

Materiaalitehokkuuden kehittäminen vaatetustekstiileissä

Asetelmien vertailu

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Materiaalitekniikan koulutusohjelma
Tekstiili- ja vaatetustekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Minna Virtanen

Lahden ammattikorkeakoulu
Materiaalitekniikan koulutusohjelma

VIRTANEN, MINNA:

Materiaalitehokkuuden kehittäminen
vaatetustekstiileissä
Asetelmien vertailu

Tekstiili- ja vaatetustekniikan opinnäytetyö, 74 sivua

Syksy 2015

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää toimintatapoja kankaan kulutuksen vähentämiseen ja tutkia materiaalitehokkuuden parantamista muiden vaatetuksessa esiintyvien ominaisuuksien osalta. Lisäksi työssä selvitettiin tuotantovaiheesta syntyvälle tekstiilijätteelle kierrätysvaihtoehtoja.

Teoriaosuudessa esitellään yleisimmät tekstiilituotteet ja niiden elinkaareen vaikuttavat tekijät. Suomen lainsäädäntö ja asetukset velvoittavat tekstiilituottajia muun muassa kemikaalien käytön sekä vuonna 2016 uudistuvan jätelain osalta. Hyvällä tuotesuunnittelulla vaikutetaan suoraan materiaalitehokkuuteen kiinnittämällä huomiota vaatteiden ominaisuuksiin, leikkauksiin ja käytettävien kankaiden kuviointiin. Kaavoitustavan valinta ja 3D-mallinnuksen käyttö säästävät omalta osaltaan kankaan kulutusta. Tuotannosta syntyvien tekstiilijätteiden hyödyntäminen on luonut uusia liiketoimintamalleja suomalaisille yrityksille, minkä lisäksi ylijäämämaterialien kierrättäminen on mahdollista esimerkiksi verkkokaupassa toimivan Mpankki-palvelun kautta. Lisäksi suomalaisten kehittämän loncell-F menetelmän sekä nanoteknologian avulla etsitään tulevaisuudessa ratkaisua materiaalitehokkuuden parantamiseksi.

Tutkimusosuudessa vaatteiden peruskaavoitusta muutettiin moniosaiseksi ja vertailtiin niistä tehtyjen asetelmien materiaalitehokkuutta toisiinsa nähden. Työssä tutkittiin myös kankaan kuvioinnin vaikutusta asetelmien ladontatapaan ja sitä kautta materiaalin säästöön. Lisäksi vertailtiin aikuisten ja lasten vaatteiden suuren kokoeron vaikutusta asetelmatehokkuuteen.

Asiasanat: asetelmatehokkuus, elinkaari, kaavoitus, kankaan kuviointi, laakaus, tekstiilijäte, tekstiilituotteet

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Process and Materials Technology

VIRTANEN, MINNA:

The development of material
efficiency in clothing textiles
Comparison of layouts

Bachelor's Thesis in Clothing and Textile Technology, 74 pages

Autumn 2015

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to discover ways how to reduce consumption of fabrics and to investigate how the general efficiency of materials can be improved. The thesis also examined recycling options for the textile waste generated in the production process.

The theoretical part presents the most common textile products and the factors which influence their life cycle. Finnish legislation and regulations will be reformed in 2016, which will bring changes to textile producers, for example concerning the usage of chemicals, and textile waste. Good product design directly influences the efficiency of materials by paying attention to the characteristics of garments, fabrics, cuts and patterns. The right pattern making techniques and 3D modeling already decrease a consumption of fabrics. At the same time, utilization of textile waste has created new business models for Finnish companies. An example of new recycling possibilities is an e-commerce service named Mpankki. In the future the Ioncell-F method, which has been developed in Finland, and nanotechnology can be a solution to improve the efficiency of materials.

In the practical part, the basic patterns were modified and the efficiency of layouts was compared. The thesis also examined how the texture of the fabric affects layouts and material savings. Finally, the thesis compares different sizes of adult and children's clothes and how the size affects the efficiency of layouts.

Key words: efficiency of layout, life cycle, pattern making, the texture of the fabric, lay, textile waste, textile products

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TEKSTIILITUOTTEET	2
2.1	Tekstiilituotteiden käyttö	2
2.2	Tekstiilituotteiden vienti ja tuonti osuudet	2
2.3	Yleisimmät tekstiilikuidut	3
2.4	Elinkaari	4
2.5	Elinkaariarviointi	4
3	TEKSTIILITUOTANTOON LIITTYVÄT ASETUKSET, LAINSÄÄDÄNTÖ JA VASTUUT	6
3.1	REACH-asetus	6
3.2	Formaldehydi	6
3.3	Jätelaki	7
3.4	Tuottajavastuu	7
4	VAATTEEN OMINAISUUKSIEN VAIKUTUS MATERIAALITEHOKKUUTEEN	9
4.1	Materiaalivalinnat	9
4.2	Kankaiden kuviointi	11
4.3	Vaatteiden muodot ja leikkaukset	12
4.4	Vaatteiden muunneltavuus	13
4.5	Vaatteiden huollettavuus	14
4.6	Materiaalien kierrätettävyys	15
5	KAAVOITUKSEN LUOMINEN	17
5.1	Vaatteiden mitoitus	17
5.2	Väljyysvarat	19
5.3	Kaavoitus	19
5.3.1	Zero waste	23
5.4	Sarjonta	25
5.5	3D-mallinnus	26
6	ASETELMATEHOKKUUS	28
6.1	Asetelmat	28
6.1.1	Kuvioiden suunnan vaikutus asetelmien ladontaan	31
6.2	Laakaus	34
6.3	Leikkuu	36

7	TUOTANNON TEKSTIILIJÄTTEIDEN KIERRÄTYS	38
7.1	Leikkuujätteen hyödyntäminen	40
7.2	Kangasvarastojen hyödyntäminen	40
7.3	Materiaalipankki	41
8	MATERIAALITEHOKAS TULEVAISUUDEN TEKNOLOGIA	42
8.1	Ioncell-F	42
8.2	Nanoteknologia	42
9	TUTKIMUSOSUUS	45
9.1	Tutkimuksen tarkoitus	45
9.2	Tutkimuksen toteutus	45
9.3	Tutkimustuotteiden kaavat ja asetelmat	46
9.3.1	Naisten paitapusero	47
9.3.2	Naisten housut	49
9.3.3	Lasten mekko	51
9.3.4	Lasten housut	53
9.4	Muita asetelmakokeiluja	55
10	TUTKIMUSTULOKSET	57
10.1	Asetelmatehokkuus	57
10.2	Kankaiden pituussuuntainen säästö eri asetelmissä	59
10.3	Aikuisten ja lastenvaatteiden asetelmatehokkuuden vertailu	61
10.4	Tutkimustulosten analysointi	62
11	YHTEENVETO	65
	LÄHTEET	68

1 JOHDANTO

Materiaalitehokkuudella tarkoitetaan kilpailukykyisten tuotteiden suurempaa tuotantomäärää pienemmällä materiaalikulutuksella, jolloin säästetään aikaa ja rahaa vähentäen samanaikaisesti päästöjä ja tuotantojätteitä (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008, 7). Tätä voidaan pitää kuitenkin hieman ristiriitaisena tekstiiliteollisuuden tuottamiin halpuihin ja huonolaatuisiin tuotteisiin nähden, joiden myymätön ylitarjonta synnyttää jatkuvasti huomattavia määriä täysin käyttökelpoista jätettä. Laadukkaiden ja käyttötarkoitukseensa oikein valittujen materiaalien suosiminen parantavat huomattavasti tuotteiden kestävyyttä ja vähentävät uusien hankintatarvetta. Lisäksi vaatetustekstiileiden tuotantotapojen ja menetelmien tarkastelu paljastaa usein ongelmakohtia, jotka aiheuttavat tarpeetonta materiaalin kulutusta. Pienetkin poikkeamat voivat suuria tuotantoeriä valmistettaessa saada aikaan huomattavan määrän materiaalihukkaa massatuotannosta puhumattakaan.

Opinnäytetyön aihe valikoitui mielenkiinnosta perehtyä vaatetustekstiileiden materiaalitehokkuuden kehittämiseen kankaan kulutuksen ja muiden ominaisuuksien osalta. Lisäksi tuotantovaiheesta syntyvälle tekstiilijätteelle haluttiin löytää kierrätysvaihtoehtoja. Tutustumalla ammattikorkeakoulujen opinnäytetöihin ja julkaisuihin todettiin asetelmatehokkuudesta kertovien aihealueiden vähyyttä tutkimuskohteena. Vaatetustekstiileiden kaavoituksen ja kankaan kulutuksen materiaalitehokkuudesta löytyi Katja Kinnusen opinnäytetyö, jossa vertailtiin housujen asetelmatehokkuutta erilaisia kuvioita sisältäville kankaille. Huonekaluteollisuuden kankaankulutusta tutkittiin puolestaan Kirsi Raikkaan ja Tea Laineen opinnäytetöissä. Tekstiilijätteiden kierrätyksestä löytyy lukuisia opinnäytetöitä, joten siihen osa-alueeseen perehdyttiin työssä vain pintapuolisesti.

Työn teoreettinen viitekehys syntyi tutustumalla alan kirjallisuuteen ja tehtyihin tutkimuksiin. Osa tarjolla olevasta vaatetustekniikkaan liittyvästä materiaalista oli parinkymmen vuoden takaa, joten tiedonhankinta painottui enemmän tuoreimpien sähköisten lähteiden etsimiseen.

2 TEKSTIILITUOTTEET

2.1 Tekstiilituotteiden käyttö

Vaatetus, sisustus- ja kodintekstiilit liittyvät tiiviisti jokapäiväiseen elämäämme. Karkealla tasolla tekstiilituotteet jaetaan kolmeen pääryhmään: vaatetustekstiilit, sisustus- ja taloustekstiilit sekä tekniset tekstiilit (Talvenmaa 2002, 10). Vaatetustekstiilit pitävät sisällään kaikki vaatetukseen liittyvät materiaalit sekä työ- ja suojavaatetuksen. Sisustus- ja taloustekstiilit käsittävät kaikki kodin ja julkisten tilojen materiaalit. Tekniset tekstiilit edustavat puolestaan kuitukangastuotteita, suodattimia, eristeitä ja muita rakentamiseen liittyviä tekstiilejä. (Hinkkala 2011, 9.)

Vuonna 2011 Helena Hinkkalan laatiman selvityksen mukaan tekstiilien käyttö jakautui Suomessa vaatetustekstiileihin 41 prosentin osuudella, sisustus- ja taloustekstiileihin 33 prosentin ja teknisiin tekstiileihin 26 prosentin osuuksilla. Tutkimuskokonaisuus toteutettiin kaikille materiaalivaihtoehdoille. (Hinkkala 2011, 9.)

2.2 Tekstiilituotteiden vienti ja tuonti osuudet

Tullihallituksen ulkomaankauppatilastojen mukaan vuonna 2014 tekstiilejä ja vaatteita vietiin Suomesta ulkomaille eniten Venäjälle 23 prosentin osuudella. Tätä seurasivat Ruotsi 14 prosentin ja Saksa 12 prosentin osuuksilla. Loput päätyivät Eurooppaan tai muualle ympäri maailmaa, joista vähiten vietiin Kiinaan 2 prosentin osuudella. (Suomen tekstiili & muoti 2015.)

Suomeen tuotiin puolestaan eniten Kiinasta 31 prosentin osuudella ja Ruotsista sekä Saksasta molemmista 8 prosentin osuuksilla. Tarkasteltaessa ainoastaan vaatetustekstiileiden osuuksia kasvatti Kiina tuontiaan 38 prosentin tuntumaan ja Ruotsi 9 prosenttiin. Kolmanneksi suurin oli Bangladesh 8 prosentin osuudella. (Suomen tekstiili & muoti 2015.)

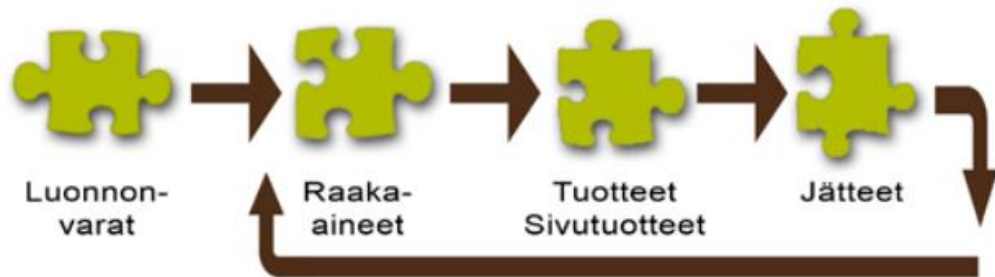
2.3 Yleisimmät tekstiilikuidut

Tekstiilikuidut jaetaan raaka-aineidensa perusteella karkeasti kahteen ryhmään: luonnonkuituihin ja tekokuituihin. Luonnonkuituihin kuuluvat alkuperänsä perusteella kasvi-, eläin- ja mineraalikuidut, joita ihminen valmistaa luonnosta saatavista raaka-aineista. Yleisimmät vaatetus- ja taloustekstiilit valmistetaan puuvillasta, pellavasta, villasta ja silkistä. (Talvenmaa 2002, 14.) Vuonna 2009 puuvillaa tuotettiin noin 22,1 miljoonaa tonnia, mikä tarkoittaa keskimäärin 33 prosenttia kaikista yleisimmistä tekstiilikuiduista (Boncamper 2011, 99), mutta tänä päivänä luku on kipunut jo noin 40 prosenttiin ja jatkaa edelleen kasvuaan (VTT 2014, 4). Puuvilla vaatii kasvaakseen ravinnepitoisen maaperän, lämpöiset ja aurinkoiset olosuhteet sekä riittävän kastelun. Pohjoisen leveyspiireillä, kuten Suomessa, maan routimisen ja kylmän ilmaston vuoksi sen viljeleminen on käytännössä mahdotonta. (Boncamper 2011, 103.)

Tekokuidut ryhmitellään muuntokuituihin, synteettisiin kuituihin ja epäorgaanisiin kuituihin, ja niitä valmistetaan kemiallisten sekä fysikaalisten prosessien avulla (Boncamper 2011, 11). Muuntokuitujen, kuten viskoosin, raaka-aineet ovat selluloosapohjaisia, mutta niiden prosessointi perustuu muuten tekokuitujen valmistusmenetelmiin (Talvenmaa 2002, 23). Polyesterit kuuluvat synteettisiin kuituihin, ja ne ovat yleisimpiä tekokuituja. Vuonna 2009 polyesteriä tuotettiin noin 31,9 miljoonaa tonnia, mikä ylitti 50 prosenttia kuitutuotannon kokonaismäärästä ja 70 prosenttia kaikista synteettisistä kuiduista (Boncamper 2011, 302). Sen monimuotoiset käyttömahdollisuudet ja muunneltavuus ovat saaneet polyesterin suosion kasvamaan vuosi vuodelta. Suurimmat tuottajamaat löytyvät Kaukoidästä ja niiden tuotantomäärä kohosi vuonna 2009 yli 80 prosenttiin (Boncamper 2011, 303). Epäorgaanisia kuituja, kuten hiilikuituja, käytetään lähinnä teknisissä teksteileissä (Talvenmaa 2002, 23).

2.4 Elinkaari

Tekstiilituotteiden elinkaari on riippuvainen käytettävistä materiaaleista ja niiden jatkohyödyntämismahdollisuuksista. Ihanteellisessa tapauksessa elinkaari (KUVIO 1) saadaan kiertämään ilman uusien luonnonvarojen käyttöä. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008, 7.) Tekstiiliteollisuudessa tällä tarkoitetaan materiaalien tarkoituksenmukaista valintaa käyttötarkoitukseen ja valmistusvaiheen optimointia materiaalikulutuksen kannalta. Lisäksi tuotteiden monikäyttöisyys ja kierrätettävyys vaikuttavat niiden elinkaareen. (Lindström 2015.)



KUVIO 1. Tuotteen ideaali elinkaari (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008)

Nanson julkaiseman tutkimuksen mukaan tekstiilituotteiden elinkaaren ympäristövaikutuksista yli 60 prosenttia syntyy tuotteiden käytön ja hävittämisen aikana. Kuluttajille painottuukin suuri vastuu tuotteidensa oikeanlaisesta huoltamisesta, jotta materiaalien ennenaikaista kulumista voidaan vähentää ja niiden käyttöikää pidentää. Nanson ympäristövastuullisuuteen kuuluu laadukkaiden materiaalien valinta jo suunnitteluvaiheessa. (Nanso 2015.)

2.5 Elinkaariarviointi

Elinkaariarviointi eli LCA (Life Cycle Assessment) teetetään tuotteen koko prosessista tai jostain tietyistä osa-alueista. Tämän avulla saadaan tietoa raaka-ainekulutuksista ja ympäristöhaitoista, kuten vaarallisista

kemikaaleista. Tuotesuunnittelu, materiaalien hankinta ja valmistusprosessi voidaan tämän perusteella suoraviivaistaa ja turhia osa-alueita poistaa. Ympäristöystävällisyys tuo yritykselle lisäksi imagollista hyötyä, kun sidosryhmät ja loppukäyttäjät saavat mahdollisuuden vertailla tuotteita. (Teknologiateollisuus 2012.)

Yritykset voivat toteuttaa elinkaariarvioinnin myös itsenäisesti käyttämällä Higg index – Sustainable Apparel Coalitionin kehittämää työkalua, jonka avulla valmistajat arvioivat omia tuotteitaan ja niiden kestävyyttä. Lisäksi menetelmässä perehdytään tuotantoon ja brändiin liittyviin kysymyksiin. Järjestön jäseniin kuuluvat muun muassa Esprit, Adidas, Desigual, H&M, Nike, Lenzing ja DuPont. (Sustainable Apparel Coalition 2015.)

3 TEKSTIILITUOTANTOON LIITTYVÄT ASETUKSET, LAINSÄÄDÄNTÖ JA VASTUUT

3.1 REACH-asetus

Tekstiiliteollisuudessa käytetään paljon kemikaaleja eri prosessivaiheissa, jolloin REACH-asetusten hallinta ja riskien minimointi palvelevat suoraan tuotteiden kuluttajia. Vaarallisimpien, kuten syöpää aiheuttavien ja ympäristöön kertyvien, aineiden käyttö sallitaan vain luvanvaraisesti. REACH-asetus (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) velvoittaa EU:n jäsenmaita lainsäädännöllään, joka astui voimaan 1.6.2007. Euroopan Parlamentin ja Neuvoston laatima asetus N:o 1907/2006 koskee kemikaalien rekisteröintiä, arviointia, lupamenettelyjä ja muita rajoituksia. Sen tärkeimpiin tavoitteisiin kuuluvat terveyden- ja ympäristönsuojelun edistäminen sekä EU:n sisämarkkinoiden kilpailukyvyn takaaminen. (Tukes 2015.)

Tukesin vuonna 2013 teettämän tutkimuksen mukaan yhdestäkään lastenvaatteesta ei löytynyt raja-arvoja ylittäviä kemikaaleja, kuten Atso-värejä, flataatteja ja dimetyylifumaraattia. Erityisesti Atso-värit voivat olla pitkäaikaisessa ihokosketuksessa terveydelle haitallisia. Tutkimuksen perusteella voitiin todeta suomalaisten lastenvaatteiden täyttävän hyvin kemikaaleille asetetut rajoitukset. (Suomen tekstiili & muoti 2013.)

3.2 Formaldehydi

Formaldehydillä tekstiilit saadaan pysymään sileämpinä. Suoraan ihokosketukseen jouduttaessa niiden turvallisuudesta tulee entistäkin tärkeämpää, sillä liian korkea pitoisuus voi aiheuttaa käyttäjilleen allergisia oireita. Erityistä tarkkaavaisuutta vaativat vauvoille ja lapsille suunnatut tuotteet sekä vuodevaatteet, joita suositellaan pesemään ennen ensimmäistä käyttöä. (Tukes 2015.)

