihreitä väriaineseoksia sisältäviä väriainetuubeja. Ne on merkitty muun muassa kauppanimillä Behrendt green¹⁸, green cinnabar tai chrome green¹⁹ ja permanent green²⁰. Väriainetuubit sisälsivät useimmiten erilaisia synteettisiä väriaineita kuten synteettinen ultramariini,

preussinsininen, erisävyiset rautaoksidipitoiset värit, koboltti-, kupari- ja kromiyhdisteet sekä orgaaniset väriaineet kuten eosiini (*geranium lake*) tai synteettinen alitsariini²¹. Vaikka taiteilijat olivat hyvin tarkkoja materiaaliensa aitoudesta ja kestävydestä²², Gallen-Kallelan väriainetuubeja analysoitaessa huomattiin, että ne saattoivat sisältää muitakin väriaineita kuin mitä etiketissä ilmoitetaan.

Merkittävimmät tekijät, jotka vaikuttivat tutkimusmenetelmien valintaan, olivat ainetta rikkomattomuus²³, tuloksellisuus ja kustannustehokkuus. Näiden perusteella tutkimusmenetelmiksi valikoituivat energiadiispersiivinen röntgenfluoresenssispektroskopia (EDXRF) ja valomikroskopia, etenkin polarisaatiomikroskopia (PLM). EDXRF on täysin ainetta rikkomaton ja koskematon analyysimenetelmä kun taas PLM-tutkimusta varten tarvitaan pieni määrä näytettä. Näytemäärä on kuitenkin huomattavasti pienempi kuin mitä normaaliin museotyöhön liittyvässä taideteosten pintapuhdistuksessa tai lakan poistossa irtoaa teosten väripinnoilta. Menetelmien avulla saadun tiedon tueksi osa teoksista kuvannettiin UV- ja IR-säteilyä hyväksikäyttäen. Nämä kuvantamistek-

niikat toimivat perustyökaluina tutkittaessa teoksen maalaustekniikkaa, mutta ne voivat myös toimia materiaalianalytiikan apuna. Niiden avulla ei tunnisteta käytettyjä materiaaleja ja väriaineita, mutta voidaan luoda hypoteeseja, jotka osaltaan edistävät tutkimusta.

Energiadiispersiivisessä röntgenfluoresenssispektroskopiassa tutkittavaa kohdetta säteilytetään röntgensäteilyllä, jolloin kohteen sisältämien alkuaineiden atomit ryhtyvät emittoimaan niille ominaista röntgensäteilyä. Tämä säteily voidaan kerätä ja muuntaa röntgenfluoresenssispektriiksi. Röntgenfluoresenssispektrissä eri alkuaineilla on piikkejä niille tunnusomaisilla paikoilla ja tämän perusteella voidaan alkuaineet tunnistaa. Tunnistettuja alkuaineita voidaan käyttää kohteen sisältämien yhdisteiden (maalausten kohdalla tutkittavien värialueiden sisältämien väriaineiden) tunnistuksessa. Usein röntgenspektreissä havaittavat alkuaineet viittaavat useaan erityyppiseen väriaineeseen tai osa väriaineista jää tunnistamatta, koska niiden koostumuksessa ei ole röntgenfluoresenssispektroskopian avulla havaittavia alkuaineita.²⁴ Tällöin tutkimuksia voidaan täydentää optisen mikroskopian menetelmien avulla, joita ovat läpi- ja pinta-



valomikroskopia, polarisaatiomikroskopia, UV- ja IR-mikroskopia.²⁵

Polarisaatiomikroskopiassa näytettä tarkastellaan 100–400 kertaisella suurennoksella taso- ja ristiin polarisoidussa läpi- ja/ tai pintavaloissa. Tällöin havainnoidaan eri väriainepartikkeleille tyypillisiä optisia ominaisuuksia, joita ovat väriainepartikkelin koko, muoto, värisävy, erottuvuus väliaineesta (martio), taitekertoimen suuruus verrattuna väliaineeseen, kahtaistaitteisuus ja pleokroismi²⁶. UV- ja IR-säteilylähteitä käytettäessä mikroskooppitarkastelussa tehdään havaintoja säteilyn vaikutuksesta ja käyttäytymisestä yksittäisissä väriainepartikkeleissa. Partikkeleita tarkastellaan myös Chelsea-suotimen avulla läpikulkevassa valossa, jolloin tietyt väriaineet muuttavat väriään. Tätä värimuutosta käytetään tunnistuksen apuna.

Havainnot ja tulokset

Gallen-Kallelan peruspaletin väriaineiksi osoittautuivat koboltinsininen, erilaiset rautapitoiset väriaineet, sinooperi, kadmiumkeltainen ja -oranssi sekä kromioksidi-/hydratoitu vihreä ja kromikeltainen. Sinisistä väriaineista suurella todennäköisyydellä myös syn-

teettinen ultramariini kuuluu peruspalettiin. Preussinsininen oli taiteilijan suosiossa enemmän uran alkupuolella, kun taas syntetttinen ultramariini esiintyy teoksissa ajallisesti melko tasaisesti. Sitä todettiin olevan myös useissa väriainetuubeissa. Kaikissa teoksissa ja useassa väriainetuubissa esiintyy myös erilaisia rautapitoisia värejä, joiden yksilöivä tunnistaminen rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle. Gallen-Kallelan sivupalettiin kuuluvat smaragdinvihreä, seruleeninsininen, orgaaniset väriaineet, koboltinvihreä ja -violetti sekä kuparipitoinen vihreä ja/ tai sininen väriaine (kaavio 1). Väriaineita, joita teoksista on tässä tutkimuksessa tunnistettu määrällisesti vain vähän, ovat koboltin- ja napolinkeltainen.

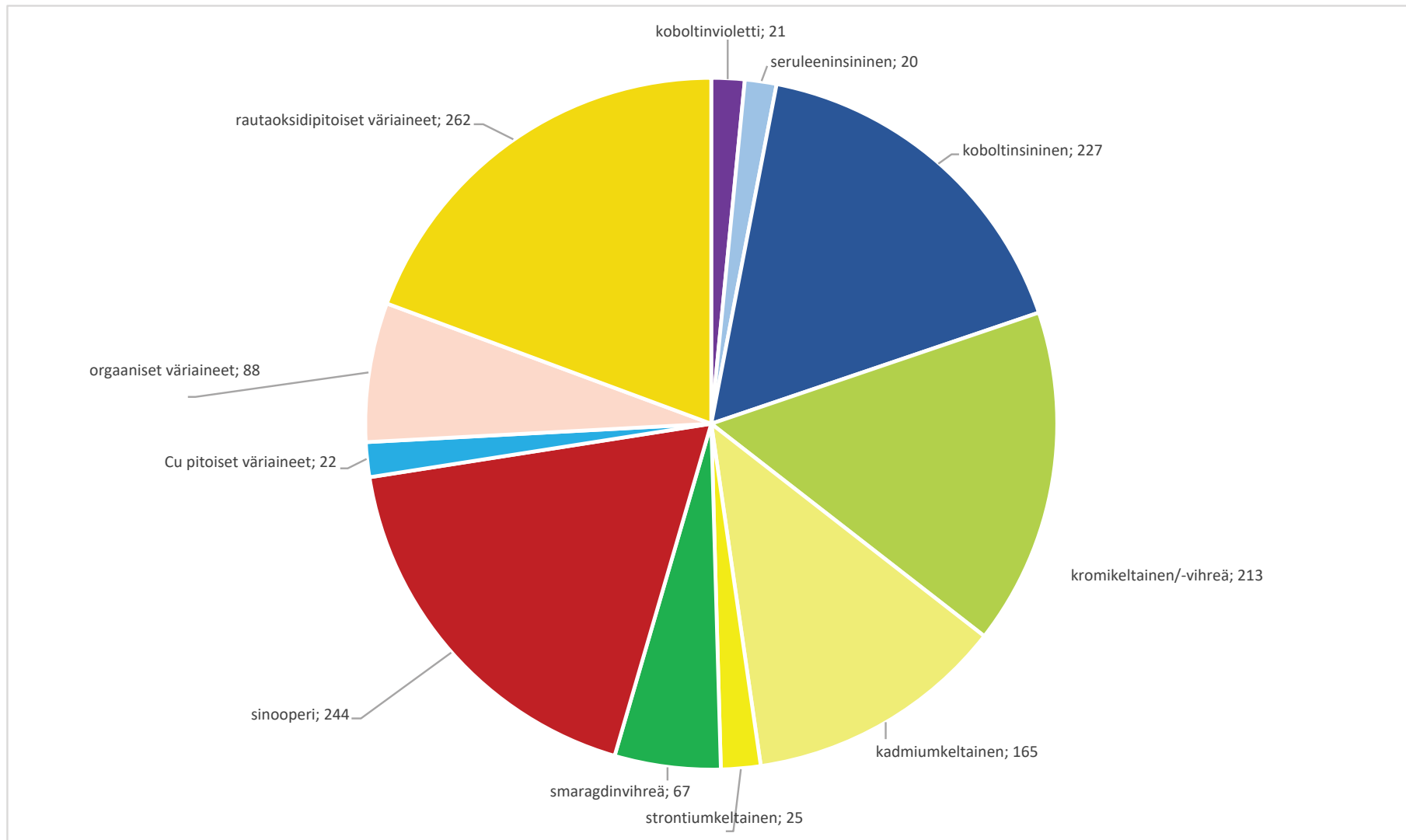
Valkoisista lyijyvalkoinen esiintyy jokaisessa teoksessa ja sinkkivalkoinen 253:ssa 265:stä tutkitusta teoksesta. Mustista väriaineista Gallen-Kallelalla on ollut käytössään ainakin rautaoksidi- ja luumusta. Musta voi olla myös seos rautaoksidipitoisista väriaineista ja koboltinsinisestä tai ultramariinista. Toisinaan seoksessa on sinooperia ja/ tai hydratoitua kromioksidivihreää. Mustien ja tummien sävyjen käyttäminen on hyvin tyypillistä taiteilijan tuotannon realismiin ja sym-

bolismin aikaan. Tämä tulee erityisen hyvin esiin teoksissa *Lieden ääressä* (1887)²⁷, *Ensi-opetus* (1887)²⁸, *Saunassa* (1889)²⁹, saksalaisen näyttelijä *Rudolf Rittnerin muotokuva* (1895)³⁰ ja *Lemminkäisen äiti* (1897)³¹. Afrikan ajanjaksolla vuosina 1909–10 taiteilijan preussinsinisen käyttö oli vähäisempää ja vastaavasti heleiden värien, kuten koboltinvioletin ja seruleeninsinisen käyttö lisääntyi. (Linkit teoskuviin: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/398461>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/431404>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/397073>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/400728>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/398211>).

Täyte- ja pohjusteaineina on käytetty bariumsulfaattia, kalsiumkarbonaattia sekä sinkki- ja lyijyvalkoista. Gallen-Kallelalla oli käytössään myös lyijypunainen, mutta väriainetuubien joukossa ei ole yhtään näin nimettyä tuubia, vaan kaikki lyijypunaista sisältävät väriainetuubit on nimetty sinooperiksi. Ei ole varmaa, oliko hän tietoinen siitä, että hän käytti sinooperin sijasta lyijypunaista.

Seuraavissa kappaleissa esitellään väriainekohtaisesti ne havainnot tutkimusaineistosta, joiden perusteella kyseessä olevat väriaineet voidaan tunnistaa.





Kaavio 1.
Gallen-Kallelan perus- ja sivupalettien väriaineet.³²

Koboltinsininen

Väriainetuubeissa neljässä ja 227:ssä 265:stä tutkitusta teoksesta on koboltinsinistä (kaavio 2).³³ Koboltinsininen on kidejärjestelmältään kuutiollinen ja kemialliselta koostumukseltaan kobolttialumiinioksidia (CoAl_2O_4).³⁴ Sen tunnistaminen tapahtuu röntgenfluoresenssispektrin avulla, josta tunnistetaan alkuaine koboltti. Usein tutkituissa teoksissa ja väriainetuubeissa koboltin kanssa esiintyy pieni määrä nikkeliä, joka on raaka-aineesta peräisin oleva epäpuhtaus.³⁵ Tasopolarisoidussa läpivalossa tarkasteltuna partikkelit ovat läpikuultavan sinisiä (kuva 2). Partikkelien martio³⁶ vaihtelee heikosta kohtalaiseen ja partikkelien kokajakauma on laaja. Chelsea-suotimen läpi havainnoitaessa partikkelien sävy muuttuu vaalean sinisestä vaalean punaiseksi. Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat isotrooppisia. Koboltinsininen esiintyy sekä yksin sinisenä väriaineena, että yhdessä muiden sinisten kanssa, ja myös osana vihreää tai violettiä seosta.

Edellä mainitut havainnot ovat tyypillisiä koboltinsinisen optisista ominaisuuksista tehtyjä havaintoja. Kirjallisuudessa mainituista havainnoista poikkeavaa sen sijaan

on tutkimusaineistosta kerättyjen näytteiden taitekerroin, joka on pääsääntöisesti pienempi kuin väliaineen ($<1,662$). Koboltinsinisen väriaineen taitekertoimen ilmoitetaan tavallisesti olevan suurempi kuin väliaineen ($1,66-1,78$).³⁷ Kuitenkin, lähes kaikissa Kansalliskalleriassa tutkituissa koti- ja ulkomaisissa teoksissa, jotka ajoittuvat 1800–1900-lukujen taitteeseen, koboltinsinisen taitekerroin on väliainetta pienempi. Tämä voi tarkoittaa sitä, että historiallisen koboltinsinisen taitekerroin on useimmiten pienempi kuin väliaineen ja modernin suurempi. Tieteellisiä artikkeleja tästä ei kuitenkaan vielä ole julkaistu.

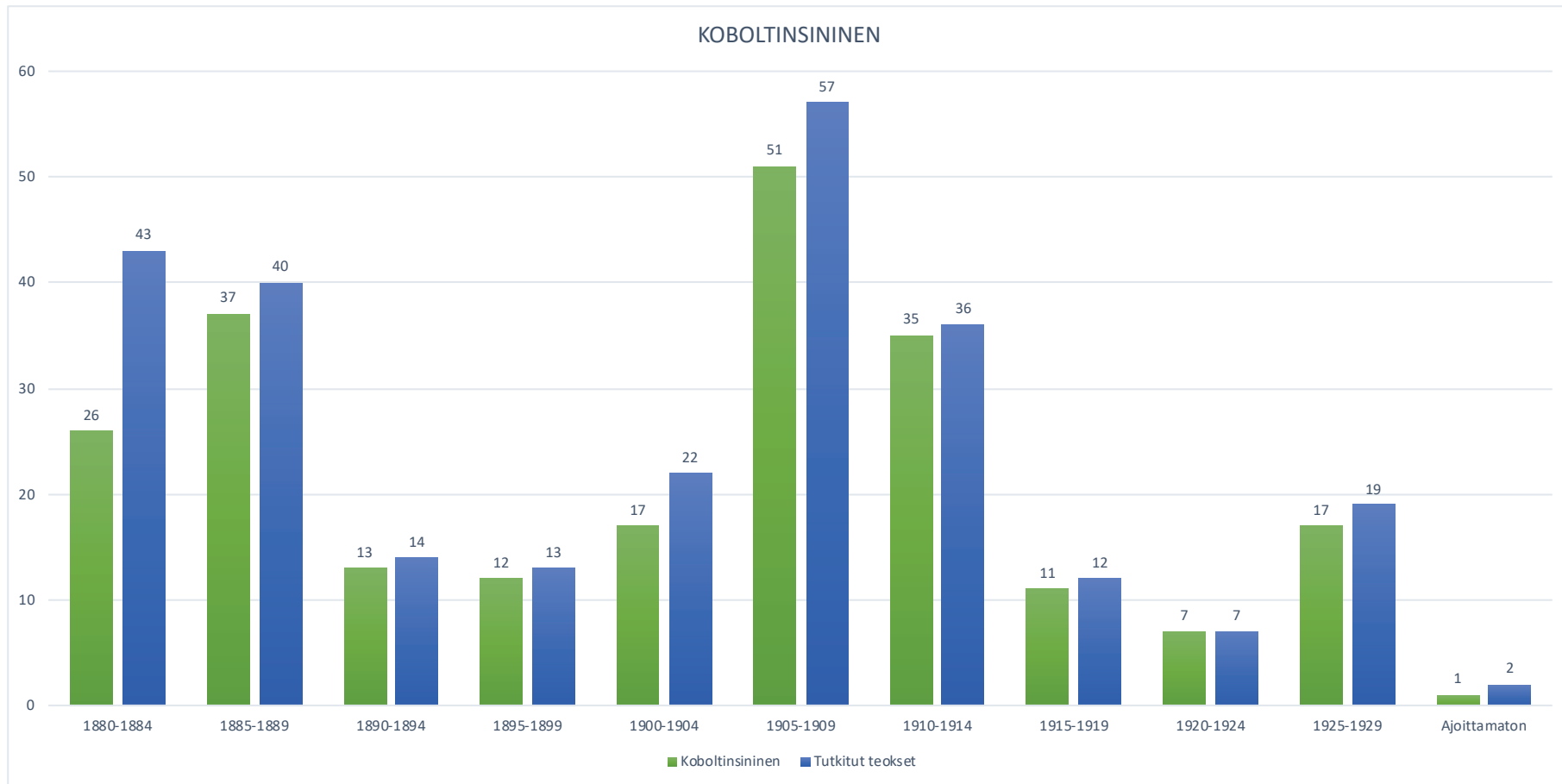
Seruleeninsininen

Toinen kobolttipitoinen sininen, joka on tunnistettu sekä teoksista että värituubeista, on seruleeninsininen³⁸, joka on kidejärjestelmältään kuutiollinen ja kemialliselta koostumukseltaan kobolttitinaoksidia (CoSnO_3). Teos- ja materiaaliotannasta seruleeninsinistä esiintyy kahdessa öljyvärituubissa, mutta teoksissa sitä esiintyy kohtalaisen vähän: 20:ssä 265:stä tutkitusta teoksesta. Selvä piikki tämän väriaineen käytössä on Gallen-Kallelan värien heleytymisen aikaan 1910-luvulla, jonka jälkeen valmistuneis-

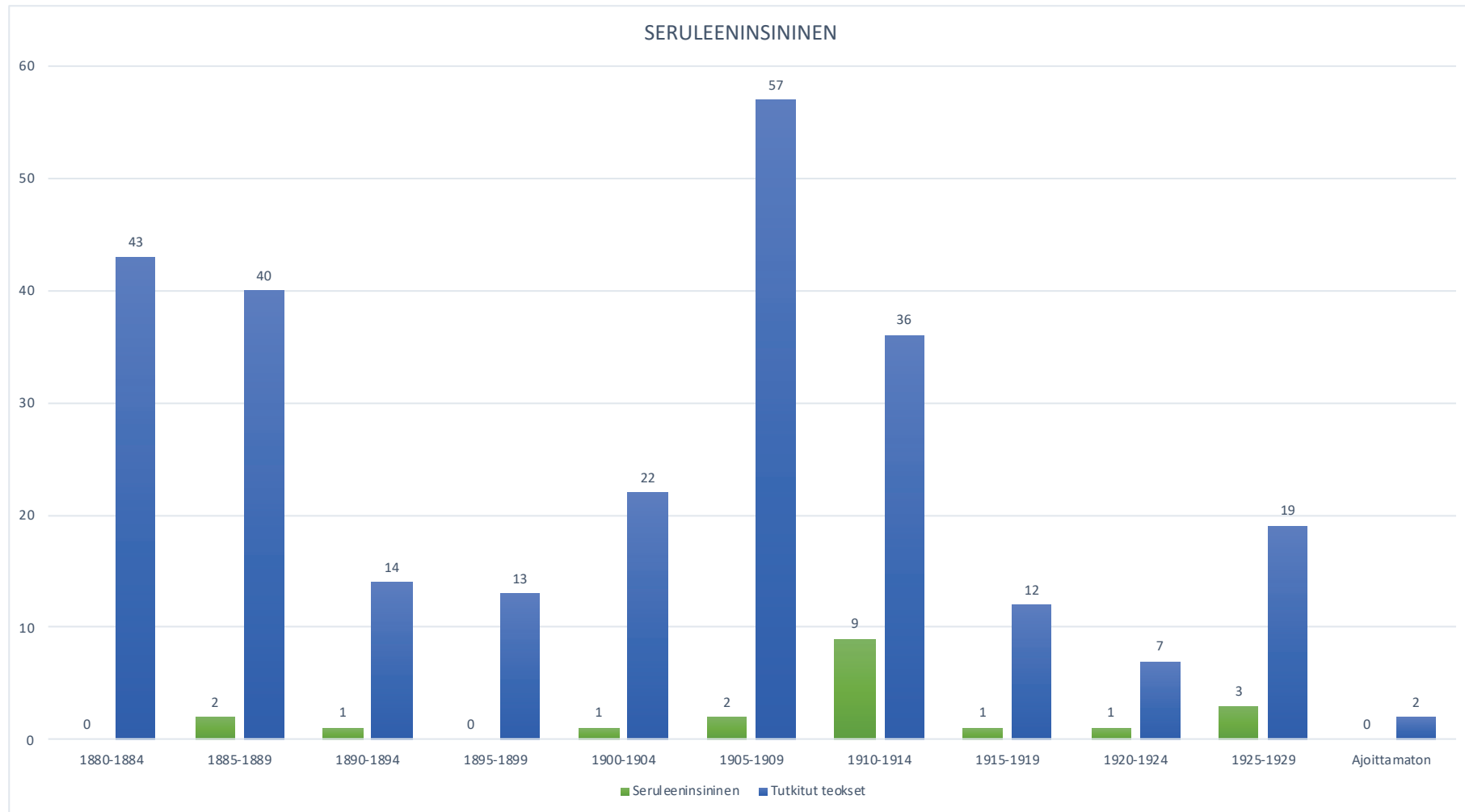
ta ja tutkituista teoksista se on tunnistettu kuudestatoista. Ottaen huomioon, että seruleeninsininen on tunnistettu yhteensä 20:sta teoksesta, sijoittuu sen käyttö Gallen-Kallelan uralla 1910-luvun jälkeiselle ajanjaksolle (kaavio 3).

Tutkimusaineistosta seruleeninsininen tunnistetaan röntgenfluoresenssispektrin avulla, jossa koboltin lisäksi esiintyy tina. Tutkituissa teoksissa ja väriainetuubeissa mitatuista röntgenfluoresenssispektreistä havaitaan usein myös pieni määrä nikkeliä, joka on raaka-aineesta johtuva epäpuhtaus. Seruleeninsininen voidaan tunnistaa myös polarisaatiomikroskopian avulla. Tarkasteltaessa näytettä tasopolarisoidussa läpivalossa partikkelit näyttävät pyörityneiltä. Ne ovat läpikuultavia ja väriltään vaalean sinisiä (kuva 2). Partikkelit ovat pieniä ja niiden kokajakauma on kapea. Partikkelin martio on kohtalainen ja taitekerroin suurempi kuin väliaineen ($>1,662$). Chelsea-suotimen läpi tarkasteltuna tummemman siniset partikkelit ja aggregaatit (partikkelikasauamat) näyttävät haalean vaaleanpunaisilta, vaaleamman siniset partikkelit harmailta. Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat isotrooppisia. Tämä väriaine esiintyy yleisimmin

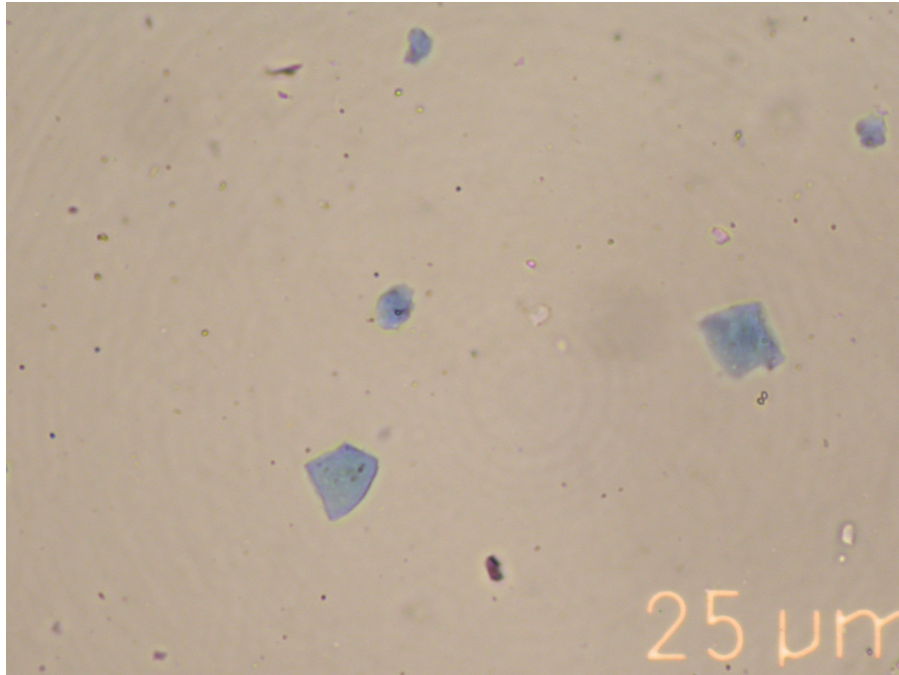




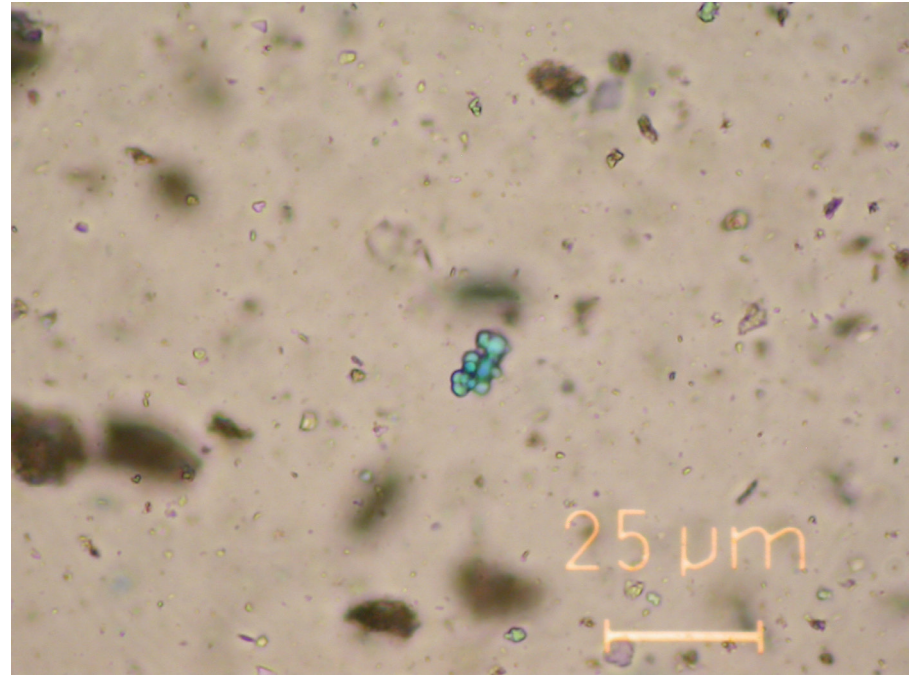
Kaavio 2.
Koboltinsinisen esiintyminen teoksissa aikakausittain



Kaavio 3.
Seruleeninsinisen esiintyminen teoksissa aikakausittain



Kuva 2. Koboltinsinisen väriainepartikkeli tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta, *Iltamaisema eläintarhasta*, 1886. Öljyväri kankaalle, 24,5 x 31 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 1725. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/419134>).



