



Camilla Jalova

X-Rite Benchtop Sphere Ci7600 -spektrofotometrin käyttöönotto

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

17.4.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Camilla Jalova
Otsikko:	X-Rite Benchtop Sphere Ci7600 -spektrofotometrin käyttöönotto
Sivumäärä:	41 sivua + 2 liitettä
Aika:	17.4.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine:	Bio- ja elintarviketekniikka
Ohjaajat:	Hankinnan ja tuotekehityksen johtaja Clément Laplace Yliopettaja Jukka Niiranen

Opinnäytetyön aiheena oli X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometrin käyttöönotto laadunvalvonnan tueksi värimäärityksessä sekä käyttöohjeiden laadinta laitteelle. Opinnäytetyö toteutettiin kosmetiikka-alan yritykselle Oy Transmeri Logistics Ab:lle. Spektrofotometrinen värimääritys haluttiin laadunvalvonnan tarkentamiseksi nykyisen silmämääräisen värin tarkastelun tilalle. Opinnäytetyössä määritettiin spektrofotometrin toimintaa neljän eri tuotteen avulla ja aihe rajattiin koskemaan värihallintaa laadunvalvonnassa.

Laadunvalvontaa kehitettiin spektrofotometrisillä mittauksilla värien määrittämiseksi näytteistä. Spektrofotometri tulkitsee näytteen väriä CIELab-väriavaruusmallin mukaan, jolloin jokaiselle mitatulle värille luodaan koordinaatit väriavaruusmalliin. Opinnäytetyössä tehdyt mittaukset toteutettiin hyödyntäen sekä heijastus- että läpäisymittauksia tulosten luotettavuuden, toistettavuuden sekä mittausepävarmuuden selvittämiseksi. Neljä valittua näytettä analysoitiin laitteen mittaustapojen mukaan ja saatuja tuloksia verrattiin mitattuihin standardeihin. Toleranssi valittiin hyväksyttävyyden mukaan, ja tuloksia tulkittiin valittujen raja-arvojen kautta.

Hyväksymistoleranssiksi valittiin 2,00 ja marginaaliksi 0,2. Tuloksena saatiin laitteen antavan toistettavia sekä luotettavia tuloksia mittaustavasta riippumatta. Mittausepävarmuus on pieni, jolloin tuloksissa ei ole havaittavissa merkittävää epävarmuutta rinnakkaismittauksissa. Yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan jokaisen tuotteen kohdalla ainakin yksi näyte eroaa tilastollisesti merkitsevästi, mikä on selitettävissä mahdollisella eräkohtaisella vaihtelulla. Johtopäätöksenä määritetyt toleranssit ovat riittävän tarkkoja, ja laitteen antamat tulokset ovat hyödynnettävissä laadunvalvonnassa. Yrityksen tulee kuitenkin seurata mittaustulosten hyväksyttävyyttä toleranssirajan sopivuuden tulkittamiseksi jokaisella uudella mitattavalla tuotteella.

Opinnäytetyön tulosten perusteella voidaan todeta spektrofotometrin antavan luotettavia tuloksia värimäärityksessä, ja menetelmä voidaan ottaa käyttöön luotettavasti laadunvalvonnan menetelmäksi.

Avainsanat: CIELab, spektrofotometri, värihallinta

Abstract

Author: Camilla Jalova
Title: Commissioning of X-Rite Benchtop Sphere Ci7600 spectrophotometer
Number of Pages: 41 pages + 2 appendices
Date: 17 April 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major: Biotechnology and Food Engineering
Supervisors: Clément Laplace, Head of Sourcing and Product Development
Jukka Niiranen, Principal Lecturer

The aim of the thesis was to commission the X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 spectrophotometer to develop color management quality control and to prepare operating instructions for the device. The thesis was submitted for a cosmetics company Oy Transmeri Ab. Spectrophotometric color determination was needed to refine quality control and to replace the current visual color control. In the thesis, the function of the spectrophotometer was determined with four different products and the topic was limited to color management in quality control.

Quality control was developed using spectrophotometer measurements to determine colors in the samples. The spectrophotometer interprets the color of the sample according to the CIELab color space, creating separate coordinates for each measured color according to the color space. The measurements of the thesis were made using both Reflection and Transmission measurements to determine the reliability, reproducibility, and measurement uncertainty of the results. Four selected samples were analyzed according to the measurement methods of the device and the obtained results were compared with the measured standards. Tolerance was chosen according to acceptability, and results were interpreted through selected limit values.

The acceptance tolerance was chosen to be 2.00 and the margin 0.2. As a result, the device gave reproducible and reliable results regardless of the measurement method. The measurement uncertainty is small thus, there is no significant uncertainty in the results in parallel measurements. According to the single factor analysis of variance for each product, at least one sample differs statistically significantly, which can be explained by possible batch variation. In conclusion, the tolerances determined are sufficiently accurate, and the spectrophotometer results can be utilized in quality control. The company should track the acceptability of the measurement results to interpret the suitability of the tolerance limit for each new product.

On the basis of the results of the thesis, it can be stated that the spectrophotometer gives reliable results in color determination, and the method can be reliably introduced as a quality control method.

Keywords: CIELab, Spectrophotometer, Color management

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Värinhallinta	2
2.1	Pintaominaisuuksien vaikutus värinhallintaan	4
2.2	Värinhallintaan käytettävät menetelmät	5
2.3	Spektrofotometri värinhallinnassa	6
3	X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometri	10
3.1	Heijastus- ja läpäisymittausten erot	12
4	Käyttöönotto ja käyttöohjeiden laadinta	13
4.1	Menetelmät ja materiaalit	14
4.2	Laitteen kalibrointi	16
4.3	Heijastus- ja läpäisymittaukset	17
4.3.1	Heijastusmittaus	17
4.3.2	Läpäisymittaus	20
4.4	Käyttöohjeiden laadinta	22
5	Tulosten tarkastelu	23
5.1	OFF! Active pehmeä hyttys­suihke 100 ml -mittaustulokset	23
5.2	Four reasons Brilliant color conditioner 300 ml -mittaustulokset	26
5.3	Four reasons Nature Volume conditioner 250 ml -mittaustulokset	30
5.4	Dermosil Volumizing shampoo 250 ml -mittaustulokset	33
6	Yhteenveto	37
	Lähteet	39

Liitteet

Liite 1: X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometrin käyttöohjeet

Liite 2: Näytteiden spektrikäyrät

Lyhenteet

- CIE: The Commission International de l'Eclairage. The International Commission on Illumination. Komissio maailmanlaajuiselle yhteistyölle ja tiedonvaihdolle valon, värin, näön, kuvateknologisen tieteen ja taiteen aloille.
- cmc: Calibration and Measurement Capability Uncertainty. Kalibrointi- ja mittauskyvyn epävarmuus, jota käytetään tunnistamaan värien hyväksyttävyyttä standardiin verrattaessa.
- Lab: $L^*a^*b^*$. Väriavaruuden mallinnus värierojen tunnistamiseksi vaaleuden ja väriakselien kautta.
- MS_B: Mean Sum of squares Between groups. Ryhmien välinen eli näytteiden välinen keskimääräinen neliösumma, joka saadaan jakamalla neliösumma vapausasteiden lukumäärällä.
- MS_w: Mean Sum of squares Within groups. Ryhmien sisäinen eli rinnakkaisten mittausten keskimääräinen neliösumma, joka saadaan jakamalla neliösumma vapausasteiden lukumäärällä.
- SCE: Specular Excluded. Spektrofotometrin pallon heijastusportin asento, jolla voidaan huomioida näytteen pinnan kiillon aiheuttama vaikutus värimittaukseen.
- SCI: Specular Included. Spektrofotometrin pallon heijastusportin asento, jolla poistetaan näytteen pinnan heijastuksen vaikutus värimittaukseen.
- S_r: Relative Standard Deviation. Suhteellinen keskihajonta.
- u: Uncertainty. Mittausepävarmuus määritetään prosentuaalisena osuutena, jolle tulokset asettuvat 95 %:n todennäköisyydellä.

μ : Luotettavuus. Mittaustulosten keskiarvo \pm luotettavuustaso, joka määritetään t-jakauman arvon, mittausten lukumäärän ja keskihajonnan avulla.

1 Johdanto

Opinnäytetyö käsittelee pakkausmateriaalien ja kosmetiikkatuotteiden värinhallintaa spektrofotometriä hyödyntäen. Spektrofotometrinen mittaus perustuu tutkittavan näytteen kykyyn absorboida ja heijastaa siihen kohdistettua sähkömagneettista säteilyä. Säteilyn intensiteettiä mitataan, jolloin saadaan määritettyä näytteen takaisin heijastamat ja siihen absorboituneet valon intensiteetit eri aallonpituuksilla. Näytteen väri saadaan tunnistettua tarkasti aallonpituuksien mukaan. [1, s. 46, 48, 49.] Vertaamalla eräkohtaisesti eri tuotteiden spektrofotometrisissä mittauksessa saatuja arvoja pystytään näkemään pienetkin muutokset värien tasalaatuisuudessa. Tuotteiden sekä pakkausten värit ovat tärkeä osa brändinhallintaa.

Työ on toteutettu Oy Transmeri Logistics Ab:lle laadunvalvonnan yksikköön. Oy Transmeri Logistics Ab on vuonna 2014 perustettu yritys. Se syntyi vuonna 1928 perustetun suomalaisen perheyhtiön Transmerin muututtua konserniksi. Yrityksen tuotanto- ja logistiikkakeskus vastaa tuotekehitys-, hankinta-, valmistus- ja logistiikkapalveluista hygienia-, kosmetiikka- ja kampaamotuotteille sekä puhdistus- ja pesuaineille kotiin sekä teollisuuteen. Yrityksen vastuullisen ja kestävän toiminnan taustalla ovat sertifikaatit standardien ISO 14001:2015, ISO 9001:2015 ja ISO 22716:2007 mukaisesti sekä Ecocert Cosmos -luonnonkosmetiikan sertifikaatti. Lisäksi yritys on osana Kemianteollisuuden Responsible Care -vastuullisuusohjelmaa. [2, s. 3, 15.]

Opinnäytetyössä syvennytään värinhallinnan teoriaan sekä värinhallinnassa käytettyihin menetelmiin ja otetaan käyttöön yritykseen hankittu X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometri. Spektrofotometrin käyttöönotto suoritetaan laadunvarmistuksen kehittämiseksi ja tuotteiden värimuutosten seuraamiseksi. Valituilla pakkausmateriaaleilla sekä kosmetiikkatuotteilla varmistetaan laitteen toimivuus ja mittaustulosten toistettavuus sekä luotettavuus. Lisäksi arvioidaan eri tuotteiden vaatimien spektrofotometrinen mittausmenetelmien toimintaa. Tutkittaviksi näytteiksi valittiin kolme pakkausmateriaalia ja yksi shampootuote.

Poikkeaviin värimuutoksiin pystytään puuttumaan spektrofotometrin antamien tulosten perusteella, sillä tuloksilla saadaan selville tarkasti poikkeavuuden suunta. Lisäksi pystytään tallentamaan luotettavaa dataa laadunmäärittämisestä värimuutosten seuraamiseksi pidemmällä aikavälillä.

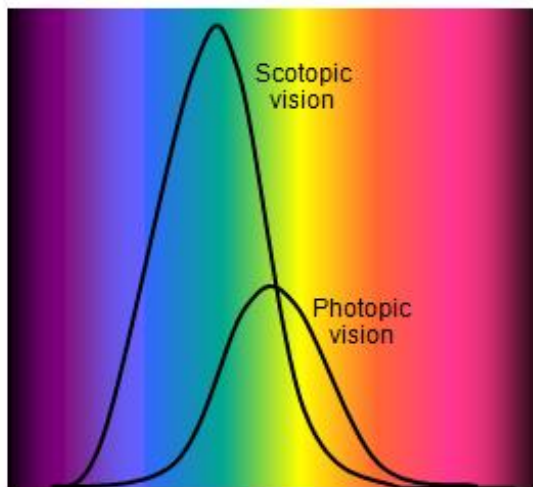
Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä värinhallintaan spektrofotometriä hyödyntäen. Käyttöönoton yhteydessä tehtävien testien ja tutkimusten ohella luodaan käyttöohjeet laitteelle, jotta yrityksen laadunvalvontaa pystytään suorittamaan spektrofotometriä hyödyntäen myös tulevaisuudessa.

2 Värinhallinta

Valo on sähkömagneettista säteilyä, joka etenee aaltoliikkeenä. Sähkömagneettisen säteilyn eri aallonpituudet muodostavat värisävyjä, jotka asettuvat näkyvälle spektrialueelle 400–700 nm. Näkyvistä väreistä punainen väri on pitkäaaltoisinta ja violetti lyhytaaltoisinta. Kun valkoinen päivänvalo heijastetaan kulkemaan esimerkiksi prisman läpi, prisma taittaa säteet aallonpituuksien mukaan muodostaen värien kirjon. [3, s. 10.]

Värien spektrijakauma kuvastaa aallonpituuksien suhdetta kokonaissäteilyn osuuteen mitattavasta näytteestä. Spektrijakaumasta voidaan nähdä eri säteilyalueet. Sävyttyneitä näytteitä voidaan neutraloida erilaisin menetelmin ja näin ollen vaikuttaa näkyvään lopputulokseen. [3, s. 19–20.] Kokonaissäteilyn osuus prosentteina kertoo absorboituneesta ja heijastuneesta säteilystä [4, s. 9]. Täysin musta väri absorboi 100 % kohdistetusta valosta [5]. Täysin puhdas valkoinen voi heijastaa yli 100 % kohdistetusta valosta takaisin sen sisältäessä fluoresoivia komponentteja [6, s. 2]. Pakkausmateriaaleissa on tärkeää huomioida tekstin spektrijakauman suhde pohjan spektrijakaumaan. Turvallisuuteen ja kriittisiin käyttöohjeisiin liittyvien tekstien tulee olla selvällä tummuuserolla pohjaväriin nähden. Näin ollen tekstit ovat havaittavissa heikommassakin valaistuksessa. [3, s. 20.]

Silmämääräisesti tarkasteltuna kaksi vihreän sävyä voivat vaikuttaa samoilta, mutta todellisuudessa spektrijakaumaa tarkasteltaessa poikkeama onkin huomattava. Näköaistimus syntyykin sähkömagneettisen säteilyn heijastuessa silmään ja tästä verkkokalvolle muodostuneesta ylösalaisesta kuvasta. Impulssi etenee näköhermoa pitkin aivokuoreen, jossa aistittu kuva yhdistetään ajatustointaan ja hahmottamiseen. Silmät mukautuvat ja hahmottavat kuvia valaistuksesta, vuorokauden ajasta, olosuhteista ja silmän ominaisuuksista riippuen. [3, s. 11, 14.] Ihminen tunnistaa värejä tarkastellessaan ensimmäisenä sävyerot, toisena värin kylläisyyserot ja viimeisenä tummuuteen ja vaaleuteen liittyvät erot [7]. Tämän vuoksi silmämääräinen tarkastelu voi johtaa suuriinkin eroihin tasalaatuisuuteen pyrittäessä. Fotooppisen näön (kirkas valo tai päivänäkö) ja skotooppisen näön (himmeä valo tai hämäränäkö) herkkyyskäyrät havainnollistavat näköhavainnon ilmenemistä valaistuksesta tai vuorokauden ajasta riippuen (kuva 1). [3, s. 14.]



Kuva 1. Fotooppisen ja skotooppisen näön herkkyyskäyrät näkyvän valon spektrillä [8].

Metamerismi on yksi tärkeä laaduntarkkailuun vaikuttava ilmiö, joka voi aiheuttaa hyvinkin näkyviä muutoksia värien havaitsemiseen tasalaatuisuuden saavuttamiseksi. Metamerismilla tarkoitetaan kahta värisävyä, jotka näyttäytyvät yhdessä valossa täysin samanlaisina, mutta valonlähdettä muutettaessa

huomataankin sävyjen olevan erit. Värien spektrijakaumat ovat siis erilaiset, vaikka värit ilmenevät silmälle yhtäläisinä. [4, s. 16.]

2.1 Pintaominaisuuksien vaikutus värinhallintaan

Pinnan tekstuuri, materiaali, tuotteen värjäystapa sekä käytetyt väriaineet vaikuttavat värinhallintaan ja värien säilymiseen. Spektrofotometrisissä mittauksissa tulee huomioida kiiltoasteen, tekstuurin ja materiaalin vaikutukset mittauksiin, ja näiden huomioimisen avulla valita oikea mittaustapa tuotteelle. X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometri mahdollistaa tuotteiden värin mittauksen seuraavien kriteerien mukaisesti:

- Direct Transmission: läpäisymittaus läpinäkyvien näytteiden mittaamiseksi. Näytteen läpi pystyy näkemään selvästi.
- Total Transmission: läpäisymittaus läpikuultavien näytteiden mittaamiseksi. Näytteet eivät aiheuta valon hajaantumista.
- Haze: läpikuultavien näytteiden mittaaminen. Näytteet hajauttavat valoa.
- Standard Reflectance: heijastusmittaus läpinäkymättömien näytteiden mittaamiseksi. [9, s. 26, 28, 33.]