Edellä esitelty Reach-asetus ei koske formaldehydin käyttöä, joten siitä on säädetty Suomen Valtioneuvoston asetuksen 233/2012 1 §:n nojalla

formaldehydin enimmäismääristä tekstiilituotteissa. Vapaata ja osittain hydrolysoituvaa formaldehydiä saa esiintyä alle 2-vuotiaiden lasten tekstiileissä 30 mg/kg, kaikkien käyttäjäryhmien suoraan ihokosketukseen olevilla tuotteilla 100 mg/kg ja muilla tekstiileillä 300 mg/kg. (Laki formaldehydin enimmäismääristä 233/2012, 1 §.) Formaldehydiä voidaan epäillä, mikäli tuotteessa ilmenee melko pistävä ominaishaju (Tampereen teknillinen yliopisto 2014).

3.3 Jätelaki

Vuoden 2016 alusta voimaan astuvan Valtioneuvoston asetuksen 332/2013 16 a §:n mukaan biohajoavan ja orgaanisen jätteen pitoisuus orgaanisen hiilen kokonaismäärästä tai hehikutushäviöstä ei saa ylittää 10 prosenttia. Käytännössä tällä tarkoitetaan sitä, ettei tekstiilijätettä voida enää sijoittaa kaatopaikoille, mutta sen hyödyntäminen polttamalla energiaksi sallitaan myös jatkossa. (Laki biohajoavan ja muun orgaanisen jätteen hyödyntämisestä maantäytössä koskevat erityiset rajoitukset 332/2013, 16 a §.)

2000-luvun lopussa Suomen tekstiilijätteen kokonaismäärästä 30 prosenttia päätyi uudelleenkäyttöön, 14 prosenttia kierrätykseen ja loput suoraan kaatopaikoille. Uudistuvan jätelain toivotaan vähentävän nimenomaan kaatopaikoille päätyvien jätteiden määrää. Tätä vaikeuttaa kuitenkin heikosti valmistettujen tuotteiden laatu, joiden uusiokäyttö tai kierrätysmahdollisuus katsotaan huonoksi. Lisäksi kuluttajille pitäisi luoda paremmat edellytykset toimittaa tuotteita materiaalikierrätykseen, jolloin jätelain mukainen etusijajärjestys toteutuisi. Tämän avulla vaikutettaisiin myös tekstiilituotannon vähenemiseen ja sitä kautta materiaalikulutukseen. (Suomen ympäristökeskus 2015.)

3.4 Tuottajavastuu

Tuottajavastuu velvoittaa yrityksiä järjestämään tuotteidensa keräyksen ja kierrätyksen omalla kustannuksellaan niiden poistuttua käytöstä.

Tekstiiliteollisuus ei kuitenkaan kuulu suoraan tuottajavastuun piiriin, mutta

sen käyttämät tai maahantuomat pakkausmateriaalit, kuten muovit, pahvilaatikot, uudelleenkäytettävät kuormalavat ja rullakot kuuluvat. Suomessa tämä koskee yrityksiä, joiden kokonaisliikevaihto ylittää miljoona euroa. Tuolloin yritysten tulee hoitaa niiden keräys tai kierrätys. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2015.)

Tuottajavastuusta ja siihen kuuluvista velvoitteista ollaan montaa eri mieltä. Toteutuessaan kustannukset nousisivat yli 150 miljoonan euroon, mikä johtaisi keskimäärin kuluttajahintojen noin 4 prosentin kasvuun. Tekstiili- ja Muotialanliiton mukaan tuottajavastuun piiriin kuulumisen ei lisäisi kierrätystä nykyiseen verrattuna, sillä kuitujen ominaisuudet ja sekoitemateriaalien käyttö hankaloittavat tekstiilijätteiden hyötykäyttöä. (Tekstiili- ja Muotialat 2015.)

Vuonna 2012 Suomessa kerättiin tekstiilijätteitä talteen noin 8 prosenttia, josta ainoastaan 1,6 prosenttia suuntautui uusiokäyttöön. Tänä päivänä osa tekstiilimyymälöistä ottaa tuotteita vastaan, mutta niiden varastoinnin ja hygieniasta koituvien ongelmien vuoksi vapaaehtoistoiminta on ollut pienimuotoista. (Tekstiili- ja Muotialat 2015.)

4 VAATTEEN OMINAISUUKSIEN VAIKUTUS MATERIAALITEHOKKUUTEEN

4.1 Materiaalivalinnat

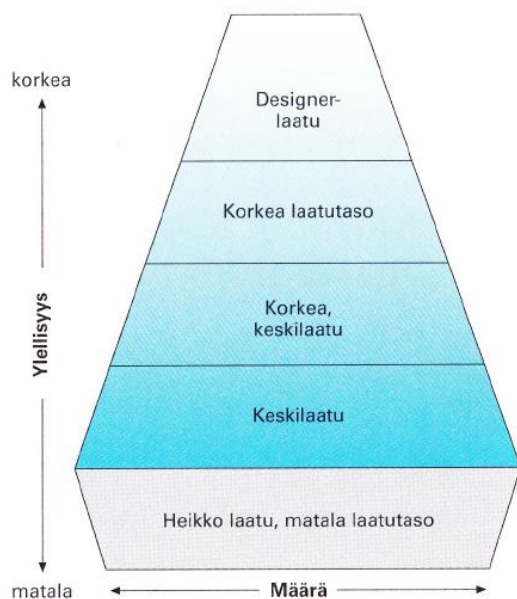
Kankaat voidaan jakaa karkeasti kahteen eri ryhmään: langoista ja kuiduista valmistettuihin. Langoista valmistetaan kudottuja kankaita, joissa pystysuorassa kulkevat loimet ja vaakasuorat kuteet risteilevät toisiinsa nähden monilla eri kudontatavoilla. Neulokset puolestaan muodostetaan lankalenkkejä hyväksi käyttäen, jolloin joustava rakenne antaa niille erilaisen käyttötarkoituksen kuin kudotuilla kankailla. Kuitukankaat valmistetaan ilman lankaa sitomalla kuidut toisiinsa joko kemiallisin tai mekaanisin menetelmin. Villan huovuttaminen on yksi esimerkki kuitukankaasta. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 68.)

Vaatetus- ja huonekalumateriaalit eroavat toisistaan paksuuden ja valikoiman suhteen. Ohuempia vaatetuskankaita löytyy markkinoilla enemmän, ja niiden käyttö vaihtelee kausiluonteisesti. Kesäisin mallistoihin valitaan keveitä ja talvisin paksumpia vaihtoehtoja. Vaatetuskankaat ovat usein sopimattomia huonekaluverhoiluun heikomman kulutuskestävyytensä vuoksi. (Fish 2005, 48.) Materiaalien laskeutuvuus ja pintarakenne vaikuttavat myös omalta osaltaan valintaan (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 218).

Materiaaleja voidaan valita myös tietyn kehonosan ja sen aikaansaaman liikkeen tai kulutuksen perusteella. Polvien, kyynärpäiden, haaran, kainalon tai hartiasseudun kohdille vaaditaan usein erilaisia materiaaleja muuhun tuotteeseen verrattuna. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 104.) Kankaiden lujuusominaisuudet takaavat käyttäjilleen tarvittavan kulutuskestävyyden ja parantavat omalta osaltaan tuotteiden elinkaarta. Jousto-ominaisuudet takaavat puolestaan ihanteellisen käyttömukavuuden ja estävät tuotteiden ennenaikaista rikkoutumista. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 118.)

Vaatteiden rakenne muuttuu oleellisesti eri vuodenaikojen mukaan. Suojaavuus katsotaan tärkeäksi, kun erilaiset sääolosuhteet vaativat niihin soveltuvia ominaisuuksia. Pakkanen, tuuli, sade ja lämpö vaikuttavat esimerkiksi työ- ja suojavaatteiden suunnitteluun. Talven ja kesän lämpötilojen eroavaisuudet voivat nousta jopa 70 celsiusasteeseen. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 8.) Lämpötasapainon ylläpitäminen katsotaan ihmisille elintärkeäksi, sillä alilämpöisyys johtaa nopeasti hypotermiaan ja yllilämpöisyys hypertermiaan (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 22). Kevyet ja ilmavat tekokuiduista valmistetut vanut eristävät lämpöä erinomaisesti, ja niiden käyttö onkin lisääntynyt huomasti (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 35). Materiaalitehokkuuden parantamiseksi paksujen vanukerrosten sijasta valitaan ohuempia mikrokuituja saamalla sama lämmöneristävyys aikaiseksi (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 32).

Laadukkaiden materiaalien (KUVIO 2) suosiminen vähentää massatuotantoa ja pidentää tuotteiden elinkaarta. Pienet tuotantosarjat sekä yksilölliset laadukkaat ratkaisut tekevät tuotteista kuluttajien silmissä uniikkeja, jolloin niistä ollaan valmiita maksamaan korkeampaa hintaa. Tuotteet suunnitellaan ajattomiksi ja säilyttämään haluttavuutensa vuodesta toiseen. Suomalaisen Nurmi-vaatemerkin tuotteiden kestävyys, ekologisuus ja ajaton design ovat olleet yrityksen kulmakiviä (Nurmi 2015). Marimekossa puolestaan laadukkaat materiaalit ja tuotteiden muotokieli houkuttelevat heidän omien sanojensa mukaan visuaalisia radikaaleja, joiden uskotaan olevan edelläkävijöitä ja vetävän perässään massateollisuuden käyttäjiä kohti kulutuskestävämpää tulevaisuutta (Härkäpää, Sykkö, Arjavirta & Kemell-Kutvonen 2012, 11).



KUVIO 2. Vaatteiden valmistuksen laatutasot (Ammattina vaate 2002)

4.2 Kankaiden kuviointi

Erilaisia kuvioita löytyy kaikkialta ympäriltämme. Luonnossa esiintyvät graafiset tai geometriset muodot ovat innoittaneet erilaisia yhteiskuntia ja sivilisaatioita kautta aikojen. Eläinten monikirjava ulkonäkö väriyhdistelmineen ja kuvioineen ovat luoneet myös kulttuurillisen merkityksen moniin uskontoihin liittyen. (Clarke 2011, 154.) Nykyisin muotimaailman muuttuvat trendit ohjaavat hyvin pitkälle tuotteiden ulkonäköä, jolloin kankaissa esiintyviä kuvioita valitaan kohderyhmien ja käyttötarkoitusten perusteella.

Kuviot voivat olla yksinkertaisia tai monimutkaisia, symmetrisiä tai epäsymmetrisiä, yksilöllisiä tai keskenään samanlaisia. Lisäksi kuvioiden ja värien vastakohtaisuus luovat vahvoja kontrasteja. (Clarke 2011, 154.) Joskus koko malliston idea lähtee kuvioista ja sen suunnittelusta, kuten Marimekolla Mika Piiraisen luomuksissa (Härkäpää, Sykkö, Arjavirta & Kemell-Kutvonen 2012, 100). Lisäksi kuviot toimivat eri materiaaleissa eritavalla. Sileän kankaan pinta toistaa niitä paremmin kuin karhean (Clarke 2011, 154).

Kukkakuviot ovat olleet yksi suurimmista kuosiryhmistä markkinoilla kautta aikojen, sillä muotiteollisuutta on suunnattu aina enemmän naisille (Fish 2005, 25). Kukkat mielletään helposti feminiinisiksi, mutta nykypäivänä niitä näkyy myös miesten pukeutumisessa sekä sisustus- ja taloustekstiileissä. Kukkakuvion suosioista kertoo myös viisikymmentä vuotta sitten Marimekolle suunniteltu Unikko-kuosi (Marimekko 2015).

Geometriset kuviot ovat toinen suuri ryhmä, joita käytetään tekstiiliteollisuuden kaikilla osa-alueilla. Ne voivat olla hyvinkin voimakkaita tai kevyitä, joten valikoimasta löytyy yleensä jokaiseen käyttötarkoitukseen sopiva vaihtoehto. Suosituimpia kuvioita ovat erilaiset lohkot, kuutiot, ruudut, raidat, ympyrät, kartiot, pyramidit, kalanruotokuviot, pyörteet, pilkut tai muut optista taidetta esittävät kuviot. (Fish 2005, 25.)

Tuotesuunnittelulla vaikutetaan tehokkaasti materiaalikulutuksen vähenemiseen kiinnittämällä huomiota kuvioihin ja siihen kuinka niitä kankailla käytetään. Suurten yksittäisten kuvioiden kohdistus tuottaa enemmän materiaalihukkaa, kuin pienten tasaisesti koko kankaan täyttävien. Kuvioiden yhdensuuntaisuus, raita- tai ruutukuviot huonontavat myös oleellisesti kankaiden asetelmatehokkuutta. Monisuuntaisten ja kohdistuksista riippumattomien kuvioiden suosiminen antavat parhaan mahdollisen materiaalitehokkuuden. (Fish 2005, 35.)

4.3 Vaatteiden muodot ja leikkaukset

Vaatteet suunniteltiin alun perin suojaamaan käyttäjänsä alastomuudelta, mutta nykypäivänä muoti-ilmiöt vaikuttavat merkittävästi tuotesuunnitteluun ja vaatteiden ulkonäköön. Lisäksi niillä katsotaan olevan myös symbolista merkitystä, jolla halutaan viestiä henkilökohtaisia mieltymyksiä tai kuulumista tiettyyn väestöryhmään. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 49.) Yhtä tärkeää on löytää jokaiselle vartalotyypille sitä parhaiten korostavat muodot ja leikkaukset, jolloin vaatteiden pitkittäis- ja poikittaislinjojen (KUVA 1) sijainnit valitaan käyttötarkoitukseen sopiviksi. Tuotteiden pituus- ja väljyyssuhteet lisäävät käyttömukavuutta ja oikein valittu vyötärölinja takaa hyvän istuvuuden.

(Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 218.) Lisäksi leikkauksilla saadaan parannettua esimerkiksi urheilu- tai lastenvaatteiden toimivuutta ja kulutuskestävyyttä huomioimalla kehon liikkeistä johtuvat ääriasennot (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 96 - 97).



KUVA 1. Naisten vaatteiden erilaisia siluetti- ja jakolinjoja (Ammattina Vaate 2002)

Tuotesuunnittelijan piirtämien vaatteiden muodot ja niistä myöhemmin tehtävät kaavat voivat olla asetelmatehokkuuden kannalta erittäin haasteellisia. Pitkien yksiosaisten vaatekappaleiden materiaalitehokkuus on usein huomattavasti heikompi kuin runsaasti leikkauksia sisältävien. Lisäksi pyöreiden tai kellomaisten tuotteiden suunnittelussa huomioidaan mahdollisuuksien mukaan ylimääräisten leikkausten tuoma säästö kankaan kulutuksessa, kun kaavat ovat materiaalitehokkaammin ladottavissa.

4.4 Vaatteiden muunneltavuus

Vaatteiden muunneltavuudella lisätään käytettävyyttä ja samalla elinkaaren pituutta. Erilaisten lisätarvikkeiden kuten kuminauhojen, neppareiden ja resorien avulla voidaan vaihdella vaatteiden muotoa.

Suomalainen Vietto valmistaa aikuisille naisille muunneltavia neulevaatteita. Idea perustuu neppareilla toteutettuihin jopa kymmeneen erilaisiin variaatioihin, joilla vaatteiden ulkomuotoa muutetaan. (Vietto 2015.) Lisätarvikkeiden avulla voidaan myös poistaa esimerkiksi olkaimet housuista tai naisten rintaliiveistä. Ulkoiluvaatteisiin suunnitellut irtovuoret kiinnitetään usein neppareilla tai vetoketjuilla, jolloin tuotteita on mahdollista käyttää useamman vuodenajan aikana. Tällöin tuotteen lämpöominaisuuksia voidaan lisätä tai poistaa, jolloin myös käyttömukavuus muuttuu oleellisesti. Lastenvaatteita suunniteltaessa on otettava kuitenkin huomioon nauhojen ja kiristysnyörien käyttöön liittyvä standardi SFS-EN 14682, joka koskee kaikkia alle 14-vuotiaiden vaatteita. Sillä rajoitetaan myös hiihto- ja lasketteluvaatteiden sekä naamiaisasujen suunnittelua. (Suomen standardi SFS-EN 14682.)

Säättöominaisuudet antavat mahdollisuuden sopivan pituuden ja leveyden löytämiseen. Lastenvaatteissa näiden avulla yhdistetään useampi kokoluokka samaan tuotteeseen. Toisaalta tämä ominaisuus vaatii materiaalivalinnalta riittävää kestävyyttä, sillä tuotteiden pesukerrat ja kulutus lisääntyvät huomattavasti. Laadukkaista materiaaleista tehtyihin miesten tai naisten pukuihin jätetään usein kaavoitusvaiheessa suuremmat kääntö- ja saumavarat, jolloin ne antavat mahdollisuuden vaatteiden istuvuuden korjaamiseen vartalonmuodon ja käyttäjän kokoluokan muuttuessa.

Muunneltavuus voi perustua myös tuotteen käännettävään ominaisuuteen. Suomalainen Jolier valmistaa naisten vaatteita, jotka valmistetaan kaksipuoleisiksi vaihtaen väriä aina tuotetta käännettäessä (Jolier 2015). Tällä ei välttämättä paranneta materiaalitehokkuutta kangaskulutuksen osalta, mutta sen avulla korvataan kahden erillisen vaateen tuomat pesu- ja huoltotarpeet.

4.5 Vaatteiden huollettavuus

Vaatteiden oikeanlainen huoltaminen ja säilyttäminen pidentävät niiden elinkaarta. Pesukertojen rajoittaminen parantaa tuotteiden

kulutuskestävyyttä ja viimeistysaineiden pysymistä kankaiden pinnalla. Vaatteita valmistavissa yrityksissä panostetaan myös ekologisuuteen. Reiman lastenvaatemallistoihin valikoituvat materiaalit voidaan pestä alhaisissa lämpötiloissa, joten niiden kestävyys on todettu muita kilpailijoita paremmaksi (Reima 2015).

Kuidun rakenteella voidaan vaikuttaa huollettavuuteen. Reiman käyttämä bambuviskoosi Newborn-mallistossa puhdistuu helposti kuidun sileän pinnan ansiosta, jolloin bakteerien on vaikeampi tarttua siihen (Reima 2015). Erilaisia materiaaleja sekoitetaan myös yhdistämällä niitä samaan tuotteeseen, jolloin vuorellisissa vaatteissa päällysmateriaali eroaa usein vanusta ja vuorikankaasta. Niiden huolto- ja pesuominaisuudet eivät saa kuitenkaan hankaloittaa valmiin tuotteen käyttöä.

Suomessa kuitusisältö ilmoitetaan kuluttajille standardin SFS 4876 mukaisesti tuotteeseen kiinnitettävällä etiketillä, jossa määritellään virallisia nimityksiä käyttäen kuitujen prosentiosuudet (paino-osuus) suurimmasta pienimpään (Suomen standardi SFS 4876).

4.6 Materiaalien kierrätettävyys

Materiaalien kierrätettävyys otetaan huomioon suunnitteleamalla tuotteet helposti puretaviksi ja välttämällä mahdollisuuksien mukaan sekoitemateriaaleja. Puhtaat raaka-aineet saadaan aina helpommin jatkojalostettua ja niistä valmistettavat tuotteet edelleen kierrätettyä. Lisäksi sekoitemateriaalien uudelleen värjäys- ja pesuominaisuuksia pidetään usein hankalina, sillä ne määräytyvät käytettyjen kuitujen mukaisesti. Materiaalit voidaan jättää myös alkuperäiseen muotoonsa. Suomalaisen Pure Wasten ekologinen ja ympäristöä säästävä toiminta perustuu tuotteissa käytettävien kuitujen alkuperäiseen väriin, jolloin ylimääräisiä pesuja ei tarvita. Tämä näkyy konkreettisesti säästämällä 2700 litraa vettä jokaisen t-paidan valmistuksessa. (Pure Waste 2015.)