Kuva 3. Seruleeninsinisen väriainepartikkeleja aggregaattina tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Kukkiva korallipuu*, 1909-10. Öljyväri puulle, 29,5 x 26 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2178. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/429050>).



sinisillä värialueilla, ei niinkään vihreissä tai violeteissa seoksissa.

Preussinsininen

Tutkituista teoksista 12:sta tunnistettiin preussinsininen.³⁹ Se näyttää esiintyvän Gallen-Kallelan tuotannossa pääasiallisesti ennen 1900-lukua; yhteensä 57:stä teoksesta otettiin polarisaatiomikroskopianäytteitä ja 12:sta se tunnistettiin. Kaikki teokset, joissa se esiintyy, ovat valmistuneet ennen 1900-lukua yhtä vuonna 1905 valmistunutta teosluonnosta⁴⁰ lukuun ottamatta.

Preussinsininen⁴¹ on synteettinen epäorgaaninen yhdiste. Se on kidejärjestelmältään kuutiollinen ja kemialliselta koostumukseltaan heksasyanoferraattia (II) ($\text{Fe}^{\text{III}}_4[\text{Fe}^2(\text{CN})_6]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ($x=14-16$)). Preussinsinisen tunnistaminen tapahtuu polarisaatiomikroskopian avulla. Röntgenfluoresenssispektrissä havaitaan rauta, joka kuuluu preussinsinisen koostumukseen, mutta koska rauta on väri- ja täyteaineissa yleinen alkuaine, ei sen läsnäoloa spektrissä voida käyttää preussinsinisen tunnistamiseen. Tunnistaminen tapahtuu polarisaatiomikroskopian avulla. Tunnistamisen apuna voi käyttää IR-reflektio- (IRR) tai -läpivalotarkastelua. Koska preussinsininen

absorboi IR-säteilyä se näkyy IR-tarkastelussa mustana.

Preussinsinisen partikkelit ovat hyvin pieniä eikä yksittäisiä partikkeleita voi erottaa valomikroskopian avulla. Partikkelit muodostavat kuitenkin usein aggregaatteja, jotka saattavat olla kooltaan kohtalaisen suuria tai vaihtoehtoisesti ne ovat kiinnittyneet suurempipartikkeliseen kantajaan. Tasopolarisoidussa läpivalossa aggregaatit näkyvät toisinaan opaakkeina ja toisinaan kohtalaisen läpikuultavina, joskus kirkkaan ja toisinaan hyvin tumman tai vihertävän sinisinä partikkelikasaumina (kuva 3).⁴² Näiden väri ei muutu Chelsea-suotimella tarkasteltaessa.⁴³ Preussinsinisen martio on kohtalainen ja taitekerroin on pienempi kuin väliaineen (<1,662). Pienestä partikkelikoosta johtuen martion ja taitekertoimen havaitseminen on vaikeaa. Ristiin polarisoidussa läpivalossa preussinsininen on isotrooppinen. Preussinsinistä esiintyy muissa teoksissa sekä vihreillä että sinisillä värialueilla. Väriainetuubissa se esiintyy osana vihreää seosta.⁴⁴ Väriaine voi valmistustavasta riippuen haalistua tai muuttaa väriään valolle altistuessaan. Erityisesti jos se on teoksessa seoksena valkoisten väriaineiden kanssa.⁴⁵

Preussinsinistä Gallen-Kallela on käyttänyt sekä sinisenä että yhdessä kromikeltaisen kanssa, jolloin tuloksena on vihreä värisävy, jota on kutsuttu nimellä kromivihreä. Näin on esimerkiksi teoksissa *Poika ja varris*⁴⁶ vuodelta 1884 ja *Tohtori Herman Frithiof Antellin muotokuva*⁴⁷ vuodelta 1886. (Linkit teoskuviin: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/406902>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/391665>).

Synteettinen ultramariini

Ultramariini, jota Gallen-Kallela käytti, on poikkeuksetta synteettistä ultramariinia.⁴⁸ Tutkituista teoksista 23:ssa 265:stä teoksesta⁴⁹ ja väriainetuubeista kahdeksassa esiintyy synteettistä ultramariinia. Tunnistaminen tapahtuu polarisaatiomikroskopian avulla, joka on myös ainoa analyysimenetelmä, jolla voi erottaa toisistaan aidon ja synteettisen ultramariinin. Synteettisen kohdalla on myös mahdollista selvittää, onko kyseessä varhainen vai myöhäisempi versio.⁵⁰

Kemialliselta koostumukseltaan ultramariini on natriumalumiinisilikaattia ($\text{Na}_{6-10}\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_{2-4}$). Sen kiderakenne on kuutiollinen ja koostumus voi vaihdella lähtöaineista ja niiden seossuhteista riippuen.⁵¹ Läpikulke-



vassa tasopolarisoidussa valossa partikkelit ovat läpikuultavia, toisinaan opaakkeja, tasaisesti värjäytyneitä ja sinisiä. Synteettisellä ultramariinilla on tasaisempi väri kuin luonnon ultramariinilla, mutta varhaisissa synteettisissä ultramariinipartikkeleissa väri voi olla epätasaisesti jakautunut. Partikkelit ovat kohtalaisen pyöreitä, pieniä ja niiden kokojakauma on kapea (kuva 4). Chelsea-suotimella tarkasteltuna niiden väri muuttuu kirkkaan punaiseksi. Synteettisellä ultramariinilla väri muuttuu hieman intensiivisemmäksi punaiseksi kuin luonnon ultramariinilla. Sekä luonnon että synteettisen ultramariinin martio on selvä ja taitekerroin alhaisempi kuin väliaineella (<1,662). Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat isotrooppisia. Synteettistä ultramariinia esiintyy sinisillä, vihreillä ja violeteilla värialueilla.

Sinooperi

Sinooperi⁵² kuuluu Gallen-Kallelan peruspalettiin ja sitä on tunnistettu 244:ssä 265:stä teoksesta (kaavio 4). Väriainetuubeissa sinooperia esiintyy vain tuubissa, jonka nimi on Karmin-Zinnober.⁵³

Sinooperi on kemialliselta koostumukseltaan elohopeasulfidia (HgS) ja kidera-

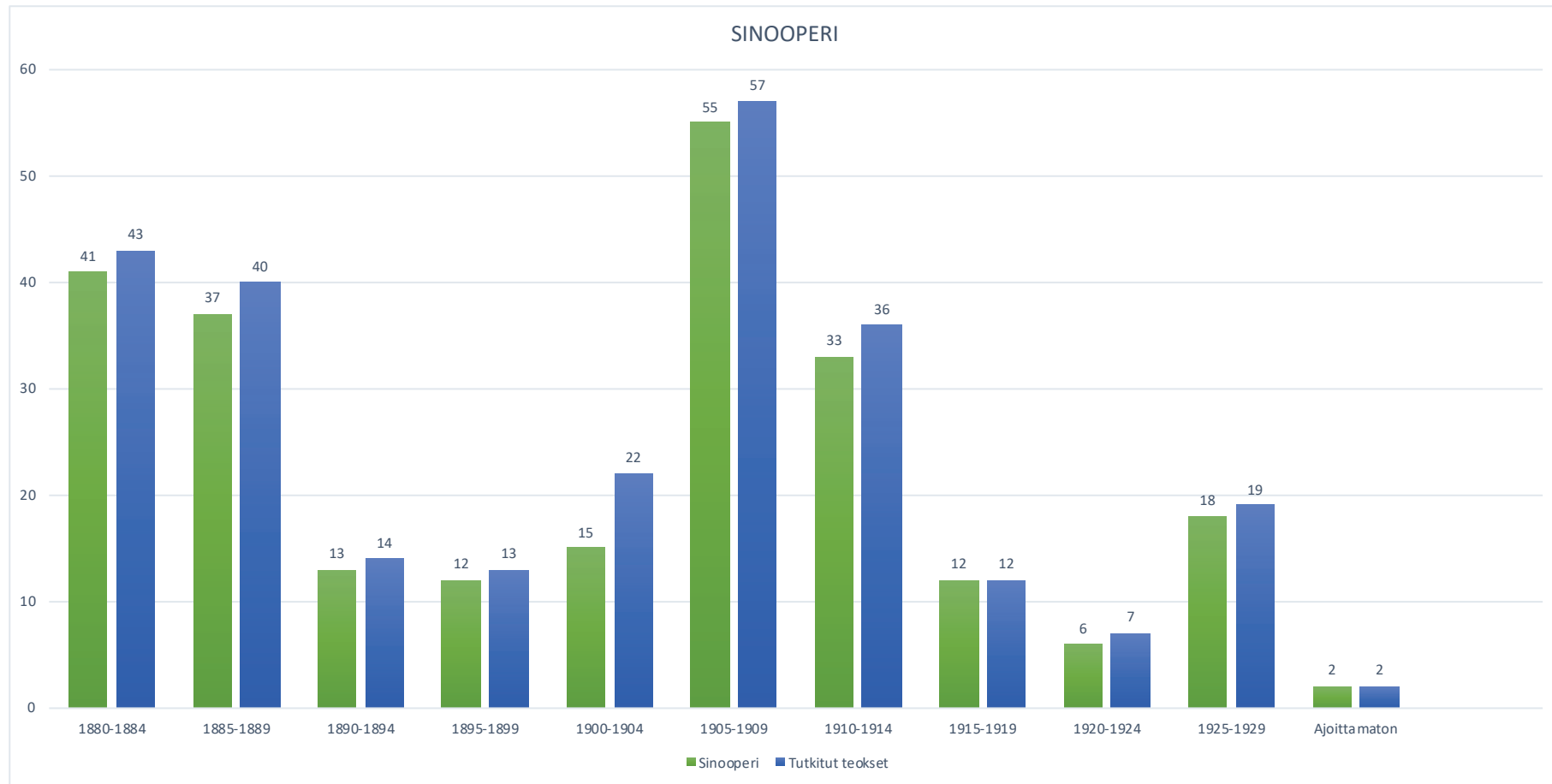
kenteeltaan heksagonaalinen. Sinooperin tunnistaminen on yksinkertaista pelkästään röntgenfluoresenssispektrin avulla; se on ainoa yleisesti käytössä oleva punainen väriaine, joka sisältää elohopeaa (spektri 1). Sinooperia on olemassa sekä luonnonmineraalina että synteettisesti tuotettuna mineraalina. Synteettisen valmistamiseen on olemassa kaksi eri menetelmää. Näistä toinen, kuivaprosessi, tuottaa samantlaisia väriainepartikkeleita murskattuna ja jauhettuna kuin luonnon sinooperi. Märkäprosessi tuottaa pieniä tasakokoisia kiteitä, joita ei erikseen jauheta väriaineksi.⁵⁴ Sinooperin kohdalla näytteenotto on perusteltua silloin, kun halutaan selvittää kummalla prosessilla tuotettu synteettinen sinooperi on kyseessä. Tasopolarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat syvän punaisia, toisinaan jopa opaakkeja. Sinooperi-partikkelien martio on selvä ja taitekerroin on korkeampi kuin väliaineen (>1,662). Partikkelikokojakauma on märkäprosessilla tuotetussa kapea⁵⁵ ja kuivaprosessilla tuotetussa laaja⁵⁶. Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat anisotrooppisia ja partikkelin oma punainen väri on havaittavissa.

Kadmiumkeltainen ja -oranssi

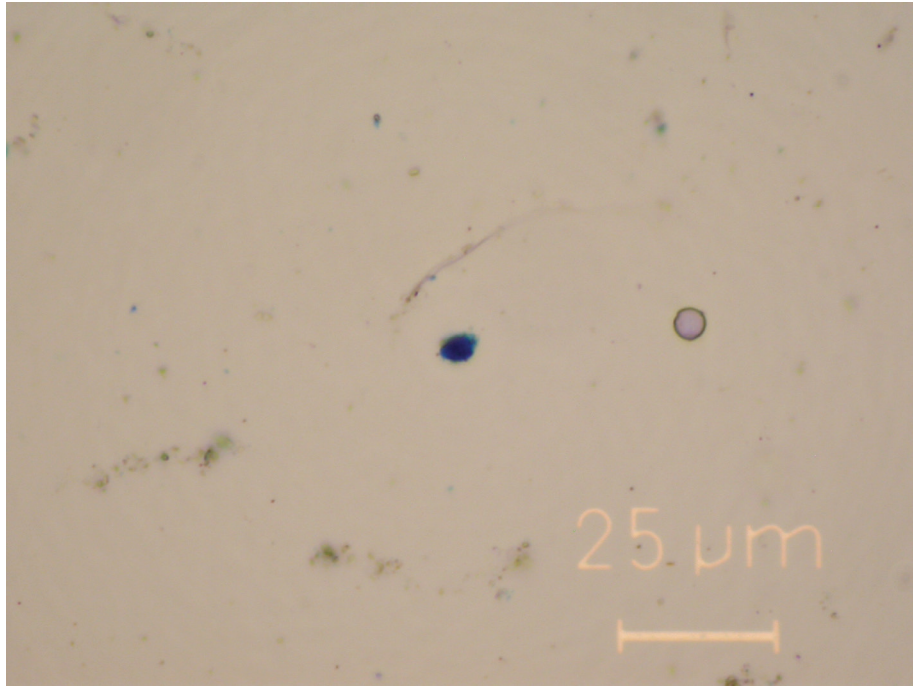
Gallen-Kallelan peruspalettiin kuuluu niin ikään kadmiumkeltainen ja/tai -oranssi⁵⁷, jota on tunnistettu 165:ssä 265:stä teoksista, samoin kuin viidestä väriainetuubista (kaavio 5). Kadmiumkeltainen ja -oranssi ovat molemmat kemialliselta koostumukseltaan kadmiumsulfidia (CdS) ja niiden kiderakenne vaihtelee valmistustavasta ja yhdisteestä riippuen.⁵⁸ Yhdisteitä on kehitetty useita, jotta saatiin käyttöön erilaisia sävyjä, jotka vaihtelevat vaalean sitruunankeltaisesta oranssiin.⁵⁹ Kadmiumsulfidiväriaineita vastaavia luonnonmineraaleja ovat greenokiitti ja hawleyiitti, joista ainakin greenokiittiä on käytetty taiteilijäväriaineena.⁶⁰ Gallen-Kallelan teoksista ja väriainetuubeista kadmiumkeltainen ja/tai -oranssi on tunnistettu röntgenfluoresenssispektrissä esiintyvän kadmiumin avulla (spektri 2). Tutkituista kohteista yhden Weimarfarben valmistaman väriainetuubin ja yhden teoksen⁶¹ kadmiumkeltaisessa on epäpuhtautena pieni määrä talliumia.

Toisinaan erityisesti vihreitä ja oransseja väriseoksia tutkittaessa on otettu näyte polarisaatiomikroskopitutkimusta varten. Tasopolarisoidussa läpivalossa kadmiu-

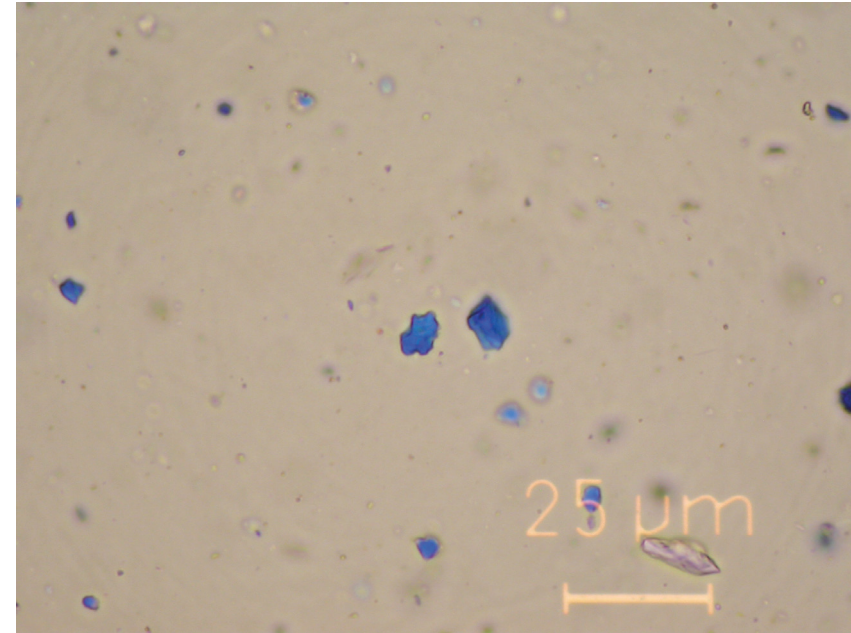




Kaavio 4.
Sinooperin esiintyminen teoksissa aikakausittain

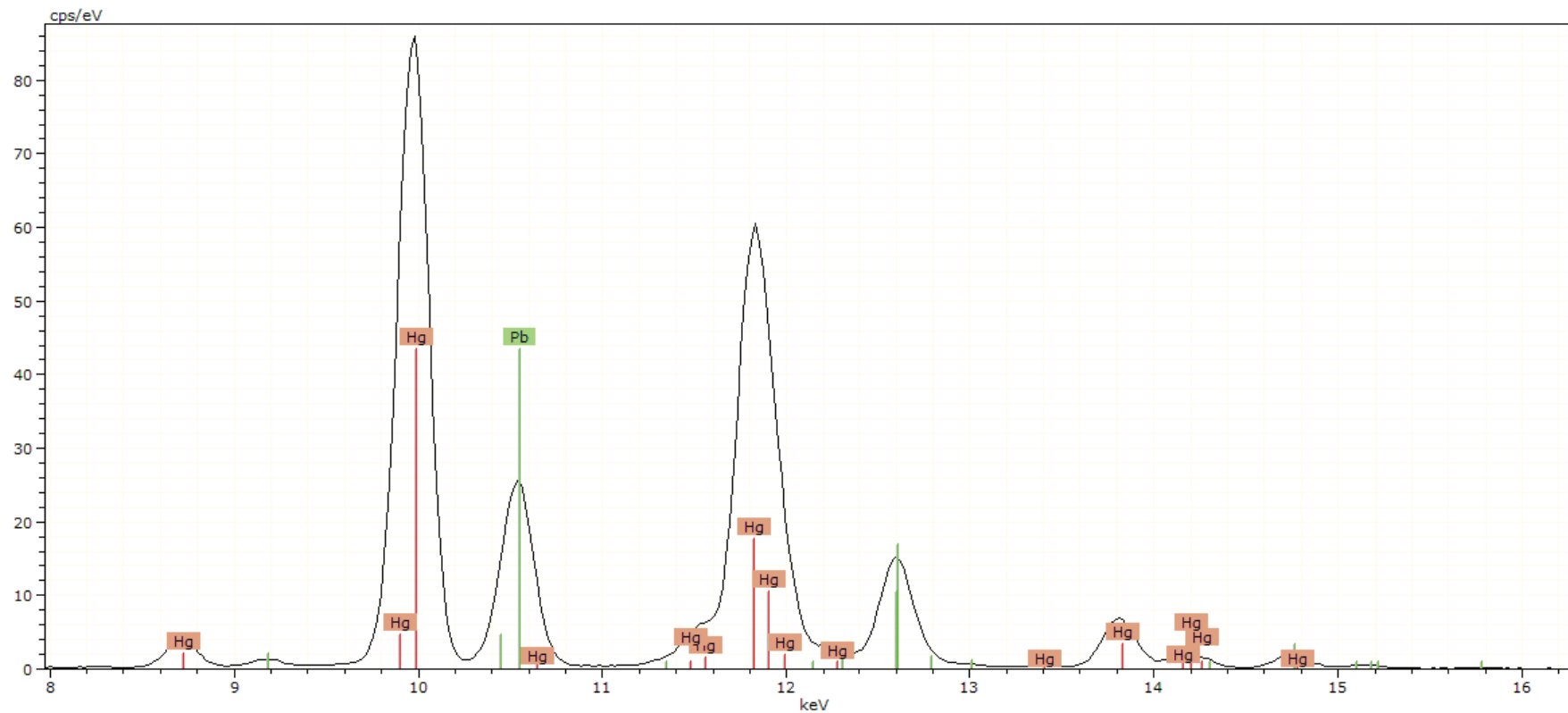


Kuva 4. Preussinsinisen partikkeliaggregaatti tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Kuusia karjapihassa*, 1887. Öljyväri kankaalle, 28 x 25 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1248 Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/616549>).



Kuva 5. Synteettisiä ultramariininsinisen väriainepartikkeleita tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Sammon ryöstö*, osaluonnos, 1905. Öljyväri kankaalle, 73 x 51 cm. Serlachius-museot, Mänttä. Serlachius-museot, inventaarionumero 98. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj.

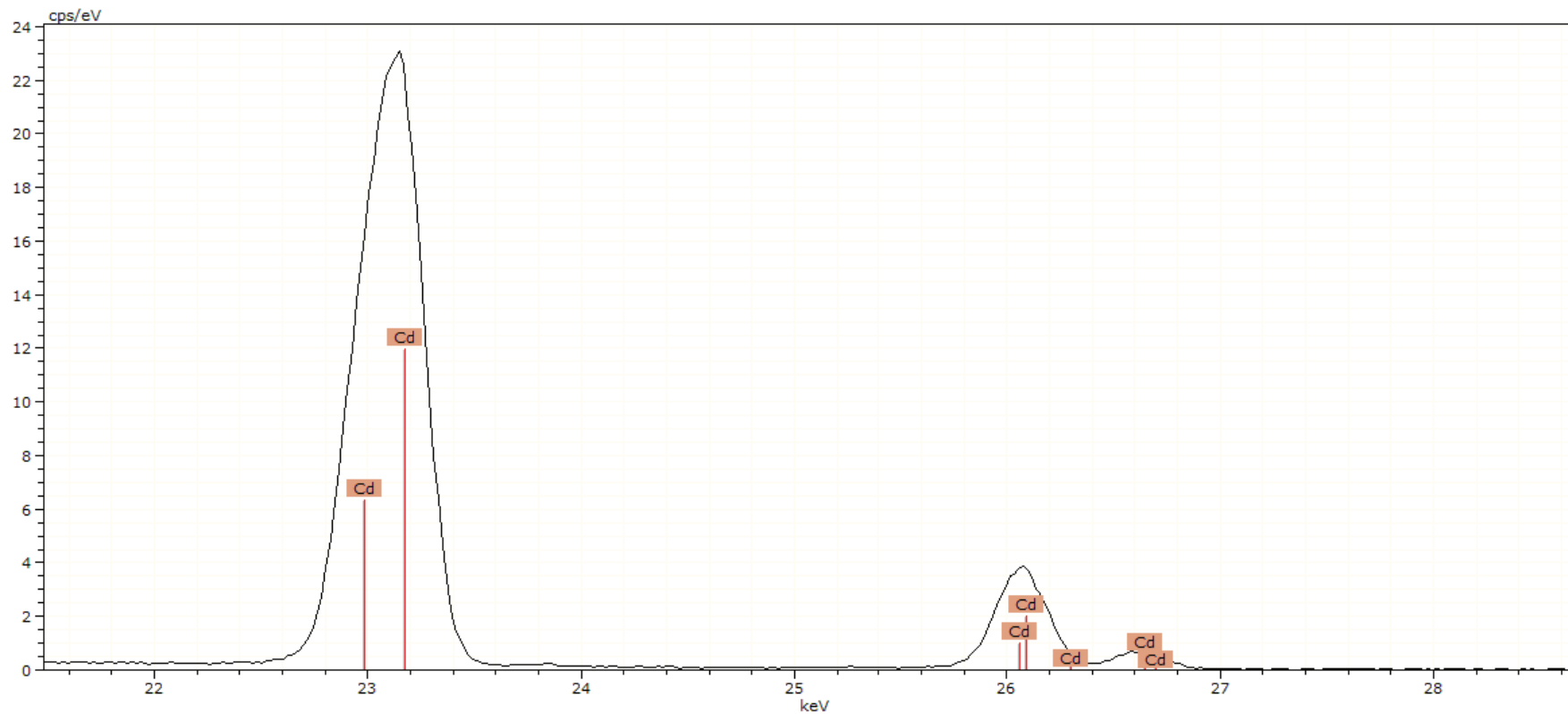




Spektri 1.

