



**Reaktiivitulostettujen kankaiden esikä-
sittelyjen ja tulostuspohjien vaikutus
värien kirkkauteen ja kesto-
ominaisuuksiin**

Eeva-Leena Pohls

Opinnäytetyö
Syyskuu 2014
Tampereen ammattikorkea-
koulu
Paperi-, tekstiili- ja kemian-
tekniikka
Tekstiilitekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Tekstiilitekniikka

POHLS, EEVA-LEENA:

Reaktiivitulostettujen kankaiden esikäsittelyjen ja tulostuspohjien vaikutus värien kirkkauteen ja kesto-ominaisuuksiin

Opinnäytetyö 88 sivua, joista liitteitä 28 sivua
Syyskuu 2014

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia reaktiiviväreillä digitaalisesti tulostettujen kankaiden ja neulosten esikäsittelyjen ja tulostuspohjien vaikutusta värien kirkkauteen ja kestävyYTEEN. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli tekstiilipaino Printscorpio Oy, ja opinnäytetyön aihetta tutkittiin digitaalitulostuksen mahdollisuuksia käsittelevässä Digi-tex-projektissa.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa on käsitelty digitaaliseen mustesuihkutulostamiseen liittyviä asioita, kuten itse tulostusmenetelmää, kankaiden esikäsittelyjä sekä selluloosa-kuiduista valmistettujen kankaiden tulostukseen käytettäviä reaktiivivärejä. Lisäksi työssä on käsitelty kestävyystestausten tuloksien ohessa testauskäytäntöihin liittyvää teoriaa.

Työn kokeellinen osuus suoritettiin testaamalla eri esikäsittelyn saaneita ja eri raaka-aineista erilaisilla sidoksilla valmistettuja kankaita ja neuloksia. Testaukset aloitettiin tutkimalla näyttemateriaalien kirkkautta sekä visuaalisesti että värin syvyyttä värimittarilla mitaten. Kirkkaustestauksien jälkeen kankaista testattiin värin pesunkestoa, värin hankauskestoa, värin valonkestoa ja hankauslujuutta. Kaikki testaukset toteutettiin Tampereen ammattikorkeakoulun paperi- ja tekstiililaboratorioissa vakiokoeolosuhteissa.

Painojäljen visuaalisen arvioinnin avulla voitiin huomata, että puuvilla-palttina-kankaalle parhaan painojäljen tuottaneet esikäsittelypastat saivat aikaan heikointa jälkeä viskoosi-elastaani-neulokselle. Neulokselle parhaan painojäljen tuottaneet pastat eivät vastaavasti soveltuneet kovin hyvin kudotulle kankaalle. Kestävyystestauksien avulla taas voitiin muun muassa todeta, että reaktiivivärejä käytettäessä painotavalla (tulostus / painaminen) ei ole merkittävää vaikutusta värien kesto-ominaisuuksiin. Tulostetun pinnan tummuudella ja tulostuspohjan sidoksella sen sijaan oli selkeämpi yhteys värien pysyvyyteen kankaan pinnalla. Osa kestävyystestauksien tuloksista täytti käytettyjen reaktiivivärien valmistajan laatusuosituksen, mutta osa testatuista ominaisuuksista jäi vielä kaipaamaan esikäsittelyjen hienosäätöä tulosten ja tulostusjäljen parantamiseksi.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Paper, Textile and Chemical Engineering
Textile Engineering

POHLS, EEVA-LEENA:

The Effect of Different Pre-treatments and Printing Surfaces on the Brightness and Fastness of the Colours of Reactive Printed Fabrics

Bachelor's thesis 88 pages, appendices 28 pages
September 2014

The aim of this thesis was to explore how different pre-treatments and textile surfaces affect the brightness and the fastness of the colours when printing digitally with reactive inks. This thesis was commissioned by textile printing company Printscorpio Oy and was part of a project concerning the possibilities of digital textile printing.

The theoretical section of this thesis consists of theory about digital ink-jet printing, the fabrics used as printing surfaces and the pre-treatments that fabrics made of cellulosic fibers require before printing with reactive inks. The theory concerning the methods and standards of textile testing is also being dealt alongside the processing of the test results.

The empirical part was carried out by testing woven and knitted fabrics that were treated with different pre-treatment pastes. Testing process was started by evaluating visually the brightness of the sample materials and by measuring the depth of different hues with a color meter. The fastness properties of the fabrics were evaluated by testing colour fastness to laundering, colour fastness to rubbing, colour fastness to daylight and the resistance for abrasion. All tests were performed in standard testing conditions in the paper and textile laboratories of Tampere University of Applied Sciences.

Though completely suitable pre-treatment methods weren't found for any of the tested printing surfaces, the results gave useful information about the behaviour of different combinations of pre-treatments and printing surfaces. For example, the visual evaluation of the colours showed that the pre-treatment pastes that gave the best printing quality for woven fabrics weren't suitable for knitted fabrics, and vice versa. Some of the tested colour fastness properties gave sufficient test results but the pre-treatments still require tuning in order to meet the standards or the quality recommendations given by the ink manufacturer.

Key words: digital printing, reactive colours, brightness, colour fastness

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	PRINTSCORPIO OY.....	7
3	DIGITAALINEN MUSTESTUIHKUTULOSTUS TEKSTIILIPINNALLE	8
	3.1 Yleistä.....	8
	3.2 Tulostimen toiminta.....	9
	3.3 Tulostuspohjat ja esikäsittelyt.....	10
	3.4 Tulostusvärit	11
4	REAKTIIVIVÄRIT.....	13
5	OPINNÄYTETYÖN TESTAUSMATERIAALIEN ESIKÄSITTELYAJOT	14
	5.1 Esikäsittelyajo 1.....	14
	5.2 Esikäsittelyajo 2.....	14
	5.3 Esikäsittelyajo 3.....	15
	5.4 Esikäsittelyajo 4.....	15
6	VÄRINMITTAUS.....	16
	6.1 Värisävyjen hahmottaminen ja Lab-väriavaruus	16
	6.2 Lab-arvojen mittaus	17
	6.3 Lab-arvojen mittaustuloksia	19
7	TULOSTUSJÄLJEN VISUAALINEN ARVIOINTI.....	22
	7.1 Visuaalisesti arvioitavat tulostusjäljen ominaisuudet ja arviointimenetelmät	22
	7.2 Visuaalisen arvioinnin tuloksia.....	23
8	VÄRIN PESUNKESTO.....	27
	8.1 Yleistä.....	27
	8.2 Testausperiaate.....	27
	8.3 Testaustuloksia.....	31
9	VÄRIN HANKAUKSENKESTO.....	35
	9.1 Yleistä.....	35
	9.2 Testausperiaate.....	35
	9.3 Testaustuloksia.....	36
10	VÄRIN VALONKESTO.....	41
	10.1 Yleistä.....	41
	10.2 Testausperiaate.....	41
	10.3 Testaustuloksia.....	43
11	HANKAUSLUJUUS.....	49
	11.1 Yleistä.....	49
	11.2 Testausperiaate.....	49

11.3 Testaustuloksia.....	50
12 YHTEENVETO	55
LÄHTEET.....	59
LIITTEET	61
Liite 1. Esikäsittelyajojen 1 - 4 tiedot.....	61
Liite 2. Kirkkaus- ja kesto-ominaisuuksien arvioinnissa käytetyt mittauskentät.	63
Liite 3. Mitatut Lab-arvot taulukoituna, Lab-kuvaajat ja korrelaatiokertoimet.	64
Liite 4. Novacron-reaktiivivärien kestävyysuosituksia.....	71
Liite 5. Värin pesunkeston mittauspöytäkirjat.....	72
Liite 6. Värin hankauksenkeston mittauspöytäkirjat	76
Liite 7. Värin valonkeston mittauspöytäkirjat.	80
Liite 8. Hankauslujuuden mittauspöytäkirjat ja tarkasteluvälien kuvat näytteistä.	83

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä lipputehdas-tekstiilipaino Printscorpio Oy:n kanssa. Printscorpio Oy käyttää tuotannossaan perinteisen laakapainon lisäksi digitaalisia mustesuihkutulostimia, joiden käyttö mahdollistaa pienten tuotantosarjojen valmistamisen ja monimutkaisten, värikirjoltaan laajojen tekstiilikuosien tuottamisen. Tämä työ on toteutettu osana digitaalisen tekstiilitulostamisen mahdollisuuksia tutkivaa ja kehittävää Digitex-projektia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia reaktiiviväreillä tulostettujen kankaiden ja neulosten painojäljen kirkkautta ja kestävyyttä, ja mahdollisesti löytää sopivia esikäsittelytapoja kullekin materiaalille. Tarkoituksena on myös tutkia tulostuspohjan materiaalin ja sidoksen vaikutusta tulostusjälkeen. Värien kirkkautta testattiin muun muassa tulostuspinnan värien Lab-arvojen mittauksella ja kirkkauden visuaalisella arvioinnilla. Värien kestävyttä tutkittiin värien pesunkeston, värien hankauksenkeston, värien valonkeston ja hankauslujuuden testauksien sekä hangatun pinnan visuaalisen arvostelun avulla.

Testattavien kankaiden esikäsittelyt tehtiin Tampereen teknillisen yliopiston tekstiililaboratoriossa ja testattavat tulostuspinnat tulostettiin MS JP5 evo - mustesuihkutulostimella ja jälkikäsiteltiin Printscorpio Oy:n tuotantotiloissa Aitoossa. Kankaiden ja neulosten testaukset toteutettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiili- ja paperilaboratorioissa vakiokoeolosuhteissa. Testattavina materiaaleina käytettiin muun muassa puuvillasta ja puuvilla-modaalista valmistettuja palttina- ja panamasidoksia kankaita ja puuvillasta ja puuvilla-elastaanista valmistettuja neuloksia.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään muun muassa digitaalista tekstiilitulostamista mustesuihkutulostimella, tulostuspohjilta vaadittavia ominaisuuksia ja pohjien vaatimia esikäsittelyjä sekä reaktiivivärien ominaisuuksia. Tulostuspohjien testausosion yhteydessä käsitellään myös tekstiilien laadullisen testaukseen liittyviä käytänteitä.

2 PRINTSCORPIO OY

Printscorpio Oy on Aitoossa toimiva, vuonna 1984 perustettu lipputehdas ja tekstiilipaino. Printscorpio Oy:n tuotevalikoimaan kuuluvat muun muassa sisä- ja ulkokäytössä olevat näkyvyystuotteet, kuten mainosliput, banderollit ja myymäläsomisteet, metritavaratuotantona painettavat verho- ja sisustuskankaat ja painetut vaatetus- ja kotitaloustekstiilit, kuten t-paidat, pyyhkeet ja kangaskassit. Yleisimmin käytettävät perusmateriaalit ovat 100 %:sta polyesteria tai puuvillaa. (Printscorpio Oy, Etusivu.)

Printscorpio Oy käyttää tuotannossaan perinteisen silkkipainon lisäksi digitaalisia mustesuihkutulostimia. Digitaalinen tekstiilitulostus on mainio vaihtoehto silloin, kun haluttu tuote sisältää paljon painovärejä ja yksityiskohtaisia kuvia. Mikäli painettava tuote sisältää paljon painovärejä, sitä suurempi tuotteen kappalemäärän tulisi olla, ennen kuin valon- ja säänkestoltaan hyvän silkkipainon käyttö on taloudellisesti kannattavaa. Painomenetelmä valitaan asiakkaan kanssa tekstiilin käyttökohteen, katseluetäisyyden, valmiin tuotteen tuotantomäärän ja tarvittavien painovärien lukumäärän perusteella. Oikein painettu tai tulostettu tuote kestää hyvin auringonvaloa, pesua ja hankausta materiaalista tai painotavasta riippumatta. Painojäljeltään kestävä ja näin ollen käyttöikänsä pitkä tuote on myös ympäristön kannalta viisas valinta. (Printscorpio Oy, Materiaalit.)

Printscorpio Oy on päätähona mukana digitaalitulostamisen mahdollisuuksia tutkivassa Digitex 2013–2014 -projektissa. Projektissa paneudutaan varsinkin luonnonkuitujen, kuten puuvillan, pellavan, silkin ja villan digitaaliseen tulostamiseen ja tuotannon uusiin tuuliin. Projektin tavoitteena on myös digitaaliseen tekstiilitulostamisen täsmätuotannon kehittäminen ja strategian hiominen globaaleja markkinoita varten kestävä tuotesuunnittelun ja tuotannon avulla. Projektissa ovat Printscorpio Oy:n lisäksi yhteistyössä VTT, Tampereen teknillinen yliopisto, Aalto-yliopisto ja Tampereen ammattikorkeakoulu. (Helminen 2013, Printscorpio panostaa luonnonkuitumateriaalien digitaalitulostamiseen.)

3 DIGITAALINEN MUSTESTUIHKUTULOSTUS TEKSTIILIPINNALLE

3.1 Yleistä

Mustesuihkutulostaminen on tekstiilipainomenetelmä, jossa väripinta tai kuvio muodostetaan tekstiilipinnalle ampumalla erivärisiä, pieniä mustepisaroihin haluttuihin kohtiin. Ensimmäiset digitaaliset tekstiilitulostimet otettiin käyttöön 1970-luvun lopulla, jolloin niiden pääasiallinen käyttö keskittyi mattotuotantoon. Vasta 1990-luvun alkupuolella tekstiilitulostimia alkoi ilmestyä markkinoille enemmän, jolloin tekstiilitulostaminen keskittyi kuitenkin lähinnä mainos- ja lipputulostamiseen. 2000-luvun aikana tulostusteknologia on ottanut aino harppauksia eteenpäin kaikenlaisten tekstiilituotteiden saralla, ja digitaalinen tekstiilitulostus muodostaakin jo huomattavan tärkeän osan tekstiilien painoteollisuudesta. (Sandberg 2011, 8; Soittila 2012, 5 - 6.)

Digitaalisen tekstiilitulostamisen etuja esimerkiksi seripainoon verrattuna ovat muun muassa tulostimien pieni koko ja kalliin kaavionvalmistuksen puuttuminen painoprosessista (Sandberg 2011, 8). Tulostuserien koolle ei ole rajoitteita, mikä mahdollistaa pienten tuotantosarjojen valmistamisen edullisesti ja suoriin tilauksiin perustuvan täsmätuotannon, joka puolestaan vähentää ylimääräistä massatuotantoa ja näin ollen myös tekstiilituotannon aikaansaamaa ympäristökuormitusta (Julkaisija 2013). Tuotannon läpimenoajat ovat lisäksi uusimmilla tulostimilla pieniä. Tämä on todella tärkeää varsinkin muotimaailmassa, jossa tekstiilin suunnittelun ja tuotantoon saamisen välistä aikaa pyritään jatkuvasti minimoimaan. Digitaalinen tekstiilitulostaminen lisää myös tekstiilien suunnittelijan vapautta, sillä kuvioden tyylittely (esimerkiksi vesivärimäiset kuosit), sommittelu tai yksityiskohtaisuus eivät ole rajoitteina. (Soittila 2012, 10 - 11, 14.)

Digitaalisella tekstiilitulostamisella on lukuisten etujen lisäksi myös ongelmakohtia, jotka vaativat kehittämistä. Tulostetun pinnan kesto-ominaisuuksissa on vielä parantamisen varaa vähäisemmän ja enemmän kankaan pintaan jäävän värimäärän vuoksi. Tulostuksessa käytettävät väriaineet ja painopastojen ainesosat ovat lisäksi lähes täysin samoja kuin perinteisessä tekstiilipainossa käytettävät väriaineet, joten haitallisten kemikaalien mahdollisesti aiheuttamat ympäristöriskit ovat yhtäläinen riski digitaalitulostamisessakin. Tulostamisessa käytettävät musteet ovat myös hieman kalliimpia kuin

painamisessa käytettävät värit, joskin värin kulutus ja hukkaanmeno ovat pienempiä. (Sandberg 2011, 8; Slater 2003, 85.)

Tämän opinnäytetyön testikankaat ovat tulostettu kuvassa 1 esitetyllä Printscorpio Oy:n MS evo JP5 -tulostimella. Tulostimessa on neljä tulostuspäätä (kahdeksan väriä), 180 cm:n tulostusleveys ja 100 m/h leveysuuntainen tulostusnopeus.



KUVA 1. Opinnäytetyön testikankaiden tulostamiseen käytetty tekstiilitulostin MS JP5 evo. (MS JP5 evo.)

3.2 Tulostimen toiminta

Mustesuihkutulostus voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: jatkuvatoimiseen tulostamiseen eli CIJ (Continuous Ink Jet) ja tarvittaessa ruiskutettavaan tulostamiseen eli DOD (Drop On Demand). CIJ-tulostamisessa mustetta suihkutetaan tasaisella paineella tulostussuuttimien läpi. Halutut mustepisarot varataan sähkökentän avulla pois jatkuvasta virrasta ja ohjataan uudelleen käytettäväksi. Loput pisarat ohjataan kankaan pinnalle muodostamaan kuvaa. DOD-tulostamisessa mustepisaroita ruiskutetaan vain tarvittaessa määrättyihin kohtiin. Pienin mahdollinen toistettava piste tekstiilipinnalla määräytyy tulostimen pienimmän pisarakoon mukaan. Tekstiilin pinnalle mustepisaroista muodostuneet yksittäiset rasteripisteet ovat yleensä liian pieniä ihmissilmällä erotettaviksi, mutta toistensa päälle limittyessään ne muodostavat lukuisia eri värisävyjä. Pieni pisarakoko mahdollistaa yleensä tarkempien yksityiskohtien toistamisen ja vähentää painopinnan rakeisuutta. (Soittila 2012, 6; Uijie 2006, 29 - 30.)

Tulostettaessa tekstiilipinnalle tulostimen kelkka liikkuu leveyssuunnassa kankaan pinta pitkin ilman, että mikään tulostimen osa koskettaa tulostettavaa pintaa tulostusprosessin aikana. Kelkassa on väripäitä, joiden kautta mustepisarat päästetään kankaalle. Tulostaminen voidaan nykyään toteuttaa joko yksi- tai kaksisuuntaisesti. Tulostettaessa sekä kelkan meno- että paluusuunnassa tuotanto on nopeampaa, mutta ilmavirran eri suunnat voivat aiheuttaa vaihtelua pisaroiden laskeutumiskohtaan tulostuspohjalla; tulostettaessa vain yhteen suuntaan kyseistä ongelmaa ei yleensä ilmene, mutta tulostusnopeus on hieman hitaampi. Tulostusnopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kelkan tulosuuntien lisäksi muun muassa tulostimen mallikohtaiset ominaisuudet ja tulostusohjelmiston tehokkuus, kankaan leveys ja tulostusjäljen tarkkuus (mitä yksityiskohtaisempi ja tarkempi tulostusjälki, sitä hitaampi tulostus). (Helminen 2005, 19 - 20; Uijie 2006, 154.)

3.3 Tulostuspohjat ja esikäsittelyt

Tulostuspohjan rakenteella ja raaka-aineilla on suuri merkitys tulostuspinnan painojäljen laadulle. Kankaaseen tai neulokseen käytettyjen kuitujen kuitupituudella on suora vaikutus langan laatuun ja hienouteen ja näin ollen myös kankaan pinnan tasaisuuteen. Mitä sileämpi kankaan pinta on, sitä tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa kuvaa voidaan tulostaa. Kankaan rakenne vaikuttaa värien kirkkauden, kylläisyyden ja kuvan terävyyden lisäksi myös tulostusvärin imeytymiseen. Sidokset, joissa on pitkiä lankajuoksuja (esimerkiksi satiinisidos), imevät yleensä enemmän väriä kuin tasaiset sidokset. Huokoiset neulosrakenteet, joihin kuuluu paljon lankaa, lisäävät myös tarvittavan tulostusvärin määrää. (Xin 2006, 172.)

On tärkeää, että tulostuspohjana käytettävä kangas on puhdasta ja värinottokyvyltään tasalaatuista, sillä kankaassa olevat viimeistysaineet saattavat haitata tulostusvärin kiinnittymistä. Mustesuihkutulostuksessa käytettävän tulostusvärin määrä on yleensä pienempi kuin seripainatuksessa, minkä vuoksi on tärkeää saada mahdollisimman paljon tulostusväriä kiinnittymään kuituun kunnolla. Värin kiinnittymistä voidaan edistää käsittelemällä kangas paksunnosainetta ja erinäisiä apuaineita sisältävillä esikäsittelyaineilla. Paksunnosaine estää tulostusvärin leviämisen kankaassa sekä pisaran osuessa tulostuspohjaan että värin kiinnittyessä kuumennuskäsittelyissä. Kangas esikäsitellään foulardilla ja kuivataan, jonka jälkeen pinta on valmis tulostettavaksi. Tulostusvärin

kiinnittymisen lisäksi esikäsitteilyaineet vaikuttavat tulostusjälkeen. Esikäsitteilyt vaihtelevat todella paljon materiaalikohtaisesti, mutta oikeanlaisella esikäsitteilyllä tulostettu pinta saadaan tarkemmaksi, terävämmäksi ja väreiltään kirkkaammaksi. Esikäsitteilyastian valmistukseen käytettävät aineet pysyvät yleensä samoina, mutta ainesosien suhteet vaihtelevat käsiteltävän kankaan raaka-aineiden, sidoksen ja paksuuden mukaan. (Helminen 2004, 7; Sandberg 12, 15 - 16.)

Kankaan mittapysyvyys ja venyvyys vaikuttavat myös huomattavasti tulostusjälkeen: kankaan venyminen loimen tai kuteen suunnassa voi aiheuttaa syöttövirheitä, jotka aiheuttavat tulostettavaan pintaan raitoja, vinoumia ja kuviodien leveysvaihteluja. Tulostuspohjaa valitessa täytyy ottaa myös huomioon kankaan kuitujen herkkyys ja ominaisuudet, sillä esikäsitteilylle kankaalle tulostettaessa tarvitaan usein myös kuuma jälkipesu ylimääräisen värin poistamiseksi. Vaikka tulostusväri olisikin esikäsitteilyn vaikutuksesta kiinnittynyt hyvin, jälkipesu on yleensä tarpeellinen ainakin värisävyä himmentävän paksunnosaineen poistamiseksi. (Helminen 2005, 24 - 26.)

3.4 Tulostusvärit

Eri tulostusväreillä on omat esi- ja jälkikäsitteilytarpeensa ja ominaisuutensa, ja tulostusväriä valitessa tuleekin ottaa huomioon kankaan raaka-aineet, raaka-aineiden herkkyys / jälkikäsitteilyjen kesto ja kankaan pintarakenne. Proteiinikuiduille, kuten silkille ja villalle sekä polyamidille voidaan käyttää tulostusväreinä happovärejä ja polyesterille dispersiovärejä. Pigmenttivärit taas soveltuvat periaatteessa kaikille kuiduille tulostamiseen. Selluloosakuiduille ja silkille tulostamiseen voidaan käyttää reaktiivivärejä, joilla tulostamiseen tämä työ keskittyy. Reaktiivivärien ominaisuuksia käsitellään tarkemmin luvussa 4. Tämän opinnäytetyön testauksissa tutkitut kankaat on tulostettu Novacron-reaktiiviväreillä. (Helminen 2005, 23.)