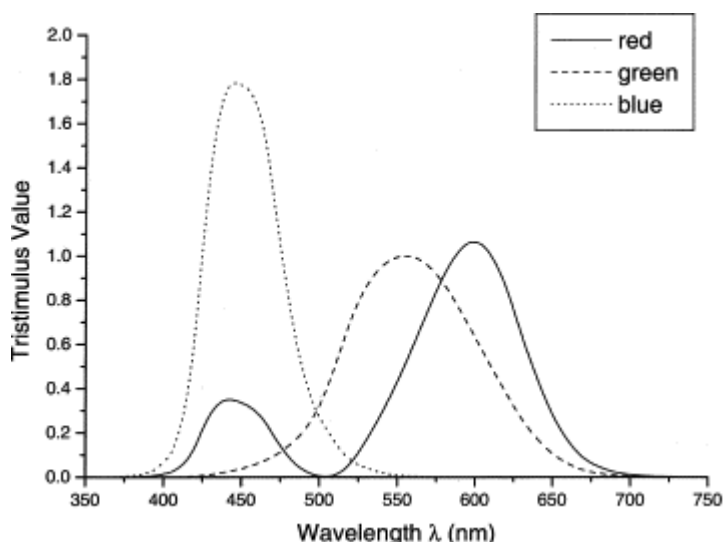
Visuaalisuuden lisäämiseksi pakkausmateriaaliin tai itse tuotteeseen lisätyt metalliset hiukkaset aiheuttavat valon heijastumista pinnasta. Epäjärjestyksessä olevat metalliset hiukkaset materiaalissa ohjaavat valonsäteet satunnaisesti eri suuntiin aiheuttaen epätarkkuutta mittauksiin. Kiiltoasteen huomioiminen onkin tärkeää mittauksia suunnitellessa, ja tällöin silmämääräinen tarkastelu voi tuottaa tarkempia tuloksia tasalaatuisuuden tulkitsemiseksi. [10.] Spektrofotometrin toimivuutta metallinhohtoisessa tuotteessa tutkittiin osana spektrofotometrin käyttöönottoa, ja tutkimuksessa tehdyn kokeen tulokset käsitellään kohdassa 6.2. Näytteiden sisältäessä fluoresoivia aineita tulee huomioida UV-mittausten mahdollinen suorittaminen. Fluoresoivat aineet kosmetiikassa vaikuttavat tuotteen ulkonäköön. Muun muassa pesuaineissa fluoresoivat aineet luovat kirkkaan ja hohtavamman lopputuloksen pesun jälkeen. [11.] Materiaalin valinta sekä mitattavan tuotteen kunto vaikuttavat myös selvästi värin ilmenemiseen. Esimerkiksi sama väri valkoisella pahvilla ja ruskealla pahvilla esiintyy hyvin

erilaisena. Väri ilmenee erilaisena myös esimerkiksi pinnan ollessa kostea tai kulunut. [10.]

2.2 Värihallintaan käytettävät menetelmät

Värien mittaaminen fyysisessä analyysissä tapahtuu valon avulla. Valon säteily tai heijastuminen väripinnasta eri aallonpituuksilla mahdollistaa tarkan värien tunnistamisen tiukkojen laatuvaatimusten täyttämiseksi. Värien tunnistaminen fyysisesti perustuu suoran tai heijastuvan valon mittaamiseen tai visuaaliseen tunnistamiseen. Värikköiden pinnan reflektanssia ja pinnan valoa säteilevää luminanssia pystytään mittaamaan tutkittavan näytteen säteilemän kokonaisvalon energian määrällä suhteessa ihmisen havaitsemaan kirkkauteen. Läpinäkyvissä näytteissä huomioidaan valon läpäisevyys. [12, s. 161.] Mittaukseen voi läpäisevyydessä vaikuttaa myös näytteen läpinäkyvyys tai läpikuultavuus. Valon läpäistessä näytteen voi näyte aiheuttaa valon hajautumista. [9, s. 26.] Absorptio kuvastaa näytteen ominaisuutta, jossa näytteeseen kohdistettu säteily imeytyy materiaaliin. Osittaisesti tapahtuva absorboituminen mahdollistaa värien näkymisen. Näytteen absorboidessa valoa täysin kaikilla aallonpituuksilla havaitaan näyte mustana. Jos taas näyte heijastaa valoa täysin kaikilla aallonpituuksilla, väri koetaan valkoiseksi. Jos näyte absorboi kaikkia muita aallonpituuksia kuin vihreää, näyte koetaan vihreäksi. [3, s. 18.]

Värisävyjen mittaaminen tapahtuu spektrometrisesti ja kalorimetrisesti. Spektrofotometrinen mittaaminen antaa tarkkaa monikäyttöistä dataa värien fyysisistä ominaisuuksista ja perustasta. Kalorimetrinen mittaaminen eli tristimulusmenetelmä jäljittelee ihmisen kokemaa värien havaitsemista. Kalorimetrillä mitattaessa mittarissa olevat kolme valoanturia reagoivat lyhyisiin, keskipitkiin sekä pitkiin aallonpituuksiin, jotka on havainnollistettu kuvassa 2 näkyvän kuvaajan avulla. Tuloksena saadaan tristimulusarvot X, Y ja Z, jotka voidaan suhteuttaa ihmissilmän havaittaviksi sävyiksi. [12, s. 162.]



Kuva 2. Lyhyiden, keskipitkien ja pitkien aallonpituuksien suhde tristimulusarvojen X (red), Y (green) ja Z (blue) muodostumisessa. [13].

Tristimulusarvoja pystytään johtamaan myös spektrometrisistä mittaustuloksista. Väriavaruudelliset vertailut kahden näytteen avulla pystytään siis toteuttamaan joko spektrometrisesti tai kalorimetrisesti. Värien havaitseminen ympäristössä voi kuitenkin poiketa valaistuksen, etäisyyden ja katsomiskulman muuttuessa. Tieteellisessä ja laadullisessa tutkimuksessa sekä laadunvalvonnassa erojen ja poikkeavuuksien tunnistaminen ja määrittäminen nousevat silmämääräisen tarkastelun yläpuolelle. [12, s. 162–163.]

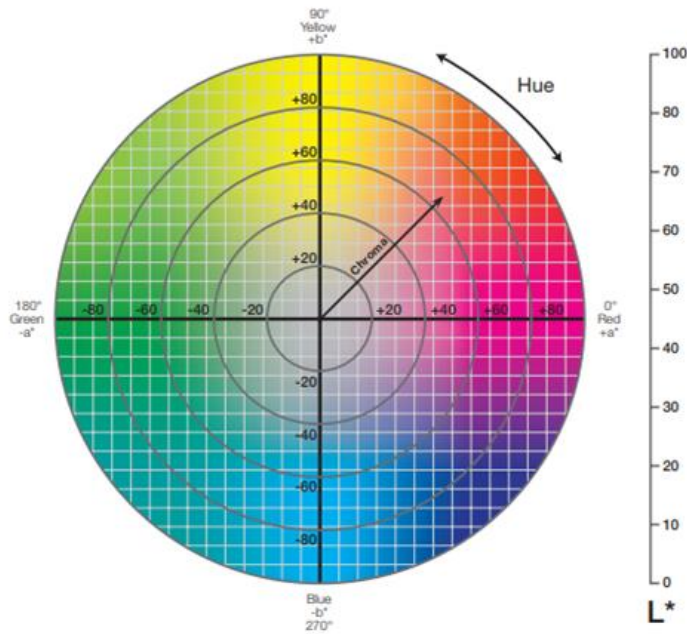
2.3 Spektrofotometri värinhallinnassa

Laadun varmistamiseksi valmistettavien tuotteiden tulee olla tasalaatuisia. Erät eivät saa poiketa toisistaan, ja pakkausten tulee olla yhtäläisiä. Värien säilyminen tuotteissa sekä pakkauksissa vaikuttaa merkittävästi havaittuun laatuun. Spektrofotometrisesti määritetyn värin arvot saadaan tallennettua tietokantaan, ja näin ollen voidaan mitata tuotteiden värien muuttumista pitkälläkin aikavälillä, tai eri säilytysolosuhteiden jälkeen.

Spektrofotometrillä pystytään määrittämään näkyvän valon koko spektrin arvot tarkasti tai rajaamaan lähetetty valo ohuiksi säteiksi halutulla spektrin alueella.

Mitattavan näytteen värin tarkat arvot muodostuvat läpäisevän ja takaisin heijastuneen valon arvojen perusteella. [14.] Jokainen väri absorboi ja heijastaa tiettyjä valon aallonpituuksia [5]. Spektrofotometrin sensorit lukevat näytteen läpäisseen tai näytteestä heijastuneen valon spektrit ja tallentavat värille oman spektrikäyrän [14]. Vertaamalla spektrofotometrisesti mitattuja poikkeavia tuotteita tai eri valmistuseriä halutun värin spektrikäyrään nähdään poikkeaman aiheuttaneet alueet ja pystytään tulkitsemaan muutosta vaativat kohdat halutun värin saavuttamiseksi. Tuotteille määritetyt värin viitearvot sallivat pienet muutokset tuotteissa, jotka eivät vaikuta kriittisesti tuotteen laatuun. Viitearvojen ulkopuolelle asettuneet mittaukset kertovat korjausta tai huomiota vaativat tuotteet tai valmistuserät selkeästi. Spektrofotometriset mittaukset antavat tarkat toleranssit värin laadun seuraamiselle. Spektrofotometrillä pystytään tunnistamaan luvussa 3 kuvattuja metamerismisiä ilmiöitä.

Värien kirjo (gamut) muodostuu kolmiulotteisena mallina jokaisen värisävyn avulla, ja siitä voidaan luoda erilaisia väriavaruudellisia malleja haluttuihin käyttötarkoituksiin sopiviksi. Gamut kuvantaa värien kirjoa spektrin mukaisesti, joka on toistettavissa laitteen ominaisuuksien mukaan. [15.] CIELab-väriavaruuden avulla pystytään luomaan jokaiselle värisävylle omat koordinaatit [11]. Kuvassa 3 on esitetty CIELab-mallin mukainen toteutus väriavaruuden muodostumisesta.



Kuva 3. CIELab-väriavaruuden malli, jossa a^* -akseli punaisesta vihreään, b^* -akseli keltaisesta siniseen ja L^* -akseli vaaleasta tummaan. Lisäksi värin kylläisyyden havainnollistaminen chroma-akselilla sekä hue eli värisävy. [16.]

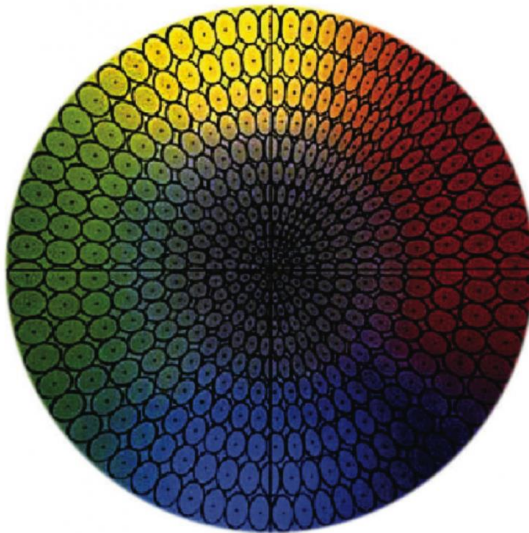
Koordinaatit muodostuvat $L^*a^*b^*$ -arvojen avulla. Akseli a^* antaa punaisen/vihreän sävyn arvot. Akseli b^* antaa keltaisen/sinisen sävyn arvot. L^* -akselille muodostuu värin vaaleusaste. $L=0$, kun väri on täysin musta. Vastavuoroisesti kun $L=100$, väri on valkoinen. Väriavaruuden keskiosa kuvastaa harmaata tai neutraalia aluetta. [17.] C^* -akseli, eli chroma, kuvastaa värikylläisyyttä, joka kuvataan neutraalin alueen suhteella näytteeseen. H^* -arvo, eli hue, kuvastaa värisävyä. H^* -arvo mitataan a^* -akselista alkaen vastapäivään. H^* -arvo kertoo värisävyn lokaation. Näytteiden eroa standardiin kuvataan delta-arvoina (Δ tai D). [5.]

$L^*a^*b^*$ -arvot muodostuvat määritettyjen tristimulusarvojen kautta. $L^*a^*b^*$ -toleranssiarvojen avulla standardivärin ympärille muodostuu suorakulmainen särmiö, joka rajaa numeerisesti hyväksytyt väriarvot. Cmc -toleranssin eli kalibrointi- ja mittauskyvyn epävarmuuden avulla määritetyn toleranssin kautta pystytään matemaattisesti määrittämään standardivärin ympärille ellipsoidin muotoinen visuaalisesti hyväksyttävien värien alue. Alue määrätty sävyä, vaaleutta ja

kontrastia kuvaavien puoliakselien mukaan. Värin sijainti väriavaruudessa vaikuttaa ellipsoidin muotoon ja kokoon, joka on havaittavissa kuvasta 4. [7.] ΔE kuvastaa toleranssin arvoa. ΔE :n muodostuminen on esitettyä alla kaavassa 1. [11.]

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Määritetyn toleranssiarvon avulla pystytään vaikuttamaan hyväksymisrajaan, jonka kautta näytteet joko hylätään tai hyväksytään [18]. Cmc-toleranssimalli on esitetty kuvassa 4.

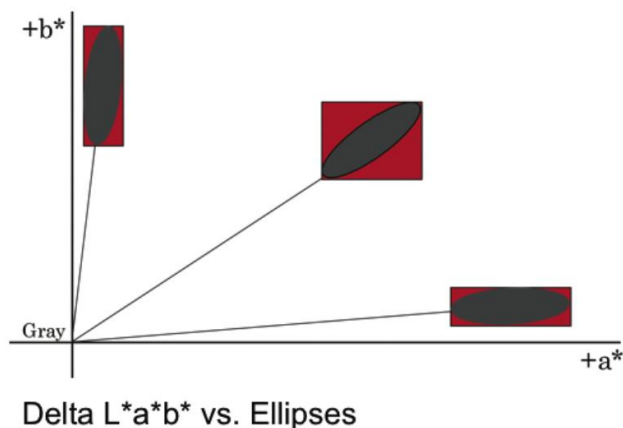


Kuva 4. Cmc-toleranssin avulla muodostettujen poikkileikkattujen ellipsoidien asettuminen CIE Lab-väriavaruusmalliin [7].

ΔE_{cmc} -arvo värien hyväksyttävyydelle standardiin verrattaessa määritetään kaavan 2 mukaisesti [19]:

$$\Delta E_{cmc} = \left[\left(\frac{\Delta L^*}{L_S} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C_{ab^*}}{C_S} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H_{ab^*}}{S_H} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Alla näkyvästä kuvasta 5 huomataan kuitenkin $L^*a^*b^*$ -arvojen kautta määritetyn suorakulmaisen särmiön ja ΔE_{cmc} -ellipsoidin muotojen ristiriita värihyväksynnässä.



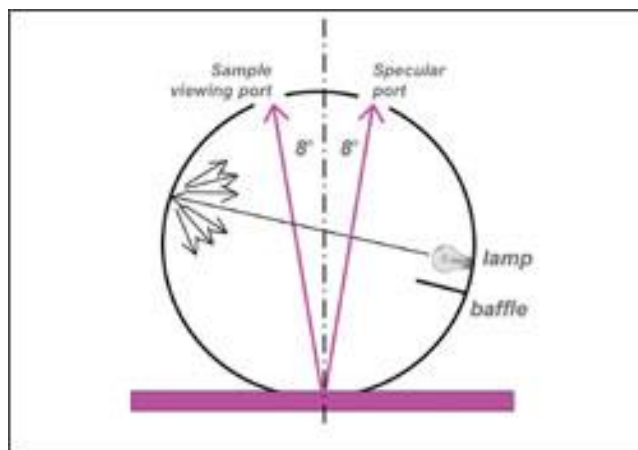
Kuva 5. $L^*a^*b^*$ -arvojen kautta määritetyn suorakulmaisen särmiön ja ΔE_{cmc} -määritetyn ellipsoidin välinen ero värihyväksynnässä [7].

$L^*a^*b^*$ -toleranssi mahdollistaa suuriakin vaihteluita värissä laatikkomaisen muotonsa vuoksi. Tämän takia $L^*a^*b^*$ -mallin mukaan määritellyt arvot ovat numeraalisesti hyväksyttäviä, mutta eivät välttämättä asetu visuaalisesti hyväksytyjen mittausten alueelle. [7.] Tässä opinnäytetyössä näytteiden hyväksyminen tapahtuu spektrofotometrin laskeman ΔE_{cmc} -toleranssin kautta.