Röntgenfluoresenssispektri teoksesta, *Kuu*, 1909. Öljyväri kankaalle, 31,5 x 31,5 cm.

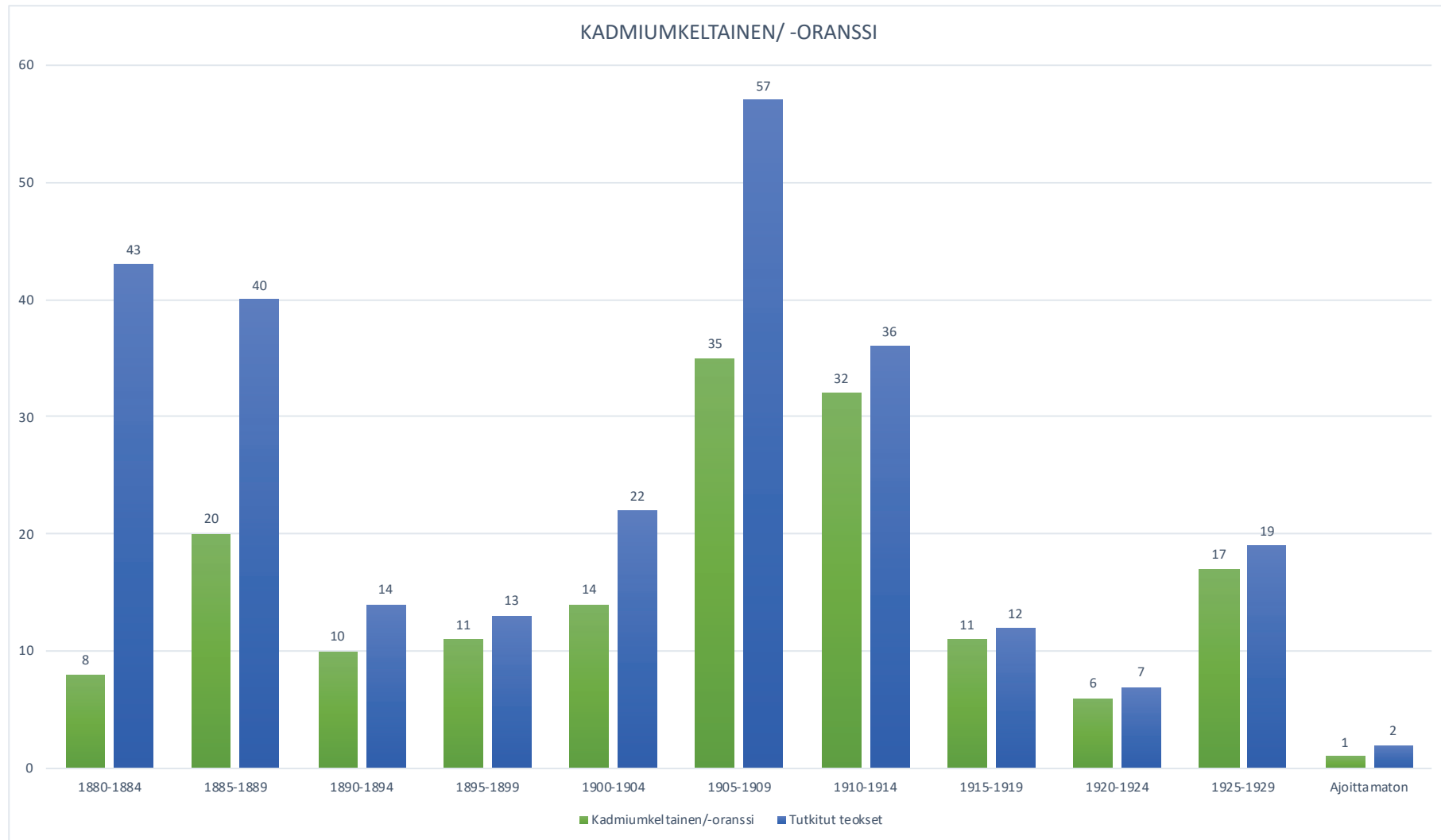
Gallen-Kallelan Museo, Espoo. Spektri: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Hanne Tikkala.



Spektri 2.

Röntgenfluoresenssispektri teoksesta *Aallottaria*, 1909. Öljyväri kankaalle, 53,5 x 73 cm.

Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A-1995-96. Spektri: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Hanne Tikkala. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/501754>).



Kaavio 5.
Kadmiumkeltaisen ja/tai -oranssin esiintyminen teoksissa aikakausittain.

mkeltaisen partikkelit ovat hyvin pieniä ja partikkelikokojakauma on kapea. Muoto on pyöristynyt, martio selvä ja taitekerroin suurempi kuin väliaineen ($>1,662$)⁶². Ristiin polarisoidussa läpivalossa kadmiumkeltainen voi kiderakenteesta riippuen olla iso- tai anisotrooppista.⁶³ Kadmiumkeltainen voi kiderakenteesta riippuen aiheuttaa öljysideaineen rapautumista. Se voi myös haalistua tai tummua.⁶⁴

Kromipitoiset vihreät ja keltaiset

Kromipitoiset väriaineet ovat hyvin tyypillisiä Gallen-Kallelan tuotannossa. Niitä on tunnistettu 213:ssa 265:stä tutkitusta teoksesta sekä 12:ssa 83:sta tutkitusta väriainetuubista (kaavio 6). Usein on kyse joko synteettisestä keltaisesta lyijykromaattista (PbCrO_4)⁶⁵ tai synteettisestä vihreästä hydratoidusta kromioksidista ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)⁶⁶. Huomattavasti harvemmin hän on käyttänyt synteettistä strontiumkromaattia (SrCrO_4)⁶⁷. Gallen-Kallelan teoksista on kromipitoisia väriaineita löytynyt sekä keltaiselta että vihreältä alueelta. Kun vihreältä alueelta tunnustetaan röntgenfluoresenssispektristä kromi, tulosta ei voida tulkita kromivihreäksi ilman, että se varmistetaan polarisaatiomikroskooppitutkimuksel-

la.⁶⁸ Jos kromin lisäksi esiintyy huomattava määrä strontiumia, mutta ei lainkaan kalsiumia tai bariumia, voidaan vihreällä alueella oleva keltainen väriaine tunnustaa strontiumkeltaiseksi (spektri 3).

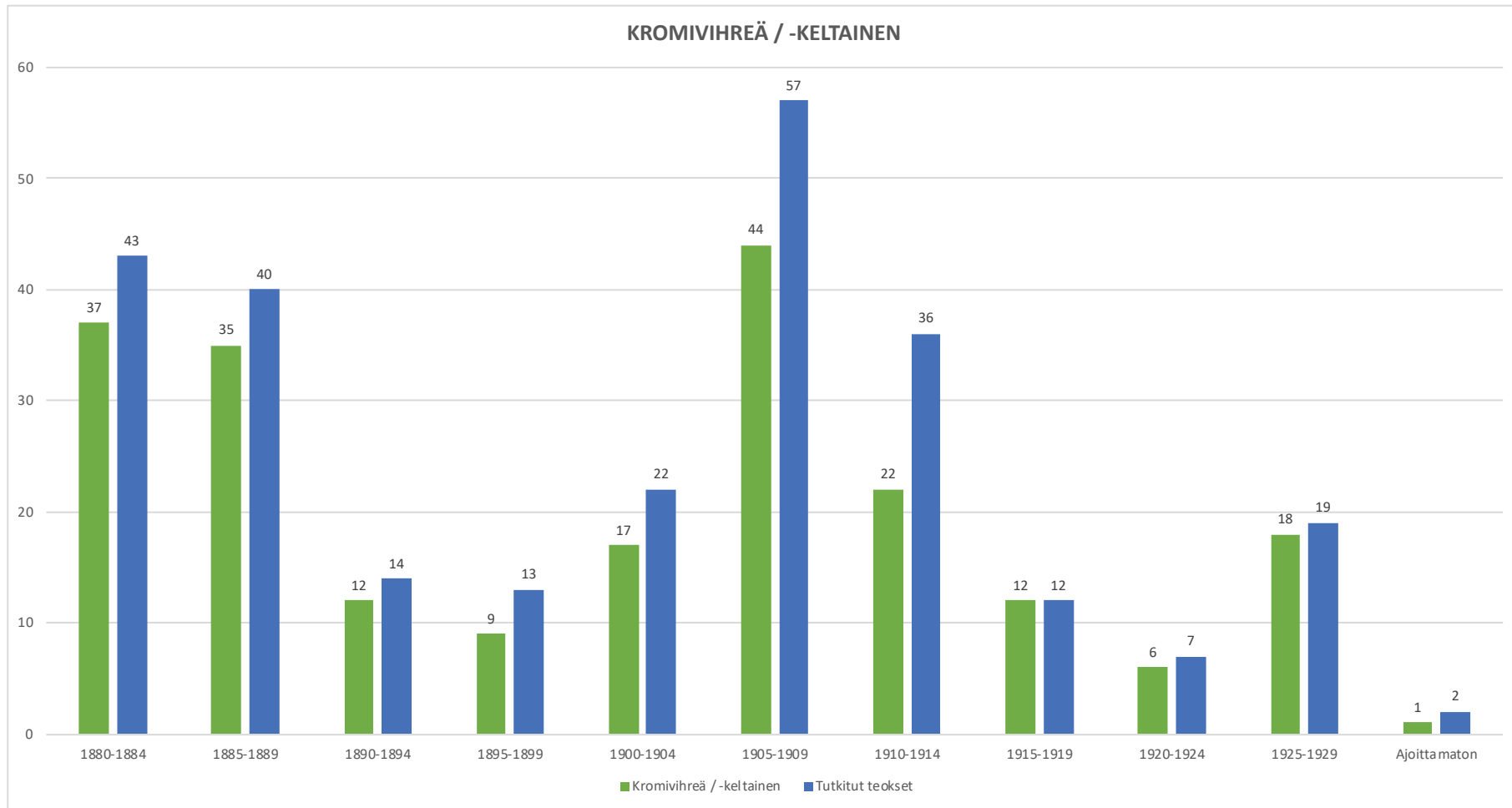
Keltaiset lyijykromaattipartikkelit ovat kiderakenteeltaan monokliinisia, mutta se voi vaihdella valmistustavasta riippuen⁶⁹. Keltaisen lyijykromaatin vastinemineraali luonnossa on krokoiitti, jota ei luultavimmin ole käytetty taiteilijaväriaineena.⁷⁰ Tasopolarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat läpikuultavia, oranssinkeltaisia prismoja. Partikkelikoko on hyvin pieni ja partikkelikokojakauma on kapea. Martio on selvä ja taitekerroin suurempi kuin väliaineen ($>1,662$). Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat anisotrooppisia ja niissä on havaittavissa partikkelin oma keltainen väri. Keltainen lyijykromaatti voi menettää väriään tai tummua valon vaikutuksesta.⁷¹

Strontiumkromaattia on tunnistettu Gallen-Kallelan teoksista vihreältä alueelta 25:stä tutkitusta 265:stä teoksesta (kaavio 7). Strontiumkromaattipartikkelit ovat kiderakenteeltaan monokliinisia. Tasopolarisoidussa läpivalossa ne havaitaan neulamaisina sekä haalean keltaisina ja läpikuultavina.

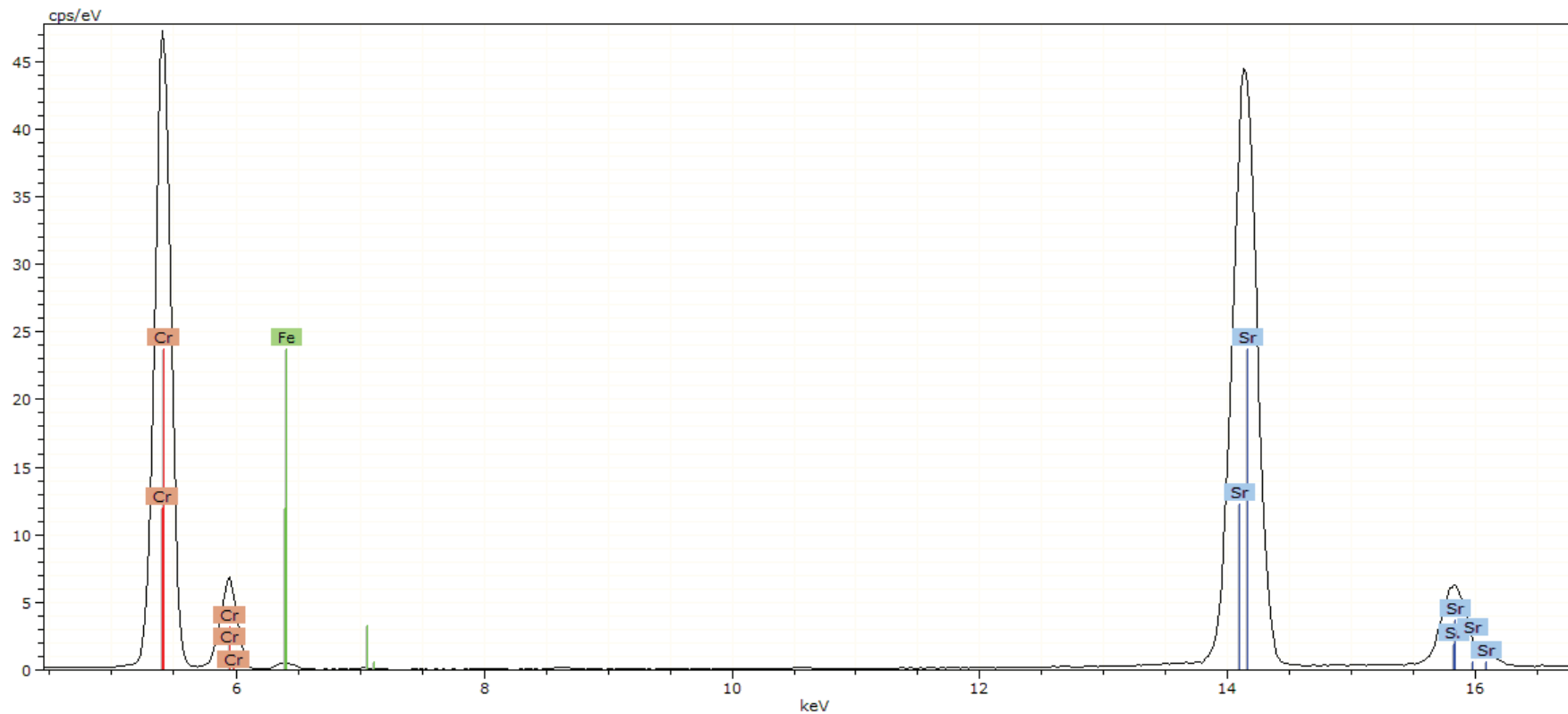
Partikkeleiden martio on kohtalainen ja taitekerroin suurempi kuin väliaineen ($<1,662$). Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat anisotrooppisia ja ne havaitaan keltaisina tai valkoisina. Erityisesti Gallen-Kallela on suosinut tätä väriainetta opiskeluaikoihin 1880-luvulla kuten teoksessa *Pariisilainen takapiha*⁷² vuodelta 1884 (linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/object/469423>) ja Afrikan matkansa aikoihin. Tämän ajan teoksista strontiumkeltainen on tunnistettu esimerkiksi teoksesta *Jokilaakso*⁷³ vuodelta 1909. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/object/430812>).

Synteettisellä hydratoidulla kromioksidivihreällä ei ole luonnossa vastinemineraalia.⁷⁴ Hydratoidun kromioksidivihreän kiderakenne vaihtelee heksagonaalisesta romboedriseen.⁷⁵ Läpikulkevassa valossa partikkelit ovat läpikuultavia, kirkkaan vihreitä ja tasaisesti värjäytyneitä (kuva 5). Partikkelin martio on selvä ja taitekerroin suurempi kuin väliaineen ($>1,662$). Partikkelikokojakauma on laaja. Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat anisotrooppisia ja niiden oma sinivihreä väri on havaittavissa.





Kaavio 6.
Kromivihreän ja -keltaisen esiintyminen teoksissa aikakausittain



Spektri 3.

Röntgenfluoresenssispektri väriainetuubista, Fritz Behrendt Farbe, behrendgrün hell.

Gallen-Kallelan Museo, Espoo. Gallen-Kallelan Museo, inventaarionumero GKM-4272 Spektri: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Hanne Tikkala.

Koboltinvihreä

Koboltinvihreä⁷⁶ on tunnistettu seitsemässä 265:stä tutkitusta teoksesta.⁷⁷ Näistä teoksista neljä on valmistunut 1910 -luvulla tai sen jälkeen. Väriainetuubeista kolmesta tunnistettiin koboltinvihreä. Koboltinvihreä on kemialliselta koostumukseltaan kobolttisinkkioksidia (CoZnO_2). Koska Gallen-Kallelalla on ollut käytössään sekä sinkkivalkoinen että koboltinsininen, tunnistus tapahtuu polarisaatiomikroskoopin ja röntgenfluoresenssispektrometrin avulla. Tasopolarisoidussa läpivalossa koboltinvihreät partikkelit ovat läpinäkyviä, väri vaihtelee haalean vihreästä vihreään (kuva 6). Partikkelien martio on selvä ja niiden taitekerroin suurempi kuin väliaineen (>1,662). Partikkelikokojakauma on laaja. Partikkelit ovat pyörityneitä muodostaen usein aggregaatteja keskenään. Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat anisotrooppisia ja niissä on havaittavissa oma sinivihreä väri. Koboltinvihreää esiintyy muun muassa Afrikan-matkan aikana valmistuneessa teoksessa *Tana river*⁷⁸ vuodelta 1909, jossa se on yhdessä kuparivihreän ja hydratoidun kromivihreän kanssa. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/object/439282>)

Smaragdinvihreä

Gallen-Kallelan tuotannossa on 1800-luvun lopulla selvä piikki smaragdinvihreän⁷⁹ käytössä. Yhteensä se esiintyy väriaineena tai epäpuhtautena 67:ssä 265:stä tutkitusta teoksesta. (kaavio 8) Se on tunnistettu myös yhdestä väriainetuubista, jossa se on seoksena kromikeltaisen kanssa. Smaragdinvihreä on kemialliselta koostumukseltaan kupariasetoarseniittia ($\text{Cu}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$) ja sitä vastaavia mineraaleja löytyy luonnosta useita.⁸⁰ Tunnistamiseen riittää, että vihreältä värialueelta mitataan röntgenfluoresenssispektri, jossa havaitaan sekä kuparin että arseenin piikit. Polarisaatiomikroskoopilla tarkasteltaessa huomataan, että tasopolarisoidussa läpivalossa partikkelit esiintyvät neulamaisten kiteiden muodostamina sferuleina (kuva 7) tai niiden osina. Partikkelien martio on heikko ja taitekerroin suurempi kuin väliaineen (>1,662). Sferulien koko vaihtelee. Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat anisotrooppisia ja niissä on nähtävissä selkeitä interferenssivärejä.

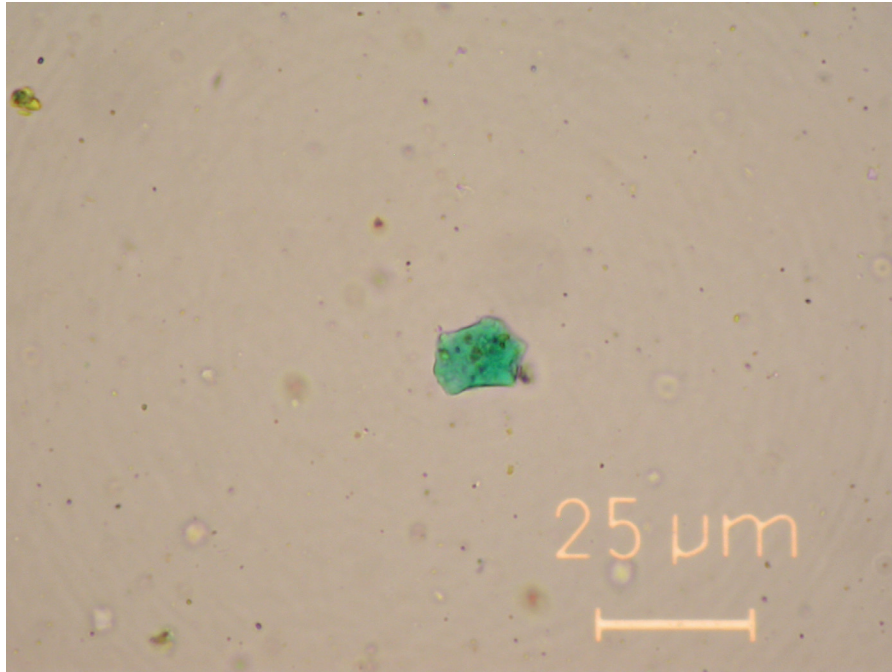
Tätä vihreää väriainetta Gallen-Kallela on suosinut erityisesti ennen Afrikan matkaansa. Smaragdinvihreää on havaittavissa esimerkiksi taiteilijan Kalevala-aiheissa,

kuten teoksissa *Sammon taonta* (1893), *Lemminkäisen äiti* (1897) ja *Kullervon kiros* (1899)⁸¹. Mutta myös muissa symbolistissa teoksissaan hän on sitä käyttänyt: *Elämä ja kuolema* (1884), *Tenhotar* (1890) ja *Unelmien saari* (1897)⁸² sekä Juseliuksen mausoleumin freskojen luonnoksissa: *Häviitys* (1902), *Kuokkamies* (1902), *Epätoivo* (1902), *Syksy* (1903) ja *Kevät* (1903)⁸³. Väriainetta esiintyy myös Gallen-Kallelan tiittävästi ensimmäisessä öljyvärimaalauksessa *Kuutamomaisema* vuodelta 1881⁸⁴. (Linkit teoskuviin: <https://www.kansallisgalleria.fi/object/389724>, <https://www.kansallisgalleria.fi/object/398211>, <https://www.kansallisgalleria.fi/object/384175>).

