



# Kuitukangastestausmenetelmien kartoitus

Pauliina Nurminen

OPINNÄYTETYÖ  
Kesäkuu 2019

Biotuote- ja prosessitekniikka  
Biotuotetekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Biotuote- ja prosessitekniikka  
Biotuotetekniikka

NURMINEN PAULIINA  
Kuitukangastestausmenetelmien kartoitus

Opinnäytetyö 50 sivua  
Kesäkuu 2019

---

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Tampereen ammattikorkeakoulun (TAMK) tekstiili- ja paperilaboratorioiden laitteiston soveltuvuutta kuitukankaan testaukseen. Tavoitteena oli selvittää, kuinka hyvin testaukset voidaan suorittaa globaalin kuitukangasjärjestö EDANAn vuonna 2015 julkaiseman menettelyn mukaisesti. Tarkoituksena oli saada selville, mitä testauksia TAMK voi maksupalveluliiketoimintana tarjota kuitukangastestausta tarvitseville yrityksille. Tässä opinnäytetyössä on otettu tarkempaan tarkasteluun kymmenen kuitukankaan tärkeää ominaisuutta sekä testausolosuhteet. Tutkittavat ominaisuudet valittiin suurilta osin Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy:lle tehdyn haastattelun perusteella.

Tutkittaviksi ominaisuuksiksi valikoituivat neliömassa, paksuus, ilmanläpäisevyys, vetolujuus ja venymä, jäykkyys, puhkaisulujuus, repäisyjujuus, vedenhylkivyyys, hydrostaattinen paineen kesto sekä kulutuskestävyys. Työn kokeellinen osuus suoritettiin tutustumalla EDANA-kuitukangasstandardeihin sekä tekstiili- ja paperilaboratorioiden laitteistoon.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiili- ja paperilaboratorio soveltuvat olosuhteiden ja tutkittujen ominaisuuksien osalta melko hyvin kuitukankaan testaukseen. Suurin osa mittauksista tulee suorittaa tekstiililaboratoriossa, sillä sen laitteisto vastaa paremmin EDANA-kuitukangasstandardien vaatimuksia. Ainoastaan puhkaisulujuusmittaus on suoritettava paperilaboratorion laitteella. Tutkituista ominaisuuksista paksuus- ja jäykkyysmittaukset ovat sellaisia, joita ei voida täysin testata EDANA-standardien mukaan laboratorioiden nykyisellä laitekannalla.

Tampereen ammattikorkeakoulu voi maksupalveluliiketoimintana tarjota kuitukangastestausta kaikkien muiden, paitsi paksuuden ja jäykkyyden testaukseen. Uusina laitehankintoina TAMK voisi harkita näiden laitteiden hankintaa.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Bioproduct and Process Engineering  
Bioproduct Engineering

NURMINEN PAULIINA  
The Survey of Nonwoven Testing Method

Bachelor's thesis 50 pages  
June 2019

---

This thesis studied the suitability of textile and paper laboratory instruments of Tampere University of Applied Sciences for testing nonwoven fabrics. The purpose was to find out how well the testing can be carried out in accordance with the procedure published in 2015 by the global nonwoven organization EDANA. The target was to find out what testing TAMK can offer as a payment service business to companies that need nonwoven testing. The properties were mainly selected on the basis of an interview with Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy.

Mass per unit area, air permeability, tensile strength and elongation, stiffness, bursting strength, evaluation of water penetration, hydrostatic pressure and abrasion resistance were selected as the properties studied. In addition to the properties, the study focused on the laboratory testing conditions. The work was carried out by examining the standards of nonwoven fabric and the laboratory instruments.

The result of the study indicate that the textile and paper laboratories of Tampere University of Applied Sciences are well suited for testing nonwoven fabric in the terms of conditions and studied properties. Most of measurements must be done at the textile laboratory, as its instruments better meets the requirements of EDANA nonwoven fabric standards. Only the bursting strength must be performed using the paper laboratory instrument. Of the properties studied, thickness and stiffness measurements are those that cannot be fully tested according to EDANA standards in laboratories.

Tampere University of Applied Sciences can offer nonwoven fabric testing as payment service business for testing all but thickness and stiffness. TAMK could consider these new instrument acquisitions.

---

Key words: nonwoven, standard, EDANA

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	KUITUKANGAS .....	7
2.1	Yleistä .....	7
2.1.1	Määritelmä .....	7
2.1.2	Raaka-aineet .....	8
2.1.3	Tuotanto .....	10
2.2	Valmistus .....	10
2.2.1	Kuituverkon muodostaminen .....	10
2.2.2	Sidonta .....	12
2.2.3	Viimeistys .....	12
2.3	Tuotteet ja käyttökohteet .....	13
2.3.1	Hygieniatuotteet .....	13
2.3.2	Terveystuotteet .....	13
2.3.3	Pyyhintätuotteet .....	14
2.3.4	Suodatinmateriaalit .....	14
2.4	Ominaisuudet .....	15
2.5	Suomen kuitukangastoimijat .....	15
2.5.1	Valmistajat .....	15
2.5.2	Jalostajat .....	17
3	STANDARDIT .....	18
3.1	Määritelmä .....	18
3.2	Standardien tyypit .....	18
3.3	Laadinta .....	19
3.4	Standardisointijärjestöt .....	19
3.4.1	Kansainväliset standardisointijärjestöt .....	19
3.4.2	Eurooppalaiset standardisointijärjestöt .....	20
3.4.3	Suomen standardisointijärjestö .....	20
3.5	Kuitukankaiden standardisointi .....	21
3.5.1	Vahvistaminen suomalaisiksi standardeiksi .....	22
4	AHLSTROM-MUNKSJÖ TAMPERE OY .....	23
4.1	Tehdas ja tuotanto .....	23
4.2	Tuotteiden testaus .....	24
4.2.1	Perusmittaukset .....	24

4.2.2	Muut mittaukset .....	24
4.3	Standardien noudattaminen .....	25
5	EDANA-KUITUKANGASSTANDARDIT .....	27
5.1	Olosuhde .....	27
5.2	Neliömassa.....	27
5.3	Paksuus .....	28
5.4	Ilmanläpäisevyys .....	28
5.5	Vetolujuus ja venymä .....	29
5.6	Jäykkyys .....	30
5.7	Puhkaisulujuus.....	31
5.8	Repäisylujuus.....	32
5.9	Hydrostaattinen paineen kesto .....	33
5.10	Vedenhylkivyyys .....	33
5.11	Kulutuskestävyys.....	34
6	TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULUN LABORATORIOIDEN SOVELTUVUUS KUITUKANKAAN TESTAUKSEEN.....	36
6.1	Olosuhde .....	36
6.2	Neliömassa.....	36
6.3	Paksuus .....	37
6.4	Ilmanläpäisevyys .....	37
6.5	Vetolujuus ja venymä .....	38
6.6	Jäykkyys .....	38
6.7	Puhkaisulujuus.....	39
6.8	Repäisylujuus.....	40
6.9	Hydrostaattinen paineen kesto .....	41
6.10	Vedenhylkivyyys .....	42
6.11	Kulutuskestävyys.....	43
7	POHDINTA .....	44
7.1	Tutkimuksen tulokset.....	44
7.2	Johtopäätökset .....	45
	LÄHTEET.....	47

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiili- ja paperilaboratorion testausolosuhteiden ja laitteiston soveltuvuutta kuitukankaan testaukseen sekä selvittää, kuinka suurilta osin testaaminen onnistuu EDANA-kuitukangasstandardien mukaan. Osana opinnäytetyötä suoritettiin kuitukangastoimija Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy:lle haastattelu, jonka tarkoituksena oli kartoittaa kuitukankaita valmistavan yrityksen edesottamuksia kuitukankaan testauksessa. Tarkasteltavina aihealueina olivat toimijan kuitukankaaltaan vaatimat ominaisuudet, niiden testaaminen ja standardien käyttö testauksessa. Haastateltavana toimi Tampereen tehtaan Quality Specialist Riikka Laulaja.

Työn teoriaosuus sisältää selvityksen kuitukankaasta ja standardeista sekä tietoa EDANA-kuitukangasstandardien sisällöstä. Tarkasteltaviksi ominaisuuksiksi valikoitui kuitukankaan perusominaisuuksia, lujuusominaisuuksia sekä vedenpitävyys ja -hylkivyysominaisuuksia. Ominaisuuksien valinnassa otettiin huomioon Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy:n tuotteistaan testaamat ominaisuudet. Työn kokeellinen osuus suoritettiin Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiili- ja paperilaboratorioissa tutustuen laboratorioden laitteistoon. Pohdinnassa on käyty läpi laboratorioden soveltuvuus kuitukankaan testaukseen valikoitujen ominaisuuksien osalta, ehdotettu muutamia laitehankintoja sekä arvioitu työn onnistumista.

## 2 KUITUKANGAS

### 2.1 Yleistä

Kuitukankaat ovat suoraan kuiduista valmistettuja tekstiilimateriaaleja. Kuidut sidotaan toisiinsa erilaisilla menetelmillä, jotta niistä saadaan aikaan yhtenäinen kokonaisuus. Sitomiseen ei käytetä neulontaa tai kudontaa eikä kuituja tarvitse ennen sidontaa valmistaa langoiksi. Kuitukankaat voivat olla erittäin kestäviä, käyttöältään rajallisia tai kertakäyttöisiä sekä niillä on laajat käyttömahdollisuudet aina teollisuudesta terveydenhuoltoon saakka. (Jirsak&Wadsward 1999,8; EDANA 2019a)

#### 2.1.1 Määritelmä

Kuitukangas on määritelty kansainvälisessä standardissa ISO 9092 ja eurooppalaisessa standardissa CEN EN 29092, joka on identtinen kansainvälisen standardin kanssa (EDANA 2019a). Tämä on myös vahvistettu suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi. Suomessa standardin on vahvistanut Suomen Standardisoimisliitto SFS ry toimialayhteistyössä TEVASTA ry:n kanssa. (SFS 2012) Kuitukangas on määritelty standardissa SFS-EN ISO 9092, seuraavasti:

Kuitukankaat ovat tekstiilimateriaalien rakenteita kuten kuituja, filamenttikuituja tai mitä tahansa alkuperää olevia katkottuja lankoja, joista on muodostettu verkkoja ja sidottu ne yhteen millä tahansa keinolla paitsi kudonnan, neulonnan, nypläyksen, punonnan tai tuftauksen rakentein. HUOM. Kalvo- ja paperirakenteita ei lasketa kuitukankaiksi. (SFS-EN ISO 9092 2012)

Kansainväliset kuitukangasjärjestöt European Disposables and Nonwovens Association (EDANA) ja Association of the Nonwoven Fabric Industry (INDA) ovat viime aikoina ehdottaneet kansainväliselle standardointijärjestölle kuitukankaan uutta määritelmää selkeyttämään ymmärrystä siitä, mikä kuitukangas on. (EDANA 2019a)

## 2.1.2 Raaka-aineet

Kuitukankaan raaka-aineina käytetään joko tekokuituja tai luonnonkuituja. Luonnonkuituja esiintyy luonnossa, kuten eläimissä ja kasveissa. Niitä on kuitenkin muokattava ennen käyttöä, jotta niistä voidaan muodostaa tekstiilejä. Luonnonkuidut voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: kasvikuituihin, eläinkuituihin ja mineraalikituihin, joista pääasiassa kasvikuituja käytetään kuitukankaiden valmistuksessa. Tekokuidut puolestaan valmistetaan teollisesti erilaisilla prosesseilla. Tekokuidut jaotellaan kolmeen pääryhmään: muuntokuituihin, synteettisiin kuituihin ja epäorgaanisiin kuituihin, joista kahdella ensimmäisellä on merkittävä rooli kuitukankaan raaka-aineena. Epäorgaaniset kuidut ovat esimerkiksi lasia tai metallia. Tekokuidut ovat halvempia ja helpommin työstettäviä raaka-aineita kuin luonnonkuidut, joten niiden käyttö on yleisempää kuitukankaiden valmistuksessa. (Räisänen, Rissanen, Parviainen & Suonsilta 2017,8)

### **Kasvikuidut**

Kasvikuituja ovat puuvilla, pellava, kapokki, juutti, hamppu, rami, sisal, manilla ja kookos. Näistä eniten tuotettu ja tärkein kuitukankaan valmistuksen kannalta on puuvilla. Puuvilla on siemenkuitu ja koostuu pääasiassa selluloosasta. Puuvillan ensisijainen käyttökohde on vaatetekstiileissä, sillä se tuntuu miellyttävältä ihoa vasten ja imee hyvin kosteutta. Hyvä kosteudenimukyky vähentää vaatteessa staattisen sähköön muodostumista. Muitakin kasvikuituja, kuten juuttia, käytetään kuitukankaiden valmistuksessa, mutta sen merkitys tuotannossa on vähäinen. (Räisänen ym. 2017, 26—46)

### **Muuntokuidut**

Muuntokuidut ovat tekokuituja, jotka valmistetaan luonnon polymeereistä, selluloosasta ja proteiinista. Merkittävin ja yleisin muuntokuitu kuitukankaiden raaka-aineena on viskoosi, joka on selluloosamuuntokuitu. Viskoosi muistuttaa ominaisuuksiltaan puuvillaa, mutta sen käyttö on huomattavasti edullisempaa. Sitä käytetään paljon vaatteiden tukimateriaaleissa, verhoilukankaissa sekä haavanhoito- ja hygieniatuotteissa, sillä viskoosilla on hyvä kosteudenimukyky, miellyt-

tävä tuntu ihoa vasten sekä sen sähköistyminen on vähäistä. Viskoosin heikkona ominaisuutena kuitukankaissa voidaan pitää sen alhaista lujuutta. Muista selluloosamuuntokuiduista modaali on viskoosin kaltainen, mutta lujempi ja pesunkesto-ominaisuuksiltaan parempi. Sen käyttö kuitukankaissa on vähäistä. (Räisänen ym. 2017, 92—95; Markula 1999, 89—90)