3 X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometri

X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometrillä pystyy mittaamaan sekä absorptio- että heijastusmittauksia nesteistä sekä kiinteistä näytteistä, kuten pakkausmateriaaleista. Läpinäkymättömät näytteet mitataan Standard Reflectance -mittauksella, läpinäkyvät näytteet Direct Transmission -mittauksella ja läpikuultavat näytteet Total Transmission -mittauksella. Jos näyte on läpikuultava, mutta valon läpäistessä se hajauttaa valoa, käytetään Haze-mittausta. Läpäisy- ja heijastusmittaukset lähettävät valoa kaikilta aallonpituusalueilta 360–750 nm. [20.] Mittauksien erot ja toiminta on käsitelty tarkemmin luvussa 3.1.

Spektrofotometrin etuosassa sijaitsee pallo, joka hajauttaa valonlähteen lähettämät valonsäteet, jolloin spektrofotometrin detektori vastaanottaa heijastuneen valon kahdeksan asteen kulmassa mitattavasta näytteestä (kuva 6) [11].



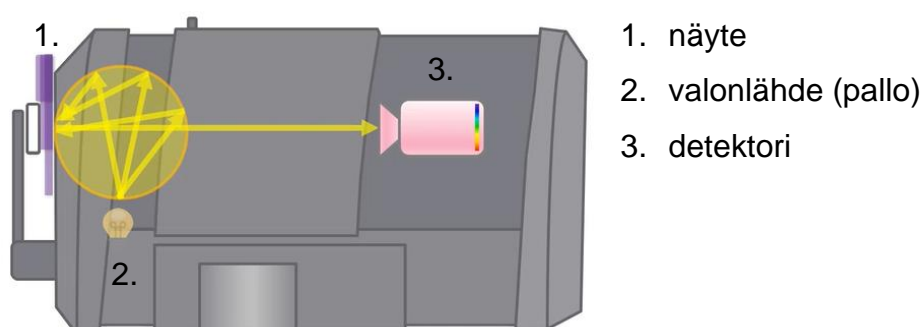
Kuva 6. Spektrofotometrin valonlähteen säteiden kulku D/8° pallossa [21].

Pallon sisäpinta on heijastavaa mattavalkoista pintaa, joka heijastaa ja hajauttaa siihen osuneen valon lähes täydellisesti. Valon säteestä 99 % heijastuu pallon valkoisesta sisäpinnasta, muodostaen pallosta mittausten valonlähteen. [22.] Pallon heijastusporttia (specular port) säätämällä pystytään valitsemaan, halutaanko mitata ainoastaan tuotteen väriä (SCI), vai otetaanko huomioon myös ulkopinnan ulkomuoto (SCE). SCI-mittaus sulkee heijastusportin poistaen heijastuksen vaikutuksen näytteen pinnasta. [23.] Kiiltäväpintaisissa näytteissä kiillon huomioimiseksi voidaan käyttää SCE-toimintoa [11].

Käytetty valo vaikuttaa suoraan mittausten tuloksiin. Spektrofotometri käyttää valonlähteenä Illuminant D65 -mallia, joka vastaa keskimääräistä Länsi- ja Pohjois-Euroopan 6500 K:n keskipäivän päivänvaloa. Mallia käytetään, sillä se mahdollistaa värien yleisen arvioinnin, metamerismin tarkastelun ja spektrofotometrinen lukemien visuaalisen korrelaation. Se myös vastaa Euroopan ja Japanin teollisuusstandardien vaatimuksia. [24.]

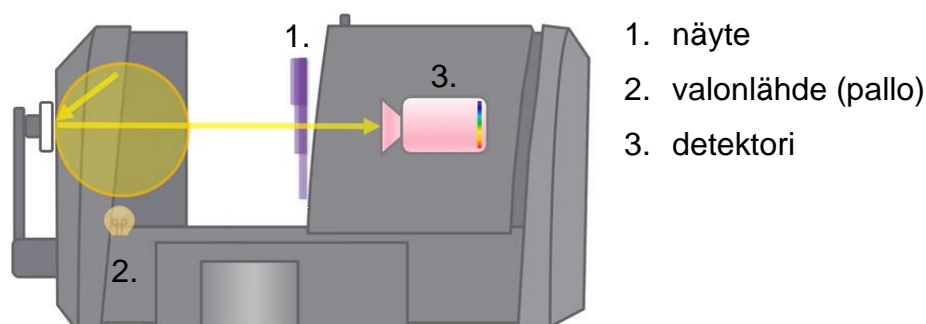
3.1 Heijastus- ja läpäisymittausten erot

X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometrissä käytetty pallo-optiikka hajauttaa valonsäteet mahdollistaen heijastus- ja läpäisymittausten värinmäärityksen. Mittaustapa valitaan näytteen perusteella luvussa 2.1 esitetyn luettelman mukaan. Kuvassa 7 nähdään heijastusmittausten valonsäteiden hajautuminen pallossa valonlähteestä näytteeseen. Näyte on esitetty kuvissa liilana. Näytteestä takaisin heijastuneet valonsäteet kulkevat laitteen läpi detektoriin, joka havaitsee ja mittaa takaisinheijastuneiden valonsäteiden aallonpituudet. [11.]



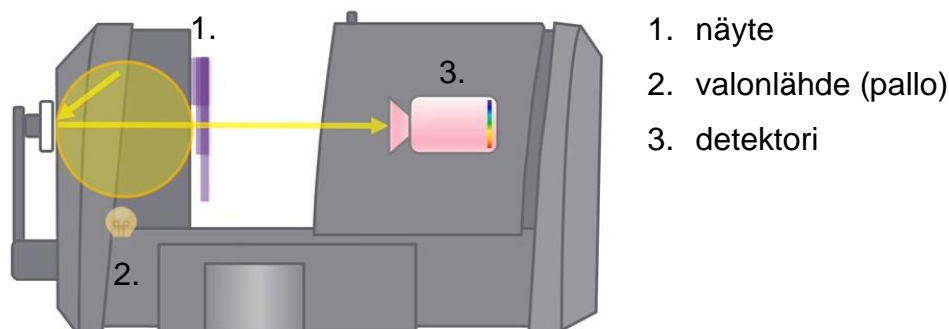
Kuva 7. Valonsäteiden kulku heijastusmittauksessa [11].

Kuvassa 8 on esitetty Direct Transmission -läpäisymittauksessa valonsäteiden kulku pallon kautta heijastuslaattaan, josta valonsäteet heijastuvat laitteen perällä olevan näytteen läpi. Detektori havaitsee ja mittaa näytteen läpäisseen valon aallonpituudet. [11.]



Kuva 8. Valonsäteiden kulku Direct Transmission -läpäisymittauksessa [11].

Kuvassa 9 valonsäteet kulkevat Total Transmission -läpäisymittauksessa Direct Transmission -mittauksen lailla pallon kautta heijastuslaattaan. Valonsäteet heijastuvat laitteen etuosassa, pallon edessä olevan näytteen läpi. Detektorin havaitsee ja mittaa läpäisseen valon aallonpituudet. [11.]



Kuva 9. Valonsäteiden kulku Total Transmission -läpäisymittauksessa [11].

Haze-mittauksella mitataan näytteen sameutta, jolloin laite mittaa näytteeseen menetetyn valon määrän. Tuloksissa saatu korreloitu sameusarvo kertoo näytteen sameuden prosentteina. 0 % kuvastaa täysin läpinäkyvää näytettä ja 100 % täysin sameaa näytettä. [9, s. 33.] Haze-mittauksen suorittaminen on esitetty käyttöohjeissa liitteessä 1.

Detektorin havaitsemat arvot näkyvät spektrofotometriin kytketyssä Color IQC -ohjelmistossa, jonka mukaan näytteiden analysointi ja vertailu tapahtuvat. Ohjelmiston kautta laite myös kalibroidaan ja mittaukset käynnistetään. Mittaustulokset muodostuvat L^* -, a^* -, b^* - ja E_{cmc} -arvoiksi sekä Pass/Fail-hyväksynnäksi. Mittaustulosten visuaalisessa tarkastelussa näkyvät näytteiden spektrikäyrät ja näytteiden asettuminen CIELab-väriavaruusmalliin.

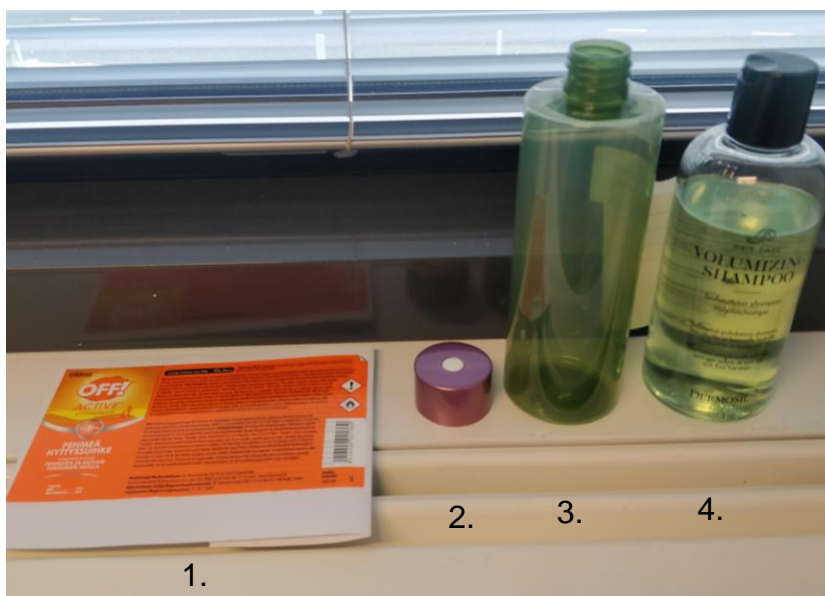
4 Käyttöönotto ja käyttöohjeiden laadinta

Spektrofotometrin toimintaa ohjataan Color IQC 9.8.30.5 -ohjelmistolla. Mitatuista näytteistä saatuja tuloksia tarkastellaan toistettavuuden, luotettavuuden sekä mittausepävarmuuden avulla. Laitteen antamia diagrammeja

aallonpituuksista ja CIELab-väriavaruusmallista huomioidaan värierojen hahmottamisen selventämiseksi. Tulosten luotettavuus määritetään mittaustulosten keskiarvolla \pm luotettavuustaso. Toistettavuutta arvioidaan mittaustulosten keskihajonnan perusteella. Rinnakkaisten samoissa olosuhteissa ja samalla menetelmällä tehtyjen mittausten keskihajonnan tulisi olla pieni, jotta mittausten toistettavuus on hyvä ja mittaukset luotettavia. Mittausepävarmuus määritetään prosentuaalisena osuutena, jolle tulokset asettuvat 95 %:n todennäköisyydellä. Mittausepävarmuudella voidaan osoittaa tuotteiden olevan vaatimustenmukaisia. [1, s. 12, 29, 35.] Epävarmuutta arvioidaan myös kaikilla tulokseen vaikuttavien tekijöiden huomioimisella.

4.1 Menetelmät ja materiaalit

Testattavat näytteet valittiin huomioiden pakkausmateriaaleissa esiintynyt vaihtelu värisävyissä, toistettavuuden mahdollisuus sekä pakkausmateriaalien heijastavuus. Tutkittavaksi valittiin neljä eri tuotetta, joista otettiin viisi eri näytettä mittauksia varten. Esimerkkikuvat näytekiksi valituista tuotteista on alla (kuva 10).



1. OFF! Active pehmeä hytysuuihke 100 ml -etiketti
2. Four reasons Brilliant color conditioner 300 ml -korkki
3. Four reasons Nature Volume conditioner 250 ml -pullo
4. DermaSil Volumizing 250 ml -shampoo.

Kuva 10. Mittauksiin valitut tuotteet.

Valitut näytteet ja standardit on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Valitut tuotteet sekä mittauksissa käytetyt standardit ja näytteet.

Tuote	Standardi	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5
Off! Active pehmeä hyytys- suihke 100 ml -etiketti	ES (OFF! Active pehmeä 100 ml)	E1	E2	E3	E4	E5
Four reasons Brilliant color conditioner 300 ml -korkki	KS (Averaged data)	K1	K2	K3	K4	K5
Four reasons Nature Volume conditioner 250 ml -pullo	PS (Four rea- sons Brilliant 300 ml)	P1	P2	P3	P4	P5
Dermosil Volu- mizing 250 ml -shampoo	SS (Averaged data)	S1	S2	S3	S4	S5

Pakkausmateriaaleista ei ole saatavilla eräkohtaisia tietoja, joten pakkausmateriaalinäytteet valittiin satunnaisesti. Dermosil Volumizing 250 ml -shampoon näytteet valittiin viidestä eri tuotantoerästä. Jokaisesta näytteestä mitataan viisi rinnakkaista mittausta toistettavuuden selvittämiseksi.

Toistettavuus saadaan määrittämällä rinnakkaisten mittausten suhteellinen keskihajonta (s_r) kaavan 3 mukaisesti.

$$s_r = \frac{s}{|\bar{x}|} \times 100 \quad (3)$$

s on keskihajonta

\bar{x} on keskiarvo. [1, s. 32.]

Toistettavuuden arvioimiseksi mittaukset suoritettiin peräkkäin samaa menetelmää käyttäen, samasta kohtaa näytettä. Mittausolosuhteet eivät poikenneet näytteitä tai rinnakkaismittauksia suoritettaessa.

Tulosten luotettavuutta (μ) arvioidaan rinnakkaismittausten avulla kaavan 4 mukaisesti.

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{t \times s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

t on t-jakauman arvo

n on mittausten lukumäärä

s on keskihajonta. [1, s. 29.]

Luotettavuutta arvioidaan näytteestä, jonka otoskeskihajonta on suurin. t-jakauman arvo määritetään 95 %:n luotettavuustasolla.

Mittausepävarmuus (u) saadaan yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla kaavan 5 mukaisesti.

$$u = \sqrt{MS_W} \quad (5)$$

Mittausepävarmuus ilmoitetaan luotettavuuden arvioimiseksi jokaisessa analyysituloksessa osana, jolle 95 % tuloksista asetuu. Ryhmien sisäinen keskimääräinen neliösumma (MS_W) saadaan jakamalla neliösumma analyysissä määritettyjen vapausasteiden lukumäärällä. [25.]

Seurantakortit määritetään valitun toleranssin ja marginaalin avulla. Toimenpiderajaksi asetetaan 2,00 (P/F tol = 2) ja hälytysrajaksi 1,8 (margin = 0,20).

4.2 Laitteen kalibrointi

Spektrofotometrin kalibrointi suoritetaan laitteen sisäisten toimintojen avulla laitteeseen kuuluvia kalibrointilaattoja hyödyntäen. Kalibrointi suoritetaan jokaisen kahdeksan käyttötunnin välein kalibroiden kaikki käytettävät menetelmät.

Kalibrointi suoritetaan jokaiselle mittausmenetelmälle jokaista tarvittavaa aukkolevyä käyttäen. Lisäksi voidaan huomioida linssin asento ja heijastavien komponenttien käyttö sekä mahdollinen UV-kalibrointi. [8, s. 18.] Kalibroinnin suorittaminen on esitetty laitteen käyttöohjeissa liitteessä 1 sivuilla 2–6.

4.3 Heijastus- ja läpäisymittaukset

Standardit määritettiin spektrofotometrin laskemien suureiden mukaan viiden rinnakkaisen määrittämisen kautta. Oletussuhde I:c (vaaleus:värikylläisyys) asetettiin oletusarvojen mukaiseksi 2:1. Silmä hyväksyy värin vaaleuden erot suurempana kuin värikylläisyyden erot, joten määritetyllä suhteella hyväksytään kaksinkertainen ero vaaleudessa värikylläisyyteen nähden. [17.]

