

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekstiili- ja vaateustekniikka

Tuotantotalous

Tutkintotyö

Heidi Nurmi

ESITUTKIMUS LAKANOIDEN NYPPYYNTYVYYDEN JA PÖLYÄVYYDEN
SELVITTÄMISEKSI

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Työn valvoja

Tampere 2006

DI Keijo Kivimäki

Finlayson Oy, Forssa

Raija Savolainen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekstiili- ja vaateustekniikka

Tuotantotalous

Heidi Nurmi Esitutkimus lakanoiden nyppyyntyvyyden ja pölyävyyden selvittä-
miseksi

Tutkintotyö 67 sivua + 14 liitesivua

Työn ohjaaja Lehtori Keijo Kivimäki

Työn teettäjä Finlayson Oy, valvoja tuotekehitysinsinööri Raija Savolainen

Toukokuu 2006

Hakusanat nyppyyntyvyys, pölyävyys, kangas

TIIVISTELMÄ

Nyyt, nukka ja pöly ovat ongelma tekstiiliteollisuudessa ja niiden esiintyminen pyritään minimoimaan asiakastyytyväisyyden lisäämiseksi. Lopputyön tarkoituksena oli tehdä esitutkimus nyppyyntymiseen, nukkaantumiseen ja pölyävyyteen vaikuttavista tekijöistä ja niiden testaamisesta käytettävistä mittausmenetelmistä. Finlayson Oy:n lakanamateriaaleja testattiin kotikäytössä ja lisäksi tutkimusta suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiililaboratoriossa. Laboratoriossa tutkittiin kuitupituutta, langan kierrettä ja tiheyttä sekä pesujen vaikutusta materiaalin nyppyyntymis- ja nukkaantumiskäyttäytymiseen. Lisäksi tutkittiin materiaalien painon muutosta pesukertojen väleissä ja nyppyyntymistestausten yhteydessä. Tuloksia verrattiin kotikäytöstä saatuun informaatioon. Standardeja käytettiin mahdollisuuksien mukaan työtä tehtäessä. Yleensä menetelmät vastasivat niiden vaatimuksia. Työstä saatiin tietopaketti, jonka tueksi on tehty testauksia ja selvityksiä, niistä saatuja tietoja voidaan hyödyntää materiaalien jatkotutkimuksiin ja tuotekehitykseen.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Degree Programme in Textile Technology

Specialisation in Production Engineering

Heidi Nurmi

Research to determinate pilling resistance

Engineering Thesis

67 pages + 14 appendices

Thesis supervisor

Teacher Keijo Kivimäki

Commissioning Company

Finlayson Oy, Forssa, Supervisor: DSc of Engineering, Raija Savolainen

May 2006

Keywords

pilling, fuzzing, fabric

ABSTRACT

Pills, fuzz and dust are a big problem in textile industry and appearance of those is tried to minimize because of customer satisfaction. Finlayson Oy materials are tested in home environment and additional investigations in Tampere Polytechnic laboratory. Laboratory tests were made to determinate length of stable fibers (by measurement of single fibers), number of threads per unit length and also determinate influence of washing to fabrics pilling and fuzzing propensity. Additional tests were made for weight changes and pilling measurement between washing cycles. Results measured in laboratory were compared to the home reports. Standards were used when possible. The thesis can be used as an informative book by buyers or persons working in research and development.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty Finlayson Oy:n Forssan tehtaille. Tutkintotyö on laajennettu versio alun perin suunnitellusta testauskurssista. Tutkintotyö on osittain luottamuksellinen. Luottamuksellinen tieto on poistettu tästä kirjastoversiosta. Alkuperäinen sivumäärä 67 + liitteet 1-14.

Haluan kiittää tuotekehitysinsinööri Raija Savolaista tutkintotyön valvomisesta. Hän on ollut suureksi avuksi työtä tehdessäni ja pitänyt yhteyttä myös muihin avuksi olleisiin henkilöihin.

Kiitän lisäksi tuotantopäällikkö Tapani Helmistä ja Finlayson Forssa Oy:n Paula Erkkilää asiantuntevasta teknisestä avusta, ostaja Katja Pasasta Italian-yhteyksistä, ja lisäksi alihankinnasta vastaavaa Mirja Vehmasta tutkimusmateriaalin toimittamisesta ja kaikkia heitä työn kokonaiskuvan luomisesta. Kiitokset kuuluvat myös kaikille muille henkilökunnan jäsenille ystävällisestä avusta.

Kiitän Tampereen ammattikorkeakoulun lehtoria Keijo Kivimäkeä tutkintotyön ohjaamisesta ja innostavasta asenteesta kaikessa opetuksessa. Koulun muu henkilökunta ja opiskelijat ovat edistäneet omalta osaltaan myös tutkintotyötä. Suuret kiitokset kuuluvat myös testiryhmään kuuluneille henkilöille, jotka jaksoivat kirjata tietoja lakanoista viiden kuukauden ajan.

Tampereella 10. toukokuuta 2006

Heidi Nurmi

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT.....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 FINLAYSONIN LAKANATUOTANNON HISTORIAA.....	7
3 PUUVILLA LAKANAMATERIAALINA.....	7
3.1 Puuvillan luokittelu	7
3.1 Rakenne.....	8
3.2 Ominaisuudet /8/	9
3.3 Hoito.....	10
4 LANGAN VALMISTUS	12
4.1 Kehruumenetelmät	12
4.2 Rengas- ja roottorikehrätyn langan vertailu.....	13
5 KANKAAN VALMISTUS	14
5.1 Esivalmistelut	14
5.2 Esikäsittelyt.....	16
5.3 Kutomakonetyypit.....	17
5.4 Kudonnassa nyppyyntyvyyttä ja pölyävyyttä edistäviä tekijöitä	18
5.5 Sidokset.....	19
6 KANKAAN VÄRJÄÄMINEN / 3, 7, 16/.....	20
6.1 Puuvillan esikäsittelyt ennen värjäystä	20
6.2 Selluloosakuitujen värjäystavat.....	22
6.3 Jatkuvatoiminen värjäys.....	24
7 LAKANOIDEN EI-TOIVOTTUJA OMINAISUUKSIA.....	25
7.1 Nyppyyntyminen ja nöyhtäytyminen	25
7.2 Pölyävyys	29
8 STANDARDIT NYPPYYNTYMISEN TUTKIMISEEN	30
8.1 Kankaiden nöyhtäytymis- ja nyppyyntymisalttiuden määrittäminen, osa 1.....	30
8.2 Kankaiden nöyhtäytymis- ja nyppyyntymisalttiuden määrittäminen, osa 2.....	30
8.3 Tasomaisten tekstiilituotteiden nyppyyntymisen määrittäminen.....	31
9 TYÖN KUVAUS	32
9.1 Aineisto	32
9.2 Lakanamateriaalien laboratoriotestaus.....	33
9.3 Lakanamateriaalien testaus kotikäytössä	46
9.4 Testausten vertailua.....	55
10 TULOKSET	56
11 TULOSTEN TARKASTELU	57
LÄHDELUETTELO	59
LIITTEET	63

1 JOHDANTO

Lopputyö tehtiin Finlayson Oy:n lakanamateriaalien tuotekehityksen edistämiseksi. Finlaysonilla lakanoilla on puolen vuoden takuu. Joskus asiakas on tyytymättömän ostamaansa tuotteeseen. Tuotekehitys on päivän sana kiristyvässä kilpailussa. Siksi onkin tärkeää saada asiakkailta palautetta sekä kehittää tuotteita ja materiaaleja toivottuun suuntaan.

Lopputyössä tavoitteena oli löytää menetelmiä tutkia nyppyyntymisen ja pölyämisen eri syitä. Lisäksi selvitettiin mittausmenetelmiä. Tavoitteena oli saada koottua yhteen sellaista tietoa, joka auttaisi parantamaan laatua, helpottaisi tuotekehitystyötä ja lisätutkimusta. Lopputyöstä haluttiin informatiivinen työkalu tekstiilialan työntekijöille.

Laajimmat testaukset laboratorio-olosuhteissa tehtiin nyppyyntymis- ja nukkaantumistestauksissa standardin SFS-EN ISO 12945-2 /10/ mukaisesti. Testausten välillä tutkittavia materiaaleja rasiin eri menetelmin. Testeissä tutkittiin kolmea eriväristä puuvillaista lakanamateriaalia. Lakanoissa oli kaksi sidosta ja kaksi leveyttä.

Kotiolosuhteissa lakanoita käytettiin viiden kuukauden ajan. Testiryhmä käytti ja huolsi lakanoita normaaleja käyttötottumuksiaan vastaavasti. Testiryhmän lakanoista antamaa palautetta verrattiin laboratoriossa saatuihin tuloksiin.

2 FINLAYSONIN LAKANATUOTANNON HISTORIAA

Skottilainen koneenrakentaja perusti Finlaysonin puuvillatehtaan Tampereelle vuonna 1820. Wilhelm von Nottbeck osti tehtaan 1839, jolloin alkoi puuvillakankaiden teollinen kudonta. /26/

Erilaiset aluslakanat ovat olleet käytössä 1900-luvun alusta lähtien. Valkoista lakanakangasta ostettiin usein koko pakka ja itse ommellut lakanat myös nimikoitiin ja koristeltiin pitsein. 1950-luvun lopulla nähtiin lakanakankaissa ensimmäisiä pastellivärejä ja kuoseja: raitoja, ruutuja ja jopa hentoja kukkakuoseja. 1960-luvulla lakanat koristeltiin brodeerauksin, painokuvioin tai kudotulla reunuksella. /26/

3 PUUVILLA LAKANAMATERIAALINA

3.1 Puuvillan luokittelu

Puuvillakuidut ovat puuvillakasvin siemenkarvoja. Puuvilla luokitellaan selluloosakuituihin, joka voidaan kasvuopillisten ominaisuuksien mukaan useisiin kymmeneen lajeihin. Puuvillaa voidaan luokitella monin eri tavoin. Summittaisesti voidaan puuvillat jakaa kaupallisessa mielessä kolmeen perustyyppiin kuidun pituuden, hienouden ja maantieteellisen kasvupaikan mukaan: /1, 8/

1. tyyppi

1. tyyppin kuitu on pitkää, hienoa ja lujaa. Sillä on hyvä kiilto ja jonka kuitupituus on 25–60 mm. Tähän tyyppiin kuuluvat tietyt Sea Island- ja egyptiläiset puuvillat. Tämä on kallis puuvillatyyppi, jota käytetään muun muassa hienoihin kankaisiin sekä ompelulankoihin. /8/

2. tyyppi

2. tyyppin puuvilla on kuitupituudeltaan 13–33 mm. Tämä puuvillatyyppi on edellistä heikompi ja sillä on vähäisempi kiilto. Eniten viljelty Upland-lajike kuuluu tähän tyyppiin. Tyyppiä käytetään teollisuudessa runsaasti, koska se on yleensä edullisempaa kuin 1. tyyppin puuvilla. /8/ Tutkittavat lakanamateriaalit lienevät 2. tyyppiä.

3. tyyppi

3. tyyppin puuvillakuitu on lyhyt, karkea ja kiilloton. Kuitupituus 3. tyyppillä on 10–25 mm. Tähän ryhmään kuuluvat pääasiassa aasialaiset puuvillat. /8/

Kypsän kuidun pituuden suhde paksuuteen on parhailla laaduilla noin 5000 ja huonoimmilla laaduilla jopa alle 1000. Eri maissa viljeltävät puuvillat jaetaan vielä tarkemmin useisiin eri kauppalaatuihin. Varsinainen puuvillan luokitus perustuu standardeihin, joissa on määritelty kaikki ne fysikaaliset ominaisuudet, jotka vaikuttavat puuvillan käyttökelpoisuuteen ja kehrättävyyteen. Eri maissa on erilaiset standardit ja luokitusjärjestelmät. /1, 6, 8/

3.1 Rakenne

Puuvillakuitu muodostuu yhdestä solusta. Puuvillakuitu muodostuu kolmesta eri kerroksesta; kutikulasta, primääriseinämästä ja sekundääriseinämästä. Kasvinsolun eli protoplasman vuoksi kuitu kiertyy ja litistyy. Puuvilla koostuu pääasiassa selluloosasta (94 %). Kuitu sisältää myös proteiinia, pektiiniä, vahaa, orgaanisia happoja ja sokeria. Keitetty, valkaistu ja kuivattu puuvilla sisältää jopa 99 % selluloosaa. /8/

3.2 Ominaisuudet /8/

Puuvillan lujuus vaihtelee runsaasti. Parhailta laaduilla lujuus voi olla suurimmillaan jopa 800 N/mm^2 ja huonoimmilla, kuten intialaisella puuvillalla 270 N/mm^2 . Murtolujuudet samoille puuvilloille olisivat noin 52 cN/tex ja 18 cN/tex . Puuvillalangassa saavutettava lujuus on 45–60 % kuitujen yhteisestä lujuudesta.

Puuvillan murtovenymä on pieni, kuidulla noin 6–7 % ja langalla noin 3–6 %. Kun kuituun vaikuttavaa kuormitusta lisätään, kuitu venyy samassa suhteessa.

Puuvillakuitujen elastisuus on varsin huono, ja siitä johtuukin puuvilla tuotteiden taipumus rypistyä.

Puuvilla on hygroskooppinen. Puuvillan kaupallinen massalisä on 8,5 %, eli se imee 65 %:n suhteellisessa kosteudessa vettä itseensä noin 8,5 %. Suhteellisen kosteuden lisääntyessä puuvilla imee enemmän vettä itseensä. Kuidun murtolujuus ja murtovenymä lisääntyvät kosteuden kasvaessa. Näin ollen puuvillan pesukestävyys on erittäin hyvä, koska puuvilla muuttuu myös taipuisammaksi kosteuden lisääntyessä. Merseroitu puuvilla imee itseensä enemmän vettä kuin merseroimaton, kaupallisen massalisän merseroidulla puuvillalla ollessa 10,5 %.

Alkaliin vaikutus puuvillaan tulee esille keitetessä, kun ilma pääsee vaikuttamaan. Tällöin puuvilla muuttuu oksiselluloosaksi ja heikkenee. Väkevät 18–25-prosenttiset liuokset aiheuttavat merseroitumisen. Hapot vaikuttavat puuvillaan herkemmin kuin emäkset. Miedot hapot kylminä lyhyellä aikavälillä eivät juuri vaikuta, mutta pidemmällä aikavälillä tai lämpiminä hapot muuttavat puuvillan hydro- ja oksiselluloosaksi, jolloin lujuus alenee. Väkevät hapot liuottavat puuvillaa. Alkoholia, tärpättä, etetteriä ja bensiniä puuvilla kestää hyvin.

Kuivan ilman vaikutus pimeässä on vähäinen, mutta auringon ultravioletivalo heikentää puuvillaa. Kosteudella ja lämpötilalla on lisäksi vaikutusta heikkene- miseen. Puuvilla kestää pääasiassa kuitenkin käyttöolosuhteiden lämpötilan muutoksia hyvin ja se voidaan jopa steriloida.

Voidaan todeta, että puuvillan hyviin ominaisuuksiin yleensä luetaan pesuomi- naisuudet, miellyttävä tuntu, silityksen kesto, mahdollisuus steriloida, hengittä- vyys, kosteudenimukyky, ei sähköisty, melko hyvä kestävyys ja helppo värjättä- vyys. Koit eivät myöskään syö puuvillaa. Negatiivisia ominaisuuksia puolestaan voivat olla kutistuvuus, rypistyvyys, likaantumisherkyys, raskas tiheydeltään, homehtuu etenkin kosteassa, syttymis- ja palamisherkyys ja puuvillan huono lämmöneristävyys.

