

FARKKUJEN ELINKAARI

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Tekstiili- ja vaateustekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Janica Järvinen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekstiili- ja vaateustekniikka

JÄRVINEN, JANICA:

Farkkujen elinkaari

Tekstiili- ja vaateustekniikan opinnäytetyö, 43 sivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan farkkujen elinkaarta ja siihen liittyviä ympäristönäkökohtia. Tutkimuksen kohteena on myös M.A.S.I Company Oyn toiminnan soveltuminen ympäristömerkinnän kriteereiden mukaiseksi. Tutkimus tehtiin kyselyiden, haastatteluiden, keskustelujen ja teoreettisen tutkimuksen avulla.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkastellaan aluksi puuvillaa kuituna ja sen tuotantoa aina viljelystä kankaan kudontaan. Työssä edetään puuvillakankaiden esikäsittelyosiesta farkkujen valmistukseen. Farkkujen viimeistyksellä on suuri painoarvo tässä työssä. Farkkujen viimeistyskäsittelyitä on lukuisia, joten työ rajattiin muutamien tärkeimpien menetelmien käsittelyyn, kuten hiekkapuhallukseen, laserointiin, flokkaukseen, kivipesuihin ja kemiallisiin valkaiseviin viimeistykseen. Teoriaosuudessa tarkastellaan koko ajan kunkin tuotantoprosessin ympäristönäkökohtia, eli farkkujen elinkaaren eri vaiheiden vaikutusta ympäristöön. Teoriaosassa selvitetään lisäksi erilaisia ympäristökäsitteitä ja ympäristöön liittyviä sertifikaatteja ja merkintöjä.

Tutkimusosassa, joka tehtiin yrityksen toimeksiannosta, perehdyttiin ensin Öko Tex Standardi 100- ja EU-kukka – ympäristömerkintöjen kriteereihin. Lisäksi selvitettiin M.A.S.I Company Oyn tuotantotoiminta ja siihen liittyviä ympäristönäkökohtia ympäristömerkintöjen kriteerien näkökulmasta sekä tutkittiin, olisiko yritys kelvollinen hakemaan ympäristömerkintää.

Avainsanat: puuvilla, luomupuuvilla, farkku, elinkaari, ympäristövaikutus

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

JÄRVINEN, JANICA: The Life Cycle of Jeans

Bachelor's Thesis in Textile and Clothing Technology, 43 pages

Spring 2011

ABSTRACT

In this thesis the main subject is the lifecycle of jeans and its impact on the environment. The study contains also a research of manufacture of the M.A.S.I Company Oy and aims to find out if it is possible to apply an eco-label for the products of the company. The survey was carried out with questions, interviews, discussion and a theoretical study.

In the theory part of this thesis, first the cotton fiber and its production is examined. Theory part consists of discussing the farming, ginning, spinning, weaving, dyeing, finishing, cutting and sewing of cotton. The finishing techniques of denim have an importance in this survey. Because there are so many different types of finishing techniques of denim, this thesis focused only on sanding, brushing, laser, whiskering, abrasive color loss and chemical finishing. In addition, the theory part also discusses the different concepts of the environment, the certifications and the eco labels.

In the research part, the objective was to clarify to criteria of the EU-Eco label and The Oeko-Tex Standard 100 certification. The study focused on the production of M.A.S.I Company Oy and its environmental matters.

Key words: cotton, organic cotton, jeans, lifecycle, environmental impact

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	PUUVILLA	2
2.1	Puuvillan ominaisuuksia	2
2.2	Puuvillan valmistus	4
2.2.1	Puuvillan viljely ja korjuu	5
2.2.2	Luonnonmukainen viljely	6
2.2.3	Puuvillakuidusta langaksi eli kehruu	10
2.2.4	Puuvillalangan värjääminen	11
2.2.5	Puuvillalangasta kankaaksi eli kudonta	13
3	PUUVILLAKANKAIDEN ESIKÄSITTELYT	13
3.1	Esikäsitteilyiden tarkoitus	13
3.2	Poltto	14
3.3	Liisterinpoisto	14
3.4	Keitto	15
3.5	Valkaisu	15
3.6	Merserointi	16
4	FARKKUJEN VALMISTUS	17
4.1	Laakaus	17
4.2	Leikkuu	18
4.3	Ompelu	18
5	FARKKUKANKAIDEN VIIMEISTYS	19
5.1	Kuivaviimeistykset	19
5.1.1	Hiekkapuhallus	19
5.1.2	Laser -käsitteily	20
5.1.3	Flokkaus	20
5.2	Märkäviimeistykset	21
5.2.1	Kivipesu	21
5.2.2	Kemiallinen valkaiseva viimeistys	22
6	ENTSYYMIT	23
6.1	Entsyymien ominaisuuksia	23
6.2	Entsyymit tekstiiliteollisuudessa (tai farkkuteollisuudessa)	23
7	FARKKUJEN KÄYTTÖVAIHE	25

7.1	Käyttö	25
7.2	Pesu ja huolto	25
8	FARKKUJEN JÄTEHUOLTOVAIHE	26
8.1	Kierrätys	26
8.2	Hävittäminen	27
9	YMPÄRISTÖMERKINTÄESIMERKKEJÄ	28
9.1	Öko-Tex Standardi 100 – kriteerit	28
9.2	EU-kukka –ympäristömerkinnän kriteerit	32
10	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

Ympäristöasioiden tarkastelu ja huomioonottaminen päivittäisessä elämässä on nykyään osa arkea. Ihmiset ovat kiinnostuneempia ja tietoisempia luontoon kohdistuvista vaaroista ja niiden seuraamuksista. Jokainen yksilö voi auttaa maapallossamme pienillä teoilla, kuten kierrättämällä jätteitään. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia on jo nähtävissä esimerkiksi sääilmiöiden rajuutena. Luonnonsuojelusta on tullut yleinen puheenaihe niin nuorten kuin aikuistenkin keskuudessa.

Ekologisuuteen ja eettisyyteen kiinnitetään huomiota myös yritystoiminnassa, esimerkiksi laaditaan erilaisia ympäristösertifikaatteja ja –merkintöjä. Ekologisuus on jo muotisana ja useat kuluttajat kiinnittävät huomiota tekstiilituotteidensa ympäristömerkintöihin ja saattavat tehdä ostopäätöksensä sen perusteella. Yritystoiminnassa ekologisuus on kilpailuvaltti. Yritykset säästävät tuotantokustannuksissaan tarkkailemalla materiaalin ja energian kulutusta. Tuotesuunnittelulla on merkittävä osa tuotteen ympäristöystävällisyydestä.

Puuvilla on ollut kautta aikojen suosittu kuitumateriaali tekstiileissä. Puuvillan tuotantoon on kohdistunut paljon huomiota, varsinkin sen viljelyyn ja siitä aiheutuviin ympäristöllisiin ja eettisiin ongelmiin. Farkkujen tuotantoprosessista aiheutuvat ympäristöhaitat liittyvät pääosin puuvillan viljelyyn, viimeistykseen ja värjäykseen. Luomupuuvillan tuotanto on ympäristöystävällisempää.

Suomessa syntyy tekstiilijätettä suhteellisen vähän ja suurin osa jätteestä pystytään kierrättämään. Suomessa kontrolloidaan lainsäädännöllä jätteiden määrää kaatopaikoilla. Tekstiilituotteiden lopullisesta ympäristökuormituksesta on vastuussa kuluttaja.

2 PUUVILLA

2.1 Puuvillan ominaisuuksia

Puuvilla on maailman eniten tuotettu kasvikuitu, joka on selluloosaa. Puuvillan poikkileikkaus on litteä ja kuitu on kierteinen. Puuvillan laatutekijöitä ovat kuitupituus eli tapulipituus, paksuus, hienous, tuntu, tasaisuus, puhtaus, lujuus, venymä, väri ja kiilto. (Eberle ym. 2001, 11–12.). Laatutekijöistä on tarkempia tietoja kuviossa 1. Puuvillan tärkeimmät ominaisuudet, lämpö- ja palokäyttäytyminen, lämmöneristävyys, kosteudenimukyky ja sähköistävyys, ovat listattuna kuviossa 2.

Puuvillan viljelyä harjoittaa noin 30 miljoonaa viljelijää maailmanlaajuisesti ja heistä 80 % elää kehitysmaissa työskennellen pientiloilla. Puuvillan viljelyn harjoittamiseen on varattu 2,4 % maapallon viljelyskelpoisesta maasta, eikä tämä ole muuttunut 80 vuoteen. Tänä aikana sadot ovat kolmikertaistuneet ensisijaisesti kemiallisten tuholaismyrkkyjen ja lannoitteiden, kastelun laajentumisen, mekaanisen sadonkorjuun, täsmällisen viljelyn ja geneettisesti modifioitujen siementen käytön takia. Puuvillan viljelyyn kuluu arviolta 25 % maailman hyönteismyrkyistä ja 11 % tuholaistorjunta-aineista. (Grose 2009, 34.)

Puuvilla on tunnetusti paljon vettä tarvitseva kuitu, joten yhden puuvillakuitukilon tuottamiseen kuluu 7000–29000 litraa vettä. Tämä kuitukilo riittää yhden farkkushousuparin valmistukseen. Puuvillan maailmanlaajuinen vesijalanjälki on noin 2,6 % koko maapallon vedenkulutuksesta, mutta kuitenkin pienempi kuin soijapapujen (4%), maissin (9%), viljan (12%) ja riisin (21%). (Grose 2009, 34; Wakelyn 2009, 255.)

TAULUKKO 1. Puuvillan laatutekijät (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2001)

Kuitupituus eli tapulipituus ja paksuus	Tärkein laatutekijä on kuitupituus; yleensä se on 10–60 mm ja kuituja voidaan kehrätä, kun ne ovat yli 10 mm:n pituisia. Puuvillakuidun paksuus on 12–22 µm.
Hienous, tuntu	Hienous vaihtelee välillä 1-4 dtex (desiteksi, 1 tex= 1g/1000m, tex on hienouden mittayksikkö tekstiileillä), joten puuvillakuitu luokitellaan hienoksi kuituksi. Mitä hienompi puuvillakuitu on, sitä pidempi ja pehmeämmältä tuntuva se on.
Tasaisuus, puhtaus	Puuvillaa luokitellaan myös sen puhtauden mukaan, jolloin laatua heikentävät kankaan epäpuhtaudet, kuten siementen, lehtien ja varren kappaleet.
Lujuus ja venymä	Puuvillan lujuus on melko hyvä ja sen murtolujuus on välillä 18–52 cN/tex (senttinewtoneita teksä kohti). Kuidun murtovenymä on 3-7 %. Märkälujuus ja venymäominaisuudet parantuvat, kun puuvillakuidun kosteuspitoisuus kasvaa. Puuvillakuitu ei ole kovin elastinen kuitu ja siksi se rypistyy helposti.
Väri ja kiilto	Puuvillan väri voi vaihdella kermanvaaleasta ruskean sävyihin. Raakapuuvillalla kiilto on yleensä himmeä. Sea-Island- ja Mako – lajikkeet ovat arvokkaita ja ne ovat silkinkiiltoisia.

TAULUKKO 2. Puuvillan tärkeimpiä ominaisuuksia (Eberle ym. 2001)

Lämpö- ja palokäyttäytyminen	Puuvillalla on suhteellisen hyvä lämmönkestävyys, ja puuvillatuotetta voidaan silittää 220°C:lla raudalla kuidun vaurioitumatta. Puuvilla on helposti syttyvä ja nopeasti palava kuitu.
Lämmöneristävyys	Puuvilla ei ole kovin huokoinen tai kihara kuitu, siksi se on huono lämmöneriste.
Kosteudenimukyky	Puuvilla pystyy sitomaan jopa 20 % höyrymäistä kosteutta tuntumatta märältä, ja varastoimaan jopa 65 % kosteutta omasta painostaan valumatta, siksi puuvillalla on hyvä kosteudenimukyky. Puuvilla kuivuu hitaasti.
Sähköistyvyys	Puuvillassa on aina kosteutta, jonka vuoksi se ei varaudu sähköisesti.

2.2 Puuvillan valmistus

Puuvillatuotteiden elinkaari muodostuu seuraavista vaiheista: raaka-aineiden viljely, valmistus, myynti ja kuljetukset, käyttö ja kunnossapito, uudelleenkäyttö ja kierrätys ja jätehuolto. Jokainen elinkaaren vaihe on ympäristön kannalta tärkeä. Materiaalivalintoihin ja valmistusprosessiin on kiinnitettävä huomiota jo tuotteen suunnittelussa ja valmistuksessa, esimerkiksi puuvillatuotteiden eri tuotannonvaiheet tapahtuvat hyvinkin kaukana toisistaan, jolloin kuljetuksista itsessään aiheutuu ympäristöhaittaa ilmanpäästöinä ja energiankulutuksena. (Talvenmaa 1998, 33; Nurmi 2008.)

2.2.1 Puuvillan viljely ja korjuu

Puuvillaa viljellään noin 90:ssä eri valtiossa (Grose 2009, 33), jotka sijaitsevat trooppisilla tai subtrooppisilla ilmastovyöhykkeillä. Suurimmat tuottajamaat ovat USA, Kiina, Pakistan ja Intia. Puuvillakasvi tarvitsee paljon valoa, lämpöä ja vettä kasvaakseen sekä ravinteikkaan kasvualustan. Kasvuolosuhteet vaikuttavat merkittävästi puuvillan laatuun. Puuvillakasvia viljellään yksivuotisena. (Talvenmaa 1998, 14.) Puuvillan viljelymenetelmät riippuvat siitä, missä sitä viljellään sekä se, onko haluttu puuvilla perinteistä puuvillaa vai luomupuuvillaa.

