

# POTILASVAATEMATERIAALI TUTKIMUS

Case: Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Materiaalitekniikka  
Tekstiili- ja vaatetustekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Miia Lukin

Lahden ammattikorkeakoulu  
Tekstiili- ja vaatetustekniikka

LUKIN, MIIA:

Potilasvaatemateriaali tutkimus  
Case: Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto  
Oy

Tekstiili- ja vaatetustekniikan opinnäytetyö, 38 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyö on tutkimus Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy:lle. Työssä tutkittiin tällä hetkellä saatavilla olevien potilasvaatemateriaalien ominaisuuksia ja soveltuvuutta potilasvaatteeseen.

Työn teoriaosuudessa tarkasteltiin, mitä tulee ottaa huomioon potilasvaatemateriaalia valittaessa ja malleja suunniteltaessa. Lisäksi teoriaosuudessa käsiteltiin uudistetun potilasvaatestandardin antamia suosituksia potilasvaatemateriaalien ominaisuuksille. Myös tutkimukseen valittujen materiaalien raaka-aineiden ominaisuudet ja ympäristövaikutukset käsiteltiin teoriaosuudessa.

Työn toiminnallisessa osuudessa käsiteltiin tutkimukseen valituille materiaaleille suoritettuja testauksia ja testien tuloksia. Saatuja tuloksia tullaan hyödyntämään Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy:n potilasvaatteiden tuotekehitysprojektissa.

Työssä ei julkaistu materiaalien tarkkoja tuote- ja toimittajatietoja, sillä ne ovat toimeksiantajan liikesalaisuuksia.

Asiasanat: standardi, potilasvaate, materiaalitestaus, puuvilla, polyesteri, elastaani, mikrokuitu

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Textile and Clothing Technology

LUKIN, MIIA: Materials for patient clothing  
Case: Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy

Bachelor's Thesis in Textile and Clothing Technology, 38 pages, 2 pages  
of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

---

This thesis was commissioned by Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy. The objective was to study, the properties of the currently available materials of patient clothing and their suitability for patient clothing.

The theoretical part of the thesis examines what should be taken into consideration when choosing the material for patient clothing and when designing models. In addition, the recommendation of the renewed patient clothing standard for patient clothing materials were presented. Also, properties and environmental impacts of raw materials were examined.

The functional part of the thesis covered tests on the materials and the test results. Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy will be utilizing these test results in product development.

The precise information of materials and suppliers is classified and therefore not published.

Key words: standard, patient clothing, material testing, cotton, polyester, elastane, microfiber

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TOIMEKSIANTAJA JA TUTKIMUKSEN TAVOITE	2
2.1	Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy	2
2.2	Toimeksianto ja tavoite	3
3	POTILASVAATTEET	4
3.1	Potilasvaatestandardi	4
3.2	Potilasvaatteilta vaadittavat ominaisuudet	5
4	MATERIAALIT	6
4.1	Testattavat materiaalit	6
4.2	Raaka-aineet	7
4.2.1	Puuvilla	7
4.2.2	Puuvillan ympäristövaikutukset	8
4.2.3	Polyesteri	8
4.2.4	Polyesterin ympäristövaikutukset	9
4.2.5	Elastaani	9
4.2.6	Elastaanin ympäristövaikutukset	10
4.2.7	Mikrokuidut	11
5	MATERIAALITESTAUKSET	12
5.1	Materiaalit	12
5.2	Teollisen pesunkesto ja mittamuutokset	12
5.3	Hankauksenkesto	13
5.4	Nyppyntyminen	15
5.5	Värien pesunkesto	17
5.6	Värien hienkesto	17
5.7	Värien hankauksenkesto	19
5.8	Hengittävyys	20
6	MATERIAALITESTAUKSIEN TULOKSET	23
6.1	Euratex	23
6.2	Harmaa-asteikko	23
6.3	Teollisen pesunkesto ja mittamuutokset	24
6.4	Hankauksenkesto	25
6.5	Nyppyntyminen	26

6.6	Värien pesunkesto	28
6.7	Värien hienkesto	28
6.8	Värien hankauksenkesto	30
6.9	Hengittävyys	32
6.10	Tuloksien yhteenveto	35
7	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET	39
	LIITTEET	41

## 1 JOHDANTO

Lähes jokainen ihminen joutuu elämänsä aikana pukeutumaan julkisen sairaalan potilasvaatteeseen. Potilasvaatteita pitävät kaikenikäiset sekä –kokoiset ihmiset, ja niitä huolletaan usein. Yksi vaatekappale voi kiertää käytössä yli viisi vuotta ennen kuin se on käyttökelvoton. Sairaala-vaatteet ovat hygieniavaatimusten ja hoitotoimien kannalta välttämättömiä sairaalaloissa. Yhteiskäyttöön suunnitelluilta potilasvaatteilta vaaditaan erilaisia ominaisuuksia, joihin materiaalivalinnoilla voidaan vaikuttaa.

Tämä työn aiheena on tutkia ja testata eri materiaalien soveltuvuutta Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy:n uudistuvaan potilasvaatemallistoon. Tavoitteena on tutkia tällä hetkellä markkinoilta löytyvien potilasvaatemateriaalien ominaisuuksia ja soveltuvuutta potilasvaatteisiin.

Tutkimuksen alussa käydään läpi toimeksiannon tavoitteet, potilasvaatteilta vaadittavat ominaisuudet ja uusitun potilasvaatestandardin suositukset. Tutkimukseen valittujen materiaalien tutkiminen aloitetaan tarkastelemalla raaka-aineiden ominaisuuksia ja ympäristövaikutuksia. Tämän jälkeen siirrytään suorittamaan materiaaleille erilaisia testauksia ja kokeita. Testauksien tulokset arvostellaan testikohtaisesti ja kerätään yhteenvedoksi työn loppuun.

## 2 TOIMEKSIANTAJA JA TUTKIMUKSEN TAVOITE

### 2.1 Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy

Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy on keskisuuri pesula, joka keskittyy omistaja-asiakkaidensa tekstiilihuoltoon. Suurimpia asiakasomistajia ovat Lahden kaupunki ja Päijät-Hämeen hyvinvointikuntayhtymä. Muita omistajia ovat lähialueen kunnat ja kuntayhtymät. Asiakkaiden pyykki koostuu pääasiassa sairaaloissa, keittiöissä ja päiväkodeissa käytettävistä tekstiileistä. Tuotantolaitos sijaitsee Lahden ja Hollolan rajan tuntumassa, Päijät-Hämeen keskussairaalan välittömässä läheisyydessä. (Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy 2017c.)

Tekstiilihuolto käsittelee vuodessa 2 miljoona kiloa tekstiilejä ja työllistää 55 henkilöä, joista toimihenkilöitä on yhdeksän. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2016 noin 4 miljoonaa euroa. Tekstiilihuollon palveluvalikoimaan kuuluvat:

- tekstiilien pesu, viimeistely, merkkkaus ja kuljetus
- yhteiskäyttöisten työ-, liina- ja potilasvaatteiden vuokraus
- asiakaskohtaiset kiintiövuokratyövaatteet
- siivoustekstiilit
- sähköinen tilausjärjestelmä
- hyllytyspalvelu
- asiantuntijapalvelut. (Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy 2017a.)

Päijät-Hämeen tekstiilihuollon hygieniatason toteutumisen takuuna on RABC-järjestelmä sekä teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n auditoima ja sertifioima mikrobiologisen puhtauden laadunhallintajärjestelmä (standardi SFS-EN 14065). Laatuun liittyvistä asioista tekstiilihuollossa vastaa yrityksen oma laatu- ja ympäristövastaava. (Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy 2017b.)

## 2.2 Toimeksianto ja tavoite

Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy haluaa uudistaa oman yhteiskäyttöisen potilasvaatemallistonsa. Vanhojen potilasvaatteiden mallit ovat peräisin 70-luvulta, eivätkä niiden värit ja visuaalinen olemus vastaa enää asiakkaiden toiveita.

Toimeksiannon tavoitteena on tutkia kotimaisten toimittajien, tällä hetkellä markkinoilla olevia potilasvaatemateriaalivaihtoehtoja. Materiaalien ominaisuuksien selvittämiseksi on niille tehtävä erilaisia testauksia ja tutkimuksia. Testaukseen valittujen materiaalien raaka-aineet ja materiaaleille tehtävät testaukset, sekä niiden tulokset esitellään myöhemmin tässä työssä. Tutkimuksessa hyödynnetään olemassa olevaa tutkimus- ja materiaalitietoutta. Tietoja kerätään alan julkaisuista, internetistä ja aiheeseen liittyvistä standardeista.

### 3 POTILASVAATTEET

#### 3.1 Potilasvaatestandardi

Vuonna 1984 perustettu sairaalaliitto aloitti sairaalatekstiilien standardisoinnin jo vuonna 1970. Standardisointi aloitettiin puhtaasti taloudellisista syistä, sillä yhtenäisten tekstiilien ajateltiin tuovan säästöjä niiden hankintaan ja huoltoon. Lisäksi tuotteiden saanti nopeutui, kun niitä voitiin valmistaa varastoon ja edullisemmin suurien erämäärien vuoksi. (Laurila 1988, 1.)

Nykyisin standardisointia hoitaa Suomen standardisoimisliitto (SFS Ry), jonka jäseninä ovat Suomen elinkeinojärjestöjä ja Suomen valtio. SFS ry on juuri julkaissut uuden potilasvaatestandardin (SFS 7500:2017), joka on vahvistettu 17.3.2017. Uusi standardi korvaa kaikki viisi aikaisemmin julkaistua potilasvaatestandardia (SFS 5686:1991, SFS 5687:1991, SFS 5688:1991, SFS 5721:1991 ja SFS 5722:1991). Uusi standardi mahdollistaa eri sairaanhoitopiirien oman ilmeen luomisen. (SFS ry 2017.)

Uuden standardin on valmistellut Standardisoimisyhdistys TEVASTA ry:n seurantaryhmä. Tässä ryhmässä on ollut mukana sairaalapesuloiden, valmistajien, valmistuttajien, käyttäjien ja testauslaitosten edustajia. Uusi standardi mahdollistaa potilasvaatteiden kehityksen, sillä siinä ei ole määriteltynä enää tarkkoja malli- tai materiaalitietoja. Uusi standardi määrittelee ainoastaan oleelliset toimivuusvaatimukset, niiden vaatimustasot sekä vaatteiden mitat. Mittoihin on tehty pieniä muutoksia ja niihin on lisätty äärikoot. Mallit ovat uuden standardin myötä vapaasti suunniteltavissa, kunhan määritetyt mitat suhteutetaan niihin. Vanhassa standardissa vaatteiden väri ilmaisi koon. Tämä värikoodaus on haluttu pitää myös uudessa standardissa, sillä se on osoittautunut hyväksi niin vaatteiden käyttäjille kuin käsittelijöillekin. Värisävyjä on hieman muutettu. Lisäksi koko vaateen ei tarvitse enää olla koodiväriä, vaan kokoa ilmaisevaa väriä on löydettävä vaatteesta standardin määrittämän minimin verran, jotta se on käyttäjien ja käsittelijöiden helposti havaittavissa. Naisille ja miehille koot

ovat yhä samat, sillä unisex vaate on edullisempi valmistaa. Valmiin tuotteen hinnalla on valtava merkitys julkisen hankinnan tuotteissa. (SFS 7500:2017.)

