



Jaana Virta

# Historiallisten maaliaineiden korvattavuus suojelukohteissa

Nykyvaatimukset katto- ja seinämaaleille restaurointi ja korjaustöissä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Konservaattori AMK

Konservaattorin tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

15.5.2023

## Tiivistelmä

Tekijä(t):	Jaana Virta
Otsikko:	Opinnäytetyön otsikko
Sivumäärä:	45 sivua + 2 liitettä
Aika:	15.5.2023
Tutkinto:	Konservaattori AMK
Tutkinto-ohjelma:	Konservoinnin tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Historiallisten interiöörien konservointi
Ohjaaja(t):	Kemian lehtori Kirsi Perkiömäki Konservoinnin lehtori Päivi Ukkonen

---

Opinnäytetyössä perehdyttiin rakennusten suojeluun ja niiden kunnossapitomenetelmiin sekä töitä ohjaaviin säädöksiin. Työssä tutustuttiin myös nykyisiin pintakäsittelyä ohjaaviin säädöksiin ja määräyksiin, kuten työturvallisuuslakiin, Voc-asetukseen, rakennusmateriaalien päästöluokitukseen ja Maalaus RYL 2012 -ohjeisiin. Nämä säädökset ja määräykset rajoittavat alkuperäisten maalituotteiden käyttöä historiallisten rakennusten pintakäsittelyssä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää suojellun rakennuksen integriteetin kunnioitava toimiva nykysäädösten mukainen kotimainen vesiohenteinen luonnonöljypohjainen maalituote kattojen- ja seinien restaurointi- ja korjaustöihin. Historiallisten maalituotteiden joukosta valittiin kirjallisuuteen perustuen yleisimmin katto- ja seinäpinnoilla käytössä olleet liima- ja öljymaali.

Tutkimuksessa verrattiin liima- ja öljymaalien kiiltoa ja pinnan struktuuria nykyaikaisiin vaihtoehtoihin. Lisäksi tutkittiin nykyaikaisten maalituotteiden sävynmuutosta ja sivukiiltoa. Tulosten perusteella havaittiin, ettei täysin alkuperäistä maalia vastaavaa lopputulosta voida saavuttaa tutkimuksessa mukana olleilla nykyaikaisilla tuotteilla. Kuitenkin tutkituilla nykyaikaisilla tuotteilla on muita hyviä ominaisuuksia, jotka puoltavat niiden käyttöä myös restaurointi kohteissa. Tieto tuotteiden ominaisuuksista voi olla hyödyllistä myös muiden kuin restaurointikohteiden pintakäsittelyn suunnittelussa.

Avainsanat: Rakennusten suojelu, Integriteetti, VOC-direktiivi, Päästöluokka M1 ja Maalaus RYL 2012, Nykyaikaiset luonnonöljypohjaiset vesiohenteiset maalit, Liimamaali, Öljymaali

## Abstract

Author(s): Jaana Virta  
Title: Title of the Thesis  
Number of Pages: 45 pages + 2 appendices  
Date: 15 May 2023

Degree: Bachelor of Culture and Arts  
Degree Programme: Degree Program of Conservation  
Specialisation option: Conservation of Historical Interiors  
Instructor(s): Kirsi Perkiömäki, Senior Lecturer  
Päivi Ukkola, Senior Lecturer

---

The study examined the building preservation and their maintenance methods, as well as the regulations governing these processes. It also examined the current regulations and directives governing surface treatments, such as the Occupational Safety and Health Act, the VOC Regulation, the emission classification of building materials, and the Painting Guide RYL 2012. These guidelines and regulations restrict the use of original paint products in the surface treatment of historical buildings.

The purpose of the study was to find a functional, domestically produced, nature oil-based paint product that respects the integrity of protected buildings and meets the valid surface treatment regulations for ceiling and wall paints. Based on the literature, the most commonly used glue and oil paints for ceiling and wall surfaces were selected from historical paint products for the study.

The study compared the sheen and surface structure of glue and oil paints with modern alternatives. Additionally, the color change and side sheen of modern paint products were examined. The results indicated that an entirely identical result to the original paint could not be achieved with the modern products included in the study. However, the modern products exhibited other good features that justify their use in restoration projects. This information about the features of the compared modern industrial paint products can also be beneficial in designing surface treatments for non-restoration projects.

Keywords: Building preservation, Integrity, VOC directive, Emission class M1, Painting Guide RYL 2012, Modern water-based natural oil paints, Glue paint, Oil paint.

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakennusperinnön suojelu ja kunnossapito	2
2.1	Rakennusten suojelun lähtökohdat ja tavoitteet	2
2.2	Rakennusten kunnossapidon menetelmät	4
2.2.1	Konservointi	5
2.2.2	Restaurointi ja korjaaminen	5
2.2.3	Korjausrakentaminen	6
3	Restaurointi ja korjaustöitä ohjaavat asetukset	6
4	Historialliset katto- ja seinämaalit restaurointi ja korjauskohteissa	7
4.1	Liimamaali	7
4.2	Öljymaali	8
5	Pintakäsittelyn ohjeet ja määräykset	9
5.1	Lainsäädäntö työkyvyn ja terveyden ylläpitäjänä	9
5.2	VOC-direktiivi	10
5.3	Rakennusmateriaalien päästöluokitus M1	11
5.4	Maalaus RYL 2012	11
5.4.1	Maalausalusta ja sen vaurioitumisasteet	12
5.4.2	Rasitusluokat	13
5.4.3	Ulkonäköluokat	14
5.4.4	Maalaustuotenimikkeistö	15
5.4.5	Käsittely-yhdistelmän numerotunnus	15
6	Maalituotteiden vertailu	16
6.1	Vertailuun valitut nykyaikaiset maalit	17
6.1	Historialliset maalit vertailussa	19
6.2	Testialueiden pohjatyöt ja maalaus	20
6.3	Sävyn vertailu	26
6.4	Kiillon vertailu	28
7	Vertailun tulokset	29
7.1	Sävymittausten tulokset	29

7.2	Kiiltomittausten tulokset	32
7.3	Visuaalisen tarkastelun tulokset	34
8	Johtopäätökset ja pohdinta	38
	Lähteet	42
	Liitteet	46
	Mitatut L*a*b* arvot ja niiden keskiarvot	46
	Mitatut kiillot ja niiden keskiarvot	47

# 1 Johdanto

Suojeltujen rakennusten säilyminen tuleville sukupolville on tärkeää. Tämä edellyttää, että rakennukset ovat käyttökuntoisia, sillä käyttämättöminä ne rapistuisivat nopeasti. Rakennuksia vaalitaan konservointi- ja restaurointitoilla, joissa huolehditaan siitä, että rakennus säilyy mahdollisimman alkuperäisenä.

Suureen osaan käytössä olevista rakennuksista tehdään niiden elinkaaren aikana myös laajempia korjaustöitä, joissa päivitetään muun muassa rakennuksen tekniikkaa nykypäivään. Korjaustöidenkin yhteydessä pyritään kunnioittamaan rakennuksen alkuperäisiä rakenteita ja pintakäsittelyjä. Joskus on tarpeen tehdä uusia rakenteita, jotta nykyaikainen tekniikka voidaan integroida rakennukseen. Silloin on tärkeää varmistaa, että uudet rakenteet ja niiden pintakäsittelyt eivät vaaranna historiallisen rakennuksen integriteettiä ja historiallista arvoa. Rakennusten pintakäsittelyjen korjaaminen tai uusiminen on toteutettava siten, että rakennuksen arvo säilyy, mutta samalla rakennuksen käyttöikä ja toiminnallisuus paranevat. Tämä edellyttää tarkkaa suunnittelua, jotta voidaan varmistaa, että korjaustyöt ovat yhteensopivia rakennuksen alkuperäisen tyylin ja materiaalien kanssa.

Historiallisten rakennusten pintojen käsittelyssä alkuperäisten maalituotteiden käyttöä rajoittavat usein nykyaikaiset säädökset kuten, VOC-direktiivi (volatile organic compound), joka rajoittaa maalituotteiden haitallisia liuotepäästöjä ja Maalaus RYL 2012 joka määrittelee tuotteet kestävyydeltään eri rasisluokkiin. Öljymaalituotteiden käyttöä rajoittaa myös niiden pitkä kuivumisaika, johon kii-  
reisillä työmailla ei ole aikaa.

Historiallisten maalituotteiden käyttöä rajoittavien seikkojen vuoksi opinnäytetyön tavoitteena on tutkia sisäpinnoille sopivia suojeltujen rakennusten integriteettiä kunnioittavia kotimaisia vesiohenteisia katto- ja seinämaaleja korvaamaan perinteisiä maalituotteita.

Maalituotteita tutkitaan vertailemalla niitä perinteisiin liima- ja öljymaaleihin. Vertailtavat nykyaikaiset maalit ovat RYL 2012- ja rakennusmateriaalien päästöluokan M1 mukaisia sekä täyttävät VOC-direktiivin ja työsuojelulain vaatimukset. Opinnäytetyössä perehdytään myös perinteisiin liima- ja öljymaalien resepteihin ja maalausohjeisiin.

Opinnäytetyössä selvennetään rakennussuojelun periaatteita sekä konservoinnin, restauroinnin ja korjaustöiden käsitteitä että VOC-direktiivin ja työsuojelulain pintakäsittelylle asettamia velvoitteita. Lisäksi selitetään, mitä tarkoitetaan rakennustarvikkeiden M1-päästöluokituksella ja miten Maalaus RYL 2012 -ohjeistus toimii pintakäsittely-yhdistelmän suunnittelussa.

## **2 Rakennusperinnön suojele ja kunnossapito**

Rakennusperintö on laaja käsite, joka kattaa kaiken ihmisen tekemän rakennetun ympäristön, aina iäkkäistä historiallisista rakennuksista moderneihin kaupunkialueisiin ja infrastruktuuriin. Rakennusperintö on arvokasta sekä historiallisesti että kulttuurisesti, mutta sen säilymisen edellytyksiä ovat jatkuva hoito ja käytössä pysyminen. (Kivilaakso 2010, 3.)

Rakennusperinnön hoitoa ja ylläpitoa voidaan tehostaa erilaisilla keinoilla. Rakennuksia voidaan suojella lailla, ja niiden kunnostamiseen voidaan myöntää erilaisia avustuksia. Lisäksi ympäristötietoisuus ja kestävä kehityksen periaatteiden huomioiminen ovat tärkeitä tekijöitä rakennusperinnön säilyttämisessä.

### **2.1 Rakennusten suojele lähtökohdat ja tavoitteet**

Rakennuksien säilymistä voidaan edesauttaa suojelupäätöksillä ja rakennuksia suojellaan monista eri syistä. Suojelun lähtökohtana voi olla rakennuksen sijainti, tyyppisyys, ikä, rakennustekniikka, estetiikka ja kulttuurihistoriaan liittyvät erityispiirteet. (Kivilaakso 2010, 3.) Suojeltuja rakennuksia yhdistää se, että ne ovat rakennuksia, jotka halutaan säilyttää.

Niitä ei saa purkaa eikä niissä saa tehdä korjaus- tai muutostöitä, jotka hävittäisivät tai heikentäisivät niiden kulttuurihistoriallisia arvoja. Rakennussuojelun yleinen tavoite on säilyttää rakennetun ympäristön monimuotoisuus eli ajallinen, tekninen, materiaallinen ja tyyllinen kerroksellisuus. Suojelulla pyritään estämään kulttuuriperinnöllisesti arvokkaiden rakenteiden ja rakennusmateriaalien sekä taloteknisten järjestelmien tai asennusten katoaminen kokonaan. (Terveet tilat 2028 -hanke 2022, 7.)

Rakennusten suojelua ohjaavat lait ja säädökset. Perustuslaissa määritellään, että ”vastuu luonnosta ja sen monimuotoisuudesta, ympäristöstä ja kulttuuriperinnöstä kuuluu kaikille” (Perustuslaki 1999/731 § 20).

Rakennusten suojelu toteutuu ensisijaisesti kaavoittajan toimesta. Kaavasuojelelussa suojellaan pääasiassa rakennuksen julkisivut, mutta joskus kaavassa annetaan suojelumääräyksiä myös sisätiloihin. (Terveet tilat 2028 - hanke 2022, 24.) Asemakaava-alueilla ja rakennuskielto alueilla kaavoittajan työtä ohjaa Maankäyttö ja rakennuslaki. Laissa veloitetaan muun muassa, että korjaus- ja muutostöissä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen soveltuvuus aiottuun käyttöön. Korjausten tai muutosten tarkia rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä. (Maankäyttö ja rakennuslaki 1999/132 § 117.)

Kulttuurihistoriallisia arvoja suojellaan lailla rakennusperinnön suojelemisesta eli rakennusperintölailla ja sitä sovelletaan esimerkiksi silloin kun kohteen säilymistä ja suojelua ei voida turvata maankäyttö- ja rakennuslailla (Laki rakennusperinnön suojelemisesta 2010/498 § 2). Rakennusperintölailla suojelluissa kohteissa suojelumääräykset ovat usein hyvin yksityiskohtaisia ja annettu tilojen tai rakennusosien tarkkuudella (Terveet tilat 2028 -hanke 2022, 24). Suojelu voi koskea rakennuksen kiinteää sisustusta, jolla tarkoitetaan ovia, ikkunoita, listoja, tulisijoja, pinnoitteita, teknisiä laitteita, kiintokalusteita tai muuta näihin verrattavaa sisustusta (Laki rakennusperinnön suojelemisesta 2010/498 § 3).