Vaatteiden muunneltavuutta lisäävät napit, nepparit ja vetoketjut eivät kierrätettävyden kannalta ole suotavia, sillä niiden irroittamiseen kuluu

paljon aikaa. Toisaalta niitä käytetään myös hyödyksi kierrätysmateriaaleihin perustuvassa tekstiilituotannossa. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää suomalaista GlobeHope -yritystä, jonka alkuperäismateriaalien yksityiskohdat kertovat niiden historiasta ja antavat tuotteille omaleimaisen ilmeen (GlobeHope 2015).

5 KAAVOITUKSEN LUOMINEN

Tuotesuunnittelun ja materiaalivalintojen jälkeen aloitetaan varsinainen vaateen valmistus, johon kuuluvat oikeanlainen mitoitus ja kaavoitus käyttötarkoitukseen sopivaksi. Tämän jälkeen vaatteista tehdään sarjonta eri kokoluokkien luomiseksi. Mallikappaleiden valmistusta voidaan nykyään jossain määrin välttää käyttämällä 3D-mallinnusohjelmaa. Sen avulla korjataan sovitusmuutokset ja mahdolliset virheet kaavoituksessa ilman varsinaisen tuotantomateriaalin tuhlausta.

5.1 Vaatteiden mitoitus

Ihmisten mittasuhteet vaihtelevat eri puolilla maapalloa, ja esimerkiksi aasialaiset ovat keskimäärin lyhyempiä kuin eurooppalaiset. Tämän vuoksi vaatteiden mitoitus vaihtelee kohdealueen, maan tai maanosan mukaan. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 95.) Vaatteiden valmistukseen käytetään kansainvälisiin standardeihin perustuvia mittataulukkoita, joiden kokoluokat on porrastettu erilaisiksi mittaryhmiksi. Niiden avulla valitaan sukupuolesta, vartalotyypistä ja ikäjakaumasta riippuen käytettävä mittataulukko. (Suomen tekstiili & muoti 2015.)

Vartalotyypit määritellään naisilla vyötärön- ja rinnanympäryksen mukaan kuuteen (TAULUKKO 1) ja miehillä viiteen eri vaihtoehtoon (TAULUKKO 1). Lapsilla mittataulukot jaetaan ensin kolmeen pääryhmään pituuden ja sukupuolen mukaan (TAULUKKO 2). Tämän jälkeen valitaan vartalotyyppi tyttöjen tai poikien ryhmästä, sillä pikkulasten taulukossa ei sellaista määritellä. Naisten rintaliivien ja korsettien kokomerkinnot ilmoitetaan vartalonmittoina rinnan ympäryksen, rinnan alapuolen ympäryksen ja vyötärön ympäryksen mukaisesti. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 214 - 216.)

TAULUKKO 1. Naisten ja miesten vartalotyypit (Ammattina Vaate 2002)

Naiset		Miehet	
Vartalotyyppi	Kuvaus	Vartalotyyppi	Kuvaus
AC	Hyvin rintava	B	Solakka
AB	Rintava	C	Normaali
A	Kapea lantio	D	Tanakka
B	Normaali lantio	E	Tukeva
C	Lanteikas	F	Vatsakas
D	Leveä lantio		

TAULUKKO 2. Lasten pituusryhmät ja vartalotyypit (Ammattina Vaate 2002)

Lapset	
Pituusryhmä	
Pikkulapset < 104 cm	
Tytöt 104 – 176 cm	
Pojat 104 - 194 cm	
Vartalotyyppi	Kuvaus
B	Hoikka
C	Normaali
D	Tanakka

Vartalon mittasuhteet voivat myös poiketa tarjolla olevista mitta- ja kokostandardeista. Tällöin kaavoitus tehdään yksilöllisesti ottamalla henkilökohtaiset mitat ja vartalonmuoto huomioon, jolloin vaatteista saadaan käyttäjilleen sopivat ja istuvat. (Tiihonen & Kivimäki 2008, 5.)

5.2 Väljyysvarat

Vaatteiden mitoitusta ei voida perustaa pelkästään mittataulukoiden käyttöön, vaan ihmisten liikkeet ja ulottuvuudet otetaan myös huomioon. Vaatteiden väljyydet arvioidaan staattisten ja dynaamisten mittojen avulla. Mittataulukoista löytyvät mitat luetaan staattisiin mittoihin tai niitä voidaan ottaa paikoillaan seisovasta ihmisestä. Dynaamiset mitat edustavat tyypillisiä työ- ja urheilusuorituksen aikana käytettäviä liikkeitä ja niistä saatavia mittoja. Kyykistyminen, vartalon kierto, kurottaminen ja muut ääriasennot huomioidaan vaatteiden mitoituksessa varsinkin joustamattomien materiaalien kohdalla. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 97.)

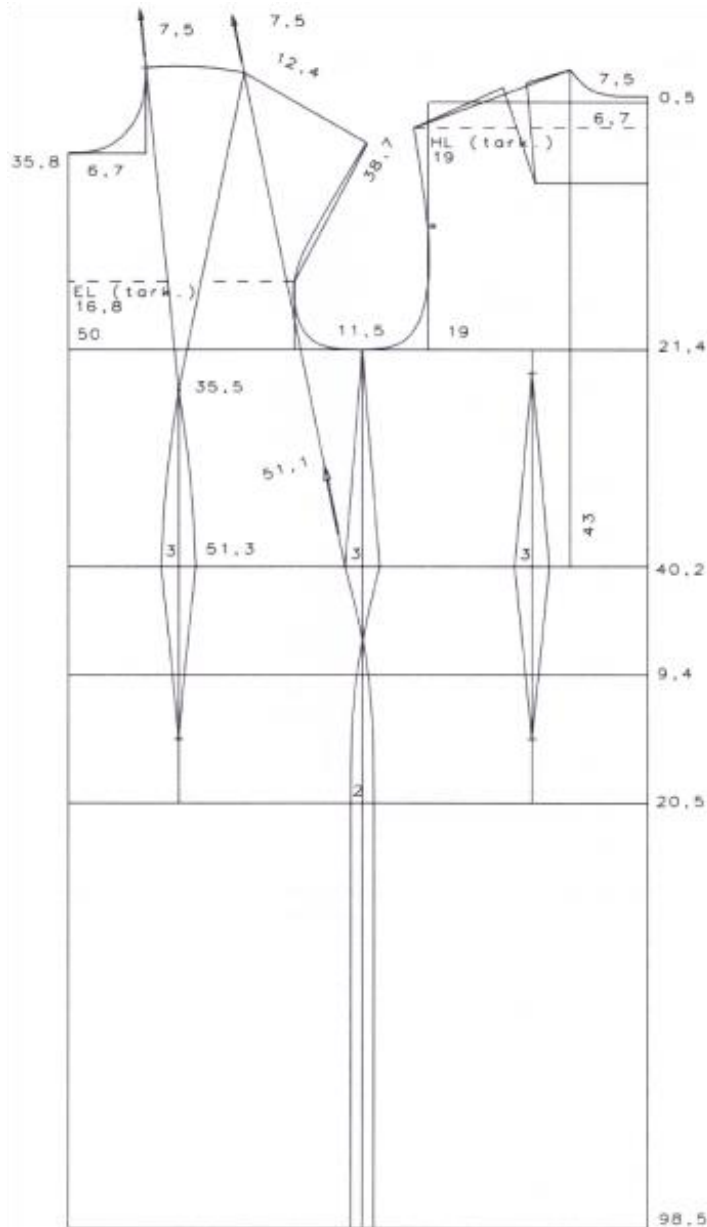
Väljyysvarat lisätään aina käytettyihin mittataulukon mittoihin, jolloin ne asettuvat tasaisesti eripuolille vartaloa (Tiihonen & Kivimäki 2008, 4). Vaatteiden muotolaskoksilla ja erilaisilla leikkauksilla voidaan vaikuttaa käyttömukavuuteen. Muotolaskosten tulee avautua aina nivelten ja vartalon liikkeiden suuntaan antaen mahdollisimman suuren käyttöväljyyden. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 102.)

Vaatteiden väljyydet voivat johtua myös muodin vaikutuksesta niiden suunnitteluun tai käyttäjäryhmien mieltymyksistä. Lisäksi erilaisten uskontojen tuomat vaatimukset vaatteiden mitoituksesta ja ulkonäöstä määrittelevät niiden ilmettä.

5.3 Kaavoitus

Vaatteiden kaavoituksessa lähtökohtana pidetään aina peruskaavoja (KUVA 2), joita muuttamalla luodaan halutut leikkaukset tuotteille muotisuuntausten tai käyttötarkoituksen mukaisesti (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 96). Peruskaavat myötäilevät kiinteästi vartaloa ja ne mitoitetaan halutun vartalotyypin mukaisesti mittataulukoita käyttäen tai valmiin tuotteen mittoihin perustuen. Mikäli peruskaavoja ei ole käytettävissä aloitetaan kaavoitus aivan alusta, jolloin huomioidaan lisäksi

liikkeiden ja asentojen vaatimat väljyyssvarat, sillä vaatteiden ei toivota kiristävän käyttäjänsä mistään kohdasta. (Tiihonen & Kivimäki 2008, 4.)

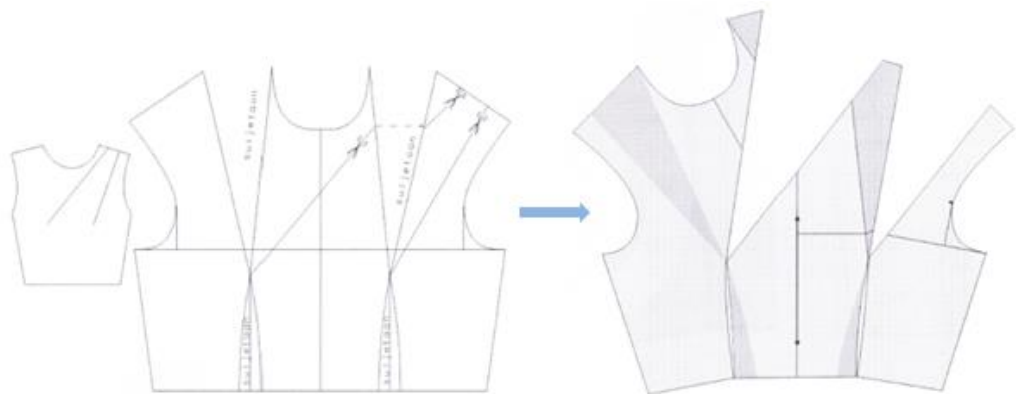


KUVA 2. Naisten puvun peruskaava kokoluokassa C40 (Matkalla muotoon 2008)

Mallimestarit kaavoittavat tuotteet tietokoneella erilaisilla ohjelmilla tai pienemmissä yrityksissä käsin kaavapaperille. Tietokoneella

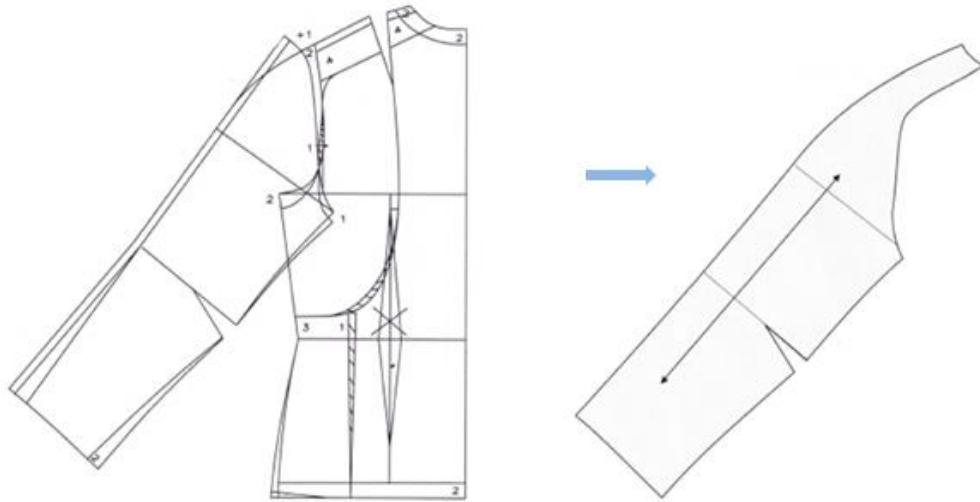
kaavoitettaessa esimerkiksi saumojen tai muotolaskosten muuttaminen onnistuu helpommin kuin käsin tehtävissä kaavoissa. Yritykset käyttävät usein omia peruskaavojaan pohjana uusia malleja varten. Kaavoihin tehdään tarvittavat muutokset, ja ne tallennetaan tietojärjestelmään. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 143.)

Kaavojen muoto voi muuttua hyvinkin paljon alkuperäiseen peruskaavaan nähden, mutta siitä saatavat perusmitat säilyvät vaatteessa. Naistenvaatteiden peruskaavojen yläosat sisältävät aina rintamuotolaskoksen, joka voidaan sulkea ja siirtää haluttuun kohtaan (KUVA 3). Muotolaskos jätetään toisinaan kokonaan pois ja siirretään mallin väljyyteen, jolla vaikutetaan oleellisesti vaateen muotoon. (Tiihonen & Kivimäki 2008, 34.)



KUVA 3. Muotolaskosten siirto toiselle olkaviivalle (Matkalla muotoon 2008)

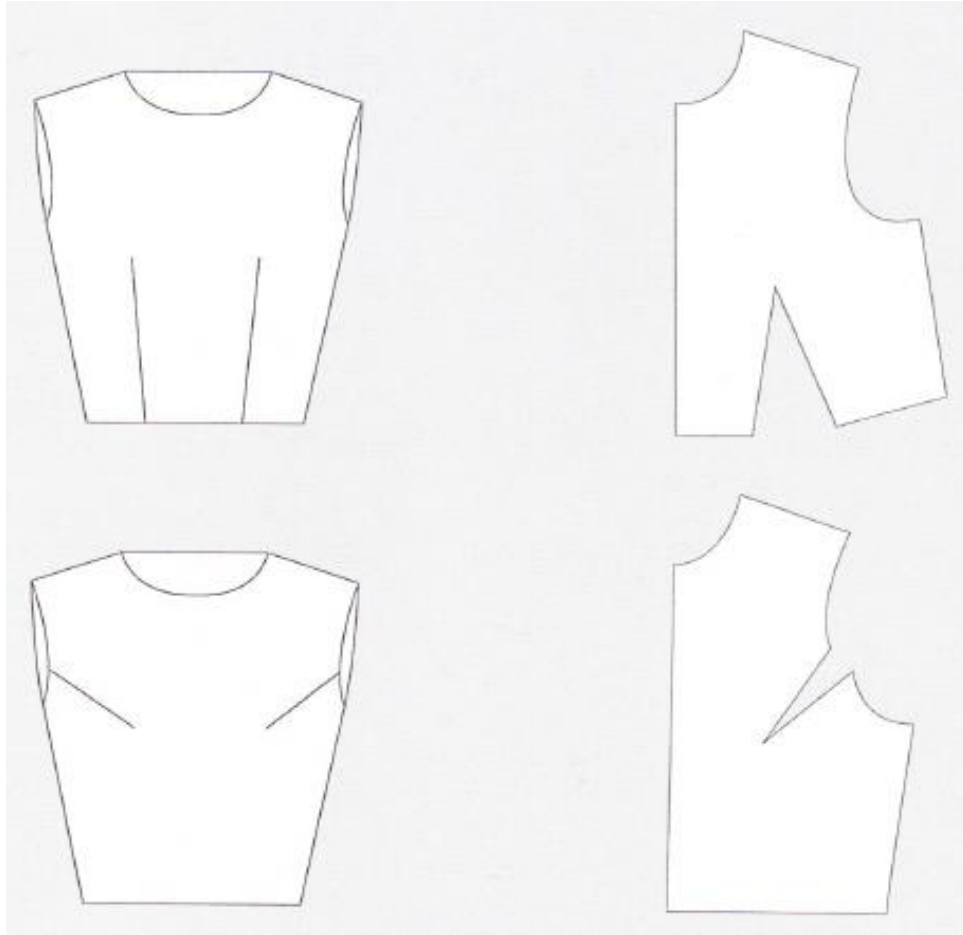
Hihojen peruskaavoja voidaan muuttaa moneen eri muotoon. Raglahihalla annetaan tuotteelle enemmän liikkuvuutta ja sitä käytetään paljon ulkoiluvaatteissa. Tällöin olkasauma poistetaan ja tilalle tehdään niin sanotut raglansaumot etu- ja takapuolelle (KUVA 4). Lepakkohihassa poistetaan myös nämä saumat ja vaate koostuu ainoastaan kokonaisista etu- ja takakappaleista.



KUVA 4. Raglan hihan kuosittelu (Matkalla muotoon 2008)

Housujen peruskaavat sisältävät takakappaleessa muotolaskoksen ja hieman kapenevat lahkeet. Kaavat voidaan muuttaa haluttuun käyttötarkoitukseen sopiviksi, jolloin eri lahjepituuksilla saadaan aikaan shorts-malleja tai muilla leikkauksilla esimerkiksi urheiluun soveltuvia vaihtoehtoja. Pienten lastenvaateissa vaippojen vaatima väljyys huomioidaan riittäväksi varsinkin housujen takakappaleessa.

Kaavoituksessa kolmiulotteinen vaate piirretään kaksiulotteiseksi tasokuvaksi (KUVA 5). Kaavat koostuvat yksittäisistä kappaleista, joiden reunat edustavat saumoja tai käännettäviä päärmeitä. Kaavoihin merkitään tarvittavat hakit, langansuunnat ja sisämerkit kuten taskunpaikat ja laskokset (Harjunpää & Kuoppala 2001, 14). Hakit ovat pieniä noin 0,5 senttimetrin mittaisia leikattuja kohdistusmerkkejä, joita ompelijat käyttävät apunaan. Langansuunta kulkee kaavoissa yleensä suoraan keskilinjansuuntaisesti. Naisten iltapuvun helmaosaa kaavoitettaessa huomioidaan kankaan leikkaus kuitenkin täysvinoon, jotta käytettävä kangas laskeutuisi paremmin. Langansuunnat merkitään kaavoihin, jolloin ne määrittelevät kaavojen ladonnan myöhemmin asetelmissa.



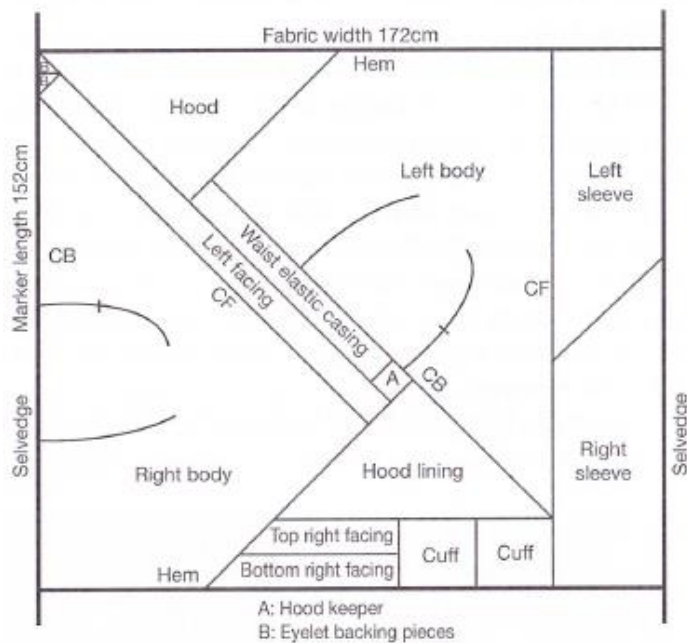
KUVA 5. Vaatteet ja niistä tehdyt kaksiulotteiset kaavat (Pattern Cutting: The Architecture of Fashion 2013)

5.3.1 Zero waste

Uusimpina trendeinä ovat tulleet Zero Waste-kaavoitukset, joissa tavoitellaan täysin jätteeöntä lopputulosta. Kaavoituksen suunnittelua pidetään hitaampana prosessina kuin perinteistä tapaa, mutta sen tuomat edut materiaalisäästöinä ovat huomattavia (Laitsaari 2013, 20). Timo Rissasen mukaan jätteen lähentymistapa nykyajan muotimaailmassa voidaan saada mahdolliseksi, kunhan vaatesuunnittelu sitoutetaan valmistamaan se uudella tavalla (UTS 2015).