### 3.2 Potilasvaatteilta vaadittavat ominaisuudet

Potilasvaatteet ovat potilaille yhteiskäyttöön tarkoitettuja vaatteita, joiden avulla potilaat erotetaan sairaalan henkilökunnasta ja vierailijoista. Sairaalaissa oltaessa on hygieenisempää ja yhdenmukaisempaa käyttää sairaalan vaatteita kuin omia. Sairaala-vaatteiden ulkonäkö on kerännyt kritiikkiä kautta aikojen. Sairaala on paikka, jossa autetaan sairaita tervehtymään, eikä siellä saisi olla ulkonäköön keskittyvä ilmapiiri. Potilasvaatteilta kuitenkin vaaditaan paljon muutakin kuin miellyttävää ulkonäköä.

Potilasvaatteen tulee olla helposti puettava, helposti huollettava ja toimiva käytössä. Potilasvaatteen tulee edistää turvallisuutta, eikä se saa rajoittaa liikkumista. Lisäksi sen tulee olla säädettävä ja mieluisa päällä. Se ei saa puristaa, hiostaa tai hangata. Nykypäivänä potilasvaatteelta vaaditaan myös miellyttävää ulkonäköä. Vaatteen halutaan muistuttavan enemmän oloasua kuin alusasua.

Potilasvaatteiden materiaalin tulee kestää usein toistuvaa pesua, jatkuvaa käyttöä ja sen on täytettävä hygieeniset vaatimukset. Materiaalin värien on kestettävä rajusti haalistumatta 3 - 5 viiden vuoden jatkuvassa käytössä. Materiaalin on käytävä yhteen myös mahdollisten asusteiden (esim. aamutakki) kanssa. Hyvä potilasvaatemateriaali on lisäksi hengittävä, sähköistymätön ja kulutusta kestävä.

Kustannustehokas potilasvaate on oikein mitoitettu, edullinen valmistaa sekä helppo huoltaa ja varastoida. On myös pohdittava käytöstä poistuneen potilasvaatteen kierrätysmahdollisuudet tai loppusijoitus.

## 4 MATERIAALIT

### 4.1 Testattavat materiaalit

Yrityksen tekstiilipäällikkö on poiminut neljä materiaalia tällä hetkellä markkinoilla olevista potilasvaatemateriaaleista. Materiaalit ovat kaikki ohuita laskeutuvia trikootyyppisiä neuloksia, sisältäen puuvilla, polyesteriä, elastaania tai näiden yhdistelmiä. Koska materiaalien tarkkoja tuote- tai toimitajatietoja ei julkaista, annetaan materiaaleille tunnukset (A, B, C ja D) niiden tunnistamiseksi. Materiaalitunnusten perään lisätään viiva ja juokseva numerointi kuvaamaan samasta materiaaleista otettujen näytteiden määrä, kulloinkin tehdyssä testissä. Testistä riippuen, näytteitä otetaan 1 - 4 kappaletta materiaalia kohden. Testauksiin valittujen kankaiden tiedot on nähtävissä alla olevassa taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Tutkittavien kankaiden tiedot

TUNNISTE	KANGAS	MATERIAALI JA LYHENNE	NELIÖPAINO	VÄRIT	TUNTU
A	single neulos	50 % polyesteri (PES)	170 g/m <sup>2</sup>	meleerattu minttu	pehmeä ja hieman joustava
		50 % puuvilla (CO)			
B	mikrokuitu trikoo neulos	90 % polyesteri (PES)	180 g/m <sup>2</sup>	meleerattu harmaa	hyvin pehmeä, ohut, joustava ja laskeutuva
		10 % elastaani (EA)			
C	mikrokuitu trikoo neulos	100 % polyesteri (PES)	135 g/m <sup>2</sup>	meleerattu sininen ja kuviollinen sininen	sileä, liukas ja pehmeä
D	mikrokuitu trikoo neulos	90 % polyesteri (PES)	arvio 175 g/m <sup>2</sup>	meleerattu harmaa ja meleerattu vihreä	todella pehmeä, joustava ja laskeutuva
		10 % elastaani (EA)			

Materiaali D on otettu mukaan projektin loppuvaiheessa, joten sille ei tulla suorittamaan kaikkia, muille materiaaleille suoritettuja testejä. Materiaali D poikkeaa materiaalista B erilaisella rakenteella. Siinä on harjattu nurja puoli, joka tekee materiaalista paksumman ja pehmeämmän tuntuisen.

## 4.2 Raaka-aineet

Erialaisten raaka-aineiden ominaisuudet vaikuttavat valmiin kankaan ominaisuuksiin, tuntuun ja käyttäytymiseen. Alla on kerrottu testaukseen valittujen materiaalien kuitu raaka-aineista, niiden ominaisuuksista ja valmistuksen ympäristövaikutuksista.

Jokaiselle olemassa olevalle tekstiilikuidulle on annettu lyhenne, jotka ovat tekstiili- ja vaatetusteollisuus ry:n ja saksalaisen DIN 60001 -standardin suosittamat. (Talvenmaa 2002, 30.) Lyhenteitä käytetään pääasiassa valmiiden tuotteiden tuotetiedoissa.

### 4.2.1 Puuvilla

Puuvilla on siemenkuitu, jota saadaan puuvillakasvien siemenkarvoista. Puuvillasta käytetään yleisesti lyhennettä CO. Puuvilla on tunnetuin ja eniten maailmassa tuotettu luonnonkuitu. Puuvillan eri lajeja tunnetaan 33, mutta niistä vain neljää viljellään kaupallisesti. Puuvilla koostuu pääasiassa selluloosasta, mutta se sisältää pieniä määriä myös vahoja, pektiinejä, sokereita sekä orgaanisia ja epäorgaanisia happoja. Nämä poistuvat kuidusta käsittelyn eri vaiheissa. Puuvillakasvi menestyy parhaiten lämpimässä ja kuumassa ilmastossa, joten sen kasvatusta Suomessa on mahdotonta vaihtelevien sääolosuhteiden vuoksi.

Vuonna 2014 suurimmat puuvillan tuotantomaat olivat Kiina ja Intia. Näiden lisäksi suurimpien tuottajamaiden joukkoon lukeutui USA, Pakistan, Brasilia ja Uzbekistan. (Räisänen, Rissanen, Parviainen & Suonsilta 2017, 26.)

Puuvillakuidut ovat ominaisuuksiltaan kestäviä, lujia ja helposti värjättäviä. Kuidut imevät runsaasti kosteutta ja niillä on hyvä pesun- ja lämmönkesto. Puuvillalla on hyvä märkälujuus, ja se on luontaisesti sähköistymätön kuitu. Lisäksi puuvilla on biohajoava materiaali. Puuvillan huonoihin ominaisuuksiin puolestaan kuuluvat herkkä rypistyminen ja likaantuminen. Se kuivuu hitaasti ja kutistuu runsaasti. Puuvilla eristää lisäksi huonosti lämpöä sekä syttyy ja palaa herkästi. (Talvenmaa 2002, 33–35.)

Puuvillaa käytetään paljon vaatetuskankaissa, miellyttävän tuntunsa vuoksi. Puuvillaiseen kankaaseen saadaan lämmöneristävyyttä lisäämällä kangasrakenteessa olevien ilmahuokosten määrää esimerkiksi nukkkauksella tai ontelosidoksilla. Puuvillakuidun ilmava rakenne auttaa kosteutta kulkemaan kankaan läpi. Tämä lisää miellyttävää tuntua vaatteissa. (Räisänen ym. 2017, 33.)

#### 4.2.2 Puuvillan ympäristövaikutukset

Puuvilla on biohajoava materiaali, ja se voidaan kompostoida, mikäli sen käsittelyyn käytetyt kemikaalit ovat biohajoavia. Puuvilla on herkkä erilaisille kasvisairauksille sekä tuhohyönteisille, siksi sen kasvatuksessa käytetään runsaasti erilaisia kasvinsuojeluaineita ja hyönteismyrkkyjä. Nämä kemikaalit eivät useinkaan ole ympäristöystävällisiä. Ne aiheuttavat useita terveyshaittoja maanviljelijöille, köyhdyttävät maaperää sekä saastuttavat ilmaa ja vesistöjä. Kemikaalijäämät valmiissa tuotteissa saattavat aiheuttaa myös allergioita joutuessaan kosketuksiin ihon kanssa. Lisäksi puuvilla tarvitsee kasvaakseen vettä 4000 - 29000 litraa puuvillakiloa kohden. Keinokastelu aiheuttaa vesistöjen kuivumista muun muassa Araljärven kuivuminen Keski-Aasiassa on seurausta puuvillapeltojen kastelusta. Myös puuvillan esikäsittely, värjäys ja viimeistykset tarvitsevat paljon vettä. Puuvillan käsittelyssä vettä kuluu huomattavasti enemmän synteettisten kuitujen värjäykseen nähden. (Talvenmaa 2002, 15–16, Räisänen ym. 2017, 33–35.)

#### 4.2.3 Polyesteri

Polyesteri on synteettinen tekokuitu, jota valmistetaan sulakehruumenetelmällä, yleisimmin tereftaalihaposta ja etyleeniglykolista. Polyesteristä käytetään yleisesti lyhennettä PES. Polyesteri on maailmassa eniten tuotettu tekstiilikuitu. Polyesteri on keskiraskas, kimmoisa, luja kuitu, eikä kosteus vaikuta sen lujuuskäyttäytymiseen. Polyesterillä on hyvä hankauksenkesto, hyvä UV-kesto, hyvä kemikaalien kesto, hyvä mittapysyvyys ja bio-

loginen kestävyys. Polyesteri ei rypisty, ja se oikenee helposti. Lisäksi polyesterikuidut voidaan nyky menetelmillä sulattaa ja käyttää uudelleen. Polyesterikuidut sähköistyvät helposti eivätkä tunnu aina miellyttävältä ihoa vasten. Polyesterikuidun ominaisuuksiin pystytään kuitenkin vaikuttamaan jo valmistusvaiheessa. Tällöin kuiduille saadaan haluttuja ominaisuuksia käyttötarkoituksesta riippuen. (Talvenmaa 2002, 23–28, Räisänen ym. 2017, 75–76.)

#### 4.2.4 Polyesterin ympäristövaikutukset

Polyesterin valmistuksessa tuhlataan maapallon uusiutumattomia raaka-ainevaroja. Näitä ovat sen valmistuksessa käytettävät pienimolekyyliset orgaaniset yhdisteet, jotka syntyvät maaöljyn jalostusprosessissa. Polyesterin valmistuksen pahimmat ympäristöhaitat liittyvät öljynjalostuksesta aiheutuviin päästöihin ja ympäristövahinkoihin. (Talvenmaa 2002, 23–28.) Lisäksi polyesterin valmistukseen tarvittavien erilaisten kemikaalien käytöllä on oma haittavaikutuksensa ympäristöön. Polyesteri ei myöskään maadu ja polyesteritekstiileistä irtoava nukka (muun muassa fleece) kulkeutuu jätevesien mukana luonnonvesiin. Täysin biopohjaista polyesteriä pystytään nykyisin valmistamaan, mutta sen valmistus on hyvin pienimuotoista vielä. (Räisänen ym. 2017, 77–78.)

#### 4.2.5 Elastaani

Elastaani on kevyt polymeerikuitu, joka koostuu pääasiassa polyuretaanista. Elastaanikuidun yleisimmin käytetyt lyhenteet ovat EL tai EA. Elastaanikuituja valmistetaan teollisesti kuiva-, märkä- ja sulakehruumenetelmillä. Kehruun aikana liuos kehrätään suulakkeiden läpi ja tämän jälkeen suulakkeiden läpi tulleet säikeet kiinteitetään haihdutuskanaalissa. Sulakehruumenetelmällä valmistetaan termoplastinen eli lämpömuovattava polyuretaani kuiduksi. Elastaanin valmistus on melko hidasta, sillä esimerkiksi märkäkehruumenetelmällä elastaania syntyy vain noin 150 metriä minuutissa.