Sisätilojen suojelupäätöksellä turvataan rakennuksen säilyvyys kokonaistaideteoksena eli interiööri nähdään niin arvokkaana, että se koetaan valtakunnallisesti tärkeänä säilyttää (Kivilaakso 2010, 6).

Rakennussuojelun tarkoitus ei ole estää muutoksia, mutta varmuuden vuoksi tehtyjä uudistuksia on vältettävä. Muutosten on oltava kestäviä arkkitehtonisesti, toiminnallisesti ja teknisesti ja niiden on sopeutettava olemassa olevaan rakennukseen. (Terveet tilat 2028 -hanke 2022, 8–13.)

Rakennuskannan tulee pysyä käyttökelpoisena, jotta sen suojeleminen kannattaa ja näin ollen rakennusten on mukauduttava ajan ja käyttäjien vaatimuksiin (Kivilaakso 2010, 9).

Hallituksen 10-vuotisessa toimintaohjelmassa, Terveet tilat 2028 (-hanke 2022, 9) kiteytetään rakennusten suojelun tavoitteet yhteen lauseeseen: ”Rakennussuojelun ensisijainen tavoite on, että suojeltua rakennusta ei pureta ja sen tunnistetut merkitykset ja arvot säilyvät”. Suojeltujen kiinteistöjen omistajia tuetaan tarjoamalla heille tietoa sekä avustamalla taloudellisesti. Avustusta saadakseen korjaustyöt on toteutettava asianmukaisesti tuntien alkuperäiset rakenteet ja materiaalit sekä valitsemalla kohteen alkuperäisyyttä kunnioittava korjaustapa. (Kivilaakso 2010,9.)

Museoviraston ylläpitämässä Kulttuuriympäristön palveluikkunassa ([www.kyppi.fi](http://www.kyppi.fi)) näkee suojellut rakennukset kaupungeittain. Palvelussa ilmoitetaan myös suojelumääräykset ja luokitus. (Terveet tilat 2028 -hanke 2022, 8.)

## 2.2 Rakennusten kunnossapidon menetelmät

Kunnossapito on toimintaa, joka kuuluu kiinteistön ylläpitoon, ja sen tarkoituksena on säilyttää kohteen ominaisuudet korjaamalla tai uusimalla kuluneet ja vialliset osat ilman, että kohteen laatutaso olennaisesti muuttuu. Kunnossapidon tavoitteena on pitää kohde suunnilleen samanlaisena kuin se oli valmistuksessaan. Kunnossapidossa tehdään kunnostustoimenpiteitä, joilla kohde saadaan käytön tai käytössä säilymisen kannalta riittävään kuntoon. (Korjaustaito n.d.).

Eurooppalaisen kulttuuriperinnön vaalimiseen on ollut EN-standardeja jo vuodesta 2002 asti. Standardien valmisteluista vastaa CENin tekninen komitea TC 346. Standardeja on laadittu mm. korjausrakentamista, historiallisten rakennusten energiatehokkuutta ja puurakenteita, sisä- ja ulkoilmaston mittaamista sekä konservointiprosessia käsittelevät varten. (Korjaustaito n.d.). Standardissa SFS-EN 15898:2019 Kulttuuriperinnön vaaliminen esitetään tärkeimmät yleiset termit ja määritelmät aineellisen kulttuuriperinnön parissa työskenteleville.

Termien merkityksen selventäminen on tärkeää, jotta vältetään sekaannukset ja varmistetaan että asianomaiset ymmärtävät toisiaan (SFS-EN 15898:2019, 5).

### 2.2.1 Konservointi

Konservointi on toimintaa, joka perustuu kohteen nykytilan havainnointiin, tutkimukseen ja selvityksiin ja jonka tavoitteena on hidastaa tai estää kohteen vaurioitumista. Konservointitoimenpiteitä ovat kohteen dokumentointi, materiaalianalyysit, puhdistus, rakenteen ja materiaalin vahvistaminen tai lujittaminen sekä kohteen olosuhteiden hallinta. Konservointi edistää kohteen säilymistä ja voi olla myös vaurioita ennaltaehkäisevää. Kaikki konservoinnin toimenpiteet dokumentoidaan. (Korjaustaito n.d.).

### 2.2.2 Restauroidi ja korjaaminen

Restauroidi tarkoittaa rakennuksen tai sen osan korjaamista siten, että sen kulttuurihistoriallinen arvo säilyy. Usein restauroidi voidaan toteuttaa perinteisin menetelmin, mutta tarvittaessa käytetään erityisosaamista vaativia konservoivia ja säilyttävän kunnostamisen menetelmiä. Korjaus- ja muutusratkaisut valitaan aina kohteen vaatimusten mukaisesti. Uudisrakentamiseen rinnastettavat toimenpiteet voivat olla osa restauroidia, mikäli ne palvelevat kohteen kulttuurihistoriallisten arvojen säilymistä. (Museovirasto n.d.). Uudisrakentamista restauroiditetaan rakennukseen voidaan tehdä rakentamalla takaisin aikaisemmin purettuja rakenteita tai uutta talotekniikkaa piilottamalla koteloinnilla, esimerkiksi hissit ja ilmastointi.

Korjaamisen tarkoituksena on poistaa vaurioita, vikoja tai virheitä ja säilyttämään kohde entisellään tai palauttamalla se aikaisempaan tilaansa. Tätä toimintaa kutsutaan myös säilyttäväksi korjaamiseksi. Termi "korjaaminen" käytetään usein synonyyminä "korjausrakentamiselle", vaikka korjausrakentaminen on laajempi käsite, joka voi sisältää myös kohteen muutoksia. (Korjaustaito n.d.).

### 2.2.3 Korjausrakentaminen

Korjausrakentaminen tarkoittaa rakentamista, joka muuttaa aiemmin rakennettua kohdetta. Korjausrakentamisen tavoitteena voi olla esimerkiksi kohteen soveltuvuuden parantaminen sen tarkoitukseen (perusparannus), kulttuuriarvojen säilyttäminen tai palauttaminen (entisöinti) tai kohteen käyttötarkoituksen muuttaminen (muutosrakentaminen). Usein samalla hankkeella on useita tavoitteita. (Korjaustaito n.d.).

## 3 Restauroidi ja korjaustöitä ohjaavat asetukset

Rakentamismääräyskokoelman rakentamista ohjaavista asetuksista suurin osa koskee myös korjausrakentamista (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2015/216). Muut rakentamista ohjaavat asetukset koskevat rakennus- ja korjaussuunnittelua, joiden periaatteena korjaus- ja muutostöissä on, että rakennukseen tehdään muutoksia vain, jos siinä on puutteita jonkin ominaisuuden suhteen nyt tai tulevan käytön vaatimusten vuoksi. Suojelukohteissa on myös laadittava selvitykset julkisivujen ja sisäpintojen väri- ja materiaaleista sekä dokumentoitava tila-kohtaisesti ominaispiirteet, materiaalit sekä käyttö- ja muutoshistoria. (Terveet tilat 2028 -hanke 2022, 10–13). Korjaus – ja muutostöiden suunnitelmasta pyydetään Museovirastolta lausunto, jossa otetaan kantaa, toteutuuko suunnitelmassa suojelun tavoitteet. Museovirasto antaa tarvittaessa ohjeita suunnitteluun, töiden toteutukseen ja dokumentointiin, mutta vastuu suojelun toteutumisesta on rakennuttajalla. (Museovirasto n.d.) "Suojelumääräyksissä voidaan antaa myös kohteen hoitoa ja kehittämistä koskevia määräyksiä" (Terveet tilat 2028 -hanke 2022, 24).

## 4 Historialliset katto- ja seinämaalit restaurointi ja korjauskohteissa

Rakennusten sisätiloissa 1800-luvulta aina 1950-luvulle asti yleisesti käytettyjä katto- ja seinämaaleja olivat liima- ja öljymaalit. Maaleissa synteettiset sideaineet yleistyivät vasta toisen maailmansodan jälkeen.

Sodan aikana Yhdysvallat laajensivat keinokumin valmistusta niin paljon että sodan jälkeen syntyi menekkivaikeuksia ja keksittiin styreenibutadieenilateksi, josta alkoi lateksituotteiden nopea yleistyminen sekä sisä- että ulkomaalauksessa. Tikkurilan värитеhtaan ensimmäinen vesiohenteinen synteettinen maali, Joker, tuotiin markkinoille v. 1953. (Tikkurila 2023a.)

Suomen Maalarimestariliiton Tampereen osaston laatimassa teoksessa Yleiset maalaustyömääritelvät vuodelta 1951, on yksityiskohtaisesti eritelty erilaiset maalauskäsittelyt tavanomaisille maalausaloille. Tämä pieni kirjanen oli tarkoitettu maalaustyöselityksiä tekeville ja niitä tarvitseville tahoille kuten arkkitehteille ja maalarimestareille. Sisäpuolisten maalaustöiden osiossa mainitaan kalkkimaalitöiden ohella liimamaalityöt ja öljymaalaustyöt. (Yleiset maalaustyömääritelvät 1951, 2–20.) Liima- ja öljymaalien käytöstä on ohjeita vielä 1970-luvulla julkaistussa maalausalan oppikirjassa (Voutilainen 1970, 63–70). Tästä voidaan päätellä että liima- ja öljymaali olivat ainakin jossain määrin käytössä vielä 1970-luvulla.

### 4.1 Liimamaali

Vanhassa kirjallisuudessa puhutaan liimaväristä, jolla tarkoitetaan nykyisin käytössä olevaa nimitystä liimamaali. Maalin sideaineena käytettiin eläin- tai kasviliimaa. (Engelberg 1915, 61). Liimamaali levitettiin pintaan liimamaaliharjalla, josta jäi maalattuun pintaan harjanjälki. Maalatut pinnat olivat himmeitä eivätkä ne kestäneet mekaanista kulutusta eivätkä kosteutta. Liimamaali oli varsin tavallinen kattomaali. Valkoisen liimamaalin pigmenttinä käytettiin liitua, mutta maalia voitiin myös sävyttää lisäämällä siihen värillisiä pigmenttejä.

Liimamaali oli edullista, mutta sen ominaisuutena oli tuoreen maalerän huono säilyvyys huoneenlämmössä, sen liiman pilaantuessa nopeasti.

## 4.2 Öljymaali

Öljymaalien sideaineena oli kuivuva öljy. Öljymaalia käytettiin, kun haluttiin kestävä ja kaunis maalipinta, joka peitti pinnan virheet (Setälä & Esti 1938, 33). Keitetty pellavaöljy eli vernissa oli tavallisimmin käytetty öljymaalien sideaine, joka kuivui pellavaöljyä nopeammin. Vernissan keitto-ohjeita antoi Th. Weiss vuonna 1854 kirjassaan Moniaita osoituksia, kuinka tavallisempiin maalauksiin käytettävät öljymaalit ennen valmistettiin (Lainio 1996, 14).

Öljymaaleihin lisättiin kuivikkeita nopeuttamaan kuivumista esimerkiksi serotii-nia, joka liikaa käytettynä heikentää maalipinnan kestävyttä. Kuivikkeina käytettiin myös raskasmetalleja kuten mangaania ja kobolttia.

Öljymaaleille on tyypillistä, että ne himmenevät ja niiden sävy muuttuu kellertäväksi ajan myötä (Teknos 2023). Maaleihin lisättiin myös haihtuvia liuottimia maalaamisen helpottamiseksi. esimerkiksi tärpättiä, ranskalaista tärpättiä, bensiiniä ja paloöljyä (Söderlund 1922, 23–27). Pellavaöljymaalia myös himmennettiin ohennetta lisäämällä (Järvelä 1948, 173–176). Runsas tärpätin lisääminen himmensi maalia, mutta maalipinnasta ei tullut kovin kestävä. Runsaasti ohennetulla maalilla oli myös vaikea saada kiilloiltaan tasaisia pintoja ja ne ”hakattiinkin” maalin levittämisen jälkeen ströplärillä tasaisen himmeiksi (Lehtonen 1910, 24–25). Ströpläriä on kutsuttu myös hakkuriksi. Se oli kädensijalla varustettu harja, jolla ströplättiin eli hakattiin tuore maalipinta niin ettei siinä näkynyt siveltimenjälkeä (Lehtonen 1939, 28).

Ranskalaisen tärpätti ei himmentänyt maalipintaa ja myös bensiinillä ohennettu pellavaöljyvernissamaali antoi kiiltävän ja tasaisen pinnan jos sitä ei maalattu huokoiselle alustalle. (Söderlund 1922, 23–25.) Ohentamattomat ja kiiltäväksi jäävät maalit levitettiin pinnalle siveltimellä ja tasoitettiin mutlarilla (Lehtonen 1910, 21). Nykyään käytettävistä työvälaineistä tasoittaja vastaa lähimpänä mutlaria.

Paloöljyllä ohennettua pellavaöljyvernissamaalia käytettiin ulkomaalina, koska sitä voitiin levittää paksusti maalattavalle pinnalle ilman, että se aiheutti pellavaöljymaalilla tyypillistä maalin nahoittumista. (Söderlund 1922, 23–25.)