3.3 Hoito

Puuvillakuitu kerää kiertyneen rakenteensa vuoksi lian syvälle kuituun, jonka vuoksi se tarvitsee voimakkaan pesun puhdistuakseen. Valkoisille puuvillatuot- teille voidaan tehdä vesipesu 95 °C lämpötilassa, kun värillisille tuotteille suosi- tellaan pesua 60 °C lämpötilassa. Jos tuote sisältää muita kuituja tai osia, saattaa olla tarpeen alentaa pesulämpötilaa. Puuvillakuitu tosin puhdistuu vasta 60 °C lämpötilassa. Valkoiset tuotteet voidaan valkaista, mutta värillisille materiaaleil- le ei valkaisua suositella. Silityslämpötilan tulisi olla alle 200 °C. Kemiallinen pesu on yleensä sallittu kaikilla liuottimilla. Puuvillalakanat kestävät normaalisti rumpukuivauksen. /8, 14/

Hoito-ohjeet tulisi aina laatia tuotteessa olevan heikoimman tai arimman osan mukaan. Lakanamateriaaleissa kuitenkin vähemmän käytetään eri pesulämpöti- loja vaativia osia. Mikäli tuote kuitenkin vaatii erityistoimenpiteitä tai sillä on jokin tietty muuttuva ominaisuus, siitä voidaan laittaa hoito-ohjemerkkiin lisä- teksti. /5/

Tavaraselosteliiton (TSL:n) pesumerkkejä tulkitaan monesti väärin. Useimmiten virhe on liian matala tai korkea pesuveden lämpötila. Reaktiivivärjätetyt tuotteet saattavat värjätä muita tuotteita liian alhaisissa lämpötiloissa pestäessä. Pesuohjemerkinä kertoo kuluttajalle suurimman sallitun ja tuotteelle suositeltavan pesulämpötilan. Valkaisun kieltävä merkinä ei kiellä käyttämästä valkaisuaineellista pesuainetta, kuten välillä saatetaan ymmärtää. Kaikki tuotteet eivät myöskään kestä rumpukuivausta, vaan saattavat kutistua. Silitys saattaa aiheuttaa piilovirheitä, kuten värimuutoksia, joiden välttämiseksi kannattaa epävarmoissa tilanteissa kokeilla silitystä ensin nurjalle puolelle. Pesuohjeessa olevat lisätekstit, kuten pestävä nurinpäin käännettynä, tulisi huomioida ennen pesua. /4, 5, 12/

Lakanapyykki tulisi lajitella ennen pesua, jolloin tumma ja vaalea pyykki pestään erillään. Lisäksi eri pesulämpötilassa pestävät tuotteet tulisi erottaa. Pyykin likaisuusaste voi olla myös lajittelun perusteena. Pyykkiä ei tulisi liottaa ja pesuaineen annostelussa tulisi olla huolellinen ja huomioida käyttöohje veden kovuuden, pyykin määrän ja likaisuusasteen mukaan. Kaikkien tuotteiden pesun yhteydessä ei suositella käytettäväksi huuhteluaineita. Mikäli huuhteluainetta käytetään, tulee annostus huomioida tässäkin. Pesukoneeseen laitettava materiaali tulisi tarkastaa, ettei pesuun joudu sinne kuulumattomia esineitä tai aineita, jotka voivat vaurioittaa tuotetta. Tuotetta käytettäessä on myös huomioitava mahdolliset roiskeet, kuten valkaisuaineet, joiden vaikutukset tulevat esille vasta pesussa. Pyykin määrän koneessa tulisi olla sopiva rummun kokoon nähden. Liian täysi kone ei puhdistaa pyykkiä kunnolla, koska pyykki ei pääse liikkumaan koneessa ja pyykkiin ei kohdistu juurikaan mekaanista rasitusta, joka auttaisi irtottamaan likaa tuotteesta. Kunnollisen pesutuloksen saamiseksi pesuliuoson pH:n tulisi olla 5,5–8,5. /5, 14/

Pyykki tulisi kuivata ohjeen mukaan. Mikäli pesuohjemerkinä on lisäksi maininta esimerkiksi tasokuivauksesta, saattaa tuote venyä narulla. Lakanapyykki ei veny narulla kuivattaessa. Ulkona kuivattaessa on hyvä ottaa huomioon auringonvalon vaikutus; tuotteet saattavat haalistua, ellei niitä käännetä nurinpäin. Varastointi saattaa kellastuttaa tuotteita fenoliyhdisteiden reagoitessa ilman typiyhdisteiden kanssa. Normaalioloissa kellastuma poistuu noin viikossa. Fenoli-pohjaisia antioksidantteja saattaa olla kuiduissa, painopastassa, värjäys- tai viimeistysaineissa ja jopa pakkausmateriaaleissa. /4/

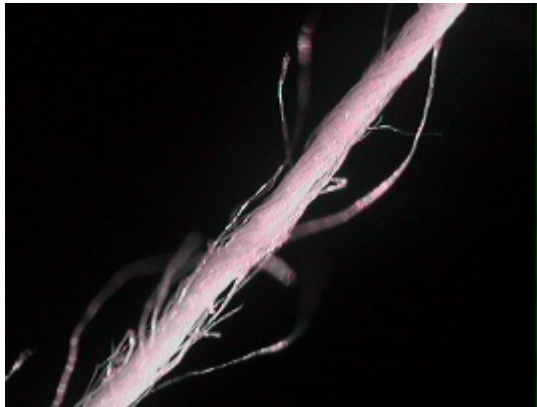
4 LANGAN VALMISTUS

4.1 Kehruumenetelmät

Puuvillaa kehrätään pääasiallisesti kahdella tavalla: rengas- ja roottorikehruulla. Rengaskehruuprosessi alkaa niin, että puuvillapaalit avataan ja syötetään valmistuslinjalle. Tarkoituksena on ensin puhdistaa kuitumateriaali roskista sekä avata ja suoristaa kuitukimppuja. Puhdistus ja karstausta ovat tärkeitä vaiheita. Karstausten yhteydessä lähtee lyhyitä kuituja ja muuta ainesta. Puhdistuksen jälkeen kuiduista valmistetaan paksuhko hahtuvanauha, jota eri työvaiheissa ohennetaan ja tasoitetaan. Jos halutaan valmistaa kampalankaa, tulee kuitu kammata erillisessä työvaiheessa, jolloin poistuu noin 15–18 % lyhyimmistä kuiduista ja muita kuituja yhdensuuntaistetaan. Karstalangalle tätä työvaihetta ei tehdä, mutta muutoin prosessi on suunnilleen sama. Varsinainen lanka muodostetaan ohentamalla nauha määräpaksuutensa ja antamalla sille kierre, joka lujittaa langan ja pitää sen koossa. Lopuksi lanka rullataan kartioille samalla poistaen suurimmat kehruuvirheet. Sekä karsta- että kampalanka ovat tunnultaan pehmeitä. /4/ Rengaskehrätyn langan mikroskooppikuvassa langat kulkevat pääasiassa samansuuntaisesti (kuva 1).

Roottorikehruu on tehokas kehruumenetelmä. Avaus- ja puhdistusvaiheet ovat samanlaiset kuin rengaskehruussa. Lanka muodostetaan käyttäen apuna ilmavirtausta, kitkaa ja keskipakovoimaa. /4/

Samalla on voitu yhdistää kolme rengaskehruun työvaihetta. Tällä menetelmällä voidaan valmistaa langaksi myös lyhyet kuidut, jolloin voidaan käyttää halpojakin puuvillalaatuja. Tuloksena on laadultaan karkeahko, mutta puhdas ja tasainen lanka, joka on yleensä hinnaltaan edullinen, koska valmistusmenetelmä on rationaalinen ja edullisten kuitujen käyttö on mahdollista. /4/



Kuva 1 Mikroskooppikuva valkoisesta lakanasta irrotetusta langasta

4.2 Rengas- ja roottorikehrätyn langan vertailu

Roottorikehrätyn langan kehruussa roottorin vastakkaiselta puolelta tempautuu vapaita kuituja langan pinnalle. Näillä langoilla kierresuunta on yleensä päinvas-
tainen ja ne ovat löysästi langan pinnassa. Sen tähden kuitujen suuntautumisaste on huonompi, ja myös langan vetolujuus on noin 15 % alhaisempi kuin rengas-
kehrätyllä. Lujuustasaisuus on roottorikehrätyllä langalla parempi. Kertauksessa langan suhteellinen lujuus ei kasva lainkaan, kun rengaskehrätyllä se paranee noin 20 %. Visuaalisesti mitattuna roottorilanka on numerotasaisempaa. Siinä ei ole yhtä paljoa nepsejä eikä roskia.

Langan pinnalla olevat kietoutumat tekevät langasta himmeämmän. Roottorilangasta ei saada kovinkaan laadukasta satiinia. Roottorikehrätyyn lankaan tarvitaan enemmän kierrettä ja minimi kuituluvun tulisi olla noin 40 % suurempi. Langan pinta nukkaantuu helposti. Tunnultaan roottorikehrätty lanka on kova, jäykkä ja kimmoton, mikä altistaa tuotteet rypistyvyydelle. Vapaassa tilassa roottorilanka on läpimitaltaan suurempi, kuin vastaavanlainen rengaskehrätty.

/24/

Suuremman kierremäärän, erilaisen sisärakenteen ja kuitukietoutumisien vuoksi lanka ei litisty sidospisteiden kohdalta kuten rengaskehrätty lanka. Näin kankaan paksuus lisääntyy, mutta peittokyky ja täyttökyky heikkenevät. Roottorilangan kehruu on taloudellisempaa kuin rengaskehruu. Roottorikehruun prosessi on lyhyempi, yksinkertaisempi ja tilaa säästävämpi. Myös lanka saadaan solmuttomana ja liitoksettomana suoraa kartiolle. Roottorikehruu ei sovellu kampalanka-puolelle. /24/

5 KANKAAN VALMISTUS

5.1 Esivalmistelut

Kankaan valmistamiseksi tarvitaan usein esivalmisteluja, jotka auttavat toiminnassa. Esitöiden tekeminen on tärkeää laadun ja tuottavuuden kannalta. Loimi- ja kudelankoja saatetaan joutua uudelleen rullaamaan, jotta saataisiin mahdollisimman pitkiä yhtäjaksoisia lankapituuksia ja poistettua mahdollisia virheitä. Puolan muoto vaikuttaa rullattuun lankaan, koska joissain tapauksissa kutomakoneelle menevä lanka hankautuu puolalla olevaa lankaa vasten aiheuttaen kitkaa ja kuidun päiden nousua. Puolia voi olla laipallisina, sylinterimuotoisina, kartiomuotoisina ja ristipuolina, joka on yleisimmin käytetty. Rullauskoneilla voidaan kehiä lankaa eri tavoin. Rumpurullauksessa kartion ja langan kehänopeus on vakio, jolloin puolan halkaisijan kasvaessa pienenee pyörimisnopeus.

Kehintäkulma pysyy rumpurullauksessa samana. Ongelmana tavassa on rullauskuvioiden syntyminen ja langan kasaantuminen puolan reunoille aiheuttaen puolan reunojen kovuutta ja nousua. Lisäksi rumpurullatut langat värjäytyvät melko epätasaisesti ja lankojen hankautuminen lisääntyy reunojen nousun vuoksi. Rullauskuvioiden synty pystytään estämään laitteella, joka siirtää ajoittain ohjausrumpua ja lankakartiota toisiinsa nähden. /17/

Tarkkuusrullaus on toinen tapa saada lanka puolalle. Tässä tavassa kartio pyörii spindelin avulla, jolloin puolan halkaisijan kasvaessa lisääntyy langan kehintänopeuskin. Tällöin kehintäkulmaa säädetään pienemmäksi. Ongelmana tässä on langan jännityksen lisääntyminen kehintänopeuden kasvaessa. Epäkohtaa on korjattu sillä, että puolan täytyessä kehintänopeutta muutetaan, jolloin saadaan yhtenäinen lankajännitys. Värjäys on tarkkuusrullatulle langalle helpompaa kuin rumpurullatulle. Tarkkuusrullauksen kehittyneempi muoto on digitaalirullaus, jossa kartion pyörimisnopeus laskee halkaisijan kasvaessa. Kartion pyörimisnopeutta voidaan säätää, jolloin saadaan vakiokehintänopeus. Näin puolattaessa lanka on tasaisesti kartiolla, jolloin konepysähdykset vähenevät kudottaessa. Kehruuprosessien kehityttyä tarve rullata on pienentynyt. Tavoitteena on ostaa langat kuteiksi ja / tai loimausraamiin sopivina. /17, 22/

Loimen luominen eli loimaus on esivalmistelu, jossa lanka kulkee rullilta ohjaimien ja jarrujen kautta tukille. Tarkoitus on järjestää loimilangat sellaiseen muotoon, että niistä voidaan valmistaa loimitukki. Samalla mahdollistetaan liistaus, saadaan haluttu loimilankaluku ja sopiva leveys. Lankajarrut ovat tarpeelliset, koska tasainen jännitys on tärkeä jokaisella langalla. Loimilankojen saaminen tukille myös säästää tilaa. Luominen voidaan tehdä leveänä tai nauhana. Leveänä luotaessa tehdään ensin osatukkeja eli luomatukkeja, joiden lankaluku on osa loimitukin lankaluvusta. Osatukkien yhteisleveys on loimitukin leveys. Osatukit voidaan yhdistää liistauksen yhteydessä, kuten puuvillaloimien kanssa yleensä tehdään tai erillisenä vaiheena liistauksen jälkeen. Leveänä luontia käytetään yleensä suurilla loimipituuksilla, ohuilla langoilla ja yksivärisillä loimilla.

Leveänä luonnissa lanka kulkee raamilta loimauskoneelle puolan ohjainten ja lankajarrujen kautta ulos. Langat ovat raamilla loimaussuunnitelman mukaisesti ja näin langat kulkevat järjestyksessä eri vaiheiden kautta loimauskoneen kaiteeseen. Loimitukilla olevien lankojen tulee olla yhdensuuntaisia, jotta langat eivät tartu toisiinsa yhtä paljon kuin ollessaan vinosti toisiinsa nähden. /17, 22/

Nauhaluominen tehdään kartioluomakoneella kartiolle, joka estää loimilankojen sortumisen ja jolle luodaan useita nauhoja. Kun ensimmäinen nauha on saatu kartiolle, se teipataan ja lankaraamiin vaihdetaan uudet langat. Uusi nauha tukeutuu edellistä vasten. Kaikkien nauhojen tulee olla yhtä pitkiä. Kartioille saadaan loimitukia vastaava loimimäärä, tiheys, pituus ja leveys. /17, 22/

5.2 Esikäsittelyt

Liistaus mahdollistaa useiden lankalaatujen käytön loimilankoina. Liistaamisen tavoitteena on saada loimilangat toimiviksi kutomisprosessissa. Liistaamalla voidaan kierremääriä pienentää, jolloin langat antavat suuremman peiton. Liistauksen yhteydessä langat järjestetään, säädetään loimitukin leveys ja voidaan lisätä myös kuitujen kosteuspitoisuutta. Katkokuitulangoilla liistaus saattaa parantaa vetomurtolujuutta, jolloin langat kestävät paremmin kutomista. Lisäksi paranevat myös hankauksenkesto ja elastisuus. Kuidun päät eivät työnny esiin yhtä voimakkaasti, jolloin pölyäminen ja nyppyyntyminen vähenee. Puuvilla tarvitsee yleensä liistauksen. Liistausaineet valitaan pääasiassa materiaalin ja langan rakenteen perusteella. Muita valintaan vaikuttavia seikkoja ovat liistauskone, kudottava sidos, loimitiheys, kuitupituus, langan kierre ja -numero. Liistausaineita on niin synteettisiä kuin luonnontuotteitakin. Synteettisistä mainittakoon akryyli-liisterit, jotka eivät vaikuta värjäyksessä. Luonnonmukaisista yleisimmin käytettyjä ovat tärkkelykset, joita käytetään pääasiassa puuvilla tuotteille. Liistausaineiden on oltava helposti pois pestävissä ja ne eivät myöskään saa muuttaa tekstiilimateriaalia. Liistaus kuluttaa energiaa ja vesistöjä. /22/

5.3 Kutomakonetyypit

Kutoa voidaan monin eri menetelmin. Vire voidaan muodostaa loimikenttään kankaan kutomiseksi kampikoneilla, polkuslaitteilla, varsikoneilla tai jaquard-koneilla. Kampi- ja polkuskoneilla tehdään vain yksinkertaisia perussidoksia, kuten palttina ja kuderipsi. Vireenmuodostuslaitteet suorittavat muilla koneilla varsien siirron ja jaquard-koneilla niisien siirron. Siirto voi tapahtua positiivisesti (ylös ja alas) tai negatiivisesti (ylös tai alas). Negatiivisessa siirto toiseen suuntaan tapahtuu epäkeskolla, ja palautus tapahtuu esimerkiksi jousikon avulla. Varsikoneilla voidaan tehdä monipuolisempia sidoksia ja sidoksen vaihto on myös helpompaa ja nopeampaa. Jaquard-kudonnassa saadaan tehtyä melkein rajaton määrä eri sidoksia. /17, 18, 22/

Kude täytyy kutoessa viedä vireeseen, mikä tapahtuu vireen ollessa auki, jolloin loimia on ylä- ja alavireessä. Kussakin koneessa voidaan käyttää vain yhtä kuteenvientitapaa. Tämä aiheuttaa tehtäville kudoksille rajoitteita muun muassa kuteiden numeroalueeseen, materiaaleihin ja lankatyyppeihin. Kuteenvienti voi tapahtua lyöntimekanismein, kuten syöstävä- ja projektiilikoneilla. Syöstävän tehtävänä on viedä kude oikealla nopeudella, suorana vireeseen ja kuljettaa kude-reserviä. Projektiilikutomakone on kehitetty syöstävällisestä koneesta eri vaiheiden jälkeen. Projektiin massa on pieni verrattaessa syöstävään, jolloin projektillilla saadaan suuremmat konenopeudet. Projektiili sopii polkus- ja varsikoneiden kanssa yhteen kudottaessa pitkiä loimia. Projektiilissa ei tarvita apuloimia, joka alentaa kustannuksia. Kuteenviennissä voidaan käyttää myös erilaisia sauva- ja nauhamekanismia, kuten greifer-koneet. Näille koneille sopivat raaka-aineeksi niin luonnonkuidut kuin sekoitteetkin. Greifer-kone sopii yhteen varsi- ja jaquard-koneiden kanssa. Positiivisesti ohjattu tarttuja toimii varmasti, mikä lisää hyötysuhdetta. Lisäksi on hydraulisia ja pneumaattisia laitteita, joissa kude viedään vireeseen ilma- tai vesisuihkun avulla. Ilmasuihkukoneessa ilma vie kudetta eteenpäin pienellä hyötysuhteella. Ilma aiheuttaa paljon rajoituksia kudelangolle. Ilmasuihkukoneissa suihku laajenee nopeasti, jolloin nopeus laskee.