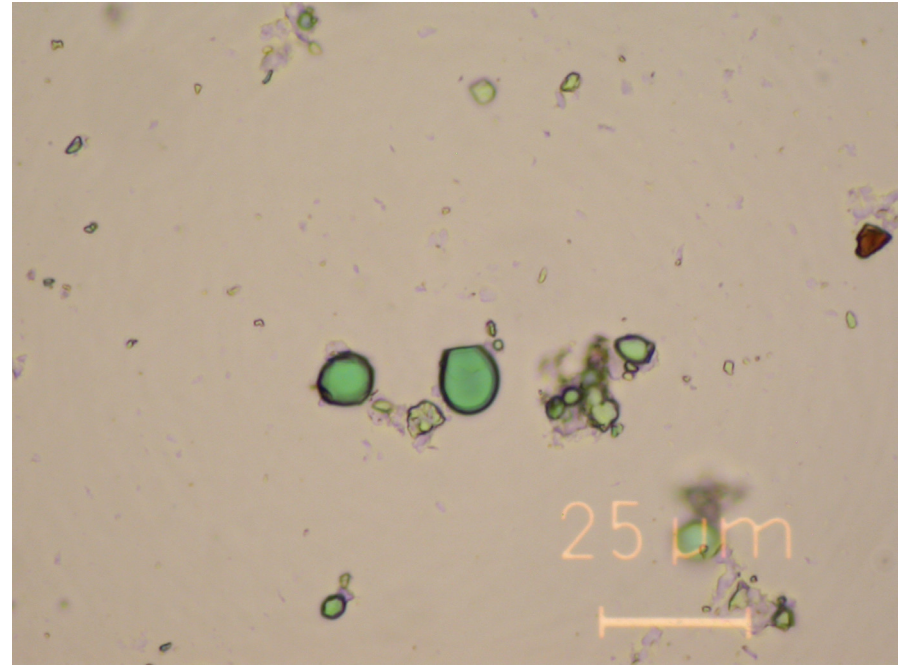
Smaragdinvihreä voi ikääntyessään menettää väriään tai muuttua ruskeaksi.⁸⁵ Lisäksi sen sisältämä arseeni siirtyy erityisesti kosteuden vaikutuksesta ympäröivien maali-kerrosten läpi aina pohjustukseen ja/tai päällymmissä lakkakerrokseen saakka.⁸⁶

Gallen-Kallelan teoksista on havaittu myös toistaiseksi tunnistamattomia kuparipitoisia sinisiä ja/tai vihreitä väriaineita. Kuparia esiintyy värialueilla yksinään 23:ssa 265:stä tutkitusta teoksesta ja kahdessa väriainetuubissa. Toisinaan kyseessä voi olla epäpuh-



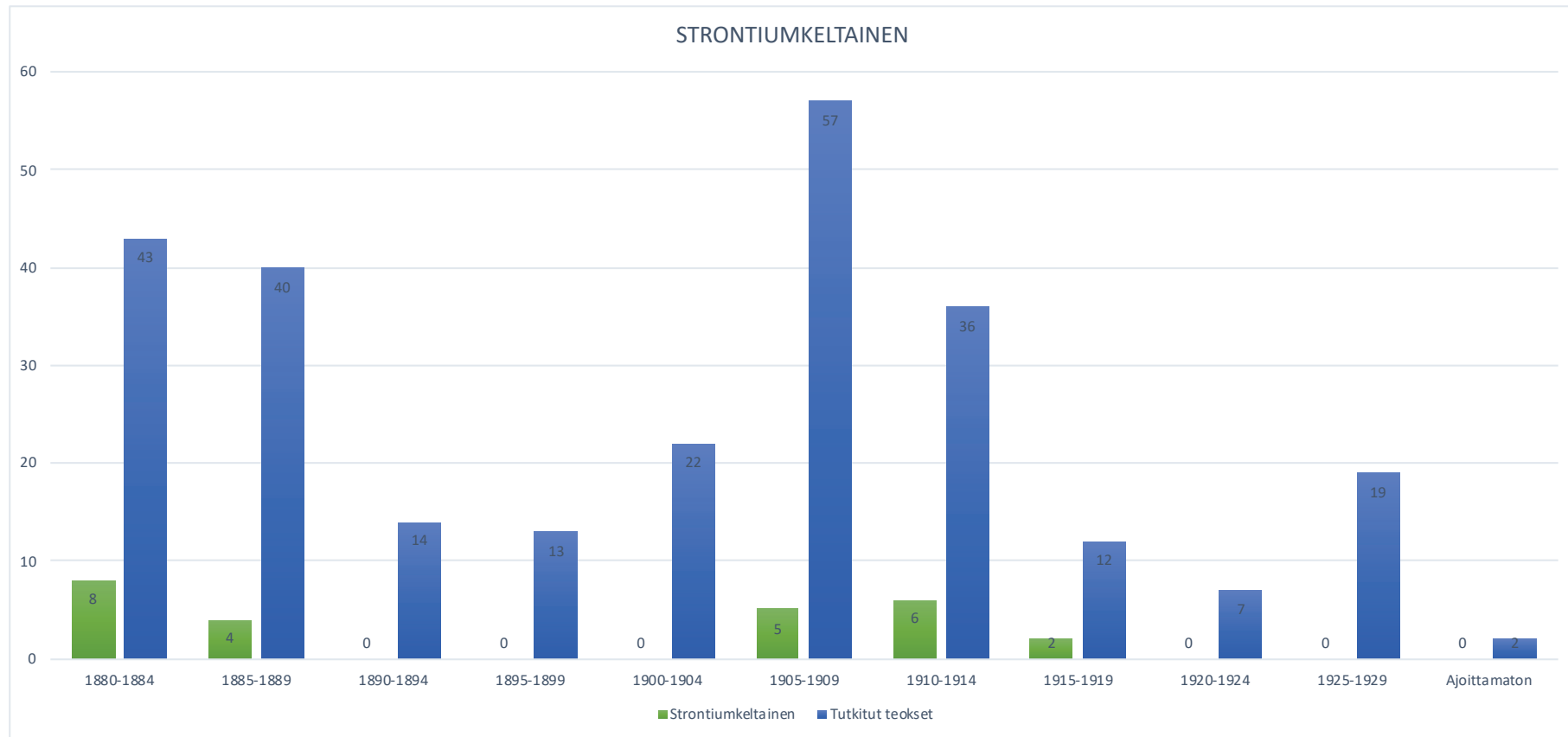


Kuva 6. Hydratoitu kromioksidivihreä -partikkeli tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Akaasiapuu aavikolla*, 1909. Öljymaalaukselle, 17,5 x 13,5 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2172. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/441056>).

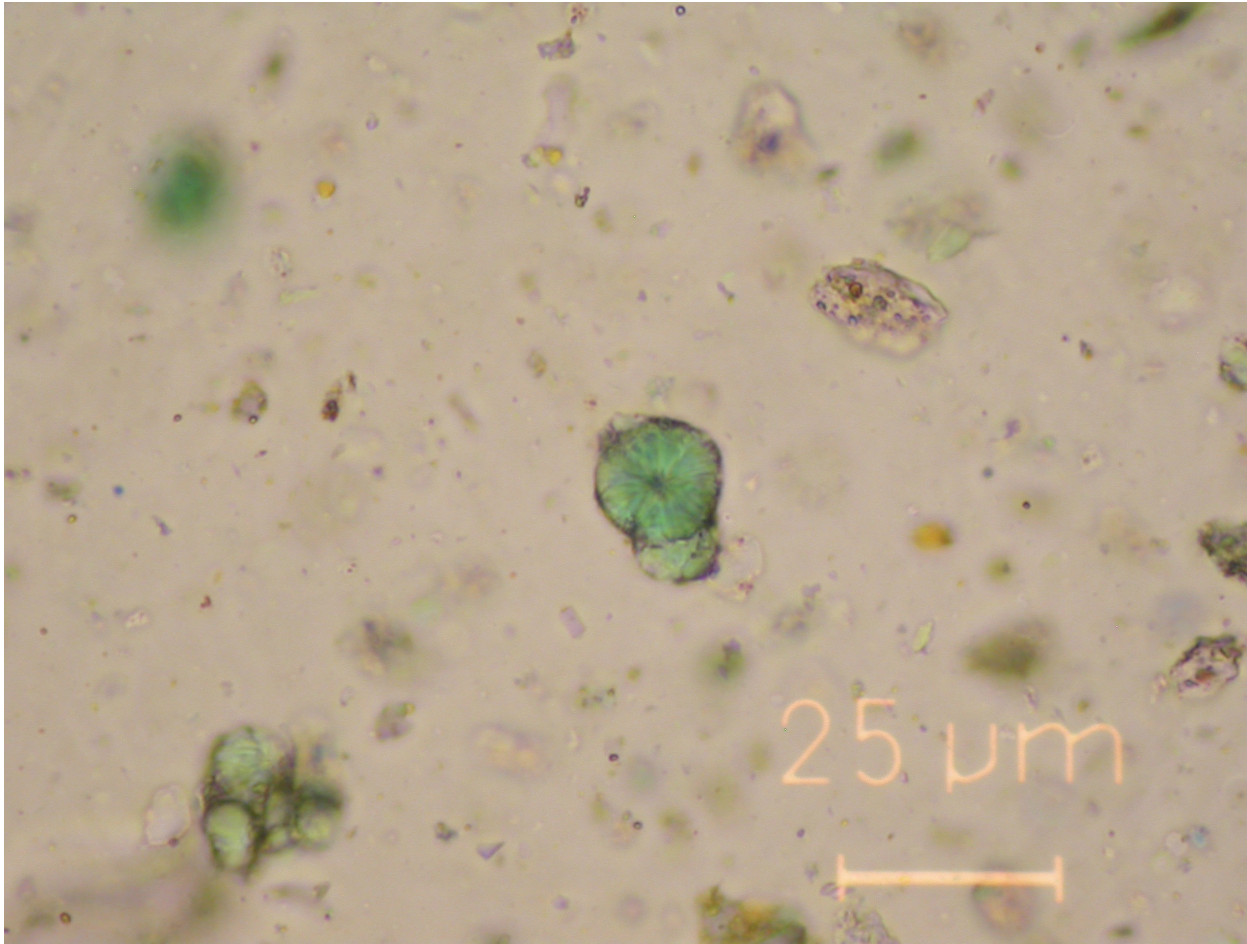


Kuva 7. Koboltinvihreä-väriainepartikkeleita tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Aallottaria*, 1909. Öljyväreille kankaalle, 53,5 x 73 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A-1995-96. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/501754>).

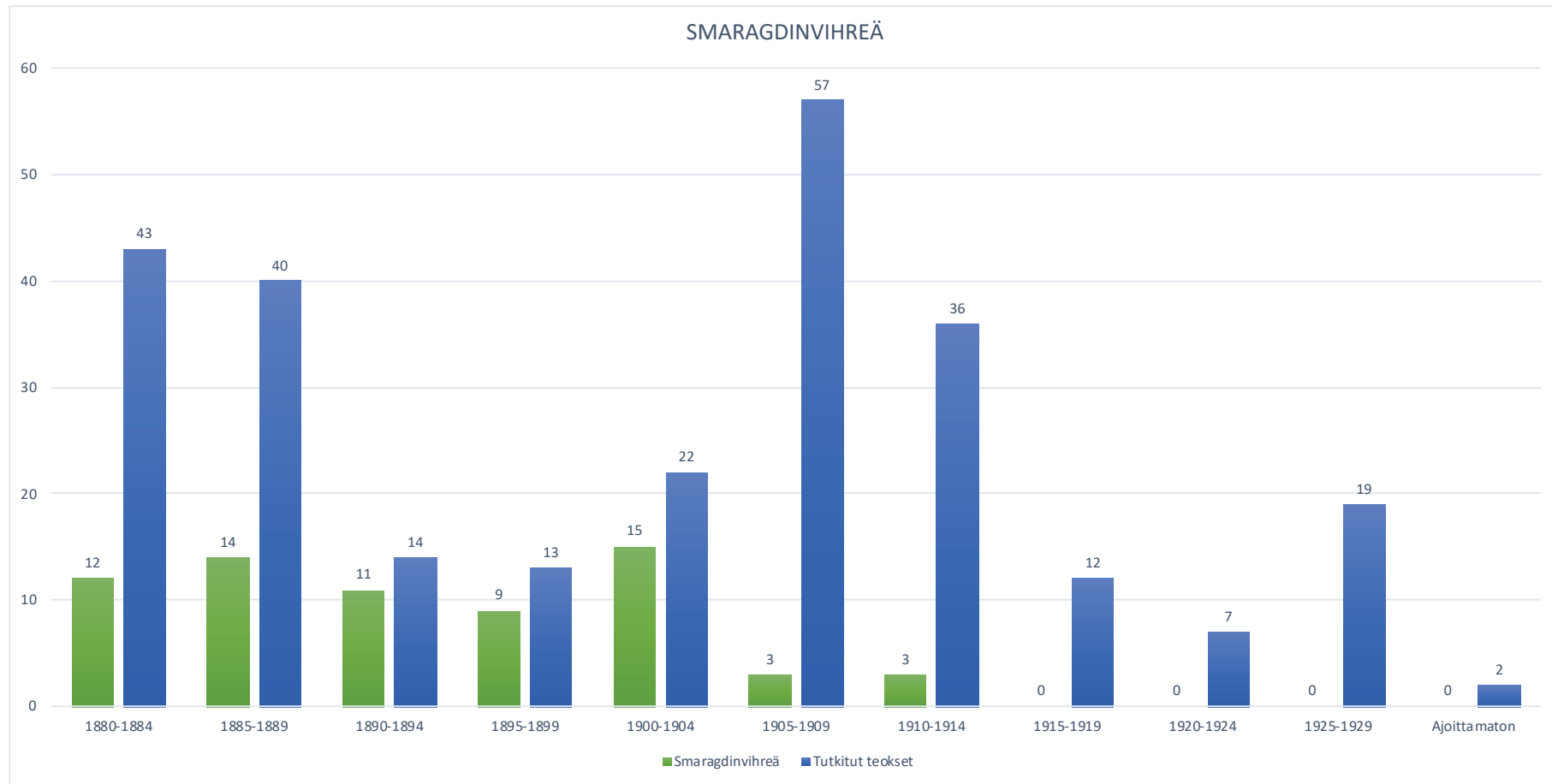




Kaavio 7.
Strontiumkeltaisen esiintyminen teoksissa aikakausittain



Kuva 8. Smaragdinvihreitä väriainesferuleja tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Kaatunut honka*, 1904. Öljymaalaus kankaalle, 30,5 x 22 cm. Serlachius-museot, inventaari-numero 77, Mänttä. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj.



Kaavio 8.
Smaragdinvihreän esiintyminen teoksissa aikakausittain

taus tai kuivikeaine⁸⁷, mutta on myös teoksia, joissa on kyseessä kuparipitoinen väriaine. Kuten esimerkiksi teoksessa Kylämaisema lampaineen Gallen-Kallelan opiskeluajalta vuodelta 1884⁸⁸ ja muotokuvassa Pariisin ajan huonetoveristaan norjalaisesta taiteilija Carl Adam Dörnbergeristä, *Bohême* (1888)⁸⁹ (Linkki teoskuviin: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/398619>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/613434>).

Koboltinvioletti

Gallen-Kallelalla on ollut käytössään ainakin kahta erilaista koboltinviolettiä magnesiumkobolttiarsenaattia ($Mg_2Co(AsO_4)_2$) ja kobolttifosfaattia ($Co_3(PO_4)_2$). Näistä magnesiumkobolttiarsenaatti on käytetympi. Se on tunnistettu 19:ssä 265:stä tutkitusta teoksesta, kun taas kobolttifosfaatti on tunnistettu neljästä teoksesta ja yhdestä väriainetuubista. Kahdessa teoksessa kobolttifosfaatti ja magnesiumkobolttiarsenaatti ovat samassa teoksessa. Magnesiumkobolttiarsenaatti on tunnistettu 17:sta vuoden 1905 jälkeen valmistuneesta teoksesta. Kaksi muuta teosta, joista magnesiumkobolttiarsenaatti on tunnistettu, ovat valmistuneet Pariisin vuosina 1888 ja 1889 (*Démasquée*⁹⁰ ja *Karhunput-*

*ki*⁹¹). Kobolttifosfaattia sisältävät teokset ovat vuonna 1886 valmistunut *Eksynyt*⁹² ja vuonna 1900 Ruovedellä maalattu *Kalelan kuis-ti*⁹³. Teokset, joissa on molempia koboltinvioletteja ovat valmistuneet Afrikan matkan yhteydessä vuosina 1909–10 (*Donia Sabuk-vuori*⁹⁴ ja *Vaivasenpuu aavikolla*⁹⁵). (kaavio 9) (Linkit teoskuviin: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/390885>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/468662>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/448509>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/473165>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/440907>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/439311>).

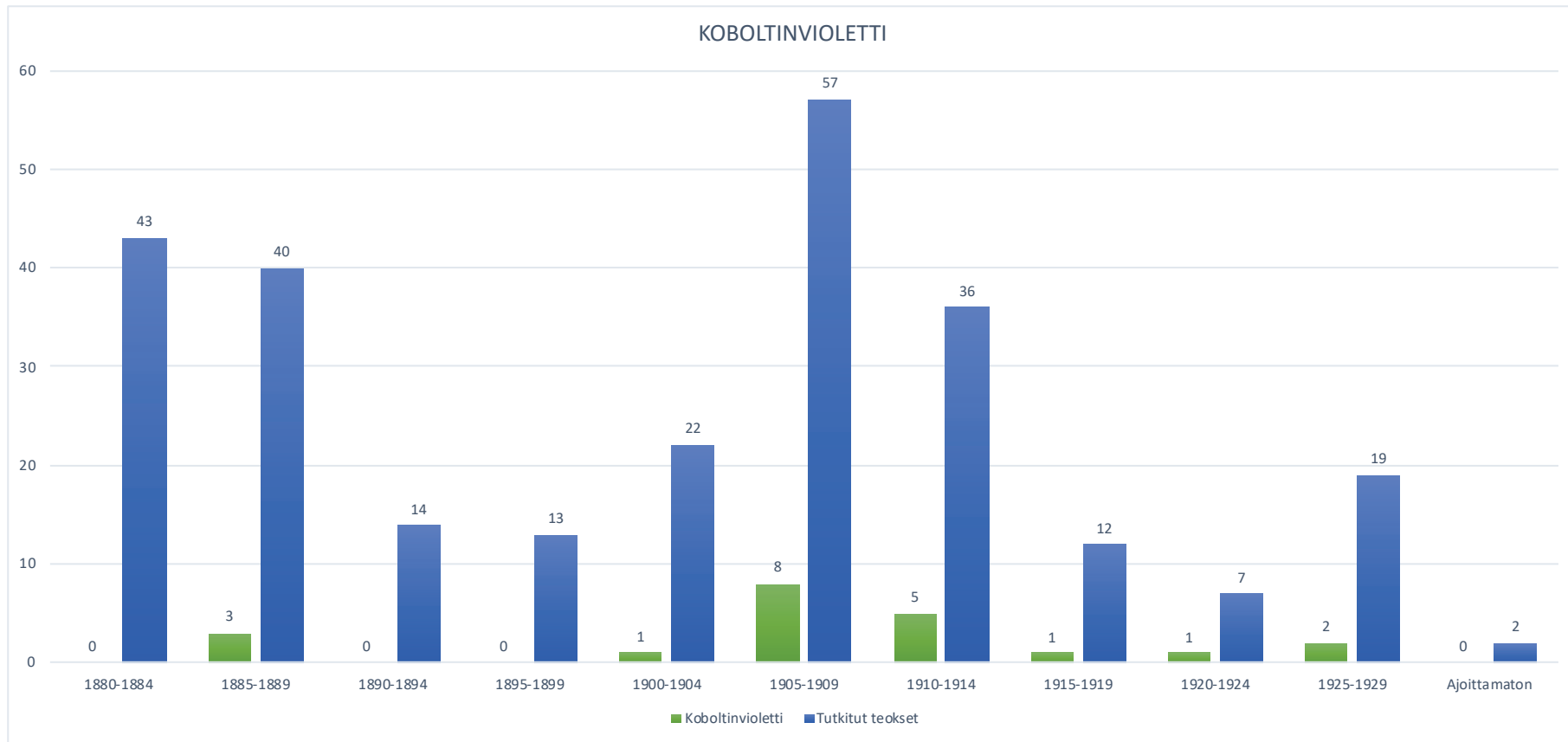
Tunnistettaessa magnesiumkobolttiarsenaattia polarisaatiomikroskooppinäytteessä havaitaan pyöreähköjä, pieniä partikkeleita. Ne ovat läpinäkyviä ja sävy vaihtelee orientaation mukaan vaaleanpunaisesta siniviolettiin (kuva 8.). Martio on heikko ja taitekerroin suurempi kuin väliaineen (>1,662). Ristiin polarisoidussa läpivalossa partikkelit ovat anisotrooppisia ja niissä on havaittavissa partikkelin oma violetti väri. Kobolttifosfaatilla partikkelit ovat läpinäkyviä ja niiden sävy vaihtelee orientaation mukaan violetista keltaoranssiin tai siniviolettiin (kuva 9). Mar-

tio on selvä ja taitekerroin on suurempi kuin väliaineen (>1,662). Tutkittaessa niitä polarisaattorit ristissä polarisaatiomikroskoopilla havaitaan partikkelien oma kirkkaan violetti väri. Ero näiden kahden väriaineen välillä on havaittavissa hyvin myös röntgenfluoresenssispektrissä. Magnesiumkobolttiarsenaatissa havaitaan koboltin lisäksi selvä arseenin piikki, kun taas kobolttifosfaatissa arseenia ei esiinny. Sen sijaan siinä havaitaan fosforin piikki.

Orgaaniset väriaineet

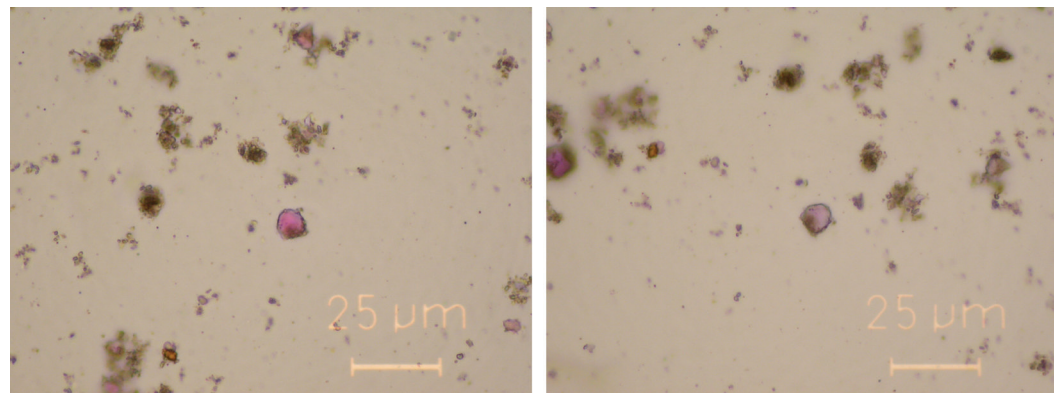
Orgaanisia punaisia ja violetteja väriaineita esiintyy tasaisesti läpi koko Gallen-Kallelan tuotannon. (Kaavio 10) Yhteensä 86:ssä 265:stä tutkitusta teoksesta havaittiin erilaisia orgaanisia väriaineita. Niistä 73:ssä väriaine fluoresoi UV-säteilyn vaikutuksesta, joko oranssina tai vaalean punaisena. Tämänkaltainen fluoresenssi viittaa joko karmiinin- tai matarapunaiseen⁹⁶. Myös eosiiniväriaine fluoresoi heikon oranssina⁹⁷. Tässä tutkimuksessa orgaanisia väriaineita ei pyritty tunnistamaan fluoresenssihavaintoa tarkemmin (kuvat 10–12). Orgaanista punaista sisältäviksi merkityistä väriainetuubeista tehdyissä näytteissä ei havaittu



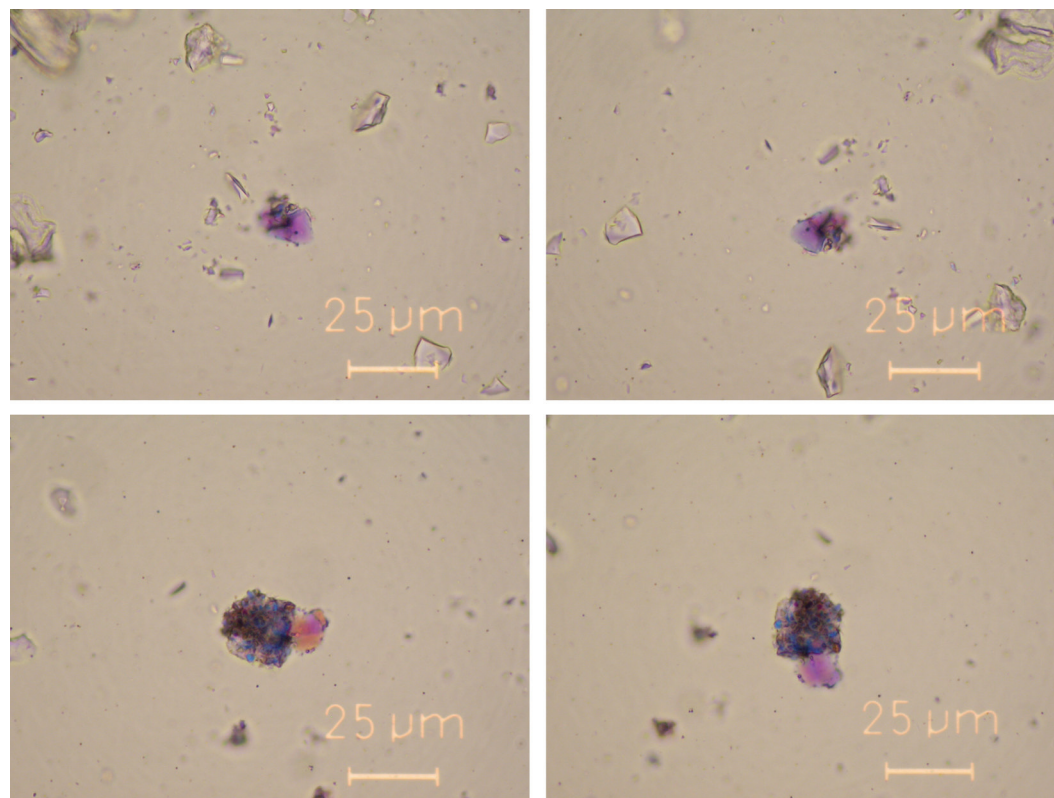


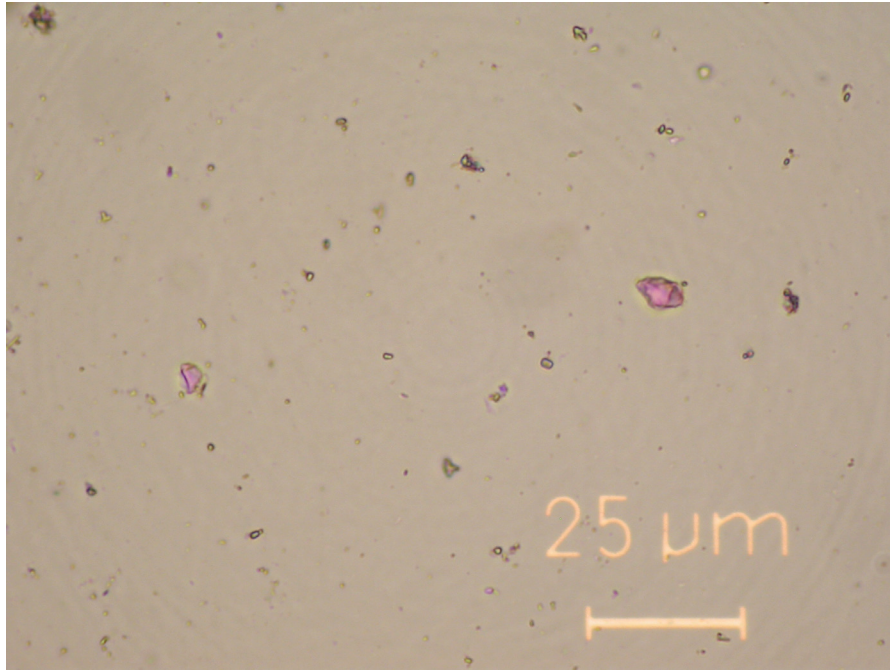
Kaavio 9.
Koboltinviolettien esiintyminen teoksissa aikakausittain

Kuva 9. Magnesiumkربولttiarsenaatti-partikkeli eri orientaatioissa tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Jokilaakso*, 1909. Öljymaalauksen puulle, 13,5 x 17,5 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2174. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkij. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/430812>)

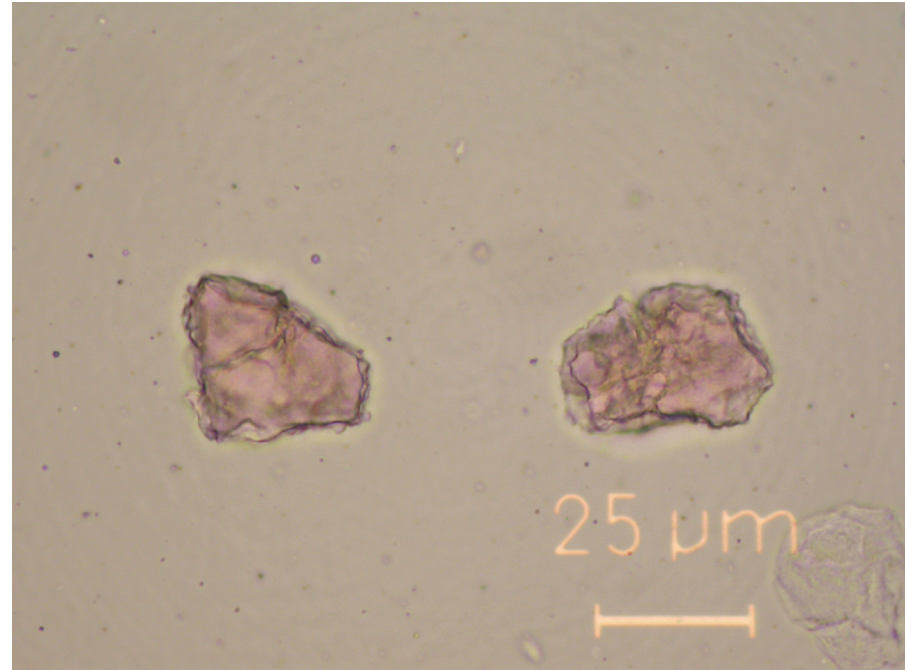


Kuva 10. Kobolttifosfaattipartikkeleita eri orientaatioissa tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Eksynyt*, 1886. Öljymaalauksen kankaalle, 85x74cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2224. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkij. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/448509>).