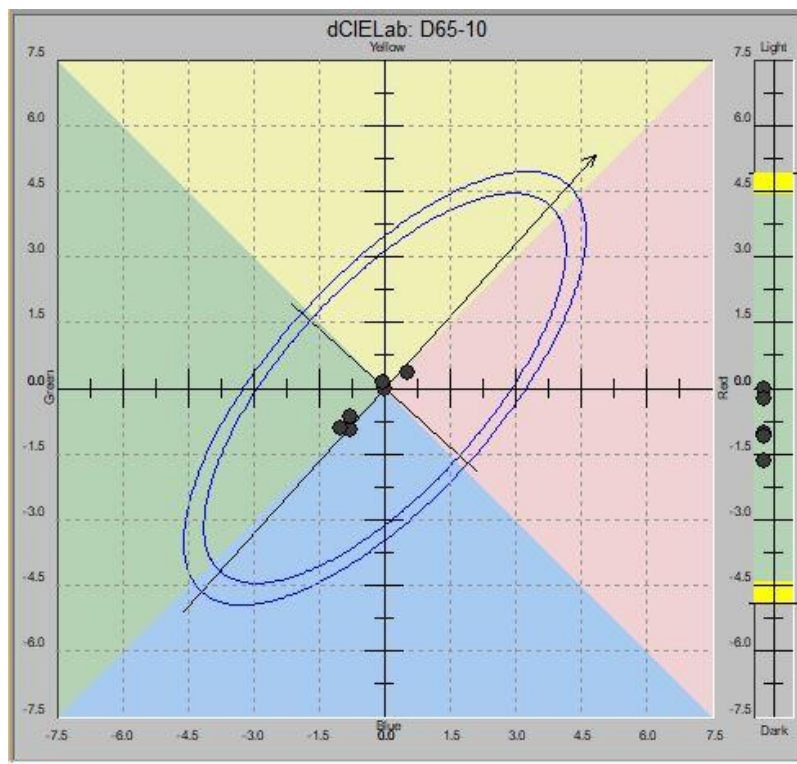
4.3.1 Heijastusmittaus

Heijastusmittaukset suoritettiin OFF! Active pehmeä hyttyspöly 100 ml -etikettistä sekä Four reasons Brilliant color conditioner 250 ml -hoitoainepullon kirkkautta.

OFF! Active pehmeä hyttyspöly 100 ml -etikettistandardi (ES) määritettiin vertailuun käytettävän hyväksytyt mallietiketin kautta tehtyjen mittausten avulla. Standardietiketin ollessa liimattuna valkoiselle tulostuspaperille etikettinäytteiden mittaukset määritetään myös valkoinen tulostuspaperi pohjana. Mittauksissa huomattiin selviä eroja etikettien pohjapaperin värissä, jolloin itse etiketin värinmäärittämisen tulos vääristyy pohjapaperin värin vuoksi.

OFF! Active pehmeä hyttyspöly -etiketit mitattiin 10 mm:n aukkolevyllä, jolloin etikettistä tarkasteltiin halkaisijaltaan 10 mm:n kokoista aluetta. Painotuotteissa väripisteiden sijoittuminen tuotteeseen voi vaikuttaa spektrofotometrillä mitattuun väriin, jolloin eri kohdasta mitattuna tulos voi vaihdella. Liitteessä 2 olevassa kuvassa 1 on esitetty näytteiden spektrikäyrät standardiin verrattuna. Liitteen kuvasta huomataan näytteiden E1–E5 seuraavan standardin mukaista käyrää, eikä näytteissä ole huomattavissa suuria eroja millään värin

aallonpituudella. Kuvassa 11 on esitetty näytteiden hajaantuminen CIELab-väriavaruudessa. Oikeassa reunassa näkyvä akseli kuvastaa näytteiden jakautumista pystysuuntaiselle L^* -akselille.

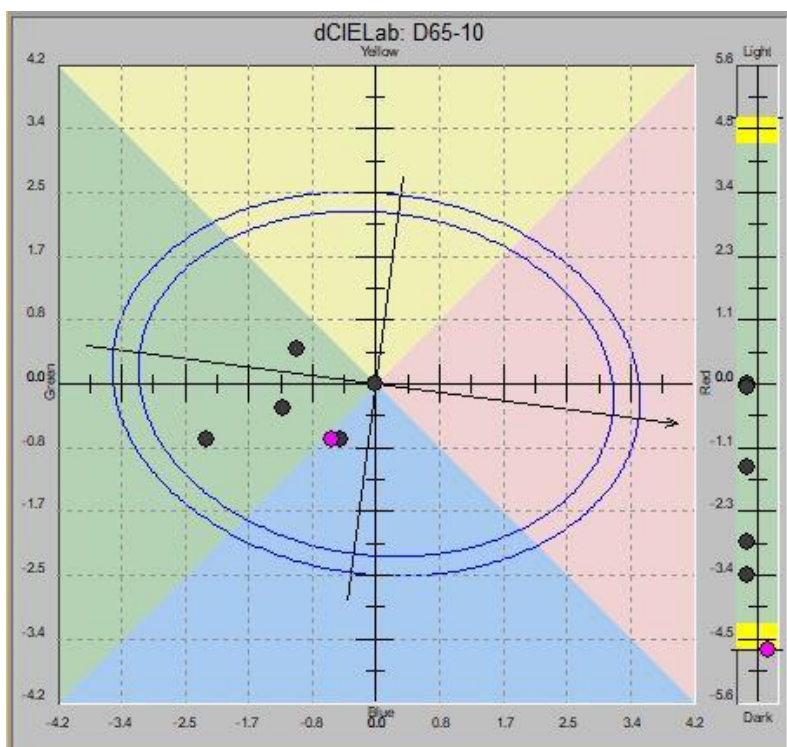


Kuva 11. Näytteiden E1–E5 asettuminen CIELab-väriavaruusmalliin.

Standardin ympärillä oleva ellipsoidi muodostuu määritetyn toleranssin mukaan. Hyväksymistoleranssiksi määritettiin kaksi ($P/F \text{ tol} = 2$). Ellipsoidi kuvastaa värierojen hyväksyttävyyttä DE_{cmc} -määritetyn ellipsoidin mukaan. Marginaaliksi asetettiin 0,2, joka määrittää 10 % hyväksymisrajasta [26]. Kuvasta 11 nähdään jokaisen mitatun etikettinäytteen asettuvan toleranssirajan sisäpuolelle ja olevan tällöin hyväksytty. Näytteet esiintyvät kuvan mukaan hieman standardia tummempina. Kolme näytettä havaitaan hieman sinivihreämpinä, mutta suurta poikkeamaa näytteissä ei ole havaittavissa.

Four reasons Brilliant color shampoo -korkin standardi (KS) määritettiin vertailuun käytettävän korkkimallin avulla. Korkit mitattiin 6 mm:n aukkolevyllä. Korkeista tarkasteltiin halkaisijaltaan 6 mm:n kokoista aluetta. Korkit on valmistettu

tasaisesta massaseoksesta, jolloin korkin oletetaan olevan tasalaatuinen mitausalueesta riippumatta. Liitteen 2 kuvassa 2 nähdään näytteiden spektrikäyrien asettuminen spektrille standardiin verrattuna. Kuvasta huomataan näytteiden K1–K5 seuraavan malliltaan standardin mukaista käyrää. Näytteellä K2 on suurin ero standardikäyrään verrattaessa, ja tämä on huomattavissa myös tuloksissa luvussa 6. Kuvassa 12 on näytteiden asettuminen CIELab-väriavaruuteen.



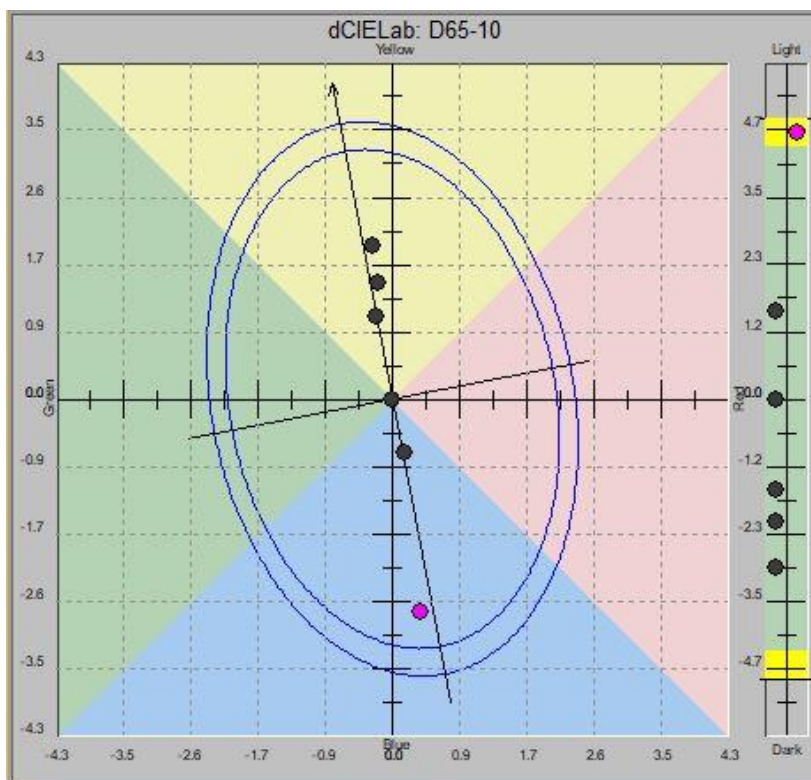
Kuva 12. Näytteiden K1–K5 asettuminen CIELab-väriavaruusmalliin.

Kuvasta 12 huomataan kaikkien näytteiden esiintyvät hieman standardia tummempina sekä vihreämpinä. Yksi näyte näkyy punaisena ja asettuu toleranssirajan 2 muodostavan ellipsin ulkopuolelle DL^* -akselilla. Näyte ylittää raja-arvot ja on tällöin hylätty. Mustana näkyvät näytteet ovat hyväksytyjä eivätkä värisävyn vaihteluista huolimatta ylitä toleranssirajaa.

4.3.2 Lämpäisymittaus

Lämpäisymittauksissa huomattiin virhe Color iQC 9.8.30 -ohjelmiston toiminnassa, mikä aiheutti lämpäisymittausten virheellisen hylkäämisen. Ohjelmiston sisäinen virhe vertasi mitattuja näytteitä satunnaiseen arvoon standardin sijasta, jolloin näytteiden hyväksyntä tapahtui virheellisesti. Ongelman korjaamiseksi asennettiin uudempi ohjelmistoversio Color iQC 9.8.30.5, jolloin saatiin onnistuneita tuloksia myös lämpäisymittauksista. Lämpäisymittaukset suoritettiin Four reasons Nature Volume conditioner 250 ml -pullosta sekä Dermalis Volumizing 250 ml -shampoosta.

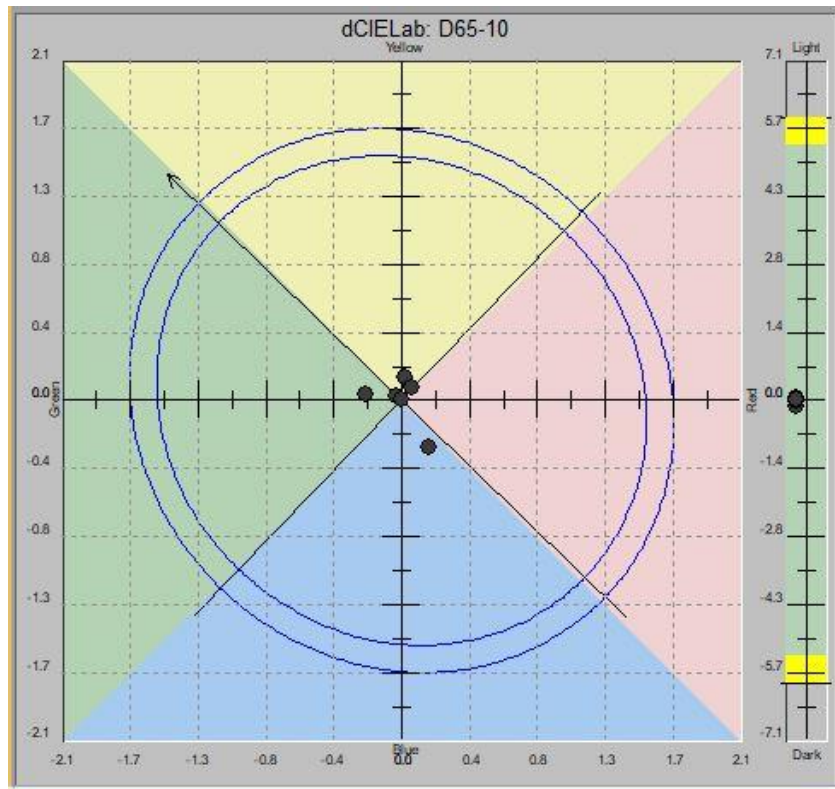
Four reasons Nature Volume -pullot mitattiin Direct Transmission -mittauksella 25 mm:n aukkolevyllä ja näytepidikkeellä, jolloin pulloista tarkasteltiin halkaisijaltaan 25 mm:n kokoista aluetta. Liitteen 2 kuvassa 3 on esitetty P1–P5 näytteiden spektrikäyrät standardiin verrattuna. Kuvasta huomataan näytteiden P1–P5 seuraavan malliltaan standardin mukaista käyrää, mutta näytteet P1 ja P2 asetuvat selvästi standardikäyrän yläpuolelle ja näytteet P3–P5 standardikäyrän alapuolelle. Näytteiden P1 ja P2 läpi heijastettu valo läpäisee näytteet aallonpituuksilla vahvemmin, eivätkä näytteet absorboi aallonpituuksia yhtä vahvasti itseensä. Näin ollen näytteet esiintyvät mittauksessa vaaleampina. Näytteiden P3–P5 kohdalla läpäisevä valo absorboituu vahvemmin, jolloin näytteet ilmentyvät tummempina. Näytteiden P1–P5 jakautuminen CIELab-väriavaruuteen on esitetty kuvassa 13.



Kuva 13. Näytteiden P1–P5 asettuminen CIELab-väriavaruusmalliin.

Kuvasta 13 huomataan hyväksymistoleranssin ollessa kaksi, että yksi näyte asettuu toleranssirajan ulkopuolelle. Näyte näkyy kuvassa punaisena ja on hylätty. Hyväksytyistä näytteistä kolme on standardia tummempia ja yksi hieman standardia vaaleampi. Hyväksytyistä näytteistä kolme esiintyy myös standardia keltaisempänä ja yksi hieman sinisempänä.

Dermsil Volumizing -shampoo mitattiin Total Transmission -mittauksella 25 mm:n aukkolevyllä ja näytepidikkeellä, jolloin näytteistä tarkasteltiin halkaisijaltaan 25 mm:n kokoista aluetta. Shampoo on tasalaatuinen seos, jolloin näytteen sisällä ei esiinny suuria tasalaatuisuuden vaihteluita. Dermsil Volumizing -shampoonäytteiden spektrikäyrä on liitteen 2 kuvassa 4. Näytteet S1–S5 noudattavat lähes täydellisesti standardin mukaista käyrää, eikä selkeitä poikkeamia ole huomattavissa. Näytteiden S1–S5 jakautuminen CIELab-väriavaruusmalliin on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Näytteiden S1–S5 asettuminen CIELab-väriavaruusmalliin.

Toleranssin ollessa 2 ja marginaalin 10 % toleranssista, näytteet eivät asetu toleranssirajan lähelle. Kaikki mitatut näytteet asettuvat standardin mukaan luodun ellipsin keskikohtaan, mikä havainnollistaa näytteiden pientä eroa standardiin verrattaessa.

4.4 Käyttöohjeiden laadinta

Käyttöohjeet laadittiin yrityksen laboratoriolaitteiden käyttöohjepohjaan huomioiden laitetiedot ja yrityksen toimintamallit laboratoriolaitteiden osalta. Luodut käyttöohjeet on esitetty liitteessä 1.

Käyttöohjeissa kerrotaan laite-, puhdistus- ja huoltotiedot sekä kalibrointi- ja työohjeet eri mittausmenetelmien osalta.

5 Tulosten tarkastelu

Näytteiden erot standardiin verrattuna on ilmoitettu delta-arvona (D^*). DE_{cmc} -arvo on laskettu kaavan 2 avulla ja määritetyn toleranssin mukaan arvo saa olla maksimissaan 2, jotta poikkeavuus standardiin verrattuna on hyväksyttävää.

5.1 OFF! Active pehmeä hyttysuihke 100 ml -mittaustulokset

Kuvasta 15 nähdään jokaisen mitatun OFF! Active pehmeä hyttysuihke 100 ml -näytteen (E1–E5) arvot standardiin verrattuna.

Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	4.37	3.81	4.02	5.56	2.27	2.00	0.20	2.00

Standard Name	L*	a*	b*	C*	h*
OFF! Active pehmeä 100 m...	64.12	53.85	59.65	80.36	47.93

Trial Name	DL*	Da*	Db*	DE _{cmc}	P/F DE _{cmc}
✔ E1	-1.68 Darker	-0.04 Greener	0.12 Yellower	0.69	Passed
✔ E2	-0.23 Darker	0.53 Redder	0.35 Yellower	0.25	Passed
✔ E3	-1.11 Darker	-0.80 Greener	-0.97 Bluer	0.60	Passed
✔ E4	-1.04 Darker	-0.80 Greener	-0.65 Bluer	0.55	Passed
✔ E5	-1.10 Darker	-1.03 Greener	-0.91 Bluer	0.64	Passed

Kuva 15. Näytteiden E1–E5 tulokset verrattuna standardiin, sekä mittauksessa käytetyt toleranssit.