Myös ympärillä oleva ilma sekoittuu ja synnyttää pyörteitä, jotka vaimentavat liike-energiaa. Ilmasuihku on hellävarainen kuteenvientitapa. Ilmasuihkukudontaan eivät kaikki langat sovellu, koska lankojen tulee olla riittävän keveitä ja niissä tulee olla riittävä pinta-ala, jotta ilmasuihku jaksaa niitä kuljettaa. Vesisuihkukoneilla voidaan käyttää lähinnä hydrofobisia loimilankoja. Uudemmissa koneissa loimilangoiksi käyvät myös puuvilla ja viskoosi. Vesi säilyttää muotonsa paremmin kuin ilma, jolloin lisäsuuttimien ja ohjainten tarve pienenee. /17, 22/

5.4 Kudonnassa nyppyyntyvyyttä ja pölyävyyttä edistäviä tekijöitä

Loimen hankauskestävyys on tärkeä ominaisuus. Kudonnassa loimet hankautuvat toisiaan, niisivarsia ja kaidetta vasten. Hankaava liike nostaa kuidun päitä esiin lankarakenteesta. Tästä kärsii kudottavuus sekä lopputuote. Suurin kuidun päiden nostattaja on vireenvaihto, jossa loimilangat tarttuvat toisiinsa takavireessä. Loimilangoilla tulee olla tietty jännitys, jotta ne irtoavat toisistaan. Varsikoneilla liian suuri loimijännitys rasittaa varsia ja aiheuttaa katkeamia loimilankoihin. Loimijännitys tulee optimoida koneen, sen nopeuden sekä käytettävien loimien ja kuteiden mukaisesti. /18/

Kuidun päiden esiin pistämistä edistävät monet tekijät, kuten kutomon kosteus ja lämpötila. Lanka turpooa kosteissa olosuhteissa, jolloin kuitujen välillä on enemmän kitkaa. Liistauksen onnistuminen on myös tärkeä tekijä, koska liistauksessa muodostuu kalvo langan ympärille. Kuitujen välillä on liisteriä, joka estää suoran kosketuksen lankojen välillä. Liistuksessa tosin langat joudutaan repimään irti. Toimenpide vahingoittaa langan pintaa. Kankaan vetolaitteiston pinta voi vaurioittaa kankaan rakennetta. Metallinen vetovetovalssi rosoisella pinnalla saattaa olla tällainen vaurioittava tekijä. Oikea loimijännitys pitää kuidut tiukemmin langassa, jolloin kuidut eivät irtoa helposti. Lankajännitykset ovat tärkeitä eri vaiheissa, kuten loimauksessa, rullauksessa ja kehrussa.

Viregeometrian vaikutus on myös huomion arvoinen asia. Lyhyt takavire nostaa loimijännityksiä ja pienentää loimien välistä hankausta. Vireen ollessa korkea kuidun päiden nousu vähenee, koska loimijännitys lisääntyy. Lisäksi loimilankojen tarttumat irtoavat helpommin, eikä kone pysähdy. Epätasainen jännitys lisää kuidun päiden määrää. Loimilankojen hankautumista voidaan vähentää tiheyden vähentämällä. Vähentämällä varsimäärää hankautuminen myös pienenee. /18/

5.5 Sidokset

Palttina on yksinkertainen sidos, jossa loimi- ja kudelangat kulkevat vuorotellen yhden langan yli ja yhden ali, jolloin sidos näyttää molemmilta puolilta samalta. Palttinan tekemiseen tarvitaan kaksi niisivartta, kaksi polkusta ja niitä tulee käyttää vuorotellen. Tätä kutsutaan vuoroittaiseksi niisinnäksi ja poljentaa vuoroittaiseksi poljennäksi. Usein kuitenkin niisintä tehdään esimerkiksi neljälle varrelle, jolloin varret kestävät paremmin. Näin saadaan kuidunpäitä pidettyä loimen suuntaisesti. Haluttaessa kutoa palttina suoralla tai käänteisellä niisinnällä varsimäärän on oltava parillinen. Palttinasta voidaan johtaa myös muita sidoksia, kuten panama- ja ripsisidokset. /11, 23/ Palttinaa kudottaessa loimet vaihtavat virettä joka kuteella, joka aiheuttaa loimien hankautumista toisiinsa. Kuidun päitä nousee palttinaa kutoessa. Tämä tekee liistauksesta tärkeän. /19/

Satiini voi olla loimi- tai kudevaltainen. Yhden perusruidun aikana jokainen lanka sitoutuu toiseen lankajärjestelmään vain kerran. Satiinikankaassa molemmat puolet ovat erinäköisiä. Valesatiini on pienin mahdollinen satiinisidos, ja se saadaan tehtyä neljällä varrella. /23/ Satiinia kudottaessa loimet eivät vaihda virettä yhtä useasti, kuin palttinalla, jolloin loimilankojen hankautuminen on vähäisempää. Samasta syystä satiinilla käytetään satiinipestelyä eli hajotettua pestelyä.

6 KANKAAN VÄRJÄMINEN / 3, 7, 16/

6.1 Puuvillan esikäsittelyt ennen värjäystä

Puuvillalle tehtäviä esikäsittelyjä ovat liisterinpoisto, lipeäkeitto, mineraalien poisto, valkaisu ja merserointi. Esikäsittelyiltä vaaditaan tekstiilin tasaista ja hyvää imukykyä, liisterijäämiä ei saisi olla ja kangas ei saisi myöskään heikentyä liiaksi. Entsyymit ovat osittaisessa käytössä esikäsittelyissä, koska ne ovat helppempiä. Puuvillasta tulisi poistaa siinä jo luonnostaan olevista aineista mm. vahvoja, pigmenttiä, siemenkodon palasia, metalleja, ligniiniä ja pektiiniä.

Lisätyistä aineista ennen värjäystä tulisi saada pois liisteriaineet, kehruuöljyt, vahat, parafiinit ja antistaattiaineet. Olosuhteet esikäsittelyissä ovat usein kuumat ja alkaliset. Tämä saattaa aiheuttaa epätoivotun hapetusreaktion, joka haurastuttaa puuvillaa. Hapetusreaktiota voidaan estää muun muassa varmistumalla siitä, ettei prosessivedessä ole rautaa, kuparia, tai muita hapettumista kiihdyttäviä metalleja. Tarkoitukseen voidaan käyttää myös sequestering- aineita, mikäli ei olla varmoja asiasta.

Loimilangat liistataan kutomisen helpottamiseksi. Liistereitä on kahta eri tyyppiä, vesiliukoisia ja veteen liukenemattomia. Vesiliukoisia ovat PVA (polyvinyylialkoholi)-, akrylaatti- ja polyesterijohdannaiset sekä CMC (karboksimeetyliselluloosa) -liisterit. Veteen liukenemattomia ovat tärkkelysliisterit, jotka koostuvat amyloosista ja amylopektiinistä. Tärkkelyspohjaiset liisterit poistetaan tavallisesti entsyymaattisesti bakteeriamylaasi- entsyymillä tai korkean lämpötilan amylaaseilla (HT-amylaasit). Hapettavaa liisterinpoistoa käytetään myös laajalti. Aiemmin liisterinpoisto tehtiin Na-hypokloriitilla, mutta nykyisin käytetään pääasiassa ammoniumpersulfaattia, kaliumpersulfaattia tai natriumpersulfaattia. Tällainen liisterinpoisto voidaan yhdistää myös lipeäkeittoon ja osittaiseen valkaisuun. Vesiliukoisille liistereille riittää tavallinen kuuma 65–90 °C pesu.

Liisterin joukkoon sekoitetut talkit, rasvat ja muut aineet tulisi myös saada pois, jolloin pitää käyttää emugointi- ja dispergointiaineita prosessissa. Leveänä liisterinpoisto voidaan suorittaa jiggerillä, puomilla, pad roll- tai pad steam -menetelmällä. Haspeli tai jetti soveltuvat puolestaan liisterinpoistoon kankaan ollessa köytenä. Tärkkelyksen hydrolysoituminen voidaan varmistaa tiputtamalla kaliumjodidiliuosta kuivalle kankaalle. Hydrolysoitunut kangas värjäytyy keltaruskeaksi ja hydrolysoitumaton violetin siniseksi.

Lipeäkeiton tarkoitus on tehdä puuvillasta imukykyisempi poistamalla epäpuhtauksia, kuten metalleja ja rasvoja. Alkalina käytetään useimmiten lipeää (natriumhydroksidi) tai soodaa (natriumkarbonaatti). Kompleksinmuodostajat, kostutusaineet, pesuaineet (detergentti) ja pelkistävät kemikaalit toimivat prosessissa apuaineina. Metallien poisto on tärkeä, jotta esimerkiksi rauta ei toimisi katalyyttinä alkalisissa olosuhteissa ja vaurioittaisi näin kuitua. Lipeäkeitto voidaan tehdä pad steam -menetelmällä ja toisinaan myös pad roll -menetelmä on mahdollinen. Liisterinpoisto ja keitto voidaan yhdistää myös samaan prosessiin, jolloin lyhennetään esikäsitteilyä ja pienennetään energiakustannuksia. Yhdistäminen vaatii tarkemman kontrollin alkali- ja oksidanttikonsentraation. Lisäksi kuituvaurioiden riskit ovat suuremmat.

Puuvilla pitää yleensä valkaista, koska puuvillan luonnollinen värisävy on rusehtava. Lisäksi valkaistulle kankaalle on helpompi saada haluttu värisävy ja tasainen värisävy. Tummaski värjätessä ei valkaisua välttämättä tarvita. Valkaisuaineina käytetään vetyperoksidin (H_2O_2) lisäksi myös peretikkahappoa, natriumhypokloriittia ($NaClO$) ja natriumkloriittia, jotka ovat kaikki hapettavia aineita. Vetyperoksidivalkaisun reaktiotuotteet ovat vesi ja happi, joten se on ympäristöystävällisempää tältä osin. Katalyyttinä reaktiossa joudutaan kuitenkin käyttämään metalleja, kuten rautaa, kuparia tai kobolttia.

Merserointi tehdään lipeällä (NaOH) langan tai kankaan ollessa jännitettynä. Prosessissa puuvillakuitu turpoaa. Kankaasta saadaan kiiltävämpi, lujempi, pehmeämpi ja sen värinimukyky lisääntyy. Merserointi kannattaa tehdä keitetylle tai valkaistulle materiaalille, mutta se voidaan tehdä myös raakakankaalle.

6.2 Selluloosakuitujen värjäystavat

Selluloosakuituja voidaan värjätä suorilla väreillä sekä pigmentti-, reaktiivi-, kyyppi-, rikki- ja atsoväreillä. Selluloosakuiduilla on yleensä hyvä imukyky, jolloin väri- ja apuaineet pääsevät helpommin imeytymään kuituun. Puuvilla kestää hyvin mekaanisen rasituksen. /3/

Suorat värit eivät muodosta sidosta kuidun kanssa, vaan kiinnittyvät fysikaalisilla voimilla. Suorat värit omaavat suuren substantiivisuuden eli vetovoiman kuituun rakenteensa ja sähköisten varaustensa vuoksi. Värjäys tapahtuu neutraaleissa olosuhteissa suolan toimiessa elektrolyytinä. Suorista väreistä 75 % on metalloimattomia. Niillä on laaja sävyvalikoima ja ne ovat edullisia. 25 % väreistä on puolestaan kuparikompleksivärejä, joilla värejä on vähemmän, mutta värinkestot ovat paremmat. Värit ovat helposti veteen liukenevia. Suorien värien pesunkestominaisuudet eivät sen tähden ole kovinkaan hyvät. Jälkikäsitteilyillä voidaan suurentaa molekyylikokoa tai tehdä siitä vaikealiukoinen värin pesunkeston parantamiseksi. Tämän parannus saattaa puolestaan heikentää värin valonkestoaa. Pesulämpötilaksi suorilla väreillä värjätessä suositellaan 40 °C. Värjäysmenetelmän yksinkertaisuuden vuoksi suorilla väreillä käytetään, kun ei vaadita hyvää pesunkestoaa. /3, 15/

Pigmenttivärejä ovat veteen liukenemattomia orgaanisia ja epäorgaanisia yhdisteitä, joissa värimolekyylin värillinen osa on esimerkiksi atso-, oksatsiini-, ant-rakinoni- tai ftalosyaniiniväri. Väri kiinnittyy kuituun synteettisellä sideaineella, binderillä. Pigmenttiväreillä on yleensä hyvä valonkesto. /3/

Reaktiivivärejä eli reaktiovärejä voidaan käyttää monissa eri värjäys- ja painokoneissa sekä värimenetelmissä. Reaktiivivärit ovatkin yleisesti käytössä selluloosakuitujen ja jonkin verran myös proteiinikuitujen värjäyksessä. Nimitys perustuu reaktioon selluloosan hydroksyyli-ryhmän kanssa ja proteiinikuitujen aminoryhmän kanssa. Reaktiossa muodostuu kovalenttinen sidos. Selluloosakuidut värjätään emäksisessä liemessä, koska reaktio tarvitsee alkaliset olosuhteet. Reaktiolämpötila vaihtelee värin mukaan huoneen lämmöstä lähes 100 °C:seen. Proteiinikuidut ja polyamidi värjätään heikosti happamassa liemessä. Reaktiiviväreillä on yleensä hyvä värin pesukesto, jota on vielä parannettu liittämällä värimolekyylisiin kaksi tai kolme kuituun sitoutuvaa osaa. Hankauskesto on myös hyvät, mutta valkaisu- ja kesto on melko heikko. /3, 15/

Tavalliset kyyppivärit ovat veteen liukenemattomia ja sitoutuvat materiaaliin hapetus- ja pelkistysreaktioiden avulla. Kyyppivärit ovat erittäin laadukkaita ja niillä onkin hyvät kesto-ominaisuudet. Käyttökohteita ovatkin vaativat erikoistuotteet, kuten armeijan maastopuvut. Kyyppivärit voidaan jakaa kemiallisten ominaisuuksiensa mukaan kolmeen luokkaan: antrakini-, indigo- ja indigosol-väreihin. Antrakini-tyyppiset värit ovat yleisin teollisuuden käyttämä kyyppi-väri-tyyppi. Sillä on hyvät kesto-ominaisuudet ja kirkkaat sävyt. Ainoastaan kemiallisen pesun kesto on huono. Indigo-tyyppiset värit ovat joko luonnosta saatavia tai synteettisesti valmistettuja. Niillä on huono hankauskesto. Indigosol-tyyppisten värien käyttö on vähäistä, mutta niillä saadaan tehtyä vaaleita sävyjä. Myös jako affiniteetti-ominaisuuksien mukaan on mahdollinen, tällöin puhutaan päällemenonopeudesta. Värjäystapahtumassa väri ensin pelkistetään vesiliukoiseen leukomuotoon, jonka jälkeen väri imeytetään materiaaliin. Ilman happi hapettaa leukoyhdisteen oikean väriseksi ja uudelleen liukenemattomaan muotoon, kun kankaan annetaan kuivua. Vesiliukoisia kyyppivärejä voidaan kutsua myös kyyppileukoestereiksi. /3, 15/

Selluloosakuitujen värjäykseen käytettävät rikkivärit ovat veteen liukenemattomia, joten ne liuotetaan natriumsulfidin avulla. Valon- ja pesunkestot ovat huonohkot, mutta paremmat kuin esimerkiksi suorilla väreillä. Rikkiväreillä ei saada kirkkaita sävyjä. Rikkiväreistä mustaa käytetään yleisesti puuvillan värjäykseen. Valkaisuaineiden kesto on huono, mutta valon- ja vedenkesto on hyvä. Hinnaltaan rikkivärit ovat edullisempia kuin esimerkiksi kyyppivärit. /15/

Atso- eli naftolivärit ovat poolittomia, joten ne liukenevat huonosti veteen. Atsovärit muodostuvat kehittämisen kautta kuidussa. Sen tähden niitä kutsutaan myös kehitysväreiksi. Värjäys tapahtuu kaksivaiheisesti: ensin on naftolaatio ja sitten diatsotaatio. Naftolaatiossa kuituun imeytetään naftolia ja diatsosaatiossa väri diatsosoidaan suolahapon ja natriumnitriitin avulla. Värjäyksessä naftoloitu kangas kastetaan alhaisessa lämpötilassa diatsotoituun liemeen, jolloin väri kehittyy. Atsoväreillä saadaan kirkkaita sävyjä erityisesti oranssin ja punaisen sävyissä. Pesunkesto atsoväreillä on lähes yhtä hyvä kuin kyyppiväreillä. Osa atsoväreistä on luokiteltu karsinogeenisiksi ja niiden käyttö on vähäistä. /15/

6.3 Jatkuvatoiminen värjäys

Jatkuvatoimisesti eli kastovärjäyksellä voidaan kankaita ja trikoomateriaaleja levänä. Jatkuvatoimisessa värjäyksessä on yhdistetty useita laitteita toimivaksi kokonaisuudeksi. Pad-Dry-PadSteam -menetelmä sopii hyvin käyttötarkoitukseen. Menetelmän periaate on se, että värin menee päälle foulardin kumipäällysteisten valssien avulla. Värjättävä materiaali ajetaan levittäjävalssien kautta väri-
kaukaloon, jossa kangas kastetaan väriliemeen. Väri-
kaukalossa värjäysliemi kas-
telee kankaan kokonaan, jonka jälkeen se puristetaan foulardin valssien väliin. Puristettaessa väri jakaantuu tasaisesti ja saavutetaan hyvä läpivärjäytyminen. Värin määrää kankaassa voidaan säädellä niin väriliemen konsentraatiolla kuin valssien puristuspaineellakin. Tämän jälkeen tapahtuu kuivatus ja sitten uudestaan kasto ja lopuksi höyrytys.