Digitaalisessa tulostamisessa värejä ei sekoiteta valmiiksi halutuiksi sävyiksi toisin kuin esimerkiksi laakapainossa, joten suuria värisävyvarastoja ei tarvita. Tekstiilitulostimet käyttävät yleensä CMYK-prosessivärejä, jotka perustuvat perusväriin: syaaninsiniseen, magentanpunaiseen, keltaiseen ja mustaan. Värivalikoima on näin ollen huomattavasti rajoitetumpi kuin tavallisessa painamisessa. Tämän vuoksi käytettävien CMYK-värien tulisi olla mahdollisimman kirkkaita ja laadukkaita. Tulostusvärit tulee säilyttää huolelli-

sesti viileässä ja pimeässä paikassa. Värimuste ei säily kovinkaan pitkään, yleensä noin vuoden värin valmistuksesta. Värien säilytyslämpötila vaihtelee värin säilytysajasta riippuen. (Helminen 2005, 23; Lindqvist 2009, 9 - 10.)

Tulostusvärille tärkeitä ominaisuuksia ovat myös värin pintajännitys ja viskoottisuus. Tulostusvärimusteet ovat yleensä viskositeetiltaan ja pintajännitykseltään matalia, jotta tulostimen väripäät eivät tukkeutuisi. Tulostusvärin tulisi myös pysyä homogeenisena, jotta tulostimen letkuihin ei tulisi sakkautumia tai tukoksia. Perinteisessä laakapainossa paksunnosaine ja muut apuaineet sekoitetaan yleensä valmiiksi painoväriin, jolloin muodostuu valmis painopasta; tulostettaessa paksunnosaineet taas lisätään vasta kan-kaalle esikäsittelyn avulla, jotta tulostusväri aiheuttaisi mahdollisimman vähän tukoksia ja siten katkoja tuotantoon. (Helminen 2004, 7; Sandberg 2011, 12, 15 - 16.)

4 REAKTIIVIVÄRIT

Reaktiivivärit ovat selluloosakuitujen, kuten puuvillan, viskoosin ja pellavan värjäämiseen ja painantaan käytettäviä värejä. Reaktiivivärejä voidaan käyttää lisäksi proteiinikuitujen, kuten villan ja silkin painamiseen ja tulostamiseen (Helminen 2004, 9). Reaktiivivärejä käyttämällä saadaan selluloosa- ja proteiinikuiduista valmistetulle painopinnalle hyvä pesunkesto, kirkkaat värit ja todella laaja sävykirjo. Reaktiivivärien valonkesto ja värin märkä hankauksenkesto ovat usein melko alhaisia varsinkin tietyillä värisävyillä (esimerkiksi turkoosia väriä sisältävät sävyt). Kesto-ominaisuuksiin voidaan kuitenkin vaikuttaa hieman kankaiden jälkikäsittelyillä. (Hunter & Renfrew 1999, 168 - 169.)

Toisin kuin useimmat väriaineet, reaktiivivärit eivät kiinnity tekstiilin pintaan, vaan niistä tulee osa tekstiilin molekyyliä. Reaktiivivärit liukenevat veteen ja reagoivat samalla selluloosa- ja proteiinikuitujen kanssa; väri muodostaa emäksen vaikutuksesta lujan, kovalenttisen sidoksen selluloosakuitujen kanssa ja imeytyy tekstiiliin. (Coloria: Sanasto 2000; Väriainetyypit 2000.)

Laadukkaan tulostusjäljen aikaansaamiseksi tulostuspintana käytettävä kangas vaatii yleensä huolellisen esikäsittelyn. Esikäsittelyt ja esikäsittelyaineiden koostumukset vaihtelevat käytettävän materiaalin raaka-aineiden ja sidoksen mukaisesti. Oikeanlaiset esikäsittelyt läpikäyneen kankaan pinnassa reaktiivitulostetut kuvat näkyvät terävinä ja yksityiskohtaisina ja värisävyt kylläisinä. (Sandberg 2011, 12.)

Reaktiivitulostettu, esikäsitelty kangas vaatii tulostamisen jälkeen useita huuhteluita. Jälkipesuilla varmistetaan, että esikäsittelyaineet ja ylimääräinen väri saadaan poistettua kuiduista. Ensimmäinen huuhtelu tehdään kylmällä vedellä, minkä jälkeen irtoväri poistetaan kuiduista kuumalla vesihuuhtelulla (70 °C - 90 °C) ja viimeisellä, viileällä huuhtelulla (Miles 2003, 157 - 170). Tehokas jälkipesu voi olla ongelmallista varsinkin herkille kuiduille, kuten villalle, jotka eivät siedä reaktiivivärien tarvitsemia kuumaa lämpötilaa huuhteluja (Helminen 2004, 9).

5 OPINNÄYTETYÖN TESTAUSMATERIAALIEN ESIKÄSITTELYAJOT

Tässä kappaleessa esitellään neljä eri esikäsitteilyajoa, joilla opinnäytetyön testauksissa käytetyt testikankaat on käsitelty.

5.1 Esikäsitteilyajo 1

Esikäsitteilyajossa 1 käytettiin materiaalina palttinasidoksista puuvillakangasta. Testikankaat käsiteltiin kolmella eri esikäsitteilypastalla kokeillen kolmea eri kastopituutta. Ajon 1 tiedot on esitetty liitteessä 1.

Ajon 1 testikankaista tutkittiin värisävyjen kirkkautta. Erilaiset esikäsitteilyt saaneisiin testikankaisiin tulostetuista värikentistä (liite 2) mitattiin värisävyä kuvaavia Lab-arvoja. Lab-arvot mitattiin yhdeksän testikankaan lisäksi myös kahdesta Printscorpio Oy:n oman esikäsitteilyn laatuvertailun vuoksi läpikäyneestä testikankaasta (näytteet ”4A” ja ”4B”). Ajon 1 näytteille suoritettuja Lab-arvojen mittauksia ja värinmittauksen teoriaa käsitellään myöhemmin opinnäytetyön luvussa 6. Lab-arvojen mittauksista saatujen tietojen perusteella opinnäytetyöpalaverissa päätettiin, millaisia esikäsitteilypastoja käytettäisiin tulevassa ajossa 2.

5.2 Esikäsitteilyajo 2

Esikäsitteilyajossa 2 käytettiin materiaaleina palttinasidoksista puuvillakangasta, palttinasidoksista puuvilla-modaali-kangasta ja viskoosi-elastaani-neulosta. Testikankaat käsiteltiin kahdeksalla eri esikäsitteilypastalla (esikäsitteilypastat 4 - 11). Ajon 2 tiedot on esitetty liitteessä 1.

Ajon 2 testikankaista tutkittiin visuaalisesti värisävyjen kirkkautta ja tulostuspinnan laatua. Arviointi suoritettiin asettamalla vierekkäin saman sävyiset, mutta eri esikäsitteilyt saaneet värikentät (liite 2) ja asettamalla testikankaat paremmuusjärjestykseen tulostusjäljen osalta. Ajon 2 näytteille suoritettua tulostusjäljen visuaalista arviointia käsitellään myöhemmin opinnäytetyön luvussa 7.

Esikäsittelyajon 2 näytteiden visuaalinen arviointi toteutettiin opinnäytetyöpalaverissa yhdessä Printscorpio Oy:n toimitusjohtajan Tommi Helmisen, Tampereen Teknillisen Yliopiston lehtorin Marja Rissasen ja Tampereen ammattikorkeakoulun lehtorien Päivi Viitaharjun ja Marja Vanhatalon kanssa. Palaverissa suoritettun visuaalisen arvioinnin perusteella päätettiin, millaisia muutoksia ajon 3 esikäsittelypastoihin tulisi tehdä. Ajon 2 visuaalisen arvioinnin tuloksia ei ole kirjattu tähän opinnäytetyöhön nopean ajon 3 siirtymisen vuoksi.

5.3 Esikäsittelyajo 3

Esikäsittelyajossa 3 käytettiin materiaaleina palttinasiidoksista puuvillakangasta ja viskoosi-elastaani-neulosta. Ajossa 2 käytetystä puuvilla-modaali-testikankaasta päätettiin luopua, sillä puuvillakankaan ja viskoosi-elastaani-neuloksen tulostusominaisuudet olivat tärkeämpiä Printscorpio Oy:n tuotannon kannalta. Testikankaat käsiteltiin kuudella eri esikäsittelypastalla (esikäsittelypastat 12 - 17). Ajon 3 tiedot on esitetty liitteessä 1.

Ajon 3 testikankaista tutkittiin ajon 2 arvioinnin tapaan visuaalisesti värisävyjen kirkkautta ja tulostuspinnan laatua. Ajon 3 näytteille suoritettun visuaalisen arvioinnin tuloksia käsitellään myöhemmin opinnäytetyön luvussa 7.

5.4 Esikäsittelyajo 4

Esikäsittelyajossa 4 käytettiin materiaaleina panamasidoksista puuvillakangasta, satiinisidoksista puuvillakangasta ja puuvillaneulosta. Testikankaat käsiteltiin samalla esikäsittelypastalla Printscorpio Oy:n omalla tuotantofoulevardilla ja tarkoituksena oli tutkia käytetyn tulostuspohjan sidoksen vaikutusta reaktiivivärin kesto-ominaisuuksiin. Ajon 4 tiedot on esitetty liitteessä 1.

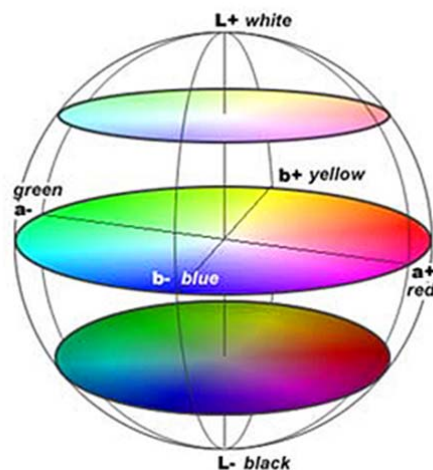
Ajon 4 testikankaista testattiin värin pesunkestoa, värin hankauksenkestoa, värin valonkestoa ja hankauslujuutta. Ajon 4 testikankaille tehtyjen testauksien tuloksia käsitellään myöhemmin opinnäytetyön luvuissa 8 - 11.

6 VÄRINMITTAUS

6.1 Värisävyjen hahmottaminen ja Lab-väriavaruus

Nähdyn värin sävy riippuu siitä, miten valon aallot heijastuvat kappaleen pinnasta ja imeytyvät tai läpäisevät kappaleen. Silmä vastaanottaa heijastuneen valon ja hermoimpulssit saavat aikaan värihavainnon optisen hermon reagoidessa ärsykkeeseen. Ihmiset hahmottavat kuitenkin värejä eri tavalla, ja eri henkilöiden käsitykset samasta värisävystä saattavat poiketa suurestikin. Värisävyjen kuvaamista on tämän vuoksi pyritty standardisoimaan muuttamalla värisävyjä koordinaatistomuotoon. Tärkeimmät koordinaatistomuotoisista väriavaruuksista on standardisoitu kansainvälisesti ja niitä käytetään varsinkin teollisuuden aloilla, kuten esimerkiksi väri- ja lakkateollisuudessa, elintarviketuotannossa ja tekstiiliteollisuudessa. (Heidelberg 1995, 10–11, 17, 68.)

Suurin osa värinmittauksesta pohjautuu nykyään ympäri maailmaa käytettävään CIE-värinmittausjärjestelmään, joka standardisoitiin kansainvälisesti vuonna 1976. CIE-järjestelmään perustuvaa Lab-väriavaruutta (kuva 2) käytetään tekstiiliteollisuudessa varsinkin painamisen laadunvalvonnassa ja painovärejä ja painovärimalleja valmistettaessa. CIE-järjestelmää käytettäessä värisävy jaetaan kolmeen arvoon, X, Y ja Z, jotka vastaavat ihmissilmän kolmen erilaisen tappisolutyypin toimintoja värisävyä havaitessa. Nämä arvot muunnetaan vielä uudestaan helpommin arvioitaviksi $L^*a^*b^*$ -arvoiksi. (Heidelberg 1995, 79; Pauler, 56–57.)



KUVA 2. Lab-väriavaruus. (DISLÈXIA COLORIMÈTRICA 2011.)

CIELAB-väriavaruuden kolmiulotteinen värisävyn ja -kylläisyyden mittauskoordinaatisto on koottu neljän perusvärin, vihreän, punaisen, keltaisen ja sinisen, ympärille. Lab-koordinaatisto koostuu värin vaaleutta kuvaavasta harmaa-akselista L, viher-puna -akselista a ja kelta-sini -akselista b. a-akseli kulkee - a:sta (vihreä) + a:han (punainen), ja b-akseli kulkee - b:stä (sininen) + b:hen (keltainen). Harmaa-akseli L kulkee 0:sta (musta, koordinaatiston pohjalla) 100:aan (valkoinen, koordinaatiston huipulla). Lab-arvo siis ilmoittaa kunkin perusvärin määrän värisävyssä ja mahdollistaa näin tietyn värisävyn tarkan toistamisen. (Heidelberg 1995, 79; Pauler, 56–57.)

6.2 Lab-arvojen mittaus

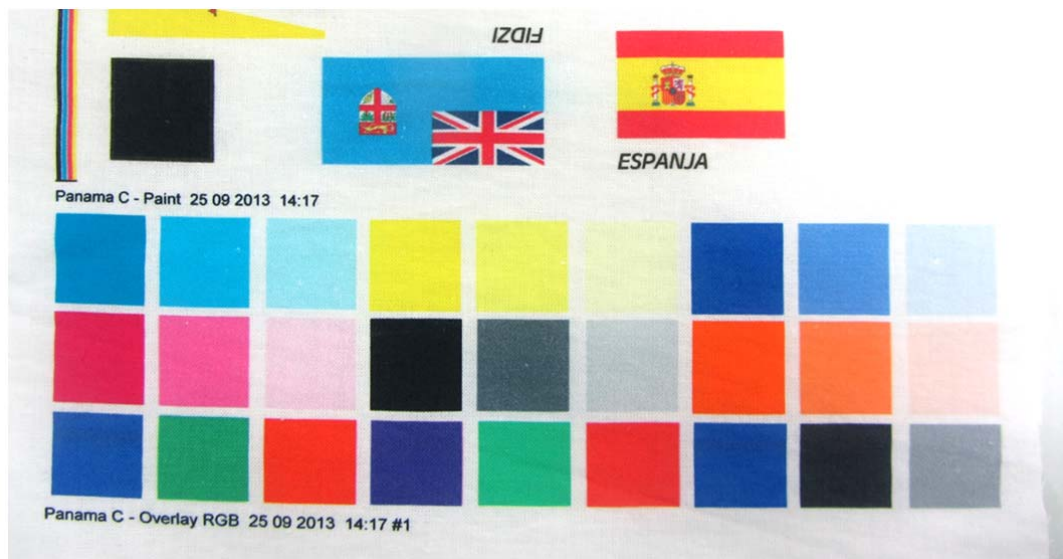
Värisävyn sijoittumista Lab-väriavaruuteen voidaan mitata spektrofotometrillä. Tutkittava näyte asetetaan spektrofotometrin alustan ja mittaavan näytepään väliin. Näytteen väripintaa valaistaan valolla, jolloin osa valosta imeytyy väriin ja osa heijastuu näytteen pinnasta. Heijastunut valo kulkee spektrofotometrin linssien läpi sensoriin, joka mittaa valon intensiteetin jokaiselle värille ja lähettää lukemat tietokoneelle. Tietokone arvioi lukemat ja ilmoittaa värisävyn Lab-arvon. (Heidelberg 1995, 68.)

Eri esikäsittelyn saaneiden, reaktiivitulostettujen materiaalien värien kirkkautta tarkasteltiin Tampereen ammattikorkeakoulun paperilaboratorion Minolta Spectrophotometer CM-3610d spektrofotometrillä eli värimittarilla (kuva 3). Kyseistä värimittaria voidaan käyttää sekä paperin että tekstiilin väripinnan tutkimiseen vaihtamalla mittarin näytepäästä ja kalibroimalla mittari tarkasteltavalle materiaalille sopivaksi. Tämän opinnäytetyön mittauksiin käytettiin näytepäästä, jonka mittausaukon halkaisija on 8 mm. Materiaalien alla käytettiin mitatessa lisälustana luonnonvalkoista kartonkia, jotta mittauslaitteen musta näytealusta ei vaikuttaisi värien mittaustuloksiin.



KUVA 3. Lab-arvojen mittauksessa käytetty Minolta Spectrophotometer -värimittari.

Lab-arvoja mitattiin yhdestätoista eri esikäsittelypastalla käsitellystä ja eripituisen kaston läpikäyneestä puuvillaisesta palttinakankaasta. Väriä mitattiin kuvassa 4 näkyvistä perusvärien 100 %:n, 50 %:n ja 15 %:n värikentistä (värikentät 1 - 18). Värikentät ovat numeroituna liitteessä 2.

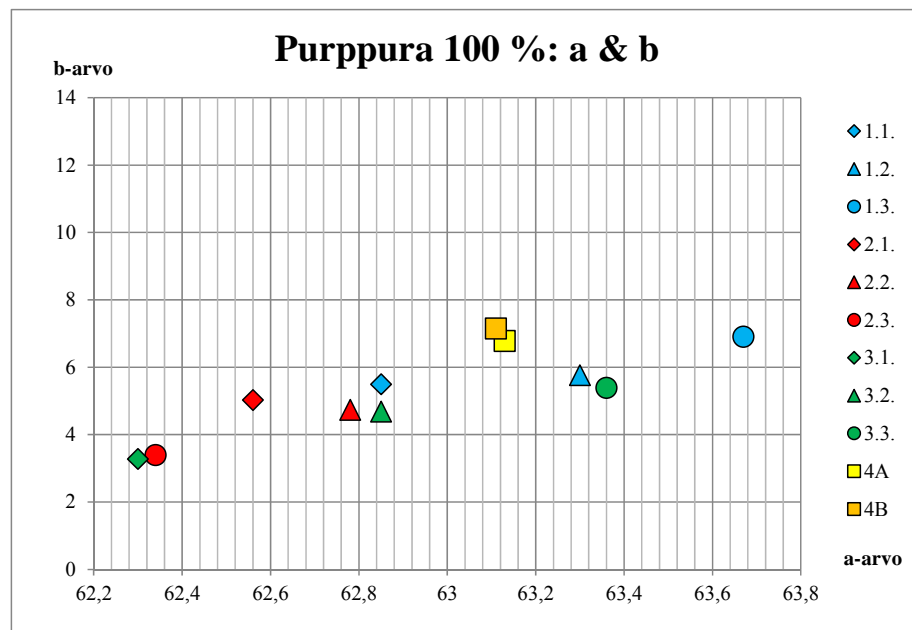


KUVA 4. Värien kirkkouden ja tulostusjäljen terävyyden arvioinnissa käytetyt 100 %:n, 50 %:n ja 15 %:n mittauskentät (kuvan alareunassa) ja lippujen vaakunat.

6.3 Lab-arvojen mittaustuloksia

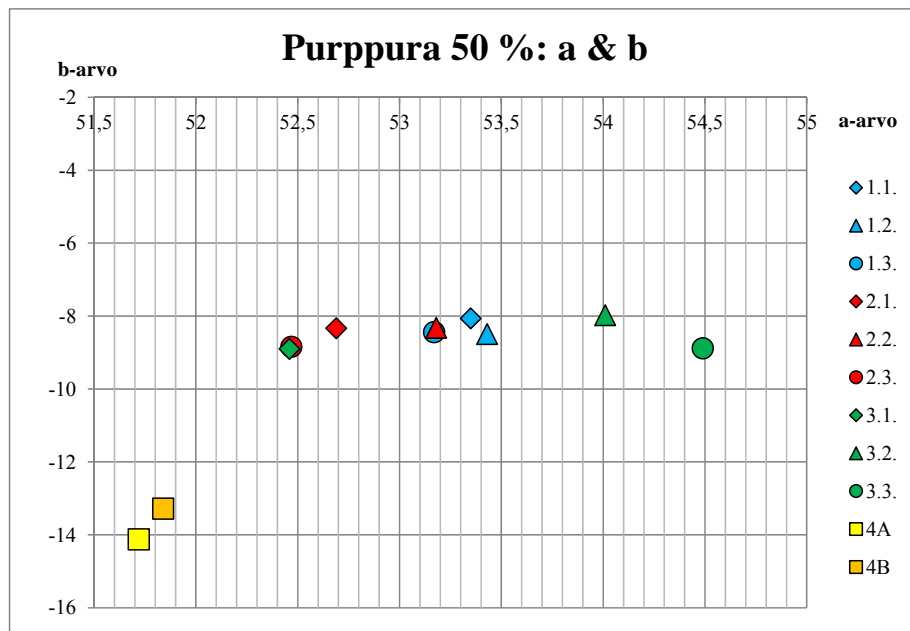
Seuraavissa kuvissa 5 - 7 ovat esitettyinä esimerkkinä purppuravärin 100 %:n, 50 %:n ja 15 %:n kuvaajat (värikentät 4 - 6). Purppuravärissä, joka on sekoite punaista ja sinistä, oleellisia Lab-värikoordinaatteja ovat punertavuutta kuvaava a-arvo ja sinertävyyttä kuvaava b-arvo. a-arvot ovat esitettyinä kuvaajissa vaaka-akselilla (asteikko -100 - +100) ja b-arvot pystyakselilla (asteikko -100 - +100). Mitä korkeammat a- ja b-arvot värisävyyllä on, sitä syvempi ja kirkkaampi ja näin ollen myös parempi kyseinen värisävy on.

Kuvien 5 - 7 keltasävyiset neliöt 4A ja 4B kuvaavat ajon 1 testikankaiden (1.1 - 3.3) lisäksi testattuja, Printscorpion Oy:n oman esikäsittelyn läpikäyneitä testikankaita. Osassa ensimmäisen ajon palttina-äytteitä (esikäsitelty Tampereen teknillisellä yliopistolla) ilmeni nukkaantumista, jolloin syyksi epäiltiin foulardin jälkeisten telojen aiheuttamaa hankautumista. Asian tutkimista ja vertailua varten puuvillapalttinalle ajettiin Printsorpion omalla foulardilla koe-eränäytteet sekä kuvapuoli ylöspäin / pois päin valssista (4A) että alaspäin / valssia kohti (4B).



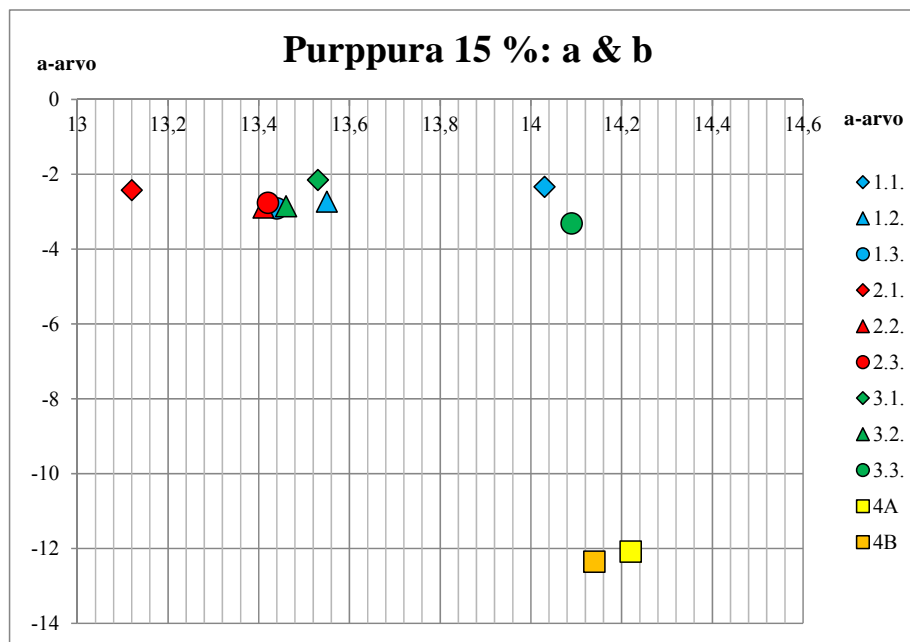
KUVA 5. 100 %:n purppuran a:n ja b:n arvot eri esikäsittelyn saaneilla kankailla.