Elastaani on hyvin joustava kuitu, ja se voi palautua jopa kolminkertaisesta venytyksestä takaisin alkuperäiseen mittaansa. Siksi sitä käytetäänkin vaatteiden valmistuksessa tuomaan lisää joustavuutta ja parantamaan muodon säilymistä. Kuituja käytetään joko pelkkänä elastaanina tai päällystettynä lankana. Elastaanikuitua lisätään aina yhteen tai useampaan muuhun kuituun lopullisen materiaalin käyttötarkoituksen mukaan. Jo 2 % elastaania riittää tuomaan valmiiseen tuotteeseen joustavuutta, mutta esimerkiksi lääketieteellisissä kompressiosukissa ja -vaatteissa sen osuus voi olla jopa 50 %. (Boncamper 2011, 342.)

Elastaanikuidut kestävät hyvin hankausta ja mikro-organismeja, mutta märkänä kuitu voi homehtua. Elastaanikuidut kestävät kemikaaleja vaihtelevasti. Elastaani kestää hyvin mietoja happoja, emäksiä ja hapettimia, mutta väkevät hapot ja emäkset heikentävät sen lujuutta. Lisäksi liika kuumuus ja auringonvalo heikentävät ja haurastuttavat elastaania. Elastaania sisältävät tekstiilit tulisi pestä usein, mutta matalassa lämpötilassa, ilman huuhteluainetta. Huuhteluaine niin ikään heikentää elastaania. Elastaania voidaan tarvittaessa pestä 60-asteessa ja rumpu kuivata varovaisesti. Elastaania sisältävät tuotteet tulee kuitenkin huoltaa aina sen sisältämän heikoimman kuidun mukaan. Elastaanin tunnetuin kauppanimi on lycra, mutta Yhdysvalloissa siitä käytetään nimitystä spandex ja Japanissa polyuretaani. (Räisänen ym. 2017, 85–87.)

#### 4.2.6 Elastaanin ympäristövaikutukset

Elastaanin lähtöaineet ovat uusiutumattomia raakaöljyn tislauustuotteita. Osittain biopohjaista elastaania saadaan valmistamalla osa kuidun raaka-aineista maissista saatavasta dekstroosista. Tällaisen biopohjaisen elastaanin valmistus on tällä hetkellä hyvin vähäistä. Elastaanin käyttöikä on lisäksi hyvin lyhyt haurastumisen vuoksi, eikä se maadu, joten sen kierrättäminen on vaikeaa. Suurin ongelma ympäristön kannalta ovat elastaanin valmistuksesta aiheutuvat päästöt vesistöön ja ilmaan. (Räisänen ym. 2017, 85–87.)

#### 4.2.7 Mikrokuidut

Mikrokuidut ovat keinotekoisia kuituja, joita valmistetaan pääasiassa polyamidista ja polyesteristä filamenttikuituina. Mikrokuitujen hienous on alle 1 dtex ( $\varnothing < 10 \mu\text{m}$ ) eli silkkikuitujen luokkaa. Mikrokuidut ovat erittäin hengittäviä ja kevyitä kuituja, jotka päästävät läpi vesihöyryn, mutta eivät vesipisaraa. (Räisänen ym. 2017, 72.) Tämän ominaisuuden avulla mikrokuituiset vaatteet johtavat kosteuden pois iholta.

Mikrokuiduista valmistetut vaatteet tuntuvat päällä kuivilta, mutta suojaavat sateelta. Ne ovat kevyitä, pehmeitä ja säilyttävät hyvin muotonsa. Mikrokuituiset tekstiilit kuivuvat nopeasti, ovat tiiviitä sekä veden- ja tuulenpitäviä. Mikrokuiduissa on enemmän kuitupintaa ja ilmatiloja verrattuna tavallisiin kuituihin. Mikrokuituiset tekstiilit tulee aina pestä omana eränään, sillä ne imevät itseensä nukkaa muista tekstiileistä. Huuhteluaineen käyttöä ei suositella mikrokuituisiin tekstiileihin, sillä se heikentää mikrokuidun vedenhylkimiskykyä. (Räisänen ym. 2017, 72; Boncamper 2011, 31–32.)

Koska mikrokuidut valmistetaan yleensä polyamidista ja polyesteristä, ovat sen valmistamisella samat ympäristövaikutukset kuin aiemmin kerrotulla polyesterillä.

## 5 MATERIAALITESTAUKSET

### 5.1 Materiaalit

Tässä luvussa esitellään materiaaleille suoritettavat testaukset. Osa testeistä suoritetaan standardien mukaisesti ja osa käytännönkokeella. Ennen testien suorittamista jokainen materiaali pestään kolme kertaa pesunkestotestin yhteydessä. Testattavien materiaalien tiedot löytyvät alla olevasta taulukosta 2.

TAULUKKO 2. Materiaalitiedot

TUNNISTE	KANGAS	MATERIAALI JA LYHENNE	NELIÖPAINO	VÄRIT
A	single neulos	50 % polyesteri (PES)	170 g/m <sup>2</sup>	meleerattu minttu
		50 % puuvilla (CO)		
B	mikrokuitu trikoo neulos	90 % polyesteri (PES) 10 % elastaani (EA)	180 g/m <sup>2</sup>	meleerattu harmaa
C	mikrokuitu trikoo neulos	100 % polyesteri (PES)	135 g/m <sup>2</sup>	meleerattu sininen ja kuviollinen sininen
D	mikrokuitu trikoo neulos	90 % polyesteri (PES) 10 % elastaani (EA)	ei tiedossa (arvio 175 g/m <sup>2</sup> )	meleerattu harmaa ja meleerattu vihreä

### 5.2 Teollisen pesunkesto ja mittamuutokset

Pesunkestotestiä ei tehdä standardinmukaisesti vaan testi suoritetaan käytännönkokeella, pesulan jo olemassa olevilla pesuohjelmilla. Jokaisesta materiaalista leikataan kolme saman kokoista näytettä, kooltaan 40 cm x 40 cm. Näytteet numeroidaan ja mitataan. Mitat kirjataan ylös ja näytteet pestään materiaaleille soveltuvilla ohjelmilla, samankaltaisten materiaalien kanssa. Käytettävät pesuaineet määräytyvät pesuohjelmalle määrätyn reseptin mukaisesti automaattisella annostelutekniikalla. Jokainen näyte

pestään kolme kertaa. Jokaisen pesukerran jälkeen mitat kirjataan ylös ja lopuksi analysoidaan pesutulos sekä mittamuutokset.

Pesuohjelmat materiaaleittain ovat määriteltynä alla olevassa taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Pesuohjelmat

NÄYTE	MATERIAALI	PESU-LÄMPÖ-TILA (°C)	OHJELMAN NUMERO	OHJELMAN NIMI	KUIVAUS
A	vaalea neulos	40	32	trikoopyjama	rumpukuivaus
B	vaalea neulos, mikrokuitu	40	48	mikrokuitu 40 C	rumpukuivaus
C	vaalea neulos, mikrokuitu	40	48	mikrokuitu 40 C	rumpukuivaus
D	vaalea neulos, mikrokuitu	40	19	mikropeitto	rumpukuivaus

### 5.3 Hankauksenkesto

Materiaalin hankauksenkeston eli rikkoontumisen määrittämiseksi käytetään Martindale hankauslaitetta (kuva 1). Testit suoritetaan standardin SFS-EN ISO 12947-2 mukaisesti.



KUVA 1. Martindale hankauslaite.

Ensin leikataan jokaisesta materiaalista kaksi pyöreää näytepalaa ( $\varnothing$  38 mm). Näytepalat asetetaan numeroituihin näytepitimiin (kuva 2) ja jokainen punnitaan erikseen 1 mg:n tarkkuudella. Painot kirjataan ylös. Näytepitimet asetetaan koneeseen koneen ohjeiden mukaisesti. Näytepalat hankaantuvat hankausalusta kiinnitettyä standardikangasta (kudottu villakangas) vasten 9:n tai 12 kPa:n voimalla.



KUVA 2. Martindale hankauslaitteen näytepidin ja hankausalusta.

Näytteitä hangataan Lissajous-kuvion mukaisella liikeradalla. Näytteitä tarkastetaan taulukossa 4 ilmoitettujen hankauskierrosten jälkeen. Testiä jatketaan koepalan rikkoutumiseen asti. Näytteen rikkoutumispiste saavutetaan neuloksissa, kun yksi lanka on poikki aiheuttaen reiän. Testin päätettyä näytteet irrotetaan näytepitimistä ja irronnut kuitunöyhtä poistetaan näytteistä pehmeällä harjalla. Tämän jälkeen näytteet punnitaan uudelleen, painot kirjataan ylös. Testin tulokset analysoidaan visuaalisesti ja näytteille annetaan arvosanan lisäksi suullinen arvio. (SFS-EN ISO 12947-2, 1998.)

TAULUKKO 4. Hankaustestauksen tarkastusvälit (SFS-EN ISO 12947-2, 1998.)

Testisarja	Hankauskierrokset, joilla koepala rikkoutuu	Tarkastusväli (kierrokset)
a	≤ 5 000	1 000
b	> 5 000 ≤ 20 000	2 000
c	> 20 000 ≤ 40 000	5 000
d	> 40 000	10 000
HUOM. 1 Jokaisen testisarjan tarkastusväliä voidaan tutkimutarkoituksessa lyhentää lähestyttäessä rikoutumispistettä		
HUOM. 2 Osapuolten tulee sopia vaihtoehtoiset tarkastusvälit		

#### 5.4 Nyppyntyminen

Kankaiden nöyhtäytymis- ja nyppyntymisalttiuden määrittäminen suoritetaan myös Martindale-hankauslaitteella, standardin SFS-EN ISO 12945-2 mukaisesti. Tämän testin avulla voidaan määritellän, kuinka helposti testattava materiaali nyppyntyy tai nöyhtäytyy hankauksen vaikutuksesta. Nöyhtäytymiseksi kutsutaan kankaan ulkopinnan kuitujen karheutumista tai kuitujen nousemista niin, että ne saavat aikaan näkyvän pinnanmuutoksen. Nyppyjä pääsee muodostumaan tekstiilimateriaaleihin käytössä ja pesussa. Nypyt muodostuvat, kun pinnalla olevat kuidut nukkaantuvat ja sotkeentuvat toisiinsa. Tämä johtuu yleensä kuitujen kulumisesta tekstiilissä tai muista tekstiileistä irtoavista kuiduista. Nyppyntymisprosessi nopeuteen vaikuttavat kuidun, langan ja kankaan ominaisuudet. Lujien kuitujen nyppyntyminen on nopeampaa kuin materiaalin kulumisen, eli nyppyntyminen kasvaa käytön lisääntyessä. Heikkoihin kuituihin puolestaan nypyjä muodostuu kulumisen kanssa samaa tahtia, eli nyppyntyminen vaihtelee käytön lisääntyessä.

Jokaisesta materiaalista leikataan neljä ympyränmuotoista näytettä ( $\varnothing$  140 mm). Jokaisesta näytteestä merkataan nurjalta puolelta sama kohta, jolla varmistetaan näytteiden sama langansuunta arvostelun aikana. Lisäksi näytteet numeroidaan ja asetetaan näytepitimiin laiteohjeiden mukaisesti. Näytteet punnitaan ja näytepitimet kiinnitetään hankauslaitteeseen. Näytteitä hangataan standardi hankauskangasta vasten ja tarkistetaan tekstiilityypin mukaan valitun taulukon 5 testisarjan mukaisesti. Tulokset analysoidaan vertailemalla niitä arvosteluasteikkojen kuviin (kuva5). (SFS-EN ISO 12945-2, 2000.)