Perinteisen puuvillan tehoviljelyllä on erilaisia haitallisia ympäristövaikutuksia. Suurimmat haittatekijät ovat lannoitteet, keinokastelu sekä kemialliset torjunta-aineet, joilla estetään tuholaisia ja kasvitauteja vahingoittamasta puuvillakasvia. Lannoitteiden avulla pyritään saamaan mahdollisimman hyvä sato. Lannoitteet sisältävät typpeä, fosforia ja kaliumia (suoloja), jotka ovat tärkeitä ravintoaineita kasville, mutta liiallinen lannoittaminen rehevöittää järviä ja jokia. Keinokastelu aiheuttaa vesistöjen kuivumista. Torjunta-aineita levitetään tavallisesti lentoraiskutuksina, jolloin myrkkyjä joutuu myös kuidun kasvuympäristöön: maaperän mikro-organismit ja hyödylliset hyönteiset vahingoittuvat. (Talvenmaa 1998, 15; Reilukauppa 2011.)

Kasvinsuojeluaineet (pestisidit ja herbisidit) eivät ole hyväksi myöskään ihmiselle, koska ne sisältävät haitallisia aineita, kuten raskasmetalleja. Torjunta-aineet voivat kulkeutua pinta- ja pohjavesiin, jolloin vesi saastuu. Ennen kuin puuvilla poimitaan (korjuu), ruiskutetaan kasvin päälle myrkkyä, jotta se pudottaisi lehensä. (Talvenmaa 1998, 15; Reilukauppa 2011.)

Puuvillan sato voidaan poimia joko käsin tai koneellisesti. Poimintakoneella korjatussa puuvillassa on paljon roskia, esimerkiksi kuivuneita lehtiä. Ennen kuin puuvillaa voidaan jatkojalostaa, on se puhdistettava perusteellisesti. Energiaa kuluu runsaasti puhdistuksessa ja koneellisessa korjuussa (koneiden käyttöenergiaa). Käsinpoimitun puuvillan laatu on parempaa, mutta sen korjuussa menee useita viikkoja, mikä raskasta työtä poimijoille. Käsinpoimitusta puuvillasta saatetaan käyttää harhaanjohtavaa nimitystä, ekopuuvilla. Viljelyssä on voitu käyttää torjun-

ta-aineita, jolloin poimijat altistuvat myrkyille. Puuvillaa tuotetaan kuitenkin niin paljon, että kaiken puuvillan poimiminen käsin olisi käytännössä mahdotonta. (Talvenmaa 1998, 16; Eberle ym. 2001, 11.)

Geenimanipuloitujen kasvien viljely on ollut kyseenalaistettuna sen ekologisuudesta ja turvallisuudesta. Geenimanipuloitu puuvilla, Bt-puuvilla (sisältää botuliinibakteerin myrkkyygeenin), pystyy itse tuottamaan tuholaismyrkkynsä. GMO-perimäiset lajikkeet voivat saastuttaa lähialueiden viljelyksiä, koska lajien siitepölyt voivat kulkeutua ympäristöön esimerkiksi tuulen avulla. (Reilukauppa 2011.)

Kun puuvilla on poimittu, kuivataan se jälkikypsytystä varten, jolloin kuidussa on kosteutta jäljellä n. 5-7 %. Puuvilla kuivataan joko lämpimän ilman tai varastoinnin avulla. Jos kuivaus tapahtuu koneellisesti, kuluu siinä energiaa. Homeet ja sienisairaudet voivat vahingoittaa puuvillasatoa, minkä vuoksi varastoinnin aikana voi joutua käyttämään homeenestoaineita, jotka ovat usein haitallisia raskasmetalliyhdisteitä. (Eberle ym. 2001, 11; Boncamper 2004, 102.)

Kuivauksen jälkeen kuitumassasta erotetaan oksankappaleet yms. Seuraavassa vaiheessa, loukutuksessa, puuvillakuidut irrotetaan siemenistä koneellisesti, jolloin saatavien kuitujen pituus on n. 15–50 mm. Lyhyemmät kuidut, lintterssit, jotka eivät sovellu kehräykseen, voidaan hyödyntää mm. muuntokuitujen valmistuksessa. Puuvillan siemenistä saadaan puuvillansiemenöljyä ja puristusjätteestä valmistetaan karjanruokintaan rehukakkuja. Puuvilla paalataan ja luokitellaan puhdistuksen jälkeen. (Eberle ym. 2001, 11; Boncamper 2004, 102.)

2.2.2 Luonnonmukainen viljely

Tehoviljelyn sijasta voidaan harjoittaa luonnonmukaista viljelyä, jossa käytetään luontaisia tuholaisten torjuntamenetelmiä ja lannoitusta. Viljelijät voivat valmistaa lehmän lannasta lannoitetta ja kasveista torjunta-aineita. Luomuviljely voi kuluttaa jopa 30 % vähemmän vettä kuin perinteinen viljely (Grose 2009, 43). Luonnonmukaisessa tuotannossa ei hyväksytä geenimuunnellun puuvillan viljelyä. Luonnonmukainen viljely pitää maaperän paremmin viljelykelpoisena, koska hai-

talliset kemikaalit eivät joudu luontoon. Luomupuuvillan viljely on haastavaa, koska se vaatii paljon työtä. (Talvenmaa 1998, 15; Yhteishyvä 2010, 11.)

Luomupuuvillaa viljellään nykyään 0,2 % kaikesta maailman puuvillantuotannosta. Luomupuuvillan markkinat ovat kasvaneet 2075 tonnista (vuodet 1992/1993) 145 872 tonniin vuoteen 2007 mennessä. Ennen kuin tuotanto voi saada luomumerkinnän, on sen käytävä läpi kolmivuotinen siirtymäjakso, jolloin puuvillaa kasvatetaan luomuviljelystandardien mukaisesti. Siirtymävaihe perinteisen puuvillan tuotannosta luomutuotantoon voi kestää kauemmin kuin kolme vuotta. Siitä huolimatta sertifikaatin siirtymäajan jakson vaatimus on vain kolme vuotta. Siirtymäjakson aikana pitää harjoittaa luomutuotantoa eikä silloin saa käyttää mitään perinteisen puuvillatuotannon luonnottomia aineita. (Grose 2009, 43, 46; Wakelyn 2009, 251.)

Sertifioidut luomupuuvillan istutettavat siemenet eivät saa olla käsiteltyjä synteettisillä sien-, ja hyönteismyrkyillä tai muilla synteettisillä kemikaaleilla, joita käytetään perinteisessä puuvillassa. Molemmat, luomu- ja perinteisen puuvillan istutettavat siemenet sisältävät kalsiumkarbonaattia (siemenien neutralisointiin) ja biologisia sienimyrkkyjä. Siemenien käsittelyt ovat välttämättömiä niiden suojelemisessa sienitaudeilta ja bakteereilta, jotka voivat vaikuttaa itämiseen ja aiheuttaa vähäisiä satoja. (Wakelyn 2009, 252.)

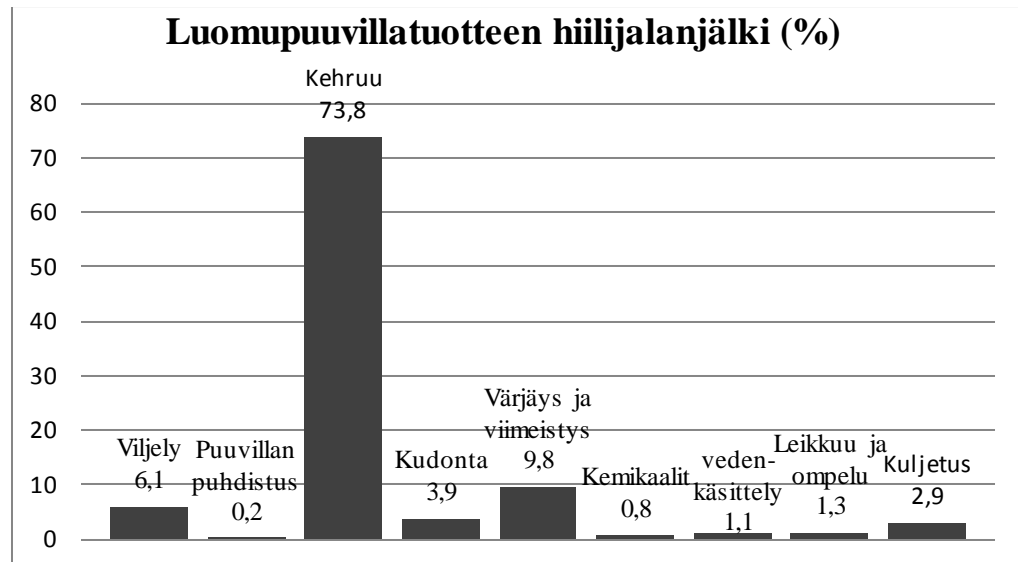
Luomupuuvillan tuotanto soveltuu hyvin pientiloille, missä luomukasvien ja muiden viljelykasvien viljelyä harjoitetaan standardien mukaisesti ja missä käsin poimivaa työvoimaa on vaivattomasti saatavilla. Luonnonmukaisen tuotannon olosuhteet vaativat hedelmällistä maaperää orgaanisten aineiden suhteen ja kylvöalustan valmistelua, joka alkaa työstämällä maata alkuperäisillä maanmuokkausmenetelmillä. Taimien tiheys on joskus alhaisempi luonnonmukaisissa menetelmissä kuin perinteisissä. Mikroilmaston muutoksien seurauksena tuholaiset voivat vähentyä kasvien ympäriltä ja kasvin kasvukehitys parantua. Luomuviljelyn lannoitusmenetelmään sisältyy vuoroviljelyä, peittokasvustoa, eläinten lantaa ja luonnollisesti esiintyvää kivijauhetta. (Grose 2009, 43; Wakelyn 2009, 253–254.)

Sertifikaatti on välttämätön tuotteelle, jota myydään luomutuotteena. Sertifikaatti antaa takuun siitä, että joukkoa tarkoin määrättyjä standardeja on noudatettu luomupuuvillan tuotannossa. Luomutuotteille on olemassa yksityisiä standardeja maailmanlaajuisesti. EU – asetukset, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) – standardit ja the US National Organic Standards (NOP) ovat auttaneet laatimaan luomuviljelyn lainsäädäntöä ja standardeja. (Wakelyn 2009, 274.)

Luomupuuvillan tuottajien täytyy sitoutua noudattamaan sertifiointiorganisaatioiden/-yritysten standardeja ja hankkimaan todistuksen kolmannen riippumattoman osapuolen vierailusta viljelyksillä. Sertifiointiviraston pitää olla valtuutettu ja osatajien tunnistettu ja järjestelmän pitää olla riippumaton ja läpinäkyvä. Sertifikaatin maksu ei saa olla liian kallis, jotta se ei lisää kohtuuttomasti tuotannon kustannuksia. (Wakelyn 2009, 274–275.)

Global Organic Textile Standard (GOTS) on luomupuuvillan koko tuotantoa tarkasteleva standardi. GOTS koskee kaikkea sadonkorjuun jälkeistä tuotantoa, luomukuidun varastoinnista puuvillanpuhdistukseen tai varastomyymälään/-rakennukseen/tukkuun, langan ja kankaan valmistukseen, märkäviimeistykseen, laadunvarmistamiseen ja laputukseen. Lisäksi GOTS sisältää kattavan listan kemikaaleista/materiaaleista, jotka ovat sallittuja tai kiellettyjä luomukuidun tuotannossa standardien mukaan. (Wakelyn 2009, 280–281.)

Perinteisesti tuotetun puuvillatuotteen hiilidioksidipäästöt ovat 4,2 kg vaatetta kohti, kun taas luomupuuvillaisen (Earth Positive) on 90 % vähäisempi eli 0,36 kg/ vaatekappale (Stochaj 2011). Kuviosta 3. näkyy, että kehruuprosessi aiheuttaa huomattavan suuren osan luomupuuvillatuotteen hiilijalanjäljestä, eli 73,8 %. Tämä johtuu kehrukoneiden vaatimasta suuresta energiatarpeesta sekä kehruusalien ilmastoinnin energian kulutuksesta (Heikinheimo 2011). Kehruuprosessissa on paljon työtä, jotta siitä voidaan saada ympäristöystävällisempi tuotantoprosessi.



KUVIO 1. Luomupuuvillatuotteen hiilijalanjälki (Stochaj 2011)

BSI Group (British Standards) on valmistellut BSI PAS 2050 – standardin. PAS – ohjelmalla voidaan määrittellä vaatimukset palveluiden ja tuotteiden elinkaaren kasvihuonekaasujen päästöjen arvioimiseen. Elinkaaren kasvihuonekaasujen päästöt vapautuvat palveluiden ja tuotteiden valmistusprosesseissa, modifioinnissa, kuljetuksissa, varastoinnissa, käytössä, hankinnassa, kierrätyksessä tai hävittämisessä. Tämä PAS on tarkoitettu hyödyttämään organisaatioita, liiketoimintaa ja muita osakkaita tarjoamalla läpinäkyvä ja johdonmukainen menetelmä. PAS – standardi keskittyy maapallon ilmastonlämpenemiseen, mikä aiheutuu kasvihuonekaasuista, kuten hiilidioksidista. (BSI 2008, ii, iv, 1.)