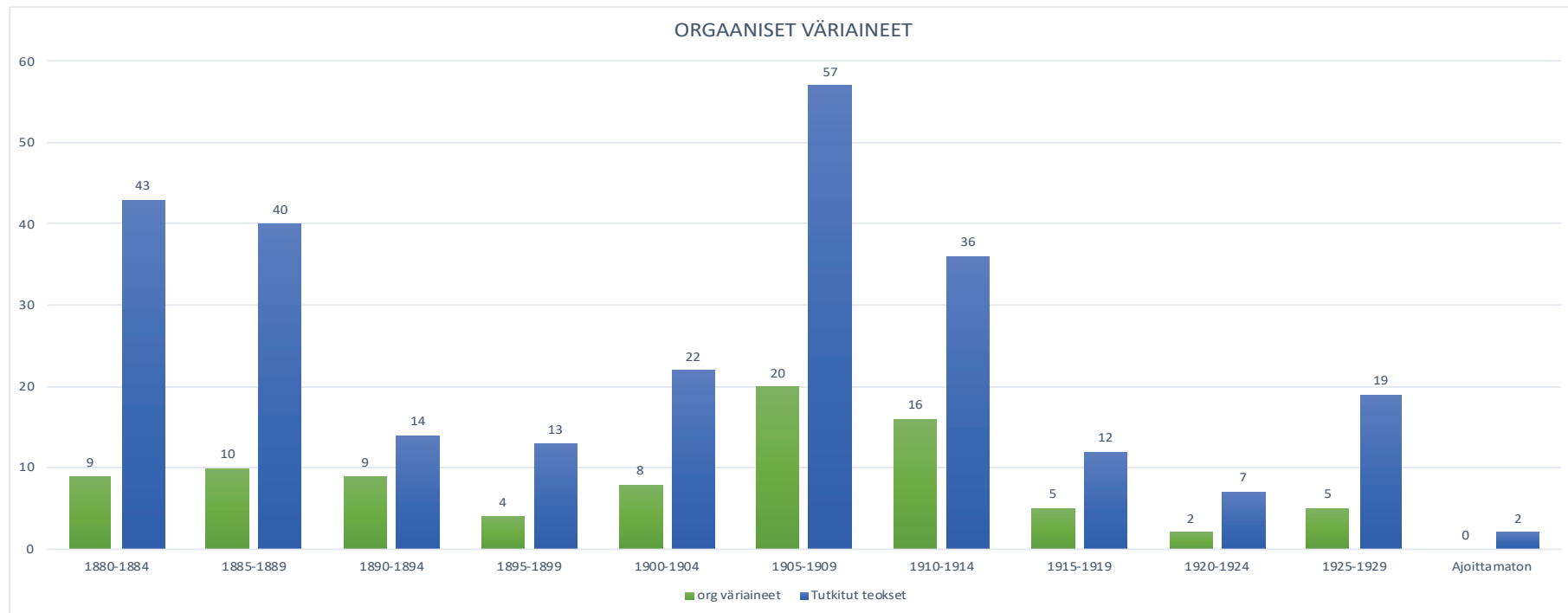


Kuva 11. Orgaaninen punainen väriaine tasopolarisoidussa läpi-
valossa. Kantajaa ei ole tunnistettu. Näyte teoksesta *Iltamaisema*,
1899. Guassi, 22,5 x 28 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria,
inventaarionumero A III 2607. Kuva: Kansallisgallerian materiaa-
litutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/419134>).

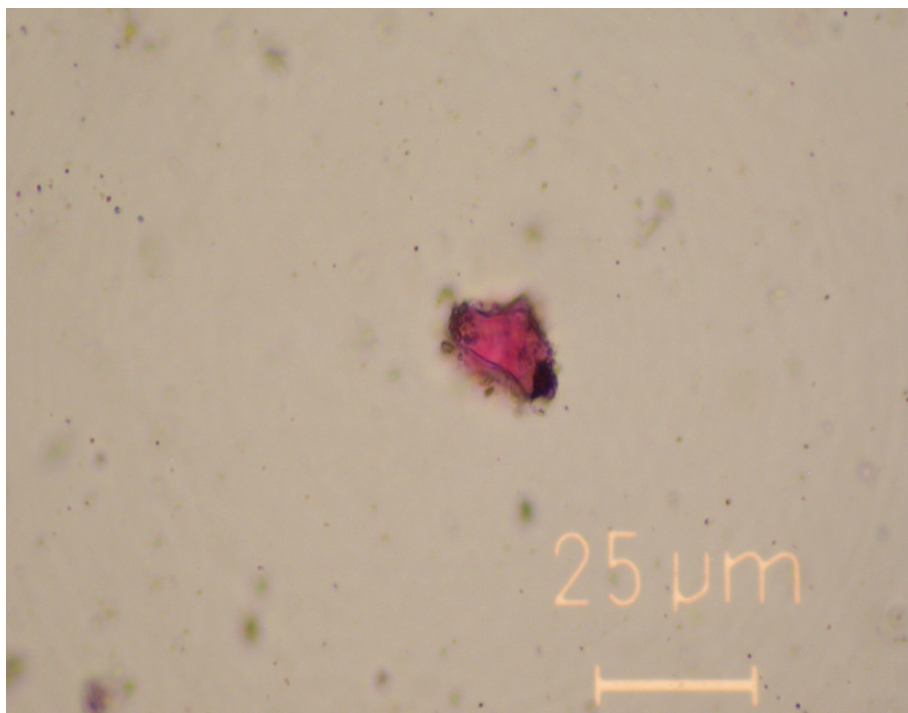


Kuva 12. Orgaaninen punainen väriaine tasopolarisoidussa läpi-
valossa. Kantajaa ei ole tunnistettu. Näyte teoksesta *Karhunputki*,
1889. Öljymaalaukset kankaalle, 56 x 103 cm. Ateneum, Helsinki.
Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2619. Kuva: Kansallis-
gallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki
teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/468662>).

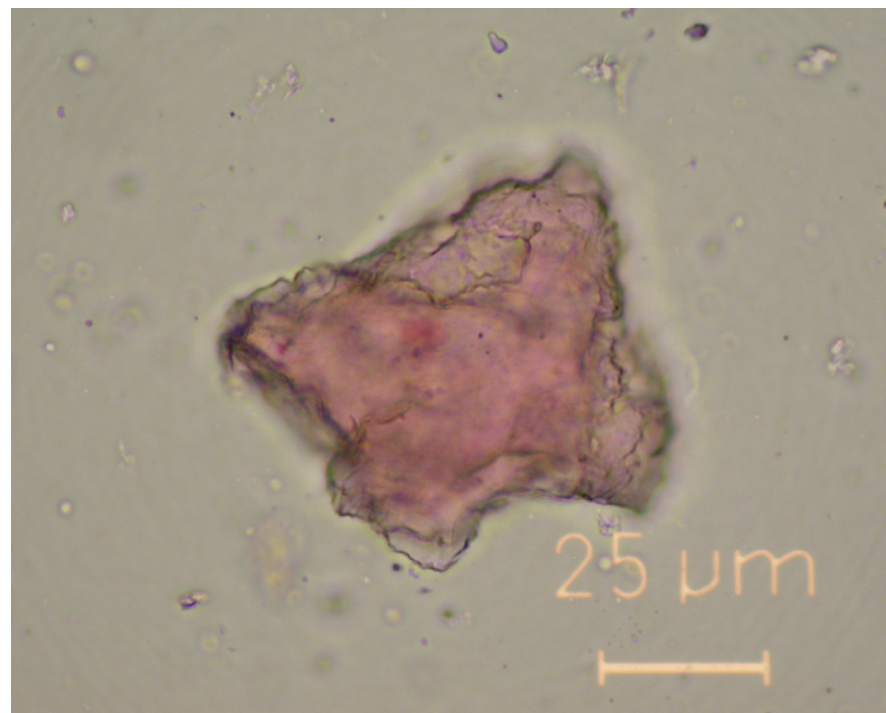




Kaavio 10.
Organisten punaisten väriaineiden esiintyminen aikakausittain.

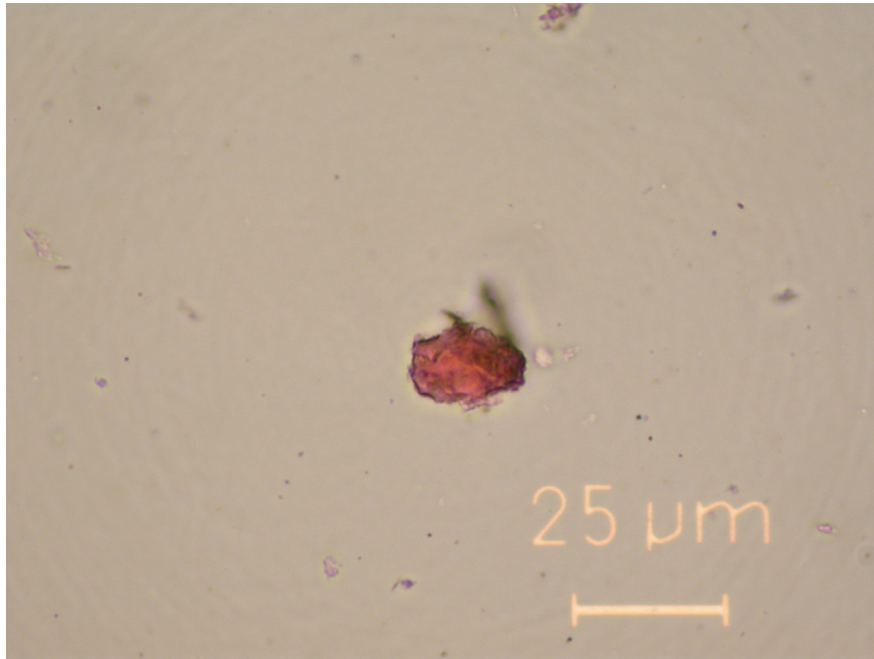


Kuva 13. Orgaaninen punainen väriaine tasopolarisoidussa läpivälillä. Kantajaa ei ole tunnistettu. Näyte teoksesta *Seeproja*, 1909. Öljymaalauksen puulle, 18 x 13 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2164. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/442466>).

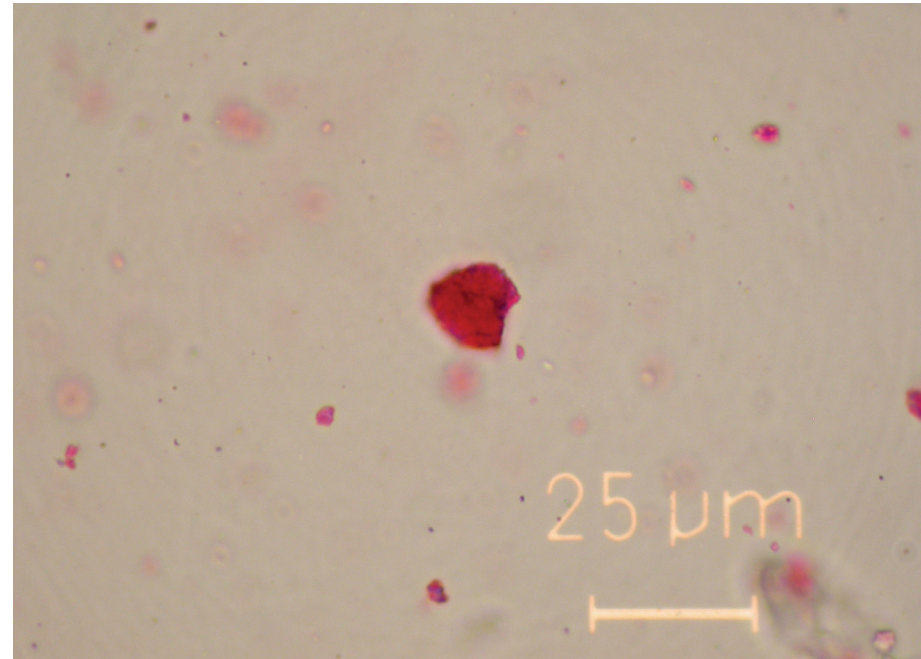


Kuva 14. Orgaaninen punainen väriaine tasopolarisoidussa läpivälillä. Näyte öljyvärituubista Weimarfarbe, Krapp rosa. GKM-912. Gallen-Kallelan Museo, Espoo. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj.



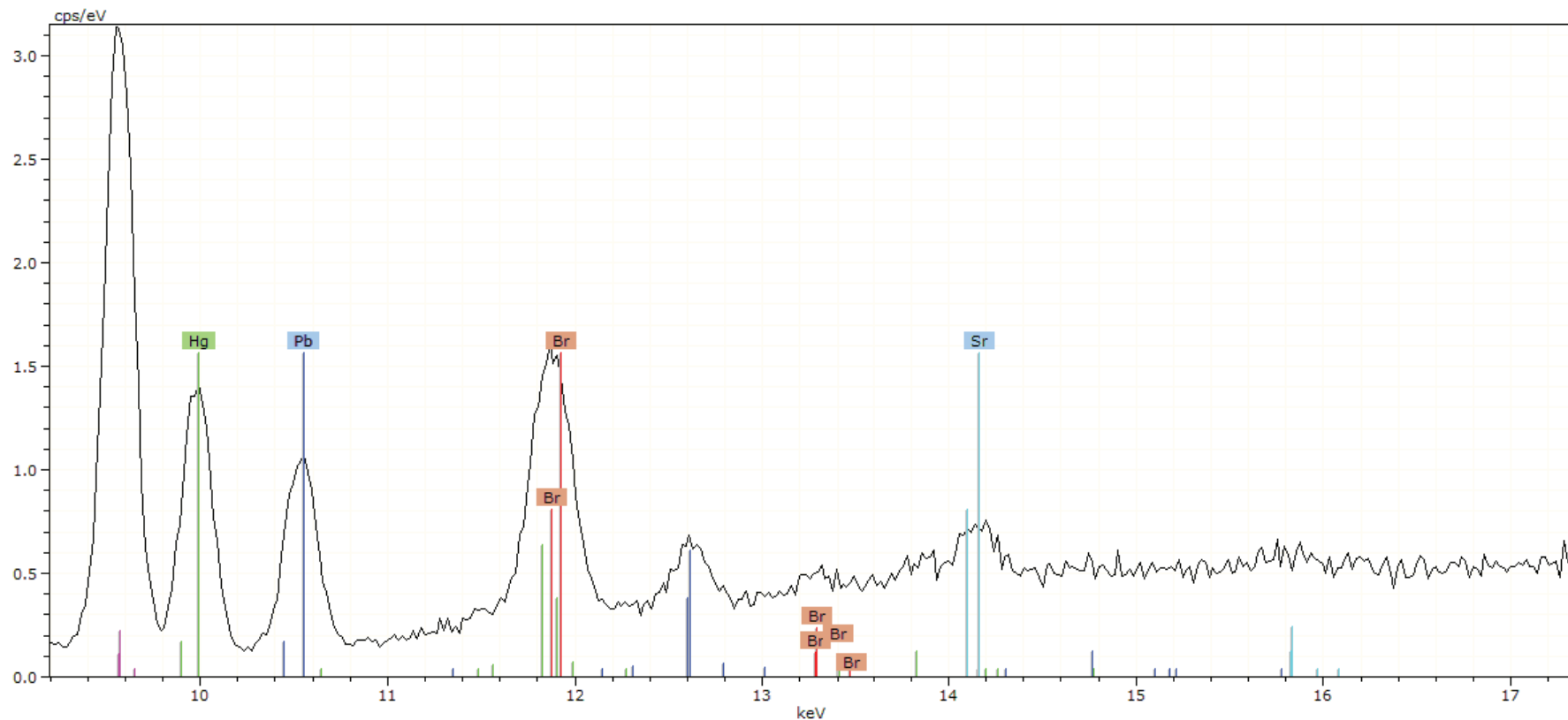


Kuva 15. Orgaaninen punainen väriaine tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte temperavärituubista v. Pereiras Temperafarbe, Krapplack (Garance) rosa. GKM-4399. Gallen-Kallelan Museo, Espoo. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj.



Kuva 16. Orgaaninen punainen väriaine tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte öljyvärituubista Alizarine-Madder. GKM-4399. Gallen-Kallelan Museo, Espoo. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj.





Spektri 4.

Röntgenfluoresenssispektri teoksesta lasimaalausluonnos *Talonpojan pytty ja kuninkaan kruunu*, 1894. Guassi paperille, 55 x 38 cm. Gallen-Kallelan Museo, Espoo, inventaarionumero GKM-3462. Spektri: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Hanne Tikka-la.

UV-fluoresenssia, mutta niistä tehdyissä polarisaatiomikroskooppinäytteissä havaittiin orgaanisia väriaineita (kuvat 13–15). Fluoresenssihavaintojen lisäksi kahdesta teoksesta vaaleanpunaisilta värialueilta mitatuissa röntgenspektreissä havaittiin pieni bromin piikki, mikä viittaa eosiniin⁹⁸ (spektri 4). Orgaanisia keltaisia ei havaittu, mutta niitä voi silti esiintyä Gallen-Kallelan teoksissa. Teosten säilymisen kannalta on huomionarvoista se, että orgaaniset väriaineet menettävät väriään herkästi altistuessaan valolle.⁹⁹ Tästä syystä orgaanisia väriaineita sisältäviä teoksia tulisi tarkkailla, jotta mahdollinen värin haalistuminen havaitaan ajoissa.

Rautaoksidipitoiset väriaineet

Yksi iso väriaineryhmä, joka esiintyy kaikissa Gallen-Kallelan teoksissa, on erilaiset rautaoksidivärit. Näitä voi teoksissa olla sekä luonnonmineraaleina että synteettisinä väriaineina. Röntgenfluoresenssispektreissä rautaoksidiväreissä havaitaan selvä raudan ja toisinaan myös pieni mangaanin piikki. Mikäli mangaanin piikki on suuri, on kyse umbrasta¹⁰⁰, joihin myös osa väriainetuubien nimistä viittaa. Väriainetuubien joukossa on myös pelkkää rautaa sisältäviä rautaok-

sivivärejä. Toisinaan rautaoksidiväreistä mitatuissa röntgenfluoresenssispektreistä on mangaanin lisäksi havaittavissa pieni titaanin ja kaliumin piikki, joka johtuu luonnon mineraaliväriaineiden epäpuhtauksista. Kahdessa siennaksi nimetystä väriainetuubista mitatussa röntgenfluoresenssispektrissä havaittiin raudan lisäksi selvä arseenin piikki. Arseenin alkuperää ei vielä tunnistettu.

Harvoin esiintyvät väriaineet

Seuraavassa listassa on esitelty väriaineet, joita esiintyy Gallen-Kallelan teoksissa ja väriainetuubeissa hyvin harvoin. Tämä voi johtua siitä, että niitä ei ole ollut usein käytössä tai että niitä ei ole voitu tunnistaa teoksista ilman näytteenottoa.

Kromioksidivihreä (kuva 16) on tunnistettu yhdestä väriainetuubista, jossa se on seoksena hydratoidun kromioksidivihreän ja synteettisen ultramariinin kanssa.¹⁰¹

Maavihreä on tunnistettu yhdestä teoksesta (*Karjalainen nainen* vuodelta 1891; kuva 17).¹⁰² (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/399987>).

Lyijypunainen on tunnistettu varmuudella kahdesta teoksesta (*Bohême, Carl Adam Dörnberger* vuodelta 1888 ja *Mies saunan*

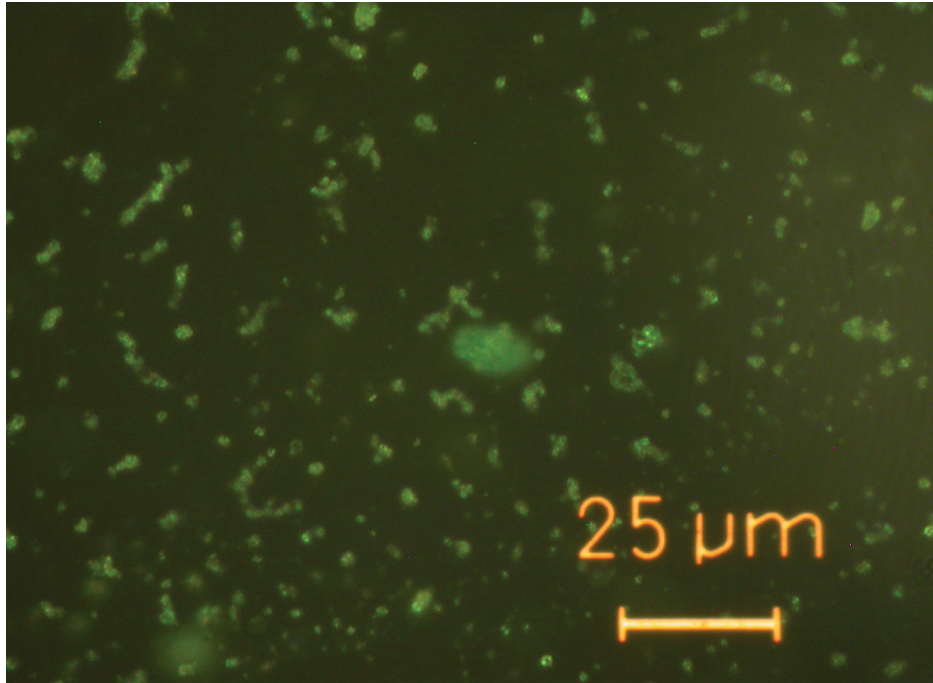
ulkopenkillä vuodelta 1889) ja kolmesta väriainetuubista.¹⁰³ (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/398619>).

Napolinkeltainen on tunnistettu kahdesta melko varhaisen tuotannon teoksesta keltaiselta värialueelta (*Luminen pihamaa* vuodelta 1882 ja *Kuusia karjapihassa* vuodelta 1887).¹⁰⁴ (Linkit teoskuviin: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/472551>, <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/616549>).