Näytteiden E1–E5-arvot eivät ylitä P/F-toleranssirajaa, joten jokainen mitattu näyte on hyväksytty. Mitatut DL^* -, Da^* - ja Db^* -arvot eivät poikkea suuresti minäkään näytteen kohdalla. Tämä tarkoittaa, että suuria vaaleuseroja tai eroja punaisuudessa/vihreydessä ja keltaisuudessa/sinisyydessä ei ole huomattavissa. Kaikki mitatut näytteet esiintyvät hieman tummempina kuin standardi, mikä voi selittyä standardietiketin iällä. Standardietiketin on mahdollista olla kulunut ja haalentunut ajan myötä, jolloin sen värien esiintyvyys ei ole täysin oikea. Ero ei ole kuitenkaan merkittävä mittausten kannalta.

Etikettien mittaustulosten toistettavuuden arviointi suhteellisen keskihajonnan mukaan on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Etikettien E1–E5 mittaustulosten suhteellisen keskihajonnan mukaan määritetty toistettavuus.

	E1	E2	E3	E4	E5
DL*	0,0072	0,011	0,013	0,011	0,011
Da*	0,010	0,0082	0,013	0,013	0,013
Db*	0,022	0,036	0,041	0,029	0,028

Etiketit eivät poikkea suuresti suhteellisen keskihajonnan mukaan, jolloin mitaukset voidaan määrittää toistettavuuden suhteen luotettaviksi.

Etikettimittausten luotettavuutta arvioidaan suurimman otoskeskihajonnan mukaan näytteestä E3. 95 %:n luotettavuustasolla T-jakauman arvoksi saadaan 2,776, jolloin näytteen luottamusrajaksi saadaan seuraava (kaava 6):

$$\mu_{DL*} = \frac{2,776 \times 0,00837}{\sqrt{5}} = 0,0103 \dots \quad (6)$$

Näytteen E3 DL*-arvon luotettavuudeksi saadaan $64,01 \pm 0,01$.

Näytteiden Da* ja Db* luotettavuus arvioidaan 95 %:n luotettavuustasolla näytteestä E3. Da*:n luotettavuus $53,05 \pm 0,009$ ja Db*:n luotettavuus $58,67 \pm 0,03$. DL*-, Da*- ja Db*-arvojen luotettavuusväli on pieni, jolloin tulokset ovat luotettavia, eikä mittaus aiheuta suurta epävarmuutta tuloksiin.

Yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla saatujen tulosten perusteella DL* mitausepävarmuus ryhmien sisällä eli rinnakkaisista mittauksista lasketaan kaavan 7 mukaisesti.

$$u_{DL*} = \sqrt{4,8 \times 10^{-5}} = 0,00692 \dots \approx 0,69 \% \quad (7)$$

Mittausepävarmuus lasketaan Da*- ja Db*-arvoille ryhmien sisäisen vaihtelun mukaan kaavalla 5. Saadaan, että $u_{Da*} = 0,00632 \dots \approx 0,63 \%$ ja $u_{Db*} = 0,0189 \dots \approx 1,9 \%$.

Mittausepävarmuus on DL^{*}-, Da^{*}- ja Db^{*}-arvoilla hyvin pientä, jolloin ryhmien sisällä esiintyvä epävarmuus ei ole merkitsevää. Ryhmien sisäistä epävarmuutta voivat aiheuttaa spektrofotometrin aiheuttama vaihtelu mittauksiin. Varianssi-analyysin mukaan ainakin yhden etiketin DL^{*}-, Da^{*}- ja Db^{*}-arvot poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi, eikä mittausepävarmuuden vaihtelulla voida pelkäästään selittää odotusarvojen välistä vaihtelua. Ryhmien välistä vaihtelua arvioidaan DL^{*}-arvosta kaavan 8 mukaisesti.

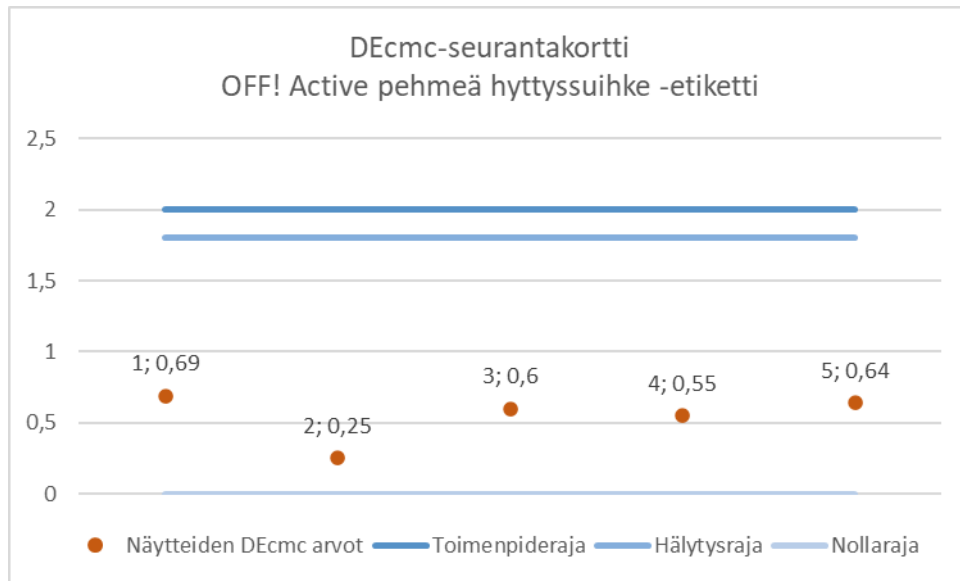
$$\text{Ryhmien välinen vaihtelu} = \frac{(MS_B - MS_W)}{n} = \frac{(1,345 \dots - 4,8 \times 10^{-5})}{5} = 0,269 \dots \approx 0,27 \quad (8)$$

MS_B on ryhmien välinen eli näytteiden välinen keskimääräinen neliösumma.

MS_W ryhmien sisäinen eli rinnakkaismittausten keskimääräinen neliösumma. [27.]

Ryhmien välinen vaihtelu selittyy näytteiden satunnaisella valitsemisella, jolloin etiketit ovat mahdollisesti eri tulostuskerralta. Lisäksi näytteiden säilytysolosuhteet ovat vaihtelevia, jolloin osa etiketeistä voi olla toisia kuluneempia ja aiheuttaa tämän vuoksi vaihtelua mittaustuloksiin.

DEcmc-arvoille tehdyt seurantakortit määritetään valitun toleranssirajan ja marginaalin mukaan. OFF! Active pehmeä hyttysuihke -etiketin DEcmc-seurantakortti on esitetty kuvassa 16.



Kuva 16. DEcmc-seurantakortti OFF! Active pehmeä hytтыssuihke -näytteille.

Seurantakortissa nollaraja kuvastaa täysin standardin mukaista väriarvoa. OFF! Active pehmeä hytтыssuihke -etiketin DEcmc-seurantakortista huomataan kaikkien näytteiden asettuvan toleranssien alapuolelle, jolloin kaikki näytteet hyväksytään.

5.2 Four reasons Brilliant color conditioner 300 ml -mittaustulokset

Kuvassa 17 on esitetty Four reasons Brilliant color 300 ml -shampoo pullon korkin mittaustulokset standardiin verrattuna, sekä hyväksytyt toleranssiarvot.

Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	tc
D65-10	4.16	3.06	2.32	3.13	2.24	2.00	0.20	2.00

Standard Name	L*	a*	b*	C*	h°
Four reasons Brilliant 300 ml standardi	57.98	22.86	-2.99	23.05	352.55

Trial Name	DL*	Da*	Db*	DEcmc	P/F DEcmc
✔ K1	-0.05 Darker	-1.25 Greener	-0.32 Bluer	0.78	Passed
✘ K2	-4.69 Darker	-0.59 Greener	-0.73 Bluer	2.11	Failed
✔ K3	-2.81 Darker	-1.05 Greener	0.45 Yellower	1.37	Passed
✔ K4	-1.47 Darker	-2.27 Greener	-0.73 Bluer	1.60	Passed
✔ K5	-3.39 Darker	-0.47 Greener	-0.74 Bluer	1.59	Passed

Kuva 17. Näytteiden K1–K5 tulokset verrattuna standardiin, sekä mittauksessa käytetyt toleranssit.

Näytteiden K1 ja K3–K5 arvot eivät ylitä P/F-toleranssirajaa, jolloin nämä näytteet ovat hyväksytyjä. Näytteen K2 arvo ylittää toleranssirajan 0,11:llä ja näyte hylätään. Kuvassa 12 näkyvässä CIELab-väriavaruusmallissa huomataan punaisena näkyvän näytteen (K2) asettuneen DL*-akselin suhteen toleranssin alapuolelle, jolloin näyte on hyväksytyä tummempi. Tämä huomataan myös kuvan 17 DL*-arvossa näytteelle K2. Näytteen K2 tummuus aiheuttaa näytteen hylkäämisen. Myös näyte K5 on standardiin verrattuna selkeästi tummempi, mutta tummuus ei ylitä hyväksytyä toleranssirajaa. Näyte K4 on mitatuista näytteistä vihrein, ja tämä on huomattavissa myös CIELab-väriavaruusmallista. Näyte sijoittuu a*-akselin suhteen vasemmalle. Näytteen K4 vihreys ei kuitenkaan ylitä toleranssirajaa. Four reasons Brilliant color -shampoo pullon korkit on valmistettu kiiltävästä heijastavasta metallista. Korkkien kohdalla tutkittiin myös materiaalin heijastavuuden vaikutusta mittaustuloksiin, mutta tuloksista huomataan, ettei heijastava materiaali vaikuta värimittaukseen merkittävästi. Mittaus tehtiin SCI-mittauksena, jolloin mahdollinen valon heijastuminen on poissuljettu mittaustuloksista ja pystytään tarkastelemaan ainoastaan näytteiden väriä.

Korkkimittausten toistettavuuden arviointi on esitetty taulukossa 3 suhteellisen keskihajonnan avulla.

Taulukko 3. Korkkien K1–K5 mittaustulosten suhteellisen keskihajonnan mukaan määritetty toistettavuus.

	K1	K2	K3	K4	K5
DL*	1,39*10 ⁻¹⁵	0,0	0,0082	0,0080	0,0083
Da*	0,032	0,048	0,025	0,063	0,037
Db*	0,18	0,036	0,22	0,50	0,50

Näytteet eivät poikkea suuresti suhteellisen keskihajonnan mukaan, jolloin mitaukset ovat toistettavuuden suhteen luotettavia.

Korkkien mittausten luotettavuutta arvioidaan suurimman otoskeskihajonnan mukaan näytteestä K4. T-jakauman arvo 95 %:n luotettavuustasolla on 2,776, jolloin näytteen DL*-arvon luottamusrajaksi saadaan seuraava (kaava 9):

$$\mu_{DL*} = \frac{2,776 \times 0,004472}{\sqrt{5}} = 0,0055 \dots \quad (9)$$

Näytteen E4 DL*-arvon luotettavuudeksi saadaan 55,78 ± 0,006.

Da*:n luotettavuus näytteessä K4 on 21,23 ± 0,02 ja Db*:n luotettavuus -3,30 ± 0,02. DL*-, Da*- ja Db*-arvojen luotettavuusväli on pieni, jolloin tulokset ovat luotettavia. Mittaus ei aiheuta suurta epävarmuutta tuloksiin.

Yksisuuntaisella varianssianalyysillä saatujen tulosten perusteella korkkimittausten DL*-arvon mittausepävarmuus ryhmien sisällä lasketaan kaavan 10 mukaisesti.

$$u_{DL*} = \sqrt{1,2 \times 10^{-5}} = 0,00346 \approx 0,35 \% \quad (10)$$

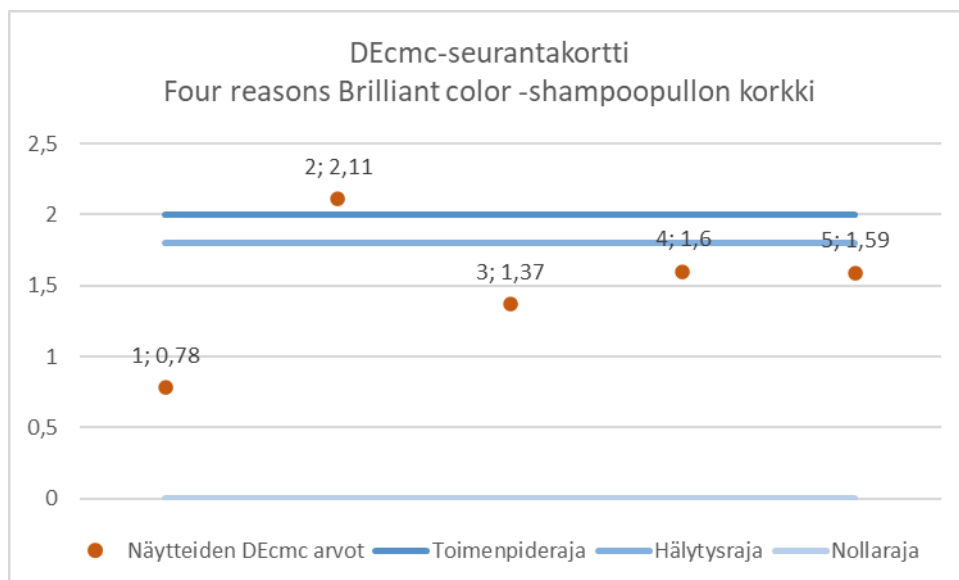
Mittausepävarmuus lasketaan Da*- ja Db*-arvoille ryhmien sisäisen vaihtelun mukaan kaavalla 5, jolloin $u_{Da*} = 0,00949 \approx 0,95 \%$ ja $u_{Db*} = 0,012 = 1,2 \%.$

DL^{*}-, Da^{*}- ja Db^{*}-arvojen mittausepävarmuudet ovat hyvin pienet. Ryhmien sisällä esiintyvä epävarmuus ei aiheuta tuloksiin suuria poikkeamia. Varianssi-analysissä ainakin yhden korkin DL^{*}-, Da^{*}- ja Db^{*}-arvot poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi 95 %:n luottamustasolla, ja mittausepävarmuuden vaihtelulla ei voida pelkästään selittää odotusarvojen välistä vaihtelua. Ryhmien välistä vaihtelua arvioidaan DL^{*}-arvosta kaavan 11 mukaisesti.

$$\text{Ryhmien välinen vaihtelu} = \frac{(MS_B - MS_W)}{n} = \frac{(13,649 - 1,2 \times 10^{-5})}{5} = 2,73 \quad (11)$$

Ryhmien välinen varianssi on >0. Ryhmien välinen vaihtelu selittyy näytteiden satunnaisella valitsemisella. Tällöin korkkien on mahdollista olla eri eristä ja niissä esiintyy eräkohtaista vaihtelua. Ryhmien sisäisen vaihtelun ollessa pieni satunnaismuuttujan aiheuttaman vaihtelun todennäköisyys pienenee ja ryhmien välinen varianssi on mahdollisesti selitettävissä eräkohtaisella vaihtelulla.

DEcmc-arvoille tehdyt seurantakortit määritetään valitun toleranssirajan ja marginaalin mukaan. Four reasons Brilliant color -shampoopullon korkin DEcmc-seurantakortti on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. DEcmc-seurantakortti Four reasons Brilliant color -shampoopullon korkille.

Kuvassa 18 näkyvästä seurantakortista huomataan näyttöiden K1, K3, K4 ja K5 asettuvan toimenpiderajan ja hälytysrajan alapuolelle, jolloin näytteet hyväksytään. Näyte K2 asettuu toimenpiderajan yläpuolelle ja on hylätty.

5.3 Four reasons Nature Volume conditioner 250 ml -mittaustulokset

Kuvassa 19 on Four reasons Nature Volume 250 ml -hoitoainepullon mittaustulokset standardiin verrattuna, sekä toleranssiarvot. Standardina käytettiin näytteistä P1–P5 laskettua keskiarvoa, sillä Four reasons Nature Volume 250 ml -hoitoainepullosta ei ole saatavilla värin hyväksymiseen käytettävää standardia.

Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	4.32	2.21	3.06	3.20	2.07	2.00	0.20	2.00

Standard Name	L*	a*	b*	C*	h°
Averaged Data	62.60	-4.57	23.61	24.05	100.96

Trial Name	DL*	Da*	Db*	DEcmc	P/F DEcmc
✘ P1	4.63 Lighter	0.37 Redder	-2.74 Bluer	2.44	Failed
✔ P2	1.52 Lighter	0.16 Redder	-0.69 Bluer	0.74	Passed
✔ P3	-1.58 Darker	-0.20 Greener	1.05 Yellower	0.88	Passed
✔ P4	-2.13 Darker	-0.19 Greener	1.49 Yellower	1.21	Passed
✔ P5	-2.94 Darker	-0.26 Greener	1.98 Yellower	1.64	Passed

Kuva 19. Näytteiden P1–P5 tulokset verrattuna standardiin, sekä mittauksessa käytetyt toleranssit.