Kiinanpuuöljystä valmistettua öljymaalaa pidettiin ainoana oikeana seinähimmeänä. Se kesti kevyttä pesua saippuavedellä ja lyijykynäjäljen poistamista pinnalta bensiinillä. Kevyesti kynnellä raapaistu jälkikään ei jäänyt kiiltävänä kohtana pinnalle näkyviin. (Järvelä 1948, 175–176.)

## 5 Pintakäsittelyn ohjeet ja määräykset

Historiallisen rakennuksen korjaus- ja muutoskohteiden pintakäsittelyä valittaessa tulee olla erityisen tarkkana. Nykyaikaisia maalituotteita on rajattomasti, mutta kaikki niistä eivät sovellu historialliseen kohteeseen. (Kivilaakso 2010, 10.) Akrylaattimaalit ovat vesiohenteisina helppokäyttöisiä ja kuivuvat nopeasti, mutta synteettisinä tuotteina niiden maalikalvon ulkonäkö ja kiilto eivät välttämättä vastaa alkuperäisten historiallisten maalien ulkonäköä, vaikka työmenetelmät ja -välineet olisivat samoja kuin aikoinaan käytetyt.

Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL) kuvaa yleisesti hyväksytyjä, hyviä rakennustapoja. Museoviraston työryhmä on laatinut ohjeistuksen historiallisten rakennusten pintakäsittelylle, joka on liitteenä Maalaus RYL 2012:ssä. Ohjeessa suositellaan vanhoja pintakäsittelyitä säilytettäväksi. Restauraointityössä kohteeseen valitaan mahdollisimman samankaltaisia työtapoja ja materiaaleja, kun siinä on aikaisemminkin käytetty. (Maalaus RYL 2012, 466).

### 5.1 Lainsäädäntö työkyvyn ja terveyden ylläpitäjänä

Työturvallisuuslaki turvaa ja ylläpitää työntekijöiden työkykyä sekä ennalta ehkäisee ja torjuu työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia haittoja. (Työturvallisuuslaki 2002/738 § 1).

Terveydensuojelulain tarkoituksena on väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen sekä ennalta ehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa. (Terveydensuojelulaki 1994/763 § 1). Laki määrää myös esimerkiksi korjaustyön suunnittelijan huomioimaan lain säännökset. (Terveydensuojelulaki 1994/763 § 57).

## 5.2 VOC-direktiivi

Euroopan parlamentin direktiivi 2004/42/EY eli VOC-direktiivi rajoittaa rakennusmaalauksessa käytettävien tuotteiden liuotemääriä. (Maalaus RYL 2012, 5). VOC-yhdisteillä tarkoitetaan haihtuvia orgaanisia kaasuja kuten esimerkiksi: aromaattiset hiilivedyt kuten tolueeni ja bentseeni, aldehydit, alkaanit, ketonit, terpeenit, halogenoidut yhdisteet ja esterit sekä alkoholit kuten etanoli, n-buta-noli ja propanoli.

Rakennuksissa nämä päästöt voivat olla peräisin esimerkiksi rakennus- ja sisustusmateriaalien liuotin- ja raaka-ainejäämistä sekä valmistusprosessien reaktio- ja hajoamistuotteista. Yksittäinen yhdiste tai useamman yhdisteen yhteisvaikutus voi olla terveydelle haitallisia. (Hengityслиitto n.d.). Valtioneuvoston asetuksessa orgaanisten liuottimien käytöstä maaleissa ja lakoissa määritellään haihtuvien aineiden raja-arvot. (Valtioneuvoston asetusorgaanisten liuottimien käytöstä eräissä maaleissa ja lakoissa sekä ajoneuvojen korjausmaalauksissa aiheutuvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta 2022).

Työskentely tuotteilla, jotka eivät täytä VOC-asetuksen määritelmiä vaatii erillisen luvan, jonka myöntää Turvallisuus ja kemikaalivirasto, Tukes. (Tukes 2022.) Näitä tuotteita rakennusten pintakäsittelyssä ovat esimerkiksi alkydimaalit ja liot-timella ohennetut öljymaalit.

### 5.3 Rakennusmateriaalien päästöluokitus M1

Rakennuksen hyvä sisäilmasto edellyttää sisäilma-asioiden huomioon ottamista korjaussuunnittelun ja rakentamisen eri vaiheissa. Rakennusmateriaalien päästöluokitus määrittelee materiaalit sisäilman laadun kannalta. M1-luokitus on standardin EN ISO 14024:2018 mukainen tuotteen sisäilmapäästöihin keskitettyä tyyppin I ympäristömerkki, joka asettaa raja-arvot materiaalien ja kalusteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC), formaldehydin ja ammoniakkin päästöille. M1-luokitusmerkitty tuote on vähäpäästöinen M1-vaatimusten mukaisesti eikä siinä ole voimakasta hajua. (Rakennustieto n.d.).

M1-päästöluokitus on rakennustietosäätiö RTS sr:n rekisteröimä tavaramerkki, jonka käyttöä tuotteen valmistaja voi hakea Rakennustieto Oy:ltä.

Hakemukseen liitetään tuotetietojen lisäksi tuoteseloste, käyttöohje, käyttöturvallisuustiedote ja tutkimusselostus. Myönnetty luokitustunnus on voimassa kolme vuotta luokituksen myöntämisestä. (Rakennustieto n.d.).

### 5.4 Maalaus RYL 2012

Rakennustieto Oy kustantaa julkaisusarjaa Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset RYL, jossa määritetään kriteerejä muun muassa rakennustarvikkeille ja hyvälle rakennustavalle. RYL on sitova laadunmäärittely urakoitsijan ja rakennuttajan välisissä sopimuksissa, mikä mahdollistaa rakennustyön tavan ja lopputuloksen laadun standardoinnin eri työkohteissa. (Rakennustieto n.d.) Pintakäsittelytöissä laaditaan aina työselostus, liittyivätpä ne historiallisiin- tai uusiin kohteisiin.

Maalaus RYL 2012 painottuu uusiin rakennuksiin, mutta samoja materiaaleja ja menetelmiä sovelletaan myös korjausrakentamisessa. Historiallisten rakennusten pintakäsittelyissä Maalaus RYL:ä sovelletaan tapauskohtaisesti ja kohteille tehdään materiaali- ja menetelmä mallit, joissa käytetyt materiaalit ja menetelmät näkyvät vaiheittain. (Maalaus RYL 2012, 466.)



Maalaus RYL sisältää käsittely-yhdistelmien kuvaukset eri alustoille, ja niiden vaurioitumisastelle erilaisiin rasitusolosuhteisiin ja ulkonäkövaatimuksiin. Lisäksi RYL määrittelee kunnossapitovälin, käytettävät materiaalit maalaustuoteryhmittäin ja pintamateriaalin kiillon. Maalaustyötä suunniteltaessa tutkitaan ensin alustan kunto. Tämän jälkeen valitaan haluttu ulkonäkö ja pintamateriaalin kiilto. Rasitusluokka valitaan tilan olosuhteiden mukaan. Maalaus RYL kertoo käsittely-yhdistelmän, joka ilmoittaa järjestyksessä työvaiheet ja käytettävien tuotteiden maalaustarvikeryhmät. Tuotteiden valmistaja ilmoittaa mihin tarvikeryhmään tuotteet kuuluvat.

#### 5.4.1 Maalausalusta ja sen vaurioitumisasteet

Maalausalustat on jaoteltu yhdeksään eri pääryhmään ja tarpeen mukaan alaryhmiin. Pääryhmiä ovat esimerkiksi Tasoitealusta 4 ja Erittelemätön alusta 9. Jälkimmäisen alaryhmä 90, on määrittelemätön maalattu pinta, joka vaatii kunnottutkimuksen tai erillisen kunnostuksen maalausalustaksi. (Maalaus RYL 2012, 400).

Alustan vaurioitumisaste luokitellaan neljään luokkaan, jotka on esitetty alla olevassa taulukossa 1. (Maalaus RYL 2012, 6).

Taulukko 1. Maalausalustan vaurioitumisasteet (Maalaus RYL 2012, 6).

<b>Tunnus</b>	<b>Maalausalustan vaurioitumisasteen kuvaus</b>
A	Ensimaalaus Alusta on uusi eikä sitä ole aikaisemmin maalattu.
B	Pesumaalaus Alusta on likainen, mutta muuten hyvässä kunnossa.
C	Huoltomaalaus Alustasta on irronnut maalia tai pinta on mekaanisesti kulunut.
D	Korjausmaalaus Alusta on pahoin vaurioitunut.

Vaurioitumisaste määrittelee pintakäsittelytyön laajuuden suhteessa käsiteltävän pinnan haluttuun ulkonäköön.

#### 5.4.2 Rasitusluokat

Rasitusolosuhteita RYL määrittelee 15, joista luokat 01–06 on tarkoitettu sisätiloihin ja luokat 07-15 ovat ulkona sijaitseville kohteille (Maalaus RYL 2012, 427–428). Sisäpintojen rasitusluokat esitellään taulukossa 2.

Taulukko 2. Maalausalustan rasitusluokat (Maalaus RYL 2012, 427–428).

<b>Tunnus</b>	<b>Rasitusluokan kuvaus</b>
01	Vähäiset rasitukset kuivissa sisätiloissa Esimerkiksi asuin- ja toimistohuoneiden katot.
02	Tavanomaiset rasitukset kuivissa sisätiloissa Esimerkiksi asuin- ja toimistohuoneiden seinät.
03	Suuret rasitukset kuivissa sisätiloissa Esimerkiksi asuntojen keittiöt ja WC-tilat.
04	Erittäin suuret rasitukset kuivissa sisätiloissa Esimerkiksi porras- ja luokkahuoneet.
05	Erityisrasitukset sisätiloissa Esimerkiksi sauna- ja pesutilat.
06	Erityissuunnittelua vaativat rasitukset sisätiloissa Esimerkiksi uimahallit ja laboratoriot.

Historiallisten rakennusten rasitusluokat sisätiloissa ovat yleensä 01–04, riippuen kohteesta. Asuinhuoneissa katto määritellään usein rasitusluokkaan 01 ja seinät rasitusluokkaan 02.

### 5.4.3 Ulkonäköluokat

Pintakäsittelyn ulkonäköluokat jaetaan neljään luokkaan jokaisen erilaisen käsittelyn osalta, esimerkiksi Ps1 tarkoittaa peittävää käsittelyä sisätiloissa, jossa valmiissa pinnassa ei ole nähtävissä alustasta eikä työtavasta johtuvia virheitä.

Ulkonäköluokka Ku2 kuvaa kuultokäsiteltyä pintaa ulkona joka normaalilta katseluetäisyydeltä tarkasteltuna on yleisilmeeltään yhdenmukainen. (Maalaus RYL 2012, 428–431). Sisäpintojen peittävien pintakäsittelyiden ulkonäköluokat esitellään taulukossa 3.

Taulukko 3. Sisäpintojen peittävien pintakäsittelyiden ulkonäköluokat (Maalaus RYL 2012, 428–429).

<b>Tunnus</b>	<b>Valmiin pinnan ulkonäköluokan kuvaus</b>
PsE	Erittäin suuret vaatimukset valmiin pinnan ulkonäölle Esimerkiksi pilarit ja pylväät.
Ps1	Suuret vaatimukset valmiin pinnan ulkonäölle Esimerkiksi julkisten tilojen katto- ja seinäpinnat
Ps2	Tavanomaiset vaatimukset valmiin pinnan ulkonäölle Esimerkiksi asuin- ja toimistohuoneiden katto- ja seinäpinnat.
Ps3	Tavanomaista vähäisemmät vaatimukset valmiille pinnalle. Esimerkiksi kellari- ja varastotilat.

Alustan vaurioitumisaste ja haluttu valmiin pinnan ulkonäköluokka määrittelevät käsittely-yhdistelmän laajuuden. Alusta ollessa huonokuntoinen tarvitaan useita työvaiheita, jotta saavutetaan haluttu ulkonäkö. Tavallisimmin asuinhuoneet määritellään valmiin pinnan ulkonäköluokkaan Ps2. Arvokohteissa voi haluttu valmiin pinnan ulkonäköluokka olla Ps1 tai PsE.

#### 5.4.4 Maalaustuotenimikkeistö

Maalaus RYL 2012 luokittelee maalit ja pintakäsittelyaineet niiden käyttötarkoituksen ja -kohteen mukaisesti (Maalaus RYL 2012, 401). Alla olevassa taulukossa 4. on esiteltyä nimikkeistön pääryhmät.

Taulukko 4. Maalaustuotenimikkeistö (Maalaus RYL 2012, 401).

Tunnus	Nimikkeistön pääryhmät käyttötarkoituksen ja kohteen mukaan
0	Esikäsittelyaineet ja ohenteet
1	Pohjusteet
2	Pohjamaalit
3	Pintamaalit sisäkäyttöön
4	Pintamaalit ulkokäyttöön
5	Lakat
6	Lattialakat, -maalit, -pinnoitteet ja -massat
7	Vahat ja öljyt
8	Tasoiitteet, kitit ja silotteet
9	Erityistuotteet

Maalaustuotteiden otsikoissa mainitaan mihin rasisluokkaan tuote on tarkoitettu. Esimerkiksi pääryhmä Pohjamaalit 2, jonka alaryhmä 21 vesiohenteiset pohjamaalit sisäkäyttöön ja tämän alaryhmä 211 sisäseinien ja sisäkattojen vesiohenteiset pohjamaalit rasisluokkaan 01–02. Ryhmän 21 vesiohenteiset pohjamaalit sisäkäyttöön alaryhmä 212 on tarkoitettu sisäkatoille ja seinille rasisluokkiin 03-05. (Maalaus RYL 2012, 404).