Ympäristön väärinkäyttö yhdistyy eettisten ongelmien kanssa, kun vettä käytetään kohtuuttomasti ja kun maa on kavallettu ruoan tuotannosta. Eettiset ongelmat sisältävät työntekijöiden huonoa kohtelua, ihmisoikeuksien väärinkäyttöä, pakotettua työvoimaa, lapsityövoimaa, myrkytysten aiheuttamia kuolemia sekä kaupan käynnin tappioita. (Sherburne 2009, 6.) Vaikka puuvilla olisikin viljelty luomupuuvillan viljelymenetelmillä, se ei tarkoita, ettei olisi mahdollista, että seuraavissa tuotantovaiheissa työntekijät altistuisivat vaarallisille kemikaaleille tai huonolle kohtelulle. Luomujärjestelmä ei seuraa työvoimaongelmia eikä takaa oikeudenmukaisia hintoja viljelijöille tai kohtuullista palkkaa maatalan työntekijöille (Grose 2009, 43).

Fair Wear Foundation (FWF) on kansainvälinen verifikaatio, joka on omistautunut parantamaan työntekijöiden elämää kaikkialla maailmassa. FWF:n ja jäsenten välinen yhteistyö perustuu työvoiman harjoittamisen säännöistä (the Code of Labour Practices). Näiden sääntöjen ydin on tehty kahdeksasta työvoiman standardista, jotka ovat peräisin ILO:n (the International Labour Organization) sopimuksesta ja YK:n ihmisoikeuksien julistuksesta. (FWF 2009.)

CSR Europe on johtava Euroopan liike-elämän verkosto CSR:lle (corporate social responsibility), jolla on noin 70 monikansallista jäsenyritystä ja 27 kansainvälistä organisaatiokumppania. CSR Europe:n tehtävä on toimia periaateohjelmana Euroopan yrityksille ja heidän osakkailleen, jotka voivat keskenään tehdä yhteistyötä. CSR:n tavoite on kehittyä maailmanlaajuisesti johtavaksi ohjelmaksi ja kilpailukyiseksi kestävän kehityksen ja sosiaalisen hyvinvoinnin suhteen. CSR Europe:n uusin strateginen aloite on Enterprise 2020 (Hanke 2020), jonka tarkoituksena on tukea yrityksiä rakentamaan kestävänkehityksen kilpailukykyä, edistää läheistä yhteistyötä yritysten ja niiden osakkaiden välillä ja vahvistaa Euroopan maailmanlaajuisia johtoasemia CSR:ssä. (CSR Europe 2011.)

2.2.3 Puuvillakuidusta langaksi eli kehruu

Koska puuvillakuidut ovat pituudeltaan rajallisia kuituja, on niiden ainoa valmistusvaihtoehto valmistusprosessi, joka on monimutkaisempi ja pidempi kuin filamenttilankojen. Katkokuitulankojen valmistuksessa karstauksella muodostettua kuituhahtuvaa venytetään ja samalla annetaan sille kierrettä, joko myötä- tai vastapäivään (s- tai z-kierre). (Talvenmaa 1998, 36.)

Puuvillakuidut on puristettu paaleiksi kehräämään tullessaan. Langan valmistus aloitetaan avaamalla puuvillapaalit ja puhdistamalla kuitumateriaali, joka sitten sekoitetaan koneissa. Kun puuvillapaalit on avattu, karstataan kuidut, jotta ne saadaan yhdensuuntaisiksi ja samalla poistetaan liian lyhyet kuidut. Karstauksessa saatua kuituhahtuvaa venytetään edelleen venytyskoneissa. Jos langasta halutaan erittäin hyvälaatuisia, suoritetaan kampauss-vaihe. Seuraava toimenpide on varsi-

nainen hienokehruu. Erilaisille kuitutyypeille on olemassa omat kehruukoneistot. (Talvenmaa 1998, 36; Eberle ym. 2001, 56.)

Puuvillakuitua kehrätään langaksi roottori- tai rengaskehruumenetelmällä. Näiden kahden kehruumenetelmän ero on se, että roottorikehruussa langan kierre saadaan ilmavirran avulla, kun taas rengaskehruussa kierrettä annetaan mekaanisella renkaalla. Langat rullataan ennen värjäys- ja viimeistyskäsittelyitä. Yksinkertaiset langat voidaan kerrata, jolloin vähintään kaksi lankaa kierretään yhteen. Näin langoista saadaan lujempia. (Talvenmaa 1998, 36; Eberle ym. 2001, 56.)

Puuvilla sisältää luonnostaan rasvoja ja vahoja, joten kehruuprosessissa käytettäviä voiteluaineita (kehruuöljyjä ja avivointiaineita) ei tarvitse käyttää niin paljon kuin synteettisten lankojen kehruussa. Kehruuprosessin voiteluaineet ovat ympäristölle haitallisia, koska ne ovat yleensä luonnossa huonosti hajoavia mineraalipohjaisia öljyjä. Emulgointiaineita voidaan lisätä kehruuöljyjen joukkoon helpottaakseen poispesua. (Talvenmaa 1998, 36–37.)

Ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja kehruuaineiksi on pyritty löytämään luonnosta saatavista öljyistä ja rasvoista, mutta ongelmana näiden käytölle voi olla se, että luonnolliset aineet lisäävät homehtumisriskiä. Siitä syntyy ympäristöllinen ongelma, jos puuvillassa käytetään homeensuoja-aineita, jotka sisältävät kloorifenoleita, fenoleita ja raskasmetalliyhdisteitä (kupari-, elohopea- ja sinkkiyhdisteet). Kehruuöljyjen kierrätyksestä ja talteenotosta ei olisi hyötyä ympäristölle, koska usein öljyt pestään pois kankaista vasta seuraavan prosessin tuotantopaikassa, joka saattaa olla satojen kilometrien etäisyydellä, jolloin ongelmaksi tulisi kuljetuksien aiheuttamat päästöt. (Talvenmaa 1998, 36–37.) Kehruun osuus luomupuuvilla-tuotteen hiilijalanjäljestä on 73,8 % (ks. KUVIO 1.) (Stochaj 2011).

2.2.4 Puuvillalangan värjääminen

Puuvillaa voidaan värjätä reaktiivareilla, atsoväreillä, rikkiväreillä, suorillaväreillä ja kyyppiväreillä (Boncamper 2004, 108). Puuvillalangat, jotka kudotaan farkkukankaaksi, värjätään usein kyyppiväreihin kuuluvalla indigolla, jolla saadaan

sinisen sävyjä. Rikkiväreillä saadaan ruskean, mustan, oliivinvihreän ja laivaston-sinisen sävyjä (Mäenpää 2003, 16).

Indigovärjäyksessä farkkukankaan loimilangat ajetaan leveänä värjäysaltaan kautta (Talvenmaa 1998, 48). Indigoväri värjää puuvillalangan ulkopuolelta muodostaen rengasmaisen värikerroksen, jolloin langan sisälle jää valkoinen värjäämätön ydin (rengasvärjäys) (Cotton Incorporated 2009). Alun perin indigoa saatiin indigo-kasvista, mutta nykyään sitä valmistetaan synteettisesti öljystä. Tuotantoprosessi ei ole ympäristölle hyväksi, koska siinä käytetään haitallisia kemikaaleja. (Leino 2008.) Synteettisessä indigossa on hyviä ominaisuuksia verrattuna luonnon indigoon: sen väri on tasaista, se on puhtaampaa ja eivätkä sääolot vaikuta tuotantoon (Mäenpää 2003, 16).

Vuorema (2008) on tehnyt tutkimusta indigon eristämisen- ja pelkistämismenetelmistä, jotta tuotantoprosessista saataisiin ekologisempi. Teollisessa indigon pelkistysmenetelmässä käytetään natriumditioniittia, joka on ympäristölle haitallinen kemikaali. Sekä kasvi-indigon että synteettisesti valmistetun indigon pelkistys tehdään samalla tavalla. Tutkimuksen avulla saatiin lisätietoa indigon erotuksen energiatehokkuudesta ja että indigoa voidaan pelkistää glukoosilla. Vuorema on tutkinut myös epäsuoraa sähkökemiallista pelkistystapaa. Vuoreman mukaan sähkökemiallinen pelkistysmenetelmä sopisi suuremmille yrityksille, koska menetelmä vaatii erityislaitteita. (Leino 2008.)

Hyvät värinkesto-ominaisuudet ja hyvä värin kiinnittyminen kankaaseen ovat ympäristölle eduksi. Värjäysprosessissa väriaineen lisäksi tarvitaan erilaisia apuaineita, jotka auttavat väriä kiinnittymään kankaaseen. Väriaineet, jotka eivät prosessin aikana kiinnity, kulkeutuvat värjäysliemen mukana jätevesissä viemäriin, esimerkiksi rikkivärien sulfaattijäännöksiä jouduttua ympäristöön voi aiheutua ongelmia (Mäenpää 2003, 16). Kehitystä on tapahtunut väriaineiden kiinnittymisessä huomattavasti: värit saadaan kiinnittymään kankaaseen paremmalla suhteella, jolloin värjäminen on ympäristölle ystävällisempää, koska väriaineita ei joudu luontoon niin paljoa. Lisäksi se on taloudellisempaa tuotantolaitokselle, koska väriaineita ei mene paljoa hukkaan värjäysjätevesien mukana. (Pietikäinen 2011; Talvenmaa 1998, 43–44.)

2.2.5 Puuvillalangasta kankaaksi eli kudonta

Kudottu kangas muodostuu loimi- ja kudelangoista, jotka risteilevät toistensa yli ja ali. Kudotut kankaat jaotellaan eri ryhmiin niiden sidoksen eli kankaan rakenteen mukaan. Sidostyyppit poikkeavat toisistaan niiden lankojen risteilyn perusteella. Farkkukangas kudotaan toimikas-sidokseksi, joka on tiivis ja kulutusta kestävä sidos. (Eberle ym. 2001, 68, 72.)

Kutomisesta aiheutuu rasisista varsinkin loimilangoille, jotka tämän vuoksi liistataan. Liistauksessa liisteriä levitetään lankojen pinnalle, johon muodostuu suojaava kalvo, joka kovettaa ja pitää kuidut kasassa kudonnan aikana. Liisterit on pestävä pois kudonnan jälkeen, koska ne häiritsevät värjäys- ja viimeistysprosesseja. Loimiliistereitä valmistetaan synteettisesti tai luonnosta saatavista aineista. Polyakrylaatit ja polyvinyylialkoholi (PVA) ovat synteettisiä loimiliistereitä. Tärkkelys ja selluloosajohdannaiset, kuten CMC-liisteri, ovat luonnon liistereitä. Tärkkelystä saadaan maissista, perunasta, riisistä tai vehnästä. Liistauksessa käytetään myös lisäaineita, kuten kostutusaineita, vaahdonestoaineita, voiteluaineita sekä sieni- ja bakteerimyrkkyjä. Talteenotto- ja kierrätysmenetelmiä on kehitetty PVA – liisterille. (Talvenmaa 1998, 37; Heikinheimo 2007.)

Kudonnasta ei aiheudu ympäristölle merkittäviä haittoja. Tehdassaleissa kuluu energiaa laitteiden käyttöenergiana, lämmityksessä yms. Tehtaassa on aina jonkin verran tekstiilipölyä ja melua. (Heikinheimo 2007.)

3 PUUVILLAKANKAIDEN ESIKÄSITTELYT

3.1 Esikäsittelyiden tarkoitus

Puuvillakankaille tehdään esikäsittelyitä (jotka voivat olla myös viimeistyskäsittelyitä), jotta kankaista saadaan paremmin väriä vastaanottavia, riittävän valkoisia ja roskista puhdistettuja. Raakakankaassa olevia epäpuhtauksia ovat esiavivointiaineet, koneiden aiheuttamat öljy- ja rasvatahrat, kehruuöljyt, liisterit, puuvillan

omat epäpuhtaudet ja kehräämön rasvat. Epäpuhtauksia voi olla jopa 30 % raaka-puuvillan painosta. (Heikinheimo 2007.)

3.2 Poltto

Puuvillakankaiden esikäsittelyssä ensimmäinen työvaihe on kankaan poltto. Kankaan pintaa poltetaan hyvin vähän aikaa kaasuliekillä, ettei kangas vaurioituisi. Poltto – vaihe suoritetaan siksi, että kankaan pinnassa pilkottavat kuitupäät, nukat ja mahdolliset lankalenkit häviäisivät. Polton seurauksena kankaasta tulee tasainen ja sileä. (Heikinheimo 2007.)

Poltosta aiheutuvia ympäristöhaittoja ovat suuri energiankulutus ja ilmaan kulkeutuvat hiukkaspäästöt (polyaromaattiset hiilivedyt ja kaasumaiset päästöt). Vaihtoehtoinen menetelmä on käyttää smirgeliveitsivälisejä, jotka on päällystetty hiekkapaperilla. Leikuusta ja hiomisesta tulee jonkin verran tekstiilipölyä. (Heikinheimo 2007; Talvenmaa 1998, 41.)

3.3 Liisterinpoisto

Polton jälkeen puuvillakankaasta poistetaan ylijäämät liisteröintiyhdisteet, kuten PVA, CMC, vahat, anti-staattisaineet, kudonnan apuaineet, lukuisat sidosaineet ja tärkkelys. Nämä aineet tekevät kankaasta karhean ja kovan. (Cotton Incorporated 2009.) Liisterinpoistoprosessissa kangas käsitellään kemikaaleilla, kuten hapoilla, emäksillä tai hapettavilla aineilla. Kangas voidaan käsitellä myös entsyymeillä (amylaasi), joita on hyödynnetty prosessissa useita vuosikymmeniä. Amylaasient-syymeillä on korkea hyötysuhde ja spesifinen vaikutus, minkä vuoksi ne suorittavat täydellisen liisterin poistamisen ilman, että ne vahingoittaisivat kangasta. (Nielsen, Kuilderd, Zhou & Lu 2009, 115.)