Jatkuvatoimiseen värjäyslaitteistoon pyritään saamaan suuria värieriä kerrallaan, koska tällaisia laitteita pidetään mieluummin toiminnassa pidempään kerrallaan ta-
saisen käynnin aikaansaamiseksi. Hyviä puolia menetelmässä ovat muun muassa
erittäin hyvä värjäyksen ulkonäkö, suuri tuottavuus ja hyvä värisaanto, jolloin
väri pystytään käyttämään tehokkaasti hyödyksi. Huonoja puolia ovat kalliit ko-
neinvestoinnit ja suuri energian kulutus. /9, 15/

7 LAKANOIDEN EI-TOIVOTTUJA OMINAISUUKSIA

7.1 Nyppyntyminen ja nöyhtäytyminen

Nyppyntymisellä tarkoitetaan ilmiötä, jossa tuotteen pintaan syntyy satunnaisia,
siinä kiinni olevia, toisiinsa sotkeutuneiden vapaina olevien kuitujen muodosta-
mia palloja. Nyppy on pallomaiseksi kasaumaksi sotkeutuneita kuituja, jotka py-
syvät kankaan pinnalla ja jotka ovat niin tiheitä, että valo ei läpäise niitä ja ne
aiheuttavat varjon. Nyppyntymistä esiintyy niin katkokuiduilla kuin filamen-
teilläkin. Nyppyjä syntyy tekstiilimateriaalin pinnassa olevien kuitujen nukkaan-
tuessa ja sotkeutuessa toisiinsa. Kuidun päitä nousee pystyyn monessa valmis-
tusvaiheessa. Kehruuvaiheissa olevat jännitykset venyttävät ja katkovat kuituja.
Esikäsittelyvaiheissa, kuten liistauksessa joudutaan toisiinsa liimautuneet langat
irrottamaan repien. Tämä työvaihe kiskoo esiin kuidun päitä. Myös esimerkiksi
greifer-koneilla kudottaessa greiferit hankaavat loimia alavireessä ja tehtäessä
tiivistä sidosta loimet ovat tiheässä, jolloin ne jälleen joutuvat hankaukseen toi-
siaan vastaa. Kuluttajan hyväksymä nyppyntymisen määrä riippuu materiaalin
käyttökohteesta. Nypyt kehittyvät progressiivisesti tiettyyn kokoon saakka. En-
sin kuidut sotkeutuvat toisiinsa ja niiden määrä lisääntyy. Tämän jälkeen nypyt
ja kuidut kuluvat, jolloin ne joko jäävät materiaaliin tai lähtevät pois. Nypyt ovat
kiinnittyneet materiaaliin pidempien kuitujen avulla, joiden toinen pää on vielä
kiinni lankarakenteessa. Lujat kuidut nyppyntyvät nopeammin kuin kuluvat.
Sen tähden nypyt lisääntyvät käytön lisääntyessä.

Heikommilla kuiduilla nypyt muodostuvat yhtä aikaa kulumisen kanssa, jolloin käytön lisääntyessä nyppyyntyminen vaihtelee. /7, 10, 25/

Kuitujen päiden esiin pistäminen saattaa johtua materiaalissa olevista lyhyistä kuiduista, kuituhienoudesta ja lujuudesta. Langan numero, kierre ja kertaus vaikuttavat myös omalta osaltaan nypyn syntyyn, pysymiseen tai irtoamiseen. Esikäsittelyt, langankehruutapa, kankaankudontatapa ja viimeistykset ovat myös suuria vaikuttavia tekijöitä, mutta näiden tekijöiden vaikutusta nyppyyntyvyyteen on hankalampi tutkia. Nöyhtäytymisellä tarkoitetaan kankaan ulkopinnan karhentumisen ja nöyhtäytymisen aiheuttamaa näkyvää materiaalin pinnan muutosta. Muutos voi johtua esimerkiksi pesuista tai käytöstä. /25/

Kuitupituus on tärkeä ominaisuus nyppyyntymistä tutkittaessa. Käytännössä mitä lyhyempi kuitu on kyseessä, sitä helpommin materiaali nyppyyntyy. Lyhyet kuidut eivät sitoudu toisiinsa kuituihin langan pituusakselin suuntaisesti niin suurelta pinta-alalta ja pitkältä matkalta kuin pidemmät kuidut. Pidemmällä kuiduilla on enemmän kitkaa kuin lyhyillä. Lyhyet kuidut sitoutuvat siis löyhemmin, mikä helposti aiheuttaa niiden irtautumisen muista kuiduista. Kuidut eivät katkea juuri muutoin kuin pitkäaikaisen kulutuksen seurauksena, joten pitkäkuituinen lanka pysyy pidempään siistinä. Kampalangassa kuidut on kammattu erityisessä vaiheessa, jolloin lyhyimmät kuidut on poistettu ja kuidut yhdensuuntaistettu, jolloin kuitupituuden variaatio on pienempi. Näin saadaan tasaisempaa ja pidempi kuituista lankaa, jonka ansiosta kuidut eivät irtaudu langasta yhtä helposti. /25/

Kuituhienouden vaikutus nyppejen syntymiseen ei ole yhtä suuri kuin kuitupituudella. Karkeasta kuidusta valmistetussa langassa on kuitenkin vähemmän kuituja poikkileikkauksessa. Kuitunypyn kokoon hienous vaikuttaa siten, että hienompi kuitu synnyttää pienemmän nypyn. Osa nypystä on irronneita kuituja ja osa puolestaan kuiduista irronnutta massa, joka nähdään pölymäisenä. /25/

Kuitulujuuden ollessa hyvä nyyt pysyvät kauemmin kiinni rakenteessa. Materiaalien lujuudet vaihtelevat, jolloin myös nyppyyntyvyyden esiintyminen vaihtelee. Esimerkiksi villalla ei ole hyvää hankauslujuutta, jonka ansiosta nyyt eivät pysy kauaa sen pinnalla. Muun muassa tällä voidaan selittää ilmiö, jossa testattaessa arvosana paranee testin edetessä. Puuvillamateriaaleihin muodostuu nyppyjä suhteellisen helposti, joista osa hankautuu pois, mutta osa jää jäljelle. Lujuus voi heikentyä pesujen ja mekaanisen rasituksen myötä. Nypynpoistajia voidaan käyttää irrottamaan nyyt nopeammin tuotteesta. /25/

Sähköistyminen lisää irtonaisten kuitujen takertumista toisiinsa, mikä puolestaan edistää nyppyyntymistä. Materiaalin ollessa helposti sähköistyvä saattavat jopa ilmassa leijailevat kuidut liimautua materiaalin pintaan ja muodostaa nyppyjä. Sähköistyvyyttä voidaan vähentää lisäämällä ilman kosteutta, mutta tämä ei ole aina mahdollista. Huuhteluaineiden oikealla käytöllä ja erilaisilla materiaalin viimeistelyillä voidaan myös vähentää nyppyyntyvyyttä. /25/

Kuiduista muodostetaan lankaa, jotta voitaisiin kutoa kangasta. Langan ominaisuuksilla on myös suuri vaikutus nyppyyntymisherkkyteen. Langan suurin nyppyyntyvyyteen vaikuttava tekijä on kierremäärä. Periaatteessa mitä enemmän langalla on kierrettä, sitä vähemmän se nyppyyntyy. Poikkeuksena tietysti liika-kierteiset langat, jotka saattavat taipuessaan murtua. Tiukka kierre ei päästä yksittäisiä kuituja liikkumaan suhteessa toisiinsa yhtä paljon kuin vähemmän kierretty, jolloin kuidun päitä ei pääse pistämään ulos yhtä helposti. Roottorikehrätyllä langalla kuitupituus ja kuitujen langan pituusakselin suuntaan tapahtuva orientoituminen on vähäisempää kuin rengaskehrätyllä langalla. Jos tällaista lankaa kudotaan greiferillä, hankausta tapahtuu loimille. Tällöin kuidut irtoavat lankarakenteesta. Kuitujen lukkiutuminen toisiinsa nähden on vähäisempää ja nyyt pääsevät muodostumaan helpommin. Materiaalin sidoksilla on myös merkitystä. Mikäli kankaassa on pitkiä lankajuoksuja, on materiaali myös alttiimpaa nyppyyntymiselle. Palttinasidoksellisten materiaalien tulisi sidoksensa puolesta olla vähemmän nyppyyntyviä. /25/

Lankatiheyden vaikutus valmiissa kankaassa näkyy siten, että tiheämmässä oleviin lankoihin kohdistuu enemmän kitkaa, jolloin kuidut eivät pääse niin helposti liikkumaan toistensa suhteen. Tiheässä olevien lankojen uloin pinta on ainoastaan altis hankaukselle. Harvasidoksisessa kankaassa hankauksen aiheuttama rasitus kohdistuu suuremmalle alueelle ja kitkan määrä on vähäisempi, jolloin nyppyyntyvyyskin helposti lisääntyy. /25/ Kudottaessa loimet hankautuvat jatkuvasti toisiinsa, kun langat ovat tiheässä.

Erilaiset kemialliset käsittelyt vaikuttavat omalta osaltaan nyppyyntymisherkyyteen. Toiset käsittelyt lisäävät ja toiset vähentävät taipumusta. Viimeistysainesten käyttö saattaa vähentää nyppyyntymistä, mikäli aineen ansiosta kuitujen lukittuminen lisääntyy. Teflon- viimeistys on eräs tällaisista käsittelyistä. Se sitoo kankaan pinnalla olevat kuidunpäät ja tekee materiaalin pinnasta liukkaamman, jolloin pintaan kohdistunut rasitus ei nosta kuidunpäitä yhtä helposti pysyyn. Pehmentimien vaikutuksesta on ristiriitaista tietoa, mutta nyppyyntymistä voidaan vähentää esimerkiksi UV-tekniologialla. Kyseisessä menetelmässä modifioidaan tekstiilin pintaa esimerkiksi vetyperoksidilla. Peroksidi tuottaa reaktiivisia hydroksyyli- ja peroksidiradikaaleja, joiden tehtävänä on hapettaa ja haurastuttaa pintakuituja. Näin pinnan karvaisuus vähenee ja samalla pienenee nyppyyntymistai- pumuskin. Menetelmä soveltuu puuvillalle ja villalle. Puuvilla tarvitsee fotoini- aattorin, koska selluloosa ei kykene suoraan absorboimaan UV- säteilyä. Tekno- logiaa voidaan hyödyntää jatkuvatoimisena. Toinen tapa poistaa kuidun päitä on polttaminen. Lanka viedään liekin läpi niin nopeasti, ettei se ehdi palamaan. Sa- malla yksittäiset kuidut palavat langan pinnalta. /19, 25, 30/

Materiaalin hoito on oleellinen osa ongelmaa. Tuotetta pestäessä on tärkeää huomioida pesukoneen täyttömäärä, ohjelma, pesu- ja huuhteluaine sekä niiden annostus ja tietysti myös linkous ja käytettävä kuivausmenetelmä.

Huuhteluaineiden käytön vaikutuksesta on tehty tutkimus, jossa tiettyjen huuhteluaineiden yliannostuksen todettiin puuvillaa sisältävillä materiaaleilla lisäävän nyppyyntymistä ja kasvattavan nyppyjen kokoa. Tutkimuksen mukaan kuitenkin kaikki huuhteluaineet eivät vaikuta samoin. Tutkimus on tehty AATCC:n tarpeisiin. Puuvillatuotteiden hoidosta enemmän tietoa löytyy luvusta 3.3. /2/

7.2 Pölyävyys

Pöly koostuu pienistä kiinteistä hiukkasista, jotka leijailevat ilmassa ja laskeutuvat hitaasti. Linting-ominaisuus tarkoittaa kuitujen ja muiden partikkelien irtoamista materiaalista. VTT:n (Valtion teknillinen tutkimuskeskus) mukaan ominaisuutta voidaan testata standardiehdotuksen ISO/DIS 9073-10 Textiles – Test Methods for Non-wovens – Part 10: Lint and other particles generation in dry state, 2001, mukaan. Testauksen tulisi tapahtua puhdistilassa standardin SFS-EN ISO 14644-1 mukaan. Standardin mukaisesti tilan tulisi olla luokkaa 5, jolloin on määritelty hiukkaspitoisuusrajat hiukkasten koon mukaan. Lisäksi suositeltavan ilmankosteuden tulisi olla 50 ± 5 % RH ja paine-eron 33 Pa sekä lämpötilan 23 ± 2 °C. Testaus voidaan suorittaa Gelbo Flex 5000ES -laitteella, joka on suunniteltu simuloimaan materiaalin taivutettua olotilaa. Laitteessa on kaksi akselien päissä olevaa näytepidinlautasta. Näiden halkaisija on 28,2 mm. Toisen akselin ollessa kiinteä, toinen liikkuu 120 mm matkan edestakaisin nopeuden ollessa 60 kierrosta minuutissa. Liikkeen aikana akseli tekee myös 180° kiertoliikkeen. Testauksessa materiaaliin kohdistetaan tällöin yhdistetty kierto- ja puristusliike, joka tapahtuu kammiossa. Liikkeen aikana ilmaa vedetään pois kammion ja laserpartikkelilaskuri laskee hiukkaset, jotka ovat ilmavirrassa. Tulokset ilmoitetaan differentiaalisina, jolloin ilmaistaan kuinka paljon tietyn kokoisia hiukkasia on irronnut. Linting tällä testimenetelmällä ilmaisee näytteen kummaltakin puolelta saatujen mittaustulosten keskiarvon. Tuloksesta selviää näytteestä kokonaisuudessaan irronneiden partikkelien määrä hiukkaskoon mukaan. Laskettaessa kaikkien hiukkaskokojen tulokset yhteen saadaan kokonaislinting-arvo.

/21, 27/

8 STANDARDIT NYPPYYNTYMISEN TUTKIMISEEN

Kankaiden ominaisuuksia voidaan tutkia monin eri menetelmin. Nyppyyntyminen on yksi suurimpia ongelmia ja useimmiten epätoivotuin ominaisuus materiaaleissa. Suomessa on käytössä kolme erilaista nyppyyntymistestiä.

8.1 Kankaiden nöyhtäytymis- ja nyppyyntymisalttiuden määrittäminen, osa 1.

Standardi SFS-EN ISO 12945-1 on pillinglaatikko-menetelmä. Tässä menetelmässä käytetään eri neljää näytettä, jotka ommellaan letkumuotoon. Näytteet asetellaan kumi- tai polyuretaaniputkien päälle siten, että saumat jäävät letkun sisälle. Näytteiden annetaan pyöriä korkilla vuoratussa laatikossa määrääjän. Laatikot voivat olla kiinnitettynä erilliseen pyörintämekanismiin, jolloin laatikoita voi olla päällekkäin ja vierekkäin useita. Testissä korkilla vuorattua laatikkoa liikutetaan hitaasti akselinsa ympäri, jolloin näyteputket pyörivät sattumanvaraisesti laatikon sisällä. Näytteet hankautuvat toisiaan ja korkilevyä vasten. Näin irtautuvat kuidut muodostavat nyppyjä materiaalin pinnalle. Näytteet arvostellaan testin päätyttyä visuaalisesti valokuva-asteikon avulla. Tällä laitteistolla voidaan tutkia myös sellaisia neuloksia, joilla on nyppyyntymistäipumusta. Pillinglaatikko-menetelmä on hitain tapa tutkia nyppyyntymistä. /10, 25, 28/

8.2 Kankaiden nöyhtäytymis- ja nyppyyntymisalttiuden määrittäminen, osa 2.

Standardi SFS-EN ISO 12945-2 on muunnettu Martindale-menetelmä. Standardi sisältää eurooppalaisen EN ISO 12945- 2:2000 -standardin, joka on vahvistettu suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi. Tämä menetelmä liitetään useammin hankauksenkestön tutkimiseen. Erona hankauksenkestoon nyppyyntymisessä on liikkeen laajuus. Nyppyyntymisessä liike on pienempi.