#### 5.4.5 Käsittely-yhdistelmän numerotunnus

Käsittely-yhdistelmät merkitään numerotunnuksella, joka kaikkien toimijoiden on helppo ymmärtää (Maalaus RYL 2012, 7.) Työselostuksessa on numerotunnus

kaikille käsiteltäville pinnoille erikseen. Alla olevassa taulukossa 5. on esimerkki Maalaus RYL:n mukaisesta käsittely-yhdistelmän tunnuksesta huolto-maalaukkooteeseen.

Taulukko 5. Yhdistelmäselosteen 31202 tunnus kokonaisuudessaan (Maalaus RYL 2012,112).

	<b>C 4022 K: 31202.6</b>
C	Alustan vaurioitumisaste (C, huoltomaalaus)
40	Maalausaluusta (40, rasitusluokkiin 01–02 soveltuva tasoite)
02	Rasitusluokka (02, tavanomaisetrasitukset kuivissa sisätiloissa)
Ps2	Ulkonäköluokka peittävät käsittelet sisätiloissa (2, tavanomaiset vaatimukset)
K	Kunnossapitoväli (K, keskipitkä 5–10 vuotta)
312	Viimeisen käsittelyn tarvikerhyhmä (312, vesiohenteiset sisäkatto- ja seinämaalit RL 02)
10	Käsittely-yhdistelmän järjestysnumero
.6	Kiiltoryhmä (.6 täyshimmeä)

Huoltomaalaus C 4022 K: 31202.6 yhdistelmäseloste määrää pesemään käsiteltävän alueen ja poistamaan siitä kaikki lika ja irtoava aines. Kiiltävät maali- tai lakkapinnat on hiottava himmeäksi ja pöly poistettava huolellisesti. Vaurioituneet kohdat tasoitetaan kaksi kertaa tarvikerhyhmän 82 tasoitteella.

Tasoitetut kohdat pohjamaaltaan kerran tarvikerhyhmän 211 pohjamaalilla ja käsiteltävä alue pinta maalataan yhden kerran tarvikerhyhmän 312 pintamaalilla täyshimmeäksi. (Maalaus RYL 2012, 112.) Eri tarvikerhyhmissä on valittavissa useiden valmistajien tuotteita, joista valitaan kohteeseen parhaiten sopivat tuotteiden yhdistelmät.

## 6 Maalituotteiden vertailu

Nykyajan teollisten maalituotteiden, joilla korvataan historiallisia maalituotteita, on täytettävä edellä esiteltyt pintakäsittelytuotteiden vaatimukset ja niiden tulee

olla visuaalisesti mahdollisimman saman näköisiä kuin historialliset maalit. Lisäksi näiden maalien tulee olla sävytettävissä koneellisesti myös tummiin värihin, eli niitä pitää olla saavilla sekä A- että C-pohjiin. A maali on valkoista, ja siitä saadaan sävyttämällä vain vaaleita ja pastellisävyjä.

C maaliin ei ole lisätty valkoista pigmenttiä, joten siitä sävytetään tummat ja puhtaat värit. Maalien tulee olla myös nopeasti kuivuvia, koska märät maalipinnat keräävät pölyä ja voivat työmaaolosuhteissa vaurioitua ennen kuivumistaan. Opinnäytetyön tekijällä ei ole tarkkaa tietoa kotimaisten maalituotteiden valikoiman laajuudesta, jotka täyttävät nämä kriteerit.

Vesiohenteiset M1-päästöluokan maalit ovat sisäilman kannalta suositeltavia, mutta työturvallisuuden kannalta on kuitenkin huomioitava, että vesiohenteiset maalit sisältävät säilöntäaineita. Säilöntäaineet voivat aiheuttaa allergisen reaktion ja viivästynyttä kosketusallergiaa. Tavallisimpia säilöntäaineita ovat 1,2-bentsisotiatsol-3(2H) -oni (BIT), 2-metyyli-2H-isotiatsol-3-oni (MIT) ja 4,5-dikloori-2-oktyyli-2H-isotiatsol-3-oni (DCOIT) (Tikkurila 2023c). Säilöntäaineille altistumista vähennetään välttämällä suoraa ihokosketusta käyttämällä suojavaatteita ja käyttöturvallisuustiedotteen suosittelemia työkaluseineitä.

## 6.1 Vertailuun valitut nykyaikaiset maalit

Vertailussa kaikki nykyaikaiset maalit olivat sävyttämättömiä valkoisia, jotta saatiin mitattua valkoisten maalien mahdolliset sävyerot ja sävyjen muuttuminen tutkimuksen aikana. Tutkittavaksi valitut maalit olivat myös himmeitä tai puoli-himmeitä, koska tiedettiin sekä liimamaalin että kiinanpuuöljymaalien olleen himmeitä. Pellavaöljymaali himmenee ikääntyessään, mutta sitä myös himmennettiin ohentamalla orgaanisella liuotteella.

Alla olevassa taulukossa 6. vertailtavat teolliset maalit on järjestetty siten, että pohjamaali on ensimmäisenä ja pintamaalit on järjestetty niiden rasisitusluokan mukaan pienimmästä suurimpaan rasisitukseen.

Taulukko 6. Vertailtavien maalituotteiden ominaisuuksia. (Coloria n.d., Uula n.d. ja Virtasen maalitehdas n.d.)

Maali	Valmistajan ilmoittama kiilto	Maalaus-tuote-ryhmä	Rasitus-luokka	Sävytys-pohjat	Sävytettä-vissä ko-neellisesti	Valmista-jan ilmoitta-mat säilöntä-aineet
Uula Sisäpohja-maali	himmeä	212 Sisäseinien ja sisäkattojen vesiohenteiset pohjamaalit rasitusluokkaan 02- 05	03...05 Suuret rasitukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa - Erityisrasitukset ja - vaatimukset sisätiloissa	A Sävytettä-vissä vain vaaleisiin sävyihin	yleisimpien värikarttojen vaaleat sävyt	MIT
Uula Sisustus-maali	himmeä	312 Vesiohenteiset sisäseinä- ja kattomaalit rasitusluokkaan 02	02 Tavanomaiset rasitukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	A ja C Sävytettä-vissä vaaleisiin ja tummiin sävyihin	yleisimmät värikartat	BIT MIT
Uula Sisustus-maali	puolihimmeä	313 Vesiohenteiset sisäseinä- ja kattomaalit rasitusluokkaan 03	03 Suuret rasitukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	A ja C Sävytettä-vissä vaaleisiin ja tummiin sävyihin	perinnevärikartta ja yleisimmät värikartat	BIT MIT
Coloria Greenline Sisustus-maali	himmeä	313 Vesiohenteiset sisäseinä- ja kattomaalit rasitusluokkaan 03	03 Suuret rasitukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	A ja C Sävytettä-vissä vaaleisiin ja tummiin sävyihin	yleisimmät värikartat	MIT
Virtasen Sisustus-maali	silkin-himmeä	313 Vesiohenteiset sisäseinä- ja kattomaalit rasitusluokkaan 03	03 Suuret rasitukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	A ja C Sävytettä-vissä vaaleisiin ja tummiin sävyihin	Virtasen saariston sävyt ja yleisimmät sisävärikartat	-
Coloria Greenline Remontti-maali	puolihimmeä	314 Vesiohenteiset sisäseinä- ja kattomaalit rasitusluokkaan 04	04 Erittäin suuret rasitukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	A ja C Sävytettä-vissä vaaleisiin ja tummiin sävyihin	yleisimmät värikartat	MIT
Virtasen Seinämaali	puolihimmeä	314 Vesiohenteiset sisäseinä- ja kattomaalit rasitusluokkaan 04	04 Erittäin suuret rasitukset ja vaatimukset kuivissa sisätiloissa	A ja C Sävytettä-vissä vaaleisiin ja tummiin sävyihin	yleisimmät sisävärikartat	-

Vertailuun valitut tuotteet olivat kotimaisia, luonnonöljypohjaisia, vesiohenteisia ja ne täyttävät rakennusmateriaalien päästöluokan M1 vaatimukset. Taulukosta huomataan, että ainoastaan Virtasen maalit eivät sisällä säilöntäaineita.

## 6.1 Historialliset maalit vertailussa

Historiallisista katto- ja seinämaaleista vertailuun valittiin yleisimmin käytössä olleet maalit, joiden sideaineina olivat eläinliima ja pellavaöljyvernissa. Koska öljy- maalien alkuperäistä sideainetta on tutkimuksellisesti mahdoton määrittää, tutkittiin myös kiinanpuuöljymaalina, vaikka sen laajamittaisesta käytöstä ei löytynyt kirjallisuusviitteitä. Liimamaalin pigmenttinä oli perinteisesti liitu ja öljymaalien pigmenttinä titaanivalkoinen.

Liimamaali valmistettiin eläinliimasta, vedestä ja liidusta seuraavasti:

- 40 g helmiliimaa
- 2 kg liitua
- 1 l vettä.

Helmiliima laitettiin lasiastiaan ja päälle kaadettiin mitatusta vedestä sen verran, että liimaa ja vettä oli astiassa yhtä paljon. Liitu ja loput vedestä yhdistettiin. Molempien seosten annettiin seistä yön yli. Seuraavana päivänä liima lämmitettiin 60°C vesihauteessa ja yhdistettiin niin ikään vesihauteessa lämmitettyyn liitu-vesiseokseen.

Pellavaöljyvernissa- ja kiinanpuuöljymaali valmistettiin seuraavasti:

- 100 g titaanidioksidivalkoista TiO<sub>2</sub>
- 300 ml öljyä

TiO<sub>2</sub> valkoinen pigmentti ja osa mitatusta öljystä yhdistettiin voimakkaasti sekoittaen paksuksi tahnaksi. Seoksen annettiin tasoittua kaksi tuntia. Loput öljystä yhdistettiin seokseen.



Kumpaankaan öljymaaliin ei lisätty haihtuvia orgaanisia liuotteita eikä kuivikkeita, vaikka vanhassa kirjallisuudessa niin oli ollut tapana tehdä. Tutkimuksessa päädyttiin tähän ratkaisuun koska haluttiin selvittää ohentamattomien öljymaalien kiilto.

## 6.2 Testialueiden pohjatyöt ja maalaus

Vertailun kohteena olevat nykyaikaiset ja historialliset maalit maalattiin Vantaan ammattiopiston Varian pintakäsittelyalan työsalin seinä- ja kattopinnoille.

Koemaalaustila sijaitsi kahden työsalin välissä, josta opiskelijat kulkivat päivänmittaan edestakaisin kantaen erilaisia työvälineitä. Työmaa olosuhteissa maali-pinnat altistuvat vastaavalle rasitukselle.

Koe maalauksiin varattiin sekä seinä että kattopintaa. Lämpötila kohteessa oli tasaisesti 19°C, kosteutta ei mitattu. Koemaalaustilassa ei ollut ikkunoita eikä siihen tullut luonnonvaloa.

Pinnat olivat aikaisemmin maalatut, joissa vanha maali oli hyvin kiinni. Koealue pestiin Teknoksen Rensa Super maalipesuaineella valmistajan ohjeen mukaisesti. Koealue tasoitettiin kaksi kertaa ennen pohjamaalausta, jotta pinnasta saatiin sileä ja aikaisempien työvälineiden jäljet peittoon.

Tasoihteena käytettiin Teknospro Breplasta LF tasoitetta, joka kuuluu Maalaus RYL 2012 mukaisesti maalaustuoteryhmään 82, vesiohenteiset tasoitteet, kitit ja silotteet rasitusluokkiin 1–4 (Maalaus RYL 2012, 425). Tasoihteiden hionnan jälkeen maalattiin Uulan sisäpohjamaali kaksi kertaa koko koealueelle. Koemaalausalueen pohja- ja pintatyöt tehtiin yhdenmukaisin menetelmin sekä katto- että seinäpinnoille.

Kuvassa 1. nähdään ettei yksi tasoitekerros ollut riittävä. Alustasta näkyy vielä alla olevaa maalipintaa, jossa sormilla tunnustelemalla tuntui työvälineen jättämä struktuuri.



Kuva 1. Koemaalausalueen toinen tasoituskerta (Kuva: Jussi Jaaksola 2023).

Nykyaikaiset tuotteet maalattiin kahteen kertaan 30–50 cm leveinä raitoina lattiasta kattoon. Kuvassa 2. koemaalaukseen on maalattuna nykyaikaiset maalit. Keltaiset teipit merkitsevät eri tuotteiden rajaa ennen historiallisten maalien maalausta.



Kuva 2. Vertailtaviin maalien maalaustila Vantaan ammattiopisto Varian pintakäsittelyalan työsalissa. Kuvassa maalattuna nykyaikaiset maalit raitoina katoista lattiaan (Kuva: Jaana Virta 2023).