### **Synteettiset kuidut**

Synteettiset kuidut ovat myös tekokuituja, joiden raaka-aineet saadaan yleensä raakaöljyn jalostustuotteista. Raaka-aineet ovat pienimolekyylisiä yhdisteitä, jotka tuotantoprosessissa polymeroidaan pitkäketjuisiksi yhdisteiksi. Synteettisiä kuituja ovat polyesteri, polyamidi, akryyli, elastaani, polyolefiinikuidut ja polyaktidi. Polyesteri on kaikista tekstiilikuiduista eniten tuotettu ja merkittävin kuitukankaan raaka-aine, jota voidaan käyttää vaate- ja sisustustekstiileissä ja teknisissä tekstiileissä. Sitä sekoitetaan muuntokuituihin, eläinkuituihin ja kasvikuituihin tuomaan mekaanista ja kemiallista kestävyyttä. Polyesteri omaa hyvät yleisominaisuudet ja sitä on helppo muunnella käyttötarkoituksen mukaan. Se on lujaa ja kimmoisaa sekä kestää hankausta, omaa hyvät kosteudensiirto- ja vedenpitävyysominaisuudet sekä palonkesto-ominaisuudet. (Räisänen ym. 2017, 74—81)

Muita merkittäviä synteettisiä kuitukankaissa käytettäviä kuituja ovat polypropeeni, polyakryyli ja modakryyli, joita tuotetaan huomattavasti vähemmän kuin polyesteriä. Polypropeeni on polyolefiinikuitu, josta lämpösidonnan avulla saadaan helposti valmistettua erilaisia kankaita. Polypropeenia käytetään esimerkiksi suojavaatteissa ja teknisissä tekstiileissä, sillä se omaa hyvät lujuusominaisuudet ja on hinnaltaan suhteellisen edullinen. Edullisen hintansa vuoksi polypropeenista voidaan valmistaa kertakäyttöisiä tuotteita, kuten kirurgisia tekstiilejä. Polyakryylin sekä modakryylin pääkomponenttina toimii akrylinitriitti ja molemmat antavat hyvin samankaltaiset ominaisuudet kuitukankaalle. Polyakryyli kestää hyvin kemikaaleja sekä UV-valoa. Sitä käytetään enimmäkseen suodatinmateriaaleissa ja teknisissä tekstiileissä. Modakryyli valitaan kuitukankaan raaka-aineeksi, mikäli kankaalta vaaditaan hyviä palonkesto-ominaisuuksia.

Modakryyli syttyy ja palaa huonosti, joten se on hyvä valinta esimerkiksi suoja-vaatetuksen ja sisustustekstiilien raaka-aineeksi. (Räsänen ym. 2017, 88—89; Markula 1999, 115—119)

### **2.1.3 Tuotanto**

Kuitukankaan tuotanto on kannattavaa ja se on nopeasti kasvava tekstiiliteollisuuden ala. EDANAn (2018) viimeisimmän raportin mukaan, tuotanto Euroopassa kasvoi vuonna 2017 edellisvuodesta 4,3%. Eniten kuitukankaasta valmistettiin edellisvuosien tavoin hygieniatuotteita, mutta merkittävässä kasvussa olivat terveydenhuolto- ja autoteollisuustuotteet sekä elektroniset materiaalit. Tuotannon kasvun lisääntyminen johtuu kuitukankaan yhä laajemmasta kysynnästä maailmalla. Etenkin hygieniatuotteiden kysyntä on taattu maapallon väkiluvun kasvaessa yhä suuremmaksi. (EDANA 2018)

## **2.2 Valmistus**

Kuitukankaan valmistukseen kuuluu kolme vaihetta: kuituverkon muodostaminen, sitominen ja viimeistys. Yleensä kaikki vaiheet suoritetaan samalla tuotantolinjalla peräkkäisinä prosesseina. Kaikilla vaiheilla on vaikutusta lopputuotteen ominaisuuksiin. (Jirsak&Wadsworth 1999,11, 51)

### **2.2.1 Kuituverkon muodostaminen**

Ensimmäinen vaihe kuitukankaan valmistuksessa on kuituverkon muodostaminen. Siihen on olemassa kolme päämenetelmää: kuiva-, märkä ja spunmelt-menetelmä. Kuivamenetelmää käytetään yleisesti tekstiilien valmistuksessa, märkämenetelmää paperinvalmistuksessa ja kehrumenetelmää esimerkiksi muovien valmistuksessa. Päämenetelmien lisäksi on muitakin menetelmiä, jotka ovat selvästi harvinaisempia kuitukankaan valmistuksessa. Menetelmä valitaan kuidun raaka-aineen, kuidun pituuden ja verkolta vaadittavien ominaisuuksien mukaan. (Wulhorst, Gries & Veit 2006, 169)

### **Kuivamenetelmä**

Kuivamenetelmän kaksi päätapaa ovat karstausta ja ilmaveitys, jotka ovat käytetyimpiä menetelmiä kuitukankaan valmistuksessa. Karstauksessa kuitukimput avataan ja syötetään karstalle, jossa ne sylinterin avulla kammataan ja saadaan järjestäytymään tasaiseksi verkoksi. Sylinterissä olevat piikit sekä piikkien sijainnit määrittävät kuitukankaan painon sekä kuitujen suunnan valmiissa verkossa. Tässä mekaanisessa prosessissa kuituverkot saavat hyvän vetolujuuden ja alhaisen venymän. Ilmaveityksessä yksittäisiksi erotellut kuidut syötetään ilmavirran avulla satunnaisissa suunnissa kuljetinhihnalle. Menetelmässä kuidut voivat olla hyvinkin lyhyitä ja toisin kuin karstauksessa, valmiin kuituverkon tiheys on alhainen, mutta pehmeys huomattavasti parempi. (EDANA 2019b; Russell 2007,80)

### **Märkämenetelmä**

Märkämenetelmä muistuttaa hyvin paljon paperinvalmistusta. Tässä menetelmässä hauraiden kuitujen sekä vähäisen kuitumäärän avulla pystytään valmistamaan kestävä kuitukangasta. Märkämenetelmässä kuidut lietetään aluksi veden muodostamaan vesi-kuituseos. Seos syötetään viiran päälle, jossa sylinterien avulla kuidut lujitetaan puristamalla ylimääräinen vesi pois. Vedenpoiston jälkeen verkko kuivataan ja siihen lisätään sideaineita. (EDANA 2019b)

### **Spunmelt-menetelmä**

Spunmelt-menetelmän perusperiaate on muodostaa ensin kuitu ja sen jälkeen kuituverkko suoraan termoplastisista polymeereistä. Käytetyimmät kuidut ovat polyesteri, polyamidi ja polypropeeni. Spunmelt-menetelmän kaksi tapaa ovat spunlaid ja meltblow. Menetelmiä voidaan käyttää yhdessä tai erikseen. Spunlaid-menetelmässä polymeerirakeet sulatetaan ja puristetaan suuttimien läpi jatkuviksi kuiduiksi eli filamenttikuiduiksi. Tämän jälkeen kuidut jäädytetään ja siirretään hihnalle, jossa kuiduista muodostuu verkko. Muodostunut verkko sitoutuu termisesti hihnalla, kun kuidut ovat vielä pehmeitä. Meltblow- eli puhalusmenetelmässä polymeereistä muodostetaan todella ohuita mikrokuituja pu-

ristamalla ne pienireikäisen suuttimen läpi kuumaan ja virtaavaan ilmaan. Tämän jälkeen viileän ilmavirran avulla kuidut saadaan asetettua viiralle muodostamaan luja kuituverkko. (EDANA 2019b)

### **2.2.2 Sidonta**

Kuituverkon muodostamisen jälkeen verkko sidotaan halutun lujuuden, joustavuuden ja tiheyden aikaansaamiseksi. Sitominen suoritetaan kemiallisesti, mekaanisesti tai lämmön avulla. Kemiallinen sidonta tapahtuu esimerkiksi ruiskuttamalla tai kyllästäväällä nestepohjaisia sidonta-aineita kuitujen muodostamaan verkkoon. Näin saadaan aikaan kuitujen liimautuminen toisiinsa. Mekaaninen sidonta suoritetaan pääasiassa neulaamalla, vesineulaamalla tai tikkisidonnalla, joissa mekaanisella rasituksella kuidut sekoitetaan ja ikään kuin sotketaan kiinni toisiinsa. Neulaaminen soveltuu useimmille kuitutyypeille varsinkin, kun lujuus on tärkeässä roolissa lopputuotteessa. Se on myös ympäristöystävällinen sidontatapa, sillä siinä ei käytetä kemikaaleja eikä korkeaa lämpötilaa. Sidonta lämmön avulla onnistuu hyväksikäyttämällä synteettisten kuitujen termoplastisia ominaisuuksia sidosten muodostamiseen. (EDANA 2019b).

### **2.2.3 Viimeistys**

Viimeistyksen avulla kuitukangas voidaan muokata yksilöllisesti asiakkaan tarpeiden mukaiseksi ja luoda sille tarkoituksenmukaisia loppukäyttöominaisuuksia. Viimeistys on tarpeellista, jos tarvittavia ominaisuuksia ei saavuteta sopivalla raaka-aineella ja käytetyllä tuotantomenetelmällä. Viimeistys jaetaan merkävii-meistykseen, kuten värjäykseen, pesuun ja kemialliseen kyllästyksen sekä kuivaviimeistykseen, kuten kalanterointiin ja kohokuviointiin. Kuitukankaita voidaan myös esimerkiksi päällystää sekä laminoida eli yhdistellä muihin materiaaleihin tuomaan kankaalle parempia loppukäyttöominaisuuksia. (EDANA 2019b; Russell 2007, 368)

## **2.3 Tuotteet ja käyttökohteet**

Kuitukankailla on laajat käyttömahdollisuudet kuluttaja- ja teollisuustuotesoveluksissa ja loppukäyttökohteet voivat erota toisistaan huomattavasti. Ne voidaan jakaa käyttötarkoituksensa mukaan joko kertakäyttöisiksi, käyttöiältään rajallisiksi tai erittäin kestäviksi. Kuitukankaita voidaan myös yhdistellä muihin materiaaleihin oikeanlaisen tuotteen saavuttamiseksi. Kun tuote valmistetaan kuitukankaasta, sillä on korkea laatu, tuotteesta aiheutuvat kustannukset ovat pienemmät ja tuotantoprosessi on lyhyempi, kuin esimerkiksi neulomalla valmistetulla tuotteella. Suurin syy pienempiin kustannuksiin on kankaan valmistuksen aloittaminen suoraan kuidusta. Kuitukankaan käyttökohteita voivat olla esimerkiksi hygieniatuotteet, terveydenhuoltotuotteet, vaatteet, suodatinmateriaalit, rakennus- ja geotekstiilit, pyyhintätuotteet, pakkausmateriaalit ja sisustusmateriaalit. (INDA 2019a) Tarkempaan tarkasteluun on valittu kuitukangaslaatuja, joiden tuotanto on Suomessa merkittävässä roolissa.

### **2.3.1 Hygieniatuotteet**

EDANAn (2018) viimeisimmän raportin mukaan, kuitukankaasta on Euroopassa viime vuosina valmistettu eniten hygieniatuotteita, joiden osuus on ollut vajaan kolmanneksen koko tuotannosta. Hygieniatuotteisiin luetaan vauvojen vaipat, naisten hygieniatuotteet ja aikuisten inkontinenssituotteet. Kuitukankaita käytetään näissä sovelluksissa muun muassa päällyskerroksessa, sisäkerroksissa ja kiinnitysjärjestelmissä. Kuitukangas materiaalina tuo kuluttajalleen käyttömukavuutta ja edistää ihon terveyttä. Käytetyimmät valmistusmenetelmät ovat kuiva- ja kehrumenetelmä. (EDANA 2019c)

### **2.3.2 Terveydenhuoltotuotteet**

Kuitukankaat ovat tärkeä osa terveydenhuoltotuotteita, sillä ne antavat tuotteille vaatimusten mukaiset ominaisuudet ja ne voidaan muokata täyttämään potilashygienian vaatimukset. Terveydenhuollossa käytetyt kuitukankaat ovat kertakäyttöisiä ja ne voidaan heti käytön jälkeen hävittää, joka vähentää bakteerien ja

sairauksien leviämistä. Tuotteita ovat kirurgiset tekstiilit, kuten leikkausaliliinat ja suojavaatteet, sekä hoitotekstiilit, kuten haavanhoitotuotteet, kipsinaluspehmusteet ja käärinliinat. Valmistus toteutetaan joko kuiva- tai kehrumenetelmällä. (Bartels 2011, 106—107, 117)

### **2.3.3 Pyyhintätuotteet**

Pyyhintätuotteita voivat olla henkilökohtaiseen hygieniaan, kodin siivoukseen tai teollisuuteen tarkoitettuja pyyhintätuotteita. Henkilökohtaiset hygienia tuotteet kattavat meikinpoistoliinat, kasvopyyhkeet ja vanulaput, desinfioivat käsipyyhkeet sekä intiimihygienialiinat. Niiltä vaaditaan helppokäyttöisyyttä ja hyviä puhdistusominaisuuksia ilman hankaamisesta johtuvaa ihon ärsytystä. Siivoustuotteita käytetään kodinhoidossa muun muassa pölyjen pyyhintään, lattian pesuun ja kylpyhuoneen desinfiointiin. Teollisilla pyyhintätuotteilla voidaan puhdistaa esimerkiksi koneita, kulkuneuvoja ja öljytahroja lattioilta. Erilaiset pyyhintätuotteet voivat olla joko kertakäyttöisiä tai määrätyn ajan kestäviä. Pyyhintätuotteiden valmistusmenetelmät vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan ja niiden valmistuksessa on käytetty kaikkia päämenetelmiä. (EDANA 2019c)