Näytteet P2–P5 ovat hyväksytyjä, sillä näytteiden arvot eivät ylitä P/F-toleranssirajaa. Näytteen P1 DEcmc-arvo ylittää toleranssirajan 0,44:llä, jolloin näyte on hylätty. Näytteiden sijainti CIELab-väriavaruusmallissa kuvassa 13 erottaa hylätyn näytteen punaisella, sillä näytteen P1 asettuminen L*-akselille on standardiin verrattuna liian poikkeava. DL*-toleranssin mukaan näyte esiintyy liian vaaleana, mikä on huomattavissa myös CIELab-kuvaajaa tarkasteltaessa. Näytteessä P5 huomataan eniten keltaisuutta sekä tummuutta, mutta rajat eivät ylitä määritettyjä toleransseja. Akselilla a* ei ole huomattavissa suuria eroja minkään näytteen kohdalla.

Four reasons Nature Volume -pullon mittausten toistettavuuden arviointi on esitetty taulukossa 4 suhteellisen keskihajonnan avulla.

Taulukko 4. Pullojen P1–P5 mittaustulosten suhteellisen keskihajonnan mukaan määritetty toistettavuus.

	P1	P2	P3	P4	P5
DL*	0	0	0	0,0074	0
Da*	0,17	0,19	0,27	0	0,093
Db*	0,040	0,020	0,036	0,018	0,021

Näytteet eivät poikkea suuresti suhteellisen keskihajonnan mukaan, jolloin mitaukset ovat toistettavuuden suhteen luotettavia.

Pullomittausten luotettavuutta arvioidaan DL*-arvojen suurimman otoskeskihajonnan mukaan näytteestä P4 ja Da*- ja Db*-arvojen suurimman otoskeskihajonnan mukaan näytteestä P3. T-jakauman arvo 95 %:n luotettavuustasolla on 2,776, jolloin näytteen DL*-arvon luottamusrajaksi saadaan seuraava (kaava 12):

$$\mu_{DL*} = \frac{2,776 \times 0,00447}{\sqrt{5}} = 0,005552 \dots \approx 0,006 \quad (12)$$

Näytteen P4 DL*-arvon luotettavuudeksi saadaan $60,48 \pm 0,006$.

Da*:n luotettavuus näytteessä P3 on $-4,77 \pm 0,02$ ja Db*:n luotettavuus näytteestä P3 on $24,66 \pm 0,01$. DL*-, Da*- ja Db*-arvojen luotettavuusväli on pieni, jolloin tulokset ovat luotettavia. Mittaus ei aiheuta suurta epävarmuutta tuloksiin.

Rinnakkaismittausten mittausepävarmuus (u) yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan DL*-arvosta lasketaan kaavan 13 mukaisesti.

$$u_{DL*} = \sqrt{4,0 \times 10^{-6}} = 0,002 \approx 0,2 \% \quad (13)$$

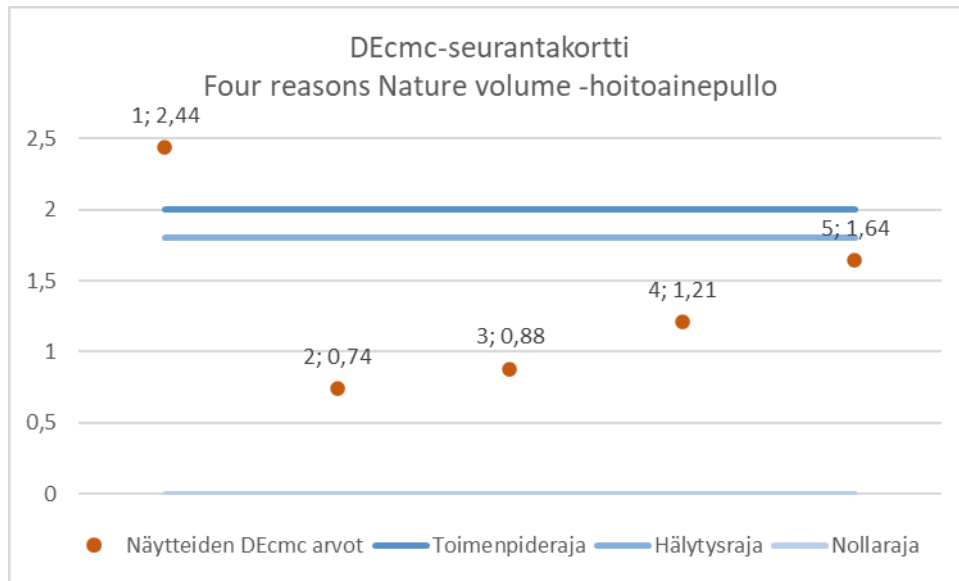
Mittausepävarmuus lasketaan Da^* - ja Db^* -arvoille rinnakkaismittausten vaihtelun mukaan kaavalla 5, jolloin $u_{Da^*} = 0,00787... = 0,79 \%$ ja $u_{Db^*} = 0,00663... = 0,66 \%$.

DL^* -, Da^* - ja Db^* -arvojen mittausepävarmuudet ovat pienet. Ryhmien sisällä esiintyvä epävarmuus ei aiheuta tuloksiin merkittävää vaihtelua. Varianssianalyysin mukaan näytteiden välillä ainakin yhden pullon DL^* -, Da^* - ja Db^* -arvot poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi 95 %:n luottamustasolla. Mittausepävarmuuden vaihtelulla ei voida pelkästään selittää odotusarvojen välistä vaihtelua. Ryhmien välistä vaihtelua arvioidaan DL^* -arvosta kaavan 14 mukaisesti.

$$\text{Ryhmien välinen vaihtelu} = \frac{(MS_B - MS_W)}{n} = \frac{(49,106... - 4,0 \times 10^{-6})}{5} = 9,821... \approx 9,82 \quad (14)$$

Ryhmien välinen varianssi > 0 ja tukee hypoteesia, jonka mukaan ainakin yhden näytteen arvot poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi. Näytteet on valittu satunnaisesti, jolloin niiden erät voivat poiketa toisistaan ja aiheuttaa näytteiden välisiin mittauksiin eroa. Four reasons Nature Volume -pullot on valmistettu kierätysmateriaalista, jolloin valmistusmassojen välillä voi esiintyä vaihtelua. Ryhmien välinen varianssi voidaan selittää mahdollisella eräkohtaisella vaihtelulla, sillä ryhmien sisäisen vaihtelun ollessa pieni satunnaismuuttujan aiheuttaman vaihtelun todennäköisyys pienenee.

DE_{cmc} -arvoista tehdyt seurantakortit on määritetty valitun toleranssirajan ja marginaalin mukaan. Four reasons Nature Volume conditioner -pullon DE_{cmc} -seurantakortti on kuvassa 20.



Kuva 20. DEcmc-seurantakortti Four reasons Nature Volume 250 ml -hoitoainepullolle.

Kuvan 20 seurantakortista nähdään näytteiden P2, P3, P4 ja K5 asettuvan toimenpiderajan alapuolelle, jolloin näytteet hyväksytään. Näyte P1 ylittää toimenpiderajan, jolloin se hylätään.

5.4 Dermal Volumizing shampoo 250 ml -mittaustulokset

Dermal Volumizing 250 ml -shampoon mittaustulokset standardiin verrattuna sekä toleranssiarvot on esitetty kuvassa 21. Standardina käytettiin näytteistä S1–S5 laskettua keskiarvoa, sillä Dermal Volumizing 250 ml -shampoosta ei ole saatavilla värin hyväksymiseen käytettävää tuotestandardia.

Tolerances:	DL* tol	Da* tol	Db* tol	DC* tol	DH* tol	P/F tol	Margin	l:c
D65-10	5.23	1.48	1.48	1.54	1.42	2.00	0.20	2.00
Standard Name	L*	a*	b*	C*	h*			
Averaged Data	98.96	-2.76	2.66	3.83	136.13			
Trial Name	DL*	Da*	Db*	DEcmc	P/F DEcmc			
✓ S1	0.07 Lighter	0.17 Redder	-0.29 Bluer	0.39	Passed			
✓ S2	-0.12 Darker	0.02 Redder	0.14 Yellower	0.18	Passed			
✓ S3	0.01	-0.22 Greener	0.04 Yellower	0.26	Passed			
✓ S4	0.06 Lighter	0.06 Redder	0.08 Yellower	0.13	Passed			
✓ S5	-0.01	-0.03 Greener	0.03 Yellower	0.05	Passed			

Kuva 21. Näytteiden S1–S5 tulokset verrattuna standardiin, sekä mittauksessa käytetyt toleranssit.

Näytteet S1–S5 ovat hyväksytyjä, sillä niiden arvot eivät ylitä P/F-toleranssirajaa. Kuvan 14 CIELab-väriavaruusmallista huomataan näytteiden asettuvan hyvin lähelle standardia, ja DL*-, Da* ja Db*-arvot vastaavatkin tätä mallia. Kaikki näytteet poikkeavat hyvin vähän standardista. Suurimman eron DEcmc-arvoihin aiheuttaa näytteen S1 sinisyys sekä näytteen S3 vihreys standardiin verrattaessa. Poikkeamat ovat kuitenkin hyvin pienet eivätkä vaikuta näytteiden hyväksyntään.

Dermosil Volumizing -shampoon mittausten toistettavuutta arvioidaan näytteistä taulukossa 5 näkyvien suhteellisten keskihajontojen arvojen avulla.

Taulukko 5. Shampoo S1–S5 mittaustulosten suhteellisen keskihajonnan mukaan määritetty toistettavuus.

	S1	S2	S3	S4	S5
DL*	0	0	0	0	0
Da*	0,32	0,26	0,24	0,26	0,16
Db*	0,55	0,30	0,17	0,31	0,31

Näytteet eivät poikkea ollenkaan DL^* -arvojen suhteellisen keskihajonnan mukaan. Da^* - ja Db^* -arvojen suhteellisen keskihajonnan arvot ovat pienet. Mittaukset ovat toistettavuuden suhteen luotettavia.

Shampoomittauksissa DL^* -arvojen otoskeskihajonta on jokaisella näytteellä 0, jolloin DL^* -arvon luottamusrajaksi tulee jokaisella näytteellä 0. Mittauksissa ei esiinny DL^* -arvoissa minkäänlaista poikkeavuutta. Da^* - ja Db^* -arvojen suurimman otoskeskihajonnan mukaan luotettavuutta arvioidaan näytteestä S1. T-ja-kauman arvo 95 %:n luotettavuustasolla on 2,776, jolloin näytteen Da^* -arvon luottamusraja saadaan kaavan 15 mukaan.

$$\mu_{Da^*} = \frac{2,776 \times 0,00836...}{\sqrt{5}} = 0,0103 ... \quad (15)$$

Näytteen S1 Da^* -arvon luotettavuudeksi saadaan $-2,598 \pm 0,01$.

Db^* :n luotettavuus näytteessä S1 on $2,362 \pm 0,02$. Da^* - ja Db^* -arvojen luotettavuusväli on pieni, jolloin tulokset ovat luotettavia. Mittauksissa ei esiinny suurta epävarmuutta aiheuttavia poikkeamia.

Rinnakkaismittausten mittausepävarmuus (u) yksisuuntaisen varianssianalyysin mukaan DL^* -arvosta on 0, sillä ryhmien sisäinen keskimääräinen neliösumma on 0. Da^* -arvon ryhmien sisäinen mittausepävarmuus lasketaan kaavan 16 mukaisesti.

$$u_{Da^*} = \sqrt{4,8 \times 10^{-5}} = 0,00692 ... \approx 0,69 \% \quad (16)$$

Mittausepävarmuus lasketaan Db^* -arvolle rinnakkaismittausten vaihtelun mukaan kaavalla 5, jolloin $u_{Db^*} = 0,00894... = 0,89 \%$.

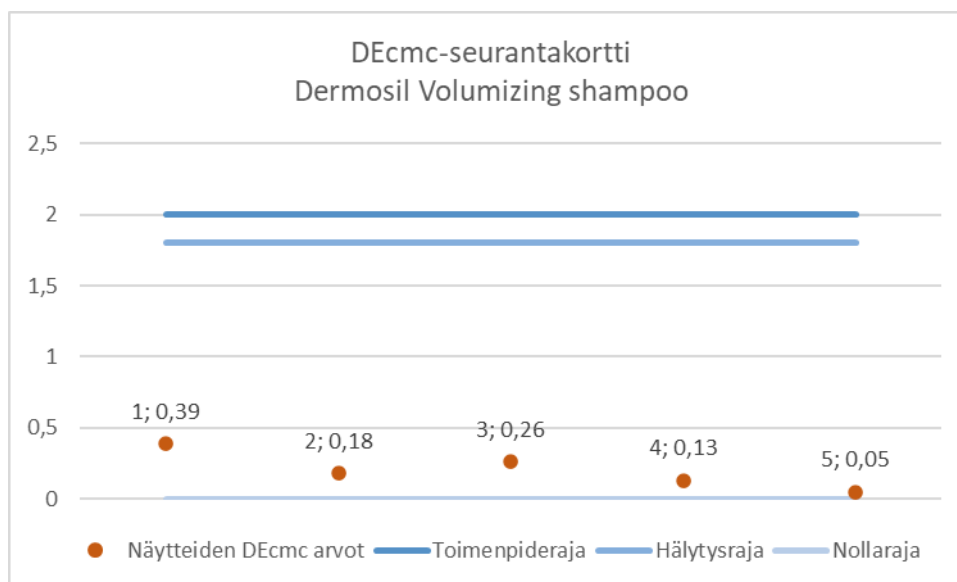
DL^* -arvon ollessa 0 ja Da^* - ja Db^* -arvojen mittausepävarmuuksien ollessa pienet, ryhmien sisällä esiintyvä epävarmuus ei aiheuta tuloksiin merkittävää vaihtelua. Varianssianalyysin mukaan näytteiden välillä ainakin yhden shampoonäytteen DL^* -, Da^* - ja Db^* -arvot poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi 95

%,n luottamustasolla. Odotusarvojen välistä vaihtelua ei voida selittää pelkäs-
tään mittausepävarmuuden vaihtelulla. Ryhmien välistä vaihtelua arvioidaan
DL*-arvosta kaavan 17 mukaisesti.

$$\text{Ryhmien välinen vaihtelu} = \frac{(MS_B - MS_W)}{n} = \frac{(0,0304 - 0)}{5} = 0,01 \quad (17)$$

Ryhmien välinen varianssi >0. Arvo tukee hypoteesia, jonka mukaan ainakin yh-
den näytteen arvot poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi. Shampoo näytteet va-
littiin eri aikoina valmistetuista eristä, jolloin näytteet voivat poiketa toisistaan ja
aiheuttaa näytteiden välisiin mittauksiin eroa. Eräkohtainen vaihtelu voi selittää
ryhmien välisen varianssin. Ryhmien sisäisen varianssin ja ryhmien välisen vari-
anssin ero on kuitenkin hyvin pieni, jolloin vaihtelu näytteiden välillä selittyy to-
dennäköisemmin eräkohtaisena vaihteluna, kuin satunnaisen muuttujan aiheut-
tamana vaihteluna.

DEcmc-arvoista tehdyt seurantakortit on määritetty valitun toleranssirajan ja
marginaalin mukaan. Dermal Volimizing -shampoon DEcmc-seurantakortti on
kuvassa 22.



Kuva 22. DEcmc-seurantakortti Dermsil Volumizing 250 ml -shampoolle.

Kuvan 22 seurantakortista huomataan kaikkien näytteiden S1–S5 asettuvan toimenpiderajan ja hälytysrajan alapuolelle, jolloin näytteet hyväksytään.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli käyttöönottaa yrityksen hankkima X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometri, luoda käyttöohjeet laitteelle sekä perehtyä värinhallinnan menetelmiin kosmetiikkatuotteiden laadunvalvonnassa. Laitteen toiminnan tarkistamiseksi suoritettiin mittauksia heijastus- sekä läpäisymenetelmällä pakkausmateriaaleista sekä tuotenäytteestä. Laitteen toimintaa analysoitiin luotettavuuden, toistettavuuden sekä mittausepävarmuuden avulla. Opinnäytetyössä päästiin tavoitteeseen ja spektrofotometrin todettiin toimivan luotettavasti värinhallinnassa kosmetiikkatuotteille sekä pakkausmateriaaleille laadunvalvonnan menetelmänä. Laaditun käyttöohjeen avulla yritys pystyy hyödyntämään X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometriä tuotteiden väritasalaatuisuuden tulkinnassa.