Tärkkelyspitoiset loimiliisterit poistetaan kankaasta entsyymien avulla, jolloin ne hajottavat tärkkelyksen sokeriksi, joka pestään pois. Luonnon loimiliisterit ovat

suuria biologisia hapenkuluttajia, vaikka ne hajoavatkin nopeasti vesistöissä. (Talvenmaa 1998, 42.)

Liisterinpoisto voidaan tehdä myös erilaisilla pH – arvoilla ja lämpötiloilla, jolloin se soveltuu täsmällisesti tekstiilien tuotantoon. Viimeisimpien kehittyneiden amylaasien liisterinpoisto tapahtuu pH – asteikolla (pH5-10). Tämä antaa paremman joustavuuden tekstiilituotannolle; perinteiset amylaasit toimivat pH – asteikon arvojen 5-7 välillä. (Nielsen ym. 2009, 115.)

3.4 Keitto

Keitto -vaiheen tarkoituksena on poistaa puuvillakankaasta epäpuhtauksia, joita on syntynyt kuidun kasvatuksen ja kankaan valmistuksen yhteydessä. Keitossa kankaasta tulee imukykyinen ja se saa hyvät väriominaisuudet. Keitosta aiheutuvat päästöt saastuttavat vesiä. (Heikinheimo 2007; Talvenmaa 1998, 42.)

Keitto on puhdistusprosessi, joka poistaa pektiinit ja siten auttaa poistamaan epäpuhtauksia, kuten vahoja, mineraalisuoloja jne. puuvillakuiduista ja – kankaasta ennen värjäystä. Perinteisesti keitto sisältää useita korkean lämpötilan vaiheita, joissa käytetään paljon kemikaaleja, kuten natriumhydroksidia, natriumkarbonaattia ja vetyperoksidia. Vaihtoehtoinen keittoprosessi voidaan suorittaa entsyymien avulla (bioscouring, ks. 6.2 Entsyymit tekstiiliteollisuudessa). (Nielsen ym. 2009, 116.)

3.5 Valkaisu

Ennen värjäystä puuvillakangas valkaistaan, jotta kuidun luonnollinen väri häviäisi. Valkaisu parantaa myös väriä levittäytymään tasaisesti. Kangas voidaan valkaista esim. vetyperoksidilla, jota käytetään yleisesti Suomessa. (Heikinheimo 2007; Talvenmaa 1998, 42.) Valkaisuprosessissa vetyperoksidia lämmitetään, jolloin se jakautuu hapeksi ja vedeksi sekä lämpöä vapautuu. Muita valkaisuainei-

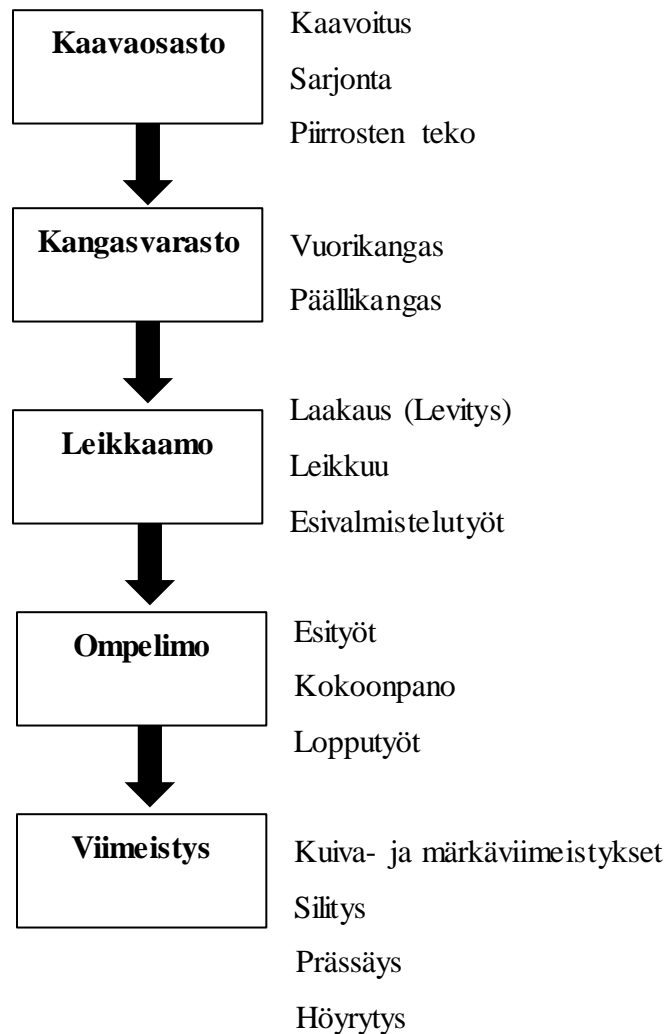
ta ovat natriumperoksidi, natriumperboraatti, natriumperkarbonaatti, klooriyhdisteet ja kaliumpermanganaatti (Mäenpää 2003, 29–30.)

Kloori on myrkyllinen valkaisuaine, joten sitä käyttäessä pitää olla varovainen, sillä se ärsyttää ja syövyttää silmiä, ihoa ja ylähengitysteitä ja voi aiheuttaa pysyvän vammautumisen (Sisäasiainministeriön pelastusosasto & Suomen pelastusalan keskusjärjestö 2008). Valkaisun jälkeen kangas tulee pestä. Valkaisu kuluuttaa ja vahingoittaa kangasta aina jonkin verran. Pesussa voidaan hyödyntää mm. katalaasientsyymeitä, jotka ovat luontoystävällisempi vaihtoehto alkalien ja runsaan veden käytön sijasta. (Heikinheimo 2007; Talvenmaa 1998, 42.)

3.6 Merserointi

Puuvillan merseroinnissa kuidut turvotetaan natriumhydroksidilla (NaOH), jolloin puuvillakuidun litteä poikkileikkaus muuttuu pyöreäksi. Merserointi parantaa puuvillan ominaisuuksia, kuten esimerkiksi kuidun kiiltoa, murtolujuutta ja –venymää sekä tuntuominaisuuksia. Merseroinnin jälkeen kuitu imee myös väriä paremmin. Merserointia pyritään käyttämään nykyään harkiten, sillä siitä aiheutuu päästöjä vesistöön. (Heikinheimo 2007.)

4 FARKKUJEN VALMISTUS



KUVIO 4. Farkkujen valmistuksen prosessikaavio (Eberle ym. 2001)

4.1 Laakaus

Valmiit denimkankaat toimitetaan rullattuna. Koska denim on painavaa, on kangsrulla siirrettävä trukin avulla pakkatelineelle ja työvaiheessa tarvitaan kahta työntekijää. Pakkaustelineessä oleva denimrulla levitetään pitkälle leikkuupöydälle useammaksi kerrokseksi, jolloin kankaan oikeat puolet ovat ylöspäin. Kaava-piirros asetetaan laa'an päälle. (Eberle ym. 2002; Cotton Incorporated 2009.) Laa-

kauksesta ei aiheudu ympäristöhaittoja muuten kuin trukin ja laakauskoneen käyttöenergiana (Pietikäinen 2011).

4.2 Leikkuu

Farkkukangas leikataan joko manuaalisesti pystyteräleikkurilla tai automaattiohjautusti tietokoneen avulla, minkä jälkeen leikattuihin paloihin laitetaan kohdistusmerkit ja – hakit. Kun palat on leikattu, voidaan jokainen kangaspala merkitä erikseen esimerkiksi numeroiduilla tarroilla. Merkintä helpottaa esimerkiksi kadonneiden kappaleiden etsimistä. Pinojen ympärille voidaan vielä kietoa narut, jotka pitävät leikatut kappaleet koossa. (Eberle ym. 2002; Cotton Incorporated 2009.)

Leikkuun ylijäämäkangas voidaan lajitella energiajätteenä samoin kuin kaavapaperitkin. Pystyteräleikkuri ja automaattileikkuri tarvitsevat sähköä, jolloin energiaa kuluu. Leikkuun ympäristöystävällisyyttä voidaan säädellä kaava-asetelmien avulla. Kaavat pyritään asettelemaan mahdollisimman lähekkäin, ettei kankaan hukkapaloja tulisi paljoa.

4.3 Ompelu

Ompeluvaiheessa farkkujen kaikki osat ommellaan yhteen ja yleensä yksi työntekijä keskittyy tekemään yhtä työvaihetta. Farkkujen ompelussa on monia työvaiheita, kuten taskujen, sivusaumojen, vetoketjujen, käänteiden, vyötärökaitaleen ja vyölenkkien ompelu. Farkkujen mallista riippuu hyvin paljon, kuinka monimutkainen kaava on ja kuinka paljon ompelua vaativia yksityiskohtia on tuotteessa. Ompelun jälkeen tuotteisiin kiinnitetään tarvittavat napit ja nepit.

Ompelukoneista aiheutuu jonkin verran meluhaittaa, koska teollisuusompelukoneet ovat jykeviä ja niissä on kookkaat moottorit verrattuna kotiompeelukoneisiin. Saumureiden ja ompelukoneiden lankajäte voidaan lajitella energiajätteenä. Muihin valmistusprosesseihin verrattuna ompelusta aiheutuva energiankulutus on vähäistä (Talvenmaa 1998, 33).

5 FARKKUKANKAIDEN VIIMEISTYS

5.1 Kuivaviimeistykset

Kuivaviimeistyksissä ei käytetä vettä (paitsi höyryä) tai kemikaaleja haluttujen efektien saamiseksi, vaan työ on mekaanista. Kuivaviimeistysmenetelmiä on monia erilaisia: hiekkapuhallus, laserointi ja flokkaus. Viimeistyksien avulla saadaan monipuolista ulkonäköä farkkuihin. Prosesseissa käytetään apuna harja- ja laserrobotteja, hiekkapaperia, hiekkaa ja rei'ittämiä.

Mekaanisista sekä lämmön ja höyryn avulla tehtävistä viimeistysmenetelmistä aiheutuu ympäristöhaittaa vähäisinä ilmanpäästöinä ja koneiden energian kulutuksena. Ilmanpäästöt koostuvat kemiallisista aineista, koska lämpö aiheuttaa niiden haihtumista. Tekstiilipölyä irttaa ilmaan jonkin verran mekaanisissa toimenpiteissä. (Talvenmaa 1998, 51–52.)

5.1.1 Hiekkapuhallus

Hiekkapuhallus voidaan tehdä mekaanisesti painepistoolilla (sand blast), jolloin kankaalle suihkutetaan hiekkaa, joka on tehty laavakivestä. Lankojen pinta kuluu hiekkapesussa niin, että valkoinen langan ydin tulee näkyviin. Prosessissa kangas kuluu, jolloin kestävyys ja paino vähenevät. Hiekkapesusta aiheutuva kulumisen määrä riippuu käsittelyyn kuluvasta ajasta ja siitä, kuinka paljon etäisyyttä on pistoolilla ja kankaalla. Tuotteen pintaa voidaan hangata mekaanisesti harjarobotilla tai käsin hiekkapaperilla (hand sand). (Mäenpää 2003, 39.)

Farkkujen manuaalinen hiekkapuhallusmenetelmä on kielletty EU:ssa ja nyt myös Turkissa, joka on suuri farkkujen valmistajamaa. Farkkujen hiekkapuhallusmenetelmän työntekijät altistuvat hiekkapölylle, joka aiheuttaa silikoosia eli pölykeuhkotautia, joka voi johtaa kuolemaan. Aluksi tauti on oireeton, mutta myöhemmin oireita ilmestyy hengitysvaikeuksina. Sairauteen ei ole parantavaa hoitoa. Myös käsin tehtävällä hand sand – menetelmällä on varjopuolensa. Farkkutyöntekijät altistuvat hiekkapaperi- ja kangaspölylle, siksi työturvallisuuden vuoksi työnteki-

jöillä pitäisi olla käsineet ja hengityssuojaimet työskennellessä. (Laatio, 2010; Nurmi 2010.)

5.1.2 Laser -käsittely

Kulutusjälkiä ja erilaisia kuvioita voidaan tehdä kankaaseen laserrobotin avulla, jolloin laser mm. polttaa reikiä ja naarmuja farkkuihin. Laserrobottiin on kytketty tietokone, johon voidaan syöttää haluttu kuva, kulutusjälki jne. Laserrobotin avulla saadaan tehtyä hyvin tarkkoja kuvia kankaalle, esimerkiksi valokuva voidaan jäljentää. Laserkäsittely tehdään farkkukankaalle ennen pesuprosesseja (Mäenpää 2003,41).

Epäorgaanisten aineiden avulla saadaan tuotettua säteilyä, jota voidaan lähettää näkyvällä alueella, sähkömagneettisen spektrin ultraviolettialueella ja infrapuna-alueella. Värjäty kuitu muuttuu säteilyn avulla värittömäksi. Tämä tapahtuu niin, että säteily reagoi värimolekyylin kanssa, jolloin molekyyli hajoaa perustasolle. (Mäenpää 2003, 41.) Laserilla voidaan myös polttaa kankaan pintaa (Laatio 2010).

Laserilla tehtävissä viimeistyskäsittelyissä on se hyvä puoli, että prosessissa ei tarvitse käyttää vettä, kemikaaleja tai halpatyövoimaa, joka voi joutua tekemään kulutusjälkiä käsin hiekkapaperilla. Laser-käsittely on eettisesti ja ekologisesti parempi kulutusjälkiä aikaansaava menetelmä. Laserin huonopuoli on sen hintavuus; laserrobottiin voidaan laittaa vain yksi pari farkkua kerralla ja laite on itsessään kallis, jolloin yrityksessä niitä voi olla esimerkiksi vain yksi.