Niin pohja- kuin pintamaalauksissa noudatettiin tuotteen valmistajien kuivumisaikoja ennen toista maalauskertaa. Historialliset maalit maalattiin nykyaikaisten tuotteiden väliin kertaalleen noin 20 cm leveinä raitoina siten että maalit olivat hyvin vertailtavissa vierekkäin. Historialliset maalit maalattiin kapeampina alueina kuin nykyaikaiset koska tila oli rajattu ja haluttiin nykyaikaisille maaleille suuremmat alueet, jotta voitiin tutkia niiden maalattavuutta ja kuivunutta maali-pintaa paremmin. Sekä nykyaikaisia että historiallisia maaleja maalattiin kattoon ja seinälle.

Maalausmenetelmäksi valittiin nykyaikaisille maaleille sopiva levitystapa, jossa maali levitettiin pinnalle Anza Rilon pistotelalla ja tasoitettiin Anza Pro keinokuitutasoittajalla. Kuivassa maalipinnassa näkyi vain siveltimen jälki. Öljymaalit levitettiin pinnalle Anza Pro keinokuitusiveltimellä ja tasoitettiin Anza Pro keinokuitutasoittajalla. Vesiohenteisiin tuotteisiin käytetyt työvälineet pestiin vedellä. Öljymaaliset työvälineet pestiin Tikkurilan Pensselipesulla ja vedellä. Työvälineet esiteltynä kuvassa 3.



Kuva 3. Maalaustyössä käytetyt työvälineet: AnzaPro tasoittaja, -lakkasivellin ja -tela (Kuva: Jaana Virta 2023).

Työn nopeuttamiseksi työmaolosuhteissa sekä tela että tasoittaja kiinnitetään jatkovarteen. Tutkimuksessa maalattavat alueet olivat kuitenkin pieniä ja ne maalattiin ilman jatkovartta

Kuvissa 4. ja 5. esitellään koemaalaustila, jossa maalattuna kaikki tutkimuksessa mukana olleet tuotteet. Maalituotteen numeroituina kuviin. Kuvatekstissä on tuotteet nimettyinä numeroiden mukaisesti.



Kuva 4. Kuvassa tuotteet maalattuna koealueen vasemmalle puolelle. 1.Uula himmeä sisustusmaali, 2. liimamaali, 3. Coloria himmeä sisustusmaali, 4. pella-vaöljymaali, 5. kiinanpuuöljymaali sekä 6. Virtasen silkinhimeä sisustusmaali (Kuva: Jaana Virta 2023).

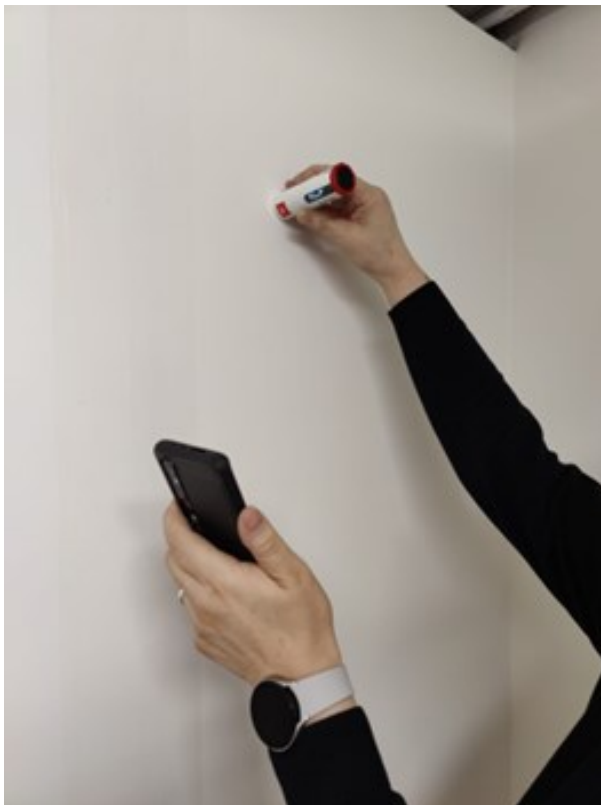


Kuva 5. Kuvassa tuotteet maalattuna koalueen oikealle puolelle. 7. Virtasen puolihihmeä seinämaali, 8. pellavaöljymaali, 9. kiinanpuuöljymaali, 10. Coloria puolihihmeä remonttimaali, 11. Uula puolihihmeä sisustusmaali sekä 12. Uula sisäpohjamaali (Kuva: Jaana Virta 2023).

### 6.3 Sävyntäily

Sävyntäilyksiin käytettiin Datacolor Color Reader PRO mittaria ja Color Reader mobiilisovellusta. Color Reader PRO ilmoittaa väritiedot CIE Lab, RGB, Hex, CMYK, LCH ja LRV-arvoina.

Tässä tutkimuksessa värijärjestelmäksi valittiin NCS ja sävyntäilyä muuttumista tutkittiin CIELab arvojen muutoksista. Värimittari mittaa tutkittavasta sävyntäilyä  $L^*a^*b^*$  arvot ja vertaa niitä valitun värijärjestelmän lähimpään sävyntäily. Sävyntäily koonaispoikkeama ilmoitetaan  $\Delta E$  arvona. Pieni  $\Delta E$  arvo kertoo mittauksen kohteen olevan lähellä ilmoitettua sävyntäilyä. (Datacolor 2023.)

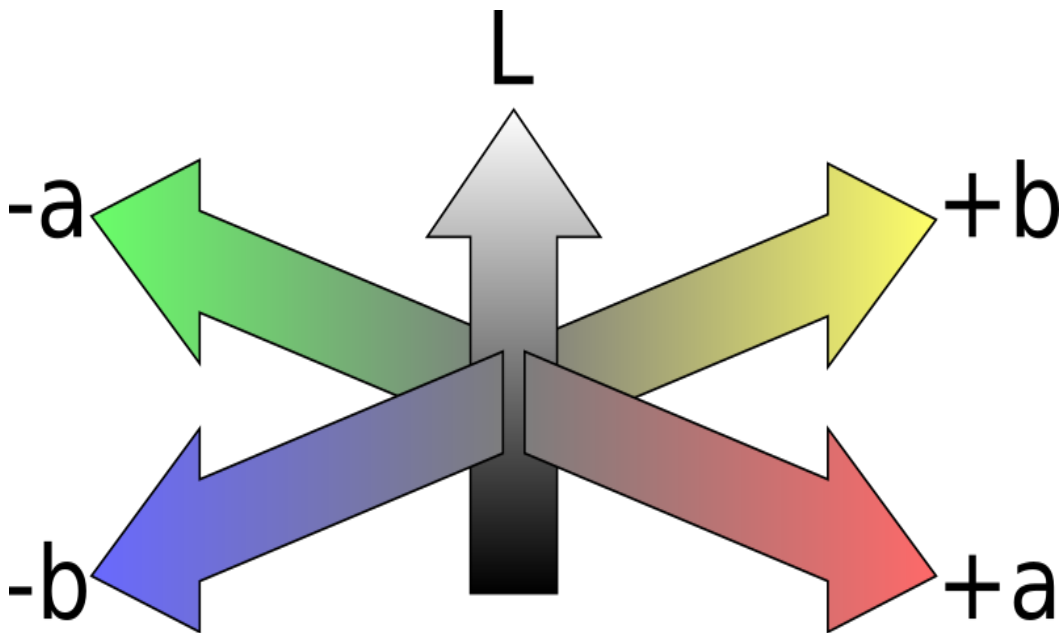


Kuvassa 6. sävyntäily mittaus Datacolor Color Reader PRO mittarin ja Color Reader mobiilisovellusta käyttäen.

Kiva 6. Sävyyn mittaus Datacolor Color Reader PRO mittarilla (Kuva: Petri Manner 2023).

Aikaisemmin todettiin, että kokonaissävyyn muutos ilmoitetaan  $\Delta E$  arvona. Tämä ei kuitenkaan kerro mihin suuntaan sävy on muuttunut.  $L^*a^*b^*$  arvojen muutosta tarkastelemalla todetaan sävyynmuutoksen suunta.

$L^*$  arvo 0 on musta ja arvo 100 on valkoinen.  $a^*$  ilmaisee punaisen ja vihreän osuutta joissa  $-a^*$  on keskiakselista vihreään ja  $+a^*$  taas keskiakselista punaiseen päin. Negatiivinen  $-b^*$  arvo sijaitsee keskiakselin sinisen suuntaan ja vastaavasti  $+b^*$  on keltaisen puolella. (Finn 2021). Kuvassa 7. CIE  $L^*a^*b^*$  järjestelmän akselit väriavaruudessa.



Kuva 7.  $L^*a^*b^*$  akselit esitettynä kolmessa ulottuvuudessa (Kuva: Openclipart 2015).



## 6.4 Kiillon vertailu

Maalien kiiltoa mitataan vertaamalla maalipinnan kiiltoa mustan kiillotetun lasilevyn heijastamaan valomäärään, jota merkitään 100:lla. Yleisimmin mittaukseen käytetään valon heijastusta 60° kulmassa. (Tikkurila 2023b.).

Maalit ja lakat jaetaan 60° heijastuskulmassa mitatun kiillon mukaan ryhmiin (Tikkurila 2023b). Maalaus RYL 2012 ilmoittaa kiillot numeroina 1-6 joista 1 on täyskiiltävä ja 6 täyshimmeä. Alla olevassa taulukossa 7. ovat vertailtavissa kiiltojen nimet ja numerot.

Taulukko 7. Kiiltoryhmät mitattuna 60° kulmassa (Tikkurila 2023b).

<b>Kiiltoaste Maalaus RYL 2012 mukaan</b>	<b>Kiiltoasteen nimi</b>	<b>Kiiltoaste kiiltomittarin lukeman mukaan</b>
1	Täyskiiltävä	Yli 80 yksikköä
2	Kiiltävä	61–80 yksikköä
3	Puolikiiltävä	36–60 yksikköä
4	Puolihimmeä	11–35 yksikköä
5	Himmeä	6–10 yksikköä
6	Täyshimmeä	0–5 yksikköä

Kuluttajille tarkoitetuissa maalituotteissa kiilto ilmoitetaan usein vain nimellä (esimerkiksi silkinhimmeä) sekä tuotteen etiketissä että teknisissä tiedoissa. Tämä on kuitenkin melko epämääräinen tapa ilmaista kiiltoa. Tuotteen kiilto tai himmeys paljastuu vasta tuotteen maalaamisen ja kuivumisen jälkeen.

Ammattilaisille suunnattujen tuotteiden etiketeissä ja teknisissä tiedoissa käytetään kiiltona kiiltomittarin ilmoittama lukemaa. Etikettiin merkitty kiillon numeroarvo antaa tarkemman käsityksen tuotteesta ja helpottaa arkea työmailla, kun yhdellä vilkaisulla tietää minkä kiiltainen maali on kyseessä.

Pieni numeroarvo ilmaisee maalin olevan pohjamaalia tai himmeää pintamaalia. Kattomaalit ovat yleisemmin kiilloiltaan numeroina 2, 3 ja 5. Seinämaaleina käytetään yleisimmin tuotteita joiden kiillot ovat 7,12 tai 20. Puolikiiltävät ja sitä kiiltävämmät tuotteet ovat yleisimmin käytössä kalusteissa ja kiinteässä sisustuksessa kuten ovissa ja ikkunoissa.

Sivukiiltoa ei ilmoiteta maalituotteiden etiketeissä eikä teknisissä tiedoissa ja se ilmeneekin vasta tuotteen maalaamisen jälkeen visuaalisessa tarkastelussa. Joissain tuotteissa on voimakas sivukiilto, mutta se vähenee maalipinnan ikääntymässä. Voimakas sivukiilto ei ole toivottavaa koska se paljastaa alustan epätasaisuudet ja vaatii näin ollen laadukkaammat pohjatyöt. Tätä seikkaa ei välttämättä ole huomioitu työtä suunniteltaessa ja työselvitystä laadittaessa.

## 7 Vertailun tulokset

Kaikki vertailussa olleet maalituotteet maalattiin ohentamattomina. Teolliset maalit olivat helppoja maalattavuudeltaan ja antoivat hyvin työaikaa. Telalla levitettyt maalit eivät kuivuneet liian nopeasti, maalaajalla oli hyvin aikaa tasoittaa maalipinta tasoittajalla. Uulan Sisäpohjamaali ja puolihimmeä Sisustusmaali roiskuvat telatessa runsaasti. Teolliset maalit olivat lähes tuoksuttomia, vain Virtasen molemmissa maaleissa oli miellyttävä pellavaöljyn tuoksu.

Liimamaalin levittäminen telalla oli roiskumisen vuoksi hankalaa ja maalatessa se hylki Uulan sisäpohjamaalia. Kuivuttuaan liimamaali tasaantui kauniiksi peittäväksi pinnaksi. Yllätys oli kiinanpuuölymaalin tahmea maalattavuus verrattuna pellavaöljymaalain mukavaan notkeuteen.

### 7.1 Sävymittausten tulokset

Kaikki vertailun kohteena olevat nykyaikaiset teolliset maalit sisälsivät kuivuvaa öljyä ja oli odotettavissa maalien sävyn muuttumista. Mittaukset tehtiin jokaisesta maalista viidestä eri kohdasta ja mittarin  $L^*a^*b^*$  arvoista laskettiin keskiarvot.  $L^*a^*b^*$  arvojen muutoksista tarkasteltiin mihin suuntaan väri oli muuttunut.