TAULUKKO 5. Tekstiilityyppien mukaiset testisarjat (SFS-EN ISO 12945-2, 2000.)

Luokitus	Tekstiilityyppi	Hankaava kangas	Kuormittava massa (g)	Arvosteluvaihe	Kierroksien lukumäärä
1	Huonekalukangas	Villakangas	(415 ± 2)	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2*	Kudotut kankaat (paitsi huonekalukankaat)	Testattava kudottu kangas (oikeat puolet vastakkain) tai villakangas	(415 ± 2)	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
3*	Neulokset (paitsi huonekaluissa käytettävät)	Testattava neulos (oikeat puolet vastakkain) tai villakangas)	(155 ± 1)	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
*Luokissa 2 ja 3 vähimmäiskierros määrä on 2000 kierrosta. Testaus voidaan lopettaa ennen 7000 kierrosta, mikäli arvosana 4-5 tai parempi on saavutettu sovitussa arvosteluvaiheessa.					
HUOM. Käytäntö on osoittanut, että parempi korrelaatio saadaan testauksen ja käytön välillä jatkamalla 7000 kierrokseen saakka, koska 2000 kierroksessa olevat nyyt saattavat poistua 7000 kierrokseen mennessä.					

## 5.5 Värien pesunkesto

Värien pesunkesto ei suoriteta standardin mukaisesti. Materiaalien värien pesunkesto arvioidaan visuaalisesti kolmen pesukerran jälkeen, verraten pestyjä näytteitä pesemättömiin materiaaleihin. Potilasvaatteiden pesujen määrä viiden vuoden aikana on noin 130 pesukertaa. Tulos lasketaan pesukierron arvion mukaan. Keskimäärin vaate palautuu pesuun kahden viikon välein ja sen arvioitu käyttöikä on noin viisi vuotta.

## 5.6 Värien hienkesto

Värien hienkestolla voidaan määrittää, kuinka paljon hikoilu vaikuttaa materiaalien värinlähttöön ja tahriutumiseen. Testi suoritetaan standardin SFS-EN ISO 105-A04 mukaisesti, mutta ei standardiolosuhteissa.

Lämpökaappi esilämmitetään 37-asteiseksi ja testauslaite laitetaan sinne lämpiämään valmistelujen ajaksi. Testiä varten testattavista materiaaleista leikataan kaksi standardinmukaista koepalaa (40 mm x 100 mm). Koepalat ommellaan yhdeltä sivulta kahden standardinmukaisen yksikuitutestikankaan väliin. Ensimmäisen testikankaan tulee olla valmistettu samasta raaka-aineesta kuin tutkittava materiaali tai ainakin siinä eniten esiintyvistä kuitulajista. Toinen testikangas valitaan alla olevan taulukon 6 mukaisesti.

TAULUKKO 6. Yksikuitutestikankaat (SFS-EN ISO 105-A04, 2013.)

Ensimmäinen testikangas	Toinen testikangas
puuvilla	villa
villa	puuvilla
silkki	puuvilla
viskoosi	villa
polyamidi	villa tai puuvilla
polyesteri	villa tai puuvilla
akryyli	villa tai puuvilla

Jokainen yhdistetty näyte upotetaan hikiliuokseen: kolme eri materiaaleista leikattua näytettä alkaliliuokseen, jonka pH 8 ( $\pm 0,2$ ) ja kolme happamaan liuokseen, jonka pH 5,5 ( $\pm 0,2$ ). Näytteiden annetaan liota liuksissa huoneenlämpötilassa 30 minuutin ajan. Näytteitä liikutellaan ja puristellaan, jotta liuos imeytyy kaikkiin näytteisiin. 30 minuutin kuluttua liuos kaadetaan pois ja ylimääräinen liuos puristetaan pois näytteistä lasisauvojen välissä.

Jokainen yhdistetty näyte asetetaan akryylimuovilevyjen väliin. Levyjen mitat ovat 60 mm x 115 mm. Akryylimuovilevyt, näytteineen asetetaan esilämmitettyyn testauslaitteeseen. Painon avulla levyjen välissä oleviin näytepaloihin kohdistetaan 12,5 ( $\pm 0,9$ ) kPa:n paine. Testauslaite kiristetään niin, että paine pysyy muuttumattomana koko testauksen ajan. Testauslaite näytteineen asetetaan lämpökaappiin (kuva 3) pysty- tai vaaka-asentoon neljän tunnin ajaksi, lämpötilaan ( $37 \pm 2$ )°C. Neljän tunnin kuluttua näytteet asetetaan kuivumaan 60°C:n lämpötilaan siten, että ne koskettavat toisiaan vain ompeleiden kohdalta. Kuivien näytteiden värinmuutos ja testikankaiden tahriutumisen arvostellaan harmaa-asteikkojen avulla, standardien SFS EN ISO 105-A02 ja ISO 105-A03 mukaisesti. (SFS-EN ISO 105-A04, 2013.)



KUVA 3. Lämpökaappi.

### 5.7 Värien hankauksenkesto

Värien hankauksenkesto suoritetaan standardin SFS-EN ISO 105-X12:1995 mukaisesti. Testi suoritetaan Crockmeter-nimisellä hankauslaitteella. Tällä testillä määritetään testattavien materiaalien värien hankauksenkesto ja materiaalien tahriutumista hankauksessa. Testi tehdään sekä kuivalla, että märällä hankauskankaalla. Tuloksien arvioimiseen käytetään harmaa-asteikkoa tahriutumisen arvostelemiseksi, standardin ISO 105-A03 menettelyohjeiden mukaisesti.

Testissä käytettävä hankauskangas on puuvillainen, liisteritön, viimeistelemätön,  $(50 \pm 2)$  mm kokoinen ja neliönmuotoinen pala. Pala kiinnitetään laitteen hankaustappiin halkaisijaltaan  $(16 \pm 0,1)$  mm. Hankaustappi liikkuu edestakaisin suoraviivaista liikettä  $(104 \pm 3)$  mm matkalla, pohjalevyssä olevaa pehmeätaustaista, vedenkestävää hiomapaperia vasten.

Testattavasta materiaalista leikataan neljä vähintään 50 mm x 140 mm olevaa näytepalaa. Kaksi niistä on kuivahankausta varten ja kaksi märkähankausta varten. Molempien parien toinen pala leikataan loimen suuntaan ja toinen kuteen suuntaan. Näytepaloja ja hankauskankaita ilmastoidaan vähintään 4 tuntia ( $20 \pm 2$ ) °C ennen testin tekemistä.

Ensin suoritetaan kuivahankaus, jossa näytekankaat kiinnitetään yksi kerrallaan testauslaitteeseen pohjalevyn metallikotelolla niin, että koepalan pitkä sivu on testauslaitteen pituussunnassa. Kuiva hankauskangas kiinnitetään laitteessa olevaan hankaustappiin halkaisijaltaan ( $16 \pm 0,1$ ) mm. Hankaustappi asetetaan liikkumaan suoraviivaista liikettä edestakaisin 10 kertaa eli yhteensä 20 liikettä, nopeudella yksi kierros sekunnissa. Hankaustappi aiheuttaa alaspäin suuntautuvan ( $9 \pm 0,2$ ) N voiman. Laitteen pysähtyessä 10 kierroksen jälkeen hankauskangas ja näytepala poistetaan laitteesta. Hankauskankaasta poistetaan lisäksi irtonaiset kuidut, jotta ne eivät häiritse arviointia. Ennen tuloksien arvioimista hankauskangas ilmastoidaan samaan tapaan kuin ennen testin aloittamista.

Märkähankaus suoritetaan samoin kuin kuivahankaus, mutta ennen testin aloittamista hankauskangas punnitaan. Tämän jälkeen hankauskangas kastellaan tislatussa vedessä ja punnitaan uudestaan. Punnituksella varmistetaan, että kankaaseen on imeytynyt 95 – 100 % vettä. Testin päätyttyä hankauskankaat kuivataan huoneilmassa, ennen arvostelua.

Tuloksia arvostellessa testatun hankauskankaan alla käytetään kolmea kerrosta testaamatonta hankauskangasta. Tulokset arvostellaan päivänvalossa tahriutumiseen tarkoitetun harmaa-asteikon avulla, arvosanalla 1-5. (SFS-EN ISO 105-X12, 2001.)

## 5.8 Hengittävyys

Hengittävyys on yksi potilasvaatteiden tärkeimmistä ominaisuuksista. Hyvin hengittävä materiaali päästää vesihöyryn lävitse, kykenee imemään hyvin kosteutta ja kuivuu nopeasti. Hyvin hengittävä materiaali tuntuu miel-

lyttävältä päällä, eikä hiosta. Testattavien materiaalien hengittävyttä mitataan kahdella eri kokeella, joista kumpikaan ei ole standardin mukainen. Kankaiden vesihöyrynläpäisevyys testataan niin kutsutulla kuppi menetelmällä. Se ilmaisee kuinka monta grammaa vesihöyryä eli kosteutta neliömetrin kokoinen kangas päästää lävitse vuorokauden aikana. Hengittävyyden yksikkö on  $\text{g/m}^2/24\text{h}$ . Toisessa testissä mitataan materiaalien kykyä siirtää nestemäistä kosteutta ja kuivumisnopeutta, mittaamalla veden kapillaarikuljetusta.

Vesihöyrynläpäisytestin tekemiseen käytetään keskenään samanlaisia ja -kokoisia pyöreitä muovikuppeja, kuminauhoja ja 20-asteista vettä. Kuppien suuaukkojen pinta-ala lasketaan. Jokaisesta testattavasta materiaalista leikataan yksi reilusti suuaukkoa suurempi näytepala. Jokaisen kuppiin lisätään noin 100 g 20-asteista vettä. Kuppien suuaukot peitetään pingottamalla näytteet (yksi näyte kuppia kohden) suuaukon ympärille. Näytteet kiinnitetään kuppeihin ilmatiiviisti kolmella kuminauhalla, jotta vesihöyry pääsee nousemaan kupista ainoastaan näytteen lävitse. Yhteen kuppiin laitetaan pelkästään vettä, eikä sitä peitetä millään. Kupit punnitaan ja painot kirjataan ylös. Kupit jätetään tasaiselle alustalle huoneenlämpöön vähintään kahdeksan tunnin ajaksi. Testi päätetään halutun ajan kuluttua, ja kupit punnitaan uudelleen. Saaduista punnitustuloksista lasketaan kuinka paljon vesihöyryä kukin materiaali on päästänyt lävitse (Risikko & Vesalainen 2006, 54 – 56.) Laskemiseen käytetään kaavaa 1.

$$\text{VHL} = \frac{m_0 - m_t}{A} \times \frac{24}{t} \quad (1)$$

$A$  = kupin suun pinta-ala.  $A = \pi r^2 = \pi \times (0,055 \text{ m})^2 \approx 0,0095 \text{ m}^2$

$m_0$  = kupin massa mittauksen alussa

$m_t$  = kupin massa mittauksen lopussa

$t$  = mittausaika (h) (Pajula 2015, 21.)

Materiaalien nestemäisen kosteudensiirtokykyä ja kuivumisnopeutta mitataan seuraavalla menetelmällä. Jokaisesta materiaalista leikataan keskenään saman kokoiset näytteet. Näytteen alareuna upotetaan pystysuoraan ripustettuna vesiastiaan. Veden pinnan siirtymisen raja luetaan visuaalisesti 10, 30, 60 ja 180 sekunnin jälkeen. Tämän jälkeen näytteet ripustetaan kuivumaan, ja kirjataan ylös näytteen kuivumisaika. Tuloksien perusteella voidaan arvioida kunkin materiaalin kosteudensiirto-ominaisuudet. (Risikko & Vesalainen 2006, 54 – 56.)