Palapelitekniikkaa (KUVA 6) käytettäessä hyödynnetään koko kankaan leveys kaavojen sijoituessa toistensa viereen, jolloin leikkuujätettä ei

pääse syntymään. Huonona puolena voidaan kuitenkin pitää istuvuuden puutetta vaatteissa käytettävien laskoksien vuoksi. (Laitsaari 2013, 20 - 21.) Tekniikan pitkä historia ulottuu keskiajalle asti, jolloin Suomessa valmistettiin tytöille ja pojille tunikamallisia mekkoja. Kaavoitus suunniteltiin leikattavaksi ilman hukkapalojen syntymistä, sillä käytettäviä materiaaleja kuten pellavaa, hamppua, nokkosta, villaa tai silkkiä pidettiin arvokkaina ja niitä käytettiin perheen varallisuuden mukaan. (Hovi, Maahinen & Niemi 2013, 336 – 340.) Nykyään tekniikalla valmistetaan edelleen muun muassa Japanissa kimonoja ja Intiassa sareja (Suomen tekstiili & muoti 2014).



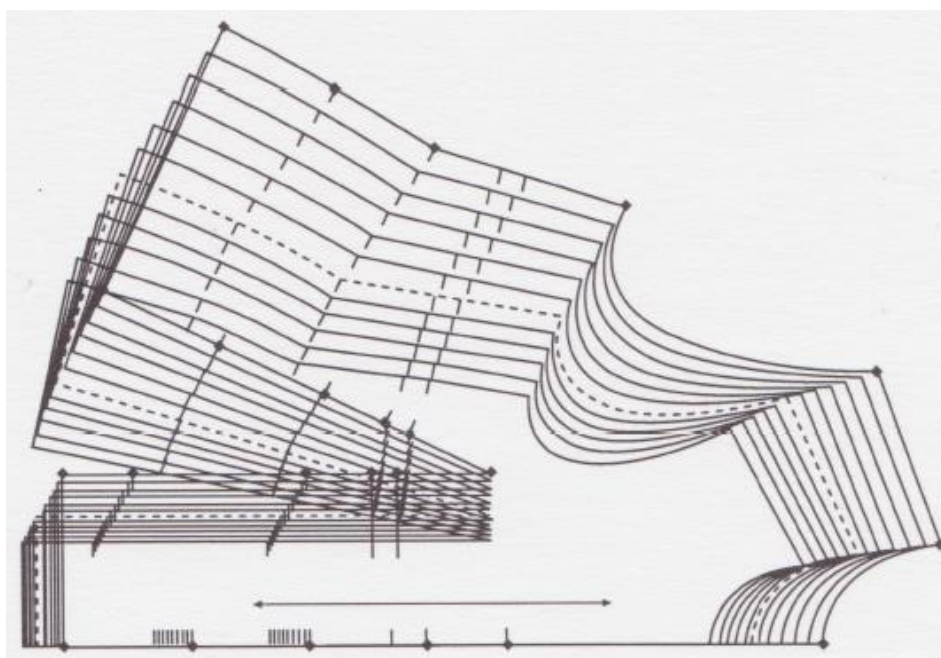
KUVA 6. Kaavoitus palapelitekniikkaa hyväksi käyttäen (Sustainability in Fashion and Textiles 2013)

Tesselaatiotekniikka perustuu kaavan jatkuvaan muotoon ja abstrakteihin kaavakappaleisiin. Leikatut kangaskaavat muotoillaan mallinuken päälle ja valmiista lopputuloksesta saadaan aikaiseksi yksilöllinen uniikkituote.

Tuotannollinen valmistus katsotaan kuitenkin useimmiten miltei mahdottomaksi. (Laitsaari 2013, 19 - 20.)

5.4 Sarjonta

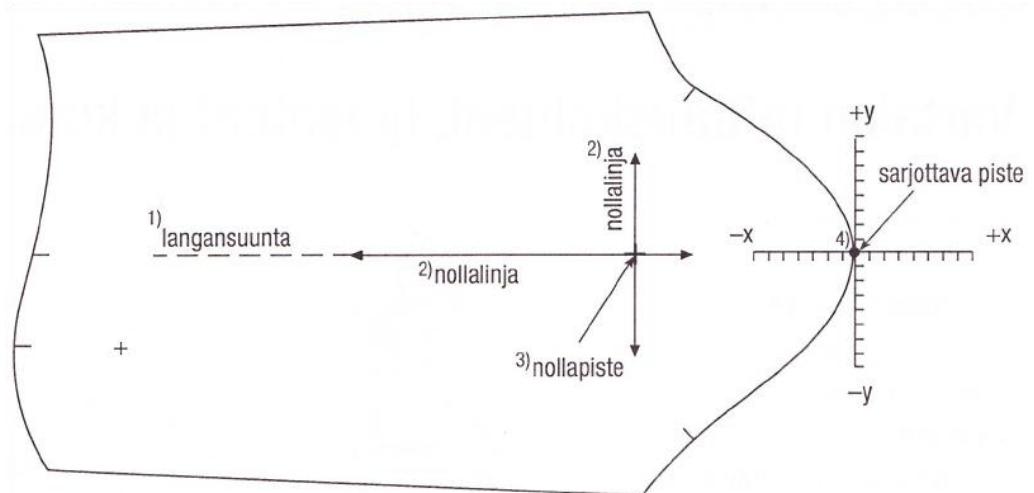
Sarjonnalla mahdollistetaan vaatteiden samankaltainen ulkonäkö ja mittasuhteet eri kokoluokissa. Sarjontaa aloitettaessa valitaan niin sanottu peruskoko, jota muutetaan pienemmäksi ja suuremmaksi riippuen valmistettavan vaatteen kokotarjonnasta. Sarjonta voidaan suorittaa joko käsin tai tietokoneella (KUVA 7).



KUVA 7. Naisten kotelomekon sarjonta (Naisten vaatteiden sarjonta 2001)

Kaavoihin lisätään sarjontapisteet kaikkiin kulmiin, kaariin, hakkeihin ja muotolaskoksiin. Tietokoneella tehtäessä kaavat asetellaan yleensä vaakatasoon ja niille määritellään niin sanottu nollapiste x- ja y-akseleiden suhteen, joka pysyy sarjonnassa paikallaan (KUVA 8). Muutosarvot lasketaan mittataulukkoa hyväksi käyttäen vertailemalla eri kokoluokkien mittaeroja. Sarjontasäännöt ja niiden pohjalta lasketut muutosarvot määrittelevät sarjontapisteiden siirtymisen. Ne voivat olla joko positiivisia

tai negatiivisia riippuen x- ja y-akselin koordinaatistossa siirtymisestä. Nollapisteestä oikealle tai ylös siirryttäessä muutosarvo on positiivinen ja vasemmalle tai alas siirryttäessä negatiivinen. (Harjunpää & Kuoppala 2001, 6.) Lopuksi sarjonta tarkastetaan vertailemalla äärikojien muutoksia keskenään, jolloin suurimman ja pienimmän koon väljyyksien tulee olla samankaltaiset. Pienet syötösvarat ompelua ajatellen sallitaan olka- ja sivusaumoissa sekä hihanpyöriöllä.



KUVA 8. Hihan peruskaavan x- ja y-akselit sekä nollapiste (Naisten vaatteiden sarjonta 2001)

5.5 3D-mallinnus

Kaavoituksen ja sarjonnan onnistuminen voidaan tarkastaa 3D-mallinnusohjelmaa käyttäen, jolloin selkeät kaavoitus- ja istuvuusvirheet löytyvät helposti. Muotolaskosten ja muiden yksityiskohtien paikkaa muutetaan tarvittaessa ennen mallikappaleiden ompelua. Mallinnuksen avulla säästetään materiaali- ja tuotantokustannuksissa sekä vähennetään turhaa logistiikan tarvetta. (Jokinen 2010, 5 – 6.) Suomalainen Nanso lähti mukaan projektiin, jossa etsittiin uusia keinoja suunnittelutoimintojen uudistamiseen. 3D-mallinnuksen avulla saatiin merkittävää hyötyä

prosessin nopeuttamiseen, sillä mallimestari ja suunnittelija näkivät tuotteen ennen ensimmäisen mallikappaleen valmistumista. (Suomen tekstiili & muoti 2013.)

Peruskaavoitus tehdään esimerkiksi AccuMark-kaavoitusohjelmaa käyttäen, jolloin mallinnus suoritetaan V-Stitcher-ohjelmiston avulla (KUVA 9). Kaavoista poistetaan saumavarat ja katkaistut linjat yhdistetään. Kaavat ommellaan yhteen virtuaalisesti tietyssä järjestyksessä. Tuotteiden ulkoista olemusta tarkastellaan muuttamalla materiaalien koostumusta tai väritystä, jolloin visuaalinen ilme nähdään suoraan kuvaruudulta. Saumojen ja muiden yksityiskohtien kuten vetoketjujen valinnalla tuotteista syntyy mahdollisimman realistinen kuvaus. Materiaalien pehmeys ja laskeutuvuus ovat kuitenkin olleet ohjelmistoja suunniteltaessa haasteellisia mallinnuksen kannalta, mutta teknologiaa pyritään kehittämään jatkuvasti paremmaksi (Jokinen 2010, 5 – 6). Tuotteiden sarjontaa tarkasteltaessa haetaan ohjelmiston kirjastosta kuhunkin kohderyhmään sopivimmat virtuaalivartalot, joille määritellään tarkasti halutut mitat eri kokoluokkien luomiseksi. Näin voidaan vertailla tuotteiden ulkoasun ja istuvuuden samankaltaisuutta kokoluokasta toiseen.



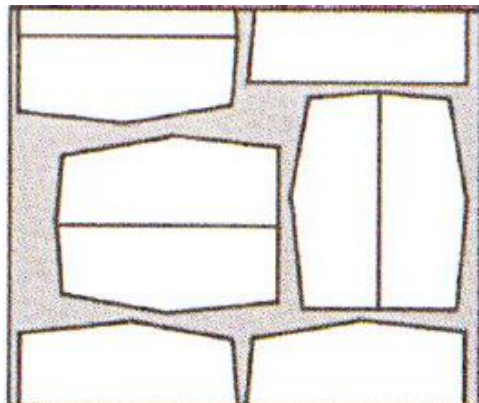
KUVA 9. Miesten T-paidan mallinnus V-Stitcher-ohjelmistolla

6 ASETELMATEHOKKUUS

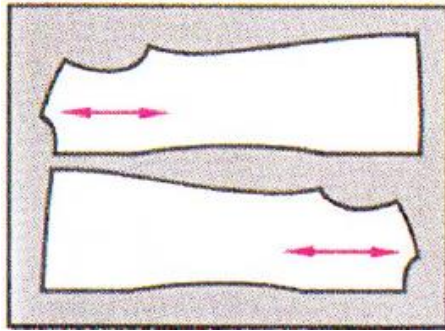
6.1 Asetelmat

Kaavoituksen jälkeen tehtäviin asetelmiin pyritään saamaan mahdollisimman taloudellinen materiaalikulutus. Tähän vaikuttavat kankaan rakenne ja kuviointi, kaavojen muodot ja mittasuhteet, kankaan leveys sekä mahdolliset virheet sen laadussa (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 145 - 147).

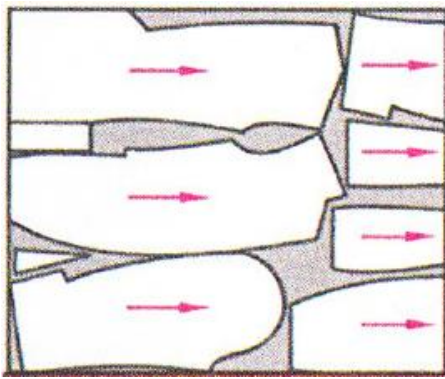
Kuitukankaalle tehdyt asetelmat (KUVA 10) antavat parhaan asetelmatehokkuuden, sillä langansuuntaa ei tarvitse huomioida ja kaavat voidaan latoa parhaaksi katsomallaan tavalla. Kahteen suuntaan ladotut kaavat (KUVA 11) saadaan myös asetelmatehokkaasti kankaalle. Yhteensuuntaan ladotut kaavat (KUVA 12) antavat huonomman asetelmatehokkuuden. Kankaiden kuviointi ja rakenteelliset ominaisuudet, kuten nukan suunta, määrittelevät kaavojen ladonnan ainoastaan yhteen suuntaan. Lisäksi joidenkin tuotteiden kaavamuodot voivat olla hankalasti yhteensovittavia ja aiheuttavat näin ylimääräistä kankaan kulutuksen kasvua. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 145 - 147.)



KUVA 10. Kuitukankaalle kaavat voidaan latoa moneen eri suuntaan (Ammattina vaate 2002)



KUVA 11. Kahteen suuntaan ladotut kaavat (Ammattina vaate 2002)

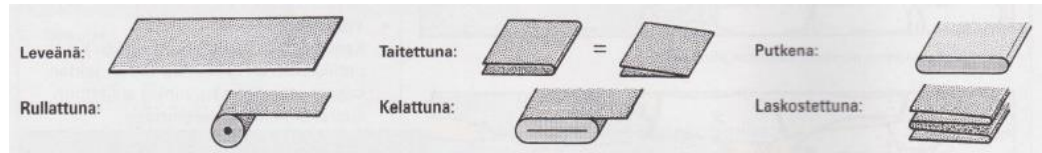


KUVA 12. Yhteen suuntaan ladotut kaavat (Ammattina vaate 2002)

Kodintekstiilit sisältävät usein 90 asteen kulmia ja pitkiä yhtenäisiä reunoja, jolloin niiden asetelmatehokkuus kasvaa kaavojen kohdistuessa toisiaan vasten. Vuonna 2014 Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan kodintekstiileiden ja asusteiden jätehävikkiä syntyi vain 0,5 prosenttia, kun naisten vaatteissa luku kohosi jopa 24 prosenttiin (Huttunen 2014, 22). Tämän perusteella voidaan selkeästi osoittaa vaatetuksessa käytettävien kaavojen haasteellisten muotojen vaikutus materiaalitehokkaisiin asetelmiin.

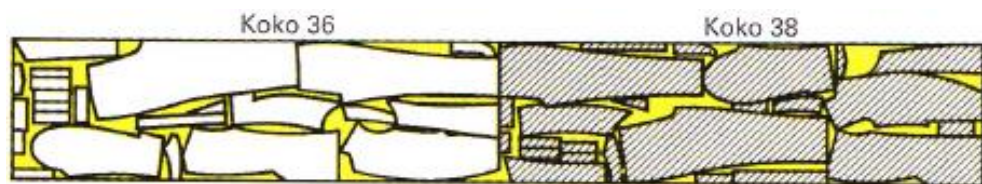
Asetelmavaihtoehtoja valittaessa huomioidaan lisäksi materiaalin toimitustapa (KUVA 13), joka vaikuttaa myöhemmin tapahtuvaan laakaukseen. Taitettua tai laskostettua pakkaa käytettäessä valitaan tuotteen kaavoista asetelmiin ainoastaan esimerkiksi vasemman puoleiset

kaavat, sillä materiaalin kaksin- tai moninkertainen rakenne kopioi tarvittavat peilikuvat. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 148.)

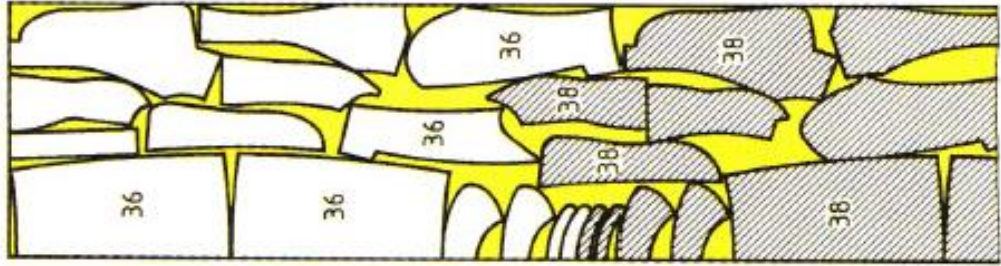


KUVA 13. Pakkamuodot (Ammattina vaate 2002)

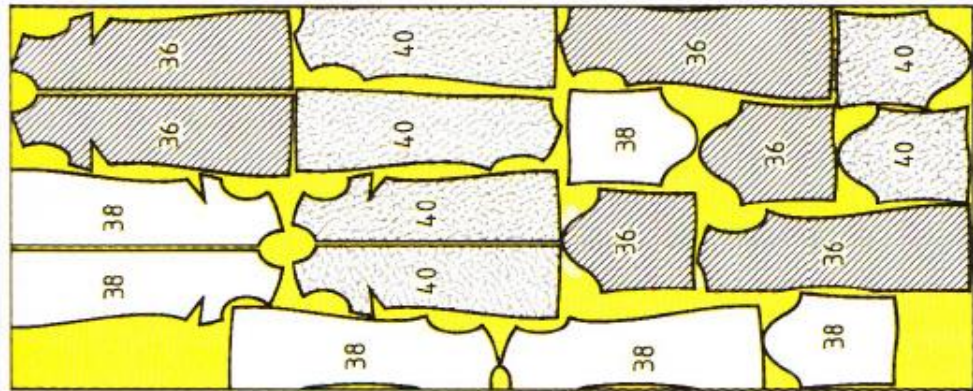
Leveää kangasrullaa tai -pakkaa hyödynnettäessä ladotaan kaikki tuotteeseen tulevat kaavat erilaisia asetelmavaihtoehtoja käyttäen. Suorakulmaisesti peräkkäin (KUVA 14) ladottaessa kokoluokat erotetaan selkeästi toisistaan. Porrastetussa asetelmassa (KUVA 15) kokoluokat ladotaan hieman limittäin, jolloin niiden materiaalikulutus saadaan laskemaan edelliseen verrattuna. Viimeisenä vaihtoehtona kaikki valitut kokoluokat yhdistetään sekaisin (KUVA 16) ja materiaalihukka saadaan mahdollisimman pieneksi. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 147.)



KUVA 14. Kahden koon asetelmat ladotaan suorakulmaisesti peräkkäin (Ammattina vaate 2002)



KUVA 15. Kahden koon asetelmat ladotaan portaittain (Ammattina vaate 2002)



KUVA 16. Kolmen eri kokoluokan asetelma, jossa kaavat ladotaan sekaisin (Ammattina vaate 2002)

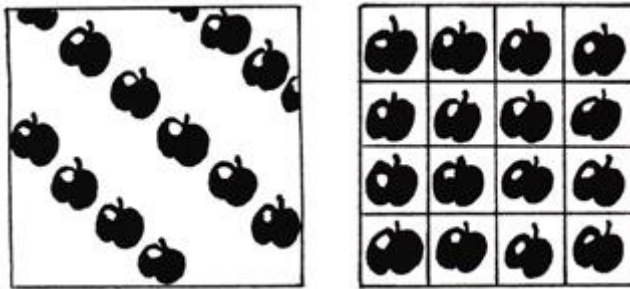
6.1.1 Kuvioden suunnan vaikutus asetelmien ladontaan

Kuvioita voidaan ryhmitellä ja toistaa kankailla monin eri tavoin, jolloin kaavojen ladonta asetelmien suhteen muuttuu oleellisesti. Kankaiden kuvioinnista johtuva materiaalihukka voi kasvaa huomattavan suureksi, mikäli kuviointia ei huomioida jo tuotteiden suunnitteluvaiheessa.