Yrityksessä ilmeni mahdollinen tarve tulevaisuudessa päästä mittaamaan läpinäkymättömiä nesteitä, jolloin mittauksen helpottamiseksi yrityksen tulisi hankkia läpinäkymättömille nestenäytteille tarkoitettu pidike nesteheijastusmittauksia varten. Läpinäkymättömiä nesteitä voidaan mitata myös pitämällä nesteellä täytettyä kyvetteä käsin huolellisesti heijastusmittauskohdassa mittauksen ajan. Mittauksia helpottamaan X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometrille on saatavilla tarkoitukseen sopiva pidike, ja tämän hankinnasta luotiin ehdotus yritykselle. Nestemittauksia helpottamaan hankittiin myös kertakäyttöisiä kyvettejä, jolloin esimerkiksi hyvin viskoosisten näytteiden mittaaminen nopeutuu.

Mittauksen perusteella asetettu toleranssi osoittautui riittäväksi. Yrityksen jatkaessa mittauksia tulevaisuudessa tulee seurata, onko asetettu toleranssi liian rajaava ja tulisiko asetettua hyväksymistoleranssia laajentaa joidenkin tuotteiden kohdalla. Uuden asennetun iQC 9.8.30.5 -ohjelmiston avulla heijastus- sekä läpäisymittaukset pystytään suorittamaan luotettavasti. Spektrofotometrin antamat tulokset todettiin luotettaviksi ja toistettavuuden suhteen hyväksytyiksi.

Mittausepävarmuus ei aiheuttanut merkittävää poikkeamaa minkään tuotenäytteen tuloksiin. X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometriä voidaan käyttää tulevaisuudessa yrityksen laadunvarmistuksen tukena.

Lähteet

- 1 Jaarinen, Soili & Niiranen, Jukka. 2005. Laboratorion analyysitekniikka. 5., uudistettu painos. Helsinki; Edita Prima Oy.
- 2 Sjögren, Mikael. Oy Transmeri Logistics Ab Vastuullisuusraportti 2020. Verkkoaineisto. Oy Transmeri Logistics Ab. <<https://transmerilogistics.fi/wp-content/uploads/2021/04/Vastuullisuusraportti-TML-2020.pdf>>. Luettu 9.2.2022.
- 3 Rihlana, Seppo. 1997. Värioppi. 6., uudistettu painos. Tampere: Rakennustieto Oy.
- 4 Ashe, Tom P. 2014. Color Management & Quality Output. United Kingdom: Focal Press.
- 5 X-Rite Color. 2021. Colorimetry - The Theory of Colors. Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/blog/colorimetry>>. 22.7.2021. Luettu 14.2.2022.
- 6 Understanding Paper Whiteness. 2017. Verkkoaineisto. Sappi North America. <<https://cdn-s3.sappi.com/s3fs-public/sappietc/Understanding%20Paper%20Whiteness.pdf>>. Luettu 14.4.2022.
- 7 Mouw, Tim. 2016. Are You Using the Right Tolerancing Method? Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/blog/tolerancing-basics>>. 15.6.2016. Luettu 10.3.2022.
- 8 Gibbs, Keith. 2022. The eye. Verkkoaineisto. School Physics. <https://www.schoolphysics.co.uk/age16-19/Optics/Optical%20instruments/text/Eye_/index.html>. Luettu 10.3.2022.
- 9 X-Rite Ci7XX0 Benchtop Spectrophotometer Users Guide. 2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. Oy Transmeri Logistics Ab.
- 10 Laplace, Clément. 2022. Hankinnan ja tuotekehityksen johtaja, Oy Transmeri Logistics Ab, Vantaa. Keskustelu 16.2.2022.
- 11 Wakeford, Colin. 2022. Team Leader Applications CP&M, X-Rite. Koulutus 15.3.2022.
- 12 Arnkil, Harald. 2021. Värit havaintojen maailmassa. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.

- 13 Lister, Graeme G. & Waymouth, John F. 2003. Encyclopedia of Physical Science and Technology, Light Sources. 3rd ed. Verkkoaineisto. ScienceDirect. <<https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/tristimulus-value>>. Luettu 15.2.2022.
- 14 X-Rite Color. 2021. What is Color Measurement? Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/blog/color-measurement>>. 24.8.2021. Luettu 14.2.2022.
- 15 What Is Color Gamut? 2022. Verkkoaineisto. ViewSonic Library. <<https://www.viewsonic.com/library/photography/what-is-color-gamut/>>. 20.2.2022. Luettu 2.5.2022.
- 16 Ritchie, Molly. 2021. Custom Color Matching to Create Customized Solutions. Verkkoaineisto. Star Plastics, Inc. <<https://www.starplastics.com/custom-color-matching/>>. 15.3.2021. Luettu 8.3.2022.
- 17 Mow, Tim. 2018. LAB Color Values / Color Spaces. Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/blog/lab-color-space>>. 8.10.2018. Luettu 8.3.2022.
- 18 Mow, Tim. 2018. Tolerancing Part 3: Color Space vs. Color Tolerance. Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/blog/tolerancing-part-3>>. 16.3.2018. Luettu 8.3.2022.
- 19 CIELCH, CIELAB and CMC Tolerancing. Verkkoaineisto. X-Rite. <https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/literature/l10/l10-200_l10-299/l10-281_color_tolerancing_poster/l10-281_colortolerancingposter_en.pdf?la=en&hash=F69918CC8ADD54EF9EA56D4810E1E0E40A660322>. Luettu 8.3.2022.
- 20 Huda, Mike. 2019. Transmission vs. Reflection: Which Benchtop is Right? Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/blog/transmission-vs-reflection-ci7500>>. 26.2.2019. Luettu 14.2.2022.
- 21 What is a Spectrophotometer / Color Spectro? Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/learning-color-education/other-resources/what-is-a-spectrophotometer>>. Luettu 15.3.2022.
- 22 Choosing the Right Spectrophotometer for Color Quality on any Surface. Verkkoaineisto. X-Rite. <https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/whitepaper_pdfs/l10-518_the_right_tool_for_highest_color_quality_on_any_surface/choosingrightspectrophotometer-whitepaper-en-l10-518.pdf?la=ja-jp&hash=FEA63FE0A979BEAE89225966F1E2E58B9C5739D6>. Luettu 15.3.2022.

- 23 Huda, Mike. 2018. The Difference Between a 0:45 and a Sphere Measurement. Verkkoaineisto. X-Rite. <<https://www.xrite.com/blog/difference-between-0-45-and-sphere-measurement>>. 18.1.2018. Luettu 15.3.2022.
- 24 What Illuminants are available in X-Rite Hardware and Software? Verkkoaineisto. X-Rite. <https://www.xrite.com/service-support/what_illuminants_are_available_in_xrite_hardware_and_software>. Luettu 13.4.2022.
- 25 Taanila, Aki. 2012. Anovakaavat. Verkkoaineisto. Excel. <<http://taanila.fi/anovakaavat.xlsx>>. 28.9.2012. Luettu 23.3.2022.
- 26 Color iMatch Textiles Help. 2005. Verkkoaineisto. X-Rite Photo. <https://www.xritephoto.com/documents/literature/gmb/en/200_Color_iMatch_Textiles_Manual_en.pdf>. Luettu 7.4.2022.
- 27 Koriseva, Eija. 2019. Tilastomatematiikka ja koesuunnittelu. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometrin käyttöohjeet

Versio 1.0

TYÖOHJE

1(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace

14.4.2022

Ohjeet - X-Rite Sphere Benchtop Ci7600 -spektrofotometri

Laite

X-Rite Ci7600 Sphere Benchtop -spektrofotometri

Tunnus

SPEKTROFOTO

Kalibroinnit, huolto ja puhdistus

Kalibrointi jokaiselle käytettävälle mittaamenetelmälle kahdeksan käyttötunnin välein. Laitteen lepotila kuluttaa käyttötunteja.

Spektrofotometrille suositellaan vuosittaista uudelleensertifiointia X-riten kautta. Työohjeiden lopussa X-Riten mahdolliset huoltosuunnitelmat. Liitteet löytyvät myös tiedostoista: Transmeri --> Kehityskeskus ja osto --> Laitteet ja tilat --> X-rite --> Vuosittainen uudelleensertifiointi.

Laite puhdistetaan pölystä käyttäen puhdasta paineilmaa. Black trap -kotelon sisältämä musta levy voidaan tarvittaessa puhdistaa paineilamalla, mutta käsittele levyä vain reunoihin koskemalla. Valkoinen kalibrointilaatta puhdistetaan käyttäen mietoa puhdistusainetta, isopropanolia sekä tislattua vettä. Ensin laatta puhdistetaan nukkaantumaton puhdistuslappua käyttäen miedolla lasinpesunesteellä. Tämän jälkeen laite pyyhitään isopropanolilla ja viimeiseksi pinta huuhdellaan tislattulla vedellä. Laite kuivataan käyttäen nukkaantumaton puhdistuslappua. Puhdistusohjeet voit tarkistaa X-Riten sivuilta alla olevasta linkistä löytyvästä videosta:

[Meet Tight Tolerances with Ci7800 Benchtop Spectrophotometer \(xrite.com\)](https://www.xrite.com/Meet-Tight-Tolerances-with-Ci7800-Benchtop-Spectrophotometer)

→ video → How to maintain your sphere benchtop instrument.

Esivalmistelut

- Lepotilassa oleva laite käynnistetään painamalla kuvassa 1 näkyvää virtapainiketta (Power "standby" button and indicator).
- Jos laite on suljettu kokonaan, paina laitteen takaosan virtapainiketta. Odota 50 s laitteen käynnistymiseksi ennen mittausten aloittamista.
- Käynnistä tietokoneen työpöydältä Color iQC -ohjelma.
- Valitse haluttu toiminto: viimeisin mitta, tallennettu mitta, uusi mitta, käynnistä ilman mittausta.
- Valitse yläpalkista Spectro → Select mode.

Oy Transmeri Logistics Ab

Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

transmeri
LOGISTICS

Versio 1.0

TYÖOHJE

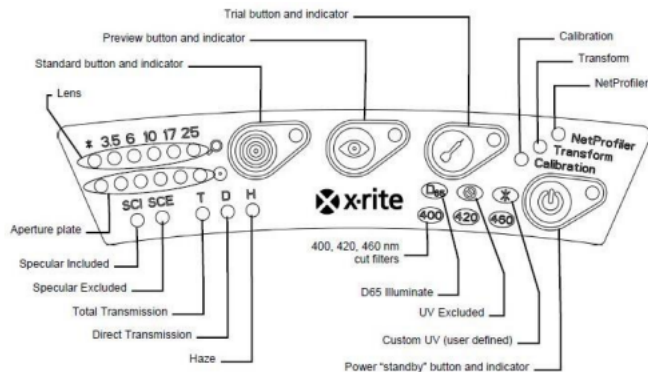
2(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace

14.4.2022

- Avautuvasta valikosta nähdään, vaaditaanko kalibrointia halutulle mittaukselle. Eri mittaukset selitetty kuvan 1 jälkeen.



Kuva 1. Laitteen etuosan näppäinpaneli.

- Reflectance-mittaus: Läpinäkymättömille näytteille.
- Direct transmission -mittaus: Läpinäkyvien näytteiden mittaaminen. Näytteen läpi pystyy näkemään selkeästi.
- Total transmission -mittaus: Läpikuultavien näytteiden mittaaminen, jotka eivät aiheuta valon hajaantumista. Nesteiden mittaus ainoastaan Total transmission -menetelmällä.
- Haze-mittaus: Läpikuultavien näytteiden mittaaminen, jotka hajauttavat valoa.

Kalibrointi

Reflectance-kalibrointi

- Asetetaan kalibroitavaan menetelmään sopiva aukkolevy (aukkolevy ilman heijastusrengasta) laitteeseen.
- Valitse haluttu kalibroitava menetelmä (0, 1 tai 2) --> Modify.
- Tarkasta menetelmän oikeellisuus --> OK.
- Valitaan Calibrate ja seurataan laitteen ohjeita.
- Laite pyytää valkoista keraamista kalibrintilaattaa. Aseta tämä laitteen etuosan näytetelineeseen. Paina OK.
- Laite pyytää Black trap -koteloa. Poista valkoinen kalibrintilaatta ja aseta Black trap -kotelo näytetelineeseen. Kotelo asetetaan nuoli ylöspäin. Paina OK.
- Menetelmä on kalibroitu --> Close, ja voit aloittaa mittaukset tällä menetelmällä.

Oy Transmeri Logistics Ab

Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

Versio 1.0

TYÖOHJE

3(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace 14.4.2022

Direct Transmission -kalibrointi

- Aseta 25 mm:n valkoisen heijastusrenkaan sisältävä aukkok Levy laitteeseen.
- Avaa laitteen luukku ja aseta 25 mm:n näyteteline alla olevan kuvan 2 mukaisesti.



Kuva 2. Näyteteline Direct Transmission -mittauksissa.

- Valitse haluttu kalibroitava menetelmä (5) --> Modify.
- Tarkasta menetelmän oikeellisuus --> OK.
- Valitaan Calibrate ja seurataan laitteen ohjeita.
- Laite pyytää valkoista muovista heijastuslaattaa. Aseta tämä laitteen etuosan näytetelineeseen. Paina OK.
- Laite pyytää mustaa muovilevyä. Aseta tämä laitteen sisällä olevaan näytetelineeseen (valkoinen heijastuslaatta pidetään näytetelineessä). Paina OK.
- Menetelmä on kalibroitu --> Close, ja voit aloittaa mittaukset tällä menetelmällä.

Total Transmission -kalibrointi

- Aseta kalibroitavaan menetelmään sopiva valkoisen heijastusrenkaan sisältävä aukkok Levy laitteeseen.
- Avaa laitteen luukku ja aseta näyteteline alla olevan kuvan 3 mukaisesti.

Oy Transmeri Logistics Ab
Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

transmeri
LOGISTICS

Versio 1.0

TYÖOHJE

4(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace

14.4.2022



Kuva 3. Näytepidike Total Transmission -mittauksessa.

- Valitse haluttu kalibroitava menetelmä (3 tai 4) --> Modify.
- Tarkasta menetelmän oikeellisuus --> OK.
- Valitaan Calibrate ja seurataan laitteen ohjeita.
- Laite pyytää valkoista muovista heijastuslaattaa. Aseta tämä laitteen etuosan näytetelineeseen. Paina OK.
- Laite pyytää mustaa muovilevyä. Aseta tämä laitteen sisällä olevaan näytetelineeseen (valkoinen heijastuslaatta pidetään näytetelineessä). Paina OK.
- Menetelmä on kalibroitu --> Close, ja voit aloittaa mittaukset tällä menetelmällä.

- Nesteitä mitattaessa aseta kyvettelinee laitteeseen kuvan 4 mukaisesti.

Oy Transmeri Logistics Ab
Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

transmeri
LOGISTICS

Versio 1.0

TYÖOHJE

5(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace

14.4.2022



Kuva 4. Kyvetteline Total Transmission -mittauksessa.

- Valitse haluttu kalibroitava menetelmä (3 tai 4) --> Modify.
- Tarkasta menetelmän oikeellisuus --> OK.
- Valitaan Calibrate ja seurataan laitteen ohjeita.
- Aseta valkoinen muovinen heijastuslaatta laitteen etuosan näytetelineeseen. Aseta kirkkaalla nesteellä täytetty kyvetti kyvettelineeseen. Paina OK. HUOM! Nesteen tulee olla mitattavan näytteen kanssa samaa pohja-ainetta (esim. puhdas vesi). Käsittele kyvetiä huolellisesti ja vältä koskemasta kyvetin kirkkaita sivuja, joiden läpi mittaus tapahtuu. Älä täytä kyvetiä ikinä kyvetin ollessa laitteessa. Käytä kalibrointiin samoja kyvettejä, joilla aiot suorittaa näytemittaukset.
- Laite pyytää mustaa muovilevyä. Aseta tämä laitteen sisällä olevaan näytetelineeseen kyvetin ja pallon väliin (valkoinen heijastuslaatta pidetään näytetelineessä). Paina OK.
- Menetelmä on kalibroitu --> Close ja voit aloittaa mittaukset tällä menetelmällä.

Haze -kalibrointi

- Haze-kalibrointia ennen suoritetaan Reflectance-kalibrointi.
- Aseta kalibroitavaan menetelmään sopiva valkoisen heijastusrenkaan sisältävä aukkolevy laitteeseen.
- Avaa laitteen luukku ja aseta näyteteline alla olevan kuvan 3 mukaisesti.
- Valitse haluttu kalibroitava menetelmä (6) --> Modify.
- Tarkasta menetelmän oikeellisuus --> OK.
- Valitaan Calibrate ja seurataan laitteen ohjeita.
- Laite pyytää valkoista heijastuslaattaa. Aseta tämä laitteen etuosan näytetelineeseen. Paina OK.
- Laite pyytää Black trap -koteloa. Aseta tämä näytetelineeseen. Paina OK.

Oy Transmeri Logistics Ab
Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

Versio 1.0

TYÖOHJE

6(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace 14.4.2022

- Menetelmä on kalibroitu ja voit aloittaa mittaukset tällä menetelmällä.