5.1.3 Flokkaus

Farkkukankaalle voidaan tehdä erikoiskäsittely, flokkaus, jonka avulla saadaan kankaalle pehmeä, samettiselta vaikuttava nukkapinta. Farkkukankaaseen voidaan kiinnittää rayon-, polyesteri-, tai akryylikuituja joko mekaanisella tai elektrostaattisella menetelmällä. Kuitujen kiinnittyminen kankaaseen varmistetaan upottamalla

la se liimaliuokseen tai levittämällä liimaa spray –menetelmällä. Jos osa kuiduista halutaan poistaa kankaan pinnalta kuvioinnin saamiseksi, voidaan se tehdä hiekkapesulla. Flokkaus vähentää vaateen käyttömukavuutta, sillä käsittely lisää kankaan painoa sekä jäykistää sitä. Kankaan pehmeyttä ja sähköisiä ominaisuuksia parannetaan kemikaalien avulla. (Mäenpää 2003, 41–42.) Flokkauksen ympäristökysymykset liittyvät liiman käyttöön, hiekkapesuun ja kemikaaleihin, joita käytetään prosessissa.

5.2 Märkäviimeistykset

Tekstiilien värjäys- ja märkäviimeistysmenetelmät kuormittavat eniten ympäristöä kaikista tuotantovaiheista, koska prosesseissa käytetään kemikaaleja, paljon vettä ja energiaa. (Talvenmaa 1998, 40.) Nykyään useita perinteisiä märkäviimeistysmenetelmiä pyritään korvaamaan entsyymikäsittelyillä, jotka ovat huomattavasti ympäristöystävällisempiä.

Kemiallisista viimeistyksistä aiheutuu rasitetta ympäristölle haitallisten kemikaalien vuoksi, esimerkiksi kemikaalit voivat sisältää formaldehydiä, joka on vaarallinen aine. Suomessa formaldehydin käyttöä on rajoitettu ankarasti ja on säädetty tarkat pitoisuusrajoitukset tuotteille. Kemiallisten viimeistyksien kielteinen vaikutus ympäristöön on se, että prosesseista aiheutuu päästöjä veteen ja ilmaan, sekä energiaa kuluu koneita käyttäessä. (Talvenmaa 1998, 51–52.)

5.2.1 Kivipesu

Kivipesun avulla saadaan erilaisia väriefektejä. Pesuissa voidaan käyttää erikokoisia laavakiviä, joiden perusominaisuuksia ovat koko, paino, lujuus, huokoisuus, absorboivuus ja kulumisen aste. (Cotton Incorporated 2009.) Laavakiviä louhitaan avolouhoksista. Kiviä joudutaan kuljettamaan pitkiä matkoja, mikä ei ole ympäristölle eduksi. Lisäksi laavakivet ovat painavia ja vievät tilaa, kuluttavat pesukoneita sekä voivat rikkoa prosessoitavaa kangasta liikaa. Laavakivet kuluvat pesu-

sa ja niistä irtoaa kivipölyä, jota voi jäädä valmiisiin tuotteisiin esimerkiksi housujen taskuihin. (Talvenmaa 1998, 55.)

Hypokloriittia käytetään myös haalistavissa pesuissa. Ympäristöpäästöjä aiheutuu hypokloriitin sisältämästä kloorista. Nykyään kuitenkin laavakivien käyttöä on korvattu entsyymeillä, jotka ovat ympäristöystävällisempiä. (Talvenmaa 1998, 55.) Kivipesuissa voidaan käyttää samanaikaisesti sekä laavakiviä että entsyymeitä. Laavakivet kuluttavat pesussa kangasta, jolloin kankaassa oleva indigoväriaine kuluu pois, jolloin kankaaseen saadaan kuluneen näköinen pinta. (Mäenpää 2003, 26.)

5.2.2 Kemiallinen valkaiseva viimeistys

Kemiallisia valkaisevia viimeistyksiä voidaan tehdä suihkuttamalla nestemäistä valkaisuainetta (kaliumpermanganaattia) paineilmapistoolilla farkkukankaaseen. Kemiallisissa valkaisevissa viimeistyksissä käytetään myös kloori- ja vetyperoksidivalkaisuja (Pietikäinen 2011). Kaliumpermanganaatti on hyvin voimakkaasti valkaiseva aine, joka pääsee syvälle kuituun valkaisten sen kokonaan, jolloin saadut efektit eivät ole luonnollisia. Kaliumpermanganaatti on kallis valkaisuaine, siksi sillä ei valkaista tekstiileitä kokonaan vaan vain paikallisesti. Kaliumpermanganaatin ja sabluunoiden avulla voidaan tehdä farkkukankaaseen kuvioita. (Mäenpää 2003, 39–40.) Tamron käyttöturvallisuustiedotteen mukaan (2009) kaliumpermanganaatti on nieltynä haitallista terveydelle, voi aiheuttaa ympäristön eliöille pitkäaikaisia haittavaikutuksia (vesieliöille erittäin myrkyllinen) sekä palavien aineiden kanssa voi aiheuttaa tulipalon vaaran.

Natriumperboraatti on valkoista jauhetta, jota voidaan käyttää farkkukankaan valkaisevassa painannassa. Natriumperboraatti valkaisee hapettamalla ja se ei vahingoita farkkukankaan kuituja. (Mäenpää 2003, 30.) Natriumperboraatti voi aiheuttaa tulipalon vaaraa palavien aineiden kanssa, on silmiä ja hengityselimiä ärsyttävää, haitallista terveydelle nieltynä ja sikiölle vaarallista. Jätevedenpuhdistamossa natriumperboraatti hajoaa täydellisesti. Hajoamistuotteina on natriummetaboraatti ja vetyperoksidi, joka hajoaa edelleen vedeksi ja hapeksi. Ympäristölle ei ole ris-

kejä riskiarvion mukaan. (Kemikaalien EU-riskinarviointi ja – vähennys 2010, 2,7.)

6 ENTSYYMIT

6.1 Entsyymien ominaisuuksia

Entsyymit ovat proteiineja, jotka katalysoivat reaktioita. Entsyymien avulla voidaan pilkkoa aineita, joita kutsutaan substraateiksi; esimerkiksi puuvilla toimii sellulaasientsyymien substraattina. Entsyymit ovat tekstiiliteollisuudessa hyvin merkittäviä kankaiden viimeistelyssä. Entsyymit, joita käytetään pääasiassa tekstiiliteollisuudessa, ovat sellulaasit, proteaasit ja amylaasit. (Tekstiililehti 1999, 4.) Entsyymit eivät kulu reaktioissa. Nykyään 80 % farkuista käsitellään entsyymeillä. (Heikinheimo 2002, 17–18.)

Entsyymit ovat ympäristöystävällisiä, koska ne ovat luonnon omia proteiineja ja ne hajoavat biologisesti. (Talvenmaa 1998, 51). Entsyymeistä on myös taloudellista hyötyä, sillä ne säästävät myös energiaa ja kemikaaleja, lisäksi ne parantavat tuotteen laatua. Entsyymit ovat spesifisiä, nopeita toiminnassaan ja pieni määrä entsyymeitä säästää usein paljon raakamateriaalia jne. (Nielsen ym. 2009, 113; Heikinheimo 2002, 17–18.)

6.2 Entsyymit tekstiiliteollisuudessa (tai farkkuteollisuudessa)

Sellulaasi on entsyymi, joka pystyy pilkkomaan selluloosapitoisia aineita. Sellulaasia käytetään mm. farkkujen viimeistelyssä (kivipesu), jolloin laavakiviä ei tarvitse käyttää. Erilaiset bakteerit ja homeet tuottavat sellulaaseja luonnossa. *Trichoderma reesei* – home on tunnetuin sellulaaseja tuottava mikro-organismi. Sellulaasientsyymeillä tehdään myös bioviimeistelyä, joiden avulla kankaan pinnasta poistetaan nukkaa ja pieniä kuidunpäitä. Bioviimeistely lisää myös kankaan kosteudenimukykyä, pehmeyttä ja värien syvyyttä ja kirkkautta. (Kamppuri 2010, 13; Tekstiililehti 1999, 4.)

Amylaaseja käytetään kankaiden liisterinpoistossa. Amylaasit pilkkovat tärkkelyspitoisia aineita, joita on käytetty puuvillakankaan kudonnassa. (Tekstiilehti 1999, 4.) Pektinaaseja voidaan hyödyntää esikeitossa (scouring). (Kamppuri 2010, 13). Entsyymit tarjoavat biologisen vaihtoehdon korkealla spesifisyydellä vaikeasti poistettavien pektiiniyhdistelmien kohdalla. Kemikaalien kohdalla ongelmallista on se, että ne hajottavat epäpuhtauksien lisäksi sellulaasia, jolloin kankaan paino vähenee. Entsyymit muodostavat nopeamman ja hellävaraisemman keittoprosessin vähemmällä energialla ja kemikaalien kulutuksella. Tämän entsyymaattisen prosessin (bioscouring) käyttäminen aloitettiin vuonna 1999. (Nielsen ym. 2009, 116.)

Katalaaseja käytetään vetyperoksidin poistossa. Puuvillakankaat valkaistaan yleensä vetyperoksidilla, jonka jäämiä voi jäädä kankaaseen ja pesuveden. Katalaasientsyymit hajottavat jäännösvetyperoksidin vedeksi ja hapeksi (Nielsen ym. 2009, 116). Uusia valkaisuvalintoja etsitään entsyymeistä. (Kamppuri 2010, 13; Tekstiilehti 1999, 5.) Kun verrataan perinteisiä valkaisuaineiden poistamismenetelmiä entsyymien käyttöön, on entsyymiprosessi vähemmän vesiä saastuttava ja/tai energiaa käyttävä sekä vettä kuluttava vaihtoehto. Useimmat kemialliset valkaisuaineet, joita käytetään jäännösvalkaisuaineen poistoon, ovat vaarallisia käsitellä ja ongelmallisia ympäristölle. Nämä pelkistysaineet pitää myös poistaa riittävän hyvin ennen värjäystä. Sitä vastoin, entsyymeitä voi käsitellä turvallisesti, eikä niillä ole vaikutusta värjäykseen vaan niitä voidaan käyttää samassa kylvyssä värjäyksessä. Lisäksi entsyymit hajoavat luonnossa täysin. (Nielsen ym. 2009, 116.)

Entsyymipesuissa energiaa kuluu pesuvesien lämmittämisessä. Entsyymikäsitellyissä lämpötilaa voidaan joutua nostamaan jopa 70-80°C:een, joten uusia alhaisemmissa lämpötiloissa (20-50°C) katalysoivia entsyymeitä on kehitetty. Alhaisissa lämpötiloissa tehtävät käsittelyt vähentävät tekstiiliprosessien energiakustannuksia. (Kamppuri 2010, 13; Tekstiilehti 1999, 4.)

7 FARKKUJEN KÄYTTÖVAIHE

7.1 Käyttö

Öko-Tex Standardi 100:n mukaan farkut määritellään tekstiileiksi, joilla on suora ihokontakti. Talvella housujen alla voi olla lämmittäviä vaatekerroksia. Ihmisen normaaleihin elintoimintoihin kuuluvat mm. hikoilu ja ihon hilseileminen, ja iholla asuu erilaisia bakteereita, minkä vuoksi vaatteita on hyvä pestä säännöllisesti. Kuluttajat voivat valinnoillaan vaikuttaa farkkujen ympäristöystävällisyyteen esimerkiksi suosimalla farkkutuotteita, joihin ei ole tehty erilaisia viimeistyiä, kuten kulutusjälkiä. Mitä vähemmän viimeistyiä farkuille tehdään ja mitä lähempänä ne valmistetaan, sitä parempia ne ovat ympäristölle ja ihmiselle.

Suomen luonnonsuojeluliitto on laatinut taulukon vaatteiden, tekstiilien ja jalkineiden MI – luvuista (Material Input, tuotteen koko elinkaaren aikainen materiaalityön panos). Tuotteiden materiaalityön panoksissa on otettu huomioon valmistuksen sähkökulutus, valmistusmateriaalit, pakkaukset ja kuljetukset valmistuspaikasta 20 000 kilometrin etäisyydeltä. MI – luvut eivät sisällä pesusta ja huollosta johtuvaa luonnonvarojen kulutusta. Farkkuhousut painavat noin 400 grammaa, joten tässä työssä voidaan soveltaa taulukon muiden housujen materiaalityön panosta ja käyttöikä. Farkkujen arvioitu käyttöikä on tällöin 5 vuotta, jolloin materiaalityön panos jakautuu seuraavasti: abiottiset (elottomia ympäristötekijöitä, kuten kemikaalit) materiaalityön panos 1,1 kg/vuosi, biottiset (elävien eliöiden muodostamia ympäristötekijöitä) materiaalityön panos 0,2 kg/vuosi, vesi 544 kg/vuosi, ilma 0,5 kg/vuosi ja eroosio 0,4 kg/vuosi. (Suomen luonnonsuojeluliitto 2011.)

7.2 Pesu ja huolto

Tekstiilituotteen koko elinajan päästöistä ja energiankulutuksesta 48 % aiheutuu kuluttajan käytössä (sis. tuotteen pesun, kuivausrummun käytön ja silityksen, 25 kertaa) (Stochaj 2011). Kun tuotteita huolletaan oikein, säilyvät ne pidempään käyttökelpoisena. Tekstiilien huoltoon pesun ohella kuuluvat silytys, mankelointi ja kuivaus. Ne kuormittavat ympäristöä lähinnä koneiden energiankulutuksena.