### **2.3.4 Suodatinmateriaalit**

Materiaalina kuitukangas tarjoaa erilaisia etuja suodatinmateriaaleille ja niitä voidaan muokata suodatusvaatimuksen mukaan. Kuitukangas valitaan materiaaliksi erityisesti silloin, kun vaatimuksena on nesteen tai kaasun tavallinen selkeytys sekä suodattimen pitkä ikä. Kuitukankaasta valmistettuihin suodinkankaisiin voidaan yhdistää myös muita materiaaleja lisäämään haluttuja ominaisuuksia. Suodattimia voidaan käyttää esimerkiksi ilman, nesteen, lämpötilan ja kemiallisten muodostelmien suodattamiseen. Valmistuksessa käytetään kaikkia päämenetelmiä. (Chapman 2011, 160—161, 173)

## 2.4 Ominaisuudet

Loppukäyttökohde määrittää suurilta osin kuitukankaalta vaadittavat ominaisuudet ja ominaisuuksia yhdistelemällä saadaan aikaan juuri käyttötarkoituksensa mukainen tuote. Tähän päästään valitsemalla sopiva raaka-aine, valmistusmenetelmä ja jälkikäsittelyprosessi. Kuitukankaiden erityisen luonteen vuoksi, voidaan lopputuotteelle saada aikaan käyttötarkoituksensa mukaiset ominaisuudet, joita ovat esimerkiksi imukyky, joustavuus, pehmeys, suodattavuus, nesteen hylkimiskyky ja ilmanläpäisevyys. Ulkonäöllisesti ja koostumuksellisesti kuitukankaat voivat näyttää hyvinkin paljon kudotuilta kankailta. (EDANA 2019c)

Kertakäyttöisiltä kuitukangassovelluksilta, kuten henkilökohtaiseen hygieniaan tarkoitetuilta tuotteilta, vaaditaan hyvää imukykyä, kustannustehokkuutta, tasalaatuisuutta, kierrätettävyyttä ja hengittävyttä. Erittäin kestäville loppukäyttökohteilta, kuten auton öljyn suodattimilta, puolestaan vaaditaan korkeaa murtokuormituksen kestoa, hyvää kulutuskestävyyttä ja suurta repäisylujuutta. (EDANA 2019c)

## 2.5 Suomen kuitukangastoimijat

Kuitukankaan elinkaari sisältää alkutuotannon, kuidunvalmistuksen, kuitukankaan valmistuksen ja jatkojalostuksen. Jalostajalta valmis kuitukangastuote menee joko vähittäiskauppaan tai brändinomistajalle, josta se jatkaa kuluttajan käyttöön. (Suominen Oyj 2019) Suomessa on kaikkien vaiheiden toimijoita, mutta tässä kappaleessa keskitytään Suomen suurimpiin kuitukankaiden valmistajiin ja jalostajiin.

### 2.5.1 Valmistajat

Suomessa on kaksi selvää markkinajohtajaa kuitukankaan valmistuksessa: Ahlstrom-Munksjö ja Suominen Oyj. Näillä yrityksillä on toimintaa useassa eri maassa, usealla eri mantereella. Nämä yritykset ovat myös maailman johtavan

kuitukangasjärjestö EDANAn jäsenyrityksiä. (Ahlström-Munksjö 2019; Suominen Oyj 2019)

### **Ahlstrom-Munksjö**

Ahlström-Munksjö valmistaa kuitupohjaisia, kestävän kehityksen mukaisia materiaaleja eri teollisuuden aloille sekä terveydenhuoltoon. Tuotteita ovat muun muassa suodatinmateriaalit, erikoispaperit, ruoka- ja juomapakkaukset sekä terveydenhuoltotuotteet. Ahlstrom-Munksjö on maailman johtava suodatinmateriaalien valmistaja muun muassa ilman ja nesteen suodattamiseen tarkoitetuissa tuotteissa. Yhtiön tavoitteena on laajentaa kuitupohjaisten materiaalien käyttöä arkisissa ratkaisuissa. (Ahlstrom-Munksjö 2019)

### **Suominen Oyj**

Suominen Oyj on maailman yhdeksänneksi suurin kuitukankaita valmistava yritys. Yritys valmistaa kuitukankaita rullatavarana, jotka se toimittaa jatkojalostajalle. Suomisella on kaksi liiketoiminta-aluetta, Convenience ja Care, joiden molempien päämarkkinat ovat Euroopan ja Amerikan alueilla. Convenience-liiketoiminta-alue kattaa yli 90% koko Suomen liikevaihdosta valmistuen pyyhintätuotteita niin henkilökohtaisen hygienian hoitoon kuin ammattikäyttöönkin. Care-liiketoiminta-alue kattaa hygieniatuotteet, kuten vaipat, sekä terveydenhuoltotuotteet, kuten haavanhoitotuotteet ja leikkaussaliliinat. (Suominen Oyj 2019)

### **Muut**

Muita suomalaisia kuitukangasvalmistajia ovat esimerkiksi Mediplast Sataside Oy, Intermedius ja Dafecor Oy. Porissa sijaitseva Mediplast Sataside Oy on alun perin suomalainen kuitukankaiden valmistaja, joka on nykyään ruotsalaisen Mediplast AB:n tytäryhtiö. Yritys käyttää raaka-aineenaan puuvillaa, josta se valmistaa laadukkaita ja steriilejä terveydenhuolto- ja hygienteekstiilejä. Intermedius toimii usealla eri teollisuuden alalla ja kuuluu Kiilto Family-konserniin. Tampereella sijaitseva yritys valmistaa kierrätyskuidusta neulaamalla polyesterihuopia muun muassa eristysmateriaaleiksi. Intermedius tekee myös teknisten tekstiilien laminoiteja ja liimapinnoituksia erilaisille materiaaleille. Dafecor Oy valmistaa

mekaanisen karstauksen avulla tekstiiliteollisuuden ylijäämästä uusia tuotteita, kuten teollisuuspyyhkeitä. Yrityksen tavoite on toiminnallaan vähentää ympäristön kuormitusta sekä kaatopaikkajätettä. Dafecor Oy:n tehdas sijaitsee Turennessa. (Sataside Oy 2003; Intermedius Oy 2019; Dafecor Oy 2019)

## 2.5.2 Jalostajat

Valmistuksen jälkeen kuitukangas jalostetaan loppukäyttökohteen mukaiseen muotoonsa. Jalostajat ovat valmistajien asiakkaita, kuten kuluttajabrändien tai tietyn lopputuotteen valmistajia. (Suominen Oyj 2019) Kuitukankaita jalostavia yrityksiä on Suomessa useita, joista tähän on poimittu muutamia yleisimpiä.

Mölnlycke Health Care AB jalostaa kuitukankaista kirurgisia tekstiilejä sairaaloihin sekä haavanhoitotuotteita terveydenhuoltoon. Tuotteisiin kuuluvat muun muassa leikkaussaliliinat, leikkauskäsineet, haavasidokset ja arpsidokset. Mölnlycke on maailmanlaajuinen yritys, jonka Suomen tehdas sijaitsee Mikkelissä. Jukka Packalen Oy on kuitukangasliinoja, esimerkiksi sairaaloihin ja keittiöiden tarpeisiin, jalostava yritys. Porissa sijaitsevan yrityksen valmistamiin Tiprella-kuitukangasliinoiniin käytetään tekokuituja ja niitä voidaan käyttää pyyhintään sekä märkänä että kuivana. Polarwipe Oy puolestaan on Hyvinkäällä toimiva kuitupohjaisten tuotteiden jatkojalostaja. Yrityksen jalostamia tuotteita käytetään pääasiassa pyyhintäliinoina. Delipap Oy on ihoystävällisten ja laadukkaiden hygieniatuotteiden valmistaja. Veikkolassa sijaitsevan yrityksen brändejä ovat tutut hygieniatuotebrändit kuten Vuokkoset, Muumi Baby ja Helmi Baby sekä Helmi ja Harmony. (Mölnlycke Health Care AB 2019; Jukka Packalen Oy 2019; Polarwipe Oy 2013; Delipap Oy 2019)

## 3 STANDARDIT

### 3.1 Määritelmä

Standardit määrittävät yhteiset toimintatavat sille, miten jokin asia tulisi hoitaa. Ne laaditaan helpottamaan eri alojen toimijoita toteuttamaan asiat yhdellä ja samalla tavalla sekä lisäämään tuotteen tai palvelun turvallisuutta ja yhteensopivuutta. Erilaisia standardeja on olemassa tuhansia ja ne ovat käytössä useilla eri aloilla. Standardisoinnista on osoitettu olevan hyötyä yritysten menestyksessä ja kasvussa, sillä niiden mukaan toimiminen parantaa tuotteen ja palvelun laatua sekä lisää asiakkaiden luottamusta yrityksen toimintaan. (SFS 2019a) Standardisoinnin virallinen määritelmä on esitetty standardissa SFS-EN 45020, seuraavasti:

Toiminta, jolla laaditaan säännöksiä yleiseen ja toistuvaan käyttöön todellisten tai mahdollisten ongelmien suhteen optimaalisen järjestyksen saavuttamiseksi tietyssä tilanteessa HUOM. 1 Toimintaan kuuluu erityisesti standardien laadinta, julkaisu- ja soveltamistyö. HUOM. 2 Standardisoinnilla saatavia hyötyjä ovat: tuotteiden, menetelmien ja palvelujen tarkoituksenmukaisuuden paraneminen, kaupan esteiden ehkäiseminen ja teknisen yhteistyön helpottuminen. (SFS-EN 45020 2007)

### 3.2 Standardien tyypit

Standardeja on olemassa kahdeksan eri tyyppiä, jotka sisältävät suosituksia, vaatimuksia ja ohjeita oikeanlaisen laadun varmistamiseksi. Perustandardeista käy ilmi erilaiset suureet sekä käytettävät mittayksiköt. Sanastostandardeista löytyy näihin esimerkkejä ja määritelmiä. Tuotestandardit määrittävät erilaisten tuotteiden ominaisuuksia esimerkiksi turvallisuudesta. Testausstandardeissa on menetelmiä tuotteiden testaukseen ja ominaisuuksien määrittämiseen. Suunnitellustandardeilla pyritään siihen, että suunnittelutyö, kuten rakennusten suunnittelu, tehdään aina samalla tavalla ja näin varmistetaan rakenteiden turvallisuus. Turvallisuus- ja järjestelmästandardeilla taataan tuotteiden turvallinen käyttö, laadullisuus ja ympäristöseikat. Standardeja on olemassa tuotteiden lisäksi myös

palveluille. Palvelustandardeissa määritellään erilaisten palveluiden yhteiset toimintatavat. Niiden tehtävänä on taata samantasoinen palvelu kaikille kuluttajille. (SFS 2019a)

### **3.3 Laadinta**

Uudesta standardista aloitteen voi tehdä kuka tahansa. Yleensä kuitenkin aloitteentekijä on teollisuuden toimija tai Euroopan Unioni. Ehdotukset standardeista käsitellään työryhmissä, joihin osallistuu eri toimijoiden edustajia ja asiantuntijoita. Aloitteen jälkeen laaditaan esitys standardista sekä järjestetään äänestys ja suoritetaan lausuntokierros. Kun standardi on valmis, se julkaistaan, vahvistetaan ja siitä luodaan asiakirja. Standardeja ylläpidetään, jotta voidaan varmistaa sen ajantasaisuus. Standardit ovat kaikkien saatavilla ja niiden hyödyntäminen sekä käyttö on ilmaista, mutta hankkiminen maksullista. (SFS 2019b)

### **3.4 Standardisointijärjestöt**

Standardisoinnista vastaa standardisointijärjestöt, joissa standardit laaditaan teknisissä komiteoissa ja työryhmissä. Lähes jokaisella maalla on oma standardisointijärjestönsä, joka edustaa maata kansainvälisessä järjestössä. Järjestöjen tehtävänä on laatia ja hyväksyä standardeja. Standardisointia harjoitetaan maailmanlaajuisella, eurooppalaisella ja kansallisella tasolla. (SFSedu 2018)

#### **3.4.1 Kansainväliset standardisointijärjestöt**

Maailmanlaajuisesti suurin standardisointijärjestö on International Organization of Standardization (ISO), joissa kansainväliset standardit yleisesti ottaen laaditaan. ISO:n jäseniä ovat pääasiassa sellaisten maiden kansalliset standardisointijärjestöt, joissa on paljon teollisuustoimintaa. ISO:n keskus sijaitsee Sveitsin Genevessä ja sillä on 164 jäsenmaata sekä 786 standardisoinnista vastaavaa teknistä komiteaa. Järjestö on julkaissut yhteensä 22 533 erilaista kansainvälistä standardia, joita on hyväksytty myös kansallisiksi standardeiksi. ISO tekee myös

tiivistä yhteistyötä viranomaisten, organisaatioiden sekä kansainvälisen sähköalan kattojärjestön International Electrotechnical Commission (IEC) kanssa. Standardissa tunnus ISO kertoo, että standardi on laadittu kansainvälisen standardisointijärjestön johdolla. ISO:n ja IEC:n lisäksi on olemassa myös kolmas kansainvälinen standardisointijärjestö International Telecommunication Union (ITU), joka toimii telealan kattojärjestönä. (ISO 2019; SFSedu 2018)

### **3.4.2 Eurooppalaiset standardisointijärjestöt**

Eurooppalaisella tasolla suurin standardisoinnista vastaava järjestö on European Committee for Standardization (CEN), joka toimii EU-maiden sekä muutamien muiden Euroopan maiden yhteistyöelimenä. Kaikki CENissä julkaistut standardit on vahvistettava kansallisiksi standardeiksi kaikissa sen 34 jäsenmaassa. CENin tunnus standardissa on EN. Tämä lyhenne ei voi esiintyä standardissa yksinään, vaan siihen on liitettävä kansallisen, kansainvälisen tai molempien tunnus. Sähkö- ja telealan eurooppalaiset standardisointijärjestöt ovat CENELEC ja ETSI. (CEN 2019)