100 %:n purppuravärillä korkeimmat arvot, eli syvimät sävyt saivat sekä esikäsittelypastalla 1 käsitellyt testikankaat että näytteet 4A ja 4B. 100 %:n purppuralla keskimääräisesti haaleimman värin kaikilla kastoajoilla tuotti esikäsittelypasta 2.



KUVA 6. 50 %:n purppuran a:n ja b:n arvot eri esikäsitellyn saaneilla kankailla.

50 %:n purppuravärillä tulokset jakoutuivat melko paljon. Testikankaat 4A ja 4B toistivat sinistä väriä huomattavasti kirkkaammin kuin pastoilla 1 - 3 esikäsitellyt testikankaat, kun taas pastoilla 1 - 3 esikäsitellyt kankaat toistivat punaista väriä kirkkaammin. Keskimääräisesti parhaiten 50 %:n purppuralle sopi esikäsitelypasta 3. Esikäsitelypastojen kastoajalla ei tässä tapauksessa näyttäisi olevan suurta merkitystä 50 %:n värin kirkkauteen.



KUVA 7. 15 %:n purppuran a:n ja b:n arvot eri esikäsitellyn saaneilla kankailla.

15 %:n purppuralle paras tulos / kirkkain värisävy saatiin Printscorpion omalla esikäsitelyllä. Testikankaat 4A ja 4B toistivat sekä punaista että sinistä väriä kirkkaammin kuin pastoilla 1 - 3 esikäsitellyt testikankaat. Pastojen 1 - 3 tulokset olivat myös 15 %:n purppurala hajanaiset, eikä siis kankaiden esikäsitelyn kastoajalla näyttäisi tässäkin tapauksessa olevan suurempaa merkitystä värin kirkkauteen.

Testikankaat 4A ja 4B saivat jokaisella purppuravärin tummuudella eriäviä ja lähinnä positiivisia tuloksia pastoilla 1 - 3 käsiteltyihin testikankaisiin verrattuna. Kankaiden 4A ja 4B Lab-arvot erosivat muilla esikäsitelypastoilla käsiteltyjen testikankaiden Lab-arvoista kaikkien mitattujen kenttien osalta (liite 3).

Kahden muuttujan välisen riippuvuuden suuruutta kuvataan korrelaation avulla; mikäli korrelaatio on suurta, toisen muuttujan arvoista voidaan melko tarkasti päätellä toisen muuttujan arvot. Jos korrelaatio taas on vähäistä, muuttujien välillä ei ole juurikaan riippuvuutta. Mitä kauempana korrelaatiokerroin on nolasta, sitä voimakkaammasta riippuvuudesta on kyse (KvantiMOTV: Korrelaatio ja riippuvuusluvut 2004). Taulukossa 1 on esitetty purppuran värin a- ja b-arvojen korrelaatiokertoimet eri tummuuksista mitattuna ja ajon 1 eri esikäsitelypastoilla käsiteltyinä.

TAULUKKO 1. Purppuran a- ja b-arvojen korrelaatiokertoimet eri esikäsitelypastoilla käsitellyille 100 %:n, 50 %:n ja 15 %:n värikentille. (Helminen & Rissanen, 2013.)

Purppura	100 %	100 %	50 %	50 %	15 %	15 %
	a	b	a	b	a	b
Pick-up 1	0,87	0,99	-0,94	-0,46	-0,69	-0,78
Pick-up 2	-0,60	-0,97	-0,42	-0,91	0,81	-0,62
Pick-up 3	0,98	0,94	0,90	-0,13	0,89	-0,96
Lyoprint	-0,30	-0,53	0,31	-0,30	0,14	-0,14

Esikäsitelyajon 1 kaikkien mitattujen värikenttien (1 - 18) Lab-arvojen kuvaajat ja korrelaatiokertoimet on esitetty liitteessä 3.

7 TULOSTUSJÄLJEN VISUAALINEN ARVIOINTI

7.1 Visuaalisesti arvioitavat tulostusjäljen ominaisuudet ja arviointimenetelmät

Tulostusjälki voi vaihdella kirkkaudeltaan ja terävyydeltään suurestikin eri esikäsittelyn saaneilla kankailla. Kankaan esikäsittelyn tavoitteena on saada tulostetusta painopinnasta esteettisesti mahdollisimman miellyttävä, joten esikäsittelyajojen 2 ja 3 materiaalien tulostuslaatua tutkittiin visuaalisesti arvioiden. Kankaiden painopintaa arvioitiin käyttäen kuvateknisen laadun Ranking-menetelmää, jolla arvioidessa kuvat, tai tässä tapauksessa tulostetut tekstiilipinnat, asetetaan paremmuusjärjestykseen. Arviointikriteerinä Ranking-menetelmässä käytetään joko kuvan yleistä laatua, eli kuvan kaikkien arvioitavien ominaisuuksien muodostamaa kokonaisuutta tai ainoastaan jotain tiettyä ominaisuutta, kuten terävyyttä tai kirkkautta. (Oittinen & Saarelma 1992, 95). Visuaalisesti arvioitavia ominaisuuksia olivat tässä tapauksessa värisävyn kirkkaus, 50 %:n värikenttien painopinnan tasaisuus, kuvioiden reunojen terävyys ja yksityiskohtien toistokyky.

Ranking-vertailu suoritettiin taittelemalla kankaat tutkittavan värikentän reunojen kohdalta ja asettamalla samaa materiaalia olevat, mutta eri esikäsittelypastoilla käsitellyt kankaat vierekkäin kuvan 8 mukaisesti.



KUVA 8. Testikankaiden visuaalinen arviointi ranking-vertailuna.

Rivin muodostavista, saman sävyisistä värikentistä arvioitiin visuaalisesti, mikä esikäsittelypasta tuotti kirkkaimman värisävyn ja tasaisimman painopinnan. Kustakin kankaasta arvioitiin värikentät 1 - 21, eli jokaisen päävärin 100 %, 50 % ja 15 % kentät sekä kolme sekoitevärikenttää.

Kuvioiden terävyyttä ja yksityiskohtien toistokykyä arvioitiin vertaamalla vierekkäin kankaiden testikuvina olevia maiden lippuja ja vaakunoita (kuva 9). Arvioitavat värikentät ja vaakunat on esitetty liitteessä 2.



KUVA 9. Eri esikäsittelypastoilla käsiteltyjen neulosten painojälkien terävyyserot.

7.2 Visuaalisen arvioinnin tuloksia

Esikäsittelyajon 2 materiaaleina käytettiin puuvilla-palttina-kangasta, puuvilla-modaalikangasta ja viskoosi-elastaani-neulosta. Kankaat ja neulos olivat esikäsitelty kahdeksalla eri esikäsittelypastalla. Visuaalinen arviointi suoritettiin yhdessä opinnäytetyön teettäjän ja ohjaavien opettajien kanssa opinnäytetyöpalaverissa. Arvioinnin pohjalta valittiin parhaan tulostusjäljen tuottava esikäsittelypasta (pasta 5) antamaan suuntaa ajon 3 esikäsittelypatojen reseptejä varten.

Esikäsittelyajon 3 materiaaleina päätettiin käyttää vain puuvilla-palttina-kangasta ja viskoosi-elastaani-neulosta, sillä kyseiset materiaalit olivat monikäyttöisempiä ja tärke-

ämpää Printscorpio Oy:n tuotannon kannalta. Palttinakangas ja neulos oli käsitelty taulukon 2 esikäsitteypastoilla 12 – 17.

TAULUKKO 2. Ajon 3 esikäsitteypastojen reseptit.

Esikäsitteypastan nro.	Esikäsitteypastan resepti
12	Diamontex
13	Lyoprint RD-HT U100
14	Lyoprint RD-HT U60
15	Lyoprint RD-HT U180
16	Lyoprint RD-HT U100, nab 15, sooda 0
17	Lyoprint RD-HT U100, nab 0 sooda 40

Puuvilla-palttina-kankaan visuaalisen arvioinnin tulokset on esitetty taulukossa 3. Taulukkoon on listattu vain 1 - 2 parasta ja heikointa tulostusjälkeä tuottavaa esikäsitteypastaa; pastat, joita taulukossa ei ole mainittu, tuottivat myös tasalaatuista ja hyvää tulostusjälkeä.

TAULUKKO 3. Puuvilla-palttina-kankaan visuaalisen arvioinnin tulokset.

Puuvilla-palttina-kangas		
Mittauskenttä	Paras painojälki (pastan numero)	Heikoin painojälki (pastan numero)
Turkoosi 100 %	13	15
Turkoosi 50 %	13	15
Turkoosi 15 %	13	12
Purppura 100 %	13	15
Purppura 50 %	13	12
Purppura 15 %	13 , 15	12
Keltainen 100 %	14 , 16	15
Keltainen 50 %	13 , 16	12 , 15
Keltainen 15 %	13 , 16	12
Musta 100 %	14	15
Musta 50 %	13 , 16	12
Musta 15 %	13 , 15	12
Sininen 100 %	14	15
Sininen 50 %	13	12 , 15
Sininen 15 %	13	12
Oranssi 100 %	14 , 17	15
Oranssi 50 %	16, 13	12
Oranssi 15 %	15	12

Puuvilla-palttina-kankaalle paras painojälki oli saavutettu esikäsitteypastoilla 13, 14, 15 ja 16. Varsinkin esikäsitteypasta 13 (sama resepti kuin ajossa 2 parasta painojälkeä tuottaneella pastalla 5), Lyoprint RD-HT U100, tuotti kaikin puolin hyvää painojälkeä. Tulokset kuitenkin vaihtelivat hieman 100 % värikenttien, 50 % värikenttien ja 15 % värikenttien välillä. 100 % värikentillä tulokset olivat hieman hajanaisemmat, mutta vaaleammissa mittauskentissä (50 % ja 15 %) esikäsitteypasta 13 sai aikaan syvimmän sävyn ja siisteimmän painojäljen. Heikoin painojälki ja haalein sävy syntyivät syntyvän esikäsitteypastoilla 12 ja 15. Varsinkin pastalla 12, Diamontex, painetut 50 % värikentät olivat hieman laikukkaita ja sekä selkeästi muilla pastoilla käsiteltyjä kenttiä haaleampia.

Viskoosi-elastaani-neuloksen visuaalisen arvioinnin tulokset on esitetty taulukossa 4. Tässäkin tapauksessa taulukkoon on listattu vain 1 - 2 parasta ja heikointa painojälkeä tuottavaa esikäsitteypastaa, ja muut pastat tuottivat myös tasalaatuista ja hyvää painojälkeä.

TAULUKKO 4. Viskoosi-elastaani-neuloksen visuaalisen arvioinnin tulokset.

Viskoosi-elastaani-neulos		
Mittauskentän numero	Paras painojälki (pastan numero)	Heikoin painojälki (pastan numero)
Turkoosi 100 %	15	14
Turkoosi 50 %	15	14
Turkoosi 15 %	15	14
Purppura 100 %	12	13
Purppura 50 %	15	13
Purppura 15 %	15	13
Keltainen 100 %	12, 14	13, 15
Keltainen 50 %	12, 16	13, 15
Keltainen 15 %	12, 16	14, 17
Musta 100 %	12, 16	13, 15
Musta 50 %	15, 16	14
Musta 15 %	15, 16	14
Sininen 100 %	12	15
Sininen 50 %	12, 16	13
Sininen 15 %	12	13
Oranssi 100 %	12	15
Oranssi 50 %	12, 16	14
Oranssi 15 %	15	17

Viskoosi-elastaani-neulokselle paras painojälki oli saavutettu esikäsitteypastoilla 12, 15 ja 16. Tulokset vaihtelivat jälleen hieman 100 % värikenttien, 50 % värikenttien ja 15 % värikenttien välillä. 100 % värikentillä paras painojälki saatiin pastalla 12, ja vaaleammissa värikentissä (50 % ja 15 %) parasta painojälkeä syntyi varsinkin pastalla 15, mutta myös pastoilla 12 ja 16. Heikoin painojälki ja haalein sävy syntyivät pastoilla 13, 14 ja 15. Yleisesti ottaen esikäsitteypastalla 15 käsitellyt 100 % mittauskentät olivat haaleimpia, ja vaaleimmissa mittauskentissä haalein painojälki syntyi pastoilla 13 ja 14.

Parhaan painojäljen puuvilla-palttina-kankaalle tuottaneet esikäsitteypastat saivat aikaan heikoimman jäljen viskoosi-elastaani-neulokselle, ja vastaavasti toisin päin. Esimerkiksi esikäsitteypasta 12 sai aikaan hieman epätasaista ja haaleaa painojälkeä kankaalle (varsinkin keskisävyille), kun taas neulokselle kyseinen pasta tuotti mainiota jälkeä.

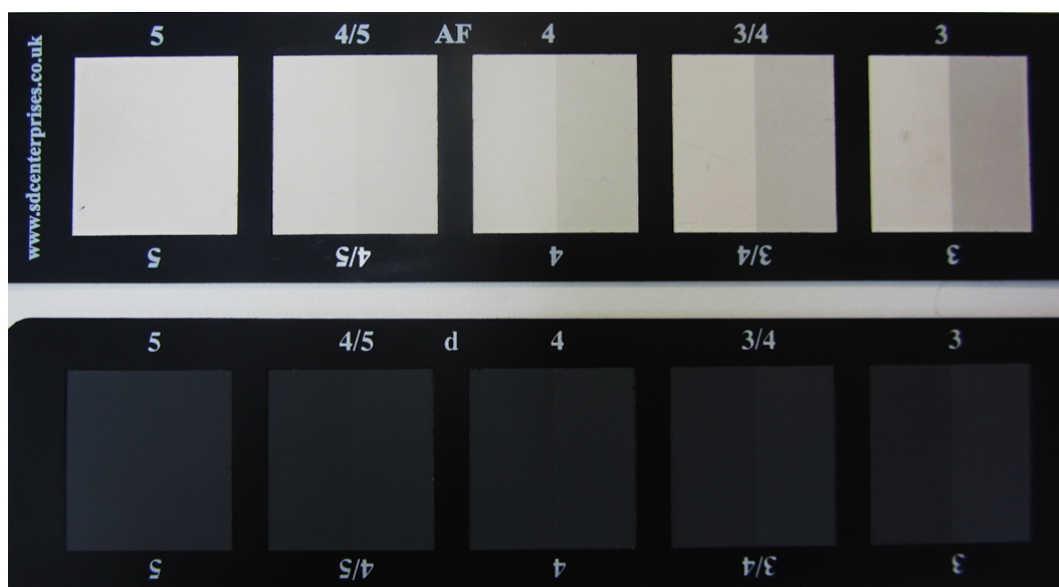
Pastojen painojälkien väliset erot eivät olleet viskoosi-elastaani-neuloksessa yhtä suuria kuin puuvilla-palttina-kankaassa. Tämä saattaa johtua esimerkiksi neuloksen elävyydestä ja reaktiivivärien erilaisesta imeytymistavasta neulospintaan. Neuloksessa oleva viskoosi saattaa myös vaikuttaa värien kirkkauteen; viskoosikuiduille luontaisen kiillon vuoksi viskoosia käyttämällä on mahdollista tuottaa kirkkaampia sävyjä kuin esimerkiksi puuvillaa käyttämällä. (Boncamper 2011, 241.)

Urean määrällä näyttäisi olevan positiivinen vaikutus värien kirkkauteen. Esikäsitteypasta 15, joka sisälsi 180 g/kg ureaa, tuotti sekä palttinasidokselle että neulokselle hyvää painojälkeä. Puuvilla-palttinalle parhaiten sopinut esikäsitteypasta 13 sisälsi myös melko paljon ureaa, 100 g/kg. Alkalin määrällä ei taas näyttäisi olevan selkeää vaikutusta värien kirkkauteen ainakaan tämän testauksen osalta. (Helminen & Rissanen 2014.)

8 VÄRIN PESUNKESTO

8.1 Yleistä

Värin pesunkestolla tarkoitetaan sitä, kuinka paljon värillisestä materiaalista siirtyy väriä normaalin pyykin yhteydessä valkoiseen muuhun pyykkiin ja kuinka paljon värillinen materiaali haalistuu tavallisessa koti- tai pesulapesussa. Yhdistetty näyte, jossa testattava värillinen materiaali on kiinnitetty eri raaka-ainekuiduista valmistettuun testikankaaseen, pestään standardin mukaan valmistetussa pesuliuksessa Linitest-laitteistolla. Näytteen huuhtelun ja kuivaamisen jälkeen näytteen värinmuutos ja testikankaiden tahriutumisen arvostellaan harmaa-valko- ja harmaa-asteikkojen (kuva 10) avulla. (VirtuaaliAMK: Värin pesunkesto 2004.)

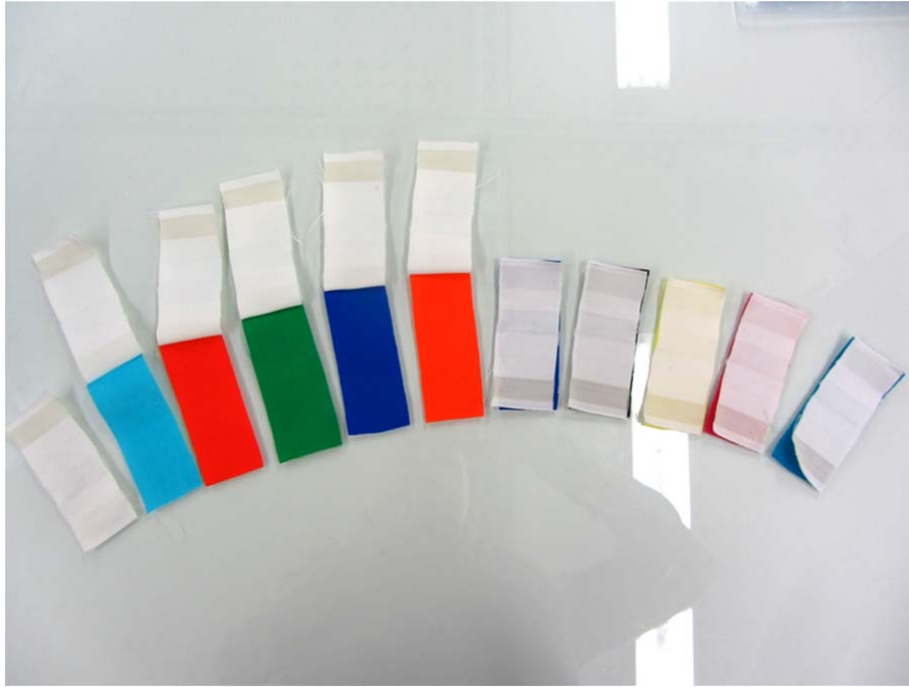


KUVA 10. Harmaa-valko- ja harmaa-asteikot, arvosanat 5 - 3.

8.2 Testausperiaate

Värin pesunkeston testaus suoritetaan tekstiilimateriaaleille (kangas, neulos, lanka tai kuitu) standardin ”SFS-EN ISO 105-C06: Värien pesunkesto koti- ja pesulapesussa” mukaisesti. Tutkittavasta, värillisestä materiaalista leikataan testausta varten 4 cm x 10 cm kokoinen pala. Testikankaana käytettävästä, eri materiaaliraidoista koostuvasta monikuitukankaasta leikataan samankokoinen pala, ja testikangas ommellaan valkoisella

ompelulangalla lyhyestä sivustaan yhteen näytemateriaalin oikeaa puolta vasten (kuva 11). (VirtuaaliAMK: Värin pesunkesto 2004.)



KUVA 11. Värin pesunkeston testauksen yhdistettyjä näytteitä.

Linitest-laitteen sisällä (kuva 12) on haudeveesisäiliö, jonka veden lämpötila lämmitetään termostaatilla haluttuun pesulämpötilaan. Haudeveden lämmentyä oikeaan lämpötilaan valmistetaan standardin mukainen pesuliuos. Testauksessa käytettävä pesuliuos valmistetaan liuottamalla 4 g standardipesuainetta ja 1 g natriumperboraattia litraan tislattua vettä ja kuumentamalla pesuliuos haluttuun lämpötilaan, eli yleensä materiaalin hoito-ohjeen mukaiseen pesulämpötilaan. Pesuliuosta tulee valmistaa vähintään 1 l, jotta pesuliuoksesta saadaan mahdollisimman tasalaatuista. (VirtuaaliAMK: Värin pesunkesto 2004.)



KUVA 12. Linitest-laitteisto.

Linitest-laitteeseen voidaan asettaa samanaikaisesti 12 kpl testauksessa käytettäviä terästölkkejä, eli samalla pesukerralla on mahdollista testata 12 näytettä. Jokaiseen tölkkiin (tilavuus 250 ml) asetetaan yksi yhdistetty näyte, standardin mukainen pesuliuosmäärä sekä tarvittaessa standardin mukainen määrä teräskuulia (kuva 13) lisäämään mekaanista rasitusta. Tahriutumisen arvostelua varten yhteen tölkeistä laitetaan pesulioksen ja teräskuulien kanssa pelkkä monikuitukankaan pala. Monikuitukangas pestään samassa pesussa kuin yhdistetty näyte samaa pesuliuosta käyttäen. (VirtuaaliAMK: Värin pesunkesto 2004.)



KUVA 13. Värin pesunkeston testauksessa käytettävät terästölkit.

Yhdistettyä näytettä pestään ohjelmasta riippuen joko 30 minuutin tai 45 minuutin ajan halutussa lämpötilassa. Pesun jälkeen terästölkki avataan ja näyte huuhdellaan huolellisesti pesuaineesta juoksevalla kädenlämpöisellä vedellä. Tämän jälkeen näyte puristetaan kuivaksi ja asetetaan kuivumaan niin, että testattava materiaali ja monikuitukangas koskettavat toisiaan ainoastaan ompeleen kohdalta. (VirtuaaliAMK: Värin pesunkesto 2004)

Näytteen kuivuttua tahriutumisen arvostellaan vertaamalla näytteen kanssa pestyn monikuitukankaan materiaaliraitoja erillisessä terästölkissä pestyn, saman pesukäsittelyn saaneen monikuitukankaan vastaaviin raitoihin. Materiaalien mahdollinen tahriutuminen arvostellaan harmaa-valko-asteikon avulla arvostelukaapin (kuva 14) valon alla 45° kulmassa valoon nähden. Arvosana kullekin materiaaliraidalle annetaan väliltä 1 - 5 puolen numeron tarkkuudella; asteikon 1 kuvaa huomattavaa monikuitukankaan tahriutumista käyttämättömään testikankaaseen verrattuna ja 5 täysin tahriintumatonta kangasta. Lisäksi tutkitaan materiaalin värisävyn muutosta vertaamalla pestyä materiaalinäytettä pesemättömään materiaaliin. Värisävyn muutos arvioidaan arvostelukaapin valossa harmaa-asteikkoa ja tahriutumisen arvosteluasteikkoa 1 - 5 käyttäen.

Yksi värin pesunkestopesu ei kuitenkaan tavallisesti vastaa tekstiilien värien vähitellen pesussa tapahtuvaa haalistumista. Tämän vuoksi pesua saatetaan toistaa testattavalle tekstiilille vielä useita kertoja tekstiilimateriaalin käyttökohteesta riippuen. (VirtuaaliAMK: Värin pesunkesto 2004.)



KUVA 14. Testattujen näytteiden arviointiin käytettävä arvostelukaappi.