Tekstiileitä huolletaan myös pesuloissa, joissa on tavallisen vesipesun lisäksi erilaisia liuotinpesuja. (Talvenmaa 1998, 57–58, 60–61.)

Puuvillalle voidaan tehdä vesipesu 60°C:ssa (Boncamper 2004, 112), mutta usein näkee farkkujen pesuohjelapuissa, että suositeltava pesulämpötila on 40°C. Kankaan sidosrakenne tai viimeistys voi vaatia hellävaraisempaa käsittelyä (Eberle ym. 2001, 13). Peseminen alhaisemmissa lämpötiloissa on ekologisempaa, sillä pesuveden lämmittämiseen tarvitaan sähköä. (Salo, Lettenmeier & Lähteenoja 2008.)

Turhaa pesemistä tulisi välttää, sillä vettä kuluu siinä paljon. Normaalin (täyttö 2,6 kilogrammaa) koneen kulutus yhden pesukerran aikana on noin 55 litraa vettä (Salo ym. 2008). Tekstiilit tulisi pestä kuitenkin säännöllisin väliajoin, koska lika tunkeutuu ajan myötä syvemmin tekstiilikuidun sisään. Ympäristö kuormittuu vähemmän kun pestään täysiiä koneellisia ja valitaan ympäristöystävällisempiä pesuaineita. (Talvenmaa 1998, 57–58.)

8 FARKKUJEN JÄTEHUOLTOVAIHE

8.1 Kierrätys

Suomessa tekstiilijätettä syntyy vähän verrattuna muihin teollisuuden aloihin. Joka vuosi suomalaiset tuottavat noin 70 000 tonnia tekstiilijätettä, josta noin puolet on peräisin kotitalouksista (Euroopan Unioni 2005–2010). Kuluttajalla on suuri osuus tekstiilijätteen kiertokulussa. Tekstiilijätteistä ei aiheudu valtakunnallista ongelmaa vähäisyytensä vuoksi, eikä luonto kärsi siitä. Kuitenkin lainsäädännön avulla pyritään vähentämään kaatopaikkajätteen syntymistä, joten tekstiilijätteitä pitäisi kierrättää. (Talvenmaa 1998, 65–66.)

Kuluttajilla on erilaisia vaihtoehtoja tekstiilien kierrättämisessä. Vanhat vaatteet voidaan lahjoittaa järjestöjen keräyksiin, esimerkiksi Punaiselle ristille, pelastusarmeijalle jne. Keräyspisteitä on muun muassa kauppojen pihilla ja kierrätyspis-

teiden yhteydessä. Tekstiilituotteita voidaan myydä kirpputoreilla, leikata matonkuteiksi tai muotoilla uusiksi tuotteiksi ("tuunaus").

Jätealan lainsäädännön uudistusta on valmisteltu. Hallitus antoi uuden lakiehdotuksen 15.10.2010, ja uusi lainsäädäntö tulee voimaan vuoden 2012 aikana. Hallituksen esityksen mukaan jätelain 1§ tarkoituksena olisi ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle sekä vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, edistää luonnonvarojen kestävästä käyttöä, varmistaa toimiva jätehuolto ja ehkäistä roskaantumista. (Hallituksen esitys Eduskunnalle jätelaiksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi 2010, 61; Ympäristöministeriö 2011.)

Farkkukangasta voidaan prosessoida uudelleen raaka-aineeksi mekaanisella kiertäysmenetelmällä. Siinä kangas ensin revitään kappaleiksi repimäkoneella. Kuitumateriaali, joka saadaan repimällä, voidaan karstata ja edelleen kehretä langaksi. Kuitumateriaalista voidaan valmistaa myös kuitukangastuotteita tai käyttää täytemateriaalina. (Talvenmaa 1998, 68.)

8.2 Hävittäminen

Farkkua voidaan hävittää esimerkiksi polttamalla, jolloin vapautuva lämpöenergia voidaan ottaa talteen (Talvenmaa 1998, 68) (energiajäte). Selluloosakuituisia tekstiileitä voidaan lajitella myös biojätteenä, jolloin materiaalin pitää olla 100 % selluloosakuituja. Jätteiden poltosta aiheutuu päästöjä luontoon, kuten savukaasupäästöjä tai savukaasujen puhdistuksen jätevettä, myrkyllisiä tai haitallisia tuhkia. (Vaitinen 2004.)

Ihmisten kaikista ostamista tuotteista puolet on vaatteita, joita jokainen yksilö heittää pois noin 30 kg ja useimmat vaatteista joutuvat kaatopaikoille. Vuosittain ostetut vaatteet tuottavat 1000 kg hiilidioksidia (CO₂). Villa- ja puuvillavaatteet tuottavat kaatopaikoilla metaanikaasua, joka on 23 kertaa voimakkaammin ilmastonlämpenemistä edistävä kaasu kuin hiilidioksidi. (Ken Watson 2011.) Britanni-

assa heitetään vaatteita kaatopaikoille noin 2 miljoona tonnia joka vuosi (Garland 2009).

Jätelain mukaan jäte on ensisijaisesti pyrittävä hyödyntämään aineena ja toissijaisesti energiana. Kaatopaikoille jäte voidaan sijoittaa vain, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista. Jätteestä aiheutuvat vaarat ja haitat ympäristölle ja terveydelle on ehkäistävä, ja aiheutuneet haitat korjattava. (Ympäristöministeriö 2011.)

Yritysten käyttöön on laadittu erilaisia vapaaehtoisia standardisoituja ympäristönhallintajärjestelmiä, kuten ISO 14001 ja EMAS. Tekstiili- ja vaatetusalan yritysten käyttöön on laadittu ympäristölainsäädäntöopas. Ympäristönsuojelulaki velvoittaa yrityksiä hankkimaan Ympäristöluvan, jos yrityksen toiminnasta aiheutuu pilaantumisen vaaraa (Ympäristöministeriö 2010).

9 YMPÄRISTÖMERKINTÄESIMERKKEJÄ

9.1 Öko-Tex Standardi 100 – kriteerit

Öko-Tex Standardi 100 on normatiivinen dokumentti, jonka on julkaissut Öko-Tex. Tämä standardi määrittelee yleiset - ja erityisolosuhteet luvan myöntämiselle, kun merkitään tekstiileitä Öko-Tex Standardi 100 – merkillä. Standardi on sovellettavissa tekstiili- ja nahkatuotteille ja tuotannon kaikille tasoille, mukaan lukien tekstiilittömät ja tekstiiliasusteet. Standardi ei ole sovellettavissa kemikaaleihin, apu- ja väriaineisiin. (Öko-Tex Standardi 100, 3.)

Tämän standardissa haitallisilla aineilla viitataan aineisiin, jotka saattavat olla läsnä tekstiilituotteessa tai asusteessa ja jotka ylittää maksimipitoisuusmäärän tai joka kehittyä normaalin ja säädetyn käytön aikana, tai jolla voi olla jonkinlainen vaikutus ihmisiin, kuten olla haitaksi terveydelle. (Öko-Tex Standardi 100, 3.)

Öko-Tex Standardi 100 – merkki ”Turvallinen tekstiili – tutkitusti haitta-aineeton Öko-Tex Standardin 100 mukaisesti” on tunnus, joka vakuuttaa, että merkitty tuo-

te täyttää vaatimukset ja testaukset, jotka on määritelty tässä standardissa. Lupia ja testauksia valvoo ja tutkii instituutti tai valtuutettu sertifiointivirasto, joka kuuluu Öko-Texiin. Merkki ei ole laatumerkintä eikä kerro mitään muista tuotteen ominaisuuksista, kuten esimerkiksi käyttökelpoisuudesta, pesuprosessien reaktioista, fysiologisesta käyttäytymisestä, palokäyttäytymisestä jne. Lisäksi merkki ei ilmoita lainmukaisia näkökulmia, kuten tuoteturvallisuutta. (Öko-Tex Standardi 100, 3-4.)

Merkki ei ilmoita mitään haitallisten aineiden vaikutuksesta yksittäiseen näytteen merkitystä tekstiilistä, kuten tuloksia vauriosta kuljetuksen aikana tai varastoinnista (ja virheellisestä pesutoiminnosta sen jälkeen), pakkaamisesta aiheutuneesta likaantumista, manipulaatiosta myyntipromootioon (esim. hajustamiseen) ja puutteellisesta näytteillepanosta (esim. ulkonäytteillepano). (Öko-Tex Standardi 100, 3.)

Tuoteryhmä voi olla sertifioitu samalla sertifikaatilla, kun esimerkiksi:

- tuotteilla on vain fyysisiä eroavaisuuksia tekstiileissä, jotka on tehty hyvin määritettävistä perusmateriaaleista.
- kappaleet on fyysisesti koottu vain sertifioituista tuotteista.
- tuotteet on valmistettu samankaltaisista kuitumateriaaleista (esimerkiksi selluloosakuidut, PES:n ja CO:n sekoitukset, synteettiset kuidut jne.). (Öko-Tex Standardi 100, 5.)

Tässä standardissa tuoteluokat on ryhmä erilaisia kappaleita, jotka on luokiteltu niiden (tulevaisuuden) hyödyntämisen mukaan. Erilaisissa tuoteluokissa ei ole sertifioitu vain valmistettuja tuotteita, vaan myös niiden komponentteja kaikilta tuotannon eri tasoilta (kuidut, langat, tekstiilit) ja asusteet. Tuoteluokat eroavat tavallisesti tuotteiden vaatimuksien täyttämässä ja testimenetelmien sovellettavuudessa. Farkut luokitellaan tuotteisiin, jotka ovat suorassa ihokontaktissa (Tuoteluokka II). (Öko-Tex Standardi 100, 5-6.)

Aktiivisesti kemialliset tuotteet ovat valmisteita, jotka on yhdistetty kuitumateriaalin sisään tai on lisätty myöhemmässä prosessin vaiheessa tekstiilituotteeseen. Erikoisvaatimukset tällaisten tuotteiden käytöstä on tulevaisuudessa määriteltävissä. Biologisesti aktiiviset tuotteet ovat niitä, joissa on käytetty kemiallisia tuotteita, joiden tarkoituksena on tuhota, estää, tehdä vaarattomaksi, ehkäistä toimenpide tai muutoin käyttää minkä hyvänsä organismin kontrolloivaa efektiä kemiallisilla tai biologisilla tekniikoilla/menetelmillä. (Öko-Tex Standardi 100, 6.)

Yleisten sertifiointivaatimuksien lisäksi Öko-Tex Standardi 100:n mukaan tuotteen yksityiskohtaisien vaatimusten pitää olla täytetty jokaisen komponentin osalta. Öko-Tex Standardi 100 – merkin käytöstä on tehtävä kirjallinen hakemus luvan myöntämiseksi joko sertifiointivirastolle tai Öko-Tex – instituutille. Testitarkoituksiin hakijan pitää toimittaa riittävä ja havainnollinen näyte tuotteesta, sekä tuotteen pakkausohjeet pitää olla huomioitu. (Öko-Tex Standardi 100, 7-8.)

Hakijan sitoutumisen tunnustus ja hakemuslomake tulee olla allekirjoitettu asianmukaisesti, ja pitää sisältää seuraavat asiat:

- vastuu määrittelyistä detaljeista hakemuksessa
- sitoumus ilmoittaa kokonaisuudesta; kuka myöntää luvan käyttää merkkiä, josta raakamateriaalin vaihtelusta, teknisistä toimintatavoista ja resepteistä
- sitoumus taata ettei merkintää käytetä tuotteessa sen jälkeen, kun sen käyttö eräännyy tai kun hakija vetäytyy merkinnän käyttämisestä. (Öko-Tex Standardi 100, 8-9.)

Hakija toimittaa näyttemateriaalin ja myös näytekappaleet valmistuspaikasta, ja niiden pitää olla instituutin testaamia. Testauksen tyyppi ja laajuus pitää olla selvitettyä instituutista. Jos testinäytteessä on asiaankuulumaton haju ja on todiste virheellisestä valmistuksesta, tuote poissuljetaan testauksesta eikä sitä saa merkitä Öko-Tex Standardi 100 – merkillä. Yleisesti kaikki yksittäiset tuotteen komponentit pitää testata. Näytteiden kuidun rakenne tarkastetaan laadullisesti hake-

muksen informaatiosta huolimatta. Nämä testit ovat hakijan maksettavissa. Jos tuotteen komponentit painavat vähemmän kuin 1 %, niitä ei rajoiteta tuotteessa. Tällaisia tuotteita instituutti voi ottaa harkintaansa, mutta instituutin päätös ei ole esteellinen. (Öko-Tex Standardi 100, 9.)

Hakijan pitää kuvailla instituutille varotoimenpiteet, joita hän on johtanut yrityksensä sisällä luvatakseen, että kaikki tuotteet, jotka on tuotettu ja/tai myyty täyttää ehdot samalla tavoin kuten testatut tuotteet. Hakijan pitää myös julkaista vahvistus yhdenmukaisuudesta ISO-17050-1 –standardin kanssa. (Öko-Tex Standardi 100, 9-10.)

Hakijan pitää harjoittaa ja pitää yllä tehokasta laadun takeen ohjelmaa taatakseen, että tuotteet, jotka on tuotettu ja/tai myyty, noudattaa testinäytettä. Esimerkiksi erilaiset tavaraerät ja värit pitää tarkistaa, jotta ne ovat yhdenmukaisia Öko-Tex Standardi 100 suhteen. (Öko-Tex Standardi 100, 10.)