### **3.4.3 Suomen standardisointijärjestö**

Kansallisiksi standardeiksi vahvistetaan joko ISO:n tai CENin laatimia standardeja. Suomen Standardisointijärjestö SFS ry toimii Suomen kansallisena keskusjärjestönä sekä ISO:n että CENin jäsenenä. SFS ry:n jäseniä ovat puolestaan Suomen valtio ja useat elinkeinoelämän järjestöt. SFS ry laatii standardit yhteistyössä toimialayhteisöjen kanssa. Toimialayhteisöjä on yhteensä 12, jotka ovat kaikki oman alansa asiantuntijayhteisöjä. SFS ry:n tehtäviin kuuluvat muun muassa koota Suomen tarpeisiin soveltuva standardikokoelma, ylläpitää standardisoinnin tietojärjestelmiä sekä vahvistaa kansainväliset ja eurooppalaiset standardit kansallisiksi standardeiksi. Suomalaisiksi kansallisiksi standardeiksi vahvistettujen standardien tunnus on SFS. (SFS 2019c)

### 3.5 Kuitukankaiden standardisointi

Kuitukankaan testaukseen on olemassa standardeja, jotka on laadittu maailman johtavien kuitukangasjärjestöjen EDANAn ja INDAn toimesta. EDANA ja INDA ovat kansainvälisiä kuitukankaiden ja siihen liittyvien toimialojen järjestöjä, jotka edustavat kuitukangastoimijoita maailmalla ja edistävät niiden yhteisiä etuja. EDANA ja INDA tarjoavat jäsenilleen tietoa ja taitoa, joita ne tarvitsevat toimintansa tavoitteiden saavuttamiseksi ja palvelevat jäsenyrityksiään kuitukangasalalla järjestämällä opetuskursseja ja antamalla tietoa liiketoimintastrategioiden suunnitteluun ja toteuttamiseen. Järjestöt ovat vähän aikaa sitten yhdistyneet standardien laadinnan osalta yhdeksi ja samaksi globaaliksi järjestöksi. Järjestöjen yhteisenä nimenä toimii EDANA. (EDANA 2019d; INDA 2019b)

EDANA vastaa kuitukangasstandardien laadinnasta. Standardit laaditaan komiteoissa, joissa on järjestöjen edustajien lisäksi jäsenyrityksien edustajia. Suomessa sijaitsevista yrityksistä Suominen Oyj, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, CH-Polymers Oy ja Ahlstrom-Munksjö ovat EDANAn jäsenyrityksiä. Vuonna 2015 järjestö lanseerasi uuden menettelyn kuitukankaiden testaamiselle. Menettely tarjoaa standardit monille kuitukankaan testausmenetelmille, joista useat myös ISO ja CEN ovat hyväksyneet standardeiksi. Uuden menettelyn tarkoitus on tarjota yhdenmukaiset menetelmät kuitukankaan ominaisuuksien ja koostumuksen testaamiseen sekä vaatimusten täyttämiseen koko maapallon kuitukangasteollisuudessa. (EDANA 2015)

Ensimmäinen järjestön lanseeraama julkaisu kuitukankaan testausmenetelmistä julkaistiin vuonna 2005 ja sitä päivitettiin ja tarkistettiin vuosina 2008 ja 2012. Uusimmassa, vuoden 2015 julkaisussa, testausmenetelmät on numeroitu uudelleen ja aikaisempi kirjainlyhenne WSP (Woldwide Strategic Partners) on korvattu johdonmukaisemmalla kirjainlyhenteellä NWSP (Non-Woven Standard Procedures). Kirjainlyhenteen jälkeen standardissa on numeroyhdistelmä, joka sisältää tiedon siitä, minkä ominaisuuden testausmenetelmä on kyseessä, tarkistusnumeron sekä standardin julkaisuvuoden. Esimerkiksi kuitukankaan neeliömassan määrittäminen on esitetty standardissa NWSP 130.1.R0 (15). Suurin muutos edelliseen julkaisuun on kuitenkin se, että ISO on hyväksynyt suuren osan

EDANAn määrittämistä testausmenetelmistä kansainvälisiksi standardeiksi, jotka löytyvät esimerkiksi SFS Online-palvelusta. (EDANA 2015)

EDANAn uusi julkaisu kuitukankaan testausmenetelmistä käsittää useiden kuitukankaiden ominaisuuksien testauksen. ISO on hyväksynyt näistä kansainvälisiksi standardeiksi muun muassa ilman ja nesteen läpäisevyyden, paksuuden sekä murtokuormituksen ja venymän testausmenetelmät. Kaikki nämä löytyvät kansainvälisistä standardeista ISO 9073. Kansainväliseksi standardiksi vahvistetun standarditunnuksen ISO jälkeinen numeroyhdistelmä 9073 kertoo, että kyseessä on kuitukankaan testaukseen tarkoitettu menetelmä. Numeron lisäksi standardista löytyy myös sen osa, joka määrittää mitä ominaisuutta sillä on tarkoitus testata sekä tieto siitä, koska se on vahvistettu standardiksi. Esimerkiksi kuitukankaan paksuuden määrittämisen standardi käy ilmi standardista SFS-EN ISO 9073-2:1995. (EDANA 2015)

Joitakin EDANAn julkaisemia testausmenetelmiä ei kuitenkaan ole vahvistettu ISO:n toimesta. Tällöin käytetään vuonna 2015 järjestöjen julkaisemia NWSP-menetelmiä, jotka ovat löydettävissä kyseisestä julkaisusta. Näistä menetelmistä esimerkiksi optiset ominaisuudet ja kulutuskestävyys ovat sellaisia, joilla ei ole ISO-tunnusta. (EDANA 2015)

### **3.5.1 Vahvistaminen suomalaisiksi standardeiksi**

Suomessa kuitukankaiden standardisoinnista vastaa TEVASTA ry, joka toimii SFS ry:n jäsenyhteisönä. TEVASTA ry edustaa Suomea sekä eurooppalaisessa että kansainvälisessä standardisointityössä ja sen tehtävänä on laatia standardeja, jotka SFS ry vahvistaa ja julkaisee kansallisiksi standardeiksi. TEVASTA ry:n vastuulla on tekstiili-, vaate-, nahka- ja kenkäalan standardisointi. (STJM 2019)

## 4 AHLSTROM-MUNKSJÖ TAMPERE OY

### 4.1 Tehdas ja tuotanto

Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy kuuluu konsernin Filtration-liiketoiminta-alueeseen ja on keskittynyt kuiva- ja märkäsuodatukseen tarkoitettujen materiaalien kehittämiseen ja valmistamiseen. Tehtaalta valmistuvat suodatinmateriaalit päätyvät muun muassa ajoneuvo- ja ilmanvaihtosuodattimiin sekä maitoteollisuuden suodatinratkaisuihin. Tehtaan tuotantomäärä on keskimäärin 12 tonnia vuorokaudessa. Tuotantomäärä vaihtelee ajettavan laadun neliömassan mukaan, sillä ajettavia laatuja on useita ja eri materiaalien neliömassojen vaihtelu on suurta. (Laulaja 2019)

Tampereen tehdas käyttää tuotteidensa raaka-aineena pääasiassa polyesteriä. Myös sellua ja viskoosia käytetään jonkin verran, mutta niiden käyttö suodatinmateriaalien valmistuksessa vähenee jatkuvasti. Tehtaassa on yksi tuotantolinja, jossa tuotteet valmistetaan paperinvalmistusprosessin kaltaisella märkämenetelmällä. Verkko sidotaan kemiallisesti ruiskuttamalla sideainetta, akrylaattia, verkon pintaan lujittamaan sen rakenne. Viimeistysprosesseja ovat laminointi sekä vettähylykivyyskemikaalien lisäys. Tuotantolinjalla on käytössä Trinitex-tuotantomenetelmä, jossa on mahdollista valmistaa kolmikerroksisia suodatinmateriaaleja, jonka pinta- ja keskikerrokset voivat olla erilaiset. Trinitex-tuotantomenetelmällä valmistetaan esimerkiksi aktiivihiilisuodattimia, joissa on aktiivihiilikerros suodattamassa ajoneuvon polttoainehöyryjä ja vaarallisia kaasuja. (Laulaja 2019)

Tehdas toimittaa tuotteensa rullatavarana asiakkailleen. Jokaisesta valmistuneesta rullasta eli tampusuodattimesta otetaan näyte, jolle laadunvalvoja tekee tarpeelliset mittaukset oikeanlaisen laadun varmistamiseksi. Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy:n asiakkaita ovat muun muassa autoteollisuusfirmat, jotka jatkojalostavat tuotteet loppukäyttöön sopiviksi. Asiakkaat sijaitsevat pääasiassa ulkomailla. (Laulaja 2019)

## 4.2 Tuotteiden testaus

Jokaisesta tampusuurista otetaan näyte, jolle laadunvalvoja tekee tarvittavat mittaukset. Testilaitteet, pois lukien suodatustehokkuuden testauslaite, on siirretty tuotannon välittömään läheisyyteen. Tuotteet on hyvä saada testattua heti niiden valmistumisen jälkeen virheiden minimoimiseksi. Testaustulokset raportoidaan tehtaan järjestelmään ja testatun rullan näyte varastoidaan kahden vuoden ajaksi. Käytössä on yhteensä 12 testausmenetelmää, jotka sisältävät perusmittausmenetelmiä sekä tietyille laadulle tarkoitettuja muita spesifimpiä mittaussmenetelmiä. (Laulaja 2019)

### 4.2.1 Perusmittaukset

Perusmittauksia ovat neliömassa, paksuus ja ilmanläpäisevyys sekä lujuusmittauksista vetolujuus ja venymä. Perusmittaukset suoritetaan kaikille tehtaan valmistamille kuitukangaslaaduille ja mittaukset tehdään kankaan leveysuunnassa.

Neliömassa määritetään alaltaan 250 cm<sup>2</sup> kokoisesta näytteestä. Paksuus mitataan paksuusmittarilla ja mittauksessa käytetään 0,5 Kilopascalin (kPa) suuruista painetta. Ilmanläpäisevyyttä mitataan niin, että näytteeseen kohdistuva paine on 200 Pascalia (Pa). Vetolujuus testataan vetokojeella, joka on ensisijaisesti tarkoitettu paperin ja kartongin vetolujuuden testaukseen. Vetolujuus testataan näytteen ollessa kuiva ja märkä. Näytteen märkävetolujuus määritetään liottamalla näytepalaa ennen mittausta 15 minuutin ajan tislatussa vedessä. Venymä määritetään ainoastaan kuivavetolujuuden yhteydessä.

### 4.2.2 Muut mittaukset

Muita mitattavia ominaisuuksia ovat puhkaisulujuus, huokoskoko, jäykkyys, suodatustehokkuus, hydrostaattinen paineen kesto sekä veden- ja öljyn hylkimisominaisuudet. Mittauksen tarpeellisuus riippuu ajetusta laadusta, sillä tietyiltä laa-

duilta vaaditaan tiettyjä erikoisominaisuuksia. Esimerkiksi riittävä suodatustehokkuus on välttämätön auton öljynsuodatinkankaissa ja korkeaa puhkaisulujuuden kestoja vaaditaan maidonsuodatinratkaisuissa.

Puhkaisulujuus suoritetaan Mullen-kokeella. Vetolujuuden tapaan puhkaisulujuus määritetään näytteelle sekä märkänä että kuivana. Jäykkyysmittaus tehdään Gurley-laitteella ja tulos saadaan käyttämällä Gurley-laskentakaavaa. Suodatustehokkuus määritetään tehtaan sisäisellä menetelmällä, joka on kehitetty yhdessä Teknologian Tutkimuskeskus VTT:n kanssa. Laite, Tohotin, sijaitsee muista testauslaitteista poiketen tehtaan toimistorakennuksessa. Syy tähän on se, että laitteita siirrettäessä lähemmäs tuotantotilaa, ei Tohotinta pystytty liikuttamaan. Vedenhylkivyyden testaukseen käytetään Mason Jar-menetelmää. Öljynhylkivyydestä suoritetaan asettamalla testattavan näytteen pinnalle tippoina nesteitä, jotka sisältävät valikoituja hiilivetyjä, joiden pintajännitys on vaihteleva. (Laulaja 2019)

### **4.3 Standardien noudattaminen**

Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy testaa valmistamansa tuotteet standardien mukaan. Taulukosta 1 käy ilmi, että pääosin käytössä on EDANAn vuoden 2015 lanseeraaman kuitukankaiden testausmenettelyn mukaisia standardeja. Poikkeuksena ovat vetolujuuden ja venymän sekä huokoskoon ja suodatustehokkuuden testaukset. Vetolujuuden ja venymän testauksessa käytetään SCAN-standardeja, jotka ovat skandinavialaisen sellun, paperin ja kartongin (SCAN-test) ominaisuuksien testaamiseen erikoistuneen järjestön kehittämiä ja julkaisemia standardeja. Huokoskoon määrittämisessä noudatetaan testauslaite Porometri 3G:n ohjetta ominaisuuden testaamiseen. Suodatustehokkuuden määrittämiseen on olemassa tehtaan sisäinen menetelmä, joka suoritetaan VTT:n lanseeraaman menettelyn mukaisesti. (Laulaja 2019)