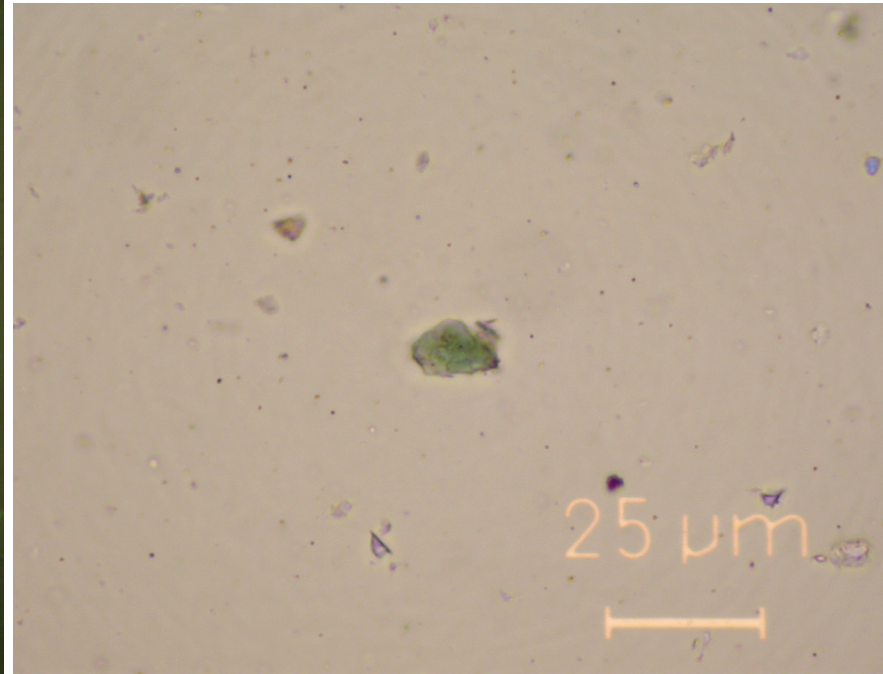
Koboltinkeltainen on tunnistettu yhdestä Afrikan aikaisesta teoksesta (Akaasiapuu aavikolla vuodelta 1909) ja yhdestä väriainetuubista, joissa se on osana vihreää seosta.¹⁰⁵ Koboltinkeltaista pidetään melko epästabiliina väriaineena, erityisesti öljysideaineessa tai seoksissa orgaanisten väriainneiden kanssa.¹⁰⁶ (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/441056>).

Titaanivalkoinen tunnistettiin kolmesta teoksesta, jotka kaikki on maalattu Amerikassa oleskelun aikana 1920-luvulla (*Mrs Margaret Lippo Hecht ja tytär Margareta, kaksoismuotokuvaluonnos, Mrs Hecht, muotokuvaluonnos ja Intiaani ratsain*).¹⁰⁷ (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/object/440830>).





Kuva 17. Kromioksidivihreän partikkeliagregaatteja kuvattuna ristiin polarisoidussa pintavalossa. Näyte väriainetuubista Wilh. Becker Chromoxidgrönt, GKM-898. Gallen-Kallelan Museo, Espoo. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj.



Kuva 18. Maavihreä väriainepartikkeli kuvattuna tasopolarisoidussa läpivalossa. Näyte teoksesta *Karjalainen nainen*, 1891. Öljyväri kankaalle, 39 x 31 cm. Ateneum, Helsinki. Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1254:56. Kuva: Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratorio / Seppo Hornytzkyj. (Linkki teoskuvaan: <https://www.kansallisgalleria.fi/fi/object/399987>)



Loppupäätelmät

Akseli Gallen-Kallelan väriainepaletti on tyypillinen 1800–1900-lukujen vaihteen taiteilijan väriainepaletti. Tästä huolimatta se sisältää yksilöllisiä piirteitä, jotka voivat toimia Gallen-Kallelan teosten attribuoinnin, ajoituksen ja aitoustutkimusten työkaluna. Paletti sisältää myös väriaineita, jotka muuttuvat altistuessaan esimerkiksi valolle tai kosteudelle.

Keltaisina väreinään Gallen-Kallela on käyttänyt kadmium- ja kromikeltaista sekä rautaoksidikeltaista. Sivupaletissaan hänellä on käytössään strontiumkeltainen, joka ei tutkimusaineistossa esiinny yksin keltaisella värialueella vaan aina vihreällä. Teoksista ja tuubeista on tunnistettu kaksi keltaista, joista toinen, koboltinkeltainen, esiintyy vain yhdessä teoksessa ja yhdessä väriainetuubissa osana vihreää väriaineseosta. Toinen, napolinkeltainen, esiintyy pienellä keltaisella alueella kahdessa kohtalaisen varhaisessa teoksessa.

Punaisena värinä on lähes jokaisessa teoksessa käytetty sinooperia. Hyvin useasta teoksesta on tunnistettu myös punaista rautaoksidia ja orgaanisia punaisia väriaineita. Teoksissa ja väriainetuubeissa on myös

lyijypunaista. Oranssi on joko kadmiumoranssia tai seos sinooperista tai rautaoksidipunaisesta ja kadmium- tai rautaoksidikeltaisesta.

Sinisistä ylivoimaisesti eniten Gallen-Kallela on käyttänyt koboltinsinistä. Myös synteettistä ultramariinia, preussinsinistä ja seruleeninsinistä on tunnistettu teoksista ja väriainetuubeista. Violetit värit ovat usein seoksia koboltinsinisestä tai synteettisestä ultramariinista ja sinooperista tai orgaanisesta punaisesta. Erityisesti vuoden 1905 jälkeen hän on käyttänyt violettina myös kahden erilaista koboltinviolettiä. Koboltinviolettit saattavat esiintyä teoksessa myös yhdessä. Käytössä on ollut myös orgaaninen violetti väriaine, jota ei ole tämän tutkimuksen yhteydessä karakterisoitu.

Vihreänä väriaineena Gallen-Kallela on usein käyttänyt hydratoitua kromioksidivihreää. Osassa teoksista on koboltinvihreää ja 1800-luvun lopussa hän on suosinut smaragdinvihreää. Yhdestä teoksesta on tunnistettu myös maavihreä, joka voi paletissa olla hyvin yleinen väriaine. Vihreä voi olla myös seos erilaisista sinisistä, keltaisista ja vihreistä.

Väripaletin mustat väriaineet ovat rautaoksi- ja luumustaa. Myös seoksia eri väriai-

neista on käytetty. Näitä seoksia ovat muun muassa seokset, jotka sisältävät rautaoksidivihreää, koboltinsinistä, sinooperia ja hydratoitua kromioksidivihreää tai rautaoksidivihreää, synteettistä ultramariinia ja hydratoitua kromioksidivihreää. Valkoisista lyijy- ja sinkkivalkoinen ovat huomattavasti suosituimmat. Teoksissa voi olla valkoisena värinä tai pohjusteessa pelkästään lyijyvalkoista, mutta ei koskaan pelkästään sinkkivalkoista. Lisäksi useassa teoksessa on bariumsulfaattia tai litoponia sekä kalsiumkarbonaattia. Nämä ovat toimineet luultavimmin täyteaineina tai orgaanisten väriaineiden kantajina. Amerikassa viettämänsä ajanjakson aikana 1920-luvulla Gallen-Kallela on käyttänyt satunnaisesti myös titaanivalkoista.

Gallen-Kallelan tuotannon väriainetutkimuksen perusteella huomion voi kohdentaa edelleen teosten värien säilymisen kannalta oleellisiin jatkotutkimuksiin. Esimerkiksi taiteilijan käyttämien kadmiumyhdisteiden lisätutkimuksen perusteella voi arvioida, onko niiden joukossa sellaista yhdistettä, joka aiheuttaa ympäröivän öljysideaineen heikentymistä. Keltaisen lyijykromaatin kiderakenteen tutkimuksella voi päästä selville pitääkö se värinsä vai haalistuuko tai tummuuko se



ajan kuluessa. Orgaanisten väriaineiden yksityiskohtaisempi tunnistaminen lisää tietoa niiden alttiudesta haalistumiselle. Jos teoksissa on näiden väriaineiden herkästi reagoivia muotoja, voidaan tämä ottaa huomioon teosten käsittelyssä, säilyttämisessä ja valaistuksen voimakkuudessa. Erityisesti arseenipitoisten yhdisteiden tunnistaminen teoksista on myös työturvallisuuteen liittyvä tieto.

Gallen-Kallelan väriainepaletissa on myös aiheita taiteilijaväriaineiden käytön historian syventävään tutkimukseen. Näitä ovat esimerkiksi titaanivalkeaisen varsin varhainen esiintyminen Amerikan ajanjaksolla valmistuneissa teoksissa ja toistaiseksi vielä tunnistamattomien kupariyhdisteiden tunnistaminen. Kun muutosherkät väriaineet on teoksista tunnistettu, voidaan ne ottaa huomioon teosten käsittelyssä sekä esittämisen ja säilytysolosuhteissa ja näin turvataan värien säilyminen mahdollisimman muuttumattomina. Tämän seurauksena museokävijät saavat nauttia pidempään teoksista sellaisina kuin taiteilija on ne halunnut esittää.

Viitteet

- 1 Akseli Gallen-Kallelan itsensä kirjoittama maininta käyttämästään preussinsinisestä teoksen *Talvimaisema Jaatsissa* (1882) taustapuolella. Teos kuuluu Gallen-Kallelan Museon kokoelmiin inventaarionumerolla GKM-322.
- 2 Marja Lahelma, *Ateneumin taiteilijat. Akseli Gallen-Kallela* (Helsinki: Kansallisgallerian julkaisuja, 2018), 11.
- 3 Marja-Terttu Kivirinta, ”Myyttinen pantterimies ja 1900-luvun ekspressionismi”, teoksessa *Ota sielusi täyteen! Tutkimuksellisia polkuja Akseli Gallen-Kallelan taiteeseen*. (Helsinki: Gallen-Kallelan Museo, 2011), 108.
- 4 Helmiriitta Sariola, ”In Africa”, teoksessa *Akseli Gallen-Kallela*, näyttelyjulkaisu 16.2.-26.5.1996 Ateneum ja 26.6.-1.9.1996 Turun Taidemuseo, toimittaneet Leena Ahtola-Moorhouse, Heikki Malme, Sirkka Liisa Muittari ja Outi Alatalo-Pöllänen (Helsinki: F. G. Lönnberg 1996), 82.
- 5 Rolf Nummelin, ”Maalaustaiteen uusia virtauksia”, teoksessa *Suomen taiteen historia*, toimittaneet Bengt von Bonsdorff, Carl Jacob Cardberg, Bo Lindberg, Erik Kruskopf, Rolf Nummelin, Sixten Ringbom, Åsa Ringbom ja Mona Schalin (Helsinki: Schildts Kustannus Oy, 1998), 245.
- 6 Hänen tiedetään asuneen ja matkustelleen yksin ja perheensä kanssa Ranskassa, Venäjällä, Unkarissa, Italiassa, Espanjassa, Afrikassa, Meksikossa ja Yhdysvalloissa.
- 7 Merkkejä ovat Beckmann’s Syntons-Farben, Bernhard Kahn & Co. (Kölner Farben Fabrik), Fritz Behrendt Farbe, Beckers Normalfärger AB., Dr. Fr. Schoenfeld & Co., v. Pereira’s Temperafarbe, Reynolds & Co. Inc., H. Schmincke & Co., Lefranc, Weimarfarbe, Sadolins farven, J.Blockx Fils à vieux-dieu, Hienoimmat öljyvärit, Pelikanfarbe, Talens ja G.Rowney & Co.
- 8 Suomessa on tutkittu 1980-luvulla Lucas Cranach vanhemman Suomessa olevien teosten väriaineita. Samaan aikaan tutkittiin myös Alexander

- Lauréuksen ja Vincent van Goghin teosten väriaineita. Laajempia tutkimuskokonaisuuksia ovat 2000-luvun alussa tehty tutkimus Isaac Wacklinin tuotannon väriaineista sekä toinen vuonna 2008 julkaistu tutkimus koskien Ole Kandelinin tuotannon väriaineista. Ensimmäinen Akseli Gallen-Kallelan tuotantoon kohdistunut rakenne- ja materiaalitekniinen tutkimuskokonaisuus on tehty 1990-luvulla teokselle *Lemminkäisen äiti* ([https://www.kansallisgalleria.fi/object/398211](https://www.kansallisgalleria.fi/objects/398211)). Näiden lisäksi nykyisen Metropolia -ammattikorkeakoulun konservattoriopiskelijoiden loppuyöprojektien yhteydessä on tutkittu tapauskohtaisesti eri taiteilijoiden mm. Adolf von Beckerin väriaineita.
- 9 Ari Tanhuanpää. *Huoli kuvasta – Merkitys, mieli, materiaalisuus*. (Jyväskylä: Jyväskylän Yliopisto, 2017), 116
- 10 John van Asperen de Boer, ”Some Reflections Upon the Impact of Scientific Examination on Art Historical Research”. Teoksessa *Looking through paintings. The Study of Painting Techniques and Materials in Support of Art Historical Research*. (Lontoo: Archetype Publications ja Baarn: Uitgeverij de Prom, 1998), 15.
- 11 Esimerkiksi Vincent van Goghilta on tunnistettu erikseen Hollannin ja Ranskan aikojen paletit, joiden jälkeen on tutkittu syvemmin yksittäisten väriaineiden (eosiini ja koboltinsininen) ominaisuuksia. Marija Vellekoop, Muriel Geldof, Ella Hendriks, Leo Jansen ja Alberto de Tagle. *Van Gogh’s Studio Practices*. (New Haven ja Lontoo: Van Gogh Museum ja Mercatorfonds, Yale University Press, 2013), 226-289.
- 12 Gunnar Heydenreich. *Lucas Cranach the Elder: Painting Materials, Techniques and Workshop Practice*. (Amsterdam: University Press, 2007).
- 13 Ensimmäiset Jan Vermeerin töihin keskittyvät tekniset- ja materiaalitutkimukset on tehty jo 1960-luvulla ja tutkimustyötä on jatkettu tähän päivään saakka. Lisää tietoa linkeistä: <https://www.nationalgallery.org.uk/research/about-research/the->



[meaning-of-making/vermeer-and-technique/vermeers-palette](#) ja <https://www.mauritshuis.nl/en/discover/exhibitions/the-girl-in-the-spotlight/>).

14 Lugina, V. ja Tsitovitch, V. "Grounds and Pigments in I. K. Aivazovsky's Painting, New Data." IV Scientific Conference. Expertise and Attribution of Works of Fine Arts, 27.-30.11.2000. Preprints. Magnum Ars Corporation, Moscow, 2002.

15 Teoksista on mitattu 2120

röntgenfluoresenssispektriä ja

polarisaatiomikroskopianäytteitä otettiin 58

teoksesta. Tarvaspään ateljeekodin irtaimistoon

kuuluvista väriainetuubeista on mitattu yhteensä

163 röntgenfluoresenssispektriä ja 39 väriainetuubin sisällöstä tehtiin polarisaatiomikroskooppinäytteet.

16 Öljyvärien säilytykseen sopivat tinatuubit kehitti amerikkalainen taiteilija John G. Rand vuonna 1841.

17 Alexander Katlan. "The American Artist's Tools and Materials for On-site Oil Sketching", *Journal of American Institute for Conservation*, vol. 38, nro. 1 (1999): 21–32, luettu 19.6.2019. <http://cool.conservation-us.org/coolaic/jaic/articles/jaic38-01-003.html>.

18 Behrend green -niminen seos sisältää hydratoitua kromioksidivihreää ja strontium- tai kadmiumkeltaista. Nicholas Eastaugh, Valentine Walsh, Tracey Chaplin ja Ruth Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*. (Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004), 42. Tutkimusaineistossa tätä väriaineyhdistelmää ko. kauppanimellä on myynyt Fitz Behrendt Farbe.

19 *Green cinnabar* tai *hrome green* on seos kromi- tai strontiumkeltaisesta ja preussinsinisestä. Herman Kühn ja Mary Curran, "Chrome Yellow and Other Chromate Pigments", teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 1, toimittanut Robert Feller, (Washington: National Gallery of Arts ja Lontoo: Archetype Publications, 1986), 189. Tutkimusaineistossa on yksi etiketiton väriainetuubi, joka sisältää preussinsinistä ja kromikeltaista väriainetta muodostaen vaalean

vihreän maalin.

20 *Permanent green* -niminen seos sisältää hydratoitua kromioksidivihreää ja sinkkikeltaista sekä bariumsulfaattia. Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigment*, 302. Tutkimusaineistossa tätä väriaineseosta kyseisellä kauppanimellä ovat myyneet Beckmann's Syntons-Farben ja Weimarfarbe.

21 Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, 10
22 Leslie Carlyle. *The Artist's Assistant. Oil Painting Instruction Manuals and Handbooks in Britain 1800–1900 with Reference to Selected Eighteenth-century Sources*. (Lontoo: Archetype Publications Ltd., 2001), 156.

23 engl. non-destructive

24 Tällaisia väriaineita ovat muun muassa kromi- ja kupariyhdisteet, kobolttivihreä, ultramariini ja preussinsininen.

25 Mikroskopiaturkimuksia varten teoksesta otetaan näyte, joka sisältää muutamia väriainepartikkeleita. Näyte otetaan teoksesta stereomikroskoopin alla näytteenottoa varten kehitetyllä näytteenottoneulalla. Näyte asetetaan tutkimusmenetelmälle sovitettuun standarditaitekertoimen omaavaan väliaineeseen objekti- ja peitinlasin väliin. Yleisimmin väliaineena käytetään termoplastista Cargille Melmount 1.662 polymeeria. Näin valmistetut näytteet ovat hyvin aikaa kestäviä ja analyysimenetelmän voi sanoa olevan ainetta rikkomatonta, koska näyte ei analyysiprosessin aikana vaurioidu.

26 Kahtaistaitteisessa materiaalissa valonsäde jakautuu kahdeksi säteeksi sen kulkiessa kiteen läpi. Tällaista materiaalia kutsutaan anisotrooppiseksi. Jos valonsäde kulkee jakautumattomana materiaalin läpi, suunnasta riippumatta, kutsutaan sitä isotrooppiseksi. Pleokroismi on kahtaistaitteisten värillisten materiaalien optinen ominaisuus, jonka seurauksena sen väri muuttuu sitä tarkasteltaessa eri suunnista.

27 Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1142.

28 Kansallisgalleria, inventaarionumero A I 857.

29 Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1479.

30 Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1050.

31 Kansallisgalleria, inventaarionumero A I 640.

32 Tutkimustulosten tilastollinen osuus raportoidaan vain niiden väriaineiden osalta, joiden tunnistus on mahdollista ilman näytteenottoa.

33 Tunnetaan myös nimellä thenardinsininen.

Valmistusmenetelmä kehitettiin vuonna 1803–04, ja se on otettu käyttöön taiteilijaväriaineena melko pian kehittämisen jälkeen. Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, 113; Ashok, Roy, "Cobalt Blue", teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 4, toimittanut Barbara Berrie, (Washington: National Gallery of Arts ja Lontoo: Archetype Publications, 2007), 152–153.

34 Nicholas Eastaugh, Valentine Walsh, Tracey Chaplin ja Ruth Siddall, *Pigment Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*, 575

35 Muriel Geldof ja Lise Steyn, "Van Gogh's Cobalt Blue", teoksessa *Van Gogh's Studio Practice*, toimittaneet Marija Vellekoop, Muriel Geldof, Ella Hendriks, Leo Jansen ja Alberto de Tagle (New Haven ja Lontoo: Van Gogh Museum ja Mercatorfonds, Yale University Press, 2013), 259–260. Epäpuhtauksista on valmistusprosesseja kehitettäessä pyritty eroon, koska erityisesti nikkeli muuttaa väriaineen sävyä violetimpaan suuntaan.

36 Kutsutaan myös reliefiksi.

37 Winchell, *The Microscopic Characters of Artificial Inorganic Solid Substances or Artificial Minerals*, 195; Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*, 35; Roy, "Cobalt Blue", 160

38 Tunnetaan myös nimellä kölninsininen (saks. *Coelinblau*). Kaupallistettu Britanniassa 1860-luvulla. Carlyle, *The Artist's Assistant. Oil Painting Instruction Manuals and Handbooks in Britain 1800–1900 With Reference to Selected Eighteenth-century Sources*, 472; Seppo Hornytkyj, "Sinisten



perinteisten taiteilijaväriaineiden tunnistaminen polarisaatiomikroskoopilla". (Helsinki: Helsingin yliopisto, Geotieteiden ja maantieteen laitos, 2017), 65.

39 Koska kyseessä on analyysimenetelmä, joka vaatii näytteenoton, eikä kaikista teoksista voitu ottaa näytettä, ei preussinsinisen läsnäoloa huomattavasti useammassa teoksessa voi sulkea pois.

40 Serlachius-museot, Sammon ryöstö, osaluonnos. Inventaarionumero 98.

41 Kaupalliseen taiteilijaväriainekäyttöön tullut 1710-luvulla. Barbara Berrie, "Prussian blue", teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 3, toimittanut Elisabeth West Fitzhugh (Washington: National Gallery of Art. New York ja Oxford: Oxford University Press, 1994), 193.

42 Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*, 115

43 Kirjallisuudessa raportoidaan myös, että toisinaan preussinsininen muuttuu punertavaksi, harmaaksi tai pysyy sinisenä. Hornytkyj, "Sinisten perinteisten taiteilijaväriaineiden tunnistaminen polarisaatiomikroskoopilla", 93.

44 Etiketiton vihreää väriainetta sisältävä väriainetuubi. Gallen-Kallelan Museo, inventaarionumero GKM-4399.

45 Jo Kirby ja David Saunders, "Fading and Colour Change of Prussian Blue: Methods of Manufacture and the Influence of Extenders", *National Gallery Technical Bulletin* vol. 25 (2004): 72–99, luettu 10.1.2018. https://www.nationalgallery.org.uk/upload/pdf/kirby_saunders2004.pdf.

46 Kansallisgalleria, inventaarionumero A I 912.

47 Kansallisgalleria, inventaarionumero A I 566.

48 Synteettistä ultramariinia ryhdyttiin valmistamaan taiteilijaväriainekäyttöön 1830-luvulla. Joyce Plesters, "Ultramarine Blue, Natural and Artificial", teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 2, toimittanut Ashok Roy

(Washington: National Gallery of Art. New York ja Oxford: Oxford University Press, 1993), 56.

49 Koska kyseessä on analyysimenetelmä, joka vaatii näytteenoton, eikä kaikista teoksista voitu ottaa näytettä, ei synteettisen ultramariinin läsnäoloa huomattavasti useammassa teoksessa voi sulkea pois.

50 Mitä varhaisemmasta väriaineesta on kyse, sitä suurempia ja kulmikkaampia partikkelit ovat. Myös partikkelikokojakauma voi olla laaja. Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*, 45.

51 Joyce Plesters, "Ultramarine Blue, Natural and Artificial", 55.

52 Tunnetaan myös nimellä vermilion. Synteettinen sinooperin valmistaminen tunnettiin lännessä jo Rooman valtakunnan aikaan. Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, 105

53 Dr. Fr. Schoenfeld & Co, Karmin-Zinnober. Gallen-Kallelan Museo, inventaarionumero GKM-4399.

54 Gettens, Feller ja Chase, "Vermillion and Cinnabar", 163; Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, 105.

55 Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*, 197.

56 Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*, 195.

57 Keltaiset kadmiumyhdisteet kaupallistettiin taiteilijaväriaineena 1840-luvulla. Inge Fiedler ja Michael Bayard, "Cadmium Yellows, Oranges and Reds", teoksessa *Artists' Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 1, toimittanut Robert Feller, (Washington: National Gallery of Arts ja Lontoo: Archetype Publications, 1986), 67.

58 Kiderakenteeksi on ilmoitettu kuutiollinen ja heksagoninen, mutta myös amorfisia ja sferuli-

rakenteita on tunnistettu. Fiedler ja Bayard, "Cadmium Yellows, Oranges and Reds", 81.

59 Fiedler ja Bayard, "Cadmium Yellows, Oranges and Reds", 65.

60 Fiedler ja Bayard, "Cadmium Yellows, Oranges and Reds", 75.

61 Gallen-Kallelan Museo, *Ensilumi Ruovedellä*, 1920. Inventaarionumero GKM-7378.

62 Winchell, *The Microscopic Characters of Artificial Inorganic Solid Substances or Artificial Minerals*, 158.

63 Fiedler ja Bayard, "Cadmium Yellows, Oranges and Reds", 82.

64 Leone Bronwyn, Aviva Burnstock, Chris Jones, Peter Hallebeek, Jaap Boon ja Katrien Keune, "The Deterioration of Cadmium Sulphide Yellow Artists' Pigments", ICOM-CC 14th triennial meeting, preprints, 803–813 (The Hague, 12.-16. 9. 2005).

65 Kühn ja Curran, "Chrome Yellow and Other Chromate Pigments", 189. Keltaisen lyijykromaatin käyttö taiteilijaväriaineena alkoi 1804–09.

66 Tunnetaan myös nimellä viridiaani. Patentti myönnettiin vuonna 1859 ja taiteilijaväriaineena se kaupallistettiin vuonna 1869. Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, 391.

67 Kühn ja Curran "Chrome Yellow and Other Chromate Pigments", 187. Strontiumkromaatti tuli käyttöön 1800-luvun jälkimmäisellä puoliskolla.