Testauksessa pyöreää koepalaa hangataan samaa materiaalia olevaa kitkapintaa tai vaihtoehtoisesti villaista hankauskangasta vasten. Käytettävä näytepidin on halkaisijaltaan 95 mm. Koepala liikkuu epäkeskojen avulla määrätyllä voimalla Lissajous-kuviota. Lissajous-liike muuttuu asteittain ympyrästä kapeneviin ellipseihin, kunnes siitä tulee suora linja, josta se asteittain levenee ellipseinä vastakkaiseen suuntaan. Kuvio toistuu jatkuvatoimisesti. Liike irrottaa materiaalin pinnalta kuituja, joista muodostuu nyppyjä. Testauslampötilan tulisi olla 20 ± 2 °C ja suhteellisen kosteuden 65 ± 2 °C. Materiaali arvostellaan 125, 500, 1000, 2000, 5000 ja 7000 kierroksen jälkeen. Koepaloja tulee olla vähintään kolme, ja niitä verrataan valokuva-asteikkoihin, joita käytetään myös Random Tumble -menetelmässä. Standardissa suositellaan, että useampi arvostelija arvostelee koepalat, jolloin arvostelussa säilyy subjektiivisuus. Tulokset ilmoitetaan kaikkien arvosanojen keskiarvona. Kuormittava massa riippuu materiaalista. Neuleilla ei käytetä erillistä kuormittavaa massaa, mutta kudotuilla materiaaleilla käytetään. /10, 25, 29/

8.3 Tasomaisten tekstiilituotteiden nyppyntymisen määrittäminen

Standardin SFS 3378 mukaan määritellään tasomaisten tekstiilien taipumus muodostaa nyppyjä tuotteen pinnalle sitä kulutettaessa. /10/

Standardin SFS 3378 -menetelmä on kehitetty nyppyntymisen testaamiseen, jossa suurella nopeudella pyörivä roottori heittää korkilla vuoratussa sylinterissä vapaana olevia koepaloja niin, että ne hankautuvat korkkia, toisiaan ja roottoria vasten sattumanvaraisesti. Korkkilevy vaihdetaan jokaiselle testattavalle materiaalille niin, että samaa korkkilevyä käytetään samalla materiaalilla yhteensä 60 minuutin ajan. Arvostelu suoritetaan visuaalisesti näytteen oikealta puolelta 20, 40 ja 60 minuutin välein. Näytettä valaistaan 45°:n kulmassa ja sitä verrataan arvosteluasteikon valokuvaan.

Arvosteluasteikossa käytettävät arvosanat ovat 1-5, jossa numero 5 on paras ja numero 1 on huonoin arvosana. Arvostelu tapahtuu visuaalisesti. Tulokset ilmaistaan keskimääräisenä nyppyyntymisen arvosanana. Laitteita on saatavana monella sylinterillä varustettuina, mikä mahdollistaa samanaikaisen testauksen usealle materiaalille. Menetelmä soveltuu parhaiten neuloksille, jotka eivät rullaudu. Kudottuja kankaita voidaan myös tutkia, mutta tulokset eivät ole yhteneviä muiden testimenetelmien kanssa. Tällä menetelmällä testatut kudotut materiaalit saavat useimmiten paremman arvosanan kuin Martindale-menetelmässä. Mikäli testattava materiaali tarttuu roottorin siipiin, täytyy testitulos hylätä. Random Tumble -menetelmä on nopein käytettävistä menetelmistä. /10, 25/

Menetelmä perustuu ASTM D 1375–72 -standardissa mainitun ”Random Tumble Pilling Tester” -laitteen käyttöön. Menetelmä on yhdenmukainen Ruotsissa käytettävän standardin SIS 25 12 30 (1975) sekä ICI:n käyttämän menetelmän kanssa. /10/

9 TYÖN KUVAUS

9.1 Aineisto

Työssä lähdettiin liikkeelle asiakaspalautteesta ja asiakkaiden käyttämistä lakanamateriaaleista. Aluksi tutkittiin jo käytössä olleita lakanoita, joiden käyttäjistä tai käyttötavoista ei ollut juurikaan tietoa. Lisätietoa haluttiin lakanoiden käytöstä ja käyttäytymisestä normaalin käytön aikana. Tutkimusmateriaaleiksi valittiin valkoinen, vaaleansininen ja tummansininen lakana, joista oli kaikista kaksi eri sidosta: palttina ja satiini. Satiinilakanan sidos oli yksi ali, neljä yli ja nousuluku oli +3. Tutkittavia materiaaleja oli kahta eri leveyttä ja pituutta. Lakanoiden leveydet olivat 150 cm ja 240 cm ja pituudet 260 cm ja 270 cm. Jokaista lakanalaatua oli tutkittavana kaksi kappaletta, jotta näytteenottoperiaate tuli mahdollisimman hyvin huomioiduksi. Lisäksi tutkittiin kapean satiinisidoksellisen lakanan raakakangasta.

Kaikille erivärisille ja kokoisille materiaaleille oli tehty eri esikäsittelyt, värjäykset ja viimeistykset. Värjätyt kapeat satiini- ja palttinasidokselliset materiaalit oli värjätty suurimmaksi osaksi pigmentti- ja reaktiiviväreillä sekä pieni osa kyyppiväreillä.

9.2 Lakanamateriaalien laboratoriotestaus

Laboratoriotestaukset päätettiin tehdä kotona tapahtuvan koekäytön rinnalle, jotta saataisiin vertailukelpoiset näytteet. Testauksissa tehtiin esitutkimusta kuitupituudesta, tex-numerosta, kierteestä, lankatiheydestä ja nyppyyntymisestä. Myös materiaaleista irtoavien kuitujen määrää seurattiin punnitsemalla koepaloja. Koeolosuhteiden tulisi laboratoriotestauksissa olla vakiot standardin SFS-EN 20139 mukaisesti. /10/ Standardissa määritellään ilmankosteus (65 %) ja lämpötila (20 °C). Testattavien materiaalien tulisi olla vuorokausi ennen testausta näissä olosuhteissa. Tehtyjen testausten osalta ei täysin pystytty pitämään koeolosuhteita vakiona. Näytteenotto tapahtui standardin SFS-EN 12751 mukaisesti. /10/ Testauksissa ei ollut mahdollista tutkia palttinasidoksellisia raakakankaita eikä leveää satiinisidoksellista raakakangasta, koska niitä ei ollut saatavilla samanlaisena kuin muissa testattavana olleissa materiaaleissa.

Kuitupituus

Kuitupituusmittauksissa käytettiin hyödyksi villan kuitupituuden määrittämiseksi käytettävää laitetta, jossa kuitu asetettiin vastakkain sijaitsevien leukojen väliin molemmista päistä ja suoritettiin kääntöruuvien avulla. Laitteen mittataulukon avulla pystyttiin määrittämään kuidun pituus. Lisäksi käytettiin viivainta, pinsettejä ja samettikangasta, jonka päällä kuidut pysyivät paikoillaan. Kuitujen mittausta helpottamaan käytettiin myös suurennuslasia, koska kuidut olivat hentoja ja huonosti näkyviä. Kuitupituus päätettiin selvittää valkoisista ja tummansinisistä lakanoista. Jokaiselle tutkitulle lakanalle tehtiin mittauksia noin kaksikymmentä kuteen suuntaan ja yhtä monta mittausta loimen suuntaan. Kuitupituusmittaukset tehtiin niin, että jokaisesta irrotetusta kuitukimpusta punnittiin

kaikki siinä olleet kuidut. Mistä johtuen mittauksia tehtiin jokaiselle langalle hieman eri määrä. Jokaiselle lakanalle tehtiin mittaukset kahdesta eri langasta suuntaa kohden. Kuitupituuden jakaumaa ei työhön sisällytetty, koska kuitupituusmittauksia oli vähän.

Kuitupituuden mittaamiseen katkokuiduilla liittyvä standardi on SFS 5017, jonka vaatimaa määrää yksittäisiä mittauksia ei tehty. Kuitujen mittaamiseksi piti purkaa lakanamateriaalia ensin langoiksi, joista vielä irrotettiin kuidut. Todella kihartuneiden kuitujen mittaaminen oli hankalaa, joten virheen mahdollisuus on otettava huomioon tuloksissa. Lisäksi on huomioitava kuitujen mahdollinen vaurioituminen irrotusvaiheessa. Tuloksia voidaan pitää vain suuntaa-antavina. Mittauksissa saadut tulokset satiiniselle raakakankaalle selviävät taulukosta 1 ja valkoisille ja sinisille materiaaleille nähdään taulukosta 2.

Taulukko 1 Raakakankaan kuitupituus

Raakakangas	Loimilangan kuitupituus / cm	Kudelangan kuitupituus / cm
-kapea satiini	2,1	2,3

Taulukko 2 Kuitupituus valkoiselle ja tummansiniselle materiaalille

Valkoinen	Loimilangan kuitupituus / cm	Kudelangan kuitupituus / cm
-leveä satiini	2,1	1,7
-leveä palttina	2,0	2,0
-kapea satiini	2,1	1,8
-kapea palttina	2,2	2,2
Tummansininen	Loimilangan kuitupituus / cm	Kudelangan kuitupituus / cm
-leveä satiini	2,0	1,9
-leveä palttina	2,5	2,6
-kapea satiini	1,8	2,2
-kapea palttina	2,6	2,3

Tex-numero

Langoista määritettiin tex-numero, jotta pystyttiin määrittämään esikuormitusmassa kierremittauksia varten. Tex-numero kertoo, kuinka monta grammaa painaa 1000 metriä lankaa. Määrittäminen tapahtui kolmen loimilangan ja kolmen kudelangon mukaan yhtä lakanaa kohden. Loimilangat olivat mittauksessa puolen metrin mittaisia ja kudelangat metrin mittaisia. Mittausten perusteella laskettiin

keskiarvo, josta saatiin tex-arvo. Tex-numerot taulukoissa 3 ja 4 eivät ole standardin mukaisesti mitattuja, koska kyseistä lankaa ei ollut saatavilla. Mittaukset tehtiin kankaasta irrotetuista langoista, jotka olivat kihartuneet. Lankoja jouduttiin vetämään niiden suoristamiseksi, kun tehtiin pituusmittauksia. Satiinisidoksellisten materiaalien loimien ja kuteiden tex-numerot olivat näiden testausten mukaan 14 textiä. Palttinasidoksellisten materiaalien tex-arvot olivat puolestaan lähellä kolmeakymmentä. Standardi SFS 2601 kertoo tex-järjestelmästä. /13/

Taulukko 3 Satiinisen raakakankaan tex-numero

Raakakangas	Loimen tex- numero	Loimen tex- numero
-kapea satiini		

Taulukko 4 Valkoisten ja tummansinisten lakanakankaiden tex-numerot

Valkoinen	Loimen tex- numero	Kuteen tex- numero
-leveä satiini		
-leveä palttina		
-kapea satiini		
-kapea palttina		
Tummansininen	Loimen tex- numero	Kuteen tex- numero
-leveä satiini		
-leveä palttina		
-kapea satiini		
-kapea palttina		

Kierremäärä

Kierteen mittaukseen liittyy standardi SFS-EN ISO 2061, langan kierteen määrittäminen suoralla menetelmällä. /13/ Ennen testiä tuli määrittää kierteen suunta, tex-numero ja kuitupituus. Lakanakankaiden langat olivat Z-kierteisiä. Kierresuunnan määrittäminen tapahtui mikroskoopin avulla. Mikroskoopin avulla voitiin päätellä myös lankojen olleen rengaskehrättyjä. Esikuormitus oli puolet langan tex-numerosta. Yksinkertaisilla puuvillalangoilla mitattavan näytteen pituudet voivat olla 10 mm ja 25 mm, kuitupituuden mukaan. Mikäli kuidut olivat liian lyhyitä 25 millimetrin etäisyyden käyttämiseksi, käytettiin etäisyytenä 10 millimetriä. Lyhyemmällä matkalla mahdolliset virheet kertautuvat suuremmiksi. Kierteen määrää tutkittiin Zweigle D314 -laitteella, joka on kytketty tietokone-

seen. Tutkimus suoritettiin mittausperiaatteet huomioiden, jolloin näytteitä otettiin materiaalin eri kohdista. Mittauksia yhdelle lakanalle tehtiin kymmenen loimilangalle ja kymmenelle kudelangalle. Mittauksia ei ole tehty standardin vaatimaa määrää. Saadut kierremäärät nähdään taulukoista 5 ja 6, joista voidaan todeta kudelangoilla olevan enemmän kierrettä. Mikäli haluttaisiin määrittää kierrekerroin, voitaisiin käyttää kaavaa 1.

$$\alpha_{tex} = \frac{\frac{t}{m} \times \sqrt{tex \times 10}}{100}, \quad (1)$$

missä α_{tex} = kierrekerroin

$\frac{t}{m}$ = kierremäärä / metri

tex = langan tex - numero

Kierrekertoimesta nähdään onko lanka pehmeä, normaali tai kovakierteinen. Kierrekertoimen ollessa 50–80 on kyseessä pehmeäkierteinen lanka, kertoimilla 81–120 lanka on normaalikierteistä, ja kierrekertoimen ollessa 121–150 on langassa kova kierre. /20/ Lakanoissa käytetyt langat olivat normaali- tai kovakierteisiä. Runsas kierremäärä pitää kuituja paremmin paikallaan, eivätkä kuidut tällöin pääse liikkumaan toisiinsa nähden juurikaan.

Taulukko 5 Raakakankaan kierremäärät loimi- ja kudelangoille

Raakakangas	Loimen kierremäärä	Kuteen kierremäärä
-kapea satiini		

Taulukko 6 Kierremäärät valkoisten ja tummansinisten materiaalien langoista

Valkoinen	Loimen kierremäärä	Kuteen kierremäärä
-leveä satiini		
-leveä palttina		
-kapea satiini		
-kapea palttina		
Tummansininen	Loimen kierremäärä	Kuteen kierremäärä
-leveä satiini		
-leveä palttina		
-kapea satiini		
-kapea palttina		

Lankatiheys

Lankojen tiheys määritettiin standardin SFS-EN 1049-2 mukaisesti. /13/ Standardista hyödynnettiin tapaa A, johon liittyi taulukko, jonka perusteella mittausmatka määrittyi. Kun lankoja oli senttimetrin matkalla 25–40 kappaletta, tehtiin mittaus kolmen senttimetrin matkalle. Tätä mittausmatkan pituutta käytettiin kaikilla muilla materiaaleilla paitsi satiinilla, jonka kudetiheyden määrittämiseen käytettiin 2 cm:n matkaa, koska kuteita senttimetrille oli yli 40 kappaletta. Jokaiselle materiaalille tehtiin kuteen ja loimen suuntaan viisi mittausta. Lankatiheys määritettiin pesemättömille materiaaleille, kuin myös pestyille. Taulukosta 7 nähdään satiinisena kapean raakakankaan loimilankojen tiheyden olleen 48 lankaa senttimetrillä ja kuteiden 31 senttimetrillä. Taulukoista 8, 9 ja 10 nähdään selvästi kankaan tiivistyneen pesujen myötä.

Taulukko 7 Kapean raakakankaan lankatiheydet

Raakakangas	Tiheydet	Loimia / cm	Kuteita / cm
-kapea satiini	Ennen pesua		

Taulukko 8 Valkoisten lakanoiden lankatiheydet

Valkoinen	Tiheydet	Loimia / cm	Kuteita / cm
-leveä satiini	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-leveä palttina	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-kapea satiini	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-kapea palttina	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		

Taulukko 9 Vaaleansinisten lakanoiden lankatiheydet

Vaaleansininen	Tiheydet	Loimia / cm	Kuteita / cm
-leveä satiini	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-leveä palttina	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-kapea satiini	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-kapea palttina	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		

Taulukko 10 Tummansinisten lakanoiden lankatiheydet

Tummansininen	Tiheydet	Loimia / cm	Kuteita / cm
-leveä satiini	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-leveä palttina	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-kapea satiini	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		
-kapea palttina	Ennen pesua		
	1. Pesu		
	5. Pesu		
	10. Pesu		

Pinta-alamassa, neliöpaino

Pinta-alamassan määrittäminen tapahtui standardin SFS-EN 12127 mukaisesti. Massa määritettiin ilmastoiduista satiinisidoksellisista kankaista leikatuista koepaloista. Koepalat olivat kooltaan 10 cm × 10 cm ja ne leikattiin saksilla irti lakanakan-kaista. Jokaisesta lakanasta leikattiin diagonaalisesti viisi koepalaa, jotka punnit-tiin. Saaduista punnitustuloksista laskettiin keskiarvo. Neliöpaino saatiin kerto-malla tulokset sadalla. /10/ Taulukoissa 11, 12, 13 ja 14 on nähtävissä saadut tu-lokset kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella. Satiinisen raakakankaan ne-liöpaino on 138 g / m².