Kaikille käytössä oleville standardeille on olemassa myös vastaava ISO-standardi tai muu asianmukainen standardi (taulukko 1). ISO 9073-standardit sisältävät erityisesti kuitukankaille suunnattuja testausmenetelmiä. Näitä standardeja

käytetään neliömassan, paksuuden, ilmanläpäisevyyden ja vedenläpäisyvastuksen vastaavina standardeina. Vetolujuuden ja venymän testauksessa vastaava standardi on paperin ja kartongin ominaisuuksien testauksessa käytetty ISO 1924-standardi. Suodatustehokkuuden sisäistä menetelmää jäljittelevä standardi on EN779-2012. Kyseinen standardi ei kuitenkaan ole enää virallinen standardi ja se on ISO:n toimesta korvattu uudella johdonmukaisemmalla standardilla. Jäykkyyden testauksen Gurley-menetelmän vastaava standardi löytyy ASTM Internationalin sekä The Technical Association of Pulp and Paper Industry (TAPPI) laatimista taivutusvastuksen testausmenetelmistä. ASTM:n standardia käytetään myös huokoskoon määrittämisen vastaavana standardina. Puhkaisulujuuden vastaava testausmenetelmä määritetään tekstiilistandardissa ISO 13938, josta käy ilmi tekstiilien puhkaisuominaisuuksien testaus hydraulisella menetelmällä. Öljynhylkivyysominaisuuden vastaava standardi mukailee The American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC) testausmenetelmää. Ainostaan vedenhylkivyysominaisuuden määrittämisellä ei ole vastaavaa standardia. (Laulaja 2019)

TAULUKKO 1. Testausmenetelmät ja standardit (Laulaja 2019)

Testi	Käytössäoleva standardi	Vastaava ISO- tai muu standardi
Neliömassa	NWSP 130.1.R0 (15)	ISO 9073-1:1989
Paksuus	NWSP 120.6.R0 (15)	ISO 9073-2:1995
Ilmanläpäisevyys	NWSP 070.1.R0 (15)	ISO 9073-15:2007
Vetolujuus ja venymä (kuiva)	SCAN-P 38:80	ISO 1924-2:2008
Vetolujuus (märkä)	SCAN-P 38:80	ISO 1924-2:2008
Huokoskoko	MFP Porometri 3G	ASTM F316
Jäykkyys	NWSP 090.2.R0 (15)	TAPPI T-543, ASTM D6125-97
Suodatustehokkuus	Sisäinen menetelmä	EN779-2012 (ei virallinen standardi)
Puhkaisulujuus (kuiva ja märkä)	NWSP 030.2.R0 (15)	ISO 13938-1:1999
Hydrostaattinen paine	NWSP 080.6.R0 (15)	ISO 9073-16:2007
Vedenhylkivyyys	NWSP 080.11.R0 (15)	
Öljynhylkivyyys	NWSP 080.7.R0 (15)	AATCC 118-2002

## 5 EDANA-KUITUKANGASSTANDARDIT

Tarkempaan tarkasteluun EDANAn vuoden 2015 lanseeraaman kuitukankaiden testaukseen liittyvien standardien osalta otettiin yhteensä kymmenen kuitukan-kaan tärkeää ominaisuutta sekä niiden testausolosuhteet. Ominaisuuksiksi valikoituivat neliömassa, paksuus, ilmanläpäisevyys, vetolujuus ja venymä, jäykkyys, puhkaisulujuus, repäisylujuus, vedenhylkivyyt, hydrostaattinen paineen kesto sekä kulutuskestävyys. Jokaisesta ominaisuudesta on kerrottu oleellimmat asiat, joita standardin mukaan testaaminen vaatii.

### 5.1 Olosuhde

Oikeanlainen olosuhde on välttämätön kuitukankaiden testaamiselle, sillä saman olosuhteen vallitessa kaikissa mittauksissa, mittauksen tekijän vaihtuminen ei vaikuta testaustulokseen. EDANAN standardissa NWSP 003.0.R0(15) "Standard Atmospheres for Conditioning and/or Testing" on määritelty olosuhteet kuitukan-kaan testaukselle. (NWSP 003.0.R0(15) 2015)

Standardin mukaan suositeltava huoneen lämpötila on  $(20 \pm 2)$  astetta ja suhteel- linen kosteus  $(65 \pm 5)$  %. Kuitukankaan testaukseen sopii myös sellainen tila, jonka lämpötila on 23 astetta ja suhteellinen kosteus 50%. EDANAn NWSP-olo- suhdemenettely on sama kuin kansainvälisessä ISO-standardissa, joka on ISO 139 " Textiles. Standard Athmospheres for conditioning and testing". (NWSP 003.0.R0(15) 2015)

### 5.2 Neliömassa

Neliömassa on tuotteen pinta-alayksikön massa ja se kuvaa testattavan laadun massaa yhtä neliömetriä kohden. Neliömassan testaus on määritetty standar- dissa NWSP 130.1.R0(15) "Mass per Unit Area". (NWSP 130.1.R0(15) 2015)

Standardin mukaan näyte leikataan pinta-alaltaan vähintään 500cm<sup>2</sup> kokoiseksi muotilla tai sapluunalla. Vaihtoehtoisesti näyte voi olla pienempikin. Tällöin tulee leikata suurin mahdollinen suorakulmaisen muotoinen näyte. Leikkauksen jälkeen näyte on punnittava ja laskettava sen neliömassa jakamalla näytteen paino sen pinta-alalla. Tulos annetaan g/m<sup>2</sup>. (NWSP 130.1.R0(15) 2015)

### **5.3 Paksuus**

Paksuus on kuitukankaan pintojen välinen etäisyys. Sen testaaminen on määritetty standardeissa NWSP 120.1-6.R0(15). Näistä keskitytään standardiin NWSP 120.6.R0(15) "Nonwoven Thickness". Tälle standardille löytyy vastaava ISO-standardi, joka on ISO 9073-2:1995 "Textiles. Test method for nonwovens. Determination of thickness". (NWSP 120.6.R0(15) 2015)

Standardin mukaan paksuus voidaan määrittää kolmesta eri tyyppisestä kuitukankaasta: normaalista, paksuudeltaan enintään 20 mm sekä paksuudeltaan vähintään 20 mm kuitukankaasta. Kuitukankaiden mittaus tapahtuu paksuusmittarilla, jossa pyöreä paininjalka kuormittaa pohjalevyllä olevaa näytettä halutulla paineella. Mittaus tapahtuu siten, että näyte asetetaan levyn päälle ja levyä kohtisuorassa oleva pyöreä paininjalka painaa sitä valitulla paineella. Paininjalan tulisi olla alaltaan noin 2500 mm<sup>2</sup> ja levyn halkaisijaltaan ainakin 50 mm suurempi kuin paininjalka. Paininjalan näytteeseen kohdistama paine on 0,1-0,5 kPa ja yhden mittauksen kesto on 10 sekuntia. Käytetty paine on kirjattava raporttiin. Mittaustulos ilmoitetaan millimetreinä tai mikrometreinä (µm). (NWSP 120.6.R0(15) 2015)

### **5.4 Ilmanläpäisevyys**

Ilmanläpäisevyys tarkoittaa sitä ilmavirran nopeutta, joka läpäisee kuitukankaan. Ilmanläpäisevyyteen vaikuttavat käytetty paine-ero kankaan eri puolilla, näytteen pinta-ala ja testausaika. Ilmavirran on kuljettava pystysuorasti näytteen läpi. Ilmanläpäisevyys on määritetty standardissa NWSP 070.1.R0(15) "Air Permeability of Nonwoven Materials". (NWSP 070.1.R0(15) 2015)

Standardin mukaan laitteessa tulee olla ympyränmuotoinen näytepidike, jolla on suosituksen mukaan mahdollista mitata pinta-alaltaan 20 cm<sup>2</sup>, 38 cm<sup>2</sup> ja 50 cm<sup>2</sup> kokoisia näytepaloja. Myös esimerkiksi alaltaan 100 cm<sup>2</sup> näytepidikettä on mahdollista käyttää. Vaatimuksena on, että pidike voi poiketa standardinmukaisesta koosta enintään ±0,5%. Kiinnityslaitteiston on oltava sellainen, johon näytteen voi asettaa kiinni suorana niin, ettei ilma pääse vuotamaan näytteen reunoilta. Paineeron määrittämiseksi on oltava painemittari, jolla voidaan säätää näytteen pintojen välinen paine-ero. Paine-ero valitaan testauskriteerien mukaan, mutta yleisin käytetty paine-ero on 100 Pa ja 200 Pa. Käytetty paine-ero sekä näytepidikkeen pinta-ala on ilmoitettava testausselostuksessa. Testauksen periaatteena on viedä ilmavirtaa näytteen läpi niin kauan, kunnes haluttu paine-ero on saavutettu. Mittauksen yksikkönä voidaan käyttää tarkoitukseen sopivaa yksikköä. Yleisimpiä yksiköitä ovat m/s ja l/s/cm<sup>2</sup>. (NWSP 070.1.R0(15) 2015)

## 5.5 Vetolujuus ja venymä

Vetolujuus on se suurin mahdollinen voima, jonka näyte kestää sitä leveyssuunnassa vedettäessä murtumatta. Venymä puolestaan kertoo, kuinka monta prosenttia tietylle voimalle altistettuna näyte venyy verrattuna lähtötilanteeseen. Vetolujuuden ja venymän mittaaminen on määritelty standardeissa NWSP 110.1,3,4 ja 5.R0(15). EDANA on siis määritellyt neljä eri tapaa testata kuitukankaan vetolujuutta ja venymää. Tässä opinnäytetyössä keskitytään grab- ja stripmenetelmiin, joilla mittaus suoritetaan käyttäen vetokojetta. Vetokojeessa on kaksi leukaa, jotka vetävät näytettä. Leukojen leveys, leukojen välinen etäisyys, laitteen nopeus ja leukojen pintamateriaali valitaan testattavan materiaalin mukaan. (NWSP 110.1.R0(15) 2015)

Standardissa NWSP 110.1.R0 (15) "Grab Strength Test", vetolujuus testataan grab-menetelmällä. Tässä menetelmässä mittaus suoritetaan vetokojeella, jonka toinen leuka on kiinteä, toinen leuka liikkuu vakionopeudella ja ainoastaan koealan keskikohta on kiinnitettynä laitteen leukoihin. Sallittuja vetokojeita on kolme: CRE, CRL tai CRT. CRE-vetokojeessa venymän lisäys aikayksikössä on vakio, CRL-vetokojeessa näytteeseen kohdistuvan kuormituksen lisäys on vakio ensimmäisen kolmen sekunnin aikana ja CRT-vetokojeessa leuan, joka vetää

näytettä, nopeus on vakio. Tyypillisesti grab-testissä näytteen leveys on 100 mm ja sen pituus riittävä näytteen leveyteen nähden. Näytteen laitteeseen kiinnittävien leukojen tulisi olla leveydeltään  $(25 \pm 1)$  mm. Leuan materiaalin tulisi olla pehmeä, tasainen ja metallinen tai muunlainen sopivan tarttumapinnan omaava materiaali. Testausnopeuden tulisi olla  $(300 \pm 10)$  mm/min tai muu sellainen nopeus, jossa näytteen murtuminen saadaan aikaan  $(20 \pm 3)$  sekunnin kohdalla. Mittapituutena eli näytteen kiinnityspisteiden välisenä etäisyytenä käytetään  $(75 \pm 1)$  mm. Tälle EDANAn standardille on olemassa myös vastaava ISO-standardi, joka on ISO 9073-18:2007 "Textiles. Test method for nonwovens. Determination of breaking strength and elongation of nonwoven materials using the grab tensile test". (NWSP 110.1.R0(15) 2015)

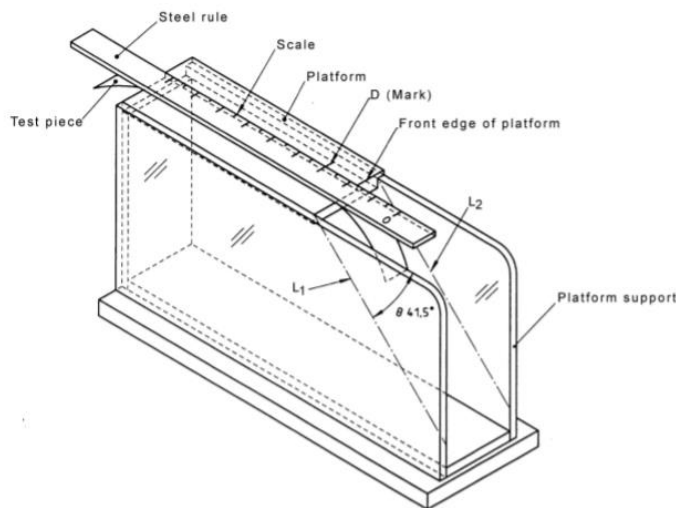
Standardissa NWSP 110.4.R0(15) "Strip Method" on määritelty kuitukankaan vetolujuuden ja venymän testaus strip- eli liuskamenetelmällä. Liuskatestissä vetolujuus ja venymä määritetään niin, että näyte on koko leveydeltään kiinni laitteen leuoissa. Näytettä venytetään leukojen avulla niin, että se katkeaa. Vetolaite voi olla grab-testin tapaan joko CRE, CRL tai CRT. Leukojen materiaalin tulisi olla samankaltaiset kuin grab-menetelmässäkin, mutta liuskatestissä leuan on oltava vähintään 10 mm leveämpi kuin näyte. Näytteen leveyden tulisi olla  $(25 \pm 1)$  mm tai  $(50 \pm 0,5)$  mm ja pituuden leveyteen nähden sopiva. Mittapituus 25 mm levyisille näytteille on  $(75 \pm 1)$  mm ja testausnopeus  $(300 \pm 10)$  mm/min. Leveämmälle, 50 mm levyiselle näytteelle, mittapituutena käytetään  $(200 \pm 1)$  mm ja testausnopeutena 100 mm/min. (NWSP 110.4.R0(15) 2015)

## 5.6 Jäykkyys

Jäykkyys määrittää sen, kuinka paljon näyte kestää taipumista. EDANA on määritellyt kuusi erilaista tapaa testata kuitukankaan jäykkyyttä. Jäykkyyden määrittäminen on esitetty standardeissa NWSP 090.1-6.R0(15). Tässä opinnäytetyössä keskitytään taivutuspituuden määrittämiseen, joka löytyy standardista NWSP 090.5.R0 (15) "Nonwovens Bending Length". (NWSP 090.5.R0(15) 2015)

Tämä standardi määrittää sen, kuinka paljon suorakulmaisen muotoinen näyte taipuu omalla painollaan ilman mekaanista rasitusta telineen kulman ollessa 41,5

astetta. Testaus toimii niin, että näyte on toisesta päästä kiinnitettynä laitteeseen ja toisesta päästä vapaa taipumaan. Peruseriaatteena on, että näyte asetetaan tuettuna telineelle, jossa sitä liikutetaan kohti alustan etureunaa niin, että se alkaa taipua. Taipuminen voidaan katsoa tapahtuneen, kun näytettä on liikutettu sovitun matkan verran ja kun aikaa on kulunut 8 sekuntia taipumisen alkamisesta. Telineen, johon näyte asetetaan, tulisi olla leveydeltään  $(40 \pm 2)$  mm ja pituudeltaan  $(200 \pm 2)$  mm sekä sen tulisi olla vähintään 150 mm korkeudella tasosta, jossa laitetta pidetään. Taipumisjäykkyys voidaan laskea taipumispituuden avulla. Kuvassa 1 on esitelty tämän standardin edellyttämä taipumispituuden mittalaite. (NWSP 090.5.R0(15) 2015)



KUVA 1. Standardinmukainen taipumispituuden mittalaite (NWSP 090.5.R0(15) 2015)

## 5.7 Puhkaisulujuus

Puhkaisulujuus on se suurin hydraulisen paineen vastustuskyky, jonka näyte kestää puhkeamatta. Puhkaisulujuuden mittaaminen on määritelty standardeissa NWSP 030.1-2.R0(15). Näistä kahdesta standardista keskitytään standardiin NWSP 030.2.R0(15) "Nonwovens Burst" eli kuitukankaan puhkaisulujuuden määrittämiseen Mullen-kokeella. (NWSP 030.2.R0(15))

Tässä menetelmässä näyte puhkaistaan pieneltä alueelta käyttäen hyväksi hydraulista painetta. Menetelmässä näyte asetetaan kahden kiinnityskehän väliin.