68 Näytteenotollisista syistä johtuen teoksista, joista kromi tunnistettiin, ei tutkittu mistä kromiyhdisteestä on kyse. Väriaine tunnistettiin yleisimmin kromipitoiseksi väriksi ja tilastollisessa tarkastelussa päädyttiin raportoimaan tulos kokonaisuutena kromikeltainen tai -vihreä.

69 Kühn ja Curran "Chrome Yellow and Other Chromate Pigments", 194.

70 Kühn ja Curran, "Chrome Yellow and Other Chromate Pigments", 188

71 Kühn ja Curran, "Chrome Yellow and Other Chromate Pigments", 190–191.

72 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2616.



- 73 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2174.
- 74 Hydratoidun kromioksidivihreän valmistus patentoitiin 1859, mutta ensimmäisen kerran sitä mainitaan valmistetun jo vuonna 1838. Richard Newman, "Chromium Oxide Greens. Chromium Oxide and Hydrated Chromium Oxide", teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 3, toimittanut Elisabeth West Fitzhugh. (Washington: National Gallery of Art, New York ja Oxford: Oxford University Press, 1997), 275.
- 75 Newman, "Chromium Oxide Greens. Chromium Oxide and Hydrated Chromium Oxide", 283.
- 76 Tunnetaan myös nimellä rinmanninvihreä. Taiteilijaväriainekäyttöön se tuli 1700-luvun loppupuolella Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, 323.
- 77 Koska tunnistus vaatii näytteenoton, eikä kaikista teoksista voitu ottaa näytettä, tarkka kobolttinvihreää sisältävien teosten lukumäärä ei ole tiedossa.
- 78 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2166.
- 79 Tunnetaan muun muassa myös nimellä Schweinfurttin vihreä, se otettiin taiteilijaväriainekäyttöön 1800-luvun alkupuolella. Erityisen suosittua se oli 1800–1900-lukujen taitteessa. Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigment*, 149.
- 80 Inge Fiedler ja Michael Bayard, "Emerald Green and Scheele's Green", teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 3, ed. Elisabeth West Fitzhugh. (Washington: National Gallery of Art, New York ja Oxford: Oxford University Press, 1997), 219.
- 81 Kansallisgalleria, inventaarionumerot A I 513, A I 640 ja A II 765.
- 82 Serlachius-Museot, inventaarionumerot 1368 ja 235. *Unelmien saari* -teos on osa yksityiskokoelmaa.
- 83 Serlachius-Museot, inventaarionumerot 308, 311, 307, 309 ja 1121.
- 84 Gallen-Kallelan Museo, inventaarionumero GKM-322.
- 85 Katrien Keune, Jaap J. Boon, R. Boitelle ja Y. Shimadzu. "Degradation of Emerald Green in Oil Paint and Its Contribution to the Rapid Change in Colour of the Descente des Vaches (1834–1835) painted by Théodore Rousseau". *Studies in Conservation* vol.58, no. 3 (2013): 199–210, luettu 20.11.2018, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/2047058412Y.0000000063>.
- 86 Katrien Keune, Jennifer Mass, Apruva Mehta, Jonathan Church ja Florian Meier. "Analytical Imaging Studies of the Migration of Degradated Orpiment, Realgar and Emerald Green pigments in historic paintings and related conservation issues". *Heritage Science* 4:10 (2016). DOI 10.1186/s-40494-016-0078-1. Luettu 18.11.2018, <https://link.springer.com/article/10.1186/s40494-016-0078-1>.
- 87 Toisinaan kuparipitoista, kalsinoutua verdigriitä on käytetty puupaneelin käsittelyssä tai kuivikkeena öljyn seassa. Sir Arthur Church, *The Chemistry of Paints and Paintings* (Lontoo: Seeley, Sevice & Co., 1915), 30; Carlyle 2004, 50.
- 88 Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1133.
- 89 Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1061A.
- 90 Kansallisgalleria, inventaarionumero A I 562.
- 91 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2619.
- 92 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2224.
- 93 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2620.
- 94 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2167.
- 95 Kansallisgalleria, inventaarionumero A III 2168.
- 96 Helmut Schweppe ja John Winter, "Madder and Alizarin", teoksessa *Artist's Pigments. A Handbook of Their History and Characteristics*. Volume 3, ed. Elisabeth West Fitzhugh. (Washington: National Gallery of Art, New York ja Oxford: Oxford University Press, 1997), 124.
- 97 Muriel Geldof, Matthijs de Keijzer, Maarten van Bommel, Kathrin Pilz, Johanna Salvant, Henk van Keulen ja Luc Megens, "Van Gogh's Geranium Lake", teoksessa *Van Gogh's Studio Practice*, toimittaneet Marija Vellekoop, Muriel Geldof, Ella Hendriks, Leo Jansen ja Alberto de Tagle (New Haven ja Lontoo: Van Gogh Museum ja Mercatorfonds, Yale University Press, 2013), 276.
- 98 Geldof, de Keijzer, van Bommel, Pilz, Salvant, van Keulen ja Megens, "Van Gogh's Geranium Lake", 271.
- 99 Aviva Burnstock, Ibbby Lenfear, Klaas Jan van den Berg, Leslie Carlyle, Mark Clarke, Ella Hendriks ja Jo Kirby, "Comparison of the Fading and Surface Deterioration of Red Lake Pigments in Six Paintings by Vincent van Gogh with artificially Aged Paint Reconstructions", ICOM-CC 14th triennial meeting, preprints, 459–466. (The Hague, 12.–16. 9. 2005).
- 100 Eastaugh, Walsh, Chaplin ja Siddall, *Pigment Compendium. A Dictionary of Historical Pigments*, 377.
- 101 Wilh. Becker, Kromoxidgrönt. Inventaarionumero GKM-898.
- 102 Kansallisgalleria, inventaarionumero A II 1254:56. Maavihreää voi esiintyä huomattavasti useammassa teoksessa, koska sen tunnistaminen vaatii näytteenoton. Yhden Schmincken väriainetuubin nimi on Grüne verde. Se ei kuitenkaan sisällä maavihreää vaan ruskeaa rautaoksidiväriä.
- 103 Teokset: Kansallisgalleria, *Bohême, Carl Adam Dörnberger*, inventaarionumero A II 1061a; Serlachius-museot, *Mies saunan ulkopenkillä*, inventaarionumero 810. Väriainetuubit: H. Schmincke, zinnoberrot, inventaarionumero GKM-898; Sadolins Faerven, cinnoberrodt, inventaarionumero GKM-4399; Pelikanfarbe, zinnober imit., inventaarionumero GKM-898. On huomioitava, että teoksissa on aina lyijyvalkoista, joten lyijypunaisen tunnistaminen tapahtuu polarisaatiomikroskopian avulla. Koska lyijypunaisen tunnistaminen vaatii näytteenoton, eikä kaikista teoksista voitu ottaa näytettä, ei ole tiedossa, kuinka usein Gallen-Kallela sitä käytti.
- 104 Kansallisgalleria, *Lumina pihamaa*, inventaarionumero A III 2615; Kansallisgalleria, *Kuusia karjapihassa, joulukuusia takapihassa*, inventaarionumero A II 1248.



105 Teos: Kansallisgalleria, *Akaasiapuu aavikolla*, inventaarionumero A III 2172. Väriainetuubi: J.Blockx Fils á vieux-dieu, vert compose no. 2, inventaarionumero GKM-4399. Koboltinkeltaisen tunnistaminen vihreistä seoksista vaatii näytteenoton polarisaatiomikroskopiitutkimuksia varten. Koska jokaisesta teoksesta ei voitu ottaa näytettä, koboltinkeltainen saattaa esiintyä useassakin Gallen-Kallelan teoksessa. Se esiintyy seoksena yhdessä hydratoituneen kromioksidivihreän kanssa.

106 Cornman, ”Cobalt Yellow (Aureolin)”, 39.

107 Teokset: Serlachius-museot, Mrs Margaret Lippo Hecht ja tytär Margareta, kaksoismuotokuva luonnos, inventaarionumero 618; Gallen-Kallelan Museo, Mrs Hecht, muotokuva luonnos, inventaarionumero GKM-313; Kansallisgalleria, Intiaani ratsain, inventaarionumero A III 2159.

Analyysilaitteiston tekniset tiedot

Bruker S1 TITAN -röntgenfluoresenssispektrometri, jonka mitta-alue on noin 3 mm suuruinen. Rhodium anodi; kaksi mittaustapaa; jännite 40kV, virta 8 µA, Ti/Al-suodin ja mittausaika 30s, ja 15 kV, 17 µA, ei suodinta ja mittausaika 30 s.

Olympus BH-2 ja Leica DMRX

polarisaatiotutkimusmikroskoopit. Leica MZ

12-stereomikroskooppi. Mikroskooppikuvat otettiin

Nikon Coolpix 4500-digitaalikameralla.

FM Hanne Tikkala on tohtorikoulutettava Jyväskylän yliopistossa ja osa-aikainen tutkija Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratoriossa. Tämä artikkeli on ensimmäinen hänen suomalaisten taiteilijoiden väriainepaletteja käsittelevän väitöskirjansa artikkeleista. Tutkimustyötä on tehty Suomen Kulttuurirahaston ja Suomen Museoalan ammattiliiton apurahojen turvin.

FM Seppo Hornytzkyj toimii erikoistutkijana Kansallisgallerian materiaalitutkimuslaboratoriossa. Tässä tutkimuksessa hän toimii tutkimustyön ohjaajana.



Taulukko 1

omistaja	teoksen nimi (inv. no.)	vuosi	kobolttin/oletti	kobolttinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	kobolttin/ihreä	kuparivihreä/-sininen	kupariasetoarseniitti	kromi/ihreä	kromiketainen	kadmiumkeltainen/-oranssi	strontiumkeltainen	kobolttinkeltainen	napoliinkeltainen	orgaaninen punainen/violetti	sinooperi	lyijypunainen	maavärit	titaanivalkoinen	lyijyvalkoinen	sinkki-valkoinen
Kansalligalleria	Malliharjoitelma (A IV 4220)	1880-luku	x, p							x							p	x		x, p		x	x
Gallen-Kallela Museo	Kuutamomaisema (GKM-322)	1881	x						x										?	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Mucius Scaevola, tuomio (GKM-324)	1881																x				x	x
Gallen-Kallela Museo	Sisäkuva Jaatsista (GKM-282)	1882	x							x		x						x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Leikkusalissa, ruumiinavaus (GKM-729)	1882																x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Vanki (GKM-340)	1882																x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Vangin kuljetus (GKM-271)	1882										x					uv	x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Kaartin puutarhassa (GKM-281)	1882								x								x	x			x	x
Yksityiskokoelma	Helsingin rannikolla, Flisholmen	1882	x							x								x	x			x	x
Kansalligalleria	Särkkä, Viaporin patterista (A III 2613)	1882	x		p						x, p						p	x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Talvimaisema Jaatsissa (GKM-335)	1882							x									x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Liuskasaari Helsingin lähellä, Flisholmen (GKM-270)	1882								x								x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Mäntymäki (GKM-341)	1882								x								x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Ratsumiehiä talon pihalla (GKM-337)	1882																x	x			x	x
Kansalligalleria	Luminen pihamaa (A III 2615)	1882			p		x				x, p					x		x	x			x	x
Serlachius Museot	Kalliomaisema (78)	1883	x							x							p	x				x	x
Serlachius Museot	Veneitä rannalla (79)	1883								x							p	x		x, p		x	x
Kansalligalleria	Kevättalvi, lumen sulaminen (A III 2609)	1883	x					x	x	x								x	x			x	x
Kansalligalleria	Näköala Fredrikinkadulta (A III 2149)	1883	x, p		p			x			x, p							x	x, p			x	x
Yksityiskokoelma	Uivia tyttöjä	1883																	?	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Näköala Jaatsista yli Tyrvään uuden kirkon (GKM-273)	1883	x					x		x		x						x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Metsänsisusta (GKM-327)	1883								x								x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Pikkumarjoitelmia (GKM-325)	1883								x			x					x	x			x	x
Kansalligalleria	Sadepilviä järvimaiseman yllä (A II 1140)	1883	x, p								x, p							x	x			x	x
Serlachius Museot	Sisäkuva Keuruun pappilasta (400)	1884	x							x							uv	x	x			x	x
Serlachius Museot	Elämä ja kuolema (1368)	1884	x						x		x	x						x	x			x	x
Serlachius Museot	Takapiha (75)	1884	x						x	x								x	x			x	x
Serlachius Museot	Luhnikuja, Hoskarin talo Keuruulla (399)	1884	x						x	x	x							x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Uno Gallén muotokuva (GKM-339)	1884									x							x	x			x	x
Yksityiskokoelma	Talonpoikaistyttö	1884	x							x				x				x	x			x	x
Kansalligalleria	Pariisilainen takapiha, Ateljerin ikkunasta (A III 2616)	1884	x						x	x								x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Varhainen aamu venerannassa (GKM-274)	1884	x						x	x							uv	x	x			x	x
Kansalligalleria	Kylämaisema lampaineen (A II 1133)	1884	x, p		p		x				x, p	x, p					p	x, p				x	x
Kansalligalleria	Auringonpaisteessa (A II 1134)	1884	x, p						x			x, p	x					x	x, p			x	x
Kansalligalleria	Mädäntynyt kuha (A III 1136)	1884	x, p							x		x	x					x	x			x	x
Kansalligalleria	Veneranta (A II 1135)	1884	x		p		x	x									p	x	x, p			x	x
Kansalligalleria	Maalaiseukko (A III 2617)	1884						x	x	x								x	x			x	x
Kansalligalleria	Sumumaisema, sumua niityllä (A III 2614)	1884	x		p		x		x		x, p	x, p	x				p	x				x	x
Gallen-Kallela Museo	Ruusan punkka, asetelma (GKM-333)	1884									x							x	x			x	x
Kansalligalleria	Kaislikko (A II 1137)	1884	x						x	x			x					x, p	x, p			x	x
Kansalligalleria	Poika ja Varis (A II 912)	1884	x		p			x			x, p						p	x, p				x	x
Kansalligalleria	Turun tuomiokirkko (A III 2089)	1884	x						x	x								x	x			x	x
Gallen-Kallela Museo	Harjoitelmia (GKM-275)	1884	x								x			x				x	x			x	x

x = EDXRF
p = PLM
uv = UV fluoresenssi



Taulukko 1 jatk.

omistaja	teoksen nimi (inv. no.)	vuosi	koboltti/violetti	kobolttinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	koboltti/vihreä	kuparivihreä/-sininen	kupariasetoarseniitti	kromi/vihreä	kromiketainainen	kadmiumkeltainen/-oranssi	strontiumkeltainen	kobolttinkeltainen	napolinkeltainen	orgaaninen punainen/violetti	siinoperi	lyijypunainen	maavärit	titaanivalkoinen	lyijyvalkoinen	sinkki-valkoinen
Serlachius Museot	Akka ja vasikka (83)	1885		x							x							x	x		x	x	
Kansalligalleria	Lehmä ja poika (A II 1144)	1885		x		p			x				x, p		x		p	x, p	x		x	x	
Kansalligalleria	Kekki-renki, lepäämässä aterian jälkeen (A III 2153)	1885		x							x							x	x		x	x	
Kansalligalleria	Malliharjoitelma, ensimmäinen mallini(?) (A III 2606)	1885		x					x					x				x	x		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Piispa Henrik kastaa suomalaisia (GKM-750)	1885		x							x		x						x	x		x	x
Kansalligalleria	Muikunpaistaja (A III 1854)	1885		x								x							x	x		x	x
Serlachius Museot	Metsässä, neiti Thyseell (294)	1886		x					x	x, p		x					p	x	x, p		x	x	
Serlachius Museot	Aihe Pariisilaisesta kahvilasta (295)	1886		x							x							uv	x	x		x	x
Yksityiskokoelma	Maisema Sääksmäen Rapolasta	1886		x					x	x									x	x		x	x
Kansalligalleria	Huutolaispoika (A III 2612)	1886		x							x								x	x		x	x
Kansalligalleria	Eksynyt (A III 2224)	1886	p	x		p		p			x		x, p				p	x	x		x	x	x
Kansalligalleria	Käsikivillä jauhaja (A IV 2852)	1886		x							x								x	x		x	x
Kansalligalleria	Karjapiha (A II 1143)	1886		x							x	x		x					x	x		x	x
Kansalligalleria	Iltamaisema eläintarhasta (A III 1725)	1886		x, p							x								x, p	x		x	x
Kansalligalleria	Tohtori Herman Frithiof Antellin muotokuva (A I 566)	1886		x			p		x			x, p						x, p	x		x	x	x
Serlachius Museot	Talonpoikaiselämää (1353)	1887		x							x		x						x	x		x	x
Kansalligalleria	Viittatie jäällä (A II 1141)	1887		x							x								x	x		x	x
Kansalligalleria	Talvimaisema (A II 1138)	1887			x, p								x, p						x	x		x	x
Kansalligalleria	Kuusia karjapihassa, joulukuusia takapihassa (A II 1248)	1887		x		p	p					x, p	x				x		x	x, p		x	x
Kansalligalleria	Ensi opetus (A II 857)	1887		x							x		x						x	x		x	x
Yksityiskokoelma	Taiteilijan morsiamen muotokuva, mustapukuinen Mary	1887		x							x	x							x	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Ekolan ukko tyttäreineen (GKM-331a)	1887		x							x	x							x	x		x	x
Kansalligalleria	Liedenääressä, tuvan sisusta (A II 1142)	1887									x	x	x						x	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Luonnon Mary Slöörin muotokuvaa varten (GKM-343)	1887		x							x	x							x	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Kylpylaitoksen rantaa Kaivopuistossa (GKM-278)	1888																	x	x		x	x
Serlachius Museot	Demasquée, harjoitelma (226)	1888		x		p					x		x					p	x	x, p		x	x
Kansalligalleria	Demasquée (A I 562)	1888	x	x, p		p						x, p	x, p						x	x, p		x	x
Kansalligalleria	Sommitteluharjoitelma, roomalainen triumfikulkue (A III 2610)	1888		x									x, p						x	x		x	x
Kansalligalleria	Bohème, Carl Adam Dörnberger (A II 1061 A)	1888		x		p			x	x	x		x					p	x, p	x, p		x	x
Kansalligalleria	Alaston miesmalli (A III 2611)	1888		x								x							x	x		x	x
Kansalligalleria	Kreivitär Berthe de Vallombreuse (A IV 4136)	1888		x								x	x						x	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Abraham ja Iisak (GKM-277)	1888		x							x	x	x						x	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Nero Rooman palossa (GKM-279)	1888		x							x	x							x	x		x	x
Serlachius Museot	Maisema Ekolasta, Ekolan torpan maisema (621)	1889		x								x	x						uv	x		x	x
Serlachius Museot	Mies saunan ulkopenkillä (810)	1889		x		p					x	x						p	x, p	x, p		x	x
Serlachius Museot	Kirkkotyttö (1147)	1889		x									x						uv	x		x	x
Kansalligalleria	Karhunputki (A III 2619)	1889	x	x	x						x	x	x						p	x		x	x
Kansalligalleria	Valoa pilvien välistä (A II 1139)	1889		x				x				x		x					uv	x		x	x
Kansalligalleria	Saunassa (A II 1479)	1889		x							x	x	x						uv	?	x		x
Kansalligalleria	Syysmaisema, ensi lumi (A III 1888)	1889		x							x	x	x						x	x		x	x
Yksityiskokoelma	Tuvansisusta, Akonlahti	1890		x	x						x	x							uv	?	x		x
Serlachius Museot	Tenhotar (235)	1890		x							x	x	x						uv	x		x	x
Kansalligalleria	Iltarauha (A IV 3432)	1890		x							x	x	x						x	x		x	x

x = EDXRF
p = PLM
uv = UV fluoresenssi



Taulukko 1 jatk.

omistaja	teoksen nimi (inv. no.)	vuosi	koboltti/violetti	kobolttinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	koboltti/vihreä	kuparivihreä/-sininen	kupariasetoarseniitti	kromi/vihreä	kromiketainen	kadmiumkeltainen/-oranssi	strontiumkeltainen	kobolttinkeltainen	napoliinkeltainen	orgaaninen punainen/violetti	siinoperi	lyijypunainen	maavärit	titaanivalkoinen	lyijyvalkoinen	sinkki-valkoinen
Yksityiskokoelma	Talvimaisema, Malmilla	1891		x							x							x	x		x		
Kansalliskokoon	Karjalainen nainen (A II 1254:56)	1891		x, p	p	p	p	x			x, p						p	x, p	x, p		x	x	
Yksityiskokoelma	Sumuaamu Malmilla	1891		x									x				uv	x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Iltarusko Visuvedellä	1891		x					x	x		x						x	x		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Höyrylaivoja, jäänmurtajia (GKM-290)	1891		x					x									x	x		x	x	
Serlachius Museot	Ekolan perhe (369)	1892		x					x	x		x					uv	x				x	x
Yksityiskokoelma	Kitkajärvi, maisema Kuolajärveltä	1892		x					x	x		x						x	x		x	x	
Kansalliskokoon	Taiteilijan vaimon muotokuva, Mary Gallen kalliomaisemassa (A II 1853)	1893		x					x	x		x					uv	x	x		x	x	
Kansalliskokoon	Sammon taonta (A I 513)	1893		x					x	x		x					uv	x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Kesäyö Vehmersalmella	1893		x					x	x		x					uv	x	x		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Lasimaalausluonnos "Talonpojan pytty ja kuninkaan kruunu" (GKM-3462)	1894							x	x		x					x ^{Br}	x	x		x	x	
Kansalliskokoon	Saksalaisen näyttelijä Rudolf Rittnerin muotokuva (A II 1050)	1895		x		p			x	x, p		x					p	x	x, p		x	x	
Serlachius Museot	Ukkospilviä taivaanrannalla (312)	1897		x					x	x		x						x				x	x
Kansalliskokoon	Tytön pää, Anna Slöör (A I 619)	1897		x					x			x					uv	x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Unelmien saari	1897		x					x	x		x						x	x		x	x	
Kansalliskokoon	Lemminkäisen äiti (A I 640)	1897		x					x	x, p	x	x						x	?		x	x	
Yksityiskokoelma	Greta Ahlmanin muotokuva, luonnos	1898		x														x				x	x
Kansalliskokoon	Prof E.R. Neoviuksen muotokuva (A IV 2773)	1898		x		p			x		x	x						x, p	x, p		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Greta Ahlmanin muotokuva	1898		x					x			x						x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Mänty	1898		x					x	x		x						x	x		x	x	
Kansalliskokoon	Kullervon kirous (A II 765)	1899		x					x	x		x						x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Iltarusko Ruovedellä	1899		x					x	x		x					x ^{Br}	x			x	x	
Kansalliskokoon	Lemminkäinen (A-1992-230)	1899								x									?			x	x
Kansalliskokoon	Iltamaisema (A III 2607)	1899		x, p		p						x, p					p	x			x	x	
Kansalliskokoon	Talvimaisema, talvimaisema Ruovedeltä (A IV 3653)	1900		x						x									?		x	x	
Kansalliskokoon	Kalelan kuisti (A III 2620)	1900		x, p	x, p	p			x, p	x, p	x, p						p	x			x	x	
Serlachius Museot	Alaston, istuva naismalli (72)	1900		x		p				x		x					uv	x			x	x	
Yksityiskokoelma	Jäälauttoja rannalla, luminen ranta	1900-10								x									?		x	x	
Kansalliskokoon	Järvimaisema (A-2010-173)	1901		x, p		p			x			x, p					p		?		x, p	x	x
Serlachius Museot	Hävitys, harjoitelma Sigrid Juséliuksen mausoleumin freskoon (308)	1902		x, p					x		x							x			x	x	
Serlachius Museot	Kuokkamies; kevät, harjoitelma Sigrid Juséliuksen mausoleumin freskoon (311)	1902							x		x, p	x					uv	p			p	x	x
Serlachius Museot	Epätoivo, harjoitelma Sigrid Juséliuksen mausoleumin freskoon (307)	1902		x					x	x							uv	x			x	x	
Gallen-Kallela Museo	Gobeliini-aihe, Poseidon aihe (GKM-297)	1902			x				x			x							?		x	x	
Yksityiskokoelma	Johtajatar Hanna Granströmin muotokuva	1902		x						x		x					uv	x			x	x	
Serlachius Museot	Syksy, harjoitelma Sigrid Juséliuksen mausoleumin freskoon (309)	1903							x										?		x	x	
Serlachius Museot	Kevät, harjoitelma Sigrid Juséliuksen mausoleumin freskoon (1121)	1903		x, p		p			x	x, p		x					p	x			x, p	x	x
Yksityiskokoelma	Sumuinen maisema	1903		x					x			x						x			x	x	
Kansalliskokoon	Mustahuivinen nainen (A-2007-126)	1903							x	x		x						x			x	x	
Serlachius Museot	Kaatonut honka (77)	1904		x		p			x, p		x, p	x					p	x			x, p	x	x
Yksityiskokoelma	Syksyisen metsän eläimet	1904		x						x		x						x			x	x	
Gallen-Kallela Museo	Lintulan ranta Keiteleellä, kesäilta (GKM-7364)	1904		x						x		x						x			x	x	

x = EDXRF
p = PLM
uv = UV fluoresenssi
x^{Br} = röntgenspektrissä bromin piikki



Taulukko 1 jatk.

