

Spektroskopia avaa taideaarteiden saloja

■ Tekninen taidehistoria ja modernit tutkimusmenetelmät tuottavat uutta ja yllättävääkin tietoa maailman kulttuuriperinnöstä.

Jarmo Wallenius

Chicagon taideinstituutissa Michiganjärven rannalla on esillä kolme hienoa maalausta maailman tunnetuimmasta makuuhuoneesta.

Vincent van Gogh (1853–1890) ikuisti nukkumakammionsa vuosina 1888–1889. Yksi hollantilaistaiteilijan versio teoksesta *Makuuhuone Arlesissa* kuuluu instituutin omiin kokoelmiin. Kaksi muuta ovat lainassa Van Gogh -museosta Amsterdamista ja Musee d'Orsaysta Pariisista.

Kiinnostavin on kuitenkin neljäs variaatio kuuluisasta kamarista: tietokoneavusteinen visualisointi, jossa kolmen originaalityön vuosikymmenten saatossa sinisiksi haalistuneet seinät ja ovet on korvattu alkuperäisillä lilalla ja purppuralla. Huonekalut ovat saaneet tummemman sävyn.

”Tämä on ollut mahdollista modernin tieteen, mikroskopian ja röntgensädeteknologian keinoin”, kertoo instituutin tieteellinen konservattori, kemisti **Francesca Casadio**, joka esitteli työtään helmikuisilla Amerikan tieteen päivillä Washingtonissa.

Kuvantamisen avulla tutkijat pääsivät tunkeutumaan taulujen pigmentteihin jopa niihin kajoamatta. Heidän tietolähteenään olivat myös kirjeet, jotka van Gogh taulun maalaamisen aikoihin kirjoitti veljelleen **Theolle**.

Makuuhuone Arlesissa on vain yksi esimerkki kulttuuriperintötieteestä, joka on ottanut vauhdilla jalansijaa uutena tieteidenvälisenä aluevaltauksena ja tutkimuskenttänä. Asiaan ovat vaikuttaneet ennen muuta kuvantamislaitteiden kehitys, spektroskopian edistysaskeleet sekä kemian ja fysiikan modernit analysointimenetelmät.

Isoihin luonnontieteellisiin yleiskonferensseihin sisältyy yhä useammin yksi tai useampi kulttuuriperin-

nön istunto. Heinäkuussa järjestetään jo neljäs kulttuuriperinnön kemian ChemCH-kokous Brysselissä. Sesioiden aiheet ulottuvat vettyneestä arkeologisesta puusta ja neandertalinihmisen taiteesta arkeometriaan ja museoiden molekyyli-spektroskopiaan.

Kulttuuriperinnön luonnontieteellä, jota kutsutaan myös konservointitieteeksi, tarkoitetaan taiteeseen ja arkeologiaan liittyvien materiaalien tutkimista luonnontieteellisin menetelmin.

Tutkittava esineistö voi olla liikuttavissa, kuten vaikkapa maljakot ja korut, tai paikkaan sidottua, kuten kalliomaalaukset ja katakombit.

Materiaalien kirjo on laaja: metallit korroosiotuotteineen, tekstiilit väriaineineen, mineraalit, epäorgaaniset ja orgaaniset pigmentit, jalokivet, biomateriaalien komposiitit, kuten nahka, pergamentit ja puu, paperi ja papyrus, polymeerit ja hajoavat biokalvot.

Luupin alla ovat myös keramiikkatuotteet, lasitus, tiilet, emali, muurilaasti, keraamiset nanopinnoitteet ja valokuvauksen moninaiset muodot.

Materiaaleista selvitetään usein raaka-aineet ja esineiden valmistusmenetelmät. Samalla tutkitaan esineisiin ja aineisiin liittyviä hajoamisprosesseja sekä kehitellään ja testataan sopivia konservointi- ja entisöintitapoja, uusia analyysitekniikoita ja välineitä.

Materiaalien analysoinnin avulla on mahdollista saada selville esineiden ja teosten alkuperä ja tunnistaa väärennökset. Tällaisen taiteen salopoliisityön kohdalla puhutaan usein teknisestä taidehistoriasta. Siinä pyritään kartoittamaan teoksen tekoai-

autenttisuus, tekijä ja mahdolliset aiemmat entisöintitavat.

Monipuoliset tekniikat

Kulttuuriperinnön Sherlock Holmesien ja konservattorien moderni tutkimusvälineistö on laaja ja monipuolinen.