Tämän jälkeen virtausta kasvatetaan niin, että se puhkaisee näytteen aiheuttaen siihen reiän. Testausalueen tulisi olla ympyränmuotoinen ja alaltaan 50 cm<sup>2</sup> eli halkaisijaltaan 79,8 mm. Muut testausalueet, kuten 100 cm<sup>2</sup>, ovat tarvittaessa sallittuja. Käytetyt painevirtaukset ovat 100 cm<sup>3</sup>/minuutti ja 500 cm<sup>3</sup>/minuutti välillä, riippuen testausalueesta sekä testattavasta materiaalista. Virtaukset voivat poiketa suuruudeltaan ±10 %, jotta ne täyttävät vielä standardin. Virtausta tulee kasvattaa tasaisella nopeudella. Näyte tulee leikata niin, että se on halkaisijaltaan vähintään 13 mm suurempi kuin kiinnityskehä. Tulokset annetaan kPa. (NWSP 030.2.R0(15) 2015)

## 5.8 Repäisylujuus

Repäisylujuudella määritetään se voima, jolla näyte repeää edelleen etukäteen leikatusta halkiosta. Repeämän pituus määritetään etukäteen leikatun halkion alusta repeämän loppupisteeseen saakka. EDANA on määritellyt repäisylujuuden mittauksen kolmessa eri standardissa, NWSP 100.1-3-R0(15). Tässä opinäytetyössä keskitytään standardiin NWSP 100.1.R0(15) "Tearing Strength of Nonwoven Fabrics by Falling-Pendulum Apparatus", jossa repäisylujuus määritetään ballistisella heilurimenetelmällä eli käyttäen Elmendorf-laitetta. (NWSP 100.1.R0(15) 2015)

Elmendorf-laitteessa on heiluri sekä kaksi leukaa. Toinen leuka on kiinteä, joka on kiinni laitteen rungossa ja toinen leuka on kiinni heilurissa. Leuat ovat samassa tasossa toisiinsa nähden. Mittauksen peruseriaate on seuraava: näytepala, joka on leikattu standardin mukaisella muotilla, kiinnitetään laitteessa olevien leukojen väliin. Aluksi näytteeseen leikataan halkio leukojen välistä. Testaus suoritetaan vapauttamalla heiluri, joka heilahtaa pois päin kiinteästä leuasta ja repäisee koe-kappaleen kahtia. Laite antaa repäisylujuuden tuloksen Newtonina (N). Standardin mukaan koepalan on oltava pituudeltaan (100 ± 2) mm ja leveydeltään (63 ± 0,15) mm. Koepalaan leikatun halkion pituuden on oltava (20 ± 0,15) mm ja näytteen repeävän pituuden (43 ± 0,15) mm. Näytteen kiinnittävien leukojen etäisyys toisistaan tulisi olla (2,8 ± 0,3) mm, mutta leukojen koolla ei ole niin suurta

merkitystä. Heilurin massaksi on valittava sellainen, että koepalojen mittaustulokset osuvat välille 20% ja 80 % käytetyn asteikon koko alueesta. (NWSP 100.1.R0(15) 2015)

## 5.9 Hydrostaattinen paineen kesto

Hydrostaattinen paineen kesto eli vedenpitävyyden määrittäminen kertoo, kuinka hyvin näyte pystyy vastustamaan kasvavaa veden aiheuttamaa painetta ja millä paineella vesi tunkeutuu näytteen läpi. EDANA on määritellyt hydrostaattisen paineen keston mittauksen kuitukankaalle standardissa NWSP 080.6.R0 (15) "Evaluation of Water Resistance". Tälle EDANAn standardille on olemassa vastaava kansainvälinen ISO-standardi, joka on ISO 9073-16: 2007 "Textiles. Test method for nonwovens. Determination of resistance to penetration by water". (NWSP 080.6.R0(15) 2015)

Tämän standardin mukaan näyte asetetaan alustalle, jonka päälle lasketaan ympyränmuotoinen testausalue. Näytteen alapuoleen kohdistetaan tasaisesti kasvava vedenpaine, jota kasvatetaan niin kauan, kunnes vesi tunkeutuu näytteen läpi. Tulos luetaan, kun kolme ensimmäistä pisaraa ovat ilmestyneet näytteen näkyvälle puolelle. Tulos ilmaistaan millibaareina minuutissa (mbar/min). Vesipatsaan nostonopeuden tulisi olla  $(10 \pm 0,5 \text{ cm}) \text{ H}_2\text{O}/\text{min}$  tai  $(60 \pm 3 \text{ cm}) \text{ H}_2\text{O}/\text{min}$ . Testausalueen suosituksen mukainen koko on alaltaan  $100\text{cm}^2$ , mutta erikoistapauksissa myös pienempiä alueita, kuten  $26\text{cm}^2$  tai  $10 \text{cm}^2$ , on mahdollista käyttää. Veden lämpötilan tulisi olla noin  $(23 \pm 2)$  astetta. (NWSP 080.6.R0(15) 2015)

## 5.10 Vedenhylkivyyys

Vedenhylkivyyys on ominaisuus, joka kertoo materiaalin pinnan kyvyn hylkiä veden imeytymistä. EDANAn standardissa NWSP 080.1.R0 (15) "Surface Wetting Spray Test", on määritelty kuitukankaan vedenhylkivyyden testaus Spray-menetelmällä. (NWSP 080.1.R0(15) 2015)

Tässä menetelmässä vettä suihkutetaan suihkusuuttimen läpi näytteen pinnalle, joka on asetettu vinoon näytekehysten avulla. Suuttimessa on oltava 19 reikää ja reikien on oltava läpimitaltaan 0,89 mm. Suutin on kiinnitetty suppiloon halkaisijaltaan 10 mm kokoiselle kumirenkaalle. Suppilon halkaisijan tulisi olla 150 mm. Näyte on oltava asetettuna näytekehykselle siten, että se muodostaa 45 asteen kulman vaakatasoon nähden. Suuttimen sekä testialueen etäisyyden tulee olla 150 mm. Näytekehysten tulisi olla halkaisijaltaan 150 mm ja näyte tulee leikata kokoon 180 mm x 180 mm. Suppiloon kaadetaan 250 ml vettä, jonka lämpötilan tulisi olla noin  $(27 \pm 1)$  astetta. Testaus kestää noin 25-30 sekuntia ja testauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että vesi on tislattua tai ionivaihdettua. Testauksen jälkeen näyte arvostellaan antaen sille pisteitä pinnan kastumisen mukaan eli määritetään sen kastumisarvo. Sata pistettä tarkoittaa sitä, että pinnalla ei ole tapahtunut kastumista ja nolla pistettä puolestaan tarkoittaa, että näytteen koko pinta on kauttaaltaan kastunut. (NWSP 080.1.R0(15) 2015)

### 5.11 Kulutuskestävyys

Kulutuskestävyys kertoo materiaalin käyttöiästä, sen toiminnallisista vaatimuksista ja käyttökohteesta. Kulutuskestävyyden testaus Martindale-menetelmällä on määritelty standardissa NWSP 020.5.R0(15) "Abrasion Resistance of Nonwoven Fabrics using a Nonwoven Modified Martindale Abrasion Test Method". (NWSP 020.5.R0(15) 2015)

Martindale-laitteessa näytettä hangataan kohtisuorassa olevalla harmonisella liikkeellä hankaus- eli standardikangasta vasten. Testauslaitteessa on pohjalevy, jossa on käyttömekanismi, joka sisältää ulomman ja sisemmän käyttöpyörän sekä hankausyksiköt. Ulompia käyttöyksiköitä on kaksi ja sisempiä yksi. Pyörimisnopeuden suhde uloimmilla ja sisemmillä käyttöyksiköillä tulisi olla 16:15. Käyttömekanismi sisältää näytepitimiä, jonka ohjainlevy tekee niin sanottua Lisajous-kuviota. Näytepitimien ohjaintapit, joiden yläpään voidaan asettaa painoja, on asennettu näytepitimien runkoihin. Näytepitimiin kiinnitetään joko iso tai pieni paino. Iso paino on massaltaan  $(795 \pm 7)$  g, joka kohdistaa testin aikana näytteeseen 12 kPa suuruisen paineen. Pienempi paino on puolestaan massaltaan  $(595 \pm 7)$  g ja näin ollen kohdistaa testin aikana näytteeseen 9 kPa paineen.

Ohjaintapit on laakeroitu jokaisen hankaussyksikön suhteen ja jokainen laakeripesä sisältää kaksi laakeria. Martindale-laitteessa on myös laskijalaite, joka säädetään etukäteen laskemaan kierrokset ulommasta käyttöpyörästä. Kierrosten lukumäärää voidaan muokata halutun suuruiseksi. Hankauskangas on materiaailtaan kudottu villakangas, jonka halkaisijan tulisi olla vähintään 140 mm. Hankauskankaan neliömassan tulee olla  $(750 \pm 50)$  g/m<sup>2</sup> ja paksuuden  $(2,5 \pm 0,5)$  mm. Testauksen jälkeen näyte arvostellaan sovitun asteikon mukaisesti. (NWSP 020.5.R0(15) 2015)

## **6 TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULUN LABORATORIOIDEN SOVELTUVUUS KUITUKANKAAN TESTAUKSEEN**

Tampereen ammattikorkeakoulun paperi- ja tekstiililaboratorion laitteiston soveltuvuutta kuitukankaan testaukseen tutkittiin kappaleessa 5 esitettyjen menetel-lyjen mukaisesti. Tässä kappaleessa on esitelty laboratorion laitteet ja tutkittu mahdollisuutta testata ominaisuuksia esitettyjen EDANA-standardien mukaan.

### **6.1 Olosuhde**

Paperi- ja tekstiililaboratorioiden olosuhteet vastaavat standardia NWSP 003.0.R0(15). Tekstiililaboratorion olosuhteet vastaavat suositeltuja olosuhteita, mutta myös paperilaboratorio täyttää standardin mukaiset olosuhdevaatimukset kuitukankaan testauksessa.

Tekstiililaboratorion lämpötila on 20 astetta ja suhteellinen kosteus 65%. Paperilaboratoriossa lämpötila on 23 astetta ja suhteellinen ilmankosteus 50%.

### **6.2 Neliömassa**

Neliömassa voidaan määrittää standardin NWSP 130.1.R0(15) mukaan käyt-  
täen tekstiili- ja paperilaboratorion leikkureita sekä vaakoja. Paperi- ja tekstiilila-  
boratoriossa on myös olemassa neliömassaleikkuri, mutta se leikkaa alaltaan  
100cm<sup>2</sup> kokoisia paloja. Neliömassaleikkurit eivät täytä standardin vaatimuksia.

Paperilaboratoriossa on leikkurit Intimus RC 350 ja Intimus RC 560 S, joilla  
näyte voidaan leikata yhden millimetrin tarkkuudella kooltaan esimerkiksi 250  
mm x 200 mm kokoiseksi. Paperilaboratorion vaa'alla pystytään punnitsemaan  
näyte tuhannesosan tarkkuudella. Lasku voidaan suorittaa millä tahansa laski-  
mella.

### 6.3 Paksuus

Molemmissa, sekä tekstiili- että paperilaboratoriossa, on paksuuden mittaamiseen tarkoitettu mittalaite. Paperilaboratorion mittalaite on tarkoitettu kartongin ja paperin paksuuden mittaamiseen ja tekstiililaboratorion vastaava laite on tarkoitettu tekstiilien paksuuden määrittämiseen.

Paperilaboratoriossa on mekaaninen paksuuden mittalaite Lorentzen&Wettré (L&W) Micrometer. Tällä laitteella paksuuden mittaus on mahdollista suorittaa käyttäen 2-100 kPa suuruista painetta ja pohjalevyn koko on 200 mm<sup>2</sup>. Tämä laite ei sovellu standardinmukaiseen testaamiseen sen pohjalevyn, paininjalan koon sekä liian suuren paineen takia.