Vertailtavien maalien sävyt mitattiin, kun mittari oli käytettävissä. Teolliset maalit mitattiin ensimmäisen kerran 3 vuorokautta maalaamisen jälkeen ja toisen kerran 35 vuorokauden kuluttua ensimmäisestä mittauksesta. Historialliset maalit mitattiin ensimmäistä kertaa 13 vuorokautta maalaamisen jälkeen ja toisen kerran 21 vuorokauden kuluttua ensimmäisestä mittauksesta. Kiinanpuuöljymaali kuivui erityisen hitaasti ja se oli ensimmäisessä mittauksessa paikoitellen vielä märkä. Alla olevasta taulukosta 8. huomataan, että ensimmäisessä mittauksessa kaikkien nykyaikaisten maalien lähin NCS-sävy oli S 0300-N.

Taulukko 8. Nykyaikaisten maalien sävymittausten keskiarvot, värimallit suuntaa antava.

Maali	NCS sävy 29.3.2023	1. L*a*b* Ka.	1. ΔE Kokoi- nais- muu- tos	NCS sävy 2.5.2023	2. L*a*b* Ka.	2. ΔE Kokoi- nais- muu- tos	Muutos L*a*b*	Muutos ΔE +arvo kasvanut -arvo pie- nentynyt
Uula Sisäpohja- maali, H	S 0300-N	L* 95.78 a* 0.18 b* 2.54	0.61	S 0300-N	L* 95.35 a* -0.03 b* 2.21	0.49	L* -0,43 a* (- 0,21) b* -0,33	-0,12
Uula Sisustus- maali, H	S 0300-N	L* 95.78 a* 0.46 b* 3.76	1.37	S 0300-N	L* 95.53 a* 0.66 b* 3.49	1.39	L* -0,25 a* +0,66 b* -0,27	+0,02
Uula Sisustus- maali, PH	S 0300-N	L* 96.32 a* 0.38 b* 3.70	1.23	S 0300-N	L* 96.17 a* 0.51 b* 3.41	1.51	L* -0,15 a* +0,13 b* -0,29	+0,28
Coloria Sisustus- maali, H	S 0300-N	L* 95.40 a* 0.32 b* 3.00	0.77	S 0502Y50R	L* 94.92 a* 0.82 b* 3.17	2.05	L* -0,48 a* +0,5 b* +0,17	+1.28
Virtasen Sisustus- maali, H	S 0300-N	L* 95.96 a* 0.04 b* 4.86	1.98	S 0300-N	L* 95.35 a* 0.41 b* 5.56	2.41	L* -0,61 a* +0,37 b* +1,08	+0,43
Coloria Remontti- maali, PH	S 0300-N	L* 95.38 a* 0.44 b* 3.34	0.79	S 0300-N	L* 95.28 a* 0.54 b* 2.94	0.66	L* -0,10 b* +0,10 b* -0,40	-0,13
Virtasen Seinä- maali, PH	S 0300-N	L* 95.88 a* 0.46 b* 3.84	1.21	S 0300-N	L* 95.69 a* 0.59 b* 3.18	0.95	L* -0,19 a* +0,13 b* -0,66	-0,26

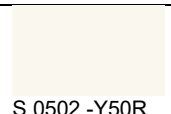
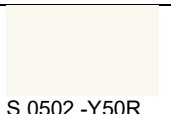

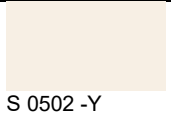

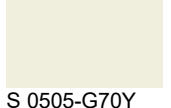
Vaikka ensimmäisessä mittauksessa kaikki teolliset maalit olivat lähinnä NCS sävyä S 0300-N, silmämääräisesti arvioituna sävyissä oli eroja. Lähimpänä sävyä S 0300-N oli Uula Sisäpohjamaali, jonka ΔE arvo oli 0,61. Virtasen sisustusmaali oli silmämääräisesti muita tutkittavia maalituotteita selkeästi keltaisempi.

Sen  $\Delta E$  sävyyn S 0300-N oli 1.98 ja väriavaruuden akselilla  $b^*$  arvo oli noin yhden yksikön suurempi keltaisen suuntaan kuin muilla tutkittavilla maalituotteilla.

Toisessa mittauksessa Colorian himmeä sisustusmaali oli muuttunut sävystä S 0300-N lähemmäksi sävyä S 0502 -Y50R. Silmämääräisesti arvioimalla sekä  $L^*a^*b^*$  arvojen muutoksesta havaittiin, että Colorian himmeän sisustusmaalin sävy oli muuttunut tummemmaksi ja punaisemmaksi. Muiden vertailussa olleiden teollisten maalien sävyjen muutokset olivat yllättävän pieniä. Pienimmät muutokset olivat Uulan tuotteilla ja Colorian puolihimmeällä Remonttimaalilla.  $L^*a^*b^*$  arvojen perusteella kaikkien teollisten maalien sävyt olivat hiukan tummuneet ja muuttuneet joko hieman punaisempaan tai kellanvihreään suuntaan.

Historiallisten maalien sävyt erosivat toisistaan, joka on nähtävissä taulukossa 9. Tämä oli odotettavissa koska liimamaalin pigmenttinä oli liitu ja molemmissa öljymaaleissa pigmenttinä oli titaanidioksidivalkoinen, joka on huomattavasti liitua valkoisempaa.

Taulukko 9. Historiallisten maalien sävymittausten keskiarvot, värimallit suuntaa antavia.

Maali	NCS sävy 11.4.2023	1. $L^*a^*b^*$ Ka.	1. $\Delta E$	NCS sävy 2.5.2023	2. $L^*a^*b^*$ Ka.	2. $\Delta E$	Muutos $L^*a^*b^*$	Muutos $\Delta E$ +arvo kas- vanut -arvo pie- nentynyt
Liima- maali	 S 0502 -Y50R	$L^* 92.28$ $a^* 0.98$ $b^* 4.82$	0.44	 S 0502 -Y50R	$L^* 92.02$ $a^* 1.15$ $b^* 4.34$	0.46	$L^* -0,26$ $a^* +0,17$ $b^* -0,48$	+0.02
Pel- lava- öljy- maali	 S 0502 -Y	$L^* 93.90$ $a^* 0.34$ $b^* 6.30$	0.40	 S 0502 -Y	$L^* 93.49$ $a^* -0.53$ $b^* 9.26$	1.74	$L^* -0,41$ $a^* -(-0,87)$ $b^* +2,96$	+1.34
Kiinan- puu- öljy- maali	 S 0300-N	$L^* 93.60$ $a^* 0.12$ $b^* 3.46$	1.21	 S 0505-G70Y	$L^* 94.15$ $a^* -0.85$ $b^* 7.84$	1.73	$L^* +0,55$ $a^* -(-0,97)$ $b^* +3,88$	+ 0.52

Liimamaalin sävy oli selkeästi öljymaaleja harmaampi ja sen kokonaismuutos kahden mittauksen välillä oli marginaalinen. Pellavaöljy-maali oli muita historiallisia maaleja keltaisempi jo maalattaessa.

Ensimmäisen ja toisen mittauksen  $L^*a^*b^*$  arvoja vertaamalla ja silmämääräisesti arvioimalla havaittiin sävyn tummuneen ja muuttuneen kellanvihreämmäksi, vaikka mittarin mukaan sävy on edelleen lähinnä sävyä NCS S 0502 -Y.

Kiinanpuuöljy oli jo öljytuotteena pellavaöljyä vaaleampaa ja kuivuneena maalinakin se oli ensimmäisessä mittauksessa pellavaöljymaalia vaaleampi. Toiseen mittaukseen sen sävy oli muuttunut lähemmäksi sävyä S 0505-G70Y. Silmämääräisesti arvioimalla sekä  $L^*a^*b^*$  arvojen muutoksesta voidaan todeta sävyn muuttuneen huomattavasti keltaisemmaksi.

## 7.2 Kiiltomittausten tulokset

Maalituotteiden kiillot mitattiin Tikkurila Oy:ltä lainatulla BYK-Gardner micro-TRI-gloss mittarilla, jonka kalibrointi oli suoritettu 6.3.2023. Kalibroinnin tarkastusväli on kolme kuukautta, joten mittaria ei kalibroitu tämän tutkimuksen yhteydessä. Maalien kiilto mitattiin kaksi kertaa ja tuloksesta huomioitiin mittarin  $60^\circ$  kulmassa antama lukema. Alla olevassa kuvassa 8 mitataan kiiltoa Colorian puoli-himmeästä remonttimaalista.



Kuva 8. Kiillon mittaus BYK-Gardner micro-TRI-gloss kiiltomittarilla (Kuva: Petri Manner 2023).

Vertailtavien maalien kiillot mitattiin, kun mittari oli käytettävissä. Mittaukset tehtiin jokaisesta maalista viidestä eri kohdasta ja arvoista laskettiin keskiarvo. Nykyaikaiset maalit mitattiin 15 vuorokautta maalaamisen jälkeen ja historialliset maalit 13 vuorokautta maalaamisen jälkeen. Toinen mittaus tehtiin kaikille maaleille 4.5.2023, 23 vuorokautta edellisen mittauksen jälkeen.

Yllätys oli Colorian puolihimmeän Remonttimaalin toisessa mittauksessa havaittu hiukan kiiltävämpi tulos, koska tavallisemmin maalit himmenevät ikääntyessään.

Taulukosta 10 käy ilmi, että teollisten maalien valmistajien ilmoittamat kiiltoasteet pitävät paikkansa vain Colorian himmeässä- ja puolihimmeässä tuotteessa sekä Virtasen puolihimmeässä tuotteessa. Muut teolliset maalit olivat valmistajan ilmoittamaa kiiltoastetta himmeämpiä. Kaikkien teollisten maalien mitatut kiiltojen muutokset olivat maltillisia.

Taulukko 10. Kiiltomittaustulosten keskiarvot

<b>Maali ja valmistajan ilmoittama kiiltoaste</b>	<b>1. Kiiltomittaus Ka. 11.4.2023</b>	<b>1. Mitatun kiiltoasteen nimi</b>	<b>2. Kiiltomittaus Ka. 4.5.2023</b>	<b>2. Mitatun kiiltoasteen nimi</b>	<b>Muutos +kiiltää enemmän -kiiltää vähemmän</b>
Uula Sisäpohjamaali, himmeä	2,16	Täys-himmeä	2,14	Täys-himmeä	-0,02
Uula Sisustusmaali, himmeä	2,28	Täys-himmeä	2,32	Täys-himmeä	+0,04
Uula Sisustusmaali, puolihimmeä	5,98	Himmeä	6,02	Himmeä	+0,04
Coloria Sisustusmaali, himmeä	6,84	Himmeä	6,60	Himmeä	-0,24
Virtasen Sisustusmaali, silkinhimeä	2,72	Täys-himmeä	2,76	Täys-himmeä	+0,04

Maali ja valmistajan ilmoittama kiiltoaste	1. Kiiltomittaus Ka. 11.4.2023	1. Mitatun kiiltoasteen nimi	2. Kiiltomittaus Ka. 4.5.2023	2. Mitatun kiiltoasteen nimi	Muutos +kiiltää enemmän -kiiltää vähemmän
Coloria Remonttimaali, puolihimmeä	13,96	Puoli-himmeä	15,26	Puoli-himmeä	+1,3
Virtasen Seinämaali, puolihimmeä	16,14	Puoli-himmeä	14,88	Puoli-himmeä	-1,56
Liimamaali	2,58	Täys-himmeä	2,36	Täys-himmeä	-0,22
Pellavaöljy-maali	40,10	Puoli-kiiltävä	25,04	Puoli-himmeä	-15,06
Kiinanpuuöljy-maali	2,52	Täys-himmeä	2,46	Täys-himmeä	+0,03

Historiallisten maalien kiilto mittaukset olivat liima- ja kiinanpuuöljymaalien osalta odotetut, arvot olivat jo ensimmäisessä mittauksessa täyshimmeitä. Pellavaöljy-maali oli himmentynyt kiilto mittarin puolikiiltävän lukemasta 40,10 puolihimmeän lukemaan 25,04. Pellavaöljymaalien näin nopea himmeneminen yllätti.

### 7.3 Visuaalisen tarkastelun tulokset

Visuaalisessa tarkastelussa tutkittiin työväliseen jättämää jälkeä maalipintaan yleis- ja sivuvalossa sekä tuotteiden sivukiiltoa. Vertailtavia maalituotteita tarkasteltiin tilassa kiinteänä olevan loisteputkivalaisimen yleisvalossa, mutta maalien eroja ei saatu taltioitua valokuvaamalla. Maalit näyttivät kuvissa samanlaisilta, vaikka silmämääräisesti ja kädellä tunnustelemalla maalipinnoissa oli eroja. Koska pellavaöljynmaalia ei ohennettu orgaanisella liuotteella tiedettiin sen olevan muita maaleja kiiltävämpi ja kiilto jätettiin huomioimatta vertailtaessa sitä visuaalisesti nykyaikaisiin maaleihin.