Taulukko 11 Satiinisidoksellisen raakakankaan neliöpaino

Raakakangas	Pesukerrat	Neliöpaino /g
-kapea satiini	Pesemätön	

Taulukko 12 Valkoisten satiinilakanoiden neliöpainot

Valkoinen	Pesukerrat	Neliöpaino /g
-leveä satiini	Pesemätön	
	1. Pesu	
	5. Pesu	
	10. Pesu	
-kapea satiini	Pesemätön	
	1. Pesu	
	5. Pesu	
	10. Pesu	

Taulukko 13 Vaaleansinisten satiinilakanoiden neliöpainot

Vaaleansininen	Pesukerrat	Neliöpaino /g
-leveä satiini	Pesemätön	
	1. Pesu	
	5. Pesu	
	10. Pesu	
-kapea satiini	Pesemätön	
	1. Pesu	
	5. Pesu	
	10. Pesu	

Taulukko 14 Tummansinisten satiinilakanoiden neliöpainot

Tummansininen	Pesukerrat	Neliöpaino /g
-leveä satiini	Pesemätön	
	1. Pesu	
	5. Pesu	
	10. Pesu	
-kapea satiini	Pesemätön	
	1. Pesu	
	5. Pesu	
	10. Pesu	

Nyppyntyminen, nöyhtäytyminen ja massamuutokset

Nyppyntymis- ja nöyhtäytymistestaukset suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiililaboratorion tiloissa. Koepalojen valmistelu alkoi leikkaamalla jokaisen lakanan molemmista päistä metrin mittaiset kappaleet, jotka merkittiin tunnistamisen helpottamiseksi. Väliin jäänyt kappale laitettiin sivuun odottamaan jatkotoimenpiteitä. Nyppyntymistutkimuksissa käytettiin kahta Martindale-menetelmää (SFS-EN ISO 12945-2) käyttävää laitetta, jotka oli kalibroitu helmikuussa 2006. Toinen laite oli merkiltään James H. Heal & Co. (Martindale wear and abrasion tester), jossa oli neljä nyppyntymispäätä ja toinen laite oli SDL International Martindale M235, jossa oli kahdeksan nyppyntymispäätä. Testilaitteet nähdään kuvissa 2 ja 3. Nyppyntymistä testattiin ilmastoidussa huoneessa. Asiaa tutkittiin lakanoista neljässä eri vaiheessa. Ensimmäinen testaus suoritettiin uusista, käyttämättömistä lakanoista. Tässä vaiheessa käytettiin 60 cm:n tai 70 cm:n paloja, jotka oli saatu aiemmin leikkuun yhteydessä. Pyöreät koepalat piirrettiin kankaaseen sapluunan avulla ja leikattiin irti. Testaukset suoritettiin simuloiden kotona olevia olosuhteita, joten hankaavana materiaalina käytettiin samaa materiaalia, jota myös tutkittiin.



Kuva 2 James H. Heal & Co. (Martindale wear and abrasion tester)

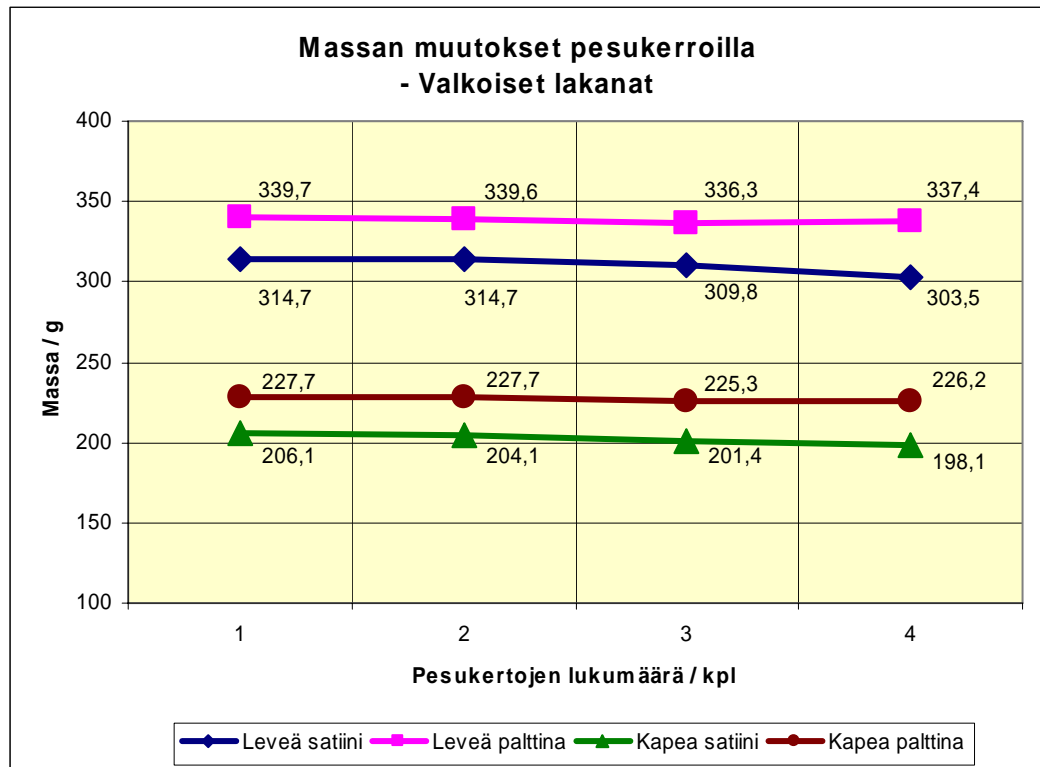


Kuva 3 SDL International Martindale M235

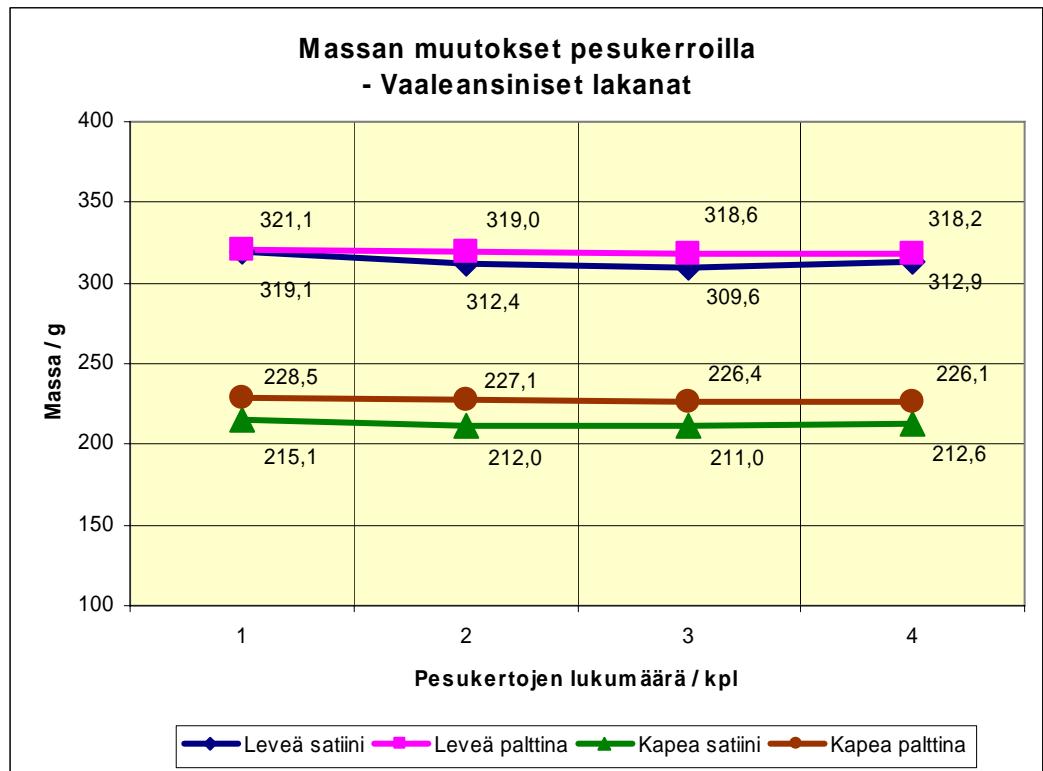
Metrin mittaiset lakanamateriaalit huoliteltiin ja punnittiin, jonka jälkeen ne pestiin. Pesut suoritettiin kahdella kotikäyttöön tarkoitettulla pesukoneella. Lämpötilaksi valittiin ohjeen mukainen 60 °C lämpötila ja linkousnopeudeksi valittiin 1200 rpm. Pesuaineena testauksissa käytettiin standardipesuainetta, jossa ei ole käytetty optisia kirkasteita. Valkoiset tuotteet pestiin Cylinda Bioline 20605 Excellence -koneella ja sinisävyiset materiaalit pestiin Cylinda WM 1600 Electronic -koneella. Pesukoneissa täyttömäärä oli noin kaksi kilogrammaa koneellista kohden. Kuivatus tapahtui kuivausrummussa, joka oli merkiltään Cylinda 7705. Toinen testaus suoritettiin ensimmäisen pesukerran jälkeen, kolmas viidennen pesukerran jälkeen ja neljäs kymmenen pesukerran jälkeen.

Kappaleet punnittiin ennen pesuja sekä yhden, viiden ja kymmenen pesun jälkeen. Punnitukset suoritettiin pesun ja kuivauksen jälkeen. Kuvista 4, 5 ja 6 nähdään pesuissa olleiden lakanoiden massan muuttuminen. Liitteessä 13 on laskettu kahden eri metrin mittaisen lakanan massanmuutos grammoina punnitustulosten perusteella. Kuivausrumpu on rankempi menetelmä kuin narulla kuivaaminen ja se irrottaa löyhästi kiinni olevia kuituja rakenteesta.

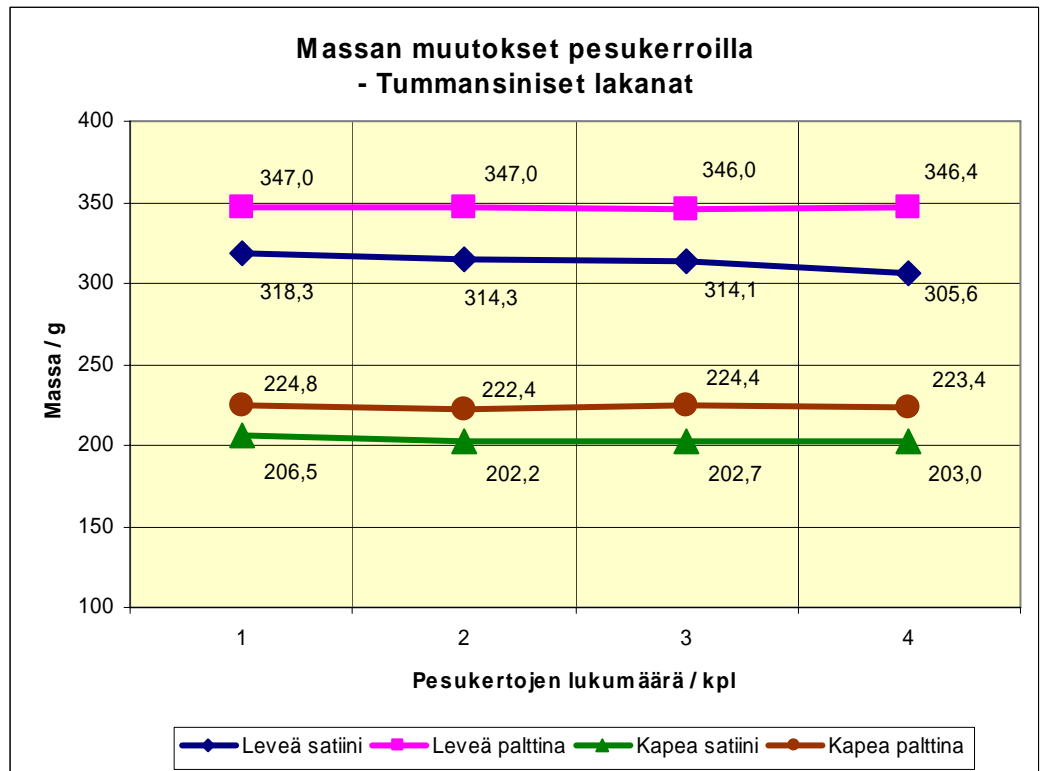
Lisäksi punnittiin kaikki testattavat koepalat. Painon muutokset olivat niin pieniä, ettei niistä voida vetää varmuudella todenmukaisia johtopäätöksiä.



Kuva 4 Valkoisten lakanoiden massan muutokset / pesukerrat



Kuva 5 Vaaleansinisten lakanoiden massan muutokset / pesukerrat



Kuva 6 Tummansinisten lakanoiden massan muutokset / pesukerrat

Kaikki valkoiset lakanamateriaalit testattiin James H. Heal & Co. -laitteella, jossa jokaisessa mittauspäässä käytettiin siihen kuuluvia tiettyjä osia, jotka olivat joka kerta samat. Näin eliminoitiin mahdollisia muuttujia testausolosuhteissa. Sinisävyiset materiaalit testattiin puolestaan Martindale M235 -laitteella. Myös tällä laitteella käytettiin siihen kuuluvia tiettyjä osia aina samoissa kohdissa. Nyppyntymistesteissä saadut tulokset nähdään liitteistä 1–12. Tulokset ovat suurimmalta osaltaan hyviä.

Arvosanan 4–5 saivat sellaiset näytteet, joilla oli vain kuidunpäitä hieman pystyssä. Arvosanan 4 saivat puolestaan materiaalit, joissa näkyi osittain muodostuneita nyppyjä ja pystyssä olevia kuidunpäitä. Tätä alemmilla numeroilla arvoitelluissa tuotteissa oli nyppyjä. Paljon nyppyjä oli arvosanoilla 1, 1–2 ja 3.

Pölyäminen

Pölyämistä aiottiin tutkia, mutta sopivia testausmenetelmiä ei löytynyt. Ongelma on kuitenkin olemassa ja soveltavan menetelmän kehittämistä yritettiin, mutta koulun laitteilla ja käytävissä olevilla resursseilla se ei onnistunut.

Pölyämistä yritettiin tutkia vanun läpitulon tutkimislaitteella, jossa kaksi kangasta hankautuu osittain toisiaan vasten pystysuorassa asennossa hieman soikean muotoista kuviota noudattaen. Kankaiden alle laitettiin alusta, jolle irtonaisten kuitujen piti pudota. Laitteen ympärillä oli muovikupu, jolloin kuidut eivät päässeet lentelemään ympäriinsä. Testissä hankauskiertoja oli 2700, tämä oli koneessa valmiina asetuksena. Testi ei kuitenkaan onnistunut, koska kuidut muodostivat keskenään nyppyjä, joihin irronneet kuidut yleensä kiinnittyivät eivätkä tippuneet kankaiden välistä alla olleelle tasolle. Lisäksi pohdittiin testiä, jossa olisi käytetty Random Tumble -nyppyntymislaitetta. Tässä ajatuksena oli laittaa metallisyylintereihin kangasta, jota olisi pyöritetty roottorin avulla. Kuituja olisi jälleen varmasti irronnut, ja niistä osan olisi pystynyt keräämään mitattavaksi, mutta jälleen osa kuidusta olisi jäänyt kiinni muodostuviin nyppuihin. Tässä vaiheessa pohdittiin myös vaihtoehtoa, jossa irtokuituja olisi otettu kankaan pinnasta esimerkiksi teipillä tai puhaltamalla. Huono puoli tässä olisi se, että helposti

tulisi irrotettua myös vielä materiaalissa kiinni olevia kuituja, joka vääristäisi tulosta. Muitakin testausmenetelmiä pohdittiin teoriassa, mutta mikään niistä ei vaikuttanut riittävän luotettavalta keinolta saada pöly talteen tai edes irti materiaalin pinnasta. Vaikeutena oli lisäksi saada täysin toistettavissa oleva testimenetelmä. Mitään edellisistä ei saatu kokonaan toistettavaksi, koska pölyn irrottaminen materiaalin pinnasta olisi ollut liian mutkikasta käytettävissä olevilla välineillä.

9.3 Lakanamateriaalien testaus kotikäytössä

Lakanoista saatujen palautteiden perusteella lakanamateriaaleja päätettiin testata kotiolosuhteissa viiden kuukauden ajan. Testiryhmä kerättiin tavallisista kuluttajista, joista jokaiselle testaajalle annettiin kaksi lakanaa, toinen palttinasidoksella ja toinen satiinilla. Väreiksi valittiin vaalea ja tumma sininen, joita tutkittiin myös laboratoriokäytössä. Aina kolme eri henkilöä testiryhmästä käytti samantyyppisiä lakanoita, jotta saatiin laajempi otos lakanoiden käyttäytymisestä.

Osalla testaajista on kodissaan sellaisia henkilöitä tai kotieläimiä, jotka käyttävät samaa lakanaa kuin testihenkilö. Tällaisissa tapauksissa asiasta on mainittu erikseen.