Tekstiililaboratoriossakin on paksuuden mittalaite, jolla voidaan suorittaa paksuuden mittaukset standardin NWSP 120.6.R0(15) mukaan. Paksuusmittari on soveltuva kuitukankaiden testaukseen, mutta laitteen ollessa hyvin vanha, mitaustuloksien oikeanmukaisuutta ei pystytä takaamaan eikä tuloksiin voida täysin luottaa. Kyseistä laitetta ei näistä syistä johtuen otettu tässä opinnäytetyössä tarkempaan tarkasteluun.

### 6.4 Ilmanläpäisevyys

Tekstiililaboratoriossa on ilmanläpäisevyyden mittaukseen tarkoitettu laite, jolla mittaukset voidaan suorittaa standardin NWSP 070.1.R0(15) mukaan. Testauslaite on nimeltään Karl Schröder L14.

Laitteessa on vaihdettavia ympyränmuotoisia näytepidikkeitä, joiden koot ovat 10 cm<sup>2</sup>, 20 cm<sup>2</sup>, 50 cm<sup>2</sup> ja 100 cm<sup>2</sup>. Standardin mukaan testattaessa alaltaan 20 cm<sup>2</sup> ja 50 cm<sup>2</sup> pidikkeet ovat sopivia kuitukankaan ilmanläpäisevyyden määrittämiseen. Paine-erona voidaan tällä laitteella käyttää 100 ja 200 Pa, joka on myös standardin mukaan hyväksyttävä paine-ero kuitukankaan testaukseen. Mittalaite antaa ilmanläpäisevyyden mittayksiköksi l/min, joka ei ole standardin mukainen yksikkö. Yksikkö voidaan kuitenkin muuttaa hyväksytyksi yksiköksi, kuten m/s tai mm/s.

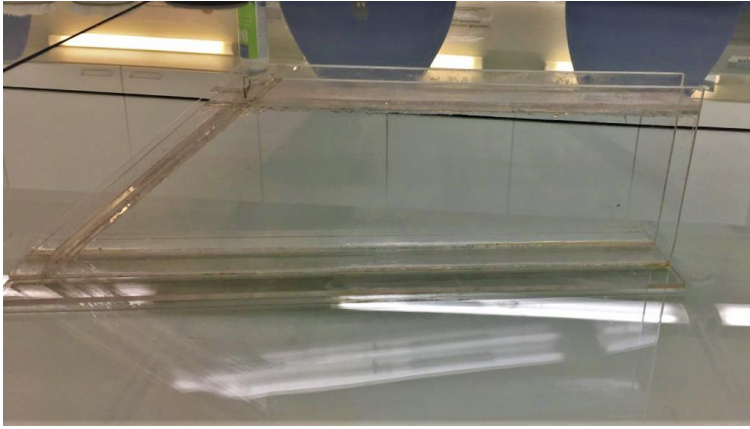
## 6.5 Vetolujuus ja venymä

Tekstiililaboratoriossa on vetokoje, Testometric M350-5CT, jolla voidaan kuitukankaiden vetolujuutta ja venymää testata sekä grab- että stripmenetelmällä NWSP-standardien mukaan. Tämä laite toimii CRE-menetelmällä eli laitteessa venymän lisäys aikayksikössä on vakio ja sen kapasiteettialue on 5000 N. Leuat ovat leveydeltään sekä pituudeltaan 25 mm. Mittapituutta voidaan vaihdella käyttötarkoituksen mukaan ja näin ollen myös kuitukankaiden testaukseen vaa-dittava mittapituutta on mahdollista tällä laitteella käyttää. Laitteen suurin tes-tausnopeus on 500 mm/min.

Myös paperilaboratoriossa on vetokoje, L&W Tensile Tester, joka on tarkoitettu paperin ja kartongin vetolujuuden ja venymän mittaamiseen. Tämän laitteen mukaista vetolujuuden mittausta ei ole määritelty EDANAn toimesta, mutta esi-merkiksi Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy testauttaa suodatinmateriaalinsa tällä menetelmällä käyttäen paperin testaukseen tarkoitettua standardia. Tämä stan-dardi soveltuu suodatinmateriaalin testaukseen, sillä suodatinmateriaalit on val-mistettu märkämenetelmällä, joka muistuttaa vahvasti paperinvalmistusproses-sia.

## 6.6 Jäykkyys

Tekstiililaboratoriossa on itsetekoinen muovinen taipumispuuden mittalaite (kuva 2). Laitteen pituus, leveys, korkeus sekä kulman suuruus eivät olleet tie-dossa, joten ne on tätä opinnäytetyötä varten mitattu ja laskettu. Telineen, johon näyte asetetaan, pituudeksi saatiin noin 305 mm ja leveydeksi noin 30 mm. Te-line on noin 130 mm korkeudella pöytätasosta. Telineen kulma ei ollut tiedossa, joten se laskettiin käyttäen trigonometriaa. Kulmaksi saatiin noin 45 astetta. Laite on muodoltaan samankaltainen kuin standardissa esitetty taipumispuu-den mittalaite. Näytetelineen pituus sekä leveys ovat hieman vajaat, mutta lait-teessa oleva kulma on melko lähellä standardissa esitettyä. Näin ollen voidaan sanoa, että mittaus voidaan suorittaa mukaillen standardia NWSP 090.5.R0 (15). Kaikki standardista poikkeavat toimenpiteet on muistettava ilmoittaa rapor-tissa.

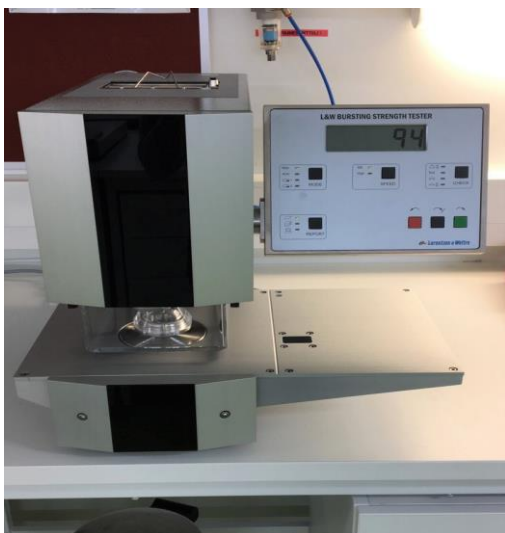


KUVA 2. Tekstiililaboratorion taipumispituuden mittalaite

## 6.7 Puhkaisulujuus

Paperilaboratoriossa on puhkaisulujuuden mittalaite, L&W Bursting Strength Tester, jolla mittaukset voidaan suorittaa Mullen-kokeella (kuva 3). Tämä laite on tarkoitettu paperin ja kartongin puhkaisulujuuden määrittämiseen, mutta puhkaisulujuustesti on myös mahdollista suorittaa kuitukankaille standardin NWSP 030.2.R0(15) mukaan.

Laite mittaa puhkaisulujuuden automaattisesti ja toimii hydraulisella paineella. Testausalueena voidaan käyttää standardinmukaisia virtauksen lisäyksiä sekä mittausalueita. Laitteella voidaan mitata näytteitä, joiden puhkaisulujuus on alueella 50-2000 kPa. Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy käyttää tätä menetelmää suodatinkankaidensa testaamiseen ja tehtaassa laboratoriosta löytyy sama puhkaisulujuusmittari.



KUVA 3. Paperilaboratorion Mullen-tyypin puhkaisulujuuden mittalaite

## 6.8 Repäisylujuus

Tekstiililaboratoriossa on Elmendorf-laite, James Heal ElmaTear Digital Tear Tester (kuva 4), jolla on mahdollista suorittaa repäisylujuuden mittaus EDANAN alkuperäisen, vuonna 2005 julkaistun, standardin WSP 100.1 mukaisesti. Standardin sisältöön ei ole juurikaan tullut muutoksia. Laite soveltuu myös paperin, tekstiilien ja muovien repäisylujuuden määrittämiseen. Kyseessä on digitaalinen repäisylujuuden mittalaite, joka antaa mittaustulokset suoraan valittuna mittayksikkönä.

Kaikki mittauksen vaatimat säädökset, kuten haluttu standardi, mittaustuloksen yksikkö, heilurin paino sekä näytteen paino, on mahdollista säätää digitaaliselta näytöltä. Koepalat on mahdollista leikata standardin mukaisilla teräksisillä muotteilla niin, että niiden pituus on 100 mm ja leveys 63 mm. Laboratoriossa on myös muotti, jolla voidaan näytteeseen leikata valmiiksi 20 mm pituinen halkio. Leukojen väliset etäisyydet on mahdollista säätää eri suuruiseksi esimerkiksi 2,8 mm etäisyydelle toisistaan. Heilurille on valittavissa seitsemän eri suuruista massaa, joista massa voidaan valita niin, että mittaustulos on 20% ja 80% käytetyn asteikon välillä. Tekstiililaboratorion Elmendorf-laite soveltuu sellaisten kuitukankaiden testaukseen, joiden paksuus on enintään 5 mm.



KUVA 3. James Heal ElmaTear Digital Tear Tester (James Heal Operator's Guide 2016)

## 6.9 Hydrostaattinen paineen kesto

Tekstiililaboratoriossa on hydrostaattinen paineen keston mittalaite, TEXTEST FX 3000 III, jolla mittaus voidaan suorittaa standardin NWSP 080.6.R0(15) mukaan. Myös Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy suorittaa vedenpitävyyden testaamisen tällä laitteella ja käyttäen kyseistä EDANA-standardia.

Laitteessa on alusta, johon näyte asetetaan sekä ympyränmuotoinen testausalue, joka on altaan  $100\text{cm}^2$ . Tämä on ainoa testausala, joka laboratoriosta löytyy. Laitteella on mahdollista mitata minimissään  $2/10$  mbar/min ja maksimissaan  $500$  mbar/min suuruisilla paineilla. Tämä painealue on kuitenkin varsin sovellova kuitukankaiden vedenpitävyyden määrittämiseen. Vesipatsasta voidaan tällä laitteella nostaa nopeudella  $10$  cm ja  $60$  cm H<sub>2</sub>O/ minuutti. Paineen ollessa sellainen, että kolme ensimmäistä vesipisaraa läpäisevät näytteen, painetaan nappia. Tällöin näytölle ilmestyy se vedenpaine, jonka näyte kestää vuotamatta. Testauslaite antaa tuloksen mbar/min.

## 6.10 Vedenhylkivyyys

Tekstiililaboratoriossa on Spray-testausmenetelmällä toimiva tekstiilien vedenhylkivyyden testaukseen tarkoitettu laite. Mittalaite on malliltaan James Heal Spray Rating Tester Model 513 (kuva 5), joka sopii kuitukankaan vedenhylkivyyden testaukseen standardin NWSP 080.1.R0(15) edellyttämällä tavalla.

Laitteen suuttimessa on standardin vaatimat 19 reikää. Näytekehys koostuu kahdesta metallirenkaasta, jotka sopivat toisiinsa. Renkaiden halkaisijat ovat 150 mm ja näytekehys on asetettu laitteeseen niin, että se on vaakatasoon nähden 45 asteen kulmassa. Näin ollen testialueen keskipiste on 150 mm suuttimen keskikohdan alapuolella. Suppilon halkaisija on 150 mm. Testaukseen sopivaa tislattua ja ionivaihdettua vettä on saatavissa Tampereen ammattikorkeakoulun laboratorioista.

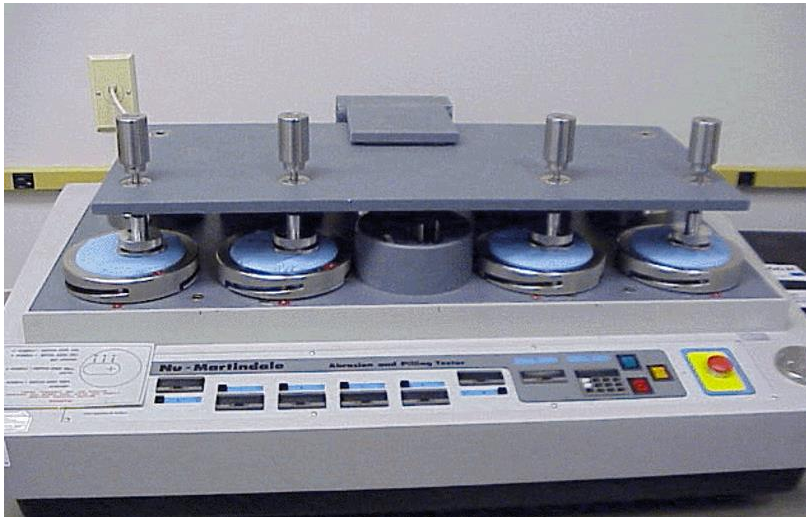


KUVA 5. James Heal Spray Rating Tester Model 513 (James Heal Operator's Guide 2012)

## 6.11 Kulutuskestävyys

Tekstiililaboratoriossa on Martindale-hankauksenkestolaite, jolla testaus voidaan suorittaa EDANA-standardi NWSP 020.5.R0(15), mukaan. Kuvan 6 mittalaite on täysin samanlainen kuin tekstiililaboration Martindale-hankauksenkestolaite.

Laiteessa on kaksi ulompaa ja yksi sisempi käyttöyksikkö, joiden pyörimisnopeuden suhde on 16:15. Kyseisen mittalaitteen hankauskangas on materiaaliltaan villahuopaa, jonka neliömassa on vaadittu  $750 \text{ g/m}^2$ , paksuus 2,5 mm ja halkaisija 140 mm. Näytepitimiin on asennettavissa painot, joilla näytteeseen saadaan kohdistettua standardinmukaiset paineet. Laskijalaite voidaan säätää etukäteen laskemaan hankauskierrokset uloimmasta käyttöpyörästä.