Tarkasteltaessa maaleja sivuvalossa käytettiin valaisimena Bosch Heavy Duty Professional GLI 18V-1900 akkuvalaisinta. Valaisin oli asetettuna noin 30° kulmaan suhteessa seinään ja noin 50 cm etäisyydelle tutkittavasta maalista valon

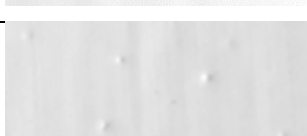
määrän ollessa valaisimen pienimmällä teholla. Suuremmalla teholla LED valaisin aiheutti valokuvaan raitoja. Valaisimen etäisyyttä ja kulmaa suhteessa tutkittavaan maaliin jouduttiin hiukan säätämään, jotta siveltimenjäljen struktuuri saatiin näkymään valokuvissa mahdollisimman hyvin.

Vertailtavia maaleja tarkastelivat kaksi Vantaan ammattiopisto Varian pintakäsittelyalan opettajaa. Tutkittavista maalituotteista sivuvalossa otetut valokuvat ja kuvat maalien sivukiilloista sekä opettajien tarkasteluissa tekemät huomiot ovat nähtävissä taulukoissa 11 ja 12.








Taulukon 11. kuvista huomataan, että teollisiin maalituotteisiin työvälineen jättämä jälki on matalin Uulan Sisäpohjamaalilla ja korkein Colorian puolihimmellä remonttimaalilla. Muiden teollisten maalien pintastruktuurin erot ovat kohtalaisen pieniä.



Taulukko 11. Vertailuun valittujen maalien struktuuri sivuvalossa ja pintakäsittelyalan opettajien visuaalisen tarkastelun huomioidut tuotteista.

Maali	Maali sivuvalossa	Huomioidut
Uula Sisäpohjamaali, H		Maalipinnassa matala siveltimenjälki, maali ei ollut täyttävää. Maalausalustan pienet epätasaisuudet selkeästi nähtävissä.
Uula Sisustusmaali, H		Maali täyttävää ja pinta kauniisti "lihava". Työvälineen jälki matala ja melko loiva.
Uula Sisustusmaali, PH		Maali täyttävää ja pinta kauniisti "lihava". Työvälineen jälki matala ja melko loiva.
Coloria Sisustusmaali, H		Maalipinnassa matala siveltimenjälki, mutta maali ei ollut täyttävää.
Virtasen Sisustusmaali, H		Maali täyttävää ja pinta kauniisti "lihava". Työvälineen jälki matala ja loiva.
Coloria Remonttimaali, PH		Työvälineen jälki karhea lähes "vakosamettimainen".
Virtasen Seinämaali, PH		Maali täyttävää ja pinta kauniisti "lihava". Työvälineen jälki matala ja loiva.
Liimamaali		Pinnassa liimamaalille tyypillinen erittäin kaunis, "lihava", matala ja loiva työvälineen jälki.
Pellavaöljy- jyymaali		Maalipinnassa työvälineen jälki kaunis, "lihava", matala ja loiva. Hitaan kuivumisen takia pinnassa runsaasti roskia.
Kiinan- puuöljy- maali		Maalipinnassa pellavaöljyymaalia korkeampi työvälineen jälki. Pinta silti "lihava". Hitaan kuivumisen takia pinnassa runsaasti roskia.

Taulukko 12. Kuvat teollisten maalien sivukiilloista ja pintakäsittelyalan opettajien visuaalisen tarkastelun huomioidut tuotteista.

Maali	Maali sivukiilto	Huomioidut
Uula Sisäpohjamaali, himmeä		Maalissa ei juuri lainkaan sivukiiltoa.
Uula Sisustusmaali, himmeä		Maalissa ei juuri lainkaan sivukiiltoa.
Uula Sisustusmaali, puolihimmeä		Maalissa kohtalainen sivukiilto.
Coloria Sisustusmaali, himmeä		Maalissa ei juuri lainkaan sivukiiltoa.
Virtasen Sisustusmaali, himmeä		Maalissa ei juuri lainkaan sivukiiltoa.
Coloria Remonttimaali, puolihimmeä		Maalissa voimakas sivukiilto.
Virtasen Seinämaali, puolihimmeä		Maalissa kohtalainen sivukiilto.

Voimakkain sivukiilto oli Colorian puolihimmeässä Remonttimaalissa. Myös puolihimmeissä Virtasen Seinämaalissa ja Uulan sisustusmaalissa oli kohtalaista sivukiiltoa. Kaikki nykyaikaiset täyshimmeät ja himmeät maalituotteet olivat lähes sivukiillottomia.

## 8 Johtopäätökset ja pohdinta

Opinnäytetyö tarkoituksena oli selvittää rakennusten suojelun periaatteita ja käytänteitä sekä pintakäsittelyä ohjaavia määräyksiä tutustumalla Maalaus RYL 2012:iin, VOC-asetukseen ja rakennusmateriaalien päästöluokitukseen M1. Vertailevalla tutkimuksella etsittiin historiallisia maalituotteita visuaalisesti muisuttavia suojeltujen rakennusten integriteettiä kunnioittavia nykyaikaisia tuotteita korvaamaan nykysäädösten rajoittamia alkuperäisiä maalituotteita katto- ja seinäpinnoille sisätiloissa.

Tutkimuksessa verrattiin kolmen kotimaisen valmistajan seitsemää vesiohenteista luonnonöljypohjaista maalituotetta alkuperäisiin liima-, kiinanpuu- ja pellavaöljymaaleihin.

Vertailussa mitattiin valkoisten teollisten maalien sävynmuutosta 35 vuorokauden ajanjaksolla. Sävy muutokset olivat pääsääntöisesti maltillisia, ainoastaan Colorian himmeä sisustusmaali oli muuttunut NCS värikartan mukaan tummempaan sävyyn.

Vaikka sävyn muutokset olivat vähäisiä, ne kuitenkin tapahtuivat suhteellisen lyhyessä ajassa. Tämä on ikävää koska maaleilla ei todennäköisesti pysty tekemään työmaa-aikaisia korjauksia, koska korjausmaalattu kohta erottuu pinnasta erisävyisenä. Vaurioitunut pinta esimerkiksi yksi seinä on maalattava kokonaan, joka vaatii työaikaa ja lisää kustannuksia.

Kiillon mittauksessa huomattiin, että seitsemästä tutkittavasta tuotteesta vain kolmella tuotteella valmistajan ilmoittama kiilto piti paikkansa. Mitattu kiilto oli näissä tapauksissa valmistajan ilmoittamaa kiiltoa himmeämpi. Tutkittavien nykyaikaisten maalien kiiltojen muutokset olivat pieniä. Maalien sivukiillon valokuvaaminen osoittautui erittäin vaikeaksi ja lukijan onkin luotettava opettajien huomioihin niistä.

Sivukiillot eivät olleet täyshimmeillä ja himmeillä maaleilla häiritseviä. Puolihimmeistä maaleista Colorian remonttimaalilla oli voimakkain sivukiilto. Uulan puolihimmeän sisustusmaalin sivukiilto oli kohtalaisen voimakas, vaikka maalin mitattu kiilto oli himmeä.

Siveltimen struktuuria verrattaessa ei nykyaikaisissa maaleissa ollut suuria eroja. Eniten muista erottuivat Uulan Sisäpohjamaalin erittäin matala- ja Colorian puolihimmeän remonttimaalin karkea ”vakosamettimainen” sivellinjälki.

Liimamaalille tyypillistä matalaa ja lihavaa pintaa ei onnistuttu saavuttamaan millään vertailussa mukana olleella tuotteella. Nykyaikaisten teollisten maalituotteen pinnan struktuuri ei täysin vastannut liimamaalin loivan pehmeää pintaa, vaikka tuotteet maalattiin runsaalla maalilla ja pehmeällä siveltimellä, jonka tarkoituksena oli jättää pintaan pehmeä jälki. Toisaalta erityisesti katoissa käytettyä liimamaalipintaa ei katsota kovin läheltä ja alkuperäisillä menetelmillä maalattu oikean kiiltoinen- ja värinen maalipinta kunnioittaisi suojeltujen rakennusten integriteettiä. Tutkittavista maaleista oikeaan sävyyn sävytettynä lähimpänä valkoista liimamaalia olisivat himmeydeltään ja siveltimenjäljen struktuuriltaan tavanomaisiin rasituksiin tarkoitettu Uulan himmeä Sisustusmaali (RL 2) ja suuriin rasituksiin tarkoitettu Virtasen silkinhimeä sisustusmaali (RL 3). Kummasakaan tuotteessa ei ollut juuri lainkaan sivukiiltoa.

Myöskään öljymaalille ei löytynyt täysin vastaavaa tuotetta tämän tutkimuksen menetelmillä. Vertailuun valitut keinokuitusivellin ja -tasoittaja olivat liian pehmeä harjaksisia kummallekin öljymaalille. Molemmat öljymaalit valuivat paikoitellen, koska valituilla työvälaineillä oli vaikea saada maalia maalatuksi tarpeeksi ohutta kerrosta. Vertailussa öljymaaleille olisi sopinut paremmin perinteiset kovemmat luonnonharjassivellin ja -tasoittaja, vaikka nykyaikaiset vesiohenteiset maalituotteet olisikin maalattu keinokuitusiveltimillä.

Historiallisia öljymaaleja on perinteisesti käytetty kohteissa, jotka ovat altistuneet erilaisille rasituksille kuten mekaaniselle kulutukselle ja pesuille.

Nykymääräysten mukaan tämänkaltaiset kohteet luokitellaan suuriin- tai erittäin suuriin rasiin. Tutkittavista maaleista tämän vaatimuksen täyttävät Uulan puolihimmeä sisustusmaali (RL 3), Colorian Sisustusmaali (RL 3) ja Colorian remonttimaali (RL 4) sekä Virtasen silkinhimmeä Sisustusmaali (RL 3) ja Virtasen Seinämaali (RL 4).

Koska tiedetään että pellavaöljymaalia on ohennettu maalin himmentämiseksi ja se himmenee ikääntyessään ja että kiinanpuuöljymaali on heti kuivuttuaan himmeää, voidaan olettaa alkuperäisten öljymaalien kiillon olleen kohtalaisen himmeää. Uuden maalituotteen valintaan vaikuttaa sekä kohteen rasiinluokka että haluttu kiilto. Öljymaalien rasiinluokkaan sopivista maaleista lähimpänä öljymaaleja siveltimenjäljen struktuurin huomioon ottaen olivat Uulan puolihimmeä sisustusmaali (RL 3, kiilto n.6) ja Virtasen silkinhimmeä Sisustusmaali (RL 3, kiilto n.3) ja Virtasen puolihimmeä Seinämaali (RL 4, kiilto n.15). Rasiinluokan 3 tuotteista maltillisempi sivukiilto oli himmeämmällä Virtasen silkinhimeällä Sisustusmaalilla. Tutkimuksessa öljymaaleja vastaavat nykyaikaisten tuotteiden maalipinnat olivat kuitenkin kauniita ja Virtasen tuotteissa oli mukavasti pellavaöljyn tuoksua.

Huomioina voidaan painottaa, Virtasen tuotteiden kaunista maalipintaa ja sitä ettei niissä ollut lainkaan allergiaa aiheuttavia säilöntäaineita. Molemmat Virtasen maalit olivat myös maalattessa miellyttäviä tuttavuuksia, toisin kuin Uulan Sisäpohjamaali ja puolihimmeä Sisustusmaali, jotka roiskuivat runsaasti telalla maalattessa. Kuitenkin myös Uulan maalituotteissa oli kaunis maalipinta.

Colorian molempien maalituotteiden peittokyky oli verrattavissa muihin vertailun kohteena oleviin nykyaikaisiin tuotteisiin, vaikka kuiva maalipinta oli ohuen oloinen, joka ei välttämättä tyydyttäisi vaativaa makua. Lisäksi Colorian puolihimmeän Remonttimaalin kiillon mittaukset viidestä eri kohdasta tuottivat erituloksia, joka on nähtävissä liitteessä 2. Jäin pohtimaan kiiltoeroja: Onko mahdollista, että suuremmalla pinnalla esiintyy epätasaisuuksia kiillon suhteen? Saataako olla tarpeen maalata useamman kerroksen saavuttaakseen tasakiiltoisen lopputuloksen?

Huolimatta siitä, ettei täysin alkuperäisiä maalituotteita vastaavia pintoja saatu aikaiseksi tutkimuksessa mukana olleilla tuotteilla, puoltaa niiden käyttöä suoje-lukohteissa se, että ne täyttävät nykyiset pintakäsittelyä koskevat määräykset sekä niiden kotimaisuus ja helppokäyttöisyys. Jatkossa tämän kaltainen tutki-mus olisi mielenkiintoista tehdä lattiamaaleille, jotka alkuperäisesti ovat olleet al-kydi- tai öljypohjaisia eivätkä siis täytä nykyisiä pintakäsittelylle asetettuja vaati-muksia.

## Lähteet

Coloria n.d. Sisämaalit. <<https://www.coloria.fi/sisamaalit/> > (luettu 11.4.2023).

Datacolor 2023. Colorreader. Products. Colorreader Pro. <<https://www.datacolor.com/colorreader/products/colorreader-pro/>> (luettu 4.4.2023).

Finn, J. 2021. Alpolic. How Is Color Measured? Calculating Delta E <<https://www.alpolic-america.com/blog/how-is-color-measured-calculating-delta-e/>> (luettu 2.4.2023).