Yksinkertaisin tapa saavuttaa reaktiivivärin hyvä märkäpysyvyys on intensiivinen ja tarkka pesuprosessi, joskin reaktiivitulostetun kankaan jälkikäsitteilypesu riippuu käytössä olevasta kankaasta ja pesulaitteistosta. Tämän työn tulosteissa käytetyn Novacron-painovärin suositeltu pesuohje tulostamisen jälkeen on viiden minuutin huuhtelu kylmällä vedellä, viiden minuutin saippuointi 98 C° -asteisella vedellä ja kolmen minuutin huuhtelu kiehuvalle vedelle. Tämän jälkeen tulostettua materiaalia tulee huuhdella vielä lämpimällä ja kylmällä vedellä. (Schindler & Hauser 2004, 145; Huntsman 2011, 3.)

8.3 Testaustuloksia

Värin pesunkestoa testattiin puuvillapanamasta, puuvillasatiinista ja puuvillaneuloksesta. Vertailun vuoksi värin pesunkestoa testattiin myös kahdesta reaktiivipainetusta ja yhdestä pigmenttipainetusta kankaasta. Testattaviksi väreiksi valittiin 100 %:n värisävyt pääväreistä sekä kolmesta sekoiteväristä. 100 %:n värien lisäksi päätettiin testata turkoosin, purppuran ja mustan 50 %:n kentät, jotta nähtäisiin, miten ohuempi värikerros vaikuttaa värin tahriutumiseen ja värin pysyvyyteen.

Puuvillapanaman värin pesunkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Puuvillapanaman värin pesunkeston testaustulokset.

Panama: Värin pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävy muutos
Turkoosi 100 %	4 / 5	3 / 4	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	5	5
Keltainen 100 %	5	5	5	4 / 5	5	4 / 5	5
Musta 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Sininen 100 %	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5	5
Oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	5	4 / 5	5
Sininen-purppura 100 %	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5	4 / 5
Keltainen-turkoosi 100 %	4 / 5	3 / 4	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Turkoosi 50 %	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Purppura 50 %	5	5	5	5	4 / 5	5	5
Musta 50 %	5	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5

Puuvillasatiinin värin pesunkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Puuvillasatiinin värin pesunkeston testaustulokset.

Satiini: Värin pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävyn muutos
Turkoosi 100 %	4 / 5	3	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5
Keltainen 100 %	5	5	5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Musta 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Sininen 100 %	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5	4 / 5
Oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	5
Sininen-purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	5
Keltainen-turkoosi 100 %	4 / 5	3	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Turkoosi 50 %	4 / 5	4	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5
Purppura 50 %	5	5	5	5	5	5	5
Musta 50 %	5	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5

Puuvillaneuloksen värin pesunkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Puuvillaneuloksen värin pesunkeston testaustulokset.

Neulos: Värin pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävyn muutos
Turkoosi 100 %	4 / 5	4	5	5	5	4 / 5	4 / 5
Purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Keltainen 100 %	5	5	5	5	4 / 5	5	5
Musta 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Sininen 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	4 / 5	5
Oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	5	5
Sininen-purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	5	5	5
Keltainen-turkoosi 100 %	4 / 5	4	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	4 / 5	4 / 5
Turkoosi 50 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	5	4 / 5
Purppura 50 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	5	5
Musta 50 %	5	4 / 5	5	5	5	5	5

Vertailunäytteiden värin pesunkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Vertailunäytteiden värin pesunkestojen testaustulokset.

Vertailunäytteet: Värin pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävyn muutos
Reaktiivipainettu musta	5	4 / 5	5	4 / 5	5	5	4 / 5
Reaktiivipainettu vihreä	5	4	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5
Pigmenttipainettu musta	5	5	5	4 / 5	4 / 5	5	5

Kaikki materiaalit, sekä reaktiivitulostetut näytteet että vertailunäytteet, saivat arvostellessa värin pesunkestonle enimmäkseen todella hyviä arvosanoja (4½-5 / 5). Väriä ei siis irronnut testauksessa käytettyyn monikuitukankaaseen joko ollenkaan tai vain aivan häviävän pienen häivähdyksen verran, eivätkä värisävyt muuttuneet pesussa merkittävästi. Reaktiivitulostettujen kankaiden värin pesunkestoilla ei ollut juurikaan eroja reaktiivi- tai pigmenttipainettujen kankaiden värin pesunkestoisiin.

Värin pesunkeston arvosanat reaktiivitulostetuilla materiaaleilla eivät kuitenkaan aivan vastanneet Novacron-värien pesunkeston suosituksia. Tämä saattaa johtua esimerkiksi jälkipesuista huolimatta testattujen materiaalien pintaan jääneestä ylimääräisestä, kiinnittymättömästä irtoväristä. Novacron-värien laatusuositukset on esitetty liitteessä 4.

Reaktiivitulostettujen materiaalien sidoksilla (panama, satiini ja neulos) oli vain hieman vaikutusta värin pesunkestoisiin. Erot pesunkestoissa eivät olleet suuria, mutta testatuista materiaaleista puuvillasatiini tahri monikuitukangasta näkyvimmin. Puuvillaneulos taas sai sidoksista täpärästi parhaat pesunkeston arvosanat. Myös väripinnan tummuudella oli pieni vaikutus värin pysyvyyteen; 50 %:n värien pienempi värikerros tekstiilin pinnassa näyttäisi kestävänsä paremmin pesussa kuin 100 %:n värit. 100 %:n tummiin, paksumpiin väripintoihin jää todennäköisesti herkemmin kiinnittymätöntä irtoväriä.

Ainoat selkeästi monikuitukangasta tahrivat näytteet olivat turkoosia väriä sisältävät näytteet, eli 100 %:n turkoosi, 100 %:n turkoosi-keltainen -sekoite ja 50 %:n turkoosi. Monikuitukankaan puuvillaraita värjäytyi kaikilla sidoksilla, varsinkin puuvillasatiinilla, näkyvästi. Reaktiivivärit on tarkoitettu luonnonkuitujen värjäämiseen, minkä vuoksi

kunkin turkoosia väriä sisältävän näytteen kanssa pestystä monikuitukankaasta tahriutuivat pelkät puuvillaraidat (kuva 15).



KUVA 15. Monikuitukankaan puuvillaraidat tahriutuivat selkeästi turkoosia väriä sisältäneiden näytteiden kanssa pestynä.

Värin pesunkeston mittauspöytäkirjat on esitetty liitteessä 5.

9 VÄRIN HANKAUKSENKESTO

9.1 Yleistä

Värin hankauksenkestolla tarkoitetaan värillisen materiaalin haalistumista normaalia kulumista simuloivan mekaanisen hankauksen vaikutuksesta. Värien hankauksenkestoa tutkittaessa testattavaa näytettä hangataan loimen ja kuteen suunnissa sekä kuivalla että määrällä valkoisella testikankaalla ja tutkitaan, kuinka paljon irtoväriä siirtyy hankaavaan materiaaliin. Valkoisten testikankaiden mahdollisen tahriutumisen määrää arvostellaan harmaa-valko-asteikon avulla. Värin hankauksenkestoon vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa materiaalin viimeistysominaisuudet, hankauksen suunta (loimi/kude) ja värillisen materiaalin kosteus. (VirtuaaliAMK: Värin hankauksenkesto 2004.)

9.2 Testausperiaate

Värin hankauksenkestoa testataan tekstiilimateriaaleilla standardin ”SFS-EN ISO 105-X12 / Tekstiilit. Värinkestot. Osa X12: Värien hankauksenkesto.” mukaisesti. Värin hankauksenkeston testaamisessa käytetään Crockmeter-laitetta (kuva 16), jossa on hio-mapaperilla päällystetty pohjalevy ja liukulevy. Liukulevyn päässä olevaan akryyliseen hankaustappiin kiinnitetään 50 mm x 50 mm -kokoinen, palttinasidoksinen testikangaspala. Testikankaan on oltava puhdas valkoinen, palttinasidoksinen kangas, jonka neliömassa on noin 125g/m². Testattava materiaali asetetaan Crockmeterin pohjalevyn päälle joko loimen tai kuteen suuntaisesti. Crockmeterin kampea käännetään 10 kertaa, jolloin testikangas hankautuu 10 kertaa edestakaisin testattavaa materiaalia vasten 10 cm:n matkalta. Testattavaa kangasta hangataan loimen ja kuteen suuntiin sekä kuivalla että tislattulla vedellä kostutetulla testikankaalla. (VirtuaaliAMK: Värin hankauksenkesto 2004.)



KUVA 16. Crockmeter -hankauslaite.

Ennen värin hankauksenkestön arvostelua kuivuneista testikankaista poistetaan hangattusta materiaalista irronnut irtonukka harjaamalla varovaisesti pehmeällä harjalla. Käytetty testikangas ja käyttämätön testikangas asetetaan rinnakkain ja sävyeroa tutkitaan harmaa-valko-asteikon avulla 45° kulmassa arvostelukaapin valoon nähden. Arvosana annetaan väliltä 1 - 5 puolen numeron tarkkuudella. Asteikon 1 kuvaa huomattavaa testikankaan tahriutumista käyttämättömään testikankaaseen verrattuna ja 5 täysin tahriintumatonta testikangasta. (VirtuaaliAMK: Värin hankauksenkesto 2004.)

9.3 Testaustuloksia

Värin hankauksenkestoa testattiin kolmesta reaktiivitulostetusta materiaalista: puuvillapanamasta, puuvillasatiinista ja puuvillaneuloksesta. Kustakin materiaalista testattiin turkoosin, purppuran, keltaisen, mustan, sinisen ja oranssin 100 %:n ja 50 %:n väripinnat, sekä kolme 100 %:n sekoiteväripintaa. Vertailun vuoksi värin hankauksenkestoa testattiin myös kolmesta muusta materiaalista: reaktiivipainetusta, mustasta ja vihreästä puuvillasatiinista ja pigmenttipainetusta, mustasta puuvillasatiinista.

Testausten suuren määrän ja standardikankaan vähyden vuoksi materiaalit päätettiin testata standardia mukaillen käyttämällä testikankaana standardikankaan sijasta palttinasidoksesta valmistettua puuvillakangasta. Ennen varsinaisten testausten aloittamista muutamalle puuvillasatiinin testattavalle värille tehtiin koehankauksia sekä puuvillakankaalla että standardikankaalla, jotta varmistuttaisiin tulosten yhteneväisyydestä. Koehankausten arvosanat on esitetty alla olevassa taulukossa 9.

TAULUKKO 9. Eri testikankaiden värin hankauksenkeston arvosanat.

Standardikangas: Värin hankauksenkesto					Puuvillakangas: Värin hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM		LK	LM	KK	KM
Turkoosi 50 %	5	3 / 4	5	3 / 4	Turkoosi 50 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Purppura 100 %	5	3 / 4	5	4	Purppura 100 %	5	3 / 4	5	4
Musta 100 %	4 / 5	3 / 4	4 / 5	3	Musta 100 %	4 / 5	3	4 / 5	3

Tulokset eivät juurikaan eronneet eri testikankaita käytettäessä, joten värin hankauksenkeston testausta päätettiin jatkaa normaalilla puuvillakankaalla.

Puuvillapanaman värin hankauksenkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 10.

TAULUKKO 10. Puuvillapanaman värin hankauksenkeston testaustulokset.

Panama: Värin hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Turkoosi 100 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Purppura 100 %	4 / 5	3 / 4	4 / 5	3 / 4
Keltainen 100 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 100 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Sininen 100 %	5	4	5	4
Oranssi 100 %	5	4	5	4
Sininen-purppura 100 %	5	4	5	4
Keltainen-turkoosi 100 %	5	4	5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4	5	4
Turkoosi 50 %	5	4	5	4
Purppura 50 %	5	4	5	4 / 5
Keltainen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 50 %	5	4	5	4
Sininen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Oranssi 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5

Puuvillasatiinin värin hankauksenkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 11.

TAULUKKO 11. Puuvillasatiinin värin hankauksenkeston testaustulokset.

Satiini: Värin hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Turkoosi 100 %	5	3	5	3 / 4
Purppura 100 %	5	3 / 4	5	4
Keltainen 100 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 100 %	4 / 5	3	4 / 5	3
Sininen 100 %	4 / 5	4	4 / 5	4
Oranssi 100 %	4 / 5	4	5	3 / 4
Sininen-purppura 100 %	5	4	5	4 / 5
Keltainen-turkoosi 100 %	5	4 / 5	5	4
Purppura-oranssi 100 %	5	4	5	3 / 4
Turkoosi 50 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Purppura 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Keltainen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 50 %	5	4	5	4 / 5
Sininen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Oranssi 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5

Puuvillaneuloksen värin hankauksenkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 12.

TAULUKKO 12. Puuvillaneuloksen värin hankauksenkeston testaustulokset.

Neulos: Värin hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Turkoosi 100 %	5	2 / 3	5	2 / 3
Purppura 100 %	5	2 / 3	5	2 / 3
Keltainen 100 %	5	4	5	4
Musta 100 %	5	2 / 3	5	2 / 3
Sininen 100 %	5	4	5	3 / 4
Oranssi 100 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Sininen-purppura 100 %	5	4	5	4
Keltainen-turkoosi 100 %	5	4	5	4
Purppura-oranssi 100 %	5	3	5	3 / 4
Turkoosi 50 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Purppura 50 %	5	4	5	4
Keltainen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 50 %	5	4	5	3 / 4
Sininen 50 %	5	4	5	4 / 5
Oranssi 50 %	5	4	5	4 / 5

Puuvillakankaiden ja -neuloksen värin kuivat hankauksenkestot saivat kaikille testatuille väreille todella hyviä arvosanoja, mutta märät hankaukset tahrivat testikangasta selkeästi ja saivat voimakkailla 100 %:n väreillä, kuten turkoosilla, mustalla ja purppurala, melko alhaisia arvosanoja. Varsinkin puuvillaneuloksen märät hankaukset tahrivat testikankaita huomattavasti (kuva 17). Neuloksen testikankaiden voimakas tahriutumisen saattaa johtua esimerkiksi neuloksen elävyydestä ja lankojen siirtymisestä hankauksen aikana.

50 %:n värien märät hankauksenkestot saivat odotusten mukaisesti selvästi parempia arvosanoja kuin 100 %:n värien märät hankauksenkestot. 100 %:n värien märän hankauksenkeston mataliin arvosanoihin voivat vaikuttaa esimerkiksi tumman värikerroksen pintaan jäänyt kiinnittymätön irtoväri.



KUVA 17. Puuvillaneuloksen kuivan ja märän hankauksen testikankaita.

Vertailun vuoksi testattujen reaktiivi- ja pigmenttipainettujen materiaalien värin hankauksenkeston tulokset on esitetty taulukossa 13.

TAULUKKO 13. Vertailunäytteiden värin hankauksenkeston testaustulokset.

Vertailunäytteet: Värin hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Reaktiivipainettu musta	5	3	4 / 5	3
Reaktiivipainettu vihreä	5	4	5	4 / 5
Pigmenttipainettu musta	5	1	5	1 / 2

Kaikki vertailunäytteiden värin kuivat hankauksenkesto saivat hyviä arvosanoja, mutta värin märkien hankauksenkesto arvosanat olivat todella vaihtelevia. Reaktiivipainetun mustan värin märkien hankauksenkesto arvosanat eivät juurikaan eronneet reaktiivitulostetun mustan vastaavista arvosanoista, mutta pigmenttipainettu musta sai värin märeille hankauksenkestolle erittäin alhaiset arvosanat. Mustan värin märkien hankauksenkesto arvosanojen testikankaat loimen ja kuteen suunnissa näkyvät kuvassa 18 (rivit ylhäältä alas: reaktiivitulostettu musta, reaktiivipainettu musta ja pigmenttipainettu musta).



KUVA 18. Reaktiivitulostetun mustan, reaktiivipainetun mustan ja pigmenttipainetun mustan märkien hankauksenkesto arvosanojen testikankaat.

Värin hankauksenkesto mittauspöytäkirjat on esitetty liitteessä 4.

10 VÄRIN VALONKESTO

10.1 Yleistä

Värin valonkestolla tarkoitetaan tekstiilien altistumista käytössä valolle. Valolla on taipumus hajottaa väriaineita, mikä aiheuttaa tekstiilimateriaalin (kangas, neulos, lanka, kuitu) värien haalistumista ja sävyjen muuttumista himmeämmiksi. Valolle altistuminen voi kuitenkin ilmetä tekstiilin väreissä varsinaisen haalistumisen lisäksi myös muutoksina esimerkiksi sävyssä, syvyydessä tai kirkkaudessa. Tekstiilimateriaalin värin valonkestoon vaikuttavat muun muassa tekstiilimateriaalin raaka-aineet, esikäsitteilyt ja värjätys tai painetussa pinnassa käytetyt väriaineet. Värin valonkeston testaaminen on huomattavan tärkeää varsinkin ulkona käytettäville tekstiilimateriaaleille. (VirtuaaliAMK: Värin valonkesto 2004.)

10.2 Testausperiaate

Värin valonkestoja testataan tekstiilimateriaaleilla standardin ”SFS-EN ISO 105-B02: Tekstiilit. Värikestot. Osa B02: Värien keinovalonkesto. Ksenonkaarivalo.” mukaisesti. Värin valonkestoja testatessa näytettä valotetaan valonkestolaitteessa ksenonkaarivalolla; laitteen valo simuloi samaa tulosta, joka saataisiin asettamalla testattavat materiaalit samanpituisiksi ajaksi esimerkiksi ikkunalaudalle suoraan auringonvaloon. (VirtuaaliAMK: Värin valonkesto 2004.)

Testattavasta materiaalista leikataan vähintään 10 mm:n korkuinen näyte, jonka lopullinen koko riippuu kuitenkin käytettävästä laitemallista sekä näytepitimestä. Yleensä samassa näytepitimessä testataan kerralla useita eri näytteitä, sillä valonkeston testaus saattaa kestää muun muassa käytetyn lampun tehosta riippuen useita kuukausia. Erilliseen näytepitimeen rakennetaan myös kahdeksasta valonkestoltaan erilaisesta, värjätystä villakangaspalasta siniasteikko (kuva 19). Siniasteikon raidat numeroidaan 1 – 8 värin valonkeston myöhempää arviointia varten. (VirtuaaliAMK: Värin valonkesto 2004.)



KUVA 19. Värin valonkeston arvostelussa käytettävä villakankainen siniasteikko.

Osa (1 / 3) valmistetun näytteen/näytesarjan sekä siniasteikon näytepitimien pinnasta peitetään valoa läpäisemättömällä metallilevyllä, minkä jälkeen tutkittavat näytteet sekä siniasteikko asetetaan samanaikaisesti testauslaitteeseen (kuva 20). Näytteitä ja siniasteikkoa valotetaan niin kauan, että siniasteikon raidassa 6 tapahtuu harmaa-asteikon arvosanaa 4 vastaava haalistuminen. Tämän jälkeen näytepitimet peitetään uudella, osan (2 / 3) näytteen ja siniasteikon pinnasta peittävällä metallilevyllä. Valottamista jatketaan niin pitkään, että siniasteikon raidassa numero 7 on tapahtunut harmaa-asteikon arvosanaa 4 vastaava haalistuminen. (VirtuaaliAMK: Värin valonkesto 2004.)



KUVA 20. Värien valonkeston testauslaite.

Näytteen kahden eripituisen ajan valotettuna olleita osioita verrataan siniasteikon raitojen vastaaviin haalistumiin ja näytteen kummallekin haalistumalle annetaan asteikon raitaa vastaava arvosana väliltä 1 - 8; asteikon numero 1 tarkoittaa erittäin huonoa ja 8 erittäin hyvää valonkestoa. Näytteen lopulliseksi värien valonkeston arvosanaksi valitaan ”huonomman” eli haalistuneemman osion saama arvo. (VirtuaaliAMK: Värien valonkestos 2004.)

10.3 Testaustuloksia

Värien valonkestoa testattiin yhteensä 50:tä eri raaka-aineista valmistetuista, painetuista sekä tulostetuista näytteistä standardia SFS-EN ISO 105-B02 mukaillen. Testattavaksi valittiin muissa testauksissa käytettyjen, reaktiivitulostettujen puuvillakankaiden lisäksi muun muassa polyesteri- ja polyamidinäytteitä. Tulostettujen puuvillakankaiden värikkäät 1-21 on esitetty liitteessä 2. Testatut näytteet on listattu taulukkoon 14.

TAULUKKO 14. Väriin valonkeston testatut materiaalit.

Väriin valonkesto	
Materiaali	Värit / näytemäärä
Reaktiivitulostettu puuvillapanama	Värikentät 1 - 21 / 21 kpl
Reaktiivitulostettu puuvillasatiini	Värikentät 1 - 21 / 21 kpl
Reaktiivipainettu puuvillasatiini	Musta ja vihreä / 2 kpl
Pigmenttipainettu puuvillasatiini	Musta / 1 kpl
Suorasublimaatiotulostettu polyesteri	Musta, vihreä ja syaani / 3 kpl
Reaktiivi- ja happotulostettu polyamidi	Sininen ja musta / 2 kpl

Testauksen päättyessä testattavat näytteet olivat olleet valonkestolaitteessa yhteensä kolme kuukautta (2 / 3 peittävät levyt vaihdettiin näytepitimiin kuukauden kuluttua testauksen aloittamisesta).

Puuvillapanaman väriin valonkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 15.

TAULUKKO 15. Puuvillapanaman väriin valonkeston testaustulokset.

Panama: Väriin valonkesto	
	Arvosana 1 - 8
Turkoosi 100 %	6
Turkoosi 50 %	3
Turkoosi 15 %	6
Purppura 100 %	3
Purppura 50 %	3
Purppura 15 %	6
Keltainen 100 %	6
Keltainen 50 %	6
Keltainen 15 %	6
Musta 100 %	5
Musta 50 %	3
Musta 15 %	5
Sininen 100 %	6
Sininen 50 %	5
Sininen 15 %	6
Oranssi 100 %	5
Oranssi 50 %	3
Oranssi 15 %	6
Sininen-purppura 100 %	5
Keltainen-turkoosi 100 %	6
Purppura-oranssi 100 %	5

Puuvillapanaman testatuista värikentistä (kuva 21) parhaat värin valonkeston arvosanat saivat jo valmiiksi vaaleat, 15 %:n painopinnat, ja osa 100 %:n painopinnoista. Huomattavimmin testauksen aikana haalenivat 50 %:n painopinnat, jotka saivatkin keltaista ja sinistä väriä lukuun ottamatta melko matalia arvosanoja.



KUVA 21. Puuvillapanaman valotetut näytteet testauksen päätyttyä.

Puuvillapanaman 100 %:n päävärien valonkestoarvot ovat Novacron-reaktiivivärien laatusuosittelujen mukaiset (liite 4).

Puuvillasatiinin värin valonkeston testaustulokset on esitetty taulukossa 16.

TAULUKKO 16. Puuvillasatiinin värin valonkeston testaustulokset.

Satiini: Värin valonkesto	
	Arvosana 1 - 8
Turkoosi 100 %	6
Turkoosi 50 %	3
Turkoosi 15 %	5
Purppura 100 %	4
Purppura 50 %	2
Purppura 15 %	5
Keltainen 100 %	7
Keltainen 50 %	6
Keltainen 15 %	7
Musta 100 %	5
Musta 50 %	3
Musta 15 %	5
Sininen 100 %	6
Sininen 50 %	5
Sininen 15 %	6
Oranssi 100 %	5
Oranssi 50 %	3
Oranssi 15 %	5
Sininen-purppura 100 %	5
Keltainen-turkoosi 100 %	5
Purppura-oranssi 100 %	6

Puuvillasatiinin värikenttien valonkestossa ei ollut suuria eroavaisuuksia puuvillapanaman värikenttien valonkestoan, samojen värikenttien arvosanat vaihtelivat korkeintaan yhdellä numerolla. Myös puuvillasatiinin testatuista värikentistä (kuva 22) parhaat värin valonkeston arvosanat saivat 100 %:n ja 15 %:n painopinnat, ja eniten testauksen aikana haalenivat 50 %:n painopinnat. Tässä tapauksessa sidoksella (panama / satiini) ei siis näyttäisi olevan vaikutusta reaktiivivärin pysyvyyteen.