Siinä missä Hampurissa taideteoksia voidaan asettaa DESY-hiukkas-kiihdyttimien synkrotronisäteilyntielle, Pisassa ja Valenciassa käytetään bakteereja ja nanohiukkasia seinä- ja kattomaalauksen puhdistamiseen. Rooman katakombeista epäorgaaninen lika lähtee myös lyhyillä laserpulsseilla.

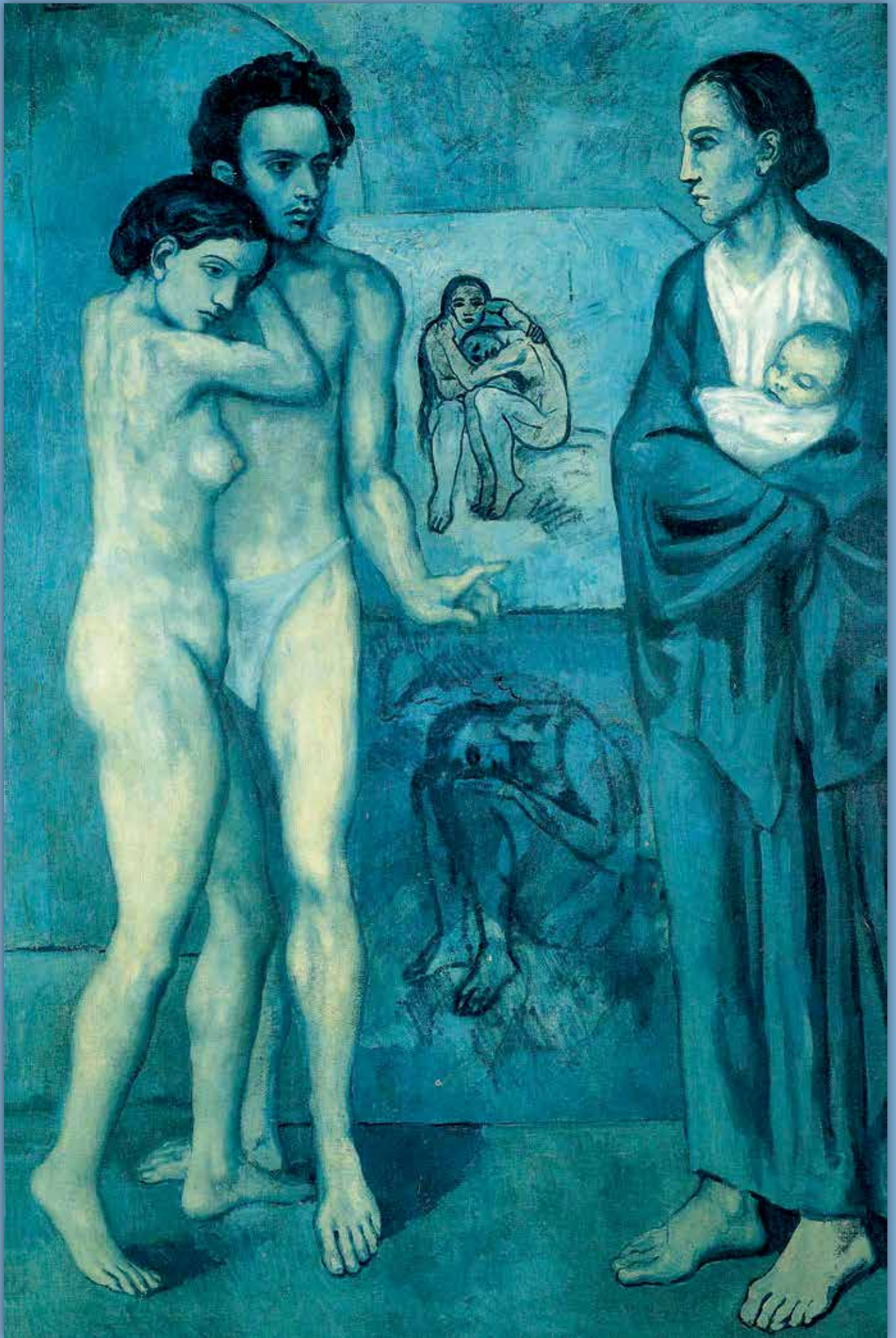
Nykyä päivää on myös aiemmissa konservoinneissa tehtyjen virheidä korjaaminen. Viime vuosisadan akryylihohjaisissa väreissä ja muovipohjaisissa sidosaineissa kytee oma aikapomminsa. Toivoa sopii, etteivät maailman modernin taiteen museot ole niiden vuoksi sadan vuoden kuluttua tyhjillään.

Teknisen taidehistorian salapoliisit soveltavat työssään paljolti samankaltaisia laitteistoja, joita lääketieteen, biologian, kemian, fysiikan ja materiaali- ja nanotieteiden ammattilaiset hyödyntävät.