Hengitysliitto n.d. Sisäilman epäpuhtaudet ja hajut. < <https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/sisailman-laatu/sisailman-epapuhtaudet-ja-hajut/> > (luettu 28.3.2023).

Järvelä, J. 1948. Maalarin aine- ja ammattioppi. Porvoo: WSOY.

Korjaustaito n.d. Kulttuuriperinnön vaalimisen eurooppalaiset standardit. < <https://www.korjaustaito.fi/fi/periaatteet-ja-kasitteet/kulttuuriperinnon-vaalimisen-eurooppalaiset-standardit> > (luettu 22.3.2023).

Lainio, J. 1996. Moniaita osoituksia, kuinka tavallisempiin maalauksiin käytettävät öljymaalit ennen valmistettiin. Forssa: Kustannus Oy Hakkuri.

Laki rakennusperinnön suojelemisesta 2010/498. Helsinki 4.6.2010. < <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100498>> (luettu 16.3.2023).

Lehtonen, S. 1939. Maalaus. Työohjeita kotien ja ammattiopetuksen tarpeiksi. kuudes painos. Helsinki: Otava.

Lehtonen, S. 1910. Maalaustyöt I. Työt kotitarpeiksi. Helsinki: Raittiuskansan kirjapaino.

Maalaus RYL 2012. Rakennustieto Oy. Viro 2011.

Maankäyttö ja rakennuslaki 1999/132. Helsinki 5.2.1999. < <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maank%C3%A4ytt%C3%B6%20ja%20rakennuslaki>> (luettu 16.3.2023).

Museovirasto n.d. Rakennetun kulttuuriperinnön restaurointi ja hoito. <<https://museovirasto.fi/fi/kulttuuriymparisto/rakennettu-kulttuuriymparisto/rakennetun-kulttuuriperinnon-restaurointi-ja-hoito>> (luettu 4.4.2023).

Openclipart 2015. CIE Lab colorspace as coordinate system (B1). <<https://openclipart.org/detail/218706/cie-labs-colorspace-as-coordinate-system-b1>> (luettu 11.4.2023).

Perustuslaki 1999/731. Helsinki 11.6.1999. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>> (luettu 16.3.2023).

Rakennustieto n.d. M1-Luokitus. <<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/ymparistopalvelut/m1-luokitus>> (luettu 31.3.2023).

Setälä, V. & Esti, A.1938. Oma maalarini. Helsinki: Otava.

SFS-EN 15898:2019. Kulttuuriperinnön vaaliminen. Tärkeimmät yleiset termit ja määritelmät. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Söderlund, R. 1922. Värit ja maalaus. Porvoo: WSOY.

Teknos 2023. Pieni maalisanasto. <<https://www.teknos.com/fi-FI/kuluttajat-ja-ammattilaiset/maalausohjeet/pieni-maalisanasto/>> (luettu 1.5.2023).

Terveysturvallisuuslaki 1994/763. Helsinki 19.8.1994. < <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>> (luettu 28.3.2023).



Tikkurila 2023a. Tuotehistoria. Artikkele. <<https://tikkurila.fi/pro/artikkeli/tuotehistoria>> (luettu 18.4.2023).

Tikkurila 2023b. Mitä ovat kiiltoasteet? Artikkele. <<https://tikkurila.fi/pro/artikkeli/mita-ovat-kiiltoasteet>> (luettu 12.4.2023).

Tikkurila 2023c. Sisäseinämaalien käyttöturvallisuusohje allergisille ja herkille kuluttajille. <<https://tikkurila.fi/tuotteet/sisaseinamaalien-kayttoturvallisuusohje-allergisille-ja-herkille-kuluttajille>> (luettu 24.4.2023).

Tukes 2022. Tuote-VOC-asetuksen mukainen poikkeuslupahakemus. <<https://tukes.fi/tuote-voc-rakennus-ja-korjausmaalit/tuote-voc-poikkeuslupa>> (luettu 21.3.2023).

Työturvallisuuslaki 2002/738. Helsinki 23.8.2002. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L6P52>> (luettu 28.3.2023).

Uula n.d. Maalit ja tuotteet. Sisämaalit. <<https://uula.fi/tuotekategoria/sisamaalit/>> (luettu 11.4.2023).

Valtioneuvoston asetusorganisten liuottimien käytöstä eräissä maaleissa ja laikoissa sekä ajoneuvojen korjausmaalaustuotteissa aiheutuvien haihtuvien organisten yhdisteiden päästöjen rajoittamisesta 2022/189. Helsinki 24.3.2022. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2022/20220189>> (luettu 28.3.2023).

Virtasen maalitehdas n.d. Maalit. Sisämaalaus. <[https://www.virtasenmaalitehdas.fi/maalit/?wpv\\_view\\_count=131-TCPID7&tuotetyyppi=0&kohde=sisamaalaus](https://www.virtasenmaalitehdas.fi/maalit/?wpv_view_count=131-TCPID7&tuotetyyppi=0&kohde=sisamaalaus)> (luettu 11.4.2023).

Voutilainen, O. 1970. Maalaustekniikka. Lahti: Lahden kirjapaino ja sanomalehti osakeyhtiö.

Yleiset maalaustyömääritelmät.1951. Suomen maalarimestariliiton Tampereen osasto. Tampere.

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 2015/216. Helsinki 12.3. 2015. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/akup/2015/20150216?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=216%2F2015>> (luettu 20.3.2023).

## Liitteet

### Mitatut L\*a\*b\* arvot ja niiden keskiarvot

Taulukko 13. Sävymittausten L\*a\*b\* arvot sekä niistä lasketut keskiarvot.

Maali	1. L*a*b* Ka. 29.3.2023	1. Ka	2. L*a*b* Ka. 2.5.2023	2. Ka
Uula Sisäpohjamaali, H	L* 95.8, 95.7, 95.6, 95.9, 95.9 a* 0.2, 0.2, 0.3, 0.1, 0.1 b* 2.7, 2.5, 2.4, 2.6, 2.5	L* 95,78 a* 0,18 b* 2,54	L* 95.34, 95.27, 95.34, 95.40, 95.37 a* -0.01, -0.09, 0.04, -0.05, -0.03 b* 2.08, 2.24, 2.28, 2.32, 2.12	L* 95.35 a* -0.03 b* 2.21
Uula Sisustusmaali, H	L* 95.8, 95.9, 95.9, 95.9, 95.4 a* 0.4, 0.5, 0.4, 0.5, 0.5 b* 3.7, 3.8, 3.7, 3.8, 3.8	L* 95,78 a* 0,46 b* 3,7	L* 95.66, 95.49, 95.50, 95.43, 95.57 a* 0.77, 0.74, 0.54, 0.59, 0.66 b* 3.59, 3.56, 3.42, 3.42, 3.46	L* 95.53 a* 0.66 b* 3.49
Uula Sisustusmaali, PH	L* 96.3, 96.4, 96.4, 96.5, 96.3 a* 0.3, 0.4, 0.4, 0.5, 0.3 b* 3.7, 3.7, 3.7, 3.8, 3.6	L* 96,32 a* 0,38 b* 3,70	L* 96.23, 96.18, 96.15, 96.24, 96.07 a* 0.55, 0.54, 0.53, 0.55, 0.37 b* 3.40, 3.44, 3.39, 3.43, 3.38	L* 96.17 a* 0.51 b* 3.41
Coloria Sisustusmaali, H	L* 95.3, 95.5, 95.3, 95.4, 95.6 a* 0.3, 0.3, 0.2, 0.3, 0.5 b* 3.0, 3.0, 2.9, 3.1, 3.0	L* 95,40 a* 0,32 b* 3,00	L* 94.11, 95.13, 95.13, 95.10, 95.13 a* 1.99, 0.54, 0.53, 0.46, 0.60 b* 4.25, 2.94, 2.85, 2.91, 2.92	L* 94.92 a* 0.82 b* 3.17
Virtasen Sisustusmaali, H	L* 96.0, 95.9, 96.0, 95.9, 96.0 a* 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.2 b* 5.0, 4.8, 4.9, 4.8, 4.8	L* 95,96 a* 0,04 b* 4,86	L* 95.32, 95.35, 95.28, 95.43, 95.39 a* 0.08, 0.50, 0.42, 0.55, 0.49 b* 4.89, 4.59, 4.45, 4.58, 4.31	L* 95.35 a* 0.41 b* 4.56
Coloria Remonttimaali, PH	L* 95.5, 95.5, 95.4, 95.4, 95.5 a* 0.5, 0.5, 0.3, 0.4, 0.4 b* 3.5, 3.4, 3.2, 3.3, 3.3	L* 95,38 a* 0,44 b* 3,34	L* 95.29, 95.22, 95.30, 95.28, 95.32 a* 0.54, 0.56, 0.56, 0.43, 0.59 b* 2.98, 2.91, 2.96, 2.90, 2.96	L* 95.28 a* 0.54 b* 2.94
Virtasen Seinämaali, PH	L* 95.8, 95.9, 95.9, 95.8, 96.0 a* 0.4, 0.5, 0.4, 0.5, 0.5 b* 3.9, 3.8, 3.8, 3.8, 3.9	L* 95,88 a* 0,46 b* 3,84	L* 95.56, 95.76, 95.63, 95.76, 95.72 a* 0.52, 0.71, 0.51, 0.66, 0.55 b* 3.23, 3.27, 3.17, 3.12, 3.10	L* 95.69 a* 0.59 b* 3.18

Taulukko 14. Sävymittausten L\*a\*b\* arvot sekä niistä lasketut keskiarvot.

Maali	1. L*a*b* Ka. 11.4.2023	1. Ka	2. L*a*b* Ka. 2.5.2023	2. Ka
Liimamaali	L* 92.2, 92.3, 92.3, 92.3, 92.3 a* 0.9, 1.0, 0.9, 1.1, 1.0 b* 4.8, 5.0, 4.9, 4.6, 4.8	L* 92,28 a* 0,98 b* 4,82	L* 92.00, 92.16, 91.99, 92.09, 92.17 a* 1.01, 1.26, 1.17, 1.19, 1.09 b* 4.46, 4.35, 4.19, 4.30, 4.39	L* 92.02 a* 1,15 b* 4,34
Pellavaöljymaali	L* 94.0, 93.9, 94.0, 93.6, 94.0 a* 0.4, 0.3, 0.4, 0.4, 0.2 b* 6.3, 6.4, 6.3, 6.4, 6.1	L* 93,90 a* 0,34 b* 6,3	L* 93.71, 93.53, 93.42, 93.31, 93.49 a* -0.32, -0.90, -0.32, -0.57, -0.53 b* 8.01, 9.88, 9.19, 9.55, 9.67	L* 93.49 a* -0.53 b* 9.26
Kiinanpuuöljymaali	L* 94.7, 94.7, 94.4, 94.4, 94.8 a* 0.1, 0.1, 0.2, 0.1, 0.1 b* 3.5, 3.4, 3.4, 3.5, 3.5	L* 93,6 a* 0,12 b* 3,46	L* 94.10, 94.45, 93.84, 94.12, 94.21 a* -0.77, -0.76, -1.17, -0.85, -0.69 b* 8.03, 8.27, 7.80, 7.96, 7.39	L* 94.15 a* -0.85 b* 7.84

## Mitatut kiillot ja niiden keskiarvot

Taulukko 15. Kiiltomittausten arvot sekä niistä lasketut keskiarvot.

Maali	1. Kiiltomittaus 60° 11.4.2023	1. Ka	2. Kiiltomittaus 60° 4.5.2023	2. Ka
Uula Sisä-pohjamaali, H	2,2, 2,2, 2,2, 2,1, 2,1	2,16	2,2, 2,1, 2,2, 2,1, 2,1	2,14
Uula Sisustus-maali, H	2,3, 2,3, 2,3, 2,3, 2,2	2,28	2,3, 2,2, 2,3, 2,3, 2,5	2,32
Uula Sisustus-maali, PH	5,8, 6,0, 6,2, 6,0, 5,9	5,98	5,9, 6,0, 6,0 5,9, 6,3	6,02
Coloria Sisustus-maali, H	6,8, 6,9, 6,8, 7,4, 6,3	6,84	6,6, 6,5, 6,6, 6,3, 7,0	6,6
Virtasen Sisustus-maali, H	2,8, 2,7, 2,7, 2,8, 2,6	2,72	2,7, 2,7, 2,8, 2,8, 2,8	2,76
Coloria Remontti-maali, PH	13, 3, 11,9, 12,6, 16,5, 15,5	13,96	16,5, 15,5, 11,3, 15,6, 12,9	15,26
Virtasen Seinä-maali, PH	14,8, 15,9 16,8, 17,6, 15,6	16,14	15,0, 15,8, 15,5, 15,7, 12,4	14,88
Liima-maali	2,6, 2,6, 2,5, 2,6, 2,6	2,58	2,3, 2,3, 2,4, 2,4, 2,4	2,36
Pellava-öljy-maali	31,3, 35,2, 49,4, 41,4, 43,2	40,10	23,3 23,9, 24,9. 28,6, 24,5	25,04
Kiinanpuu-öljy-maali	2,6, 2,4, 2,5, 2,6. 2,5	2,52	2,5, 2,5, 2,4, 2,4, 2,5	2,46