KUVA 6. Martindale-hankauksenkestolaite (NWSP 020.5.R0(15) 2015)

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiili- ja paperilaboratorioiden soveltuvuutta kuitukankaan testaukseen EDANAn vuonna 2015 julkaisemien kuitukankaiden testausmenettelyiden mukaisesti. Työn tarkoituksena oli selvittää, mitä testausmenetelmiä Tampereen ammattikorkeakoulu voi maksupalveluliiketoimintana tarjota kuitukangastestausta tarvitseville yritysille. Työ suoritettiin tutustumalla EDANA-kuitukangasstandardeihin sekä laboratorioiden laitteistoon.

### 7.1 Tutkimuksen tulokset

EDANA-kuitukangasstandardeihin tutustuttaessa huomattiin, että tekstiililaboratorion laitteisto sisältää hyvinkin paljon kuitukankaille sopivia testauslaitteita. Tämä johtunee pääasiassa siitä, että kuitukangas muistuttaa ominaisuuksiltaan sekä ulkonäöltään hyvinkin paljon kudottuja tekstiilimateriaaleja. Kaikki muut testaukset, paitsi puhkaisulujuusmittaus, on suoritettava tekstiililaboratoriossa. Vaikka paperilaboratorion laitteet olisivatkin samankaltaisia kuin standardissa esitetyt, niin usein niiden säädöt ovat epäsopivia kuitukankaan testaamiseen.

Taulukossa 2 on esitelty ne EDANA-standardit, joilla tietyn ominaisuuden testaaminen laboratorioissa voidaan suorittaa standardin mukaan sekä testaukseen sopiva laite. Tutkituista ominaisuuksista paksuus ja jäykkyys puuttuvat taulukosta, sillä niille ei laboratorioista löytynyt täysin EDANA-standardinmukaisia testauslaitteita. Ominaisuuksien lisäksi tutkittavina olivat laboratorioiden olosuhteet, jotka vastaavat standardinmukaisia olosuhteita.

TAULUKKO 2. Ominaisuudet, standardit ja mittalaitteet

Ominaisuus	EDANA-standardi	Laite
Neliömassa	NWSP 130.1.R0 (15)	leikkuri, vaaka
Ilmanläpäisevyys	NWSP 070.1.R0 (15)	Karl Schröder L14
Vetolujuus, Grab	NWSP 110.1.R0 (15)	Testometric M350-SCT
Vetolujuus, Strip	NWSP 110.4.R0 (15)	Testometric M350-SCT
Puhkaisulujuus	NWSP 030.2.R0 (15)	L&W Bursting Strenght Tester
Repäisyjuuus	NWSP 100.1.R0 (15)	James Heal ElmaTear
Hydrostaattinen paine	NWSP 080.6.R0 (15)	TEXTTEST FX 3000
Vedenhylkivyyys	NWSP 080.1.R0 (15)	Spray Rating Tester Model 513
Kulutuskestävyys	NWSP 020.5.R0 (15)	Martindale

## 7.2 Johtopäätökset

Tutkittaessa kuitukangasteollisuutta sekä markkinoita, voitiin huomata, että kuitukankaiden testaamisen tarve lisääntyy jatkuvasti. Tämä johtuu siitä, että kuitukankaan tuotanto kasvaa vuosi vuodelta suuremmaksi ja kuitukankaalla korvataan entistä enemmän muita materiaaleja. Standardien käyttö testauksessa on tärkeää, jotta tulokset olisivat luotettavia ja vertailukelpoisia. Etenkin EDANA-kuitukangasstandardien mukaan testaaminen näyttäisi olevan kuitukangastoimijoiden suosiossa. Tämä johtuu siitä, että EDANA on globaali kuitukangasteollisuuden erikoistunut järjestö, joka toimii tiiviissä yhteistyössä standardisoinnin osalta kansainvälisen standardisointijärjestö ISON kanssa.

Tampereen ammattikorkeakoulun tekstiili- ja paperilaboratoriot soveltuvat olosuhteiden ja tutkittujen ominaisuuksien osalta melko hyvin kuitukankaan testaukseen EDANA-kuitukangasstandardien mukaan. Etenkin tärkeiden lujuusominaisuuksien, kuten vetolujuuden ja repäisyjuuuden, testaamiseen laboratorioden laitteet soveltuvat hyvin ja useimmat laitteet vastaavat ominaisuuksiltaan täysin standardeissa esitettyjä laitteita. Myös vedenhylkivyyys ja -pitävyys ovat vaadittuja ominaisuuksia hyvin monissa kuitukankaasta valmistettävissä tuotteissa. Näidenkin ominaisuuksien testaaminen laboratoriossa onnistuu täysin standardien mukaan.

Oppilaitos voi tarjota yrityksille kuitukankaan testaamiseen EDANA-standardien mukaan neliömassan, ilmanläpäisevyyden, vetolujuuden ja venymän, puhkaisulujuuden, repäisyjujuuden, vedenhylkivyyden ja -pitävyyden sekä kulutuskestävyyden mittauksia. Näiden ominaisuuksien kohdalla standardista ei tarvitse poiketa missään testauksen vaiheessa. Nykyisen paksuusmittarin ollessa hyvin vanha, laitteeseen ei tutustuttu tarkemmin, sillä kyseisen mittarin tuloksiin ei voitaisi täysin luottaa. Myöskään jäykkyyden testaamiseen ei täysin standardinmukaista menetelmää voida tarjota. Mikäli jäykkyydsmittauksia kyseisellä laitteella tehdään, on tärkeää ilmoittaa poikkeamat standardista.

Uusina laitehankintoina Tampereen ammattikorkeakoulu voisi harkita etenkin paksuusmittaria, sillä paksuus on yksi kuitukankaan perusominaisuuksista ja on tärkeä ominaisuus monissa kuitukankaan loppukäyttökohteissa. Monet markkinoilla olevat paksuusmittarit sopivat myös tekstiilien testaamiseen, joten paksuusmittarin hankkiminen tekstiililaboratorioon olisi kannattavaa sen monipuolisten käyttömahdollisuuksien takia. Toinen laitehankinta kuitukankaan testauksen kannalta olisi jäykkyyden mittaamiseen tarkoitettu laite. Nykyinen jäykkyyden mittalaite ei ole täysin standardinmukainen ja laitteesta johtuen mittaustulokset voivat vaihdella suurestikin. Uusi jäykkyyden määrittämiseen tarkoitettu mittalaite voisi olla esimerkiksi Gurley-tyypin laite. Tämä laite on käytössä Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy:n tehtaalla, jossa he suorittavat mittaukset EDANA-kuitukangasstandardin mukaan.

Opinnäytetyön alussa määriteltäisiin tavoitteisiin päästiin hyvin, sillä nyt tiedetään, mitä ominaisuuksia Tampereen ammattikorkeakoulu voi maksupalveluliiketoimintana tarjota standardinmukaista kuitukangastestausta tarvitseville yrityksille. Työ saatiin toteutettua aikataulussa ja opinnäytetyössä käytettyjä lähteitä voidaan pitää luotettavina.

## LÄHTEET

Ahlstrom-Munksjö. 2019. Vuosikertomus ja vastuullisuusraportti 2018. 28.2.2019. Luettu 4.3.2019.  
<https://mb.cision.com/Main/15160/2753079/999899.pdf>

Bartels, V.T. 2011. Handbook of Medical Textiles. Nonwoven Materials and Technologies for Medical Applications. E-kirja. Knovel. Luettu 11.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden.

Chapman, R.A. 2010. Applications of Nonwovens in Technical Textiles. The Use of Nonwovens as Filtration Materials. E-kirja. Knovel. Luettu 11.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden

Dafecor Oy. 2019. Dafecor yritys. Luettu 4.3.2019.  
<https://dafecor.fi/yritys>

Delipap Oy 2019. Yritys. Luettu 4.3.2019.  
<https://delipap.fi/yritys/>

EDANA. 2015. EDANA and INDA release: 2015 Nonwovens Standard Procedures. Tiedote. 17.9.2015. Luettu 3.3.2019.  
<https://www.edana.org/newsroom/news-announcements/news-article/2015/09/17/edana-and-inda-release-2015-nonwovens-standard-procedures>

EDANA. 2019a. What are nonwovens? Luettu 5.2.2019.  
<https://www.edana.org/discover-nonwovens/what-are-nonwovens->

EDANA. 2019b. How they are made? Luettu 9.2.2019.  
<https://www.edana.org/discover-nonwovens/how-they're-made>

EDANA. 2019c. Products & Applications. Luettu 11.2.2019.  
<https://www.edana.org/discover-nonwovens/products-applications>

EDANA. 2019d. About EDANA. Luettu 3.3.2019.  
<https://www.edana.org/industry-support/about-edana>

EDANA. 2018. European Nonwovens production grows 4.3% in 2017. Tiedote. 18.4.2018. Luettu 7.2.2019.  
<https://www.edana.org/newsroom/news-announcements/2018/04/18/european-nonwovens-production-grows-4.3-in-2017>

European Committee for Standardization, CEN. 2019. Who we are. Luettu 25.2.2019.  
<https://www.cen.eu/about/Pages/default.aspx>

NWSP 003.0.R0 (15). Standard Atmospheres for Conditioning and/or Testing. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 22.4.2019.

NWSP 130.1.R0 (15). Mass per Unit Area. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 22.4.2019.

NWSP 120.6.R0(15). Nonwoven Thickness. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 22.4.2019.

NWSP 070.1.R0(15). Air Permeability of Nonwoven Materials. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 24.4.2019.

NWSP 110.1.R0 (15). Grab Strenght Test. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 24.4.2019.

NWSP 110.4.R0 (15). Strip Method. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 24.4.2019.

NWSP 090.5.R0 (15) Nonwovens Bending Length. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 25.4.2019.

NWSP 030.2.R0(15). Nonwovens Burst. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 25.4.2019.

NWSP 100.1.R0 (15). Tearing Strenght of Nonwoven Fabrics by Falling-Pendulum Apparatus. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 25.4.2019.

NWSP 080.6.R0 (15). Evaluation of Water Resistance. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 25.4.2019.

NWSP 080.1.R0 (15). Surface Wetting Spray Test. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 25.4.2019.

NWSP 020.5.R0 (15). Abrasion Resistance of Nonwoven Fabrics using a Nonwoven Modified Martindale Abrasion Test Method. Bryssel: EDANA 2015, Nonwoven Standard Procedure. Luettu 24.4.2019.

INDA. 2019a. About Nonwovens. Luettu 11.2.2019.  
<http://www.inda.org/about-nonwovens/>

INDA. 2019b. About INDA. Luettu 3.3.2019.  
<http://www.inda.org/about-inda/>

Intermedius. 2019. Nonwoven-tuotteet. Luettu 4.3.2019.  
<https://www.intermedius.fi/tuotteet/non-woven-tuotteet/>

International Organization for Standardization, ISO. 2019. About ISO. Luettu 25.2.2019.  
<https://www.iso.org/about-us.html>

James, H. 2016. Operator's Guide. ElmaTear. England: Halifax. Luettu 25.4.2019.

James. H. 2012. Operator's Guide. Spray Rating Tester. England: Halifax. Luettu 25.4.2019.

- Jirsak, J. & Wadsworth, L. 1999. Nonwoven Textiles. Durham: Carolina Academic Press.
- Jukka Packalen Oy. 2019. Kuituliina. Luettu 4.3.2019.  
<https://www.jukkapackalen.fi/kuituliina>
- Laulaja, R. Quality Specialist. 2019. Haastattelu 15.3.2019. Haastattelija Nurminen, P. Tampere. Ahlstrom-Munksjö Tampere Oy.
- Markula, R. 1999. Tekstiilitieto. 9. painos. Porvoo: WSOY.
- Medical Applications. E-kirja. Knovel. Luettu 11.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden SFS-EN ISO 9092. 2012. Kuitukankaan määritelmä. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 8.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden.
- Mediplast Sataside Oy. 2003. Yritys ja tuotteet. Luettu 4.3.2019.  
<http://www.sataside.fi/>
- Mölnlycke Health Care AB. 2019. Tietoa meistä. Luettu 4.3.2019.  
<https://www.molnlycke.fi/tietoa-meista/>
- Polarwipe Oy. 2013. Yritys. Luettu 4.3.2019.  
<http://www.polarwipe.com/yritys.php>
- Russell, S.J. 2007. Handbook of nonwovens. Cambridge: Woodhead Publishing
- Räsänen, R., Rissanen, M., Parviainen, E. & Suonsilta, H. 2017. Tekstiilien materiaalit. 1. painos. Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.
- SFS-EN 45020. 2007. Standardisointi ja siihen liittyvä toiminta. Yleissanasto. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry. Luettu 23.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden.
- SFS-EN ISO 9092. 2012. Kuitukankaan määritelmä. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry. Luettu 8.2.2019. Vaatii käyttöoikeuden.
- Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2019a. Standardi tutuksi. Luettu 3.3.2019.  
[https://www.sfs.fi/julkaisut\\_ja\\_palvelut/standardi\\_tutuksi](https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi)
- Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2019b. Standardien laadinta. Luettu 35.2.2019.  
[https://www.sfs.fi/standardien\\_laadinta](https://www.sfs.fi/standardien_laadinta)
- Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2019c. Mikä SFS on?  
[https://www.sfs.fi/sfs\\_ry](https://www.sfs.fi/sfs_ry)
- Suomen Standardoimisliitto SFSedu. 2018. Miniopas standardeista. Opas. Luettu 25.2.2019.
- Suomen Tekstiili & Muoti ry. 2019. Standardisointi. Luettu 3.3.2019.  
<https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/standardisointi/>

Suominen Oyj. 2019. Tietoa Suomisesta. Luettu 4.3.2019.  
<https://www.suominen.fi/fi/tietoa-suomisesta/#>

Wulfhorst, B., Gries, T. ja Veit, D. 2006. Textile Technology. Processes and Machines for Nonwoven Production. E-kirja. Knovel. (Munhen:Hanser Publisher.) Vaatii käyttöoikeuden.