Raidallisia tai aaltoilevia kuvioita tehdään erilaisia viivoja hyväksi käyttäen, jolloin ne sijoitetaan epäsäännöllisin tai tasaisin välein kankaalle. Useimmiten niitä käytetään pysty- tai vaakalinjaisina, mutta myös vinoraidoituksena (KUVA 17). (Fish 2005, 31.) Viivojen paksuudella ja

väreillä on merkitystä kohdistuksen kannalta, mikäli lopullisessa tuotteessa toivotaan raitojen kohdistuvan keskenään oikein. Kaavat ladotaan tällöin tarkasti kankaalle ja niiden asettelu voidaan tehdä molempiin suuntiin, mikäli kuvio on symmetrinen. Materiaalihukkaa kertyy erityisen paljon varsinkin vinoraidoituksen kohdalla.

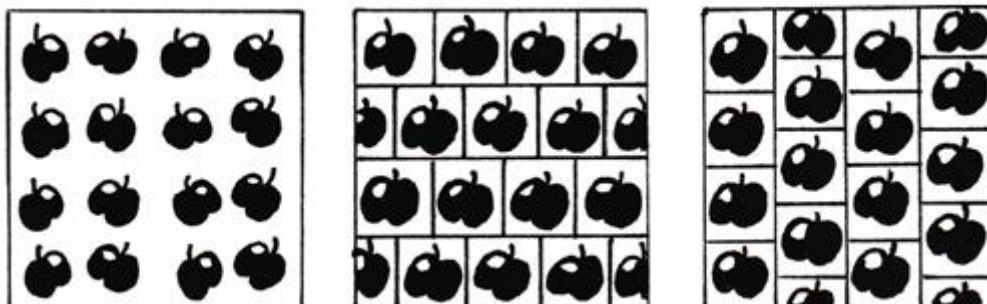
Ruudukoksi sijoitetut kuviot (KUVA 17) tai viivat voivat olla tasaisin välein toisiinsa nähden tai epäsymmetrisesti, jolloin ne toistuvat samankaltaisina harvemmin (Fish 2005, 34). Raidallisten kuvioiden tapaan viivojen paksuuksien, värien ja suunnan kohdistusta tarkkaillaan asetelmia tehtäessä. Kaavat voidaan latoa myös kahteen suuntaan kuvion niin salliessa.



KUVA 17. Kuvioiden sijoittelu kankaalle vinoraidoituksena ja ruudukkomallina (Designing and printing textiles 2005)

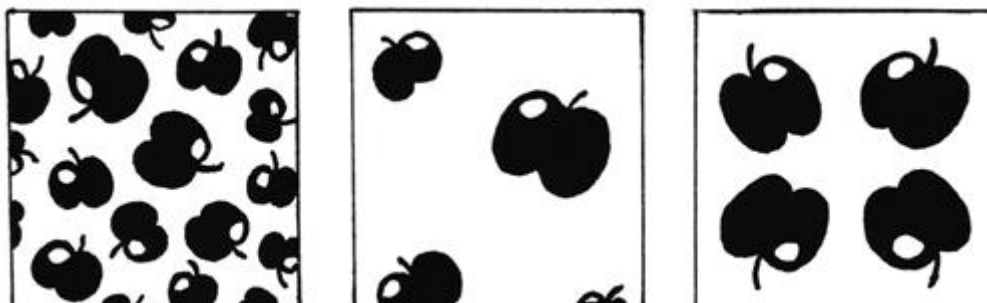
Yhdensuuntaiset kuviot pysyvät kankailla katsojaan nähden aina oikeinpäin, jolloin niille tehtävät asetelmat voidaan latoa ainoastaan yhteen suuntaan ja materiaalitehokkuus on huonoimmillaan. Kuvioita voidaan sijoitella kankaalle monin eri tavoin (KUVA 18). Peilikuvat, jotka käännetään vertikaalisesti toisiinsa nähden, ovat hyvä esimerkki tällaisista. Kuvioita asetellaan myös tiilenladonnan tapaisesti vaakarivien ollessa limittäin toistensa puolessa välissä. Kolmas vaihtoehto saadaan puolikkaassa pudotuksessa, jolloin kuviot ovat siirtyneet samalla tavalla pystysuunnassa. (Fish 2005, 34 - 35.) Nämä kaksi viimeistä vaihtoehtoa

lasketaan raidallisiin kuviotyyppeihin, ja niiden hyödyntäminen asetelmissa toimii samalla tavalla kuin muissakin raidallisissa kankaissa.



KUVA 18. Kuvioiden sijoittelu kankaalle peilikuvina, tiililadontana ja puolikkaana pudotuksena (Designing and printing textiles 2005)

Monisuuntaisia kuvioita (KUVA 19) voidaan katsoa mistä suunnasta tahansa ja niitä sisältäviä kankaita käytetään asetelmissa tehokkaasti, sillä kaavojen ladonta on mahdollista molempiin suuntiin. Kuvioiden asettelu vain tiettyyn kohtaan kangasta voi kuitenkin laskea materiaalitehokkuutta huomattavasti, mikäli kuvioiden sijainnilla on merkitystä lopullisessa tuotteessa. Monisuuntaisilla kuvioilla luodaan usein vaikutelma liikkeestä, joten niitä käytetään paljon urheiluvaatteissa. (Fish 2005, 34 – 35.)



KUVA 19. Monisuuntaisten kuvioiden sijoittelua kankaalle (Designing and printing textiles 2005)

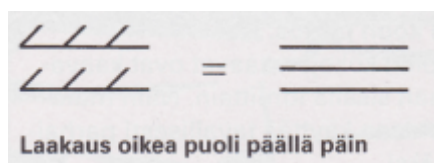
6.2 Laakaus

Ennen asetelmien leikkuuta kangasmateriaali laakataan eli levitetään laakauspöydälle joko käsin tai koneellisesti. Käsin levityksessä tarvitaan vähintään kaksi ihmistä tasaamaan laakojen reunoja. Työtapaa käytetään kangasmateriaalin tai värin vaihtuessa usein sekä asetelmien ollessa suhteellisen lyhyitä. Koneellisessa työtavassa levitysvaunu tai -automaatti laakaavat kankaan ilman erillistä kerrosten oikomista tai tasaamista. Laakausvaunujen käyttö katsotaan edulliseksi silloin, kun kangaskerrokset ovat leveitä ja pitkiä, eikä kangaslaatua tarvitse vaihtaa usein. Levitysaumateilla saadaan puolestaan taloudellisin tulos niihin saatavien lisälaitteiden ansiosta, jolloin kankaiden oikominen, tasaus ja katkaisu toimivat täysin automatisoidusti. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 149.)

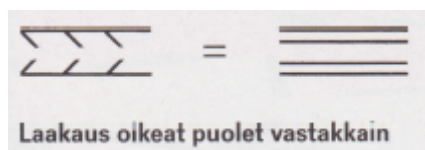
Kangasmateriaali ja siinä esiintyvät kuviot määrittelevät laakaustavan. Kankaan langansuunta pidetään täysin suorassa, sillä vinoon joutuessaan se vaikuttaa lopullisen tuotteen ulkonäköön ja laatuun. Asetelma määrittelee laakauksen pituuden ja katkaisu- tai taitekohdat. Kangaspinnon paksuus riippuu taas valitusta materiaalista ja sen ominaisuuksista. Mallikappaleiden ladontaa varten laakaus tehdään vain yksittäiskerroksena säästämällä kangasta. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 148.)

Yksipuolisessa laakauksessa (KUVA 20) täysilevät kangaskerrokset asetellaan yhdensuuntaisesti oikeat puolet ylöspäin, jolloin niiden mahdollinen nukkapinta ja kuviot asettuvat samaan suuntaan. Tätä laakaustapaa käytetään yleisesti teollisuudessa, koska se soveltuu useimmille materiaaleille. Laakaus voidaan tehdä myös asettamalla kankaan oikeat puolet vastakkain (KUVA 21), jolloin kangaspakka käännetään aina kerroksien välissä. Etenkin suurten kuvioiden kohdalla, tätä tapaa ei suositella kohdistuksen puutteen vuoksi. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 148; Raikas 2008, 9.)

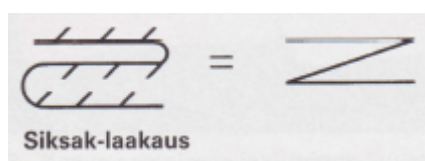
Kaksipuoleisessa laakauksessa täysleveän kankaan oikeat ja nurjat puolet asetellaan vastakkain vuorotellen ikäänkuin siksak-muotoon (KUVA 22). Laakaus valitaan silloin, kun materiaalin toivotaan pysyvän paikoillaan esimerkiksi vakosamettia leikattaessa. Kuvioiden kohdistus katsotaan vaikeaksi myös tässä tapauksessa. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 148; Raikas 2008, 9.)



KUVA 20. Yksipuolinen laakaus kuviot ylöspäin (Ammattina vaate 2002)



KUVA 21. Yksipuolinen laakaus kuviot vastakkain (Ammattina vaate 2002)



KUVA 22. Kaksipuolinen laakaus, jossa kuviot ja nurjat puolet vastakkain vuorotellen (Ammattina vaate 2002)

Suurikuvioista kangasta käsiteltäessä, joudutaan kuviot kohdistamaan laakauskerroksissa toistensa päälle, joten materiaalihukkaa syntyy molempiin päihin. Raita- ja ruutukuvioisissa tuotteissa kankaan langansuunnan ja laakauksen suoruus vaikuttavat oleellisesti lopullisen

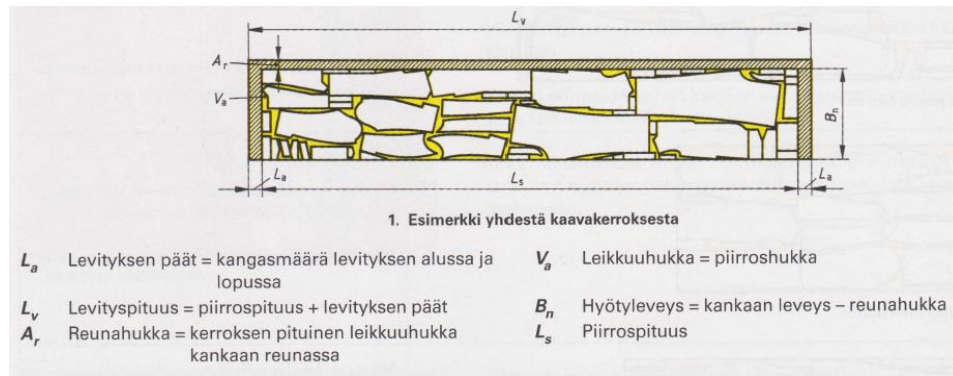
tuotteen ulkonäköön. Paksuja raitoja kohdistettaessa syntyy merkittävää materiaalihukkaa suurikuvioisten kankaiden tapaan. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 148; Raikas 2008, 9.)

Kankaassa esiintyvät rakenne-, kuvio- tai värivirheet pyritään huomioimaan laakauksen aikana. Materiaalipoikkeamat poistetaan katkaisemalla kangas tarvittavista kohdista. Jatkosreunoja aseteltaessa kiinnitetään huomiota kuvioiden ja kankaan rakenteen kohdistamiseen, jolloin kaikkien asetelman kaavat leikkautuvat kokonaisina jatkoksesta huolimatta. Tästä syntyvää materiaalihukkaa voidaan vähentää välttämällä porrastetusti ladottuja asetelmia. (Raikas 2008, 7.) Toisaalta tämän ladontatavan tuoma materiaalitehokkuus on ihanteellisissa olosuhteissa kuitenkin huomattavasti parempi kuin suorakulmaisesti peräkkäin ladottuna.

6.3 Leikkuu

Laakauksen jälkeen kaavapaperille tulostettu asetelma tai yksittäiset pahviset kaavat levitetään päällimmäisen kankaan päälle. Käsillä ladottaessa kaavojen ääriviivat ja kohdistusmerkit voidaan jäljentää kankaalle erilaisia menetelmiä käyttäen. Materiaalihukkaa (KUVA 23) kertyy laakauksen molempiin päihin sekä sivuille. Lisäksi asetelma ja leikkuutarkkuus vaikuttavat materiaalitehokkuuteen. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 148.)

Leikkaus suoritetaan käsileikkureilla tai täysin automatisoidusti. Käsillä tehtävässä kaavat irroitetaan pystyleikkuria hyväksi käyttäen, mutta erityistä tarkkuutta tavoiteltaessa käytetään vannesahaa. Tämän jälkeen kaavoihin tehdään kohdistusmerkit kuten hakit ja muotolaskosten kärkien paikat sekä taskujen kohdistusmerkit. Automaattileikkurilla kaavat leikataan täysin automatisoidusti kohdistusmerkkeineen. (Eberle, Hermeling, Hornberger, Kilgus, Menzer & Ring 2002, 150.)



KUVA 23. Asetelma kankaalla ja siitä koituva leikkuuhukka (Ammattina vaate 2002)

7 TUOTANNON TEKSTIILIJÄTTEIDEN KIERRÄTYS

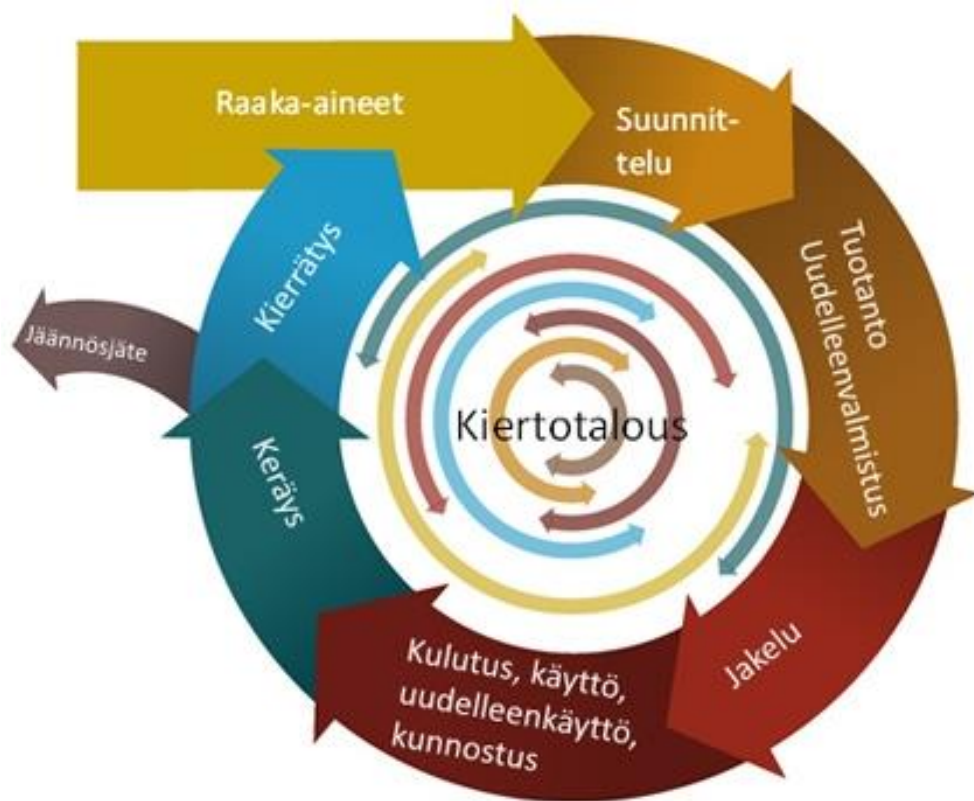
Tuotannon leikkuujätteen määrä riippuu kaavojen muodosta, mitoista, kangasleveydestä ja asetelman käyttöhyötysuhteesta. Suomessa tekstiiliteollisuudesta syntyy 2000 tonnia jätettä vuodessa (Suomen tekstiili & muoti 2014), mikä lisää yritysten kustannuksia. Kierrätyksen kehittämällä parannetaan kustannustehokkuutta kokonaisuudessaan, mikäli syntyvien sivutuotteiden ja hukkamateriaalien hyödyntäminen rakennetaan systemaattiseksi toimintamalliksi (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008, 8). Vuonna 2013 Pure Waste sai Suomalainen Muotiteko -palkinnon, jonka keskeisimpinä kriteereinä olivat moderni liiketoimintamalli ja ekologinen materiaalitehokkuus (Suomen tekstiili & muoti 2014). Yrityksen langat ja kankaat valmistetaan puhtaasti kierrätettävästä tekstiilijätteestä. Näistä syntyvät tuotteet täyttävät korkeat laatukriteerit ja niiden ekologinen kestävyys vastaa neitseellisistä raaka-aineista valmistettuja tuotteita. (Pure Waste 2015.)

Tekstiilijätteet ovat lähes 100-prosenttisesti kierrätettäviä, ja niiden elinkaarta voidaan pidentää huomattavasti. Teollisuuden ylijäämämateriaalit ovat puhtaita ja helpommin jalostettavia kuin kotitalouksista tulevat tekstiilituotteet. Niistä joudutaan usein irrottamaan ylimääräiset komponentit, kuten vetoketjut ja napit, minkä lisäksi ne vaativat usein pesun ja puhdistuksen. (Hinkkala 2011, 27.) Lisäksi niiden hyödyntäminen kierrätysmateriaaleina koetaan hankalaksi, sillä tehokasta lajittelu- ja purkutapaa ei vielä tällä hetkellä löydy.

Lainsäädäntö EU:n jätepolitiikan ja Suomen uusiutuvan jätelain mukaan velvoittaa kierrätyksen tehostamista ja kieltää orgaanisen jätteen viemisen kaatopaikoille vuoden 2016 alusta. Lisäksi taloudelliset näkökulmat jätemaksuina ja haittaveroina ovat saaneet yritykset etsimään uusia kumppanuussuhteita tekstiilijätteiden uusiokäytön ja kierrätyksen osalta. Suomessa maksettava jätevero on nousut tasaisesti kymmenessä vuodessa ollen jo vuonna 2013 noin 50 euroa jätetonnin kohden (Hinkkala 2011, 24).

Syksyllä 2015 aloitetaan Sitran pilottihanke yhteistyössä Finatexin kanssa, jossa tekstiilialan kiertotalouden kehittämistä ja uusia palvelumalleja luodaan vanhojen rinnalle. Vuoden kestävän hankkeen aikana testataan ansaintalogiikan toimivuutta ja soveltumista koko arvoketjulle suunnittelun, tuotannon, kaupan, kierrätyksen ja uusiokäytön osalta. (Sitra 2015.)

Lisäksi EU:ssa pyritään lisäämään kiertotaloutta (KUVIO 3) ja teollisuuden symbioitumista yritysten välillä, jolloin lopulta päästäisiin jätteettömään lopputulokseen. Vuonna 2014 julkaistun tiedonannon mukaan vuoden 2025 alusta lähtien kaikki EU-alueiden kierrätyskelpoinen jäte tulisi hyödyntää ja sen vieminen kaatopaikoille kielletään. (Suomen tekstiili & muoti 2014.)



KUVIO 3. Kiertotalouden kuvaus (Suomen tekstiili & muoti 2014)

7.1 Leikkuujätteen hyödyntäminen

Leikkumateriaalien hyödyntäminen vaatii yrityksiltä niiden lajittelun jo tuotantovaiheessa. Tämä saattaa olla hankalaa, sillä useimmissa teollisuuslaitoksissa leikkuupöydältä tuleva materiaali kaavapapereineen imetään putkiston kautta suoraan jätelavalle tai puristimeen. Tuoreen tutkimuksen mukaan (Huttunen 2014) kaksi kahdestakymmenestä suomalaisesta yrityksestä ei käyttänyt leikkuujätettään lainkaan hyödykseen, vaan se päättyi sellaisenaan kaatopaikalle. Kuudessa yrityksessä kierrätykseen panostettiin ja loppuilla jätteet menivät energiahyötykäyttöön. (Huttunen 2014, 34.)