KUVA 22. Puuvillasatiinin valotetut näytteet testauksen päätyttyä.

Puuvillasatiinin 100 %:n päävärien valonkestoarvot ovat Novacron-reaktiivivärien laatusuosituksen mukaiset (liite 5).

Vertailunäytteiden värin valonkestoarvosanat vaihtelivat suuresti eri materiaalien välillä. Reaktiivipainetut näytteet haalenivat yhtä paljon kuin reaktiivitulostetut näytteet (esimerkiksi 100 % mustan arvosana oli 5 sekä reaktiivipainetulla että reaktiivitulostetuilla näytteillä). Reaktiivivärien painotavalla ei siis ainakaan testattujen värien tapauksessa ole vaikutusta värin valonkestoarvoon.

Parhaan värin valonkestoarvosanan sai vertailunäytteistä pigmenttipainettu musta, joka ei reagoi testauksen aikana valoon lainkaan. Polyamidinäytteet saivat myös hyvät värin valonkestoarvosanat. Polyesterinäytteissä haalistumat olivat voimakkaampia, mutta näytteet saivat silti hieman parempia valonkestoarvosanoja kuin reaktiiviväreillä tulostetut tai painetut puuvillanäytteet.

Eri raaka-aineista valmistettujen ja eri painotavoilla painettujen vertailunäytteiden (kuva 23) värin valonkestoarvosanat on esitetty taulukossa 17.



KUVA 23. Vertailunäytteiden valotetut materiaalit testauksen päätyttyä.

TAULUKKO 17. Vertailunäytteiden värin valonkeston testaustulokset.

Vertailunäytteet: Värin valonkesto	
	Arvosana 1 - 8
Reaktiivipainettu musta	5
Reaktiivipainettu vihreä	5
Pigmenttipainettu musta	8
Suorasublimaatiotulostettu polyesteri musta	6
Suorasublimaatiotulostettu polyesteri vihreä	6
Suorasublimaatiotulostettu polyesteri sininen	5
Happotulostettu polyamidi musta	7
Reaktiivitulostettu polyamidi sininen	6

Värin valonkeston mittauspöytäkirjat on esitetty liitteessä 7.

11 HANKAUSLUJUUS

11.1 Yleistä

Tekstiilien hankauksenkestolla, eli hankauslujuudella, tarkoitetaan tasomaisen tekstiilin kestävyyttä toistuvaa, tason pintaan kohdistuvaa hankaavaa rasitusta vastaan. Hankauslujuutta kuvataan kierroslukujen avulla; mitä suurempi kierrosmäärä on hankauslujuusarvona, sitä kulutusta kestävämmästä materiaalista on kyse. Hankauksenkestoon vaikuttavat muun muassa kuidun ominaisuudet (esimerkiksi kuituraaka-aine ja kuitupi-tuuden tasaisuus), langan ominaisuudet (esimerkiksi kierremäärä ja kierresuunta) ja ma-teriaalin ominaisuudet (esimerkiksi viimeistys, sidos, tiheys ja paksuus) sekä materiaa-lin käyttöolosuhteet. Hankauslujuus on tärkeimpiä tekstiileille tehtäviä testauksia, sillä yleensä tekstiilimateriaali ei vaurioidu yhtäkkisesti vaan käytön yhteydessä hitaasti ku-lumalla. (VirtuaaliAMK: Hankauslujuus 2004.)

11.2 Testausperiaate

Hankauslujuutta testataan tekstiilimateriaaleilla standardin ”SFS-EN ISO 12947-2: Tekstiilit. Kankaiden hankauksenkestävyyden määrittäminen Martindale-menetelmällä. Osa 2: Näytteen rikkoutumisen määrittäminen.” mukaisesti. Mittaus suoritetaan vakioilmastoiduille koepaloille hankauksenkestolaitteella, esimerkiksi Martindale SDL:lla (kuva 24), käyttäen kuormituksena joko 9 kPa:n tai 12 kPa:n vakiopainoja, materiaalin käyttökoh-teesta riippuen. Hankauksenkestolaitteeseen valitaan standardin mukainen kierrosmäärä, jonka välein näytteen pintaa tarkastellaan mikroskoopilla. Kudotuilla kankailla rikkou-tumispiste saavutetaan, kun kaksi erillistä lankaa on poikki, neuloksessa taas standardin mukainen rikkoutumispiste saavutetaan, kun yksi lanka on poikki aiheuttaen reiän neu-lokseen. Hankauslujuuden arvosanaksi valitaan keskiarvo näytteiden rikkoutumista edeltävien tarkasteluvälien kierrosmääristä. (VirtuaaliAMK: Hankauslujuus 2004.)



KUVA 24. Martindale SDL -hankauksenkestolaite.

11.3 Testaustuloksia

Hankauslujuutta sekä tulostetun pinnan ulkonäköä 12 kPa:n kuormitushankaukselle altistettuna päätettiin testata puuvillapanamalla, -satiinilla ja -neuloksella. Testattavaksi sävyksi valittiin kustakin materiaalista 100 % purppura-värikenttä (liite 1, värikenttä 4.). Hankauslujuutta testattiin aikataulusyistä standardia mukaillen käyttämällä vain kahta näytepalaa materiaalia kohden standardin mukaisen kolmen näytteen sijasta. Hankauslujuuden tarkasteluvälin kierrosmääräksi valittiin 5000 kierrosta, jonka välein hangattavan näytteen pinnan kulumista myös valokuvattiin. Hankauslujuuden testaustulokset on esitetty taulukossa 18.

TAULUKKO 18. Hankauslujuuden testaustulokset.

Hankauslujuus, 12 kPa:n kuormitus						
Näyte	Kierros määrä					
	5000	...	25000	30000	35000	40000
1: Puuvilla-panama	haalistumia reunoilla	...	voimakkaita haalistumia, ohentuneita lankoja	lankoja muutaman kuidun varassa	1 lanka katki	2 lankaa katki
2: Puuvilla-panama	haalistumia reunoilla	...	voimakkaita haalistumia, ohentuneita lankoja	2 lankaa katki		
3: Puuvilla-satiini	ei haalistumia	...	ohentuneita lankoja	1 lanka katki	2 lankaa katki	
4: Puuvilla-satiini	ei haalistumia	...	1 lanka katki	2 lankaa katki		
5: Puuvilla-neulos	haalistuneita kuidunpäitä	...	paljon ohentuneita lankoja	lankoja muutaman kuidun varassa	1 lanka katki	
6: Puuvilla-neulos	haalistuneita kuidunpäitä	...	paljon ohentuneita lankoja	lankoja muutaman kuidun varassa	1 lanka katki	

Testattujen materiaalien hankauslujuuksien arvot olivat materiaalien erilaisuudesta huolimatta yllättävän yhteneväiset, mikä johtuu todennäköisesti suuresta tarkasteluvälistä (5000 kierrosta). Pienemmällä tarkasteluvälillä testattuna hankauslujuuksien arvojen väliset erot näkyisivät selkeämmin, ja rikkoutumispisteiden keskiarvoista saatava hankauslujuuden arvo olisi luotettavampi.

Testatuista materiaaleista puuvillapanama (kuva 25) vaaleni eniten hankauksen aikana. Pinnassa olevista kudejuoksuista, joihin voimakkain hankaus kohdistui, irtosi koko näytteen laajuudelta lähes kaikki väri. Irronnut väri näkyi värillisenä nukkakerroksena hankausalustana olevan villakankaan pinnassa. Panamanäytteiden rikkoutumispisteiden välillä oli eroa jopa 10000 kierrosta (25000 - 35000), joten paksun panamasidoksen hankauslujuuden arvosanaksi saatiin 30000 kierrosta.



KUVA 25. Näyte 1: Puuvillapanama 35000 kierroksen jälkeen.

Puuvillasatiinin (kuva 26) rikkoutumispiste, näytteiden keskiarvo 27500 kierrosta, saavutettiin jopa hieman ohutta puuvillaneulosta aikaisemmin, mutta satiinin pinta säilyi testatuista materiaaleista selkeästi siisteimmän näköisenä. Testauksen päätyttyä satiini-näytteiden pinnat olivat haalistuneet vain vähän reunoilta, ja kuidut olivat hieman pörhöllään. Puuvillasatiinin näytteistä ei myös irronnut juurikaan nukkaa villakangasalustojen pintoihin. Satiinisidoksen lankajuoksut ovat yleensä herkimpiä hankaukselle, ja tässäkin tapauksessa satiinin katkenneet langat olivat satiinin loiminastojen lankoja.

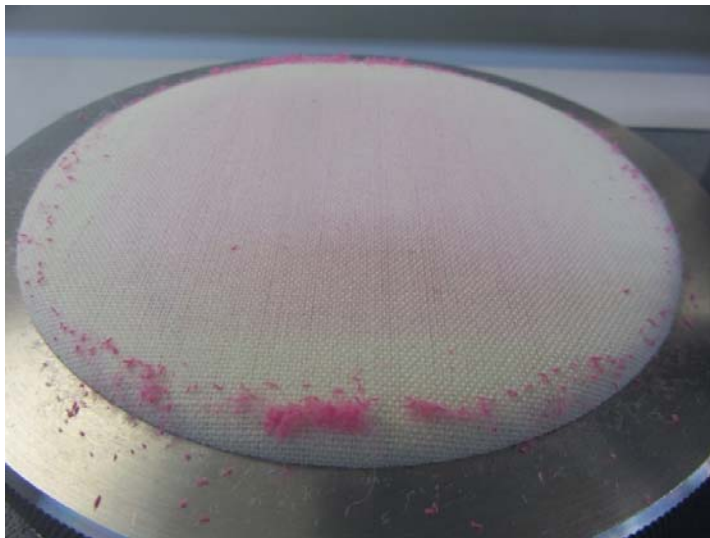


KUVA 26. Näyte 3: Puuvillasatiini 35000 kierroksen jälkeen.

Puuvillaneulos (kuva 27) vaurioitui testatuista materiaaleista eniten hankauksen aikana. Hankauskeston kierrosmäärä oli kuitenkin yllättävän korkea (30000 kierrosta), sillä testattava materiaali oli ohutta, ja neuloksen hankauslujuus on yleensäkin alhaisempi kuin kudottujen materiaalien. Neuloksen väripinta vaaleni varsinkin näytteen reunojen kohdilta ja nyppyntyi voimakkaasti. Rikkoutumista edeltävän tarkasteluvälin kohdalla monet neuloksen langoista olivat vain parin kuidun varassa, ja testauksen loppuessa näytepalat olivat reikiintyneet useasta kohtaa. Puuvillaneuloksesta irtosi hankauksen aikana melko paljon värillistä nukkaa laitteen villakangasalustoihin (kuva 28).



KUVA 27. Näyte 5: Puuvillaneulos 35000 kierroksen jälkeen.



KUVA 28. Puuvillaneuloksesta villakankaaseen irronnutta nukkaa.

Hankauslujuuden mittauspöytäkirjat sekä hankauspintojen kuvat on esitetty liitteessä 8.

12 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia eri esikäsitteilyjen ja erilaisten tulostuspohjien käytön vaikutusta reaktiivitulostettujen kankaiden värien kirkkauteen ja kestävyteen. Tässä luvussa esitetään yhteen koottuna tehtyjen kirkkaus- ja kestotestauksien tuloksia, havaintoja ja tehtyjä johtopäätöksiä.

Painojäljen visuaalisen arvioinnin avulla voitiin huomata, että parhaan painojäljen puuvilla-paltnina-kankaalle tuottaneet esikäsitteilypastat saivat aikaan heikoimman jäljen viskoosi-elastaani-neulokselle. Neulokselle parhaan painojäljen tuottaneet pastat eivät vastaavasti soveltuneet kovin hyvin kudotulle kankaalle. Esimerkiksi Diamontex-esikäsitteilypasta, 12, sai aikaan hieman epätasaista ja haaleaa painojälkeä kankaalle (varsinkin keskisävyille), kun taas neulokselle kyseinen pasta tuotti hyvää jälkeä. Pastojen tulostusjälkien väliset erot eivät olleet neuloksella yhtä suuria kuin kankaalla. Testikankaista oli helpohkoa valita parhaat ja heikoimmat tulostusjäljet, mutta loppujen tulostettujen testikankaiden tulostusjälki oli myös hyvää ja tasalaatuista. Tämä saattaa johtua esimerkiksi neuloksen elävyydestä ja reaktiivivärien erilaisesta imeytymisestä neulospintaan. Urean määrällä näyttäisi myös olevan positiivinen vaikutus värien kirkkauteen. Esikäsitteilypasta 15, joka sisälsi 180 g/kg ureaa, tuotti sekä palttinasiidokselle että neulokselle hyvää painojälkeä. Puuvilla-paltninalle parhaiten sopinut esikäsitteilypasta 13 sisälsi myös melko paljon ureaa, 100 g/kg. Kestävyydestestauksien kankaat päätettiin käsitellä esikäsitteilypastalla 13 (liite 1).

Värien pesunkeston näytteet saivat enimmäkseen hyviä arvosanoja, $4\frac{1}{2}$ -5 / 5, eli väriä ei siis irronnut 60 °C:n pesun aikana paljoa eikä värisävy muuttunut pesussa merkittävästi. Värien pesunkeston arvosanat eivät kuitenkaan vastanneet kaikilta osin Novacron-reaktiivivärien värien pesunkeston laatusuosituksia. Tämä saattaa johtua esimerkiksi jälkipesuista huolimatta testattujen materiaalien pintaan jääneestä kiinnittymättömästä irtoväristä. Vertailunäytteinä testatut, reaktiivipainetut näytteet saivat värien pesunkeston arvosanoiksi vastaavia lukuja kuin reaktiivitulostetut näytteet. Novacron-reaktiivivärejä käytettäessä digitaalitulostus painotapana ei siis vaikuta värien pesunkeston perinteiseen seripainoon verrattuna. Reaktiivitulostettujen materiaalien sidoksilla (panama, satiini ja neulos) oli vain hieman vaikutusta värien pesunkestoihin. Erot eivät olleet suuria, mutta testatuista materiaaleista puuvillasatiinin näytteet tahrivat monikuitukangasta nä-

kyvimmin. Puuvillaneulos taas sai sidoksista täpärästi parhaat pesunkeston arvosanat; tämä saattaa johtua esimerkiksi neuloksen pinnan joustavuudesta hangatessa pesussa toista kangasta vasten.

Myös väripinnan tummuudella oli pieni vaikutus värin pysyvyyteen; 50 %:n värien pienempi värikerros tekstiilin pinnassa näyttäisi kestävänsä paremmin pesussa kuin 100 %:n värit. Testattuihin 100 %:n näytteiden tummiin, paksumpiin väripintoihin on saattanut jäädä hieman herkemmin kiinnittymätöntä irtoväriä. Ainoat selkeästi monikuitukangasta tahrivat näytteet olivat turkoosia väriä sisältävät näytteet, eli 100 %:n turkoosi, 100 %:n turkoosi-keltainen -sekoite ja 50 %:n turkoosi. Monikuitukankaan puuvillaraita värjäytyi kaikilla sidoksilla näkyvästi. Pelkkien puuvillaraitojen värjäytyminen johtui todennäköisesti siitä, että luonnonkuitujen värjäämiseen tarkoitettut reaktiivivärit tarrasivat pesussa puuvillaan kiinni voimakkaimmin.

Värin hankauksenkestoa testattiin normaalilla puuvillakankaalla standardikankaan sijasta, sillä tuloksissa ei verratessa ollut merkittäviä eroja. Testattavien kankaiden ja neuloksen värin kuivat hankauksenkestot saivat kaikille testatuille väreille (100 %, 50 % ja 15 % värit) todella hyviä arvosanoja, mutta märät hankaukset tahrivat testikankaita selkeästi ja saivat voimakkailla 100 %:n väreillä, kuten turkoosilla, mustalla ja purppurala, alhaisia arvosanoja. Tähän voi vaikuttaa esimerkiksi tumman värikerroksen pintaan jäänyt kiinnittymätön irtoväri. Varsinkin puuvillaneuloksen märän hankauksen kesto oli heikohkoa, mikä saattaa johtua esimerkiksi neuloksen elävyydestä ja lankojen siirtymisestä hankauksen aikana. 50 %:n värien märät hankauksenkestot saivat odotusten mukaisesti selvästi parempia arvosanoja kuin 100 %:n värien märät hankauksenkestot.

Kaikki värin valonkestojen näytteet saivat joko käytettyjen Novacron-reaktiivivärien laatusuosituksen mukaiset tai paremmat arvosanat. Laatusuositukset olivat kuitenkin kerrottu vain 100 % painopinnoille ja vaaleimmat, 50 %:n ja 15 %:n painopinnot vaalenivatkin valotuksen aikana huomattavasti voimakkaammin. Tähän voi olla syynä esimerkiksi väriaineen pienempi määrä materiaalin pinnalla. Puuvillapanaman ja puuvillasatiinin valonkeston arvosanoilla ei ollut juurikaan eroavaisuuksia, arvosanat vastaavilla väreillä olivat joko samat tai vaihtelivat korkeintaan yhdellä numerolla. Tulostuspohjan materiaalilla ei siis tässä tapauksessa ollut vaikutusta värin valonkestoan. Reaktiivipainettujen näytteiden valonkestolla ei ollut eroa reaktiivitulostettujen näytteiden

valonkeston. Pigmenttipainettu vertailunäyte ei reagoanut juuri ollenkaan valotukseen ja saikin testatuista kankaista parhaan valonkeston arvosanan.

Puuvillapanaman, puuvillasatiinin ja puuvillaneuloksen hankauslujuuden arvosanojen välillä ei ollut merkittäviä eroavaisuuksia. Kaikki testikankaat saivat hankauskeston arvosanoiksi (näytekankaiden tulosten keskiarvo) 27500 - 30000 kierrosta. Hankauslujuuden tulokset olisivat todennäköisesti olleet eriäväisemmät pienemmällä tarkasteluvälillä kuin valitulla 5000 kierroksella. Kankaita testattiin laboratorion aikataulukysymysten vuoksi vain kahdella näytekankaalla / materiaali standardin mukaisen, vähintään kolmen näytekankaan hankaamisen sijaan; useammat näytekankaat olisivat myös tuoneet lisähajontaa tuloksiin.

Esteettisesti parhaana hankauslujuuden testauksesta säilyi selkeästi puuvillasatiini. Kun rikkoutumispiste saavutettiin, langat olivat kuluneet siististi poikki, ja haalistumia ja kulumaa näkyi vain hieman näytepalojen reunoilla. Puuvillasatiinin värisävy (kaikilla materiaaleilla 100 % purppura) säilyi lähes muuttumattomana. Puuvillapanaman näytteiden langat kuluivat myös siististi poikki, mutta pintojen väri taas haalistui kudelan-goista melkein olemattomiin. Puuvillaneuloksen testatut näytteet olivat odotetustikin testauksen päättyessä risaisimmassa kunnossa; väri oli haalistunut ja lankoja oli viimeisen tarkasteluvälin aikana katkennut useasta kohdasta muodostaen isohkoja reikiä näytteen pintaan.

Vaikka kaikki testaukset on tehty samoissa koe-olosuhteissa ja samassa valaistuksessa, testaustuloksissa saattaa silti esiintyä ristiriitaisuuksia. Mahdolliset virheet tuloksissa johtuvat todennäköisesti yksittäisten tulostus- ja käsittelypoikkeamien lisäksi inhimillisistä syistä. Lab-arvojen mittausta lukuun ottamatta kaikki testaukset ovat visuaaliseen havainnointiin perustuvia, joten yhden arvioijan havainnoilla on painava merkitys testaustuloksiin. Osa testauksista tehtiin lisäksi aikataulusyistä standardeja mukailleen, mikä vähensi testattavien näytekappaleiden määrää ja näin ollen testaustulosten hajontaa ja luotettavuutta.

Arvioimalla visuaalisesti ja vertailemalla mittaustuloksia voitiin suuntaa antavasti päätellä, miten esikäsittelyjä tulisi muuttaa ja havaittiin, miten sidokseltaan erilaiset tekstiilipinnat toistavat tulostettua kuvaa. Osa kestävyystestauksien tuloksista täytti muun muassa Novacron-reaktiivivärien valmistajan laatusuosituksen (liite 4), mutta osa testatuista

esikäsittelyistä ja tulostuspohjista tuotti eriäviä tuloksia. Voidaan todeta, että täysin sopivia esikäsittelyjä ei siis onnistuttu löytämään. Työn testaustulosten avulla onnistuttiin kuitenkin kartoittamaan monien erilaisten esikäsittelyjen ja tulostuspohjien käytön vaikutusta tulostusjälkeen. Saatujen tulosten pohjalta esikäsittelyjen hienosäätöä voidaan jatkaa niin, että kullekin käytettävälle tulostuspohjalle onnistuttaisiin löytämään sekä kirkkaan että kestäväen tulostuspinnan tuottavat esikäsittelymenetelmät.

LÄHTEET

Boncamper, I. 1999. Tekstiilioppi: Kuituraaka-aineet. Hämeenlinna: Hämeen ammatti-korkeakoulu.

Heidelberg 1995. Väri ja laatu. Heidelberg, Saksa.

Helminen, K. 2013. Yritys vetää digitaalisen tekstiilitulostamisen tulevaisuus -projektia. Sydän-Hämeen lehti. Luettu 22.5.2014.
<http://shl.fi/2013/03/20/yritys-vetaa-digitaalisen-tekstiilitulostuksen-tulevaisuus-projektia/>

Helminen, T. 2004. Painovärjäys: Osa II Värit ja menetelmät. Tampereen teknillinen yliopisto: Kuitumateriaalitekniikka.

Helminen, T. 2005. Polyesterikankaiden painaminen digitaalisesti mustesuihkumenetelmällä. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.

Helminen, T. & Rissanen, M. 2014. Sähköpostiviestit 30.9.2013 - 9.1.2014. tommi.helminen@lipputehdas.fi & marja.rissanen@tut.fi. Luettu 22.10.2013.

Hintsanen, P. 2000. Väriainetyypit. Luettu 8.5.2014.
<http://www.coloria.net/fysiikka/variainytyypit.htm>

Hintsanen, P. 2000. Värjäys: Sanasto. Luettu 8.5.2014.
<http://www.coloria.net/varjays/sanasto.htm>

Hunter, A. & Renfrew, M. 1999. Reactive Dyes for Textile Fibres: The chemistry of activated π -bonds as reactive groups and miscellaneous topics. West Yorkshire: The Society of Dyers and Colourists.

Huntsman 2011. Textile effects: Novacron XKS reactive inks. For industrial ink jet printing on cellulosic fibres and silk using Kyocera print head technology. Sähköpostiviesti. tommi.helminen@lipputehdas.fi. Luettu 28.3.2014.

Julkaisija 2013. Printscorpio panostaa luonnonkuitumateriaalien digitaalitulostukseen. Luettu 8.5.2014.
<http://www.julkaisija.fi/uutiset/index2.php?sivu=3843>

KvantiMOTV 2004. Korrelaatio ja riippuvuusluvut. Luettu 15.8.2014.
<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/korrelaatio/korrelaatio.html>

Lindqvist, S. 2009. Tekstiilien digitaalinen mustesuihkutulostus. Opinnäytetyö. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu.

Miles, L. 2003. Textile printing: Revised second edition. Bradford: The Society of Dyers and Colourists.