Testiryhmälle ei annettu ohjeita, kuinka tulisi toimia, mutta heitä pyydettiin erillisellä kyselylomakkeella kertomaan, kuinka he olivat huolehtineet lakanoistaan. Heitä pyydettiin täyttämään myös toinen lomake, josta selvisi testaajan tiedot, kuten sukupuoli, ikä ja paino. Tässä lomakkeessa tiedusteltiin myös sängyn, pesukoneen ja mahdollisten muiden laitteiden tietoja. Aivan kaikkia tietoja ei jokaiselta testihenkilöltä saatu, minkä vuoksi osa tiedoista on puutteellisia.

Vaaleansininen satiini (240 × 270 cm):

Leveää vaaleansinistä satiinilakanaa testattiin kolmessa eri taloudessa. Ensimmäinen lakana oli testattavana taloudessa, jossa lakanaa käytti kaksi henkilöä, mies ja nainen. Miespuolinen henkilö oli pituudeltaan 168 cm ja hän painoi noin 70 kg. Naispuolinen henkilö oli pituudeltaan 166 cm ja painoi 65 kg. Heidän sänkynsä oli kooltaan 160 × 200 cm. Sijauspatjan materiaalia ei tiedetty, mutta epäiltiin sen olevan puuvillaa. Arvioitu nukkumiseen käytetty aika yössä oli 9 tuntia. Pesukoneena testaajien taloudessa oli Whirlpoolin puoli vuotta käytössä ollut kone. Lakanan he pesivät testiaikana neljä kertaa. Ensimmäinen pesu tehtiin ennen lakanan käyttöönottoa, toinen 13 vuorokauden kuluttua käyttöönotosta, kolmas kuukauden käytön jälkeen ja neljäs 19 vuorokauden käytön jälkeen. Pesuohjelmana oli käytetty kaikilla pesukerroilla valkopesua 60 °C. Linkousnopeus oli 900 rpm. Pesuaineena oli jokaisessa pesussa käytetty Arielia, joka sisälsi valkaisuainetta. Huuhteluainetta oli käytetty vain kolmannella pesukerralla. Huuhteluaine oli merkiltään Comfort. Pesussa ollut täytemateriaali oli puuvillaista lakana- ja pyyhemateriaalia. Kuivatus tapahtui narulla. Testaajien ensivaikutelma lakanasta oli sileys ja laadukas tuntu. Ensimmäisen ja toisen pesun jälkeen ei lakanassa ollut tapahtunut muutosta, mutta kolmannen pesun jälkeen oli eniten kulutukselle altistuneeseen kohtaan muodostunut hieman nyppyjä. Neljännen pesun jälkeen nyppyjä oli muodostunut jo reilusti. Kokonaisvaikutelma lakanasta oli hyvä, koska lakana oli käytössä pehmeämpi ja sileämpi ihoa vasten kuin toinen heidän testaamansa lakana. Nyppyjä testaajien mielestä muodostui melko runsaasti käyttöaikaan verrattuna.

Toinen leveää vaaleansinistä satiinilakanaa käyttänyt talous pesi lakanan myös neljä kertaa testausaikana. Lakanan käyttöaika oli noin kaksi viikkoa kerrallaan ja vuorokaudessa käyttöaika aika oli noin 9 tuntia. Koko testausajan käytettiin kirjopesuohjelmaa, jossa lämpötila oli 60 °C ja linkousnopeus 1300 rpm. Pesuaineena käytössä oli Bio Luvil ja huuhteluaineena Softlan Ultra. Täytemateriaalina oli puuvillaisia lakana- ja froteetuotteita. Kuivatus tapahtui narulla. Lisäksi lakanalle tehtiin mankelointi. Testaaja piti lakanaa miellyttävän tuntuksena koko käytön ajan.

Kolmas samanlaista lakanaa testannut henkilö oli 182 cm pituinen ja 72 kg painoinen nainen. Sänky oli 160 cm levyinen ja siinä käytetty petauspatjamateriaali oli luultavimmin puuvillaa. Pesukone oli merkiltään Candy Tempo 1200. Lakana pestiin kolme kertaa. Pesulämpötila oli 60 °C ja pesuaineena käytettiin joko Omo Coloria tai Dailies-pesuainetta. Huuhteluaine oli Daily Sensitive. Täyttömateriaalina koneessa oli muita lakanoita, pyyhkeitä tai alusvaatteita. Kuivatus tapahtui narulla tai oven päällä. Satiinilakanaa oli silitetty kaksi kertaa. Käyttäjä ei havainnut suuria muutoksia lakanassa pesujen välissä. Lakana hieman rypistyi pesujen jälkeen. Muuten materiaali oli tuntunut hyvältä, ilmavalta ja viileältä.

Leveiden vaaleansinisten satiinilakanoiden loppututkimus

Viiden kuukauden kuluttua lakanat tarkastettiin visuaalisesti tekstiililaboratorion tiloissa. Ensimmäiseen testattuun lakanaan oli tullut nyppyjä kohtaan, jossa nukutaan. Lisäksi hiuksia oli tarttunut lakanan pintaan. Toisessa lakanassa oli joidakin kuidunpäitä pystyssä, mutta nyppyjä oli vain vähän. Lakanaan oli tarttunut hieman pölyä ympäristöstä, mutta se oli kuitenkin pääsääntöisesti siisti ulkonäöltään. Lakana tuntui käteen pehmeältä. Myös kolmanteen lakanaan oli noussut kuidunpäitä, mutta lakana oli siisti ja hyvän näköinen.

Vaaleansininen palttina (240 × 260 cm):

Leveää vaaleansinistä palttinaa käytettiin myös kolmessa taloudessa, joista ensimmäisessä lakana pestiin käytön aikana viisi kertaa, jolloin käyttöaika jokaisella kerralla oli noin kaksi viikkoa. Lakanan käyttöaika vuorokaudessa oli 8-10 tuntia. Pesulämpötila oli 60 °C ja käytetty pesuaine Omo. Huuhteluainetta ei käytetty. Lakanan kuivatus tapahtui narulla. Käyttäjän mielestä lakana rypistyi helposti.

Toisessa taloudessa lakanaa käytti mies ja nainen, sekä heidän kolme lastaan ja koira. Vanhemmat painoivat 65 ja 80 kg ja lapset 14, 12 ja 3,5 kg. Koira oli melko pitkäkarvainen ja painoi 26 kg. Lasten nuoren iän vuoksi lakanalle pääsi eritteitä, kuten oksennusta ja virtsaa.

Sänky oli 200 × 200 cm, jossa petauspatjan materiaali oli puuvilla. Arvioitu nukkumiseen käytetty aika oli 8–12 tuntia. Lakanaa pestiin käytön aikana viisi kertaa, ja käyttöaika oli noin kaksi viikkoa. Pesulämpötila oli 40 °C ensimmäisessä pesussa, mutta muissa 60 °C. Linkousnopeus oli 900 rpm ja pesuaineena Bio Luvil -tabletti. Täytemateriaalina oli pääasiassa muita lakanoita. Kuivatus tapahtui kuivausrummussa. Vaikutelmaksi lakanasta ennen ensimmäistä pesua jäi kova tuntu, mutta ensimmäisen pesun jälkeen materiaali hieman pehmeni. Lakana oli todella ryppyinen ja oli kutistunut. Kuivausrumpuun oli kertynyt normaalia enemmän nukkaa. Pesujen jälkeen lakana ryppyntyi, mutta oikein käytössä. Neljännen pesun jälkeen kuivausrummussa oli normaali määrä nukkaa.

Kolmannessa taloudessa testaajina olivat 62 kg painava ja 170 cm pituinen nainen sekä 90 kilo painava ja 180 cm pituinen mies. Yössä nukkumiseen käytetty aika oli 7-9 tuntia ja yövaatemateriaali oli puuvillaneulos. Mies nukkui sängyssä vain viikonloppuisin. Testauksen aikana käytetty sänky oli 120 × 200 cm. Lakana otettiin käyttöön pesemättömänä. Lakana pestiin neljä kertaa ja käyttöaika noin 2-3 viikkoa. Pesukoneena oli Hoover Electronic. Käytetty pesuohjelma oli kirjopesu 60 °C. Linkouskierrosten määrää ei tiedetä. Pesuaineena käytettiin valkopyykillä tarkoitettua Bio Luvilia ja huuhteluainetta ei ollut käytetty.

Kuivatus tapahtui narulla laskostettuna. Ennen ensimmäistä pesua lakana vaikutti jäykältä, mutta pesujen myötä lakana oli pehmeämpi ja taipuisampi. Lakana rypistyi pesuissa paljon. Sama testiryhmä käytti myös leveää tummansinistä satiinilakanaa.

Leveiden vaaleansinisten palttinalakanoiden loppututkimus

Lakanat tutkittiin laboratoriossa ja voitiin todeta, että kaikki lakanat olivat siistejä ja hyvän näköisiä. kuidunpäät olivat hieman käytössä nousseet, mutta lakanoissa ei ilmennyt nyppyyntyneisyyttä. Rypistyvyys johtunee kankaan jäykkyydestä.

Vaaleansininen satiini (150 × 260 cm):

Kaikki kolme kapeaa vaaleansinistä satiinilakanaa olivat testattavina samassa taloudessa, mutta eri henkilöillä. Lakanat pestiin viisi kertaa. Testihenkilöt olivat 180 cm pituinen ja 88 kg painava mies, 157 cm pituinen ja 58 kg painava nainen, sekä 140 cm pituinen ja 35 kg painoinen lapsi. Lapsi käytti hammasrautoja öisin ja kissa nukkui sängyn jalkopäässä. Käytetty yövaatemateriaali oli puuvillaneulos. Yössä nukkumiseen käytetty aika vaihteli 7–9 tuntiin. Lakanat pestiin noin 8 vuotta vanhalla Siemens Siwamat Plus 7001 -merkkisellä pesukoneella. Kaikki pesut tehtiin kirjopesuohjelmalla 60 °C lämpötilassa Ompyykinpesuaineella ja Comfort-huuhteluaineella. Täytemateriaalina koneessa oli ollut puuvillaista lakanaa. Kuivatus oli tapahtunut narulla. Lakanat oli ravisteltu ja tuuletettu joka kerta ennen käyttöä ja käytön jälkeen. Käyttämättömästä lakanasta pidettiin sen silkkisyyden ja pehmeiden takia. Lakanat tuntuivat pehmeiltä koko testikauden ajan, eikä näkyviä muutoksia ilmennyt. Samat henkilöt testasivat myös kapeat tummansiniset palttinalakanat.

Kapeiden vaaleansinisten satiinilakanoiden loppututkimus

Laboratoriossa todettiin, että miehen käyttämä lakana oli hieman nöyhtänyt ja siihen oli muodostunut muutamia nyppyjä, kuitenkin niin, että ulkonäkö oli siisti ja tuntu oli edelleen pehmeä. Mies mainitsi kääntyilevänsä useasti yön aikana. Naisen ja lapsen lakanoissa ei nyppyjä juuri ollut ja muutenkin ulkonäkö oli erinomainen.

Vaaleansininen palttina (150 × 260 cm):

Näistä testimateriaaleista kaksi oli samassa taloudessa. Toista niistä käytti 180 senttimetriä pitkä ja 95 kg mies ja toista 157 cm ja 75 kg nainen. Yhdistetyt sängyt olivat leveydeltään 2 × 80 cm ja pituudeltaan 200 cm. Petauspatjan materiaali on tekokuitua. Arvioitu käyttöaika vuorokaudessa oli 8 tuntia. Yövaatemateriaalina oli puuvilla. Pesukone oli Miele Novotronic Exclusive, jolla käyttöikä oli noin 5 vuotta. Lakanat pestiin kirjopesuohjelmalla 60 °C lämpötilassa linkousnopeuden ollessa 1200 rpm.

Pesuaineena oli jauhemainen LV-pesuaine kirjopyykille. Lakana pestiin ennen käyttöönottoa ja toisen kerran noin kuuden viikon käytön jälkeen. Kuivatus tapahtui narulla. Testaajien mielestä lakanat säilyivät hyvänä koko käytön ajan.

Toiseen talouteen, jossa oli yksi vaaleansininen palttinalakana, kuului myös kaksi henkilöä. Miespuolinen testaaja oli noin 171 cm ja 68 kg ja nainen 166 cm pituinen. Käytössä heillä oli puuvillaiset yöasut. Sänky oli 120 × 200 cm ja peitauspätkän materiaali oli polyesteri / polyamidi. Nukkumiseen käytetty aika oli 7-8 tuntia yössä. Pesukoneena käytössä oli Upo, jonka käyttöikä oli noin 3 vuotta. Lakana otettiin käyttöön pesemättömänä, mutta pestiin kolme kertaa. Ensimmäinen pesu suoritettiin normaalipesuohjelmalla 40 °C lämpötilassa koneen linkousnopeuden ollessa 750 rpm. Pesuaine oli Omo sensitive color. Täytemateriaalina pyykissä oli muita puuvillaisia lakanoita. Pesun jälkeen lakanaa ravistettiin ja se laitettiin narulle kuivumaan. Toinen ja kolmas pesu noudattivat muuten samaa kaavaa kuin ensimmäinen, mutta lämpötila oli 60 °C.

Lakana oli ennen käyttöönottoa hyvä, mutta jo toisen pesun jälkeen siihen muodostui nyppyjä, jotka edelleen lisääntyivät käytön aikana. Lakana myös rypistyi helposti. Testiryhmä käytti myös kapeaa tummansinistä satiinilakanaa.

Kapeiden vaaleansinisten palttinalakanoiden loppututkimus

Laboratoriossa ensimmäisessä lakanassa oli nähtävissä nyppyjä ja kuidunpäitä, mutta käyttäjä oli edelleen tyytyväinen tuotteeseen. Nypyt eivät kuitenkaan näkyneet normaalissa valaistuksessa, vaan erillisen pistemäisen valonlähteen alla. Valonlähde oli sama, jota käytettiin nyppyntymistestattujen koepalojen laboratoriossa tehdyissä arvosteluissa. Lakanat olivat viikattuina, joten rypistyvyyttä oli vaikea arvostella.

Tummansininen satiini (240 × 270 cm):

Testaajat, joilla oli myös leveät vaaleansiniset palttinalakanat, käyttivät myös tummansinistä satiinilakanaa. Ensimmäinen testaaja ilmoitti lakanan rypistyvän.

Toisen lakanan testaajat pitivät lakanaa miellyttävänä käyttää ja helppohoitoisena. Kun lakana pestiin ennen käyttöönottoa, tuli kuivausrumpuun todella paljon nukkaa. Samalla lakana pehmeni. Pesut suoritettiin osin 40 °C ja osin 60 °C lämpötiloissa. Muutoin lakana oli pesty samoin kuin toinen testilakana. Yhteensä pesuja lakanalle tehtiin neljä. Pesuista lakana tuli pehmeänä ja rypyttömänä. Neljännen pesun jälkeen kuivausrummussa alkoi olla normaali määrä nukkaa.

Kolmannet testaajat ottivat lakanan pesemättömänä käyttöön. Lakanassa oli harmahtava tahra valmiina. Pesut suoritettiin samoin kuin toisella lakanalla, käyttäen valkaisevaa pyykinpesujauhetta. Lakana haalistui hieman heti ensimmäisen pesun jälkeen ja siinä ollut tahra hävisi. Muilla pesukerroilla lakana ei enää haalistunut. Tumman sävyn ansiosta lakanan pinnassa näkyi runsaasti epäpuhtauksia. Muuten lakana oli hyvä ja pehmeä.

Leveiden tummansinisten satiinilakanoiden loppututkimus

Kaikissa lakanoissa näkyi selvästi tarttunutta epäpuhtautta, kuten hiuksia, koirankarvoja, ihosoluja ja pölyä, vaikka lakanat olivat konepestyjä. Jotkut lakanat olivat värisävyltään hieman haalistuneet, mutta sitä osattiin odottaa.

Tummansininen palttina (240 × 260 cm):

Samat henkilöt, jotka testasivat leveän vaaleansinisen satiinilakanan, testasivat myös leveät tummansiniset palttinalakanat. Ensimmäiset testaajat pesivät samalla tavalla tämän lakanan kuin toisenkin testilakanan. Kahden päivän käytön jälkeen lakana oli kerännyt paljon pölyä, mikä näkyi selvästi. Lakana pestiin yhteensä neljä kertaa käyttöaikojen ollessa 20, 24 ja 18 vuorokautta. Käytön aikana tuotteeseen ilmestyi muutamia nyppyjä. Muita merkittäviä muutoksia ei ollut havaittavissa.

Toinenkin testaaja huolsi lakanan samoin kuin toisen testilakanansa. Vaikutelmat lakanasta ennen käyttöönottoa olivat ihana tuntu, kiiltävyys ja miellyttävyys iholle. Lisäksi lakana muistutti satiinia. Käytön aikana testihenkilö ei huomannut huomattavia muutoksia. Lakana oli tuntunut koko käyttöajan miellyttävältä.