Osa instrumentaatiosta on saatavana kaupallisesti, osa laitteista pitää kehitellä ja rakentaa itse, kuten yhdysvaltalaisessa Duke-yliopistossa

➤ ➤ ➤

Röntgen- ja fluoresenssitutkimukset ovat paljastaneet, että Pablo Picasso käytti töissään tavallisia talomaaleja. La Vie edustaa mestarin kuuluisaa sinistä kautta.



» » »

äskettäin päivänvalon nähnyt taidesineiden ja taulujen 3D-kuvaukseen tarkoitettu epälineaarinen mikroskooppi.

Se tarvitsee kuvantamisessa valotehoa vähemmän kuin laserosoi-
tin, mutta laitteella nähdään yli 60 mikrometrin syvyyteen. Idean tausta on biolääketieteessä ja ihon kudosten kuvantamisessa. Tässäkään tapauksessa ei itse näytteeseen eli taideteokseen tarvitse kajota.

Alan yleisimpiä työkaluja ja -tapoja ovat erilaiset mikroskoopit, spektroskoopit, kromatografit ja kuvantamismenetelmät, jopa tavalliset digitaalikalibroilla tehtävät makro- ja mikrokuvaukset.

Mikäli mahdollista, työssä pyritään hyödyntämään non-invaasio- eli kajoamatonta tai non-destruktiivista eli tuhoamatonta tekniikkaa. Niissä tutkittavasta kohteesta ei irroteta pientäkään hitusta eikä laite edes kosketa esinettä.

Aina tällaiset analysointimenetelmät eivät kuitenkaan ole mahdollisia eivätkä riittäviä, jolloin ”koepalan” ottaminen on välttämätöntä.

Yleisimmin käytössä on raman-

(mikro)spektrokopia, jonka nopea kajoamaton menetelmä hyödyntää kuituoptiikkaa ja laservaloa. Tekniikka sopii erilaisten väriaineiden analysoinnin lisäksi lasin, meripihkan, lasitetun keramiikan ja polymeerien tutkimiseen. Analysointiin riittää jopa mikrometrin levyinen pistemäisen kohde.

Fourier-muunnokseen perustuva FTIR-infrapunaspektroskopia puolestaan soveltuu epäorgaanisten yhdisteiden ja orgaanisten väriaineiden, öljyjen, lakan ja sidosaineiden havaitsemiseen ja analysointiin.

FTIR-tekniikkaa hyödynnetään paljon yhdessä ramanspektroskopian kanssa maalausten tutkimisessa. Menetelmä käy myös käsikirjoitusten, veistosten, seinäkoristeiden, arkeologisten kohteiden, ruukkujen ja muiden moniväristen esineiden analysointiin.

Kolmas, taideteosten tutkimisen kannalta tärkein spektroskooppinen menetelmä on non-invasiivinen röntgenfluoresenssispektroskopia XRF.

XRF mahdollistaa useiden alkuaineiden samanaikaisen mittaamisen taulujen tai seinien pigmenteistä. Saman alkuaineen erilaiset kemialliset sidokset, sen esiintyminen use-

ammassa pigmentissä tai pigmentin muuttuminen eivät kuitenkaan välttämättä selviä fluoresenssispektristä.

Osalla pigmenteistä on jo nimesään niiden alkuperään viittaava alkuaine. Sellaisia ovat esimerkiksi kromikeltainen, kobolttisinen, lyijyvalkoinen ja titaanivalkoinen.

Kaikista kolmesta spektrianalyysilaitteesta on äskettäin kehitetty myös kannettava, niin sanottu pistoolimalli.

Muun muassa Kansallismuseolla on käytössään uusi FTIR-spektroskooppi mallikirjastoineen. Museo hyödyntää sitä taulujen ja muiden pintojen analysoinnin lisäksi Seurasaaren rakennusten tutkimiseen. Konservointiin voidaan siten valita oikeanlaisia malleja ja pinnoitteita.

”FTIR-spektroskopia on monessa tapauksessa raman- ja XRF-spektroskopiaan verrattuna nopeampaa, helppokäyttöisempää ja kustannustehokkaampaa. Tilajalle voidaan toimittaa laajoja spektrikirjastoja, joita on tehty räätälöidysti muun muassa taidekonservointia varten”, kertoo diplomi-insinööri **Jyri-Pekka Multanen** Agilent Technologies Finland Oy:stä.