Oittinen, P. & Saarelma, H. 1992. Kuvatekninen laatu. Otatieto.

Pauler, N. Paper optics. Kista: AB Lorentzen & Wettre.

Printscorpio Oy. Etusivu. Luettu 2.6.2014.

http://www.lipputehdas.fi/index.php?PAGE=2&NODE_ID=2&LANG=1

Printscorpio Oy. Luonnonkuitukankaiden tulostus. Luettu 1.8.2014.

http://www.aitoonlipputehdas.fi/WebRoot/Kaupat/Shops/Lippute/4E68/97B5/C98C/88E8/86D9/0A28/1006/F0C7/Luonnonkuidut_aineistot2014.pdf

Sandberg, K. 2011. Polyesteriloimineulosten tulostusesikäsittely ja palo-ominaisuudet. Opinnäytetyö. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu.

Schindler, W.D. & Hauser, P.J. 2004. Chemical finishing of textiles. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Slater, K. 2003. Environmental impact of textiles: Production, processes and protection. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Soittila, L. 2012. Tuotteiden ja kuosin suunnittelu Printscorpio Oy:lle. Digitaalinen mustesuihkutulostaminen liikelahjatuotteissa. Opinnäytetyö. Visamäki: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Uijie, H. 2006. Digital printing of textiles. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Xin, J. 2006. Total colour management in textiles. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Änkö, A. 2004. Hankaussujuus. VirtuaaliAMK. Luettu 21.4.2014.

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030507/1086702378009/1086704903807/1092229833071/1092229956031.html>

Änkö, A. 2004. Värin hankauksenkesto. VirtuaaliAMK. Luettu 21.4.2014.

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030507/1086702378009/1086704903807/1092229861352/1092230372045.html>

Änkö, A. 2004. Värin pesunkesto. VirtuaaliAMK. Luettu 21.4.2014.

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030507/1086702378009/1086704903807/1092229861352/1092230437298.html>

Änkö, A. 2004. Värin valonkesto. VirtuaaliAMK. Luettu 21.4.2014.

<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030507/1086702378009/1086704903807/1092229861352/1092230403451.html>

KUVALÄHTEET:

DISLÈXIA COLORIMÈTRICA. 2011. Luettu 20.4.2014.

eduardselva.com/wp-content/uploads/CIE-Lab.jpg

MS JP5evo. Luettu 1.8.2014.

<http://www.msitaly.com/machines/19-ms-jp5-evo>

LIITTEET

Liite 1. Esikäsitteilyajojen 1 - 4 tiedot.

1 (2)

AJO 1

Testaukset: Lab-arvojen mittaus.

Testattavat kankaat: Puuvilla-palttina.

Näyte	Pick-up	Kaston pituus	Pasta	Käsittelynopeus
1.1	73,25581	3,8 s	1	Ajonopeus ~ 2 m/min
1.2	73,64341	1,9 s		Ajonopeus ~ 4 m/min
1.3	79,29688	60 s		Tämä tehty siten, että kangas laitettu kokonaan altaaseen ja annettu olla vaadittu aika
2.1	69,20152	3,8 s	2	Ajonopeus ~ 2 m/min
2.2	70,70313	1,9 s		Ajonopeus ~ 4 m/min
2.3	73,03371	60 s		Tämä tehty siten, että kangas laitettu kokonaan altaaseen ja annettu olla vaadittu aika
3.1	64,63878	3,8 s	3	Ajonopeus ~ 2 m/min
3.2	68,07692	1,9 s		Ajonopeus ~ 4 m/min
3.3	74,0458	60 s		Tämä tehty siten, että kangas laitettu kokonaan altaaseen ja annettu olla vaadittu aika

Esikäsitteilypasta 1 (näytteet 1.1 - 1.3):
0 x Lyoprint AIR

Esikäsitteilypasta 2 (näytteet 2.1 - 2.3):
Perusresepti

Esikäsitteilypasta 3 (näytteet 3.1 - 3.3):
3 x Lyoprint AIR verrattuna perusreseptiin

Vertailunäytteet 4A & 4B:

4A: Tulostettu kuvapuoli ylöspäin / valssista pois päin

4B: Tulostettu kuvapuoli alaspäin / valssiin päin

AJO 2

Testaukset: Tulostuspinnan visuaalinen arviointi.

Testattavat kankaat:

- puuvillapalttina (näytteet x.1 - x.3)
- viskoosi-elastaani 23430 (näytteet x.4)
- puuvillamodaali 21060 (näytteet x.5)

Esikäsittely:

- pick-up 75%
- käsittelynopeus 2 m/min -> kasto aika n. 3,8 s
- 3 näytettä / kangas (palttina), muut 1 näyte

AJO 3

Testaukset: Tulostuspinnan visuaalinen arviointi.

Testattavat kankaat:

- puuvilla-palttina (näytteet x.1 ja x.2)
- viskoosi-elastaani 23430 (näytteet x.3 ja x.4)

Esikäsittely:

- pick-up 75%
- käsittelynopeus 2 m/min -> kasto aika n. 3,8 s
- 2 näytettä / kangas

AJO 4

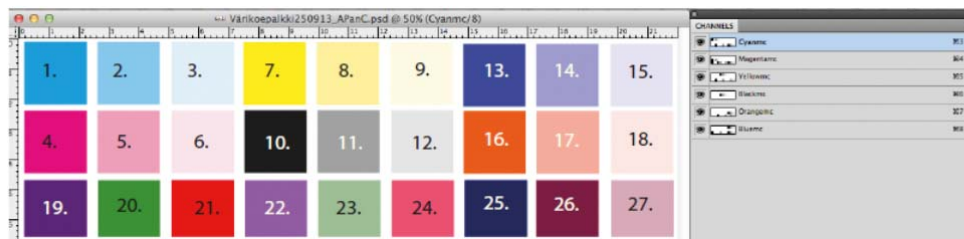
Testaukset: Värien pesunkesto, värien hankauksenkesto, värien valonkesto ja hankauslujuus.

Testattavat kankaat: Puuvillapanama, puuvillasatiini ja puuvillaneulos.

Esikäsittely tehtiin Printscorpiossa tuotantofouillardilla.

Liite 2. Kirkkaus- ja kesto-ominaisuuksien arvioinnissa käytetyt mittauskentät.

Testauksissa käytetyt värikentät 1 - 21 ovat numeroituina kuvan yläreunassa. Tulostuspintaa ja tulostusjäljen terävyyttä arvioitiin visuaalisesti muun muassa kuvan alareunassa olevien lippujen vaakunoista.



Leviäminen arvostelu

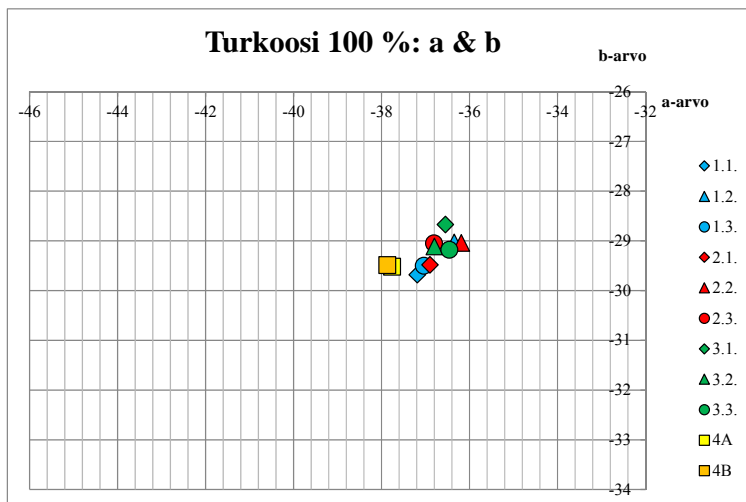
Ruutu	Turkoosi	Purppura	Keltainen	Musta	Oranssi	Sininen	huom.
1	100						Panama C lin
2	50						Panama C lin
3	15						Panama C lin
4		100					Panama C lin
5		50					Panama C lin
6		15					Panama C lin
7			100				Panama C lin
8			50				Panama C lin
9			15				Panama C lin
10				100			Panama C lin
11				50			Panama C lin
12				15			Panama C lin
13					100		Panama C lin
14					50		Panama C lin
15					15		Panama C lin
16						100	Panama C lin
17						50	Panama C lin
18						15	Panama C lin
19		100					100 Overlay rgb
20	100		100				Overlay rgb
21		100	100		100		Overlay rgb
22		50	50			50	Overlay rgb
23	50		50				Overlay rgb
24		50	50		50		Overlay rgb
25	100	100					100 Overlay rgb
26	50	50	50		50		50 Overlay rgb
27	15	15	15	15		15	15 Overlay rgb
28				Musta Panama C			Prof_panC
29				Keltainen Panama C			Prof_panC
30				magenta Panama C			Prof_panC
31				cyan Panama C			Prof_panC

Terävyyden arvostelu

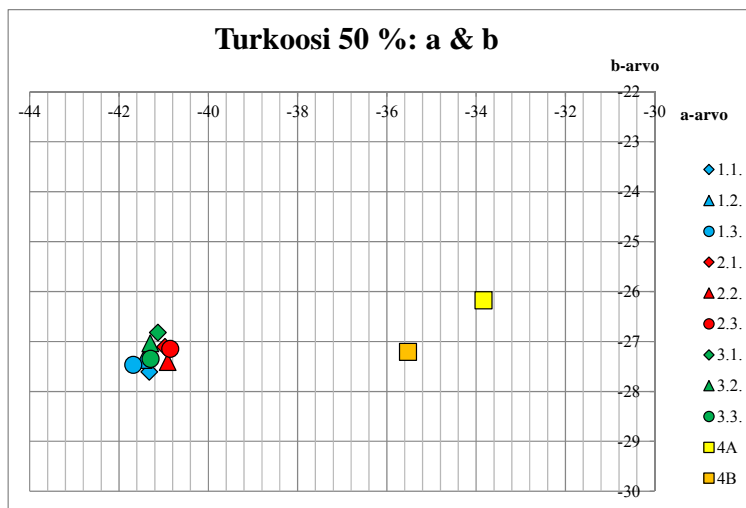
Liite 3. Mitatut Lab-arvot taulukoituna, Lab-kuvaajat ja korrelaatiokertoimet.

1 (7)

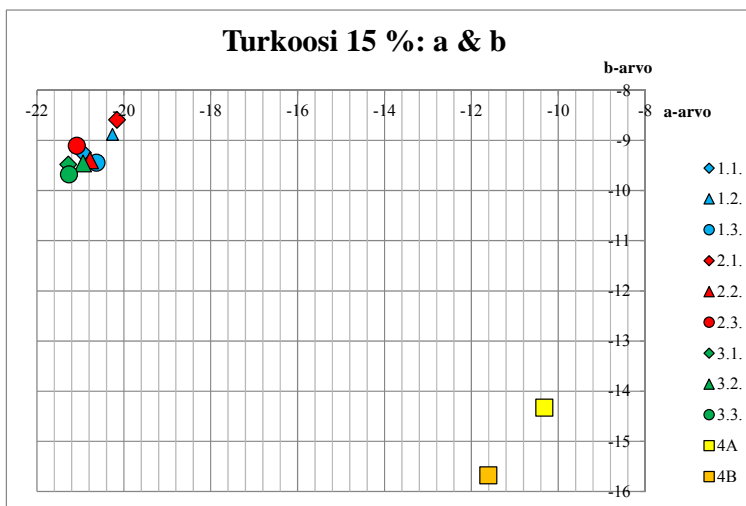
Turkoosi 100 %: a & b		
	a	b
1.1.	-37,19	-29,68
1.2.	-36,35	-29,03
1.3.	-37,04	-29,5
2.1.	-36,9	-29,48
2.2.	-36,19	-29,04
2.3.	-36,81	-29,05
3.1.	-36,55	-28,67
3.2.	-36,8	-29,11
3.3.	-36,46	-29,18
4A	-37,76	-29,52
4B	-37,87	-29,49



Turkoosi 50 %: a & b		
	a	b
1.1.	-41,32	-27,61
1.2.	-41,45	-27,37
1.3.	-41,68	-27,47
2.1.	-40,97	-27,11
2.2.	-40,91	-27,41
2.3.	-40,85	-27,15
3.1.	-41,13	-26,82
3.2.	-41,3	-27,04
3.3.	-41,29	-27,35
4A	-33,83	-26,18
4B	-35,52	-27,21



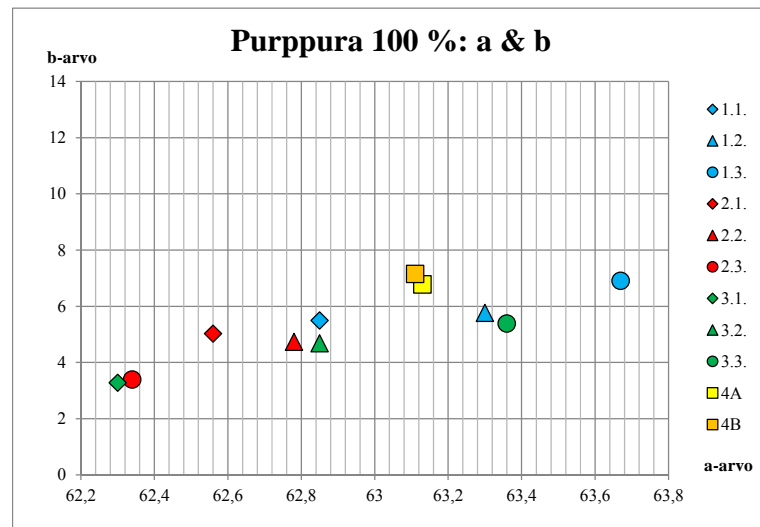
Turkoosi 15 %: a & b		
	a	b
1.1.	-20,94	-9,25
1.2.	-20,26	-8,88
1.3.	-20,63	-9,45
2.1.	-20,16	-8,59
2.2.	-20,78	-9,4
2.3.	-21,08	-9,11
3.1.	-21,28	-9,48
3.2.	-20,94	-9,46
3.3.	-21,26	-9,68
4A	-10,32	-14,33
4B	-11,61	-15,68



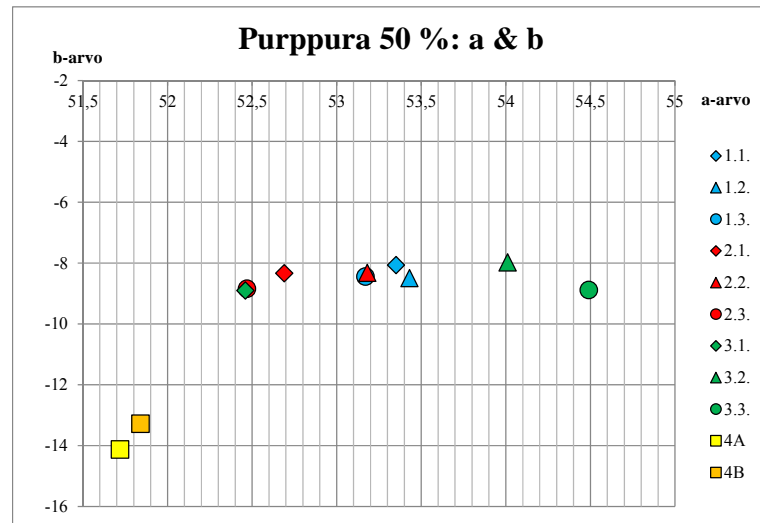
(jatkuu)

2 (7)

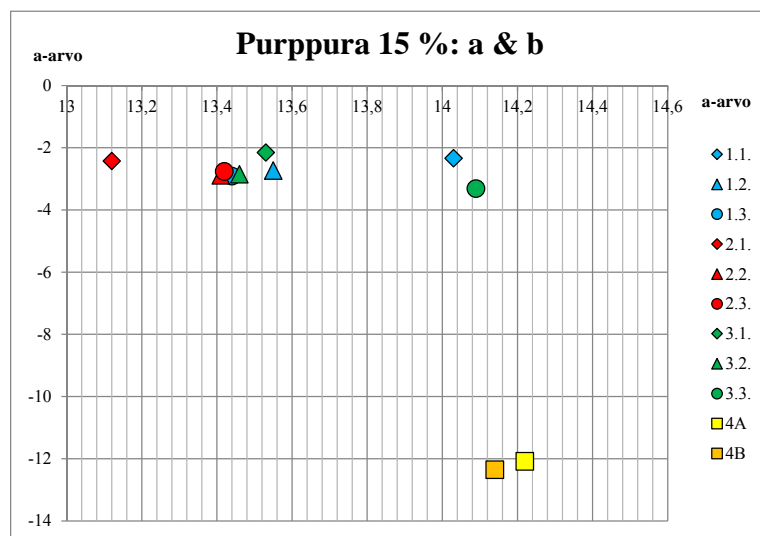
Purppura 100 %: a & b		
	a	b
1.1.	62,85	5,5
1.2.	63,3	5,77
1.3.	63,67	6,91
2.1.	62,56	5,03
2.2.	62,78	4,74
2.3.	62,34	3,39
3.1.	62,3	3,28
3.2.	62,85	4,69
3.3.	63,36	5,39
4A	63,13	6,78
4B	63,11	7,15



Purppura 50 %: a & b		
	a	b
1.1.	53,35	-8,06
1.2.	53,43	-8,49
1.3.	53,17	-8,44
2.1.	52,69	-8,33
2.2.	53,18	-8,32
2.3.	52,47	-8,84
3.1.	52,46	-8,9
3.2.	54,01	-7,97
3.3.	54,49	-8,88
4A	51,72	-14,12
4B	51,84	-13,28

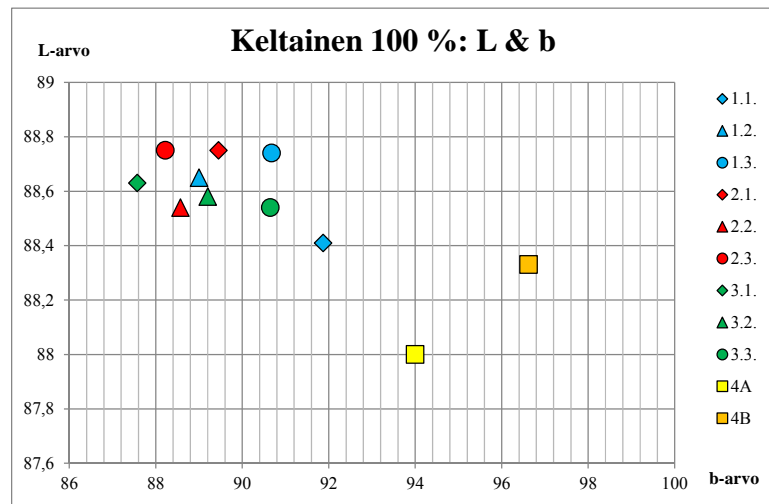


Purppura 15 %: a & b		
	a	b
1.1.	14,03	-2,33
1.2.	13,55	-2,73
1.3.	13,44	-2,91
2.1.	13,12	-2,42
2.2.	13,41	-2,88
2.3.	13,42	-2,76
3.1.	13,53	-2,15
3.2.	13,46	-2,85
3.3.	14,09	-3,31
4A	14,22	-12,08
4B	14,14	-12,35

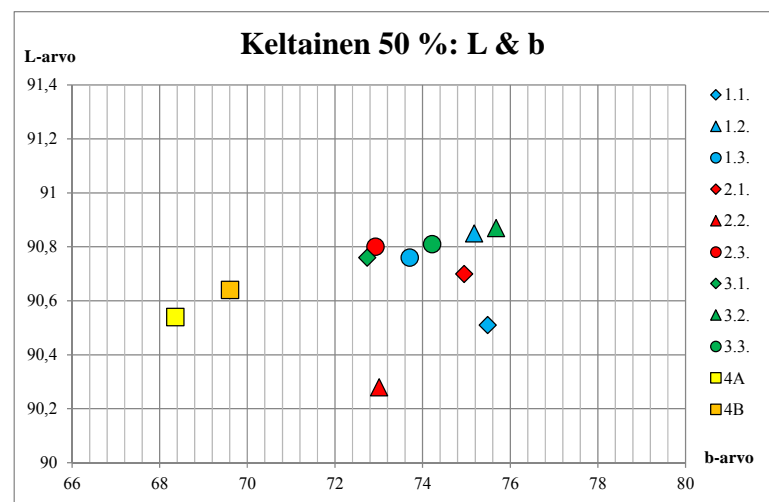


3 (7)

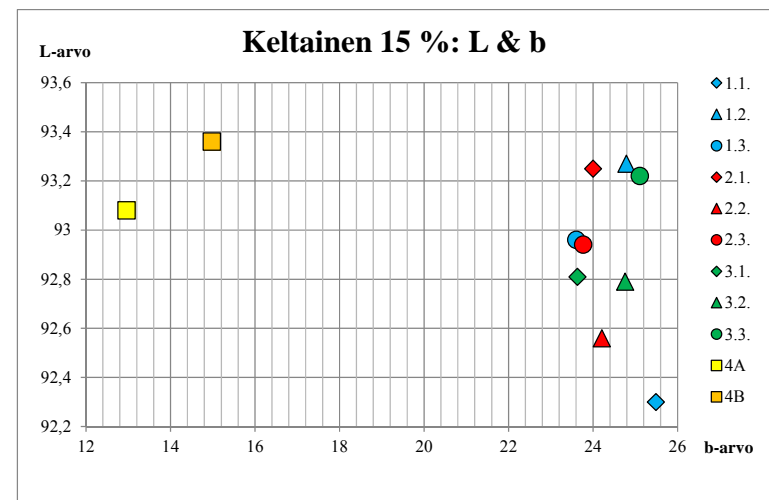
Keltainen 100 %: L & b		
	L	b
1.1.	88,41	91,87
1.2.	88,65	89
1.3.	88,74	90,68
2.1.	88,75	89,45
2.2.	88,54	88,57
2.3.	88,75	88,22
3.1.	88,63	87,57
3.2.	88,58	89,2
3.3.	88,54	90,65
4A	88	94
4B	88,33	96,62



Keltainen 50 %: L & b		
	L	b
1.1.	90,51	75,49
1.2.	90,85	75,18
1.3.	90,76	73,71
2.1.	90,7	74,95
2.2.	90,28	73,01
2.3.	90,8	72,93
3.1.	90,76	72,74
3.2.	90,87	75,68
3.3.	90,81	74,22
4A	90,54	68,36
4B	90,64	69,61

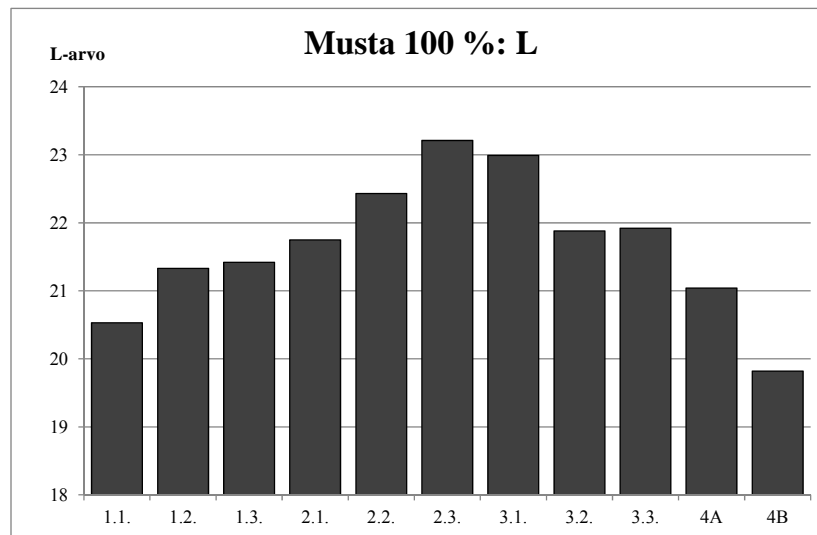


Keltainen 15 %: L & b		
	L	b
1.1.	92,3	25,49
1.2.	93,27	24,79
1.3.	92,96	23,61
2.1.	93,25	24
2.2.	92,56	24,21
2.3.	92,94	23,77
3.1.	92,81	23,63
3.2.	92,79	24,76
3.3.	93,22	25,11
4A	93,08	12,96
4B	93,36	14,98