Sertifikaatin voimassaolon aikana instituutti on valtuutettu ottamaan kaksi testiä sertifioituista tuotteista. Sertifikaatin haltijan on maksattava testauskulut. Jos sattunnaisesti ilmiantaa poikkeuksen raja-arvoista, otetaan uusi testi eri näytteestä. Tässäkin tapauksessa sertifikaatin haltija maksaa kulut. Jos poikkeamia löydetään edelleen, testausinstituutti voi vetäytyä luvasta merkitä tuotteita Öko-Tex Standardi 100 –merkillä. (Öko-Tex Standardi 100, 10.)

Ennen tai jälkeen ensimmäisen sertifikaatin julkaisemisesta, instituutti tarkastaa paikanpäällä laadun takeiden toimenpiteet Öko-Tex Standardi 100:n mukaan. Instituutti on oikeutettu eväämään tai vetäytymään sertifikaatista auditoinnin tulosten perusteella. Tämän kustantaa sertifikaatin haltija. Jokainen yritys pitää tarkastaa vähintään kolmen vuoden välein. (Öko-Tex Standardi 100, 10.)

Hakija hyväksyy sen, että Öko-Tex –yhdistyksen tarkastajat saavat vierailta ja auditoida sertifioitua yritystä. Siinä tapauksessa jos on epämukautumista Öko-Tex Standardi 100:n vaatimuksiin, pitää sertifikaatin haltijan maksaa analyttisistä testeistä (kontrollitestit) ja auditointimaksu. (Öko-Tex Standardi 100, 10–11.)

Hakijan, joka tuottaa tai myy tuotteita Öko-Tex Standardi 100 – merkillä varustettuna, pitää ottaa yksin vastuu vakuuttaessaan, että tuote noudattaa haitallisten aineiden raja-arvoa Öko-Tex Standardi 100:n mukaan. Hakija on myös vastuussa sertifioitujen tuotteensa laadusta. Hänen pitää delegoida laadun takeiden osista tuottajalle, toimittajille ja maahantuojille. Jos hakija toimii näin, on hänen tiedotettava laadun takeen ohjelmasta testaavalle instituutille. (Öko-Tex Standardi 100, 11.)

Hakija voi merkitä tuotteensa Öko-Tex Standardi 100 – merkillä ajanjakson voimassaoloaikana, jos kaikki standardin vaateet on toteutettu, testit eivät näytä poikkeamia eivätkä testien arvot ylitä annettuja raja-arvoja. Vastaavien sertifioitujen tuotteiden pätevyys jää siirtymäaikaan sertifikaatin eräpäivään saakka. Kunnes tämä aika on kulunut, vallitsevat uudistusolot on täytettävä. (Öko-Tex Standardi 100, 11.)

Sertifioitu tuote menettää välittömästi luvan olla merkitty Öko-Tex – merkillä aina, kun jokin (ammatillinen) fyysinen tai kemiallinen (sis. pesu ja puhdistus) tuotteen muutos on esitetty. Sertifikaatti myönnetään yhdeksi vuodeksi kerrallaan ja pyydettyä hakija voi lykätä luvan alkamista kolme kuukautta testiraportin päivästä. Kun merkinnän luvan aikajakso on erääntynyt, on sertifikaatin haltija oikeutettu hakemaan luvan uusimista vielä vuodeksi. Instituutti päättää vähenneystä testiohjelmasta ensimmäiselle, toiselle, neljännelle, viidennelle jne. uudistukselle. Uudistetun sertifikaatin eräpäivä on tarkalleen yksi vuosi edellisen eräpäivän jälkeen. (Öko-Tex Standardi 100, 12.)

9.2 EU-kukka –ympäristömerkinnän kriteerit

EU-kukka – ympäristömerkintää voi hakea kaikkien jäsenmaiden yritykset. Tuoteryhmään ”tekstiilituotteet” kuuluvat muun muassa tekstiilivaatteet ja – asusteet, joiden painosta 90 prosenttia on tekstiilikuituja. Sovellettavat ekologiset arviointiperusteet sekä niihin liittyvät arviointi- ja todentamisvaatimukset ovat voimassa neljä vuotta tämän päätöksen tekemisestä. Ympäristömerkinnän arviointiperusteilla pyritään estämään tekstiilituotteiden eri prosessien aiheuttamaa vesien pilaan-

tunista. Tekstiilien tuotantoketjun tärkeimpiä prosesseja ovat kuitujen valmistus, kehruu, kudonta, neulonta, valkaisu, värjäys ja viimeistely. Ympäristömerkinnän vaatimukset on asetettu tasolle, joka suosii tekstiilituotteita, joiden ympäristövaikutukset ovat tavallista vähäisemmät. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/70–72.)

Aina tarpeen mukaan hakijan edellytetään esittävän asiakirjoja, vakuutuksia, testausselesteita, analyysejä tai muita todisteita arviointiperusteiden noudattamisesta ja nämä voivat olla peräisin hakijalta ja/tai tämän tavarantoimittajalta jne. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/72.)

Standardissa, ISO 130 Tekstiilit – standardiolosuhteet ilmastoinnille ja testaukselle, on määritelty perusolosuhteet (1kg tekstiilituotetta vakio-olosuhteissa 65 % RH + 4% ja 20° C + 2°C). Toimivaltaiset elimet voivat pyytää todentamista tukevia asiakirjoja ja tehdä tarkastuksia. Näiden elinten on otettava huomioon hakemusten arvioinnissa tunnustettujen ympäristöhallintojärjestelmien, kuten EU:n ympäristöasioiden hallinta- ja auditointijärjestelmä EMASin tai ISO 14 001 – standardin noudattaminen. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/72.)

Ekologiset arviointiperusteet jakautuvat kolmeen pääluokkaan, jotka koskevat tekstiilikuituja, kemikaaleja ja prosesseja sekä käyttökelpoisuutta. Kun tekstiilituotteiden kuituja arvioidaan, ei tarvitse ottaa huomioon tuotteen tekstiilikuituja, joita on tuotteen koko painosta alle 5 prosenttia. Jos kuidut on saatu kierrättämällä (leikkuujäte tai kuluttajien tuottama jäte), ei tällöinkään tarvitse täyttää arviointiperusteita. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/72.)

Puuvillakuidut saavat sisältää enintään 0,05 ppm tiettyjä vaaralliseksi havaittuja aineita, kuten DDT:tä. Kunkin puuvillaerän osalta testi on tehtävä raakapuuvillalle ennen märkäkäsittelyä tai jos käytetään kaksi erää puuvillaa niin silloin kaksi kertaa vuodessa. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/73.)

Jos yli 50 prosenttia puuvillasisällöstä on luonnonmukaisesti kasvatettua tai siirtymävaiheen tuotannosta saatua puuvillaa, ei tätä vaatimusta sovelleta. Eikä tätä vaatimusta sovelleta siinä tapauksessa, jos voidaan esittää asiakirjoja, joista käy ilmi niiden viljelijöiden henkilöllisyys, jotka ovat tuottaneet vähintään 75 prosenttia lopullisessa tuotteessa käytetystä puuvillasta. Jos jokin riippumaton laitos on todistanut, että tuotteen puuvillasta vähintään 95 prosenttia on tuotettu luonnonmukaisesti ja että se on tuotettu asetuksessa (EY) N:o 834/2007 säädettyjen tuotanto- ja tarkastusvaatimusten mukaisesti, voi hakija tällöin lisätä ympäristömerkin viereen maininnan ”luonnonmukaisesti tuotettua puuvillaa”. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/73.)

Ympäristömerkinnän kriteerit vaativat, että vuosittain käytettävästä puuvillasta on vähintään kolme prosenttia oltava tuotettu luonnonmukaisesti, ja tämä väittäminen tulee olla riippumattoman laitoksen todistama. Luonnonmukaisesta tuotannosta haltijan pitää toimittaa todistus ja asiakirjoja siitä, että viljelijät eivät ole käyttäneet kyseessä olevia aineita, tai testausseleste. Hakijan tulee toimittaa tiedot riippumattomasta sertifiointilaitoksesta ja vakuutus, jos käy ilmi, mikä osuus ympäristömerkin saaneen tekstiilin tuotannossa käytetystä puuvillasta on tuotettu luonnonmukaisesti. Tarvittaessa toimivaltainen instituutti voi pyytää lisätietoja, joiden avulla se voi arvioida, onko noudatettu standardi- ja sertifiointijärjestelmän vaatimuksia. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/73.)

Prosesseja ja kemikaaleja koskevassa jaksossa vahvistettuja arviointiperusteita sovelletaan tarvittaessa tuotteen kaikkiin tuotantovaiheisiin ja myös kuitujen tuotantoon. Lankoihin käytetystä liisteristä vähintään 95 prosentin (kuivapainosta) on oltava riittäväällä tavalla biohajoavia, tai ne on kierrätettävä muussa tapauksessa. Liistereiden osalta hakijan on toimitettava asianmukaisia asiakirjoja, käyttöturvalisustiedotteita, testausselesteita ja/tai vakuutuksia, joista ilmenee edellä mainitut testausmenetelmät ja – tulokset. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/75–76.)

Ensimmäisessä kehruvaiheessa käytettävien kehruun apuaineiden, käsittelyaineiden (mukaan luettuina karstausöljyt, viimeistelyaineet ja voiteluaineet) ja kehruu-

liuksen lisäaineiden ainesosista vähintään 90 prosenttia (kuivapainosta) on oltava riittävän biohajoavia tai poistettavissa jätevesien käsittelylaitoksissa. Toisessa kehruvaiheessa ei sovelleta tätä vaatimusta kehruvaiheen käsittelyaineisiin (kehruöljyt, vakiointiaineet), vahoihin, kartiopuolausöljyihin, luomaus- ja kerta-
usöljyihin, silikoniöljyihin, neulontaöljyihin ja epäorgaanisiin aineisiin. On otettava huomioon aineiden yhteenlaskettu pitoisuus. Hakijan on toimitettava yllämainituista asioista asianmukaiset asiakirjat. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/76.)

Tuotteeseen sisältyvässä mineraaliöljyssä on oltava alle 3,0 painoprosenttia polyyklisiä aromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteitä). Hakijan on toimitettava asiakirjoja PAH-yhdisteiden pitoisuudesta tai todistus, että tällaisia tuotteita ei ole käytetty. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/76.)

Tuotteiden ja puolivalmisteiden varastoinnin ja kuljetuksen aikana ei saa käyttää orgaanisia tinayhdisteitä, PCB:tä ja kloorifenoleja (niiden suoloja ja estereitä). Hakijan on annettava vakuutus siitä, että näitä aineita tai yhdisteitä ei ole käytetty. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/76.)

Raskasmetallisuoloja (rautaa lukuun ottamatta) tai formaldehydiä ei saa käyttää värin tai väripigmentin poistossa, eikä seriumyhdisteitä saa käyttää langan tai kankaan painon lisäämiseen. Käytetyissä valmisteissa ei saa myöskään esiintyä tiettyjä kemikaaleja tai kemiallisia valmisteita. Hakijan on annettava vakuutus siitä, että yllä mainittuja aineita ei ole käytetty. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/77.)

Komission päätöksen mukaan kaikissa märkäprosessilaitoksissa yli 95 painoprosentin kankaan pesuaineista, kompleksinmuodostajista ja pehmitteistä on oltava riittävällä tavalla biohajoavia tai poistettavissa jätevesien käsittelylaitoksissa. Arviointiperustetta ei sovelleta niihin pesuaineisiin ja kankaan pehmitteiden pintaaktiivisiin aineisiin, joiden on oltava täydellisesti aerobisesti biohajoavia. Edellä olevassa kuitujen ja lankojen avivointi- ja viimeistelyaineita koskevassa arviointiperusteessa on määriteltä ”riittävällä tavalla biohajoava ja poistettava”. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/77.)

Hakijan on annettava vakuutus siitä, että klooria ei ole käytetty lankojen, kankaiden tai lopputuotteiden valkaisuun. Käytettyjen väriaineiden ja pigmenttien metalli-ioniepäpuhtauksille on mainittu raja-arvot. Näitä arvoja ei tarvitse ottaa huomioon siinä tapauksessa, kun metalli on värimolekyylin erottamaton osa (esim. metallikompleksivärit ja tietyt reaktiiviset värit). (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/77.)

Väriaineiden käytölle on säädetty tarkat ohjeet ja raja-arvot, esimerkiksi kromipeittävärjäystä ei sallita lainkaan. Kustakin metallikompleksiväristä saa päästää alle 20 prosenttia jätevesien käsittelyyn, kun kyseessä on selluloosavärjäys. Kaikissa muissa värjäysprosesseissa, käytettyjä kupari-, kromi- tai nikkelpohjaisia metallikompleksivärejä saa päästää jäteveden käsittelyyn (laitoksessa tai sen ulkopuolelle) alle 7 prosenttia. Hakijan pitää toimittaa asianmukaiset todisteet siitä, että näitä metallikompleksivärejä ei ole käytetty tai toimitettava testausselesteet. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/78.)

Tekstiilituotteissa ei saa käyttää lainkaan tai yli 0,1 painoprosenttia väriaineita tai yhdisteitä, joilla on karsinogeenisia, mutageenisia tai lisääntymisen kannalta toksisia vaikutuksia. Kaikista yllämainituista seikoista on hakijan annettava vakuutus. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/78–80.)

Kankaan painannassa plastisolipohjaista painantaa ei saa käyttää. Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, kuten lakkabensiiniä, saa olla enintään 5 prosenttia painopastassa. Ihon kanssa kosketuksiin joutuviissa tuotteissa vapaan tai osittain hydrolysoituvan formaldehydin määrä valmiissa kankaassa ei saa ylittää arvoa 30 ppm. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/81.)