”Tosin laitteiden käyttäjät tekevät usein omia kirjastojaan itse esimer-



Kansallismuseo

Kansallismuseon tutkijakonservaattori Henni Reijonen tutkijassa vuonna 1771 uponneen Vrouw Marian hyllystä nostettua väriainetta. Näytteestä saadun FTIR-spektrin perusteella väri kyettiin tunnistamaan indigoksi.



Boston Atlantic Photography/AAAS

Konservoiva kemisti Francesca Casadio esittelee Chicagon taideinstituutin omistamaa Vincent van Goghin teosta *Makuuhuone Arlesissa*. Oikealla maalaus nykysävyisenä, vasemmalla alkuperäisessä värikirjossaan.

kiksi epäorgaanisia ja orgaanisia pigmenttejä silmällä pitäen.”

Multasen mukaan kannettavaa FTIR-tekniikkaa markkinoidaan maailmalla museoille ja konservointilaboratorioille etenkin materiaalitutkimuksen tarpeisiin.

Mobiili matkalaboratorio

Vanhaa mannerta on EU:n rahoituksen turvin vuodesta 2004 lähtien kiertänyt Molab-niminen liikkuva laboratorio, joka keskittyy taideaarteiden kajoamattomaan analytiikkaan.

Laboratoriota hallinnoivat Italian kansallinen tiedenevosto CNR, Perugian yliopisto ja Ranskan kansallinen tiedekeskus CNRS. Molab on taittanut matkaa jo 200 000 kilometrin verran 19 maassa. Tehtäviä Italian ulkopuolella on ollut reilut 60.

”Molab on analysoinut freskoja Firenzen Pyhän ristin basilikassa, van Goghin *Auringonkukkien* kromikeltaisen muuttumista tummanruskeaksi Amsterdamissa ja atsteekkien kirjoituksia Liverpoolissa”, kertoo tutkija **Costanza Miliani**.

Molabin tuoreimpia saavutuksia on vuonna 2015 tehty pigmenttianalyysi 1500-luvun persialaisista käsikirjoi-

tuksista, joita säilytetään Cambridgen Fitzwilliam-museossa.

Myös muut kemistit ja fyysikot ovat viime aikoina ratkaisseet monta taidehistorioitsijoita askarruttanutta arvoitusta.

Francesca Casadio ja Argonnen kansallisen laboratorion tutkija **Volker Rose** osoittivat kovaa röntgensäteilyä ja fluoresenssia hyödyntämällä, että **Pablo Picasso** todella käytti töissään öljymaalien sijasta tavallisia talo- ja keittiömaaleja. Valkoisen maalin sinkkioksidipigmentistä löytyi epäpuhtautena rautajäämiä, jotka olivat tyypillisiä sadan vuoden takaisissa yleismaaleissa.

Northwestern-yliopiston kemian professori **Richard Van Duyne** löysi pinta-avusteisen ramansironnan avulla **Auguste Renoirin** vuonna 1883 maalaamasta taulusta *Madame Leon Clapissin* samanlaista haalistumista kuin van Goghin makuuhuoneetöissä. Renoirin käyttämä, hyönteisistä saatava karmiinpunainen pigmentti on hyvin kirkasta mutta valoherkkää, tutkimus todisti.

Taidehistorioitsijasta kemistiksi kouluttautuneen Delftin teknillisen yliopiston professorin **Joris Dikin** mukaan taideteos on usein nähtävä

prosessina. Muutaman mikronin syvyydestä pintapigmenttien ja lakan alta voi spektroskooppisin menetelmän saada paljon uutta tietoa: kankaassa voi olla hahmotelmia, muutoksia tai jopa kokonainen toinen teos.

Tällaisia yllätyksiä on XRF-menetelmän ansiosta löytnyt niin van Goghin kuin **Rembrandtinkin** töistä. Maalauksista paljastuvat kerrostumat erottavat usein myös oikean mestarteoksen väärennöksestä.

Teknistä taidehistoriaa ja juridii-kan luonnontiedettä hyödynnetään myös teosten tekijän selvittämisessä. Yalen yliopiston varastossa maannut tuntematon taulu on osoittautumassa espanjalaisen **Diego Velazquezin** (1599–1660) varhaistyöksi. Tähän viittaavat sekä XRF-spektroskopiolla tehdyt pigmenttianalyysit että maalauksen tekotapa luonnoksineen.

”Materiaalit ja maalaustekniikka eivät ole aivan ainutlaatuisia, mutta kokonaisuutena todisteet viittaavat voimakkaasti siihen, että kyseessä on juuri Velazquezin prosessi ja lopputulos”, sanoo Yalen kulttuuriperinnön instituutin tutkimusjohtaja **Aniko Bezur**. □

Kirjoittaja on fyysikko ja tiedetoimittaja. jarmowallenius@hotmail.com