omistaja	teoksen nimi (inv. no.)	vuosi	kobolttivioletti	kobolttinsininen	seruleentinsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	kobolttivihreä	kuparivihreä/-sininen	kupariseboarseniitti	kromivihreä	kromikeittainen	kadmiumkeltainen/-oranssi	strontiumkeltainen	kobolttinkeltainen	napolinkeltainen	orgaaninen punainen/violetti	sinopeeri	lyijypunainen	maavärit	titaanivalkoinen	lyijyvalkoinen	sinkki-valkoinen
Yksityskokoelma	Metsäkivikko	1904		x					x	x							x		x		x	x	
Yksityskokoelma	Juurakko rantatörmässä	1904		x					x	x								?	x		x	x	
Yksityskokoelma	Juurakko hiekassa	1904							x	x								x		x	x	x	
Yksityskokoelma	Muotokuvaharjoitelma Mary Gallen-Kallela Lintulassa "Mary Gallen Lintulan rannassa"	1904		x						x								?	x		x	x	
Yksityskokoelma	Maisema Monte Carlosta	1904		x					x	x		x						x		x	x	x	
Serlachius Museot	Ilves-Matti (320)	1905		x	p				x		x, p	x					uv	x	x	x	x	x	
Serlachius Museot	Sammon ryöstö, osaluonnos (98)	1905	x, p	x		p	p			x, p							p	x		x, p		x	x
Gallen-Kallela Museo	Lumpeita (GKM-312)	1905								x								x		x		x	x
Yksityskokoelma	Jääkarhu	1905		x							x						uv	x	x	x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Adolf Paulin muotokuva (GKM-300)	1905										x					uv	x		x	x	x	x
Gallen-Kallela Museo	Raumankatu (GKM-3472)	1905		x							x							x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Punalippu (GKM-7365)	1905																x		x		x	x
Yksityskokoelma	Piha Raumalla	1905		x						x							uv	x		x		x	x
Yksityskokoelma	Rauman kirkko	1905		x						x	x							x		x		x	x
Yksityskokoelma	Rauman kirkko ja joki	1905		x						x	x						uv	x		x		x	x
Kansallisgalleria	Sammon ryöstö (A-1994-192)	1905								x								x		x		x	x
Kansallisgalleria	Talvimaisema (A III 2150)	1905		x							x	x					uv	x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Ahvenia (GKM-296)	1905		x						x		x						x		x		x	x
Yksityskokoelma	Murtunut honka	1906		x					x	x	x							x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Tyttö takan ääressä (GKM-302)	1906								x								?				x	x
Gallen-Kallela Museo	Peltopyyn jäljet (GKM-7368)	1906		x														x		x		x	x
Yksityskokoelma	Haljennut kallio	1906		x						x	x	x						x		x		x	x
Kansallisgalleria	Rakennuksella (A IV 3655)	1906	x, p	x						x		x						x		x		x	x
Kansallisgalleria	Maxim Gorkin muotokuva (A III 2223)	1906		x						x								x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Yksinäinen honka (GKM-7367)	1906		x						x		x						x		x		x	x
Yksityskokoelma	Robert Kajanuksen muotokuvaharjoitelma Purren valitukseen	1906		x						x								x		x		x	x
Kansallisgalleria	Päivänpaisteisia hankia (A II 834)	1906		x						x, p	x							x		x, p		x	x
Gallen-Kallela Museo	Kahvilakuva Budapestistä (M591)	1907		x						x		x						x		x		x	x
Yksityskokoelma	Lemminkäinen ja neidot	1907		x						x	x						uv	x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Kuninkaanlinna Budapestissä (M599)	1908		x						x		x						x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Ravintolakuva Budapestistä (M710)	1908		x						x		x						x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Professori Zilagyí, Budapest (M594)	1908																x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Tonavan sillan veistos (M595)	1908		x						x	x							x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Katukuva Budapestistä (M597)	1908		x						x								x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Kaksi herraa keskustelemassa Pariisin [Budapest] kadulla (M593)	1908		x						x		x						x		x		x	x
Yksityskokoelma	Mary kuumalla lähteellä	1908		x						x		x	x					x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Jokinäkymä illalla (M596A)	1908		x						x		x						x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Jalopeura sillanpäässä kuutamossa (M596)	1908		x						x								x		x		x	x
Yksityskokoelma	Kullervo petokarjoineen	1909		x														x		x		x	x
Yksityskokoelma	Ukamban aro palaa	1909	x	x						x		x	x				uv	x		x		x	x
Gallen-Kallela Museo	Myrsky Ruovedellä (GKM-7369)	1909		x	x					x		x						x		x		x	x

x = EDXRF
p = PLM
uv = UV fluoresenssi



Taulukko 1 jatk.

omistaja	teoksen nimi (inv. no.)	vuosi	koboltini/oletti	koboltinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	koboltini/hreä	kuparivihreä/-sininen	kupariasetoarseniitti	kromivihreä	kromikeitainen	kadmiumkeittäinen/-oranssi	strontiumkeittäinen	koboltinkeittäinen	napolinkeltainen	orgaaninen punainen/violetti	siinoperi	lyijypunainen	maavärit	tiitaanvalkoinen	lyijyvalkoinen	sinkkivalkoinen
Yksityiskokoelma	Southern Cross "Etelän risti Afrikan taivaalla"	1909		x									x					?	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Kuu	1909		x													uv	x	x		x	x	
Kansalligalleria	Kikuju papyruskaiislikossa (A III 2170)	1909		x							x		x					x	x		x	x	
Kansalligalleria	Seebroja, Seeproja Nairobin lähistöllä (A III 2164)	1909		x, p		p					x, p		x, p				p	x, p	x		x	x	
Kansalligalleria	Kikujumies (A III 2163)	1909		x, p				p					x, p					p	x, p	x	x	x	
Kansalligalleria	Lepäävä Afrikkalainen, lepäävä villi (A III 2173)	1909		x									x					uv	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Donya Sabuk -vuori (A III 2167)	1909		x, p	x, p				x	x	x		x, p					p	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Aallottaria (A-1995-96)	1909		x, p				p					x					p	x	x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Nandi-heimoa (GKM-3468)	1909		x							x		x					x	x		x	x	
Kansalligalleria	Akaasiapuu aavikolla (A III 2172)	1909		x, p	x, p						x, p	x, p	x, p		x, p			x, p	x		x	x	
Kansalligalleria	Tanssivia kikujuotilaita (A III 2171)	1909		x									x					uv	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Auringonlasku aavikolla (A III 2176)	1909		x, p							x		x, p					x	x		x	x	
Kansalligalleria	Tana river (A III 2166)	1909		x, p	x, p	x, p		p	x		x, p		x, p	x				x, p	x, p		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Kamelin luuranko (GKM-316)	1909		x									x					uv	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Mount Kenya pilvissä (A III 2179)	1909		x, p	x, p						x, p	x, p	x, p	x				p	x, p	x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Lepäävä villi, päivälepo	1909		x							x							x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Nature morte	1909		x							x		x					x	x		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Kilimandjaro-vuori (GKM-7372)	1909		x							x		x					x	x		x	x	
Kansalligalleria	Suezin kanavan rantaa (A III 2175)	1909		x							x							uv	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Nairobin ulkopuolelta (A III 2165)	1909		x							x		x	x				uv	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Jokilaakso (A III 2174)	1909		x, p	x, p						x, p		x, p	x, p				p	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Väinämöisen venematka (A II 911)	1909		x									x					x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Portti Nairobin kodissa	1909-10		x							x		x					uv	x	x	x	x	
Yksityiskokoelma	Kirsti ja banaani-lehti	1909-10		x	x						x		x					uv	x	x	x	x	
Yksityiskokoelma	"Aropuun juurakko", juurakoita	1909-10		x							x		x	x				x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Kaadettu puhveli	1909-10		x														?	x	x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Haukka (GKM-3467)	1909-10		x									x					x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Kamelin luuranko arolla	1909-10		x									x					x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Pyörremyrsky Nairobin tiellä; "Upepa"	1909-10		x							x		x					x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Kilimandjaro, itä-auringossa Nairobin kodista nähtynä	1909-10		x							x		x	x				uv	x	x	x	x	
Yksityiskokoelma	Kikujumies	1909-10		x							x		x					x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Arokulo	1909-10		x					x		x		x					uv	x	x	x	x	
Yksityiskokoelma	Portti Nairobin kodissa, Härkävaunut Nairobin tiellä	1909-10		x							x		x					uv	x	x	x	x	
Kansalligalleria	Vaivasenpuu aavikolla (A III 2168)	1909-10		x	x, p						x	x	x, p					p	x	x	x	x	
Yksityiskokoelma	Kikuijusotilas	1909-10			x						x		x					x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Kenia-vuori	1909-10		x	x						x		x					x	x		x	x	
Kansalligalleria	Mount Kenya (A III 2177)	1909-10		x	x								x					x	x		x	x	
Kansalligalleria	Kukkiva korallipuu (A III 2178)	1909-10		x, p	x, p				x		x, p							p	x	x, p	x	x	
Yksityiskokoelma	Taivaaseen kurottuva musta käsi	1909-10		x									x					x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Villit ja magnolia "Kukkiva magnolia-puu Nairobin arolla"	1909-10		x							x		x					x	x		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Maisema Afrikasta "kaikkein kuumimmalta seudulta missä olimme" (M271)	1909-10		x	x	x			x		x		x					x	x		x	x	

x = EDXRF
p = PLM
uv = UV fluoresenssi



Taulukko 1 jatk.

omistaja	teoksen nimi (inv. no.)	vuosi	kobolttivioletti	kobolttisininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	kobolttivihreä	kuparivihreä/-sininen	kupariasetoarseniitti	kromivihreä	kromikeitainen	kadmiumkeltainen/-oranssi	strontiumkeltainen	kobolttinkeltainen	napolinkeltainen	orgaaninen punainen/violetti	siinoperi	lyijypunainen	maavärit	titaanivalkoinen	lyijyvalkoinen	sinkkivalkoinen
Gallen-Kallela Museo	Aarniometsä, tuokiokuva Afrikasta (GKM-7374)	1909-10	x	x						x		x	x				x	x			x	x	
Gallen-Kallela Museo	Leijona loikkaa (GKM-7373)	1909-10	x	x						x		x	x					?	x		x	x	
Gallen-Kallela Museo	Punainen meri (GKM-7371)	1909-10	x	x						x								x			x	x	
Yksityiskokoelma	Sfinks ja hotelli	1910	x					x				x					uv	?	x		x	x	
Kansalliskallio	Punaisen meren rantaa (A III 2169)	1910	x	x													uv	x		x	x	x	
Mannerheim Museo	Cheetah (73)	1910-12/14	x							x	x	x					uv	x	x	x	x	x	
Kansalliskallio	Järvimaisema (A-2002-585)	1911	x, p				p			x, p		x					p	x		x	x	x	
Suomen Kulttuurirahasto	Professori Väinö Salmisen muotokuva	1911	x									x					uv	x		x	x	x	
Helsingin Yliopiston museo	Professori Matti Äyräpään muotokuva	1911	x									x					uv	x		x	x	x	
Kansalliskallio	Professori E.N.Setälän muotokuva (A II 942)	1911	x									x						x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Apiloita maljakossa	1911	x	x	x			x		x		x	x				uv	x		x	x	x	
Kansalliskallio	Syysmaisema (A-2002-586)	1911	x		p					x, p		x, p					p	x		x, p	x	x	
Serlachius Museot	Tohtori E. W. Lybeckin muotokuva (2010)	1912	x		p							x						x		x, p	x	x	
Yksityiskokoelma	Lönnrot ja runonlaulajat	1912	x									x						x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Phyllis Sjöströmin muotokuva	1914	x						x			x						x		x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Vainovalkeat (GKM-7376)	1914	x						x	x		x						x		x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Rantamaisema Tarvaspäästä (GKM-7377)	1915	x							x	x	x						x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Jäiden lähtö Ruovedellä	1916	x	x						x		x					uv	x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Rantamaisema	1915-17	x									x						x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Kolme kreiviä laivalla	1917	x									x						x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Uutisia lukeva Kirsti	1917	x									x	x	x			uv	x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Kirsti soittaa selloa	1917	x									x	x				uv	x		x	x	x	
Kustannusosakeyhtiö Otava Oy	Eino Leinin muotokuva	1917	x									x	x					x		x	x	x	
Rauman taidemuseo	Talvimaisema	1917	x									x						x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Talvi-ilta Kalelassa	1918	x									x	x					x		x	x	x	
Rauman taidemuseo	Jäiden lähtö	1918	x									x	x				uv	x		x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Ryijy-aihe (GKM-308)	1918		x								x	x					x		x	x	x	
Kansalliskallio	Eric O.W.Ehrnströmin muotokuva (A III 2152)	1919	x					x				x						uv	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Linuddin ikkunasta	~1920	x	x								x	x						?	x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Ensilumi Ruovedellä (GKM-7378)	1920	x									x	x					x		x	x	x	
Serlachius Museot	Kalliomaisema New Mexicosta (288)	1924	x	x								x						x		x	x	x	
Serlachius Museot	Mrs Margaret Lippo Hecht ja tytär Margareta, kaksoismuotokuva (618)	1924	x									x	x				uv	x		x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Mrs Hecht, muotokuva (GKM-313)	1924	x									x	x				uv	x		x	x	x	
Gallen-Kallela Museo	Näköala ikkunasta Chicagossa (GKM-314)	1924	x									x						x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Muotokuva (GKM-314)	1924	x									x						x		x	x	x	
Kansalliskallio	Portti Taosissa (A III 2156)	1925	x, p									x, p	x					x		x	x	x	
Kansalliskallio	Taoskoti auringossa (A III 2158)	1925		x	p							x, p	x					x		x, p	x	x	
Kansalliskallio	Taoskoti kuutamossa (A III 2157)	1925	x, p									x, p	x				p	x		x, p	x	x	
Yksityiskokoelma	Näkymä Taos-vuorilta, hevosia	1925	x									x	x					x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Näkymä Taos-vuorilta	1925	x	x								x	x					x		x	x	x	
Yksityiskokoelma	Koti Taosissa	1925	x									x	x					x		x	x	x	

x = EDXRF
p = PLM
uv = UV fluoresenssi



Taulukko 1 jatk.

omistaja	teoksen nimi (inv. no.)	vuosi	kobolttivioletti	kobolttinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	kobolttivihreä	kuparivihreä/-sininen	kupariasetoarseniitti	kromivihreä	kromikeittainen	kadmiumkeittainen/-oranssi	strontiumkeittainen	kobolttikeittainen	napolinkeltainen	orgaaninen punainen/violetti	siinoperi	lyijypunainen	maavärit	titaanivalkoinen	lyijyvalkoinen	sinkkivalkoinen
Gallen-Kallela Museo	Hevonen ja lampaat (GKM-733)	1925	x					x		x		x					uv	x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Näkymä Taos-vuorilta	1925	x							x		x						x	x		x	x	
Kansalligalleria	Väjä Taosvuorella (A III 2162)	1925	x							x		x						x	x		x	x	
Kansalligalleria	Taos-vuoret pilvien peitossa (A III 2161)	1925	x							x		x						x	x		x	x	
Kansalligalleria	Intiaani ratsain lumessa (A III 2160)	1925	x	x								x						x	x		x	x	
Kansalligalleria	Intiaani ratsain (A III 2159)	1925	x, p	x						x, p		x					p	x	x, p	x	x	x	
Yksityiskokoelma	Penitentit ristejään kantaen	1925		x						x		x						x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Taos portti ja kaksi lumessa ratsastavaa intiaania	1925								x		x							?	x	x	x	
Serlachius Museot	Intiaaninainen New Mexicossa (289)	1925		x, p	x, p					x		x					uv	x	x, p		x	x	
Serlachius Museot	Piilipuu ja sininen lintu (290)	1925		x						x							uv	x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Mannerheimin muotokuva, luonnon	1928		x						x		x						x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Mannerheimin muotokuva luonnon	1929		x						x								x	x		x	x	
Mannerheim Museo	Mannerheimin muotokuva	1929		x						x		x						x	x		x	x	
Yksityiskokoelma	Alma von Christersonin muotokuva	Ajoittamaton																	?	x		x	x
Yksityiskokoelma	Piika ja sonni	Ajoittamaton		x						x		x						x	x		x	x	

x = EDXRF
p = PLM
uv = UV fluoresenssi



taulukko 2

valmistaja	nimi	inv. no.	kobaltinvioletti	kobaltinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	kobaltinvihreä	kupariasetoarseniitti	kuparivihreä	kromivihreä	kromikeiltainen	kadmiumkeiltainen/-oranssi	strontiumkeiltainen	kobaltinkeiltainen	orgaaninen punainen	sinooperi	lyijypunainen	maavärit	lyijyvalkoinen	sinkki-valkoinen	CaCO ₃	baryytti	lumusta	
Syntons-Farben	Zinkweiss	GKM-4399																		x					
Beckmann's Syntons-Farben	Cobaltgrün	dunkel	GKM-4399					x, p																	
Beckmann's Syntons-Farben	Cobaltgrün	hell (claire)	GKM-4399					x, p																	
Beckmann's Syntons-Farben	Terra di Sienna	natural	GKM-4399															x	x	x	x				
Beckmann's Syntons-Farben	Permanentgrün	hell	GKM-4399						x	x													x		
Beckmann's Syntons-Farben	Englischoth	hell	GKM-?															x							
Bernhard Kahn & Co	Casslerbraun		GKM-4274																						
Bernhard Kahn & Co (Kölner Farben Fabrik)	Umbrä	Gebrannt	GKM-5207																						
Bernhard Kahn & Co (Kölner Farben Fabrik)	Münchener lack		GKM-6306												p				x						
Behrendt Farbe	vaalean sininen		GKM-4399	x, p		p														x, p					
Fritz Behrendt Farbe	kobaltgrün	hell	GKM-912					x, p																	
Fritz Behrendt Farbe	Behrendtgrün	hellstes	GKM-4272								x, p*			x, p											
Fritz Behrendt Farbe	Behrendtgrün	hell	GKM-4272								x, p*			x, p											
Fritz Behrendt Farbe	Behrendtgrün	dunkel	GKM-4272								x, p*			x, p											
Fritz Behrendt Farbe	oranssi		GKM-898										x, p												
Fritz Behrendt Farbe	Elfenbeinschwarz		GKM-898																					x	
Fritz Behrendt Farbe	Caput mortuum	deep	GKM-898															x							
Becker	Kremsenhv.		GKM-912																x	x					
Wilh. Becker	Kromoxidgrönt		GKM-898			p				x, p**	x, p														
Beckers Normalfärger AB	Terra di Sienna	raw	GKM-6306															x	x	x					
Beckers Normalfärger AB	Ultramarinblätt		GKM-6306			p													x						
Dr. Fr. Schoenfeld & Co.	Cobaltblue	dunkel	GKM-898	x, p																					
Dr. Fr. Schoenfeld & Co.	Karmin-Zinnober		GKM-4399													p	x, p								
Dr. Fr. Schoenfeld & Co.	Lichter Ocker	No.1	GKM-4399								(x?)							x	x	x					
Dr. Fr. Schoenfeld & Co.	Umbrä (Cyprische)	raw	GKM-6306															x							
Schönf. (epäselvä)	Elfenbeinschw.		GKM-912																					x	
Schönf. (epäselvä)	Goldocker	gebr	GKM-912															x			x				
v. Pereira's Temperafarbe	Terra di Sienna	gebrant	GKM-4399															x	x	x	x				
v. Pereira's Temperafarbe	Terra di Sienna	nat. fell.	GKM-6306																						
v. Pereira's Temperafarbe	Ultramarin	hell	GKM-4399			p																			
v. Pereira's Temperafarbe	Kraplakk (Garance)	rosa	GKM-4399													p			x	x					
v. Pereira's Temperafarbe	ei saa selvää		GKM-4399																x						
v. Pereira's Temperafarbe	ei saa selvää		GKM-4399									x													
v. Pereira's Temperafarbe	Ultramarin	dunkel	GKM-?			p													x						

x = EDXRF

p = PLM

uv = UV fluoresenssi

* hydratoitu kromioksidivihreä

** hydratoidun kromioksidivihreän lisäksi kromioksidivihreää



taulukko 2 jatk.

valmistaja	nimi	inv. no.	kobolttinvioletti	kobolttinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramarini	preussinsininen	kobolttinvihreä	kupariase toarseniitti	kuparivihreä	kromivihreä	kromikeltainen	kadmiumkeltainen/-oranssi	strontiumkeltainen	kobolttinkeltainen	orgaaninen punainen	sinooperi	lyijypunainen	maavärit	lyijyvalkoinen	sinkkivalkoinen	CaCO ₃	baryytti	lumusta
v. Pereira´s Temperafarbe	Casslerbraun	GKM-?	x, p																x					
v. Pereira´s Mediumfarbe	cerusa	GKM-4399																	x	x			x	
v. Pereira´s Neufarbe	demi ombre neu	GKM-4399																x						
Epäselvä	Alizarine-Madder	GKM-4399														p				x	x		x	
Epäselvä	Marine blue (seru...)	GKM-4399				p														x			x	
Epäselvä	org. pun.	ilman etikettiä	GKM-4399													?								
Epäselvä	vihreäkeltainen	ei etikettiä	GKM-4399				p				x, p									x	x	x	x	
Epäselvä	oranssi(?)	oranssietiketti	GKM-4399															x, p						
Epäselvä	oranssi	ruttuinen tuubinpuolikas	GKM-4399															x				x		
H. Schmincke & Co	Kobaltblau	hell	GKM-898	x																				
H. Schmincke & Co	Cölinblau		GKM-4399		x, p																x			
H. Schmincke & Co	Blanc d'Argent		GKM-4399																					
H. Schmincke & Co	Kremserweiß no1		GKM-898																	x	x			
H. Schmincke & Co	Zinkweiß no2		GKM-898																	x	x			
H. Schmincke & Co	Kadmiumgelb 2.	hell	GKM-4399									x, p												
H. Schmincke & Co	Siena	gebrant	GKM-4399																x***, p					
H. Schmincke & Co	Terra di Sienna	gebrant	GKM-898																x					
H. Schmincke & Co	Römische ocker	gebrant	GKM-898																x***, p			x		
H. Schmincke & Co	Lichter ocker 1	nat.	GKM-898																x			x		
H. Schmincke & Co	Goldocker	gebrant	GKM-898																x			x		
H. Schmincke & Co	Grüne verde	gebrant	GKM-898																x					
H. Schmincke & Co	Caput mortuum	deep	GKM-6306																x	x				
H. Schmincke & Co	Blaugrünoxyd	no 103	GKM-912	x, p	x, p															x		x		
H. Schmincke & Co	Elfenbeinschwarz	no 146	GKM-898																					x
H. Schmincke & Co	Elfenbeinschwarz		GKM-4273																					
Schm (ei saa selvää)	Violet cob.		GKM-912	x, p																x	x			
H. Schmincke	Zinnoberrot		GKM-898																x, p		x	x		

x = EDXRF

p = PLM

uv = UV fluoresenssi

*** raudan lisäksi tunnistettiin arseeni



taulukko 2 jatk.

valmistaja	nimi	inv. no.	koboltinvioletti	koboltinsininen	seruleeninsininen	synteettinen ultramariini	preussinsininen	koboltinvihreä	kupariase toarseeniitti	kuparivihreä	kromivihreä	kromikeiltainen	kadmiumkeltainen/-oranssi	strontiumkeltainen	koboltinkeltainen	orgaaninen punainen	sinooperi	lyijypunainen	maavärit	lyijyvalkoinen	sinkkivalkoinen	CaCO ₃	baryytti	luumusta
Weimarfarbe	Cadmium	hellst	GKM-4399										x [^] , p							x				
Weimarfarbe	Cadmium	hellst	GKM-912										x, p						x	x				
Weimarfarbe	Ultramarin		GKM-912			p														x		x		
Weimarfarbe	Ultramarin		GKM-898			p														x			x	
Weimarfarbe	Kobaltblau		GKM-912	x, p															x	x			x	
Weimarfarbe	Krapp	rosa	GKM-912												p				x			x		
Weimarfarbe	Permanentgrün	hell	GKM-912						x, p		x, p									x			x	
Weimarfarbe	Permanentgrün	dunkel	GKM-898								x, p [*]								x	x			x	
Weimarfarbe	Vert émeraude	feurig	GKM-898								x, p [*]								x	x			x	
Weimarfarbe	Lichterocker		GKM-912															x	x					
Weimarfarbe	Lichterocker		GKM-898															x						
Weimarfarbe	Goldocker		GKM-898															x						
Weimarfarbe	Terra di Sienna	nat.	GKM-898																x					
Weimarfarbe	Terra di Sienna	gebr.	GKM-6306															x						
Weimarfarbe	Zinx-Kremsenweiss		GKM-898																x	x			x	
Sadolins farven	Cinnoberrodt		GKM-4399															x, p						
J. Bloxx Fils á vieux-dieu	Vert compose	no 2	GKM-4399								x, p [*]				x, p									
Hienoimmat öljyvärit	Terra de Sienna	polttamaton	GKM-898															x			x	x		
Hienoimmat öljyvärit	Terra de Sienna	polttamaton	GKM-6306															x			x			
Pelikanfarbe	Zinnober imit	hell	GKM-898															x, p						
Talens	Kraplak	rosa qual 2	GKM-898																	x	x	x		
Talens	Terra di Sienna	raw	GKM-898															x	x	x			x	

x = EDXRF

p = PLM

uv = UV fluoresenssi

* hydratoitu kromioksidivihreä

^kadmium lisäksi tunnistettiin tallium