Suomesta löytyy kuitenkin jonkun verran yrityksiä, jotka hyödyntävät muiden teollisuudesta syntyvää tekstiilijätettä. Pure Waste Textiles käyttää Kiinan ja Intian massiivisista vaatetustehtaista kertyvää käyttökelpoista, kierrätettävää polyesteria ja puuvillaa, joka päättyisi muuten suoraan kaatopaikoille (Pure Waste 2015). Dafecor valmistaa puolestaan erilaisia imeytysmattoja ja OilStop-ympäristötuotteita, jotka ovat testeissä osoittautuneet oman markkina-alueensa parhaiksi. Tuotteita käytetään mm. teollisuuden kunnossapidossa, rakentamisessa ja puutarhatarvikkeissa. Erikoisuutena yritys valmistaa huonekaluteollisuudelle vanu- ja huopavalmisteita. Materiaaleina käytetään muun muassa polyesteriä, jota saadaan tekstiiliteollisuuden jätteistä tai suomalaisista kierrätystekstiileistä. (Dafecor 2015.) Kierrätysmateriaaleja käytetään myös Halti-vaatemerkin DrymaxX - tuotteissa, joiden raaka-aineina hyödynnetään muun muassa teollisuudesta syntyvää kuitujätettä. Prosessi toimii kemiallisen kierrätyksen tapaan, ja lopputuloksena syntyy täysin uudenveroista polyesterilankaa. (Halti 2015.)

7.2 Kangasvarastojen hyödyntäminen

Tekstiiliteollisuudella kertyy tuotannosta ylijääviä erikokoisia kangasvarastoja. Materiaalitehokkaassa ajattelussa ne pyritään pitämään mahdollisimman pieninä, mutta riittävinä syntyvien hävikkien tai virheiden

korjaamiseen. Kangasvarastoihin kiinnitetty rahallinen omaisuus voi kasvaa liian suureksi, jolloin se nostaa yrityksen tasetta, mutta ei tuota mitään. Tällöin niitä voidaan kierrättää toisille yrityksille, mikäli hyödyntämistä omaan tuotantoon ei katsota tarpeelliseksi. GlobeHope valmistaa ekologisia design-tuotteita käyttäen tehtaiden ylijäämäkankaita. Yrityksen ideologian kantavana voimana pidetään asusteiden ja vaatteiden valmistusta lisäämättä uusien materiaalien määrää ja kuormittamatta ympäristöä. (GlobeHope 2015.) Nurmi puolestaan käyttää hyväkseen suomalaisen tekstiiliteollisuuden ylijäämämateriaalia, joista valitaan parhaat ja laadukkaimmat kankaat omaan tuotantoon. Niistä tehdään pieniä sarjoja, joista jokaiseen pyritään luomaan yrityksen omaleimainen ilme. (Nurmi 2015.)

7.3 Materiaalipankki

Toisinaan yrityksessä ei kuitenkaan löydetä yhteistyökumppania tekstiilijätteen kierrättämiseen. Tällöin voidaan ylijäämämateriaaleista kertynyttä varastoa pienentää materiaalipankin kautta. Suomalainen Kierrätysverkko on kehittänyt Harri Välimäen johdolla toimintatavan, jonka idea perustuu yritysten väliseen verkkokauppaan Mpankki-palvelun kautta. (Kierrätysverkko 2015.)

8 MATERIAALITEHOKAS TULEVAISUUDEN TEKNOLOGIA

Materiaalitehokkuuteen etsitään ratkaisuja myös jatkuvalla kehitys- ja tutkimustoiminnalla, joka antaa merkittävän edun niitä tuottaville yrityksille globaalin kilpailun kiristyessä. Onneksemme suomalaiset ovat tässä suhteessa edellä moniin kansainvälisiin kilpailijoihin verrattuna. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2008, 26.)

8.1 Ioncell-F

Yksi mielenkiintoisimmista uusista teknologioista käsittelee puuselluloosan kuten koivun hyödyntämistä tekstiilituotteissa. Sillä voidaan korvata osittain puuvillan käyttöä ja säästää sen kasvatuksessa runsaasti tarvittavaa vedenkulutusta ja viljelypinta-alaa, jota ei tulevaisuudessa voida enää entisestään nostaa. Mikäli Suomen nykyinen hakkuuylijäämä prosessoitaisiin kuiduiksi, korvaisi se jopa 20 prosenttia maapallon puuvillantuotannosta, mikä vastaa 5 - 6 miljoonaa tonnia kuitua. Tästä vapautuisi taas ruoan viljelypinta-alaa 18 - 25 miljoonalle ihmiselle. (VTT 2013.)

VTT:n ja Aalto-yliopiston kehittelemästä Ioncell-F menetelmästä toivotaan löytävän ratkaisu tähän ongelmaan. Siinä tekstiilikuituja pystytään tuottamaan erittäin ympäristöystävällisesti verrattuna esimerkiksi viskoosin tuotannossa käyttämiin myrkyllisiin kemikaaleihin. (VTT 2014.) Suomen selluloosatehtaista käytetään hyvälaatuista materiaalia prosessiin ja tuotetusta kuidusta saadaan jopa vahvempaa kuin perinteinen viskoosi. Sen pesunkestävyys ja nukkaantumisominaisuudet tarvitsevat vielä paljon tutkimustyötä, joten teollinen tuottaminen siintää vasta vuosien päässä, vaikka kiinnostusta vaatteiden valmistajien osalta onkin näköpiirissä. (Yle 2014.)

8.2 Nanoteknologia

Nanoteknologia perustuu erittäin pienessä mittakaavassa (alle 100 nanometriä) tapahtuviin prosesseihin molekyyli tai atomitasolla, jolloin

niiden järjestyksellä ja rakenteella on suuri merkitys lopputuloksen kannalta. Muoveja valmistettaessa yhdisteitä liitetään toisiinsa saaden aikaan pitkäketjuisia molekyyliä, joita teollisesti muokataan halutunlaisiksi. (Hiltunen & Hiltunen 2014, 109.) Toinen tulevaisuuden vaihtoehto on käyttää uusiutuvia luonnonvaroja ja pilkkoa selluloosaa nanokokoon, jolloin puun perinteinen rakenne häviää ja sen muokkaaminen helpottuu. Tällä korvataan öljystä valmistettuja muoveja. (Hiltunen & Hiltunen 2014, 114.)

Luonto on omassa monimutkaisuudessaan kehitellyt nanoteknologian prosesseja, rakenteita ja materiaaleja erittäin taidokkaasti. Tutkijat ovat kiinnostuneita ilmiöstä, jossa Lootuksen-kukan pintarakenne hylkii vettä, vaikka sen upottaisi vesiastian. Lehdet pysyvät kuivina pinnan ja veden väliin jäävän ilmakerroksen ansiosta kosteuden puristuessa pisaroiksi. (Hiltunen & Hiltunen 2014, 112.) Luonnon ja ihmisen tekemän nanoteknologian välillä voidaan havaita kuitenkin huomattava ero. Luonnossa prosessit tapahtuvat huoneen lämpötilassa ja normaalipaineessa, kun esimerkiksi muovien valmistuksessa käytetään hyvin korkeita lämpötiloja ja paineita. Lisäksi luonto valmistaa vain tarvittavan määrän, jolloin materiaalihukkaa ei synny lainkaan. (Hiltunen & Hiltunen 2014, 113.)

Suomalainen Textile Finland Oy on patentoinut puuvilla-polyesteri kankaan, joka perustuu nanoteknologialla tehtävään käsittelyyn. Tuote hylkii nesteitä ja likaa vähentäen pesutarvetta jopa 10 kertaisesti. Ulkoisesti kangas muistuttaa erehdyttävästi satiinipuuvillaa, ja sen tuntuominaisuudet ovat samankaltaiset. Hotelli- ja ravintola-alalla ollaan tämän tyyppisistä tuotteista erittäin kiinnostuneita ja sen uskotaan leviävän vielä maailmanlaajuisesti. (Textile Finland 2014.)

Nanoteknologiassa piilee myös omat vaaransa ja niiden terveyshaitoista ollaan jokseenkin huolissaan. Yhdisteiden pienen kokoluokan vuoksi ne saattavat läpäistä ihmisten puolustusjärjestelmät ja aiheuttaa ongelmia elimistön normaaleissa prosesseissa. Joitakin nanokuituja on verrattu vaaralliseen asbestiin, jonka terveydelliset haitat ovat huomattavia. Riskejä

kuitenkin kartoitetaan jatkuvasti ja etsitään turvallisempia vaihtoehtoja.
(Hiltunen & Hiltunen 2014, 122 - 123.)

9 TUTKIMUSOSUUS

9.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksessa haluttiin selvittää kuinka vaateustekstiilien peruskaavoituksen muodot ja niiden muuttaminen moniosaisiksi vaikuttavat asetelmatehokkuuteen sekä kankaan pituussuuntaiseen säästöön. Samalla selvitettiin vaikuttaako aikuisten ja lastenvaatteiden samankaltaisten tuotteiden suuret kokoerot asetelmatehokkuuteen toisiinsa nähden. Lisäksi tutkimuksessa haluttiin tarkastella kankaiden kuviovaihtoehtojen käyttöä asetelmissa ja kuinka ladontatyylin muutokset vaikuttavat kaavoituksen ohella lopulliseen materiaalitehokkuuteen.

9.2 Tutkimuksen toteutus

Kaavoituksen muokkaus ja asetelmat toteutettiin Lahden ammattikorkeakoulun Gerber 8.5-kaavoitusohjelmistoa hyväksi käyttäen. Tutkimus tehtiin tietokoneella manuaalisesti, mikä lisää hieman virhemarginaalia tulosten suhteen, mutta antaa riittävän tarkan suunnan niiden todellisesta käyttäytymisestä.

Asetelmissa käytettävien kankaiden hyötyleveydeksi määriteltiin kaikissa tapauksissa 150 senttimetriä, mikä vastaa yleistä kangasleveyttä tekstiiliteollisuudessa. Tutkimuksessa hyödynnettiin kuvitteellisesti ainoastaan yksivärisiä ja pieniä yhdensuuntaisia kuvioita sisältäviä kankaita. Valinta perustui niiden päinvastaiseen käyttömahdollisuuteen kaava-asetelmia tehdessä. Asetelmissa kaavat ladottiin kankaalle mahdollisimman materiaalitehokkaasti. Aikuisten ja lastenvaatteiden sarjotuista kaavoista tehtiin jokaisesta neljä asetelmatyyppiä; A, B, C ja D.

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa (TAULUKKO 3) kaavat koostuivat tuotteiden peruskaavoista, joissa esiintyivät vain tarvittavat leikkaukset. A-asetelmissa käytettiin yhdensuuntaista kuviokangasta, jolle kaavat ladottiin vain yhteen suuntaan. B-asetelmassa kangas vaihdettiin

yksiväriseksi, jolloin kaavoja ladottiin kahteen eri suuntaan parantaen materiaalitehokkuutta.

Tutkimuksen toisessa vaiheessa (TAULUKKO 3) peruskaavoitusta muutettiin lisäämällä leikkauksia, jotta yksittäisten kaavojen kokoa saatiin pienemmäksi. Menetelmällä tutkittiin kaavoituksen muutosten vaikutusta asetelmatehokkuuteen ja materiaalin säästöön. C-asetelmissä kaavat ladottiin jälleen yhteen suuntaan ja D-asetelmissä kahteen suuntaan tutkimuksen ensimmäisen vaiheen tapaan.

TAULUKKO 3. Asetelmavaihtoehdot

Vaihe	Asetelmat	Kaavat	Kaavojen ladonta	Kangasvaihtoehto
1	A	Peruskaavat	Yhteen suuntaan	Yhdensuuntainen kuviokangas
	B	Peruskaavat	Kahteen suuntaan	Yksivärinen
2	C	Muutetut kaavat	Yhteen suuntaan	Yhdensuuntainen kuviokangas
	D	Muutetut kaavat	Kahteen suuntaan	Yksivärinen

9.3 Tutkimustuotteiden kaavat ja asetelmat

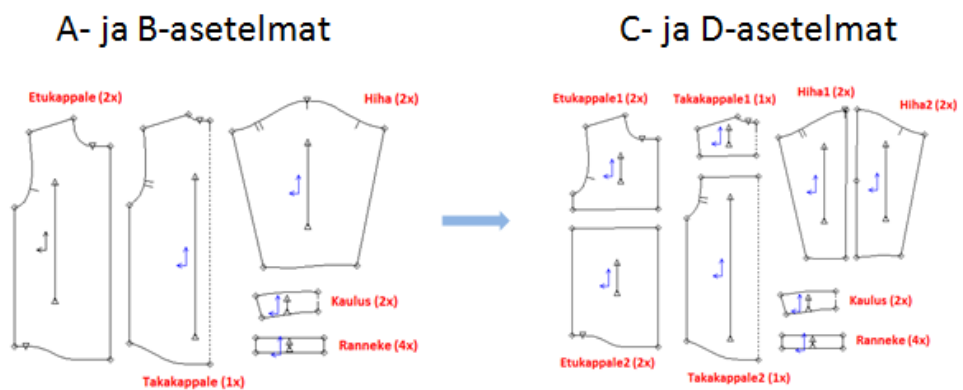
Tuotteet valikoituivat toisiinsa nähden erilaisten mallien ja muotojen perusteella. Naisten paitapusero ja housut sarjottiin kokoluokkiin 32 – 46, joista tutkimuksessa hyödynnettiin kolmea eri kokoa; 36, 38 ja 40.

Asetelmiin valittiin aikuisten peruskoon lisäksi vain kaksi lähintä kokoluokkaa, sillä kankaan laakapituuden haluttiin pysyvän noin neljässä

metrissä. Lastenvaatteisiin valikoituivat mekko ja housut, jotka sarjottiin kokoluokkiin 104 – 128. Tutkimus toteutettiin käyttäen näitä kaikkia viittä kokoluokkaa samassa asetelmassa.

9.3.1 Naisten paitapusero

Ensimmäisessä vaiheessa naisten paitapuseron peruskaavat koostuivat miehustan etu- ja takakappaleista, hihoista, rannekeista sekä kauluksesta (KUVA 24). Kaavojen pystyt langansuunnat määrittivät kaavojen kohdistuksen kankaan langansuunnan mukaisesti ja peruskaavat ladottiin A- ja B-asetelmiin (KUVAT 25 ja 26).

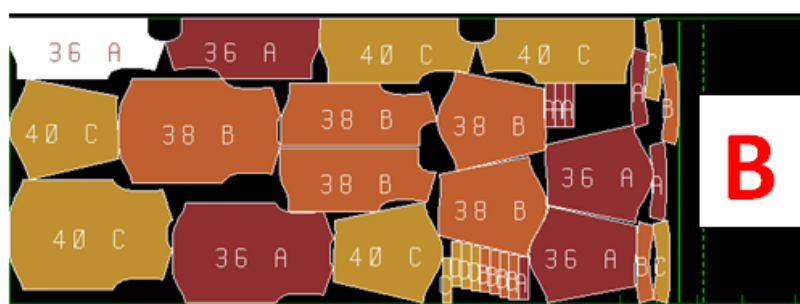


KUVA 24. Naisten paitapuseron kaavojen leikkausmuutokset

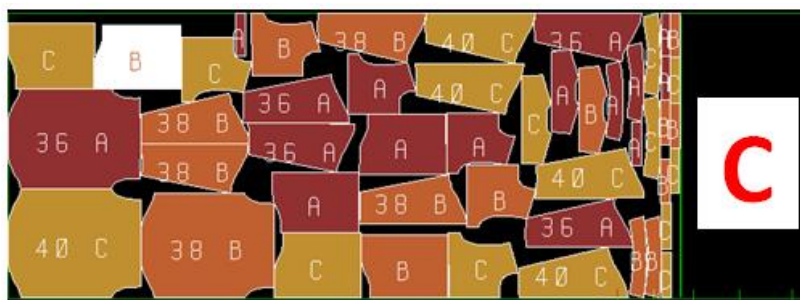
Toisessa vaiheessa miehustan etukappaleeseen tehtiin leikkaus rinnan alle ja paidan takapuolelle hieman lapaluiden yläpuolelle kaavojen säilyessä muuten yhtenäisinä peilikaavoina. Hihan kaava puolitettiin leikkauksen ulottuessa olkapäältä ranteeseen. Paidan kaulus ja rannekkeet säilytettiin sellaisenaan. Muutosten jälkeen kaavat ladottiin C- ja D-asetelmiin (KUVAT 27 ja 28).



KUVA 25. Naisten paitapuseron A-asetelma



KUVA 26. Naisten paitapuseron B-asetelma



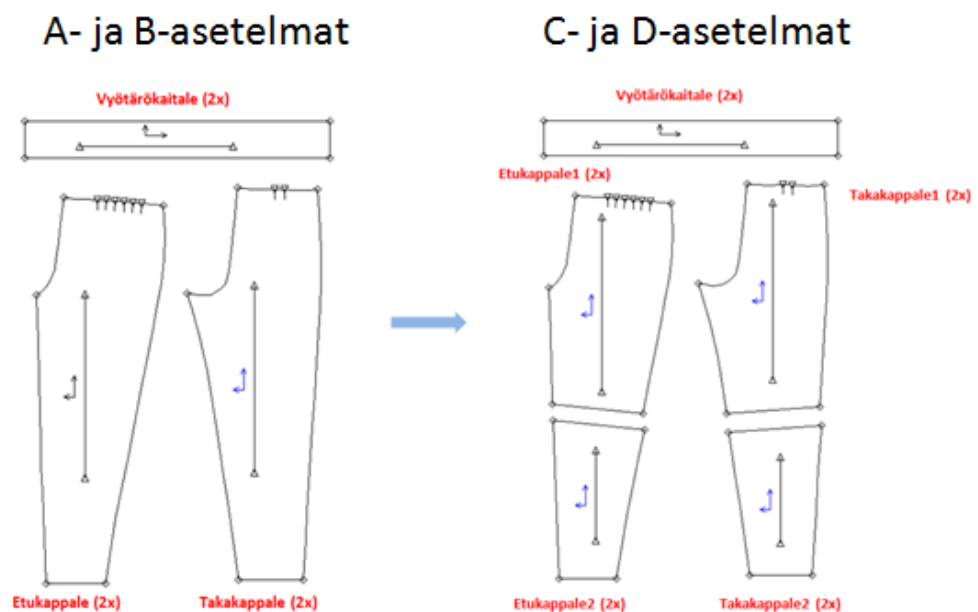
KUVA 27. Naisten paitapuseron C-asetelma



KUVA 28. Naisten paitapuseron D-asetelma

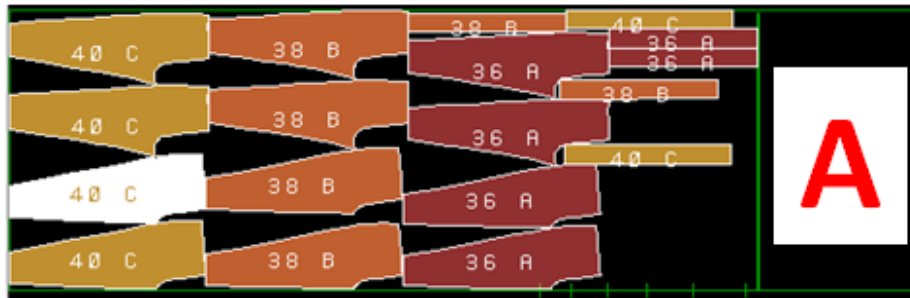
9.3.2 Naisten housut

Naisten housut valittiin tutkimuksen toiseksi tuotteeksi, sillä pitkä lahjepituus tuottaa usein ongelmia kankaan materiaalitehokkuuden osalta. Peruskaavat koostuivat etu- ja takakappaleista sekä vyötärökaitaleesta (KUVA 29). Lahkeiden langansuunta ohjasi housujen kaavojen ladonnan kankaansuuntaisesti, mutta vyötärökaitaleessa langansuunta kulki päinvastoin. Ensimmäisessä vaiheessa peruskaavat ladottiin A- ja B-asetelmiin (KUVAT 30 ja 31).