Mittaaminen

Reflectance-mittaus

- Valitse yläpalkista spectro → select mode. Valitse haluttu menetelmä (0, 1 tai 2). Jos olet suorittanut menetelmän kalibroinnin juuri ennen mittausta, on haluttu menetelmä jo valittuna.
- Asetetaan sopiva aukkokolevy laitteeseen.
- Valitaan näytöltä Measure Standard (standardi) tai Measure Trial (näyte).
- Nimeä mittaus.
- Aseta näyte laitteen etuosan näytepidikkeeseen tai pidä näytettä itse käsin mittauskohdassa (suuret näytteet). Käsin pidettäessä näyte ei saa heilua tai liikkua.
- Preview -kohdasta pystyt tarkastella näytettä.
- Averaging -kohtaa muuttamalla voit valita rinnakkaisten mittausten lukumäärän. Suorita vähintään kolme (3) rinnakkaista mittausta.
- Show Avg -kohdasta voit tarkastella rinnakkaisten mittausten arvoja mittausten edetessä. Mittaustulos muodostuu rinnakkaisten mittausten keskiarvosta.
- Paina Next mittausten aloittamiseksi. Seuraa koneen ohjeita ja mittaa niin monta kertaa kuin rinnakkaisia on valittu. Rinnakkaismittausten tulokset näkyvät suhteessa keskiarvoon.
- Mittauksen lopuksi paina Close. Näet mittaustulokset näytöltä.
- Tallenna mittaus: e-job --> Save As --> Transmeri --> Kehityskeskus ja osto --> Laitteet ja tilat --> X-rite.

Direct Transmission -mittaus

- Valitse yläpalkista Spectro → Select mode. Valitse haluttu menetelmä (5). Jos olet suorittanut menetelmän kalibroinnin juuri ennen mittausta, on haluttu menetelmä jo valittuna.
- Asetetaan 25 mm:n valkoisen heijastusrenkaan sisältämä aukkokolevy laitteeseen.
HUOM! Direct Transmission -mittauksessa käytetään aina vain 25 mm valkoisen heijastusrenkaan sisältämää aukkokolevyä.
- Asetetaan valkoinen muovinen heijastuslaatta laitteen heijastusmittausnäytepidikkeeseen.
- Avaa luukku ja varmista, että 25 mm:n näytepidike on laitteessa kuvan 2 mukaisella tavalla.
- Valitaan näytöltä Measure Standard (standardi) tai Measure Trial (näyte).
- Nimeä mittaus.

Oy Transmeri Logistics Ab
Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

transmeri
LOGISTICS

Versio 1.0

TYÖOHJE

7(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace 14.4.2022

- Aseta näyte näytepidikkeeseen ja sulje luukku.
- Averaging -kohtaa muuttamalla voit valita rinnakkaisten mittausten lukumäärän. Suorita vähintään kolme (3) rinnakkaista mittausta.
- Show Avg -kohdasta voit tarkastella rinnakkaisten mittausten arvoja mittausten edetessä. Mittaustulos muodostuu rinnakkaisten mittausten keskiarvosta.
- Paina Next mittausten aloittamiseksi. Seuraa koneen ohjeita ja mittaa niin monta kertaa kuin rinnakkaisia on valittu. Rinnakkaismittausten tulokset näkyvät suhteessa keskiarvoon.
- Mittauksen lopuksi paina Close. Näet mittaustulokset näytöltä.
- Tallenna mittaukset: e-job --> Save As --> Transmeri --> Kehityskeskus ja osto --> Laitteet ja tilat --> X-rite.

Total Transmission -mittaus

- Valitse yläpalkista Spectro → Select mode. Valitse haluttu menetelmä (3 tai 4). Jos olet suorittanut menetelmän kalibroinnin juuri ennen mittausta, on haluttu menetelmä jo valittuna.
- Asetetaan sopiva valkoisen heijastusrenkaan sisältämä aukkokolevy laitteeseen.
- Asetetaan valkoinen muovinen heijastuslaatta laitteen heijastusmittausnäytepidikkeeseen.
- Avaa luukku ja varmista, että sopiva näytepidike on laitteessa kuvan 3 mukaisella tavalla. Jos mitataan nesteitä, aseta kyvetteline laitteeseen kuvan 4 mukaisella tavalla.
HUOM! Nesteitä voidaan mitata ainoastaan Total Transmission -menetelmällä.
- Valitaan näytöltä Measure Standard (standardi) tai Measure Trial (näyte).
- Nimeä mittaus.
- Aseta näyte näytepidikkeeseen tai kyveti kyvettelineeseen ja sulje luukku.
HUOM! Älä täytä kyvetiä kyvetin ollessa laitteessa. Käsittele kyvetiä huolellisesti ja vältä koskemasta kyvetin kirkkaita sivuja, joiden läpi mittaus tapahtuu.
- Averaging -kohtaa muuttamalla voit valita rinnakkaisten mittausten lukumäärän. Suorita vähintään kolme (3) rinnakkaista mittausta.
- Show Avg -kohdasta voit tarkastella rinnakkaisten mittausten arvoja mittausten edetessä. Mittaustulos muodostuu rinnakkaisten mittausten keskiarvosta.
- Paina Next mittausten aloittamiseksi. Seuraa koneen ohjeita ja mittaa niin monta kertaa kuin rinnakkaisia on valittu. Rinnakkaismittausten tulokset näkyvät suhteessa keskiarvoon.
- Mittauksen lopuksi paina Close. Näet mittaustulokset näytöltä.
- Tallenna mittaukset: e-job --> Save As --> Transmeri --> Kehityskeskus ja osto --> Laitteet ja tilat --> X-rite.

Oy Transmeri Logistics Ab
Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

transmeri
LOGISTICS

Versio 1.0

TYÖOHJE

8(13)

Laatinut: Camilla Jalova

Hyväksynyt: Clément Laplace

14.4.2022

Haze-mittaus

- Valitse yläpalkista Spectro → Select mode. Valitse haluttu menetelmä (6). Jos olet suorittanut menetelmän kalibroinnin juuri ennen mittausta, on haluttu menetelmä jo valittuna.
- Paina Standard Name kohdassa hiiren oikeaa painiketta --> Properties --> Std/Multiple Trial View Setup. Lisää Haze nuolilla Possible Attributes kohdasta Selected Attributes kohtaan. Lisää tämä Standard display ja Trial display valikkoihin. Paina OK.
- Asetetaan sopiva valkoisen heijastusrenkaan sisältämä aukkolevy laitteeseen.
- Asetetaan valkoinen heijastuslaatta laitteen heijastusmittaus-näytepidikkeeseen.
- Avaa luukku ja varmista, että sopiva näytepidike on laitteessa kuvan 3 mukaisella tavalla.
- Aseta näyte näytepidikkeeseen.
- Valitaan näytöltä Measure Standard (standardi) tai Measure Trial (koe).
- Nimeä mittaus.
- Averaging -kohtaa muuttamalla voit valita rinnakkaisten mittausten lukumäärän. Suorita vähintään kolme (3) rinnakkaista mittausta.
- Show Avg -kohdasta voit tarkastella rinnakkaisten mittausten arvoja mittausten edetessä. Mittaustulos muodostuu rinnakkaisten mittausten keskiarvosta.
- Paina Next mittausten aloittamiseksi. Seuraa koneen ohjeita ja mittaa niin monta kertaa kuin rinnakkaisia on valittu. Rinnakkaismittausten tulokset näkyvät suhteessa keskiarvoon.
- Laite pyytää Black trap -koteloa, aseta se näytetelineeseen ja jatka mittauksia.
- Mittauksen lopuksi paina Close. Näet Haze-arvon näytöltä.
- Tallenna mittaukset: e-job --> Save As --> Transmeri --> Kehityskeskus ja osto --> Laitteet ja tilat --> X-rite.

Tulokset

- Mitattu standardi näkyy Standard name -kohdassa ja näytteet Trial name -kohdassa.
- Valittua hyväksymistoleranssia pääset muuttamaan painamalla Settings --> QC --> System default tolerances. Sopiva Pass/Fail toleranssi on 2.00 ja Margin 0,2 --> OK.
- Trial kohdassa P/F määräytyy valitun P/F toleranssin mukaan DEcmc-arvosta.
- dCIELab:D65-10 havainnollistaa näytteiden asettumista CIELab-väriavaruusmalliin standardin ympärille.

Oy Transmeri Logistics Ab

Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

transmeri
LOGISTICS

Versio 1.0 TYÖOHJE 9(13)
Laatinut: Camilla Jalova Hyväksynyt: Clément Laplace 14.4.2022

- Jos halua vaihtaa standardia --> valitse halutu uusi standardi --> paina hiiren oikeaa painiketta --> Use as current standard.
- Jos haluat luoda standardin mittausten keskiarvosta --> valitse halutut mittaukset --> paina hiiren oikeaa painiketta --> Average into new standard.
- Jos haluat muuttaa tuloksissa näytettäviä arvoja, paina Standard name -kohdan päällä hiiren oikeaa painiketta --> Properties --> Std/Multiple Trial View Setup. Lisää/poista näytettävät arvot nuolilla Possible Attributes ja Selected Attributes kohtien välillä. Muuta samat Standard display ja Trial display valikkoihin. Paina OK.

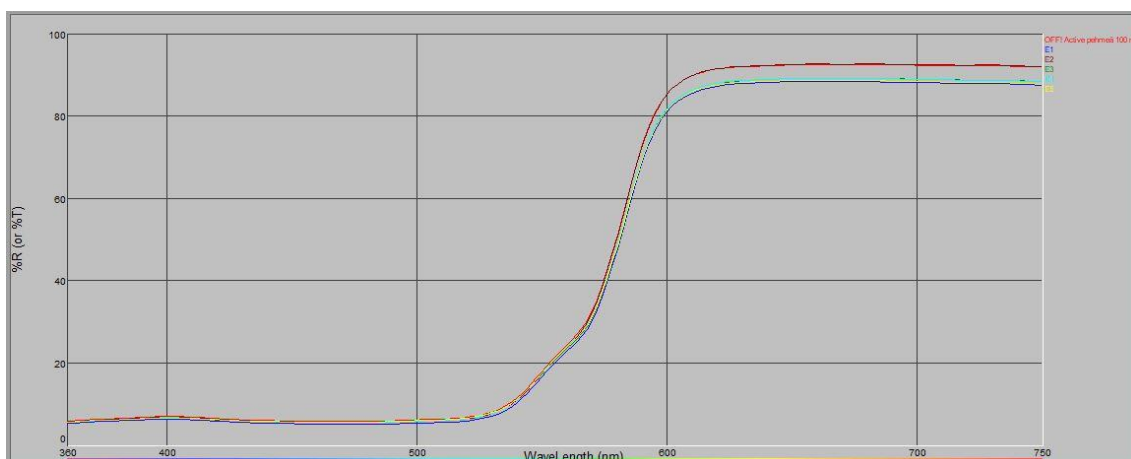
Laitteen sammuttaminen

- Varmista että olet tallentanut tehdyt mittaukset ennen ohjelman sulkemista. Viimeisimmän mittauksen avaaminen ohjelman käynnistysvalikosta tarkoittaa viimeisimpää tallennettua mittausta.
- Laite voidaan asettaa lepotilaan painamalla kuvassa 1 näkyvää virtapainiketta.
- Laite voidaan sulkea laitteen takaosan virtapainikkeesta.

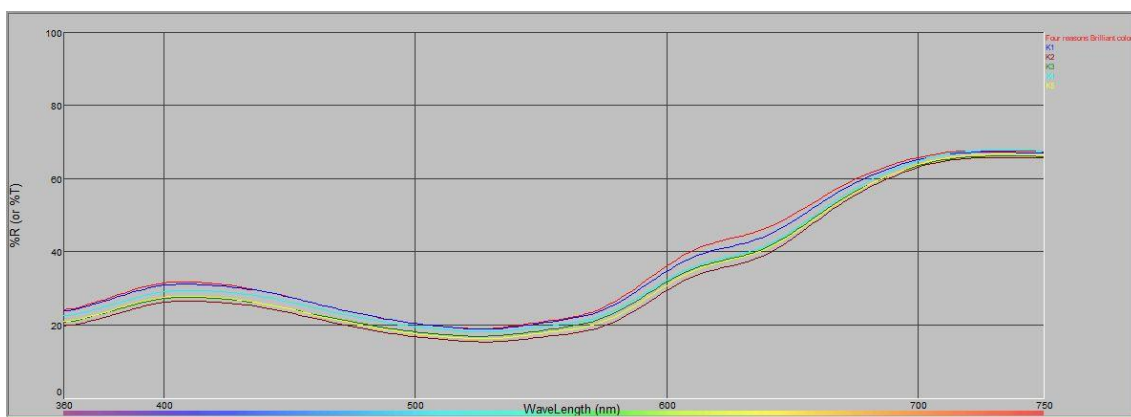
Oy Transmeri Logistics Ab
Kisällintie 13
01730 Vantaa
Finland

transmeri
LOGISTICS

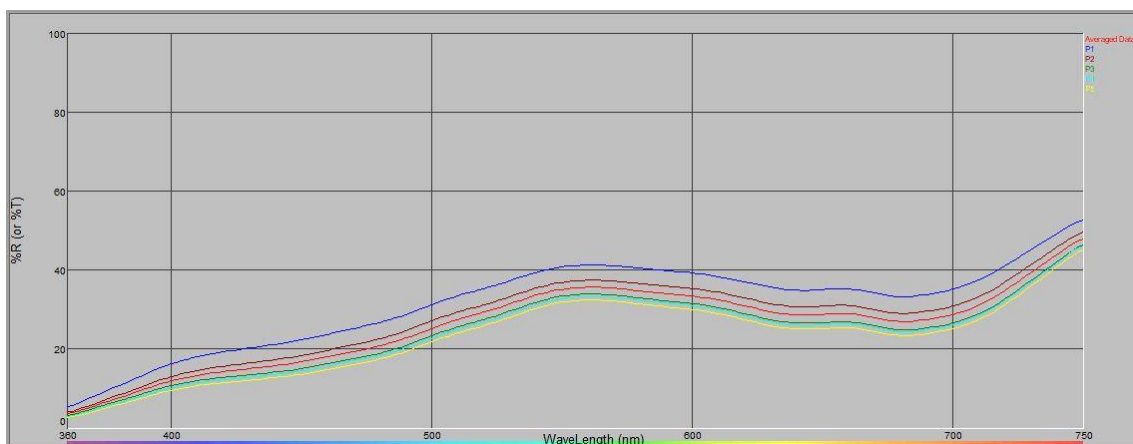
Näytteiden spektrikäyrät



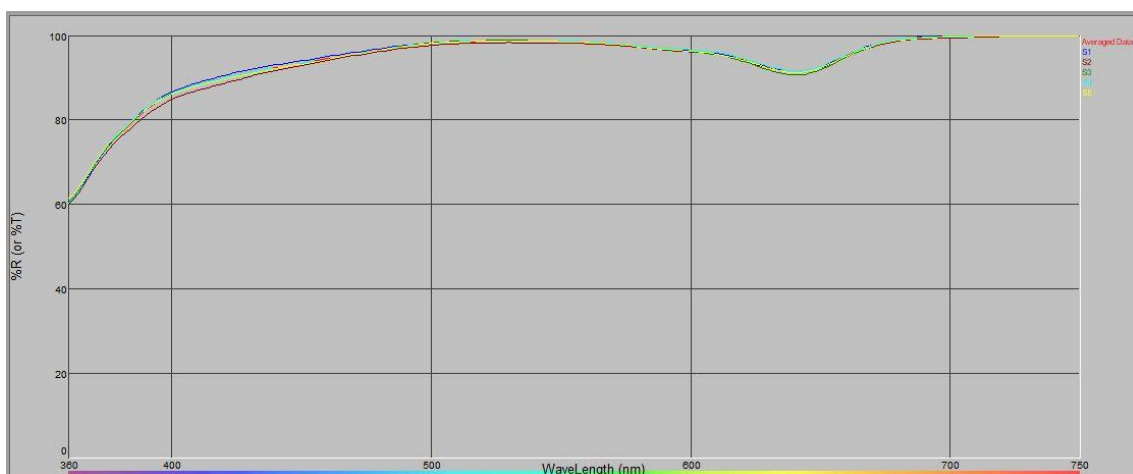
Kuva 1. Näytteiden E1–E5 spektrikäyrät standardiin ES (OFF! Active pehmeä 100 ml) verrattuna.



Kuva 2. Näytteiden K1–K5 spektrikäyrät standardiin KS (Four reasons Brilliant color) verrattuna.



Kuva 3. Näytteiden P1–P5 spektrikäyrät standardiin PS (Averaged Data) verrattuna.



Kuva 4. Näytteiden S1–S5 spektrikäyrät standardiin SS (Averaged Data) verrattuna.