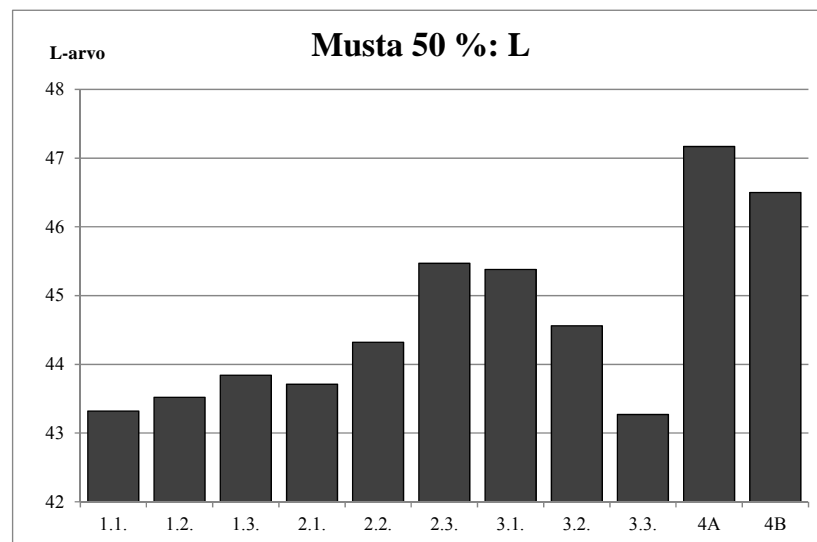


4 (7)

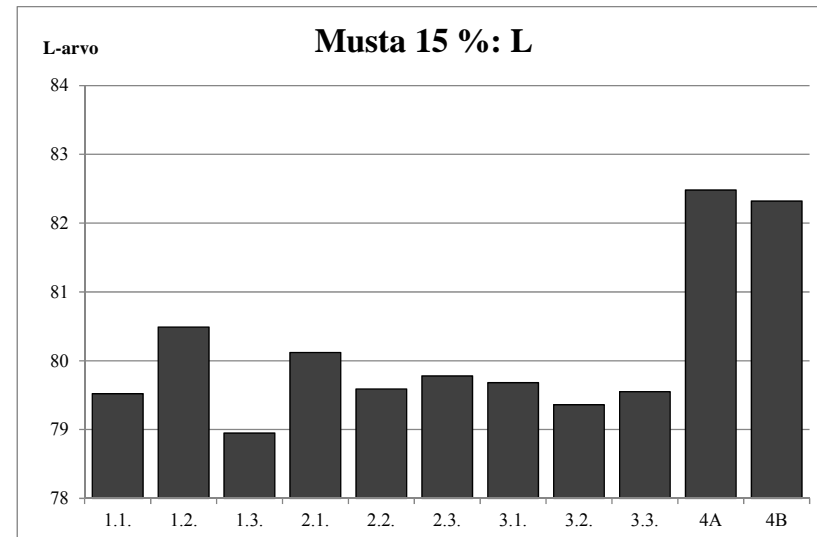
Musta 100 %: L	
	L
1.1.	20,53
1.2.	21,33
1.3.	21,42
2.1.	21,75
2.2.	22,43
2.3.	23,21
3.1.	22,99
3.2.	21,88
3.3.	21,92
4A	21,04
4B	19,82



Musta 50 %: L	
	L
1.1.	43,32
1.2.	43,52
1.3.	43,84
2.1.	43,71
2.2.	44,32
2.3.	45,47
3.1.	45,38
3.2.	44,56
3.3.	43,27
4A	47,17
4B	46,5

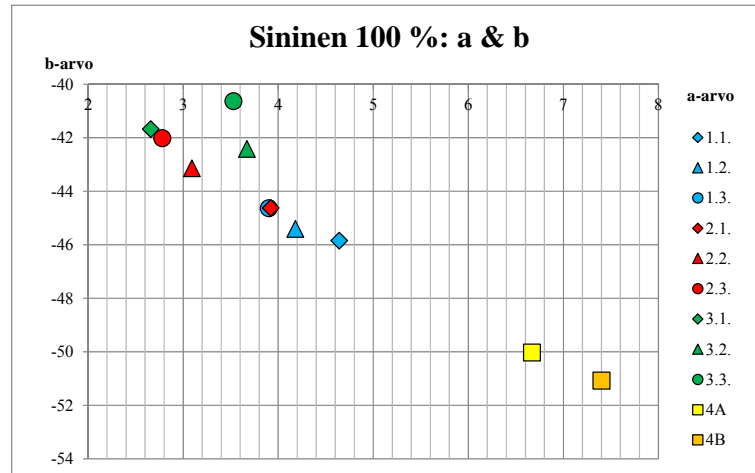


Musta 15 %: L	
	L
1.1.	79,52
1.2.	80,49
1.3.	78,95
2.1.	80,12
2.2.	79,59
2.3.	79,78
3.1.	79,68
3.2.	79,36
3.3.	79,55
4A	82,48
4B	82,32

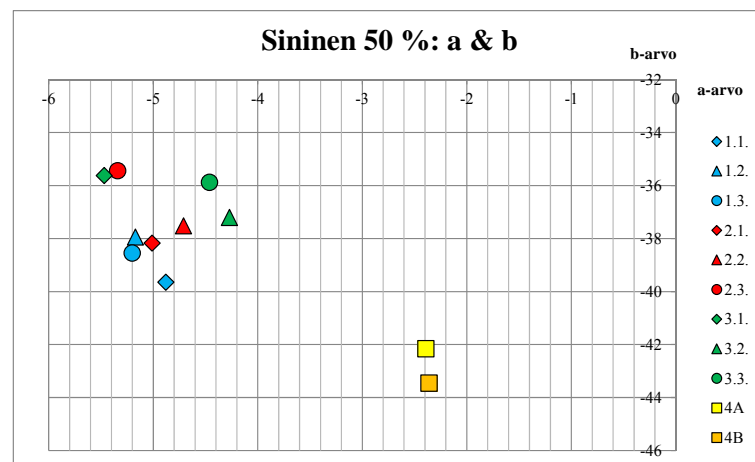


5 (7)

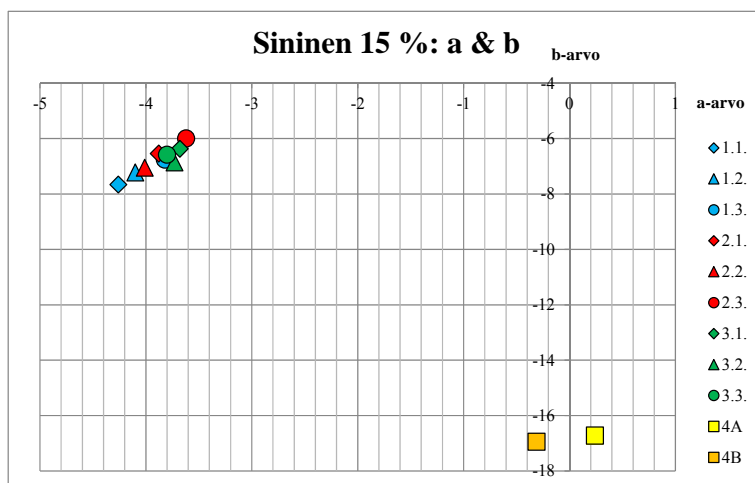
Sininen 100 %: a & b		
	a	b
1.1.	4,64	-45,85
1.2.	4,18	-45,41
1.3.	3,9	-44,64
2.1.	3,92	-44,62
2.2.	3,09	-43,14
2.3.	2,78	-42,02
3.1.	2,66	-41,68
3.2.	3,67	-42,42
3.3.	3,53	-40,64
4A	6,67	-50,03
4B	7,4	-51,08



Sininen 50 %: a & b		
	a	b
1.1.	-4,88	-39,65
1.2.	-5,17	-37,94
1.3.	-5,2	-38,55
2.1.	-5,01	-38,17
2.2.	-4,71	-37,52
2.3.	-5,34	-35,44
3.1.	-5,47	-35,62
3.2.	-4,27	-37,2
3.3.	-4,46	-35,88
4A	-2,39	-42,16
4B	-2,36	-43,46

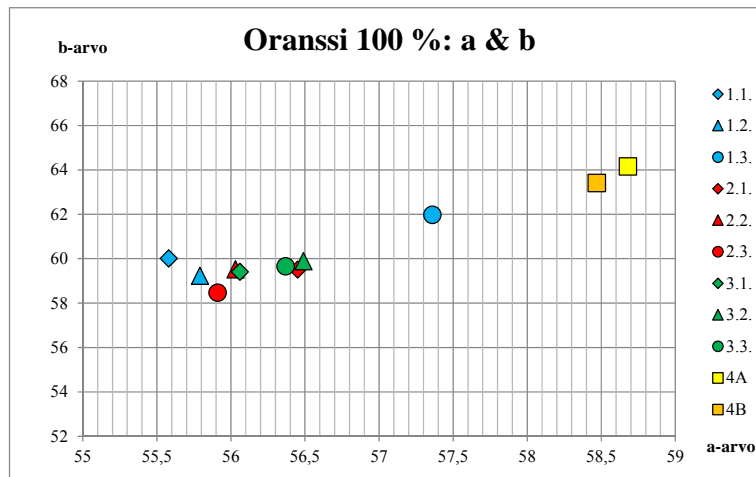


Sininen 15 %: a & b		
	a	b
1.1.	-4,26	-7,66
1.2.	-4,1	-7,22
1.3.	-3,82	-6,76
2.1.	-3,88	-6,54
2.2.	-4,01	-7,05
2.3.	-3,62	-6
3.1.	-3,68	-6,37
3.2.	-3,73	-6,86
3.3.	-3,8	-6,58
4A	0,24	-16,73
4B	-0,31	-16,95

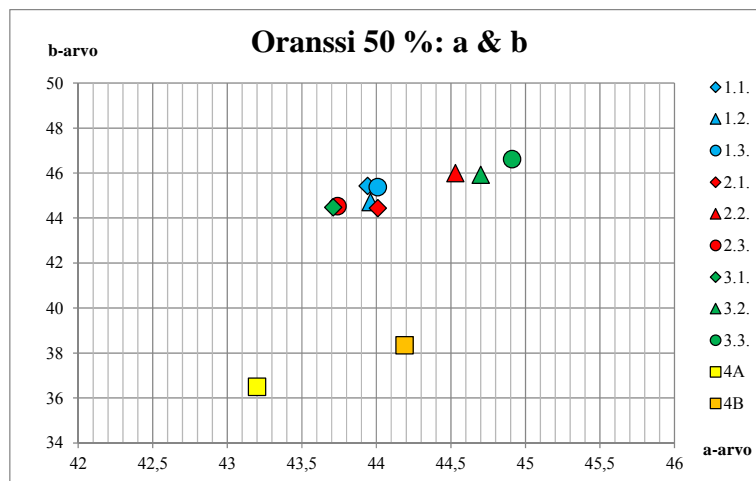


6 (7)

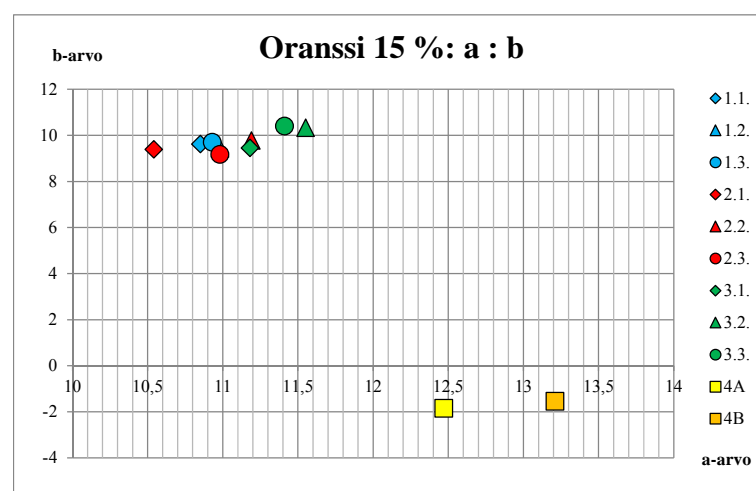
Oranssi 100 %: a & b		
	a	b
1.1.	55,58	60,01
1.2.	55,79	59,23
1.3.	57,36	61,97
2.1.	56,45	59,51
2.2.	56,03	59,52
2.3.	55,91	58,47
3.1.	56,06	59,41
3.2.	56,49	59,89
3.3.	56,37	59,65
4A	58,68	64,15
4B	58,47	63,41



Oranssi 50 %: a & b		
	a	b
1.1.	43,94	45,42
1.2.	43,96	44,7
1.3.	44,01	45,37
2.1.	44,01	44,43
2.2.	44,53	45,99
2.3.	43,74	44,52
3.1.	43,71	44,47
3.2.	44,7	45,92
3.3.	44,91	46,61
4A	43,2	36,49
4B	44,19	38,33



Oranssi 15 %: a & b		
	a	b
1.1.	10,85	9,62
1.2.	10,98	9,44
1.3.	10,93	9,7
2.1.	10,54	9,39
2.2.	11,19	9,78
2.3.	10,98	9,17
3.1.	11,18	9,46
3.2.	11,55	10,33
3.3.	11,41	10,4
4A	12,47	-1,85
4B	13,21	-1,55



Korrelaatiokertoimet:

Turkoosi	100 %	100 %	50 %	50 %	15 %	15 %
	a	b	a	b	a	b
Pick-up 1	-0,29	-0,19	-0,95	0,15	0,01	-0,73
Pick-up 2	-0,01	0,79	0,99	0,00	-0,95	-0,53
Pick-up 3	0,40	-0,85	-0,75	-1,00	-0,10	-0,90
Lyoprint	0,30	0,57	0,22	0,69	-0,63	-0,52
Purppura	100 %	100 %	50 %	50 %	15 %	15 %
	a	b	a	b	a	b
Pick-up 1	0,87	0,99	-0,94	-0,46	-0,69	-0,78
Pick-up 2	-0,60	-0,97	-0,42	-0,91	0,81	-0,62
Pick-up 3	0,98	0,94	0,90	-0,13	0,89	-0,96
Lyoprint	-0,30	-0,53	0,31	-0,30	0,14	-0,14
Keltainen	100 %	100 %	50 %	50 %	15 %	15 %
	L	b	L	b	L	b
Pick-up 1	0,75	0,04	0,32	-0,99	0,26	-0,95
Pick-up 2	0,12	-0,93	0,30	-0,82	-0,33	-0,62
Pick-up 3	-0,98	0,98	0,31	0,36	0,92	0,90
Lyoprint	-0,13	-0,35	0,32	-0,14	0,12	0,00
Musta	100 %	50 %	15 %			
	L	L	L			
Pick-up 1	0,62	0,94	-0,75			
Pick-up 2	1,00	1,00	-0,53			
Pick-up 3	-0,76	-1,00	-0,26			
Lyoprint	0,50	0,37	-0,17			
Siminen	100 %	100 %	50 %	50 %	15 %	15 %
	a	b	a	b	a	b
Pick-up 1	-0,82	0,95	-0,62	0,22	0,95	0,90
Pick-up 2	-0,93	0,98	-0,63	0,99	0,74	0,62
Pick-up 3	0,69	0,70	0,68	0,00	-1,00	-0,28
Lyoprint	-0,55	0,86	0,40	0,70	0,63	0,46
Oranssi	100 %	100 %	50 %	50 %	15 %	15 %
	a	b	a	b	a	b
Pick-up 1	1,00	0,94	0,98	0,39	0,19	0,70
Pick-up 2	-0,91	-0,92	-0,45	-0,07	0,57	-0,47
Pick-up 3	0,58	0,36	0,87	0,94	0,49	0,82
Lyoprint	0,08	-0,25	0,49	0,32	0,72	0,57

(Helminen & Rissanen 2013)

Liite 4. Novacron-reaktiivivärien kestävyysuosituksia.

NOVACRON®	Xenon lamp ISO 105-B02	Light AATCC 16E	Water ISO 105-E01			Washing 4 95°C/203°F ISO 105-C04		
			Ch	CO	WO	Ch	CO	WO
	100%							
Yellow XKS-101	6-7	L5	5	5	5	5	5	5
Golden Yellow XKS-201	3-4	L5	5	5	5	5	5	5
Orange XKS-301	4	L4	5	4-5	5	5	5	5
Red XKS-401	3-4	L5	5	5	4-5	5	4-5	5
Magenta XKS-501	3-4	L4-5	5	5	5	5	5	5
Blue XKS-601	6	L6	5	5	5	5	5	5
Turquoise XKS-701	6	L5-6	5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Deep Black XKS-2000	4	L6	5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5

(Huntsman 2011)

Liite 5. Väriin pesunkeston mittauspöytäkirjat.

1 (4)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 6.3.2014 - 8.4.2014

TESTAUS Värien pesunkesto

Laite Linitest plus
 Standardi SFS-EN ISO 105-C06
 Testauslämpötila 60 °C

MATERIAALI Puuvilla-panama

Arvostelu

Tahriutuminen Asteikko 1- 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Värisävyn muutos Asteikko 1 - 5
 Harmaa-asteikko

Panama: Väriin pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävyn muutos
Turkoosi 100 %	4 / 5	3 / 4	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	5	5
Keltainen 100 %	5	5	5	4 / 5	5	4 / 5	5
Musta 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Sininen 100 %	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5	5
Oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	5	4 / 5	5
Sininen-purppura 100 %	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5	4 / 5
Keltainen-turkoosi 100 %	4 / 5	3 / 4	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Turkoosi 50 %	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Purppura 50 %	5	5	5	5	4 / 5	5	5
Musta 50 %	5	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5

(jatkuu)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 6.3.2014 - 8.4.2014

TESTAUS Värien pesunkesto

Laite Linitest plus
 Standardi SFS-EN ISO 105-C06
 Testauslämpötila 60 °C

MATERIAALI Puuvilla-satiini

Arvostelu

Tahriutuminen Asteikko 1- 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Värisävyn muutos Asteikko 1 - 5
 Harmaa-asteikko

Satiini: Värien pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävyn muutos
Turkoosi 100 %	4 / 5	3	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5
Keltainen 100 %	5	5	5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Musta 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Sininen 100 %	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5	4 / 5
Oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	5
Sininen-purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	5
Keltainen-turkoosi 100 %	4 / 5	3	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5	5
Turkoosi 50 %	4 / 5	4	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5
Purppura 50 %	5	5	5	5	5	5	5
Musta 50 %	5	4 / 5	5	5	4 / 5	5	5

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 6.3.2014 - 8.4.2014

TESTAUS Värien pesunkesto

Laite Linitest plus
 Standardi SFS-EN ISO 105-C06
 Testauslämpötila 60 °C

MATERIAALI Puuvilla-neulos

Arvostelu

Tahriutuminen Asteikko 1- 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Värisävyn muutos Asteikko 1 - 5
 Harmaa-asteikko

Neulos: Värin pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävyn muutos
Turkoosi 100 %	4 / 5	4	5	5	5	4 / 5	4 / 5
Purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Keltainen 100 %	5	5	5	5	4 / 5	5	5
Musta 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Sininen 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	4 / 5	5
Oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	5	5
Sininen-purppura 100 %	4 / 5	4 / 5	5	4 / 5	5	5	5
Keltainen-turkoosi 100 %	4 / 5	4	4 / 5	5	4 / 5	4 / 5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	4 / 5	4 / 5
Turkoosi 50 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	5	4 / 5
Purppura 50 %	4 / 5	4 / 5	5	5	5	5	5
Musta 50 %	5	4 / 5	5	5	5	5	5

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 6.3.2014 - 8.4.2014

TESTAUS Värien pesunkesto

Laite Linitest plus
 Standardi SFS-EN ISO 105-C06
 Testauslämpötila 60 °C

MATERIAALI Vertailunäytteet

Arvostelu

Tahriutuminen Asteikko 1- 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Värisävyn muutos Asteikko 1 - 5
 Harmaa-asteikko

Vertailunäytteet: Värin pesunkesto							
	Asetaatti	Puuvilla	Nylon	Polyesteri	Akryyli	Villa	Värisävyn muutos
Reaktiivipainettu musta	5	4 / 5	5	4 / 5	5	5	4 / 5
Reaktiivipainettu vihreä	5	4	4 / 5	4 / 5	5	5	4 / 5
Pigmenttipainettu musta	5	5	5	4 / 5	4 / 5	5	5

Liite 6. Värien hankauksenkeston mittauspöytäkirjat

1 (4)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 15.4.2014

TESTAUS Värien hankauksenkesto

Laite A.A.T.C.C. Crockmeter
 Standardi SFS-EN ISO 105-X12

MATERIAALI Puuvilla-panama

Tahriutuminen Asteikko 1 – 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Panama: Värien hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Turkoosi 100 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Purppura 100 %	4 / 5	3 / 4	4 / 5	3 / 4
Keltainen 100 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 100 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Sininen 100 %	5	4	5	4
Oranssi 100 %	5	4	5	4
Sininen-purppura 100 %	5	4	5	4
Keltainen-turkoosi 100 %	5	4	5	4 / 5
Purppura-oranssi 100 %	4 / 5	4	5	4
Turkoosi 50 %	5	4	5	4
Purppura 50 %	5	4	5	4 / 5
Keltainen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 50 %	5	4	5	4
Sininen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Oranssi 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5

LK = kuiva hankaus loimen suuntaan
 LM = märkä hankaus loimen suuntaan
 KK = kuiva hankaus kuteen suuntaan
 KM = märkä hankaus kuteen suuntaan

(jatkuu)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testauttaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 17.3.2014

TESTAUS Värien hankauksenkesto

Laite A.A.T.C.C. Crockmeter
 Standardi SFS-EN ISO 105-X12

MATERIAALI Puuvilla-satiini

Tahriutuminen Asteikko 1 – 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Satiini: Värien hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Turkoosi 100 %	5	3	5	3 / 4
Purppura 100 %	5	3 / 4	5	4
Keltainen 100 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 100 %	4 / 5	3	4 / 5	3
Sininen 100 %	4 / 5	4	4 / 5	4
Oranssi 100 %	4 / 5	4	5	3 / 4
Sininen-purppura 100 %	5	4	5	4 / 5
Keltainen-turkoosi 100 %	5	4 / 5	5	4
Purppura-oranssi 100 %	5	4	5	3 / 4
Turkoosi 50 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Purppura 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Keltainen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 50 %	5	4	5	4 / 5
Sininen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Oranssi 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5

LK = kuiva hankaus loimen suuntaan
 LM = märkä hankaus loimen suuntaan
 KK = kuiva hankaus kuteen suuntaan
 KM = märkä hankaus kuteen suuntaan

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testauttaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 27.3.2014

TESTAUS Värien hankauksenkesto

Laite A.A.T.C.C. Crockmeter
 Standardi SFS-EN ISO 105-X12

MATERIAALI Puuvilla-neulos

Tahriutuminen Asteikko 1 – 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Neulos: Värien hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Turkoosi 100 %	5	2 / 3	5	2 / 3
Purppura 100 %	5	2 / 3	5	2 / 3
Keltainen 100 %	5	4	5	4
Musta 100 %	5	2 / 3	5	2 / 3
Sininen 100 %	5	4	5	3 / 4
Oranssi 100 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Sininen-purppura 100 %	5	4	5	4
Keltainen-turkoosi 100 %	5	4	5	4
Purppura-oranssi 100 %	5	3	5	3 / 4
Turkoosi 50 %	5	3 / 4	5	3 / 4
Purppura 50 %	5	4	5	4
Keltainen 50 %	5	4 / 5	5	4 / 5
Musta 50 %	5	4	5	3 / 4
Sininen 50 %	5	4	5	4 / 5
Oranssi 50 %	5	4	5	4 / 5

LK = kuiva hankaus loimen suuntaan
 LM = märkä hankaus loimen suuntaan
 KK = kuiva hankaus kuteen suuntaan
 KM = märkä hankaus kuteen suuntaan

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 15.5.2014

TESTAUS Värien hankauksenkesto

Laite A.A.T.C.C. Crockmeter
 Standardi SFS-EN ISO 105-X12

MATERIAALI Vertailunäytteet

Tahriutuminen Asteikko 1 – 5
 Harmaa-valkea-asteikko

Vertailunäytteet: Värien hankauksenkesto				
	LK	LM	KK	KM
Reaktiivipainettu musta	5	3	4 / 5	3
Reaktiivipainettu vihreä	5	4	5	4 / 5
Pigmenttipainettu musta	5	1	5	1 / 2

LK = kuiva hankaus loimen suuntaan
 LM = märkä hankaus loimen suuntaan
 KK = kuiva hankaus kuteen suuntaan
 KM = märkä hankaus kuteen suuntaan

Liite 7. Väriin valonkeston mittauspöytäkirjat.