## 6 MATERIAALITESTAUKSIEN TULOKSET

Tässä kappaleessa käydään läpi tehtyjen testien tulokset. Saatuja tuloksia verrataan Euratexin (neuleet, pyjamat ja yöasut) sekä uuden potilasvaatestandardin suosituksiin.

### 6.1 Euratex

Euratex on eurooppalainen vaatetus- ja tekstiilyhdistys, joka tekee suosituksia vaatetukseen käytettävien kankaiden ominaisuuksista ja standardin mukaisten testien tuloksista. Taulukossa 7 on Euratexin ja uuden potilasvaatestandardin suosittamat tulokset kankaiden ominaisuuksille. Suorite- tuista testeistä saatuja tuloksia verrataan niihin.

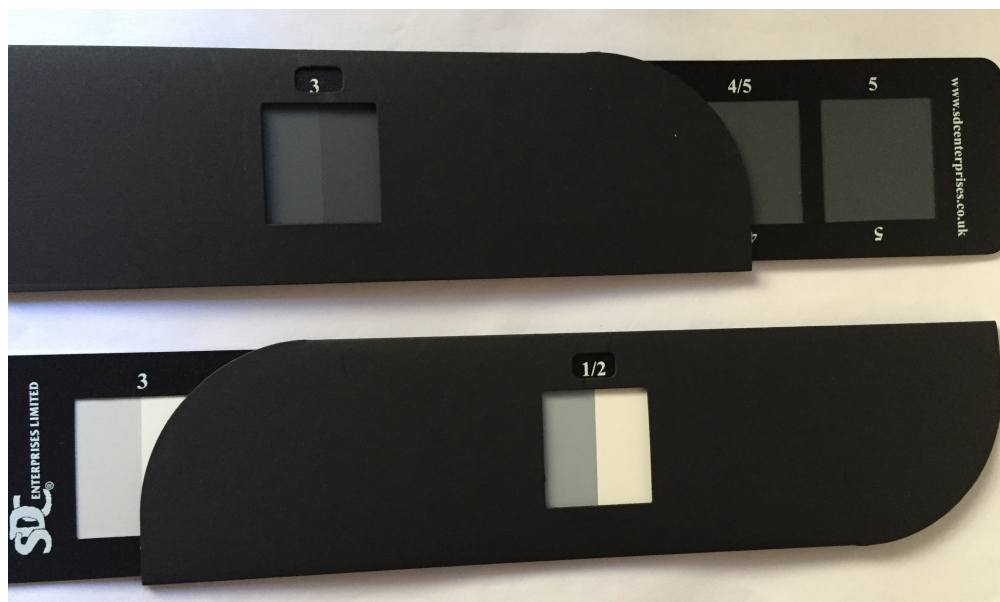
TAULUKKO 7. Euratexin ja standardien suositukset (Euratex 2006, 69, 71;SFS 7500 2017.)

TESTI	STANDARDI	EURATEX SUOSITUKSET				UUSI POTILASVAATE STANDARDI SUOSITUKSET	
		NEULEET		PYJAMAT, YÖASUT		pituus	leveys
<b>MITTAMUUTOKSET</b>		<b>pituus</b>	<b>leveys</b>	<b>pituus</b>	<b>leveys</b>	<b>pituus</b>	<b>leveys</b>
pesu ja kuivaus	EN-ISO 6330	+2 % ... -6 %	+2 % ... -6 %	-2 %	-2 %	+2 % ... -6 %	+2 % ... -6 %
<b>MEKAANISET JA FYYSISET OMINAISUUDET</b>							
Hankauksenkesto (9 kPa)	EN-ISO 12947-2	≥ 8 000 krs		≥ 10 000 krs		≥ 20 000 krs	
Pillinki	EN-ISO 12945-2	125 krs	3-4	125 krs	SP = 4, N = 3-4	125 krs	
SP = sileä pinta		500 krs	3	500 krs	SP = 4, N = 3-4	500 krs	
N = neule		1000 krs	2-3	1000 krs	SP = 4, N = 2-3	1000 krs	
				2000 krs	SP = 4	2000 krs	≥ 3
<b>VÄRINKESTOT</b>		<b>värinmuutos</b>	<b>tahriutuminen</b>	<b>värinmuutos</b>	<b>tahriutuminen</b>	<b>värinmuutos</b>	<b>tahriutuminen</b>
hiki, hapan	EN-ISO 105-E04	4	4	4	4	-	-
hiki, alkalii (emäs)		4	4	4	4	-	-
hankaus, kuiva	EN-ISO 105-X12	-	4	-	4	-	≥ 4
hankaus, märkä		-	3-4	-	3-4	-	≥ 3

### 6.2 Harmaa-asteikko

Näytteet arvostellaan standardien SFS-EN 20105-A02 (värinmuutos) ja SFS-EN 20105-A03 (tahriutuminen) mukaisesti. Harmaa-asteikkoa käytetään värien hien- ja hankauksenkestotestien arvostelemisessa. Perusperiaate molempien asteikkojen (kuva 4) käytössä on sama. Pala alkuperäistä testikangasta sekä testissä käytetty kangas asetetaan rinnakkain, samansuuntaisina tasolle. Harmaa-asteikko asetetaan testikankaiden rinnalle. Ympäröivän alueen tulee olla tasaisen harmaa, asteikon arvosanojen sävyjen 1 ja 2 väliltä. Taustan mahdollinen vaikutus näytteiden ulkonäköön tulee eliminoida, laittamalla kaksi tai useampi kerros alkuperäistä, käyttä-

mätöntä testikangasta arvosteltavien kankaiden alle. Arvosteltaville näytteille annetaan arvosanat 1 - 5. Mitä suurempi on arvosana, sitä parempi on tulos. (SFS-EN 20105-A2-A03:1995.)



KUVA 4. Yllä värinmuutos asteikko ja alla tahriutumisen asteikko.

### 6.3 Teollisen pesunkesto ja mittamuutokset

Testiä ei suoritettu standardin mukaisesti. Näytteet pestiin kolme kertaa pesulan omilla matalalämpö -ohjelmilla. Näin ollen testitulokset eivät ole suoraan verrattavissa suosituksiin.

Kaikki materiaalit suoriutuivat pesusta hyvin. Visuaalinen olemus säilyi samana, eivätkä värit haalistuneet silminnähdessä. Euratexin ja potilasvaatetandardin mukaan kankaan mittamuutokset saavat olla +2 %...-6 % sekä pituudessa, että leveydessä. Kaikki materiaalit kutistuivat pesussa, mutta mittamuutokset jäivät näiden suosituksien alapuolelle. Materiaali A kutistui eniten, mutta se on myös ainoa luonnonkuitua sisältävä materiaali. Tästä voidaan päätellä, että puuvillan vaikutus kutistuvuuteen on merkittävä. Materiaaleilla B – D kutistuvuus oli kaikilla samaa luokkaa, joten elastaanilla ei näin ollen ollut merkittävää vaikutusta kutistuvuuteen. Mittamuutosten tulokset ovat nähtävissä taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Mittamuutokset pesussa ja kuivauksessa

NÄYTE	SUUNTA	MITTA ENNEN PESUA (cm)	MITTA KOLMEN PESUN JÄLKEEN (cm)	MITTA-MUUTOS (%)
A	leveys	40	39,2	2 %
	pituus	40	38,5	4 %
B	leveys	40	39,7	1 %
	pituus	40	39,2	2 %
C	leveys	40	39,7	1 %
	pituus	40	39,1	2 %
D	leveys	40	39,3	2 %
	pituus	40	38,6	3 %

#### 6.4 Hankauksenkesto

Testi suoritettiin standardin EN-ISO 12947-2 mukaisesti, mutta ei standardiolosuhteissa. Näytteiden A, B ja C hankauksenkesto suoritettiin helmikuussa 2016 ja näytteen D maaliskuussa 2017. Näytteitä leikattiin neljä jokaisesta materiaalista. Näytteitä ilmastoitiin testausolosuhteissa noin kaksi tuntia ennen kokeen aloittamista. Näytteet merkattiin materiaalitunnuksilla ja numeroilla. Euratexin ja standardin suositusten mukaan testin nimellis-paineeksi neuleilla riittää 9 kPa (kuorma  $595 \pm 7$  g), mutta tässä käytettiin  $795 \pm 7$  g kuormitusta (nimellispaine 12 kPa). Yhteiskäyttöinen potilasvaate on verrattavissa työvaatteeseen ja siitä syystä valittiin raskaampi hankauskuormitus.

Euratexin suositusten mukaan neulosten tulee kestää vähintään 10 000 kierrosta rikkoutumatta ja uuden potilasvaatestandardin mukaan 20 000 kierrosta. Materiaaleja ei tutkimuksen puitteissa ehditty hankamaan rikkoutumiseen asti vaan testi lopetettiin, kun päästiin hieman yli standardin suosittelemien kierrosten.

Materiaalit A – C ylsivät hyvin 22 500 kierrokseen asti, kunnes testi lopetettiin. Rikkoontumista ei tässä vaiheessa vielä ollut havaittavissa, joten testiä olisi voitu jatkaa esimerkiksi tihentämällä tarkastusväliä 1000 kierrokseen. Materiaalia D ehdittiin hangata 8 000 kierrosta, eikä siinä näkynyt

siihen mennessä juuri minkäänlaista muutosta. Materiaali A haalistui selkeästi eniten ja tuntu muuttui pehmeämmäksi. Haalistumaa oli havaittavissa myös muilla materiaaleilla. Materiaali B:n tuntu pysyi hyvänä, mutta elastaanikuidut nousivat pintaan testin loppuvaiheessa, vaikkakin tässä vaiheessa suositusten raja oli jo ylitetty. On mahdollista, että myös materiaalissa D elastaanikuidut olisivat nousseet pintaan jossain vaiheessa, sillä elastaanin ja polyesterin suhde materiaaleissa B ja D on sama. Huonoiten testissä pärjäsi materiaali C, jonka pinta muuttui kovaksi ja nyppyyiseksi. Myös haalistuma oli selkeästi havaittavissa. Materiaalikohtaiset keskiarvo tulokset on luettavissa taulukossa 9.