Märkäprosessin jätevesipäästöillä on raja-arvonsa. Jos yrityksellä on oma jäteveden käsittelylaitos ja jätevedet päästetään suoraan vesistöön, on lisäksi otettava huomioon veden pH – arvo, jonka on oltava 6-9 (paitsi siinä tapauksessa jos vesistön pH on näiden arvojen ulkopuolella) sekä veden lämpötila, jonka on oltava alle 40°C (ellei vesistön lämpötila ole tätä korkeampi). Hakijalta vaaditaan myös tie-

dotteet märkäprosessin veden- ja energiankulutuksesta valmistuspaikalla. Hakijan on toimitettava asiakirjat, joista käy toteen arviointiperusteen noudattaminen. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/81 ja 84.)

Viimeistelyaineita ja – yhdisteitä saa olla kankaassa korkeintaan 0,1 painoprosenttia. Kankaiden viimeistelyä ovat kaikki kemialliset ja fyysiset käsittelyt, joiden avulla saadaan tekstiilille jokin haluttu ominaisuus, kuten helppohoitoisuus, vedenpitävyys tai pehmeys. Tässäkin tapauksessa hakija toimittaa asianmukaiset todisteet ja asiakirjat. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/82–83.)

Kolmanteen arviointiperusteiden pääluokkaan kuuluvat käyttökelpoisuusperusteet, joita sovelletaan joko lopputuotteisiin, valmiisiin kankaisiin tai värjättyihin lankoihin, joille on suoritettava asianmukaiset testaukset. Pesun ja kuivauksen jälkeen kutistuminen ja venyminen saa olla enintään yli – 8 prosenttia tai yli +4 prosenttia farkkukankaalla, mutta arviointiperustetta ei sovelleta lankoihin tai kuituihin. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/84–85.)

Lisäksi on tehtävä erilaisia testauksia kankaille, kuten vesipesunkeston -, värien hienkeston-, värien märkä- ja kuivahankauksenkeston- ja värien valonkeston – testaukset. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/85–86.)

Lopuksi ympäristömerkin tiedoissa on mainittava seuraavat tekstit: ”vaarallisten aineiden käyttöä rajoitettu”, ”kestävä ja korkealaatuinen” ja ”edistää kestävien kuitujen käyttöä”. Hakijan on toimitettava todistus tämän arviointiperusteen noudattamisesta sekä mallikappale pakkauksesta merkintöineen. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1980/2000, L 197/86.)

10 YHTEENVETO

Farkkujen elinkaari muodostuu useasta eri vaiheesta, jotka kukin osaltaan vaikuttavat ympäristöön merkittävästi. Farkkujen elinkaari alkaa puuvillan viljelystä, johon nykyään kiinnitetään paljon huomiota sen epäkohtien vuoksi. Vaihtoehtoisesti tehoviljelyn sijasta voidaan harjoittaa luomuviljelystä, joka säästää luonnonvaroja. Puuvillakuitu kehrätään langaksi, joka usein värjätään farkkuja varten indigolla. Puuvillalangat kudotaan kankaaksi, jolle tehdään erilaisia esikäsittelyjä, joilla pyritään parantamaan kankaan ominaisuuksia. Kun kankaat ovat halutunlaisia, voidaan aloittaa farkkutuotteiden leikkaaminen ja ompelminen. Farkkujen valmistuksen jälkeen tehdään niille erilaisia viimeistyskäsittelyitä, joilla saadaan muodinmukaisia kulutus- ja väriefektejä. Farkkujen tuotannon jälkeen niiden elinkaaren vastuu siirtyy myyjiltä kuluttajille, jotka viimekädessä päättävät farkkujen kohtalosta.

Kaikkia elinkaaren vaiheita voi kehittää ja parantaa ympäristöystävällisemmäksi. Yrityksille apukeinoja ekologisemman ja turvallisemman tekstiilituotteen aikaansaamiseksi löytyy erilaisista ympäristömerkinnöistä ja –sertifikaateista. Kuluttajilla on myös vastuu tuotteesta ja sen elinkaaresta. Nykyään on paljon tietoa saatavilla, joten jokaisella on mahdollisuus vaikuttaa pienillä teoilla ympäristöemme hyvinvointiin. Kun tuotetta hoidetaan hyvin, on se pitkäikäinen ja kierrätettävissä.

Opinnäytetyön aihe ympäristöasioiden ympärille muodostui helposti, sillä minua on aina kiinnostanut ekologia ja ympäristön hyvinvointi. Opinnäytetyössä käsiteltävät ympäristökäsitteet olivat osittain tuttuja entuudestaan. Aloittaessani työn, minulla oli perustietoa farkkujen tuotantoprosesseista ja vaatetusteollisuuden ympäristönäkökohdista. Opin myös paljon uutta, kun syvennyin aiheeseen. Erilaiset sertifikaatit ja järjestöt, jotka toimivat eettisyyden ja ekologisuuden puolestapuhujina, sisälsivät uusia asioita minulle. Yritys, jolle tein opinnäytetyöni, sai lisätietoa ja ohjeistuksia ympäristömerkinnöistä ja -sertifikaateista sekä niiden hakemisprosessista.

LÄHTEET

Boncamper, I. 2004. Tekstiilioppi, kuituraaka-aineet. 2. painos. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

British Standards Institution. 2011. PAS 2050 – Assessing the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services [viitattu 22.2.2011]. Saatavissa: <http://www.bsigroup.com/Standards-and-Publications/How-we-can-help-you/Professional-Standards-Service/PAS-2050>

Cotton Incorporated. 2006. The art of denim manufacturing. Kotisivu: www.cottoninc.com

Cotton Incorporated. 2009. The art of denim garment finishing. Kotisivu: www.cottoninc.com

CSR Europe, 2011. About us [viitattu 22.2.2011]. Saatavissa: http://www.csreurope.org/pages/en/about_us.html

CSR Europe. 2011. Enterprise 2020 [viitattu 22.2.2011]. Saatavissa: <http://www.csreurope.org/pages/en/2020.html>

Eberle, H., Hermeling, H., Hornberger, M., Kilgus, R., Menzer, D. & Ring, W. 2001. Ammattina vaate. Suom. Pirjo Luoto. 1.-4. painos, 2007. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Euroopan Unioni. 2005-2010. Vaatteiden kierrätys ja tuunaus [viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: <http://www.dolceta.eu/suomi/Mod5/spip.php?article234>

Fair Wear Foundation. 2009. About [viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: <http://fairwear.org/about>

Fair Wear Foundation. 2009. Labour Standards [viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: <http://fairwear.org/labour-standards>

Garland, J. 2009. Fast Fashion from UK to Uganda [viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/7899227.stm

Greenpeace. 2011. Maatalouden ongelmat [viitattu 18.1.2011]. Saatavissa: <http://www.greenpeace.org/finland/fi/kampanjat/kestava-maatalous/maatalouden-ongelmat/>

Grose, L. 2009. Sustainable cotton production. Teoksessa Blackburn, R.S. (toim.) Sustainable textiles. Life cycle and environmental impact. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 33–62.

Hallituksen esitys Eduskunnalle jätelaiksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi 2010, 61 [viitattu 30.1.2011]. Saatavissa: <http://www.environment.fi/default.asp?contentid=354552&lan=fi&clan=fi>

Heikinheimo, L. 2007. Lahden Ammattikorkeakoulu. Puuvillakankaiden viimeistys (esikäsittelyt). Luentomoniste.

Heikinheimo, L. 2002. Trichoderma reesei cellulases in processing of cotton. Väitöskirja. Espoo: Otamedia Oy.

Kamppuri, T. 2010. Entsyymit tekstiiliprosessissa – tilannekatsaus. Tekstiili 1/2010, 13.

Leino, R. 2008. Indigovärjäys voi olla myös makeaa ja ekologista [viitattu 20.1.2011]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/kemia/article197442.ece>

Laatio, H. 2010. 45 minuuttia: Kuolema farkkujen takia [viitattu 15.2.2011]. Saatavissa: <http://www.mtv3.fi/uutiset/ulkomaat.shtml/arkistot/ulkomaat/2010/02/1064247>

Mäenpää, S. 2003. Farkkukankaan pesureseptit ja viimeistystavat. Diplomityö. Tampere: Dippa Systems Oy.

Nurmi, A. 2008. Mitä tarkoittaa ekologinen vaate? [viitattu 15.1.2011]. Saatavissa: http://www.vihreatvaatteet.com/category/vaatteen_elinkaari/

Nurmi, A. 2010. Farkkujen vaaralliset viimeistelyt [viitattu 18.4.2011]. Saatavissa: <http://www.vihreatvaatteet.com/farkkujen-vaaralliset-viimeistelyt/>

Nielsen, P.H., Kuilderd, H., Zhou, W. & Lu, X. 2009. Enzyme biotechnology for sustainable textiles. Life cycle and environmental impact. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 113-138.

Pietikäinen, P. 2011. VL: Fax [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Järvinen, J. Lähetetty 12.4.2011.

Reilukauppa. 2011. Reilun kaupan puuvilla ja ympäristö [viitattu 10.1.2011]. Saatavissa: <http://www.reilukauppa.fi/index.php?350>

Salo S., Lettenmeier, M. & Lähteenoja, S. 2008. Pesulämpötilojen ekotehokkuus [viitattu 27.1.2011]. Saatavissa: <http://www.sll.fi/luontojajymparisto/kesta va/mips/tietopankki/pyykinpesu>

Suomen luonnonsuojeluliitto. 2011. Vaatteiden, tekstiilien ja jalkineiden MI-lukuja [viitattu 15.2.2011]. Saatavissa: <http://www.sll.fi/luontojajymparisto/kesta va/mips/mips-lukuja/vaatteet-tekstiilit?searchterm=tekstiili>

Stochaj, M. 2011. Life Cycle Footprint – Consumer use [viitattu 15.2.2011]. Saatavissa Finatex -tietokannassa: <http://videonet.fi/finatex/20110209/>

Stochaj, M. 2011. Carbon Footprint of Organic Cotton Products (Standard Grid Electricity) [viitattu 15.2.2011]. Saatavissa Finatex -tietokannassa: <http://videonet.fi/finatex/20110209/>

Stochaj, M. 2011. Final Reduction of Carbon Footprint [viitattu 16.2.2011]. Saa-

tavissa Finatex -tietokannassa: <http://videonet.fi/finatex/20110209/>

Sherburne, A. 2009. Achieving sustainable textiles: a designer's perspective. Teoksessa Blackburn, R.S. (toim.) Sustainable textiles. Life cycle and environmental impact. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 3-32.

Sisäasiainministeriön pelastusosasto & Suomen pelastusalan keskusjärjestö. 2008. Ympäristön uhkat [viitattu 18.4.2011]. Saatavissa: <http://turvaopas.pelastusotimi.fi/ympariston-uhkat.html>

Talvenmaa, P. 1998. Tekstiilit ja ympäristö. Tampere: Tekstiili- ja vaatetusteollisuus ry, Tekstiili- ja jalkine-toimittajat ry ja Tekstiilikauppiainien Liitto ry.

Tamro. 2009. Käyttöturvallisuustiedote [viitattu 22.2.2011]. Saatavissa: <http://www.google.fi/#hl=fi&source=hp&biw=1362&bih=547&q=kaliumpermananaatin+myrkyllisyys&aq=f&aqi=&aql=&oq=&fp=d89c26a4ed5829d3>

Tukes – Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. 2011. Kemikaalien EU-riskinarviointi ja – vähennys [viitattu 22.2.2011]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Haku-Google-Mini/?q=Kemikaalien+EU-riskinarviointi+ja+%e2%80%93+v%c3%a4hennys>

Tekstiililehti. 1999. Entsyymit ja niiden käyttö tekstiiliteollisuudessa. Tekstiililehti 3/99, 4-5.

Väittäinen, A. 2004. Jätteen polttaminen on luonnonvarojen tuhlausta [viitattu 30.1.2011]. Saatavissa: <http://www.sll.fi/tiedotus/kiertoartikkelit/jatteenpoltto/?searchterm=tekstiili>

Watson, K. 2011. Fast Fashion and CSR [viitattu 23.2.2011]. Saatavissa: <http://videonet.fi/finatex/20110209/>

Wakelyn, P.J. 2009. Organic cotton: production practices and post-harvest considerations. Teoksessa Blackburn, R.S. (toim.) Sustainable textiles. Life cycle and environmental impact. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 231–299.

Ympäristöministeriö. 2011. Jätealan lainsäädännön kokonaisuudistus [viitattu 30.1.2011]. Saatavissa:

<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=354552&lan=fi&clan=fi>

Ympäristöministeriö. 2011. Jätteet ja jätehuolto [viitattu 30.1.2011]. Saatavissa:

<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=321794&lan=fi>

Ympäristöministeriö. 2010. Ympäristönsuojelulainsäädäntö [viitattu 1.2.2011].

Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=254&lan=fi>

Ympäristömerkinä. 2010. EU – kukan kriteerit [viitattu 30.11.2010]. Saatavissa:

<http://www.ymparistomerkki.fi/eu-kukka/kriteerit>

Yhteishyvä. 2010. Luomu tulee vaatteisiin. Yhteishyvä 8/2010, 11.

Öko-Tex. 2010. Öko-Tex Standard 100 –Declaration of Conformity [viitattu 30.11.2010]. Saatavissa: [http://www.oeko-](http://www.oeko-tex.com/OekoTex100_PUBLIC/content.asp?area=hauptmenue&site=downloads&cls=02)

[tex.com/OekoTex100_PUBLIC/content.asp?area=hauptmenue&site=downloads&cls=02](http://www.oeko-tex.com/OekoTex100_PUBLIC/content.asp?area=hauptmenue&site=downloads&cls=02)