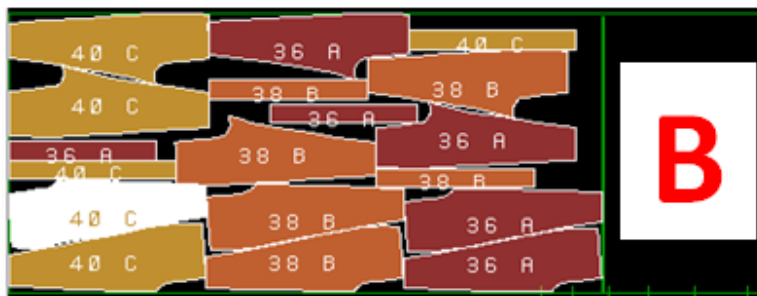


KUVA 29. Naisten housujen kaavojen leikkausmuutokset

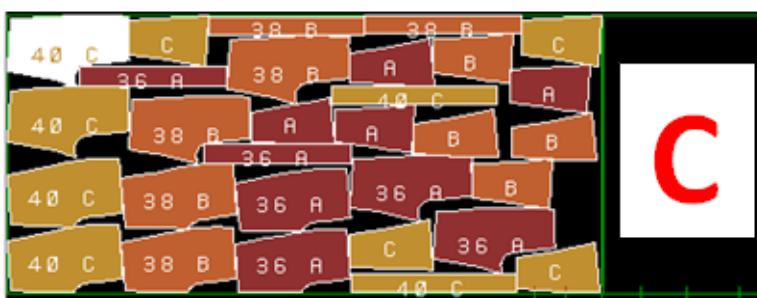
Toisessa vaiheessa housujen peruskaavoihin tehtiin leikkaukset etu- ja takakappaleisiin hieman polvien yläpuolelle mahdollistaen esimerkiksi vetoketjukiinnityksen, jolloin lahkeiden irroituksella saadaan shortsimalliset housut. Vyötärökaitale pidettiin sellaisenaan. Tämän jälkeen muutetut kaavat ladottiin C- ja D-asetelmiin (KUVA 32 ja 33).



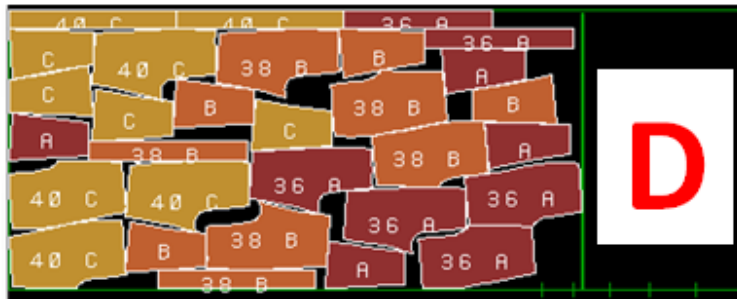
KUVA 30. Naisten housujen A-asetelma



KUVA 31. Naisten housujen B-asetelma



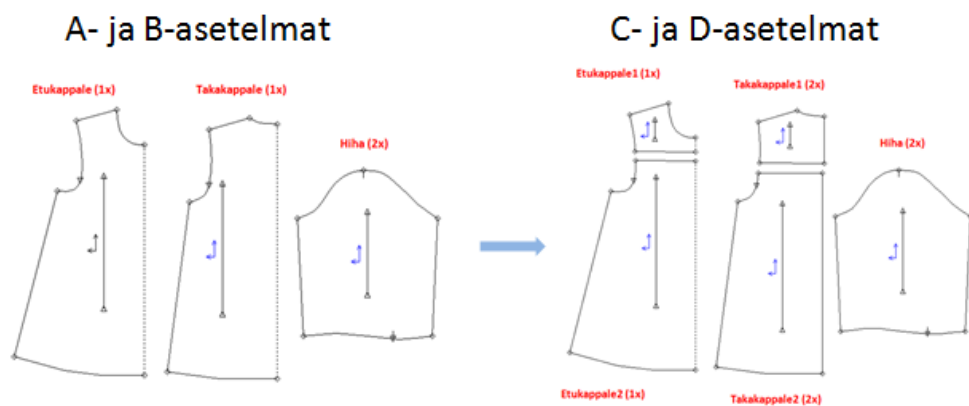
KUVA 32. Naisten housujen C-asetelma



KUVA 33. Naisten housujen D-asetelma

9.3.3 Lasten mekko

Lasten mekon A-linjaiset peruskaavat tehtiin kokonaisista etu- ja takakappaleista sekä hihoista (KUVA 34). Päästä pujotettavaa mallia kaavoitettaessa on kuitenkin huomioitava riittävän suuri kaula-aukko, jotta vaatteen pukeminen lapselle onnistuu vaivattomasti. Mekon langansuunta kulkee keskietu- ja keskitakalinjan suuntaisesti. Peruskaavoitusta käytettiin jälleen A- ja B-asetelmissä (KUVA 35 ja 36).



KUVA 34. Lasten mekon kaavojen leikkausmuutokset

Toisessa vaiheessa lasten mekkoon lisättiin poikittaiset leikkaukset taakse lapaluiden kohdalle ja edessä rinnan yläpuolelle kaavan pysyessä muuten

samanlaisena. Lisäksi takakappaleet puolitettiin saaden vetoketjukiinnitys mahdolliseksi. Hihan kaavat pidettiin sellaisenaan. Muutettua kaavoitusta ladottiin C- ja D-asetelmiin (KUVA 37 ja 38).



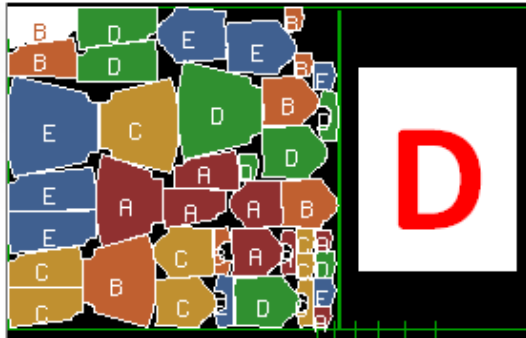
KUVA 35. Lasten mekon A-asetelma



KUVA 36. Lasten mekon B-asetelma



KUVA 37. Lasten mekon C-asetelma

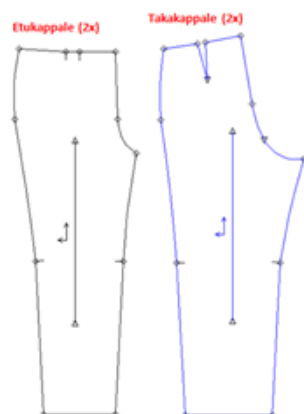


KUVA 38. Lasten mekon D-asetelma

9.3.4 Lasten housut

Lasten housut valikoituivat viimeiseksi tuotteeksi, sillä aikuisten ja lastenvaatteiden materiaalitehokkuutta haluttiin vertailla samankaltaisia kaavamuotoja käyttäen. Mikäli housuja olisi kaavoitettu kokoluokkaa 104 pienemmiksi, olisi kaavoituksessa huomioitu pienelle lapselle tarvittavan vaipan vaatima tilavuus. Tutkimukseen valitut peruskaavat koostuivat kokonaisista etu- ja takakappaleista ilman erillistä vyötärökaitaletta (KUVA 39). Ensimmäisessä vaiheessa kaavat ladottiin A- ja B-asetelmiin (KUVA 40 ja 41).

A- ja B-asetelmat

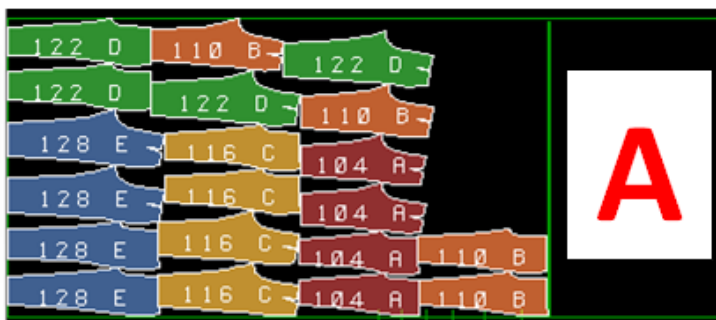


C- ja D-asetelmat



KUVA 39. Lasten housujen kaavojen leikkausmuutokset

Toisessa vaiheessa lasten housujen kaavoihin tehtiin poikittaiset leikkaukset etu- ja takakappaleisiin samaan tapaan kuin aikuisten mallissa, jolloin myöhemmin tapahtuva vertailu niihin voitiin toteuttaa. Muutettuja kaavoja ladottiin C- ja D-asetelmiin (KUVA 42 ja 43).



KUVA 40. Lasten housujen A-asetelma



KUVA 41. Lasten housujen B-asetelma



KUVA 42. Lasten housujen C-asetelma



KUVA 43. Lasten housujen D-asetelma

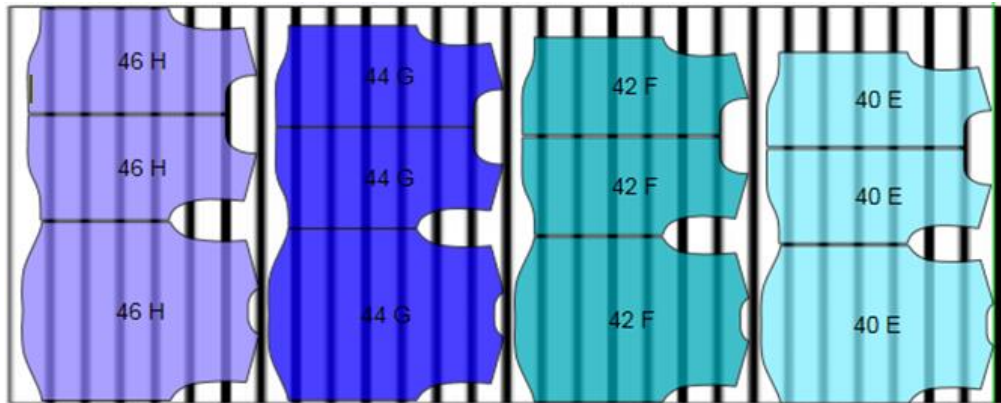
9.4 Muita asetelmakokeiluja

Tutkimuksessa tarkasteltiin yksiväristen ja yhdensuuntaisia kuvioita sisältävien kankaiden materiaalitehokkuutta. Tämän lisäksi asetelmakokeiluja tehtiin muille kuviokankaalle luomaan käsitystä kaavojen ladontatavoista. Varsinaisia hyöty- tai hukkaprocentteja ei laskettu.

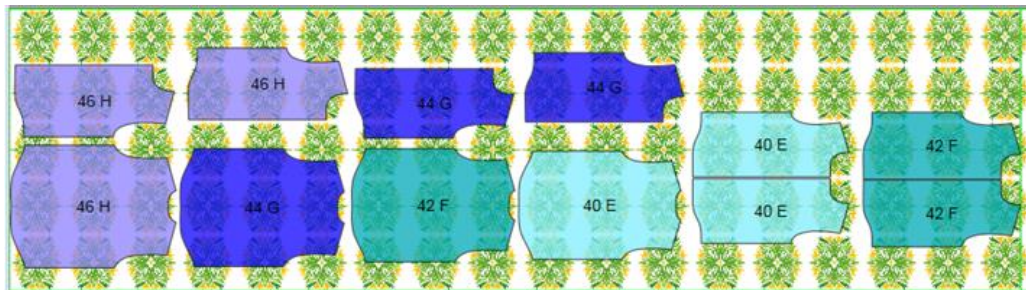
Raitakankaasta ladottiin esimerkki (KUVA 44), jossa kaavojen sivusaumat aseteltiin vierekkäin raitakuvion jatkuessa yhtenäisesti. Tällöin lopullisesta tuotteesta saadaan huolitellumman näköinen. Asetelmassa käytetyn kankaan leveydeksi määriteltiin tutkimuksen tapaan 150 senttimetriä. Suurimmassa kokoluokassa 46 kankaan hyötyleveys käytettiin maksimaalisesti, kun pienemmissä kokoluokissa materiaalihukkaa kertyi kankaan toiseen reunaan. Kaavojen ladonta ja kohdistus raidoituksen mukaan kankaan pituussuunnassa aiheutti myös hieman materiaalihukkaa.

Monisuuntaisesta kuviokankaasta ladottiin esimerkki (KUVA 45), jossa kuvioiden suuri koko vaikutti kaavojen kohdistamiseen ja ulkonäköön lopullisessa tuotteessa. Asetelmassa huomioitiin kuvioiden jatkuvuus myös vaakasuunnassa. Jokaisessa kokoluokassa pyrittiin kuviot kohdistamaan samalle tasolle, jolloin lopulliset tuotteet näyttävät samankaltaisilta koosta riippumatta. Tällaisessa asetelmavaihtoehdossa materiaalikulutus riippuu myös kankaan leveydestä, joka valitaan mahdollisuuksien mukaan tarkasti

asetelmaan sopivaksi. Tässä asetemassa käytettiin edellisen esimerkin tapaan 150 senttimetriä leveää kangasta, jolloin materiaalihukkaa syntyi kankaan molemmille sivuille. Mikäli kankaan leveydeksi olisi valittu 140 senttimetriä, materiaalihukkuus olisi parantunut merkittävästi.



KUVA 44. Kaavojen kohdistus toisiinsa nähden raidallisella kankaalla



KUVA 45. Kaavojen ladonta monisuuntaiselle kuviokankaalle

10 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimustulokset eriteltiin kaikista tuotteista yhteisiksi pylväskaavioiksi, joissa kuvattiin asetelmavaihtoehtojen materiaalitehokkuutta. Lisäksi vertailtiin kankaiden pituussuuntaista kulutusta. Näiden pohjalta laskettiin teoreettisesti saatava säästö suurempien tuotemäärien valmistuksessa. Lopuksi vertailtiin aikuisten ja lastenvaatteiden asetelmatehokkuutta etenkin pitkien vaatekappaleiden kuten housujen osalta.

10.1 Asetelmatehokkuus

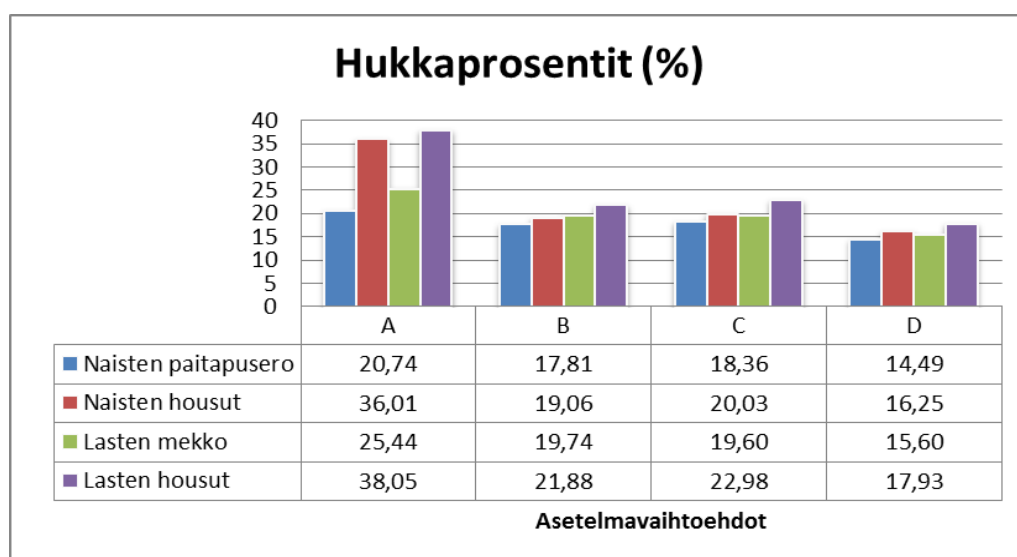
A-asetelmien hukkaprosentit (KUVIO 4) todettiin korkeaksi kaikilla tuotteilla, johtuen kokonaisten kaavojen yhdensuuntaisesta ladontatavasta yksisuuntaisia kuvioita sisältävälle kankaalle. Naisten paitapuseron kohdalla kankaan maksimaalinen leveyssuunnan hyödyntäminen rajoittui erityisesti hihan kaavojen muodosta johtuen, mikä näkyi yli 20 hukkaprosentin osuudella. Housuilla puolestaan luku kohosi suurimmillaan jopa 38 prosenttiin, johtuen pitkien lahkeiden tai vyötärökaitaleiden huonosta asetelmatehokkuudesta. Lasten mekossa miehustan A-linjainen muoto vaikeutti puolestaan kaavojen tehokasta asettelua kankaalle nostaen hukkaprosentin yli 25:een.

B-asetelmissä hyötyprosentit (KUVIO 5) kohosivat ja hukkaprosentit (KUVIO 4) saatiin laskemaan kankaan vaihtuessa kuvitteellisesti yksiväriseksi, jolloin kaavat ladottiin kahteen eri hyötysuuntaan. Naisten paitapuserosta kertyi materiaalihukkaa 17,81 prosenttia, mikä pieneni A-asetelmaan nähden 2,93 prosenttiyksikköä. Housujen kohdalla kuosien valinnalla todettiin olevan erityistä merkitystä, jolloin hukkaprosenteissa päästiin noin 20:nen tuntumaan laskien A-asetelmaan nähden lähes 17 prosenttiyksikköä. Lasten mekon asetelmasta kertyi materiaalihukkaa 19,74 prosenttia, mikä laski A-asetelmaan nähden 5,7 prosenttiyksikköä.

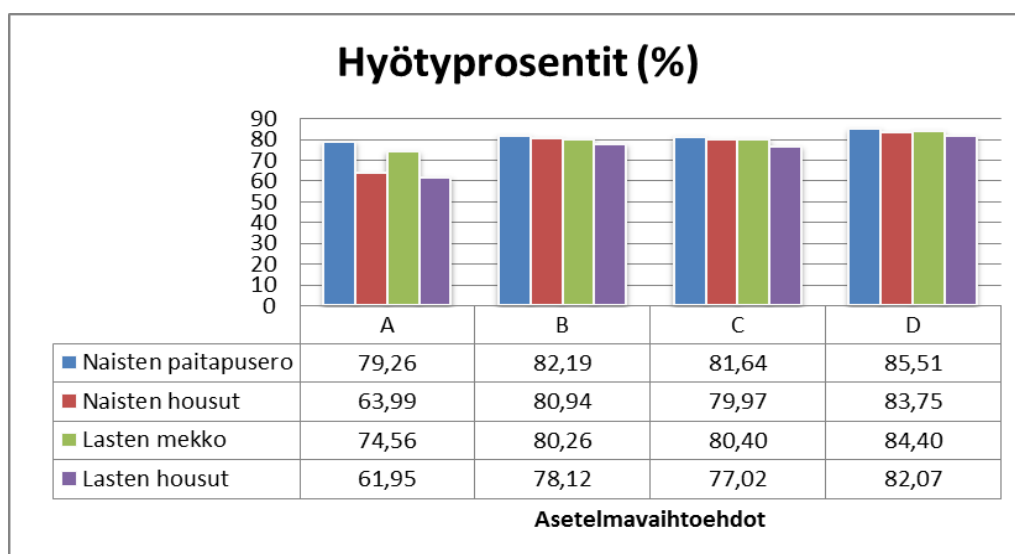
C-asetelmissä kaavojen leikkauksia lisättiin, jonka jälkeen ne ladottiin jälleen yhteen suuntaan A-asetelmien tapaan. Pelkästään kaavojen muutos katsottiin merkittäväksi kaikilla tuotteilla ja hukkaprosentit (KUVIO

4) käyttäytyivät samantapaisesti kuin B-asetelmissa, jossa kokonaiset kaavat ladottiin molempiin suuntiin. Tutkimustulos viittaa vahvasti kankaissa esiintyvien kuvioiden olevan yhtä suuressa merkityksessä asetelmatehokkuuden kannalta kuin kaavoitus ja siihen kohdistuvat muutokset. Ainoa poikkeus saatiin lasten mekon kohdalla, jossa hukkaprosentti laski 0,14 prosenttiyksikköä muiden tuotteiden hukkaprosenttien noustessa. Virhemarginaalin todennäköisyys manuaalisesti tehtyyn asetelmaan nähden täytyy kuitenkin huomioida tässä tutkimuksessa.