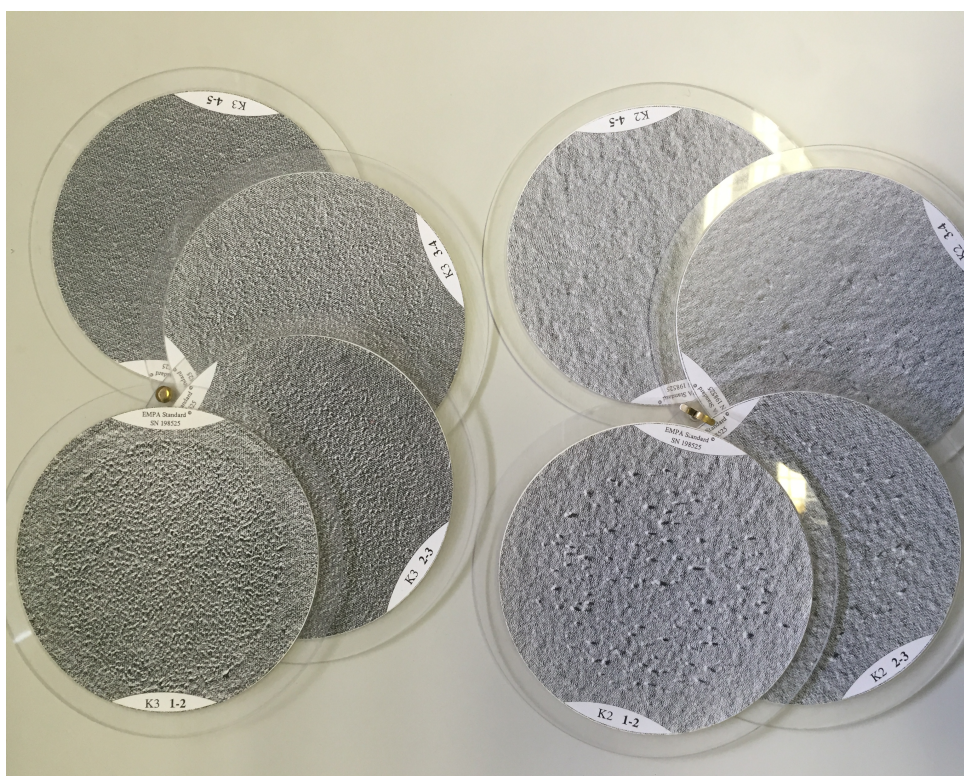
TAULUKKO 9. Hankauksenkeston tulokset

NÄYTE	PAINO ENNEN TESTIÄ (g)	KIERROKSET										PAINO TESTIN JÄLKEEN (g)
		2 000	4 000	6 000	8 000	10 000	12 500	15 000	17 500	20 000	22 500	
A-1	164,99	ei muutosta	ei muutosta	hieman irtonöyhtää	nöyhtää ja haalistumaa, ei irronnutta väriä	ei muutosta edelliseen	näyte ehjä, haalistunut	kulumaa, hieman nyppyyä, kunto hyvä	näyte yhä ehjä ja hyvä, mutta haalistunut	näyte ehjä, haalistunut selkeästi, ei irronnut nöyhtää	näyte ehjä, väri haalistunut melko paljon	164,98
B-1	164,86	ei muutosta	ei muutosta	hieman irtonöyhtää	nöyhtää irronnut, ehkä aavistus haalistumaa	ei muutosta edelliseen	näyte ehjä, nöyhtää irronnut	hieman nöyhtää pinnassa, kulumaa	näyte yhä ehjä ja hyvä	näyte ehjä, mutta kulunut ja nöyhtää irronnut	näyte ehjä, elastaani noussut ylös	164,83
C-1	164,83	ei muutosta	ei muutosta	hieman irtonöyhtää	nöyhtää ja haalistumaa, ei irronnutta väriä	ei muutosta edelliseen	näyte ehjä, kulunut ja pörröinen	kulumaa ja pörröä, haalistunut, mutta ei värinlätöä	ehjä, mutta kulunut näyte	kulunut, kuidut sotkeentuneet, yhä ehjä	kulunut, mutta ehjä näyte	164,82
D-1	164,86	ei muutosta	ei muutosta	hieman irtonöyhtää	hieman reilummin irtonöyhtää, ei irronnutta väriä	-	-	-	-	-	-	-

## 6.5 Nyppyyntyminen

Testi nyppyyntymisen määrittelemiseksi suoritettiin standardin SFS-EN ISO 12945-2 mukaisesti, mutta ei standardiolosuhteissa. Näytteitä ( $\varnothing$  140 mm) ilmastoitiin noin 2 tuntia testausolosuhteissa. Näytteitä oli jokaisesta materiaalista neljä kappaletta ja arvostelemassa 2 henkilöä. Kaikkia koe-paloja hangattiin 7 000 kierrokseen asti. Näytteet arvosteltiin päivänvalossa, mutta ei arvostelukaapissa. Materiaalit A, B ja C testattiin helmikuussa 2016 ja materiaali D, joka otettiin mukaan myöhemmin, testattiin

toukokuussa 2017. Tulokset arvoeltiin visuaalisesti vertaamalla niitä arvosanaa vastaaviin kuviin (kuva 5). Materiaali C erottui tässä testissä selkeästi huonoimpana. Siinä koko pinta muuttui ikään kuin takkaiseksi ja nyppyjä muodostui selkeästi näytteen pintaan. Myös haalistuma oli selkeästi havaittavissa. Materiaaleihin A ja D muodostui myös muutamia nyppyjä, mutta tuntu ja ulkonäky säilyivät hyvinä. Materiaaleille B selvisi testistä ilman visuaalista tai fyysistä muutosta. Vain tuo elastaanikuitujen nouseminen ylös hankauksenkestotestin aikana aiheutti pientä epäilyä elastaanin kestävydestä vaatteessa, jossa kulutus on kova. Taulukossa 10 on nähtävillä testien tulokset materiaaleittain. Arvosanat on annettu keskiarvona materiaaleittain ja näytekohtaiset tulokset on nähtävillä liitteessä 1.



KUVA 5. Nyppyntymisen arvosteluasteikko neuleille.

TAULUKKO 10. Nyppyntymistestin tulokset

NÄYTE	PAINO ENNEN TESTIÄ (g)	HANKAUSKIERROKSET						PAINO TESTIN JÄLKEEN (g)
		125	500	1000	2000	5000	7000	
A	129,39	ei muutosta	ei muutosta	hieman irronnut nöyhtää	lievää nyppyntymistä	lievää nyppyntymistä	osittain muodostuneita nyppyjä	129,34
ARVOSANA		5	5	5	4	4	4	
B	129,38	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	kevyesti nöyhtänyt pinta	ei muutosta edelliseen	129,36
ARVOSANA		5	5	5	5	5	5	
C	129,07	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	pientä karheumaa ja nöyhtää	melko paljon nöyhtää, vähän nyppyjä	Selvästi nöyhtää ja nyppyjä	129,07
ARVOSANA		5	5	5	4-5	4	3-4	
D	129,49	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	lievää nöyhtää	lievää nöyhtää/nyppyä	129,30
ARVOSANA		5	5	5	5	4-5	4	

## 6.6 Värien pesunkesto

Testitulokset arvosteltiin silmämääräisesti, verraten kolme kertaa pestyjä näytteitä pesemättömiin materiaaleihin. Kaikki kankaat kestivät pesun haalistumatta selkeästi. Värimuutokselle ei annettu arvosanoja, eivätkä tulokset ole näin ollen verrattavissa Euratexin tai standardin suosituksiin.

## 6.7 Värien hienkesto

Värien hienkesto suoritettiin standardin EN-ISO 105-E04:2013 mukaisesti. Testi suoritettiin vain A, B ja C materiaaleille syyskuussa 2016. Materiaali D otettiin mukaan muita materiaaleja myöhemmin, joten sille ei ehditty suorittamaan testiä tämän tutkimuksen puitteissa. Testi suoritettiin molemmilla kerroilla huoneessa, jonka ilman lämpötila oli noin 21-astetta. Näytteet merkattiin materiaalitunnistein ja numeroin. Näytteet asetettiin lämpökaappiin pystysuorassa asennossa. Näytteitä ei arvosteltu arvostelukaapissa.

Tässä testissä kaikki materiaalit pärjäsivät hyvin ja tulokset olivat lähestulkoon samat kaikille. Osassa näytteistä oli havaittavissa hyvin lievää tahriutumista, mutta värinmuutosta ei tapahtunut yhdessäkään näytteessä.

Koska näytteitä ei arvosteltu arvostelukaapissa, eikä oikean sävyistä taustaa vasten, voivat tulokset olla epätarkkoja. Euratexin mukaan suositus värien hienkeston on 4, mutta potilasvaatestandardi ei ole antanut suositusta värien hienkeston osalta. Taulukoissa 11 - 12 on esitetty värinmuutoksen ja tahriutumisen arvosana molempien liuksien osalta. Arvosanaasteikolla on arvosanat 1 - 5. Mitä suurempi on arvosana, sitä parempi on tulos. Yhteenvedossa (luku 6.10) on ilmoitettu keskiarvosanat tahriutumiselle ja värinmuutokselle materiaaleittain.

TAULUKKO 11. Hapan hikiliuos tulokset

HAPAN LIUOS		
NÄYTE	ARVOSANA TAHRIU- TUMINEN	ARVOSANA VÄRIN- MUUTOS
A-1	4-5	5
A-2	5	5
B-1	5	5
B-2	5	5
C-1	5	5
C-2	5	5

TAULUKKO 12. Alkali hikiliuos tulokset

EMÄKSINEN (ALKALI)LIUOS		
NÄYTE	ARVOSANA TAHRIU- TUMINEN	ARVOSANA VÄRIN- MUUTOS
A-3	4-5	5
A-4	5	5
B-3	4-5	5
B-4	4-5	5
C-3	5	5
C-4	5	5

## 6.8 Värien hankauksenkesto

Värien hankauksenkesto testi suoritettiin 8.4.2017 Crockmeter nimisellä hankauslaitteella (kuva 6) standardin (SFS-EN ISO 105-X12) mukaisesti, mutta ei standardiolosuhteissa. Testaus suoritettiin huoneessa, jonka ilman lämpötila oli noin 22,3 astetta. Näytteet numeroitiin materiaalitunnuksilla ja numeroilla. Hankauslaitteessa käytettiin halkaisijaltaan 16 mm olevaa hankaustappia. Hankaus suoritettiin sekä kuiva-, että märkähankauksena. Märkähankauksessa käytettyjen standardien mukaisten hankauskankaiden kosteusprosentti oli 100 %. Näytteitä ei arvosteltu arvostelu-kaapissa, vaan päivänvalossa vaalean pöydän päällä.



KUVA 6. Crockmeter hankauslaite.

Sekä Euratexin, että potilasvaatetestandardin suositusten mukaan värien hankauksenkeston arvosanan tulee olla 3 (kuivahankaus) ja 3-4 (märkähankaus). Kaikkien testattujen materiaalien osalta tulokset jäivät reilusti suositusten yläpuolelle. Materiaalissa A ei tapahtunut muutosta kuivahankauksessa, mutta hyvin lievää tahriutumista oli märkähankauksessa havaittavissa. Materiaalilla B oli ihan aavistus tahriutumista sekä kuiva-, että

märkähankauksessa. Materiaaleilla C ja D oli puolestaan aavistus tahriutumista kuivahankauksessa, mutta ei märkähankauksessa. Tulokset perustuvat visuaaliseen arvioon, eikä näytteitä arvioitu standardinmukaisissa olosuhteissa. Näin ollen tulokset ovat arvionvaraisia. Standardinmukaisissa arvosteluolosuhteissa tulokset olisivat voineet poiketa saaduista tuloksista. Taulukoissa 13 -14 on esitetty kuiva- ja märkähankauksien arvosanat, sekä sanalliset arviot tahriutumiselle.