Kolmas testihenkilö pesi lakanan pääasiassa 60 °C lämpötilassa, mutta yksi pesu lakanalle tapahtui 50 °C lämpötilassa täyttömateriaalin pesuohjeen vuoksi. Lakana pestiin yhteensä kolme kertaa. Muuten pesu ja kuivatus tehtiin samoin, kuin vaaleansinisellä satiinilakanallakin. Käyttäjän mielestä lakana oli kovahko ja karheampi, kuin toinen materiaali. Käyttäjän mukaan myös lian ja pölyn tarttuvuus oli tällä materiaalilla suurempi, tai ainakin irtomateriaali näkyi tummassa paremmin.

Leveiden tummansinisten palttinalakanoiden loppututkimus

Ensimmäisellä testaajalla lakanaan oli tarttunut hiuksia ja hieman muita epäpuhtauksia. Kuidunpäitä oli jonkin verran pystyssä, mutta varsinaisia nyppyjä ei ollut muodostunut. Toinen lakana näytti raidoittuneelta, mikä ilmeisesti johtui kuivauspään viimeistelyssä olleen epätasaisen laitteen pinnan vuoksi. Raidoittuneisuus ei johtunut käyttäjästä. Toiseen lakanaan ei ollut tarttunut ylimääräistä ainesta, eikä siihenkään ollut muodostunut nyppyjä. Kolmas lakana oli myös muuten siisti, mutta myös siihen oli jäänyt pölyä ja hiuksia.

Tummansininen satiini (150 × 260 cm):

Samassa taloudessa asuvat kaksi testihenkilöä pesivät tuotteen samoin kuin toisenkin käytössään olleen tuotteen eli kapean vaaleansinisen palttinalakanan. Pesukertoja oli yhteensä kolme, jolloin käyttöaika oli ensin 23 vuorokautta ja sitten 35 vuorokautta. Testaajat eivät havainneet mainittavia muutoksia lakanassa.

Toisessa taloudessa, jossa kapea tummansininen satiinilakana oli testattavana, pestiin myös tämä lakana samalla pesuohjelmalla, mutta joka kerta lämpötila oli 40 °C. Lakana pestiin yhteensä viisi kertaa. Käyttämätön lakana oli sileä ja kiiltävä. Ensimmäisen pesun jälkeen vaikutelma oli ryppyinen, vähemmän kiiltävä ja hieman haalistunut. Toinen pesu tehtiin jo viikon käytön jälkeen. Lakana oli ennen pesua pehmeä, melko sileä ja kiiltävä. Pesusta tullessaan lakana oli jälleen hieman ryppyinen ja kovempi, mutta melko kiiltävä. Kolmas pesu oli neljän päivän käytön jälkeen, eivätkä testaajat huomanneet lakanassa tapahtuneen muutosta. Vasta viidennessä pesussa kuukauden käyttöajan jälkeen huomioitiin kiillon himmenneen.

Kapeiden tummansinisten satiinilakanoiden loppututkimus

Kaikkiin lakanoihin oli tarttunut ylimääräistä ainesta. Jokaisessa lakanassa näytti olevan untuvaa, joka oli peräisin ilmeisesti tyynyn tai peiton täytteestä. Ensimmäisessä lakanassa oli myös hieman pesuainejäämiä. Lakanoiden rakenne oli edelleen hyvä, eikä pinta ollut juurikaan vaurioitunut.

Tummansininen palttina (150 × 260 cm):

Tummansiniset palttinalakanat testattiin samassa taloudessa kuin kapeat vaaleansiniset satiinilakanat. Lakanat pestiin yhteensä viisi kertaa samoja pesumenetelmiä käyttäen kuin vaaleansiniset lakanatkin. Ensimmäinen pesu tehtiin ennen käyttöönottoa ilman muuta täyttömateriaalia samalla tavalla kuin toisetkin satiinilakanat. Pesuaineena ensimmäisessä pesussa käytettiin Erisan-kirjopyykinpesujauhetta. Lakanat vaikuttivat uutena kovilta ja ”tärkätyiltä”. Pesun jälkeen lakanat pehmenivät ja väri pysyi samana. Kolmen viikon käytön jälkeen pestiin lakanat toisen kerran. Merkittäviä muutoksia edelliseen pesukertaan nähden ei ollut havaittavissa. Lakanat pestiin kolmen viikon kuluttua seuraavan kerran, jolloin lakanan huomattiin keräävän pölyä, tai ainakin niistä näkyivät kaikki hiukset ja pöly. Lakanat vaikuttivat pesujen jälkeenkin hyvältä, koska ne eivät olleet veltostuneet ja tuntuivat tiiviiltä.

Kissankarvat näkyivät selvästi lapsen lakanassa. Ne eivät irronneet muuten kuin imuroinnilla. Pölyn ja karvojen näkyessä tuli tarve pestä lakanaa useammin. Kaikkien pesujen jälkeen lakanasta oli tullut mukavan pehmeä iholle ja lakana myös puhdistui kunnolla.

Kapeiden tummansinisten palttinalakanoiden loppututkimus

Lakanat olivat pysyneet hyvänä. Irtonaista vaatekuitua ja hieman kuidunpäitä oli havaittavissa. Nyppyntymistä ei havaittu.

Yhteenveto lakanoiden kotitestauksesta

Lakanat näyttivät yleensä loppututkimuksessa hyviltä. Testihenkilöiden antamien lausuntojen mukaan satiini oli miellyttävämpi ja pehmeämpi kotiolosuhteissa kuin palttina.

9.4 Testausten vertailua

Laborioritestaukset suoritettiin koeolosuhteissa, jotka pidettiin mahdollisimman stabiileina. Testauksissa käytettiin samoja laitteita, aineita ja välineitä. Kotiolosuhteet puolestaan jokaisen lakanan kohdalla olivat erilaiset. Vaikka olosuhteet olivat erilaiset, oli laborioritestien tarkoituksena simuloida käyttöä kontrolloitavissa olosuhteissa.

Kodeissa seurattiin, kuinka materiaali muuttuu käytössä. Käyttäjien kommenttien ja viisi kuukautta käytettyjen lakanoiden tutkimisella ja vertaamisella pyrittiin löytämään mahdollisia käyttäjistä johtuvia eroja. Nyppyntymisen osalta voidaan sanoa, ettei kotikäytöstä tuleva mekaaninen rasitus ole niin suurta kuin laborioritesteissä.

On kuitenkin selvää, etteivät testaukseen paneutumattomat testiryhmään kuuluneet henkilöt voineet arvostella tuotteen ulkonäköä ja tuntua samoin perustein kuin testaukseen perehtynyt henkilö.

Testiryhmään kuitenkin valittiin tavallisia kuluttajia, koska heistä kimmoke työn tekemiseksi saatiin. Kotikäytössä useimmilla oli pelkkä pesukone ja kuivatus ta-
pahtui narulla. Kuivausrumpu oli käytössä kahdessa taloudessa, joista toisessa
rumpua käytettiin lakanoiden kuivatukseen.

10 TULOKSET

Lopputyössä tuloksia tarkasteltaessa oletettiin, että kapea satiinisidoksellinen
raakakangas oli kaikissa eri erisävyisissä, mutta saman levyisissä ja sidokselli-
sissa lakanoissa pohjakankaana. Liitteeseen 13 koottujen mittaustulosten perus-
teella voidaan päätellä seuraavia seikkoja. Verrattaessa jatkojalostamatonta sa-
tiinidoksellista raakakangasta valmiisiin lopputuotteisiin huomattiin tekijöitä,
jotka olivat muuttuneet.

Lakanoille voidaan suositella silitystä tai mankelointia. Niiden on todettu vähen-
tävän kuidun päiden määrää kankaan pintarakenteessa.

Tutkintotyötä tehtäessä saatiin aikaan alustava vertailu kotiolosuhteiden ja labo-
ratoriossa tehtyjen mittausten välille. Lisäksi saatiin yksityiskohtaisempaa tietoa
lakanoiden ominaisuuksista. Laboratoriotuloksissa oli eroja lakanamateriaalien
välillä, mutta syitä kaikkiin eroihin ei voitu selvittää. Lisäksi laboratoriotuloksis-
ta löydettiin ristiriitaisuuksia esimerkiksi painonmuutoksissa. Mittalaitteiden
epätarkkuus, koeolosuhteiden epävakaus, käytetyt menetelmät ja monet muut
seikat vaikuttivat ristiriitaisuuksien syntyyn.

Kaikkia seikkoja ei työn laajuuden vuoksi voitu selvittää. Jatkotutkimuksen voisi
tehdä kuitupituuteen liittyen siten, että tutkimuksessa olisi käytettävissä kuituja,
lankaa, raakakangasta ja lopputuotetta. Näitä voitaisiin verrata keskenään ja tut-
kia, kuinka kuitupituus muuttuu prosessin edetessä.

Lisäksi voitaisiin kehrätä ja kutoa erimittaisista kuiduista lankoja ja kankaita ja selvittää mikä kuitupituus olisi optimaalinen käyttötarkoitukseen. Jatkotutkimusta kierremääristä voisi tehdä niin, että selvitetäisiin yhteistyössä kehräämön ja kutomon kanssa eri kierremäärien vaikutusta lakanoiden nyppyyntymiseen. Käytössä voisi olla sama kuitulaatu, mutta kierteen määrää muutettaisiin.

11 TULOSTEN TARKASTELU

Lopputyön tarkoituksena oli selvittää nyppyyntymisen ja pölyämisen syitä sekä mittausmenetelmiä. Saatujen testaustulosten pohjalta voidaan sanoa, että nyppyyntyminen ja pölyäminen ovat monien asioiden summa, joihin vaikuttavat kaikki lopputyössä mainitut seikat kuiduista väriaineeseen ja kutomakoneeseen. Testauksista saadut tiedot auttavat jatkotutkimuksissa sekä nyppyyntymisen- ja pölyämisen ehkäisyssä. Testausten perusteella voidaan päätellä, että suurimmat seikat, joihin kohtuullisin kustannuksin voidaan vaikuttaa, ovat kuitupituus, kierteen määrä, valkaisu- ja värjäyksen prosessi sekä hyvän hoito-ohjeen laatiminen. Lisäksi voidaan valita tuotantolaitos käytettävien menetelmien perusteella. Kutomakoneen vaikutus on myös huomion arvoinen asia.

Laboratoriotutkimukset eivät kaikilta osin ole täysin luotettavia, mutta kaikkia tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina. Langan tex-numeron ja kierteen määrittämisessä, sekä kuitupituusmittauksissa oli jossain määrin standardista poikkeavat menetelmät tai tehtyjen testausten lukumäärä oli suositusta pienempi.

Nyppyyntymistestit suoritettiin standardien mukaisesti muuten, mutta arvostelun suoritti vain yksi henkilö suosituksen mukaisen kahden henkilön sijaan. Lakanamateriaaleille on laadittu standardien mukaiset laatuvaatimukset. Testatut materiaalit pääsääntöisesti olivat vaatimusten mukaisia.

Tutkimusta voitaisiin jatkossa laajentaa muihinkin työssä mainittuihin osa-alueisiin, kuten kuitupituuden, langan kierteen tai kutomakoneiden vaikutuksen tutkimiseen. Enemmän tutkimusta tarvittaisiin myös pölyämisestä, koska lakanat ovat joka päivä kosketuksissa käyttäjiinsä. Etenkin allergisten ihmisten kannalta pölyn määrän vähentäminen lähes kaikissa tekstiilituotteissa olisi merkittävää.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Boncamber, Irma, tekstiilioppi, kuituraaka-aineet. Hämeen ammattikorkeakoulu. 1999
- 2 Chiweshe, Annacleta – Cox Crews, Patricia, Textile Chemist and Colourist & American Dyestuff Reporter, Influence of Household Fabric Softeners and Enzymes on Pilling and Breaking Strength, University of Nebraska, Lincoln. Artikkel. Syyskuu 2000
- 3 Forss, Maija, Värimenetelmät, värjäys/ maalaus / kankaanpainanta. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2002
- 4 Granlund, Mikko – Väänänen, Hannu – Järventausta, Kari – Jylhä, Aija, Heikki Mero Oy, mertex. Lehtinen.
- 5 Haapanen, Mari – Mäntsälä Tuija, Tekstiilienhoito. Otavan Kirjapaino Oy. 1999
- 6 Lewin, Menachem – Sello, Stephen B., Handbook of Fiber Science and Technology: Volume 1, Chemical Processing of Fibers and Fabrics, Fundamentals and Preparation, Part B, Marcel Dekker, Inc., 1984

- 7 Lindfors, Eila, tekstiilituotteen teknologiset ominaisuudet. Tekstiilituotteen käyttö- ja hoito-ominaisuuksien tarkastelu kuluttajan näkökulmasta, Joensuun Yliopisto, kasvatustieteiden tiedekunta, Joensuun yliopistopaino, Joensuu 2002
- 8 Markula, Raija, Tekstiilitieto. WSOY. 1999
- 9 Park, J., Smith, S.S., A Practical introduction to the continuous dyeing of woven fabrics, Roaches (Engineering) Limited. 1990
- 10 SFS-KÄSIKIRJA, Tekstiilit, osa 2, TEVASTA ry, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2001
- 11 Silpala, Elsa, Sidoksia kankaisiin, Vipupuilla, vetopuolilla ja poimien. Opetushallitus
- 12 Vaatetusteollisuuden keskusliitto, Suositus vaatetuksen valmistukseen käytettävien kankaiden laatuvaatimuksiksi, osa 2, piilevät virheet

Painamattomat lähteet

- 13 Finlayson Oy, Lakanoiden laatuvaatimukset
- 14 Heinola, Juha, Tekstiilien huolto, luentomateriaali. Tampereen ammattikorkeakoulu. 2005
- 15 Heinola, Juha, Vaatetusfysiologian perusteita ja värinkestot. Moniste.
- 16 Heinola, Juha, Värjäystavat, koneet ja laitteet. 1998. Moniste.

- 17 Kivimäki, Keijo, Kutomatekniikka 1, luentomateriaali. 2003.
- 18 Kivimäki, Keijo, Kutomatekniikka 3, luentomateriaali. 2006.
- 19 Kivimäki, Keijo, Lehtori. Haastattelu. 5.6.2006. Tampereen ammattikorkeakoulu.
- 20 Tampereen ammattikorkeakoulu, Testaus 2, Testausohje. 2006.
- 21 Nurmi, Salme – Soininen, Mervi, Kuitumaisten materiaalien pölyäminen ja sen mittaaminen, Yhteistyöstä tulosta – seminaari, VTT, 2002
- 22 Nurmiaho, Jukka, Kutomatekniikka. 1998. Moniste.
- 23 Nurmiaho, Jukka, Kudosten sidosoppia-moninkertaiset- ja jaquard-kudokset
- 24 Vanhatalo, Marja, opetusmateriaali, 2006. Moniste.
- 25 Änkö, Anja, Tekstiilimateriaalien testausta. Moniste

Verkkosivut

- 26 Finlayson Oy. [www-sivu]. [Viitattu 29.3.2006]
Saatavissa: <http://www.finlayson.fi>
- 27 Internet päiväkirja. [www-sivu]. [Viitattu 27.3.2006] Saatavissa:
<http://lepa.vuodatus.net/page/Luonnokuidut2>

- 28 SFS-standardien luettelo. [www-sivu]. [Viitattu 30.3.2005]
Saatavissa:
<http://www.sfs.fi/luettelo/sfs.php?standard=SFS%203378>
- 29 Science Direct. [www-sivu]. [Viitattu 26.4.2006] Saatavissa:
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WR1-4FY5522-2G&_coverDate=04%2F14%2F2005&_alid=395510274&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_qd=1&_cdi=7005&_sort=d&view=c&_acct=C000049245&_version=1&_urlVersion=0&_userid=953169&md5=b966ee5e0b6aba0d3f0f362c674ff46b
- 30 Vapaa tietosanakirja. [www-sivu]. [Viitattu 12.4.2006] Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/P%C3%B6ly>

LIITTEET

Liite 1	Mittapöytäkirja, leveä valkoinen satiini (2 s.)
Liite 2	Mittapöytäkirja, leveä valkoinen palttina (2 s.)
Liite 3	Mittapöytäkirja, kapea valkoinen satiini (2 s.)
Liite 4	Mittapöytäkirja, kapea valkoinen palttina (2 s.)
Liite 5	Mittapöytäkirja, leveä vaaleansininen satiini (2 s.)
Liite 6	Mittapöytäkirja, leveä vaaleansininen palttina (2 s.)
Liite 7	Mittapöytäkirja, kapea vaaleansininen satiini (2 s.)
Liite 8	Mittapöytäkirja, kapea vaaleansininen palttina (2 s.)
Liite 9	Mittapöytäkirja, leveä tummansininen satiini (2 s.)
Liite 10	Mittapöytäkirja, leveä tummansininen palttina (2 s.)
Liite 11	Mittapöytäkirja, kapea tummansininen satiini (2 s.)
Liite 12	Mittapöytäkirja, kapea tummansininen palttina (2 s.)
Liite 13	Mittaustulosten yhteenveto
Liite 14	Kotikäytössä olleiden lakanoiden yhteenveto (2 s.)