1 (3)

MITTAUSPOYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 23.5.2014 - 28.5.2014

TESTAUS VÄRIEN VALONKESTON MÄÄRITTÄMINEN

Testauslaite James H. Heal
 Standardi SFS-EN ISO 105-B02, soveltaen

Näyte: Tulostettu puuvillapanama	Valotettu 19.2.-23.5.2014, arvostelu 1 – 8	Valotettu 19.2.-19.3.2014, arvostelu 1 – 8
Turkoosi 100 %	6	6
Turkoosi 50 %	4	3
Turkoosi 15 %	6	6
Purppura 100 %	3	4
Purppura 50 %	3	3
Purppura 15 %	6	6
Keltainen 100 %	6	7
Keltainen 50 %	6	6
Keltainen 15 %	6	6
Musta 100 %	5	5
Musta 50 %	3	3
Musta 15 %	5	5
Sininen 100 %	6	6
Sininen 50 %	5	6
Sininen 15 %	7	6
Oranssi 100 %	5	5
Oranssi 50 %	3	3
Oranssi 15 %	6	6
Sininen - purppura 100 %	5	6
Keltainen - turkoosi 100 %	6	6
Purppura - oranssi 100 %	5	6

(jatkuu)

Näyte: Tulostettu puuvillasatiini	Valotettu 19.2.-23.5.2014, arvostelu 1 – 8	Valotettu 19.2.-19.3.2014, arvostelu 1 – 8
Turkoosi 100 %	6	6
Turkoosi 50 %	3	4
Turkoosi 15 %	5	5
Purppura 100 %	4	4
Purppura 50 %	3	2
Purppura 15 %	5	5
Keltainen 100 %	7	7
Keltainen 50 %	6	6
Keltainen 15 %	7	7
Musta 100 %	5	5
Musta 50 %	3	3
Musta 15 %	6	5
Sininen 100 %	6	6
Sininen 50 %	5	5
Sininen 15 %	6	7
Oranssi 100 %	5	5
Oranssi 50 %	3	3
Oranssi 15 %	5	5
Sininen - purppura 100 %	5	5
Keltainen - turkoosi 100 %	5	5
Purppura - oranssi 100 %	6	6

Näyte: Reaktiivipainettu puuvillasatiini	Valotettu 19.2.-23.5.2014, arvostelu 1 – 8	Valotettu 19.2.-19.3.2014, arvostelu 1 – 8
Musta	5	5
Vihreä	5	5

Näyte: Pigmenttipainettu puuvillasatiini	Valotettu 19.2.-23.5.2014, arvostelu 1 – 8	Valotettu 19.2.-19.3.2014, arvostelu 1 – 8
Musta	8	8

Näyte: Suorasublimaatio- tulostettu polyesteri	Valotettu 19.2.-23.5.2014, arvostelu 1 – 8	Valotettu 19.2.-19.3.2014, arvostelu 1 – 8
Musta	6	6
Vihreä	6	7
Syaani	5	5

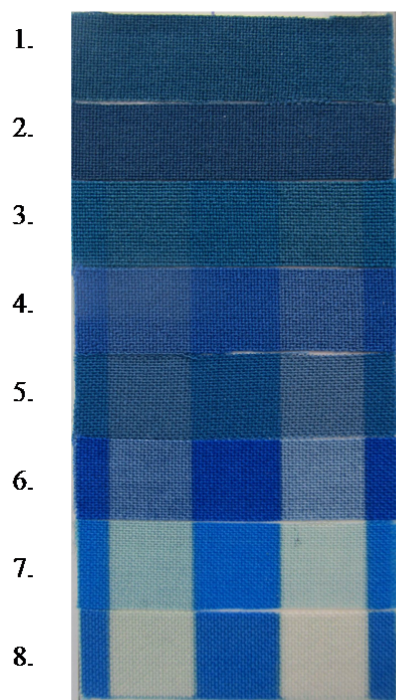
3 (3)

Näyte: Reaktiivi- ja happo- tulostettu polyamidi	Valotettu 19.2.-23.5.2014, arvostelu 1 – 8	Valotettu 19.2.-19.3.2014, arvostelu 1 – 8
Sininen	6	6
Musta	7	8

Arvostelu

Asteikko 1... 8, 1 = huonoin ja 8 on paras. Valonkeston arvosanaksi valitaan näytteen kahdesta arvostanasta heikompi.

Siniasteikko



Liite 8. Hankauslujuuden mittauspöytäkirjat ja tarkasteluvälien kuvat näytteistä.

1 (6)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 16.4.2014

TESTAUS Hankauslujuus

Standardi SFS-EN ISO 12947-2, soveltaen
 Menetelmä Martindale
 Käytetty paine 12 kPa
 Esikäsittely Vakioilmastoitu
 Tarkasteluväli 5000 kierrosta

MATERIAALI Puuvillapanama, purppura 100 %**Koepalat**

2 kpl / testattava materiaali

Kierrokset	Mittauksen havainnot
5000	Koepala 1: Haalistumia reunoilla, hieman kuituja pystyssä. Koepala 2: Haalistumia reunoilla, hieman kuituja pystyssä.
10000	Koepala 1: Selkeää haalistumista varsinkin reunoilla ja pintalangoissa. Koepala 2: Selkeää haalistumista varsinkin reunoilla ja pintalangoissa.
15000	Koepala 1: Haalistunut lisää, kuituja pystyssä. Nukkaa irronnut villakankaalle. Koepala 2: Haalistunut lisää, kuituja pystyssä. Nukkaa irronnut villakankaalle.
20000	Koepala 1: Värikerros haalistunut voimakkaasti osasta kudelankoja. Koepala 2: Voimakasta haalistumista, kuitenkin vähemmän kuin koepala 1:ssä.
25000	Koepala 1: Voimakasta haalistumista kauttaaltaan, ohentuneita kudelankoja. Koepala 2: Voimakkaasti haalistunut reunoilta ja hieman keskeltä.
30000	Koepala 1: Useita lankoja vain muutaman kuidun varassa. Koepala 2: 2 lankaa (/useampia lankoja) katki.
35000	Koepala 1: 1 lanka katki, useita lankoja vain parin kuidun varassa. Koepala 2: -
40000	Koepala 1: 2 lankaa katki. Koepala 2: -

Standardin mukaan tulokset ilmoitetaan näytteen rikkoutumista (= kaksi lankaa poikki, neuloksilla yksi lanka poikki) edeltävänä kierrosmääränä.

Tulokset

Koepala	1.	2.	Ka
[Kierr.]	35000	25000	30000

(jatkuu)

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 16.4.2014

TESTAUS**Hankauslujuus**

Standardi SFS-EN ISO 12947-2, soveltaen
 Menetelmä Martindale
 Käytetty paine 12 kPa
 Esikäsitteily Vakioilmastoitu
 Tarkasteluväli 5000 kierrosta

MATERIAALI**Puuvillasatiini, purppura 100 %****Koepalat**

2 kpl / testattava materiaali

Kierrokset	Mittauksen havainnot
5000	1: Ei paljoa haalistumaa, irtohaituvia pystyssä. 2: Ei paljoa haalistumaa, irtohaituvia pystyssä.
10000	1: Ei juurikaan eroa edelliseen tarkasteluun. 2: Ei juurikaan eroa edelliseen tarkasteluun.
15000	1: Kuituja jonkin verran pystyssä. 2: Kuituja jonkin verran pystyssä.
20000	1: Kuituja pystyssä, kulumaa ja haalistumaa reunoilla. 2: Kuituja pystyssä, kulumaa ja haalistumaa reunoilla.
25000	1: Ohentuneita lankoja. 2: 1 lanka katki, ohentuneita lankoja reunoilla.
30000	1: 1 lanka katki, reunoilla voimakkaasti ohentuneita lankoja. 2: 2 lankaa (/useampia lankoja) katki.
35000	1: 2 lankaa (/useampia lankoja) katki. 2: -

Standardin mukaan tulokset ilmoitetaan näytteen rikkoutumista (= kaksi lankaa poikki, neuloksilla yksi lanka poikki) edeltävänä kierrosmääränä.

Tulokset

Koepala	1.	2.	Ka
[Kierr.]	30000	25000	27500

MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Testaattaja Printscorpio Oy
 Testaaja Eeva-Leena Pohls
 Päiväys 16.4.2014

TESTAUS**Hankauslujuus**

Standardi SFS-EN ISO 12947-2, soveltaen
 Menetelmä Martindale
 Käytetty paine 12 kPa
 Esikäsitteily Vakioilmastoitu
 Tarkasteluväli 5000 kierrosta

MATERIAALI**Puuvillaneulos, purppura 100 %****Koepalat**

2 kpl / testattava materiaali

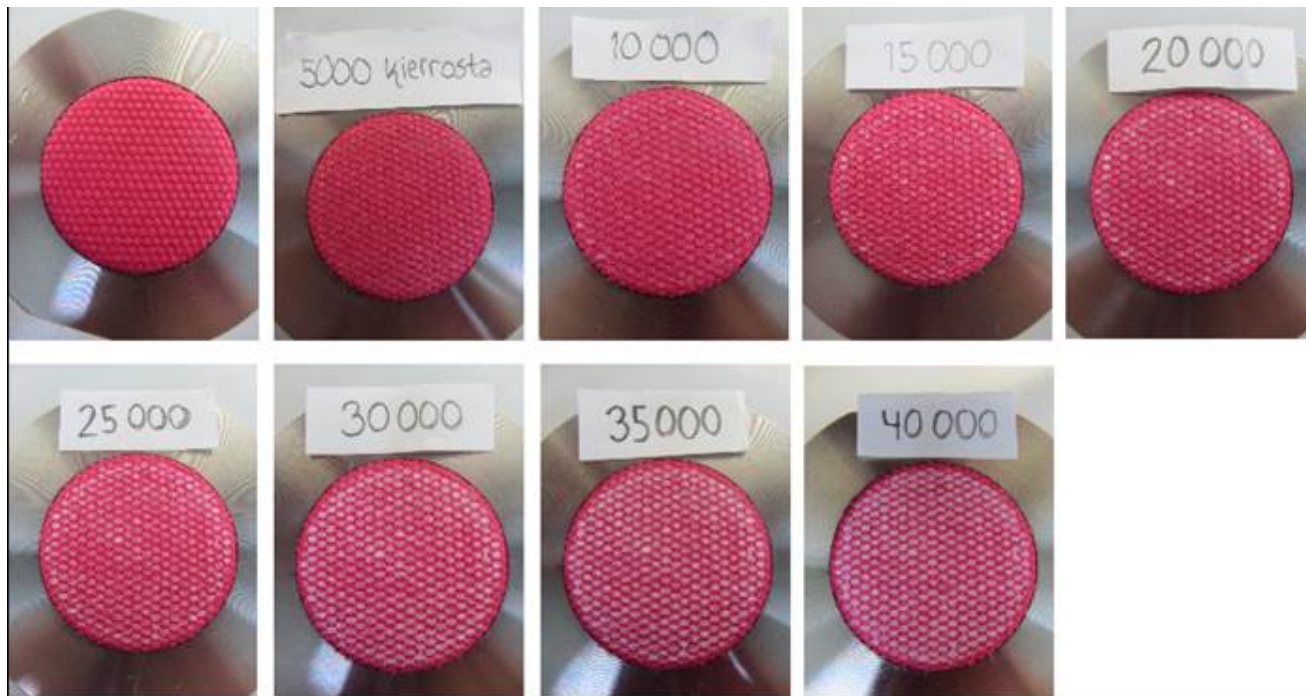
Kierrokset	Mittauksen havainnot
5000	1: Nukkaa irronnut villakankaaseen, haalistuneita kuidunpäitä pystyssä. 2: Nukkaa irronnut villakankaaseen, haalistuneita kuidunpäitä pystyssä.
10000	1: Pinta pörhöllään ja haalistuneita kuidunpäitä. 2: Pinta pörhöllään ja haalistuneita kuidunpäitä.
15000	1: Haalistumia pinnassa, ei suurta eroa edelliseen tarkasteluun. 2: Haalistumia pinnassa, ei suurta eroa edelliseen tarkasteluun.
20000	1: Reunat haalistuneet lisää. 2: Reunat haalistuneet lisää.
25000	1: Reunat voimakkaasti haalistuneet ja kuluneet, ohentuneita lankoja. 2: Reunat voimakkaasti haalistuneet ja kuluneet, ohentuneita lankoja.
30000	1: Paljon muutaman kuidun varassa olevia lankoja, pinta todella hauras. 2: 1 - 2 kuidun varassa olevia lankoja, vaaleita nyppyjä pinnassa.
35000	1: Lanka katki. 2: Lanka katki.

Standardin mukaan tulokset ilmoitetaan näytteen rikkoutumista (= kaksi lankaa poikki, neuloksilla yksi lanka poikki) edeltävänä kierros määränä.

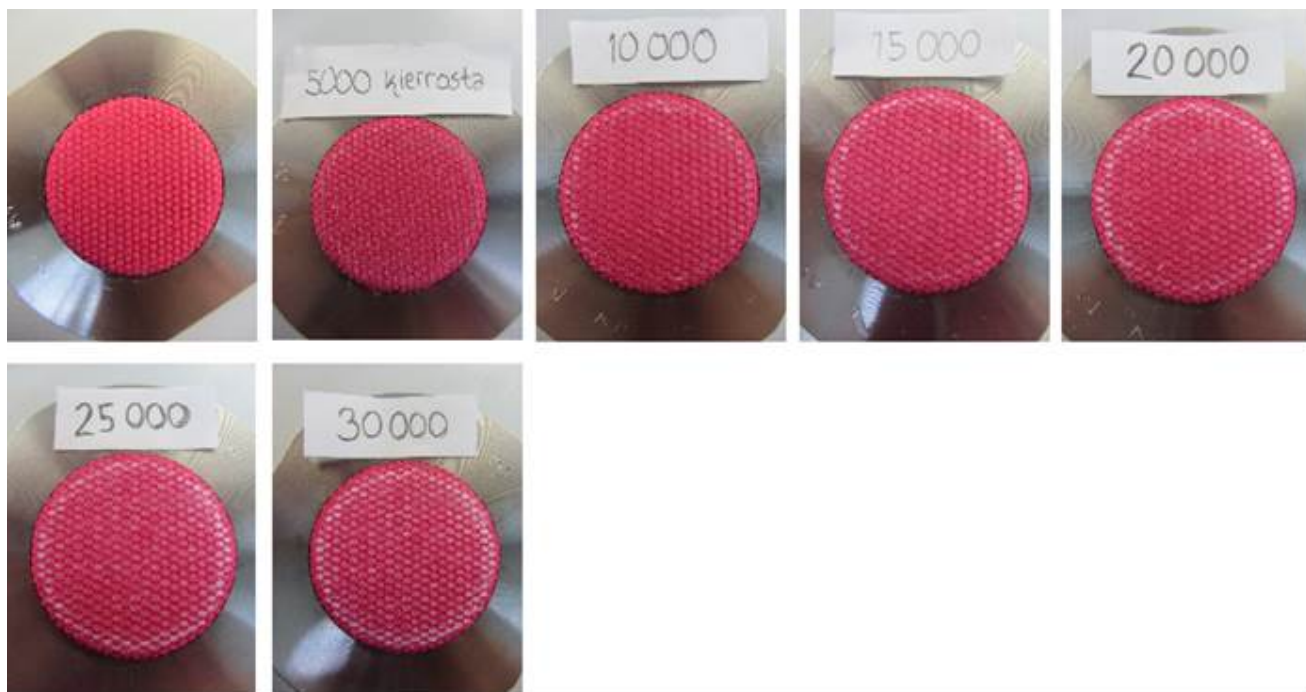
Tulokset

Koepala	1.	2.	Ka
[Kierr.]	30000	30000	30000

Koepala 1, puuvillapanama: Lähtötilanne ja tarkastelut 5000 kierroksen välein.

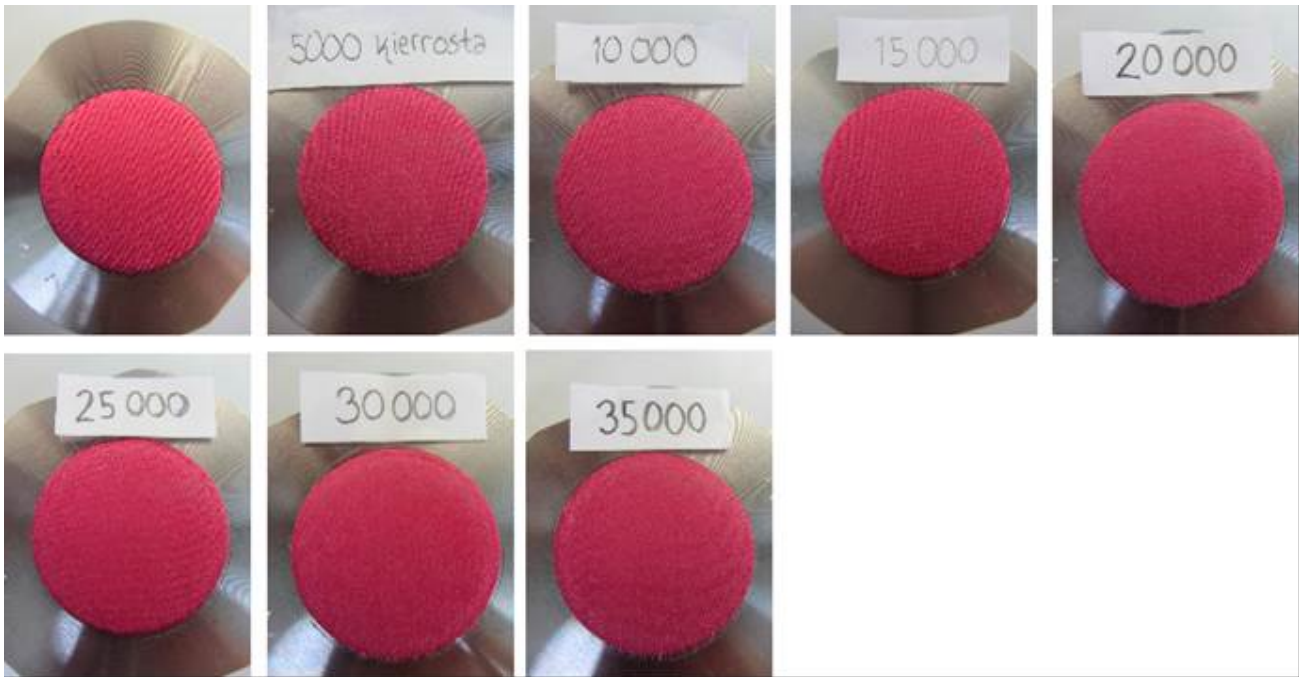


Koepala 2, puuvillapanama: Lähtötilanne ja tarkastelut 5000 kierroksen välein.

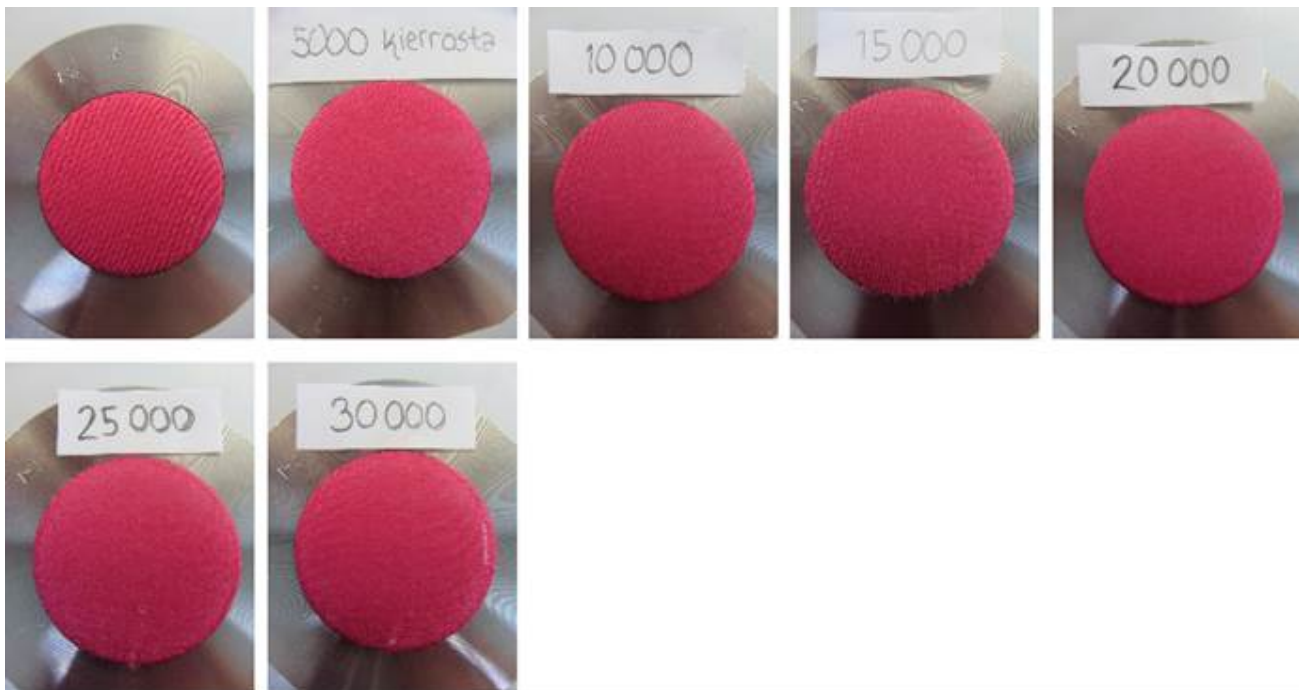


5 (6)

Koepala 3, puuvillasatiini: Lähtötilanne ja tarkastelut 5000 kierroksen välein.



Koepala 4, puuvillasatiini: Lähtötilanne ja tarkastelut 5000 kierroksen välein.



6 (6)

Koepala 5, puuvillaneulos: Lähtötilanne ja tarkastelut 5000 kierroksen välein



Koepala 6, puuvillaneulos: Lähtötilanne ja tarkastelut 5000 kierroksen välein.