TAULUKKO 13. Kuivahankaus tulokset

NÄYTE	SUUNTA	ARVIO TAHRIUTUMINEN
A-1	kude	ei muutosta
ARVOSANA		5
A-2	loimi	ei muutosta
ARVOSANA		5
B-1	loimi	Hyvin lievä muutos. Hieman tummentumaa (irronnut nöyhtä poistettu ennen arviointia).
ARVOSANA		4-5
B-2	kude	Hyvin lievä muutos havaittavissa, hieman tummempi (irronnut nöyhtä poistettu ennen arviointia).
ARVOSANA		4-5
C-1	loimi	Ei selkeästi havaittavaa muutosta. Ehkä aavistuksen tummempi.
ARVOSANA		4-5
C-2	kude	Ei selkeästi havaittavaa muutosta. Ehkä aavistuksen tummempi.
ARVOSANA		4-5
D-1	loimi	Ei selkeästi havaittavaa muutosta. Ehkä aavistuksen tummempi.
ARVOSANA		4-5
D-2	kude	Ei selkeästi havaittavaa muutosta. Ehkä aavistuksen tummempi.
ARVOSANA		4-5

TAULUKKO 14. Märkähankaus tulokset

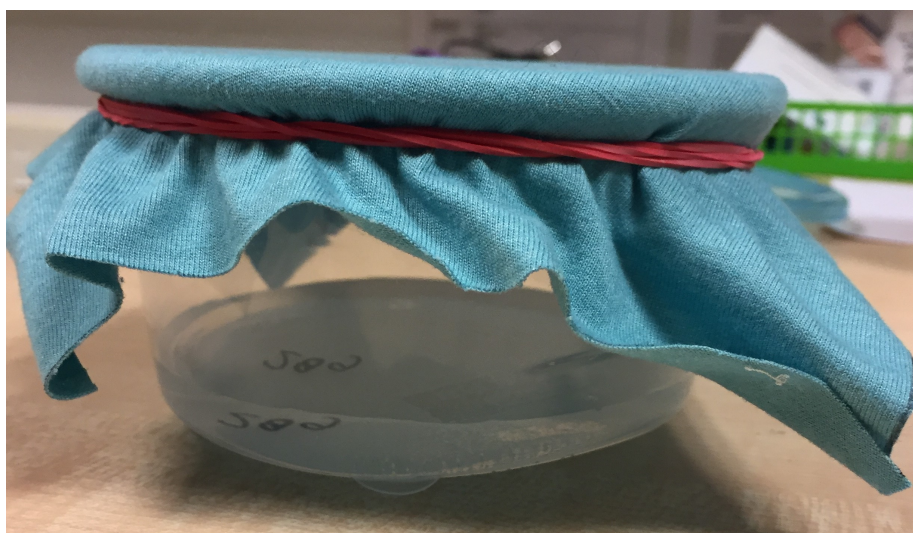
NÄYTE	SUUNTA	KOSTEUS	ARVIO TAHRIUTUMINEN
A-3	kude	100 %	Hyvin lievää tummentumaa havaittavissa.
ARVOSANA			4-5
A-4	loimi	100 %	Hyvin lievää tummentumaa havaittavissa.
ARVOSANA			4-5
B-3	loimi	100 %	Hyvin lievä muutos ja reilusti irronnutta nöyhtää, joka poistettu ennen arvostelua.
ARVOSANA			4-5
B-4	kude	100 %	Ei muutosta, mutta reilusti irronnutta nöyhtää, joka poistettu ennen arvostelua.
ARVOSANA			4-5
C-3	loimi	100 %	ei muutosta
ARVOSANA			5
C-4	kude	100 %	ei muutosta
ARVOSANA			5
D-3	loimi	100 %	ei muutosta
ARVOSANA			5
D-4	kude	100 %	Ei muutosta. Vähäinen irronnut nöyhtää poistettu näytteestä ennen arvostelua.
ARVOSANA			5

## 6.9 Hengittävyys

Hengittävyyden testaaminen suoritettiin niin kutsulla kuppimenetelmällä, huoneessa jossa ilman lämpötila oli noin 22 astetta. Testaus kesti 43,15 tunnin ajan. Aikaisemmin ilmoitetun kaavan 1 avulla lasketut tulokset olivat kaikilla materiaaleilla hyvin samankaltaisia. Jokainen materiaali päästi vesihöyryä lävitse 805 - 863 g/m<sup>2</sup> 24 tunnin aikana. Pelkän vettä sisältäneen kupin tulos oli 4720 g/m<sup>2</sup>/24 h. Aikaisemmin, muussa yhteydessä, olen suorittanut saman testin hengittäville ulkovaatekankaille. Tuolloin tulokset sijoituivat 250 – 410 g/m<sup>2</sup>/24 h välille. Tässä työssä kaikki näytteet ovat tii-

viitä neuloksia. Löyhässä palttinasidoksisessa kankaassa vesihöyrynläpäisy olisi todennäköisesti korkeampi, sillä palttinasidoksisessa kankaassa on havaittavissa reikiä, joista vesihöyry pääsee suoraan läpi. Neuloksissa rakenne on ilmava, mutta tiivis eikä vesihöyry pääse niin helposti tunkeutumaan suoraan rakenteen lävitse.

Materiaaleilla A (kuva 7) ja C tulokset olivat  $863 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$  ja näin ollen hieman korkeammat kuin materiaaleilla B ja D. Molempien materiaalien (A ja C) rakenne on näytteiden B ja D rakennetta löyhempää ja näin ollen vesihöyry pääsee kulkemaan niiden läpi helpommin. Materiaalien B ja D tulokseksi saatiin  $805 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$ . Ero tuloksien välillä ei ollut suuri, ainoastaan  $58 \text{ g/m}^2/24 \text{ h}$ . Näiden tuloksien perusteella kaikki materiaalit ovat hengittäviä ja päästävät vesihöyryä hyvin läpi. Tämän testin tulokset on luettavissa taulukosta 15.



KUVA 7. Vesihöyrynläpäisy testi kuppimenetelmällä, materiaali A.

TAULUKKO 15. Vesihöyrynläpäisy tulokset

NÄYTE	VEDEN MÄÄRÄ (g)	PAINO ENNEN TESTIÄ (g)	PAINO TESTIN JÄLKEEN (g)	VETTÄ HAIHTUNUT (g)	HENGIT- TÄVYYS g/m <sup>2</sup> /24h
A-1	102	110	95	15	863
B-1	102	110	96	14	805
C-1	99	106	91	15	863
D-1	97	105	91	14	805
VESI	114	114	77	37	4720

Materiaalien veden kapillaarikuljetuksen mittaustulokset olivat melko eriävät materiaalien välillä. Materiaalit A ja D alkoivat imeä vettä saman tien ja vesi nousi nopeasti. Veden nousu hidastui selkeästi 60 sekunnin jälkeen. Lopullisessa nousukorkeudessa, 180 sekunnin kohdalla oli näiden kahden materiaalin välillä jo parin sentin ero. Näytteiden (A ja D) kuivumiseen meni lähes sama aika, vaikka materiaali A imi selkeästi enemmän vettä. Tehtyjen testien perusteella voidaan näiden materiaalien osalta todeta, että molemmat materiaalit hengittävät hyvin ja imevät kosteutta.

Materiaalit B ei alkuun imenyt vettä ollenkaan. Vasta 60 sekunnin jälkeen vesi alkoi hyvin hitaasti nousta. 180 sekunnin kohdalla vesi oli noussut kuitenkin vain noin puolen sentin korkeuteen. Kuivumiseen kului reilu tunti. Materiaalin tuntu oli kuiva vielä sen ollessa kostea. Tehtyjen testien perusteella voidaan todeta, että mikrokuidun ominaisuudet tulivat hyvin esiin tässä materiaalissa. Materiaali hengittää hyvin, kuivuu nopeasti, mutta ei ime juurikaan kosteutta.

Materiaali C ei imenyt vettä lainkaan, mutta tuntui kuitenkin hyvin märältä testin päätyttyä. Kuivumiseen kului puoli tuntia, vaikka vesi ei imeytynyt materiaaliin lainkaan. Materiaali C vaikuttaa tuloksien perusteella hiostavalta, sillä kosteus ei imeydy siihen, mutta materiaali jää tuntumaan märältä. Tämä materiaali oli valmistettu 100 % polyesteristä, joka ei ime vettä. Tämän testin tulokset on luettavissa taulukosta 16.

TAULUKKO 16. Veden kapillaarinousu tulokset

NÄYTE	AIKA (s)				KUIVUMIS-AIKA (min)
	10	30	60	180	
A	2,5 cm	5 cm	7 cm	9 cm	102
B	0 cm	0 cm	0,1 cm	0,5 cm	83
C	0 cm	0 cm	0 cm	0 cm	30
D	1,5 cm	3 cm	5 cm	7 cm	97

Halusin vielä nähdä, miten kukin materiaali reagoi näytteen oikealle puolelle pudotettuun vesipisaraan. Tällä halusin havainnollistaa materiaalien vedenläpäisyn ulkopuolelta sisäpuolelle. Pudotin saman kokoiset vesipisarot pillingissä käytettyjen näytteiden päälle. Yhden pisaran näytteen hangattuun kohtaan, ja yhden hankaamattomaan.

Materiaali A imi pisaran heti molemmissa kohdissa, ja kosteus levisi noin 3 cm:n alueelle. Muihin pisara jäi ehjäksi, näytteen pinnalle. Arviolta minuutin kuluttua myös materiaali B alkoi hitaasti imeä vesipisaran itseensä, hangatusta kohdasta. Kosteus levisi noin yhden cm:n alueelle. Pisara, joka pudotettiin hankaamattomalle kohdalle, ei ollut imeytynyt vielä 10 minuutin kuluttuakaan. Mikrokuidulle ominaista on juuri tämä, että pisara jää ehjänä materiaalin pinnalle, eikä imeydy. Tämän tiedon pohjalta voidaan todeta, että materiaalin mikrokuidulle ominainen rakenne oli selkeästi muuttunut hankauskohdasta, koska pisara lopulta imeytyi materiaaliin. Tämän testin perusteella on kuitenkin vaikea sanoa, huonontaako vai parantaako kuluminen valmiin vaatteiden ominaisuuksia.

Materiaalit C ja D eivät imeneet pisaraa kummastakaan kohdasta vielä kymmeneen minuuttiin mennessä. Lisäksi näytteitä heiluteltaessa vesipisarot eivät hajonneet, vaan ”liukuivat” materiaalien pinnoilla. Kuten aikaisemmin jo todettiin, on tämä ominaisuus mikrokuidulle ominaista.

#### 6.10 Tuloksien yhteenveto

Taulukossa 17 on esitetty yhteenvetona suoritettujen testien materiaali-kohtaiset tulokset. Yksikään materiaali ei erottunut selkeästi joukosta.

Kaikkien standardinmukaisten testien tulokset ylsivät kaikilla materiaaleilla suositusten yläpuolelle, tai vähintään niiden tasolle. Materiaalien tulokset eivät ole suoraan verrannollisia keskenään, sillä vain yhdessä materiaalissa oli mukana luonnonkuitua. Kolme materiaaleista oli valmistettu mikro-kuiduista. Kaksi materiaaleista sisälsi elastaania ja vain yksi oli valmistettu 100-prosenttisesti yhdestä raaka-aineesta.

Materiaalin A huonoimmat tulokset tulivat mittamuutoksissa, jossa kutistuvuus oli kaikista suurinta muihin materiaaleihin verrattuna. Nyppyntymistä ja nöyhtäytymistä oli havaittavissa, mutta ne olivat vähäisiä. Materiaali haalistui melko paljon hankauksen vaikutuksesta, mutta haalistumisen määrä oli arviolta sama kuin materiaalilla C. Värien hienkeston ja hankauksen tulokset olivat materiaalilla A erinomaiset. Lisäksi materiaali A oli ainoa, joka sisältää myös luonnonkuitua, eikä se ollut valmistettu mikro-kuiduista.

Materiaali B puolestaan säilyi visuaalisesti muuttumattomimpana kaikissa testeissä. Sen kutistuvuus oli vähäistä, hankauksenkesto erinomainen vaadittuun tasoon asti. Elastaanikuitujen nouseminen hankauksen ylittäessä 20 000 kierrosta aiheutti kuitenkin epäilyksiä elastaanikuidun kestävydestä vaatteessa, johon kohdistuu usein toistuvaa pesua ja hankaavaa kulutusta. Lisäksi materiaaleille tehty pisaratesti viittasi siihen, että mikro-kuidun ominaisuudet muuttuivat hankauksen seurauksena.

Materiaalin C tulokset ylsivät yhtäläillä vaaditulle tasolle. Se ei juuri kutistunut pesussa, ja sai hyvät arvosanat värien hien- ja hankauksenkestotesteistä. Tämän materiaalin huonoksi ominaisuudeksi osoittautui sen pinnan runsas nyppyntyminen, jossa kuidut sotkeutuivat takkuisiksi ja karheantuntuiseksi materiaalin pinnalle. Lisäksi veden kappilaarinousutestin perusteella materiaali vaikutti hiostavalta. Se ei imenyt vettä, mutta tuntui kuitenkin märältä ja kuivui hitaasti.

Materiaali D tuntui pehmeimmältä ja paksuimmalta materiaalilta. Tässä raaka-aineiden sekoitussuhde oli sama kuin materiaalilla C (90 % PES ja 10 % EL). Tuntu oli kuitenkin hyvin erilainen sen harjatun nurjan puolen

vuoksi. Materiaali kutistui hieman enemmän kuin materiaalit B ja C, mutta vähemmän kuin materiaali A. Nyppyntymistestin tulos oli aavistuksen materiaalia A parempi, eli nyppyjä oli vähänlaisesti havaittavissa. Hengittävyys oli hyvä, ja materiaali imi hyvin kosteutta, vaikka ei päästänyt neste-mäistä kosteutta läpi. Tälle materiaalille ei suoritettu hienkestotestiä lainkaan.

TAULUKKO 17. Materiaalikohtaiset testitulokset

TESTI	STANDARDI	MATERIAALI A		MATERIAALI B		MATERIAALI C		MATERIAALI D	
		pituus	leveys	pituus	leveys	pituus	leveys	pituus	leveys
<b>MITTAMUUTOKSET</b>									
pesu ja kuivaus	-	4 %	2 %	2 %	1 %	2 %	1 %	3 %	2 %
<b>MEKAANISET JA FYYSISET OMINAISUUDET</b>									
Hankauskesto (12 kPa)	EN-ISO 12947-2	≥ 22 500		≥ 22 500		≥ 22 500		≥ 8 000	
Piilinki	EN-ISO 12945-2	125 krs	5	125 krs	5	125 krs	5	125 krs	5
		500 krs	5	500 krs	5	500 krs	5	500 krs	5
		1000 krs	5	1000 krs	5	1000 krs	5	1000 krs	5
		2000 krs	4	2000 krs	5	2000 krs	4-5	2000 krs	5
		5000 krs	4	5000 krs	5	5000 krs	4	5000 krs	4-5
		7000 krs	4	7000 krs	5	7000 krs	3-4	7000 krs	4
<b>VÄRINKESTOT</b>									
		värinmuutos	tahriutuminen	värinmuutos	tahriutuminen	värinmuutos	tahriutuminen	värinmuutos	tahriutuminen
hiki, hapen	EN-ISO 105-E04	5	5	5	5	5	5		
hiki, alkali (emäs)		5	5	4-5	5	5	5		
hankaus, kuiva	EN-ISO 105-X12		5		4-5		4-5		4-5
hankaus, märkä			4-5		4-5		5		5
<b>MUUT TESTAUKSET</b>									
Vesihöyrynläpäisy	-	863	g/m <sup>2</sup> /24h	805	g/m <sup>2</sup> /24h	863	g/m <sup>2</sup> /24h	805	g/m <sup>2</sup> /24h

## 7 YHTEENVETO

Potilasvaatteet ovat yhteiskäyttöisiksi suunniteltuja vaatteita, joita huolletaan usein, ja jotka kiertävät käytössä asiakkaalta toiselle. Mallien ja ominaisuuksien on sovelluttava erikuntoisille ja -kokoisille potilaille. Vaatteen on oltava mukavan tuntuinen päällä ja visuaalisesti miellyttävä. Potilasvaatteiden materiaalien ominaisuuksia voidaan kartoittaa erilaisilla testausmenetelmillä ja kokeilla.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia eri potilasvaatemateriaalien ominaisuuksia ja soveltuvuutta potilasvaatteeseen. Tutkimus suoritettiin toimeksiantona Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy:lle. Tutkimusta varten kasattiin pohjatietoa alan julkaisuista ja standardeista. Materiaalien ominaisuuksien tutkiminen suoritettiin erilaisilla testauksilla ja kokeilla. Kaikki tavoitteena olleet tutkimukset saatiin suoritettua. Tutkimuksen avulla saatuja tuloksia tullaan hyödyntämään yrityksen potilasvaatemalliston tuotekehityksessä.

Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy aikoo julkaista uuden potilasvaatemallistonsa vuoden 2018 aikana. Tutkimuksia materiaaleille jatketaan, kunnes ensimmäiset potilasvaatteiden koe-erät ovat saapuneet. Valmiille tuotteille tullaan suorittamaan käyttökokeita, ja mallistoa pilotoidaan erikseen valittavilla asiakkailla. Tuotekehitystä jatketaan saatujen kommenttien ja käyttökokemusten perusteella, ennen ensimmäisten, lopullisten erien käyttöönottoa.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

Boncamber, I. 2011. Tekstiilioppi-Kuituraaka-aineet. Tampere: Tammerprint Oy.

Laurila, K. 1988. SFS-tiedotus 20. Helsinki: SFS ry.

Risikko, T. & Marttila-Vesalainen, R. 2006. Vaatteet ja haasteet. Helsinki: WSOY.

Räisänen, R., Rissanen, M., Parviainen, E. & Suonsilta, H. 2017. Tekstiilien Materiaalit. Oy Finn Lectura Ab, Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.

SFS 7500:2017. Sairaalatekstiilit. Potilasvaatteet. Trikoopyjama, -yöpaita ja -avopaita. Helsinki: SFS ry.

SFS-EN 20105-A02, 1995. Tekstiilit. Värinkestot. Osa A02: Harmaa-asteikko värinmuutoksen arvostelemiseksi. Helsinki:SFS ry.

SFS-EN 20105-A03, 1995. Tekstiilit. Värinkestot. Osa A03: Harmaa-asteikko tahriutumisen arvostelemiseksi. Helsinki:SFS ry.

SFS-EN ISO 105-E04, 2009. Tekstiilit. Värinkestot. Osa E04: Värien hienkesto. Helsinki:SFS ry.

SFS-EN ISO 105-X12, 2003. Tekstiilit. Värinkestot. Osa X12: Värien hankauksenkesto. Helsinki:SFS ry.

Talvenmaa.P. 2002. Tekstiilit ja ympäristö. 2. uudistettu painos. Kainuun Sanomat Oy, Arkkipaino.

### Elektroniset lähteet

Pajula L., 2015. Pro gradu –tutkielma [viitattu 18.2.2017]. Saatavissa: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/156142/Pro\\_gradu\\_Laura\\_Pajula\\_2015.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/156142/Pro_gradu_Laura_Pajula_2015.pdf?sequence=2)

Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy 2017c. Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy [viitattu 16.2.2016]. Saatavissa: <http://www.phth.fi/etusivu>.

Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy. 2017a. Palvelut [viitattu 16.2.2016]. Saatavissa: <http://www.phth.fi/palveluttuotteet>.

Päijät-Hämeen Tekstiilihuolto Oy. 2017b. Kokonaisvaltaista laatua [viitattu 16.2.2016]. Saatavissa: <http://www.phth.fi/laatu>.

SFS ry, 2017. Uutiset. Uusi potilasvaatstandardi ilmestyy kevään aikana [viitattu 6.4.2017] Saatavissa: [https://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiset/uusi\\_potilasvaatstandardi\\_ilmestyy\\_kevaan\\_aikana.4260.news](https://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiset/uusi_potilasvaatstandardi_ilmestyy_kevaan_aikana.4260.news).

## LIITTEET

### LIITE 1 Nyppyntymistestin tulokset

NÄYTE	PAINO ENNEN TESTIÄ (g)	125	500	1000	2000	5000	7000	PAINO TESTIN JÄLKEEN (g)
A-1	129,39	ei muutosta	ei muutosta	hieman irronnut nöyhtää	lievää nyppyyntymistä	lievää nyppyyntymistä	osittain muodostuneita nyppyjä	129,34
ARVOSANA		5	5	5	4	4	4	
A-2	129,29	ei muutosta	ei muutosta	hieman irronnut nöyhtää	lievää nyppyyntymistä	lievää nyppyyntymistä	osittain muodostuneita nyppyjä	129,26
ARVOSANA		5	5	5	4	4	4	
A-3	129,09	ei muutosta	ei muutosta	hieman irronnut nöyhtää	lievää nyppyyntymistä	lievää nyppyyntymistä	osittain muodostuneita nyppyjä	128,90
ARVOSANA		5	5	5	4	4	4	
A-4	129,64	ei muutosta	ei muutosta	hieman irronnut nöyhtää	lievää nyppyyntymistä	lievää nyppyyntymistä	osittain muodostuneita nyppyjä	129,60
ARVOSANA		5	5	5	4	4	4	
NÄYTE	PAINO ENNEN TESTIÄ (g)	125	500	1000	2000	5000	7000	PAINO TESTIN JÄLKEEN (g)
B-1	129,27	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	kevyesti nöyhtänyt pinta	ei muutosta edelliseen	129,25
ARVOSANA		5	5	5	5	5	5	
B-2	129,24	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	kevyesti nöyhtänyt pinta (tässä näytteessä eniten)	ei muutosta edelliseen	129,22
ARVOSANA		5	5	5	5	5	5	
B-3	129,03	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	kevyesti nöyhtänyt pinta	ei muutosta edelliseen	129,00
ARVOSANA		5	5	5	5	5	5	
B-4	129,38	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	kevyesti nöyhtänyt pinta	ei muutosta edelliseen	129,36
ARVOSANA		5	5	5	5	5	5	

NÄYTE	PAINO ENNEN TESTIÄ (g)	125	500	1000	2000	5000	7000	PAINO TESTIN JÄLKEEN (g)
C-1	129,07	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	pieniä karheumaa ja nöyhtää	melko paljon nöyhtää, vähän nyppyjä	Selvästi nöyhtää ja nyppyjä	129,07
<b>ARVOSANA</b>		5	5	5	4-5	4	3-4	
C-2	128,96	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	pieniä karheumaa ja nöyhtää	Melko paljon nöyhtää, vähän nyppyjä	Selvästi nöyhtää ja nyppyjä	128,97
<b>ARVOSANA</b>		5	5	5	4-5	4	3-4	
C-3	128,70	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	pieniä karheumaa ja nöyhtää	melko paljon nöyhtää, vähän nyppyjä	Selvästi nöyhtää ja nyppyjä	128,71
<b>ARVOSANA</b>		5	5	5	4-5	4	3-4	
C-4	129,20	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	pieniä karheumaa ja nöyhtää	Melko paljon nöyhtää, vähän nyppyjä	Selvästi nöyhtää ja nyppyjä	129,22
<b>ARVOSANA</b>		5	5	5	4-5	4	3-4	

NÄYTE	PAINO ENNEN TESTIÄ (g)	125	500	1000	2000	5000	7000	PAINO TESTIN JÄLKEEN (g)
D-1 (harmaa näyte)	129,43	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	lievää nöyhtään- tymistä	129,28
<b>ARVOSANA</b>		5	5	5	5	5	4-5	
D-2 (harmaa näyte)	129,49	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	lievää nöyhtää	lievää nöyhtää/nyppyä	129,30
<b>ARVOSANA</b>		5	5	5	5	5	4	
D-3 (turkoosi näyte)	129,28	ei muutosta	ei muutosta	lievää irtonnöyhtää ja nyppyä	lievää irtonnöyhtää ja nyppyä	ei muutosta edelliseen	lievää nyppyä (näyteen väri vaaleampi, näkyy paremmin)	129,25
<b>ARVOSANA</b>		5	5	4-5	4-5	4-5	4	
D-4 (harmaa näyte)	129,15	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	ei muutosta	lievää nöyhtää	lievää nöyhtään- tymistä ja nyppyä	129,66
<b>ARVOSANA</b>		5	5	5	5	4-5	4	