D-asetelmissa hyötyprosentit (KUVIO 5) nousivat kaikilla tuotteilla yli 83 prosenttiin ja hukkaprosenttien (KUVIO 4) osalta päästiin jo teollisen tuotannon 15 prosentin keskiarvon tuntumaan. Yksivärisen kankaan käyttö mahdollisti kaavojen ladonnan molempiin suuntiin ja asetelmissa käytettyjen yksittäisten kaavojen pienempi koko laski hukkaprosentteja tehokkaasti. Tutkimustulos todentaa kankaiden valinnan ja moniosaisten vaatteiden parhaan materiaalitehokkuuden muihin asetelmakokeiluihin nähden.



KUVIO 4. Hukkaprosentit tuotteiden eri asetelmavaihtoehdoissa



KUVIO 5. Hyötyprosentit tuotteiden eri asetelmavaihtoehdoissa

10.2 Kankaiden pituussuuntainen säästö eri asetelmissa

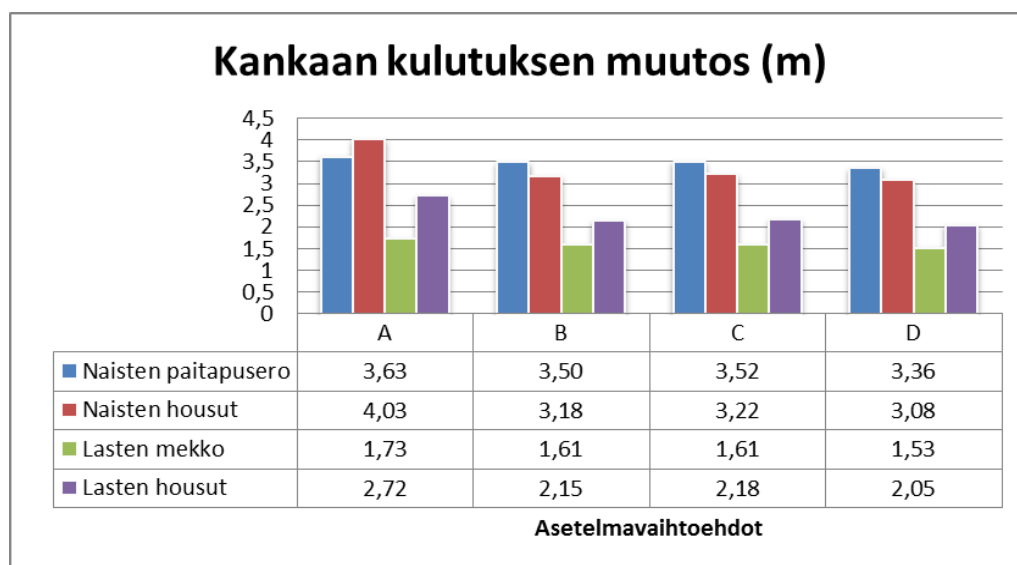
Naisten paitapuseron (KUVIO 6) kohdalla pelkästään peruskaavojen latominen molempiin suuntiin mahdollisti materiaalitehokkaamman työtavan ja säästöä syntyi kolmen tuotteen kohdalla 13 senttimetriä A- ja B-asetelmien välillä. Teoreettisesti tämä vastaa 100 tuotteen kohdalla 4,3 metriä ja tuhannen kohdalla 43,3 metriä. Asetelmien A ja D välillä, jossa kaavat muutettiin moniosaisiksi ja ladonta tapahtui yksiväriselle kankaalle molempiin suuntiin, saatiin kangaskulutus pieneneväksi kolmen tuotteen kohdalla pituussuunnassa 27 senttimetriä, jolloin tuhannen tuotteen säästökseen saadaan 90 metriä.

Naisten housujen (KUVIO 6) asetelmissa käytetyn kankaan pituussuuntainen kulutus nousi kolmen tuotteen kohdalla A-asetelmassa 4,03 metriin materiaalin kuvioinnin vuoksi, jolloin peruskaavat aseteltiin ainoastaan yhteen suuntaan. B-asetelmassa kulutus pieneni 3,18 metriin. Vaihtamalla kangasta yksiväriseksi ja latomalla kaavat molempiin suuntiin, saatiin säästöä kolmen tuotteen kohdalla peräti 85 senttimetriä A- ja B-asetelmien välillä. Teoreettisesti tämä vastaa 100 tuotteen kohdalla 28,3 metriä ja tuhannen kohdalla 283,3 metriä. Vertailemalla asetelmien A ja D

välistä kangaskulutusta saatiin kolmen tuotteen kohdalla 95 senttimetrin säästö ja tuhannen tuotteen säästökseksi jopa 316 metriä.

Lasten mekon (KUVIO 6) peruskaavojen materiaalitehokkaampi ladontatapa kahteen suuntaan tuotti viiden tuotteen kohdalla 12 senttimetrin säästön A- ja B-asetelmien välillä. Teoreettisesti tämä vastaa 100 tuotteen kohdalla 2,4 metriä ja tuhannen kohdalla 24 metriä. Asetelmien A ja D välillä kangaskulutus lyheni 20 senttimetriä viiden tuotteen kohdalla, jolloin tuhannen tuotteen säästökseksi saadaan 40 metriä.

Lasten housujen (KUVIO 6) kulutukseksi saatiin viiden tuotteen kohdalla A-asetelmassa 2,72 metriä ja B-asetelmassa 2,15 metriä. Kankaan valinnalla ja sitä kautta ladontatavan muutoksella syntyi viiden tuotteen kohdalla 57 senttimetrin säästö kankaan pituussuunnassa. Teoreettisesti tämä vastaa 100 tuotteen kohdalla 11,40 metriä ja tuhannen kohdalla 114 metriä. Asetelmien A ja D välillä kangaskulutus pieneni viiden tuotteen kohdalla 67 senttimetriä, jolloin tuhannen tuotteen säästökseksi saadaan 134 metriä.



KUVIO 6. Kankaan pituussuuntaiset kulutukset tuotteiden eri asetelmavaihtoehdoissa

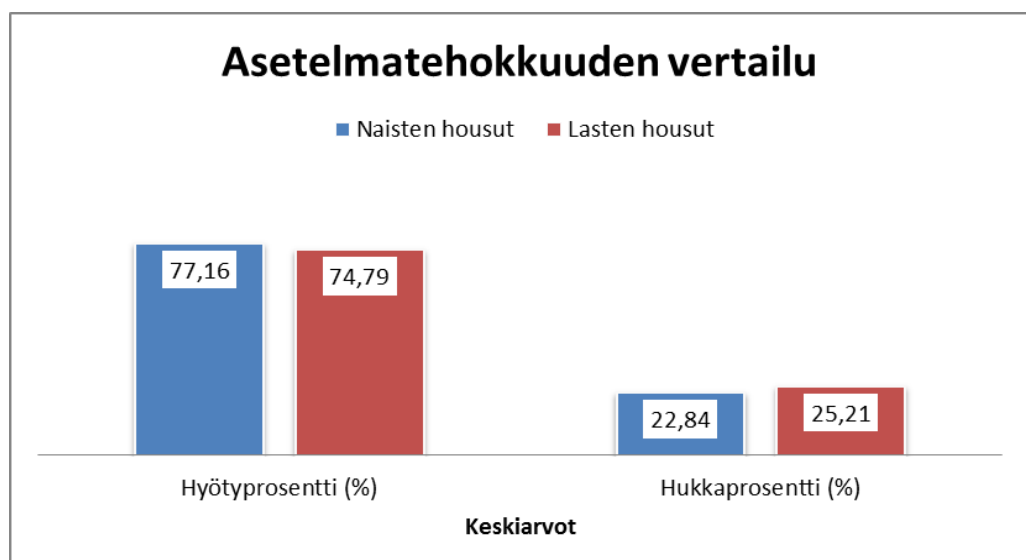
10.3 Aikuisten ja lastenvaatteiden asetelmahokkuuden vertailu

Aikuisten ja lastenvaatteet muistuttavat kaavoitukseltaan usein toisiaan. Tutkimuksessa mukana olleiden housujen asetelmahokkuutta vertailtiin samankaltaisten kaavamuotojen suhteen. Asetelmavaihtoehtoista laskettiin tuotekohtaiset hyöty- ja hukkaprosenttien keskiarvot:

Naisten housut: $(63,99 + 80,94 + 79,97 + 83,75) : 4 = 77,1625$

Lasten housut: $(61,95 + 78,12 + 77,02 + 82,07) : 4 = 74,7900$

Keskiarvot (KUVIO 7) erosivat toisiinsa nähden ainoastaan 2,37 prosenttiyksikköä. Tutkimustulos viittaa aikuisten ja lastenvaatteiden asetelmahokkuuden samankaltaisuuteen riippumatta kaavojen koosta tai yhteneväisestä 150 senttimetrin kangasleveydestä. Merkittäväksi tekijäksi nousee nimenomaan tuotteiden kaavamuoto.



KUVIO 7. Asetelmahokkuuden vertailu aikuisten ja lasten housujen kesken

10.4 Tutkimustulosten analysointi

Jokaisen asetelmakokeilun tekemiseen käytettiin runsaasti aikaa haettaessa mahdollisimman optimaalista materiaalitehokkuutta hyöty- ja hukkaprosenttien sekä kankaankulutuksen osalta. Tutkimuksessa ei kuitenkaan huomioitu kankaan mahdollisesta laakauksesta johtuvaa materiaalihukkaa.

Tutkimustuloksia tarkasteltaessa ilmeni, kuinka tuotteiden erilaisista kaavamuodoista ja kokoeroista huolimatta niiden asetelmatehokkuus käyttäytyi hyvin samantapaisesti toisiinsa nähden. Kaavoihin tehtiin sekä pysty- että vaakalinjaisia leikkauksia. Niiden suunnalla ei kuitenkaan katsottu olevan merkitystä lopullisten hyöty- ja hukkaprosenttien kannalta.

Kaavoituksen muuttaminen moniosaisiksi mahdollisti asetelmien tekemisen tiiviimmiksi, jolloin housujen asetelmatehokkuus kasvoi yli 15 prosenttiyksikköä. Muilla tuotteilla kaavoituksen muutoksen tuoma hyöty nousi lasten mekossa noin 6 prosenttiyksikköä ja naisten paitapuserossa hieman alle 3 prosenttiyksikköä.

Kangasta muuttamalla saatiin hyötyprosentit nousemaan ja materiaalihukka pienenemään. Kaavojen ladonta kahteen eri suuntaan mahdollisti tiiviimmän asetelman, jolloin housujen kohdalla saavutettiin lähes 17 prosenttiyksikön parannus, lasten mekon ja naisten paitapuseron kohdalla luvut säilyivät lähes identtisinä kuin kaavoituksesta saatava hyöty.

Tämän perusteella tehtiin mielenkiintoinen havainto, jossa kaavoitusta tai kangasta muuttamalla saatiin lähes yhteneväiset tutkimustulokset. Lisäksi huomioitiin kankaan pituussuuntaisen kulutuksen pysyneen lähes samanlaisena kaikilla tuotteilla, vaihdellen 0 – 4 senttimetrin välillä. Tämän perusteella voidaan todentaa kuvioden valinnan olevan yhtä tärkeässä roolissa, kuin kaavoituksen muuttaminen moniosaiseksi.

Muuttamalla molempia edellä mainittuja elementtejä päästiin jo hyvään lopputulokseen kankaan kokonaiskulutuksen kannalta. Oikea

kangasvalinta ja moniosainen kaavoitus mahdollistivat housujen kohdalla yli 20 prosenttiyksikön parannuksen asetelmatehokkuudessa, mitä voidaan pitää jo merkittävänä. Lasten mekon asetelmatehokkuus nousi lähes 10 prosenttiyksikköä ja naisten paitapuseron yli 6 prosenttiyksikköä.

Aikuisten ja lasten housujen asetelmatehokkuus todettiin hieman yllättäen hyvin samankaltaisiksi toisiinsa nähden, vaikka kankaan hyötyleveydeksi oli määritelty molemmissa tapauksissa 150 senttimetriä. Kaavojen suuret kokoerot eivät näyttäneet vaikuttavan asetelmien ladontaan vaan merkittäväksi tekijäksi nousivat nimenomaan kaavojen muodot, housujen sisältäessä pitkän lahjepituuden sekä kaarevat haarakoukut. Housut voidaan kaavoittaa myös käyttämällä erillistä haarakiilaa, jolloin niiden asetelmatehokkuus saadaan kasvamaan. Tekniikkaa sovelletaan erityisesti miesten housuihin ja suurempiin kokoluokkiin, sillä vartalonmyötäisissä malleissa se saattaa näkyä häiritsevästi.

Yleisesti ottaen pyöreiden ja kellomaisten kaavanmuotojen yhteensovittaminen ladonnassa tuottaa enemmän materiaalihukkaa, kuin suorien sivujen tiiviimpi asetelma. Toisaalta pitkien yksiosaisten tuotteiden kuten housujen asetelmatehokkuus voi jäädä erittäin heikoksi. Huonoimmassa tapauksessa niistä syntyvä kankaan pituussuuntainen kasvu voi nousta jopa lahkeen mittaiseksi. Tämän perusteella housujen materiaalivalintoihin on kiinnitettävä erityishuomiota ja suosittava kangasvaihtoehtoja, joille ladonta katsotaan mahdolliseksi molempiin suuntiin. Toisena vaihtoehtona voidaan asetelmat latoa mahdollisuuksien mukaan vain tiettyyn kohtaan kangasta, jolloin suurempi hukkapala voitaisiin hyödyntää myöhemmin toisaalla.

Housujen materiaalitehokkuutta on tutkittu myös Katja Kinnusen vuonna 2013 valmistuneessa opinnäytetyössä. Siinä pyrittiin jo kaavoituksessa huomioimaan mahdollisimman asetelmatehokas ladonta, jolloin housujen pienistä yksityiskohdista muodostuvilla kaavoilla vähennettiin materiaalihukan syntymistä. Lisäksi tutkimuksessa todettiin asetelmatehokkuuden parantuvan suurempien kokolajitelmien asetelmissa. (Kinnunen 2013, 32 – 36). Tämän perusteella housujen

asetelmiin ladotaan kankaan maksimaalisesta laakapituudesta riippuen mahdollisimman monta kokoluokkaa materiaalitehokkuuden parantamiseksi.

Tarkkaa kohdistusta vaativilla kankailla materiaalihukkaa kertyy yleensä muita kangasvaihtoehtoja enemmän. Tällaisissa tilanteissa voidaan asetelmiin liittää muita oheistuotteita asetelmatehokkuuden parantamiseksi. Tämä ei kuitenkaan ole aina mahdollista, sillä vaatetustehtaat ovat usein erikoistuneet vain tietynlaisten tuotteiden valmistukseen. Toisena vaihtoehtona voidaan kiinnittää huomiota kankaan hyötyleveyteen ja optimoida se asetelmiin sopivaksi. Tällöin kankaan kulutusta saadaan hallittua paremmin.

Kokonaismateriaalikulutuksen kannalta, johon lasketaan vaatteissa käytettävät langat, vetoketjut ja muut yksityiskohdat, täytyy kuitenkin pohtia lopullista kustannusrakennetta. Yksinkertaisemmassa tuotteessa säästetään työkustannuksien hinnassa, mutta kangaskulutukseltaan se nousee usein korkeammaksi.

11 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä perehdyttiin vaatetustekstiileiden valmistukseen liittyviin osa-alueisiin, joiden avulla materiaalitehokkuutta voidaan kokonaisuudessaan tehostaa. Tekstiilituotteissa yleisimmin käytetyt kuidut ovat puuvilla ja polyesteri, joista tehdään vaatteita, kodin- ja julkisten tilojen tekstiileitä sekä teollisuuteen ja rakentamiseen käytettäviä tuotteita. Puuvillan kasvatukseen käytetään uusiutuvia luonnonvaroja, jotka köyhdyttävät maaperää ja kuluttavat arvokkaita vesivaroja nimenomaan kehittyvissä maissa. Polyesterin valmistus kuluttaa puolestaan maapallon uusiutumattomia luonnonvaroja, vaikka sen kierrätettävyys nouseekin omaan luokkaansa kuidun rakenteen säilyessä lähes samanveroisena alkuperäiseen verrattuna.

Tekstiilituotteiden elinkaareen vaikuttavat niissä käytettävien materiaalien lisäksi tuotteiden muunneltavuus, huollettavuus ja jatkokäsittelymahdollisuudet kierrätyksen sekä uusiokäytön osalta. Kustannustehokkuus ja vuonna 2016 uudistuva jätelaki ovat saaneet yritykset pohtimaan toimintatapojensa uudistamista. Suurin osa vaateollisuuden tuotannosta on siirretty vuosien varrella kotimaasta Aasiaan tai Eurooppaan, joten toimintamallien muutokset ovat hyvin rajallisia, mutta eivät mahdottomia. Teettämällä elinkaariarviointi nähdään tarvitaanko tuotesuunnittelun tai valmistusprosessin suoraviivaistamista, jolloin käytettävien materiaalien hyödyntäminen voidaan jatkossa maksimoida.

Tekstiilituotteiden valmistus vaatii paljon erilaisia kemikaaleja, joista osa luokitellaan jopa syöpää aiheuttaviksi. Työssä tutkittiin, kuinka kemikaalien rekisteröintiä, arviointia ja lupamenettelyjä rajoitetaan muun muassa REACH-asetusten avulla. Lisäksi lainsäädännön avulla seurataan tekstiileissä käytettävän formaldehydin pitoisuuksia, jolloin ihmisille koituvia allergisia reaktioita voidaan välttää. Erityistä huomiota kiinnitetään suorassa ihokontaktissa oleviin tuotteisiin sekä lastenvaatteisiin.

Hyvällä tuotesuunnittelulla vaikutetaan materiaalitehokkuuteen ja kuluttajien ostokäyttäytymiseen monin eri tavoin. Tekstiilituotteissa käytettävien materiaalien ominaisuudet vaihtelevat kuitujen ja kankaan rakenteen mukaan. Tuotteiden ulkoasu ja kankaiden kuviointi nousevat tässä suhteessa avainasemaan, joilla parannetaan merkittävästi tuotteiden asetelmatehokkuutta ja kankaan kulutusta. Tämä vaatii kuitenkin asiaan ja alaan perehtymistä, jotta tietoa osataan käyttää hyväksi.

Perinteisen kaavoitustekniikan lisäksi opinnäytetyössä esiteltiin ZeroWaste -ideologiaa, jossa materiaalihukan osalta päästään lähes jätteettömään lopputulokseen. Tämän tekniikan käyttökokemukset ovat kuitenkin vielä alkuvaiheessa ja tuotannolliseen valmistukseen on pitkä matka. 3D-mallinnuksen avulla saavutetaan puolestaan materiaalisäästöä tarkastelemalla kaavoituksen ja sarjonnan onnistumista suoraan tietokoneen kuvaruudulta. Mallikappaleiden leikkaus, ompelu ja logistiset kustannukset säästyvät useiden työvaiheiden jäädessä pois.

Uudistuva jätelaki kieltää orgaanisten jätteiden viemisen kaatopaikoille, joten ylijäämämateriaalien kierrättäminen ja uusiokäyttö ovat käynnistäneet keskustelua Suomen ja EU:n alueiden kiertotalouden tehostamisen tarpeesta. Suomessa on tässä suhteessa päästy jo hyvään alkuun, vaikka kehitystyötä onkin vielä paljon edessä. Tämän tiimoilta tuotannon käyttämättömien materiaalivarastojen ja leikkuujätteen myyminen seuraaville yrityksille on tullut mahdolliseksi muun muassa materiaalipankin kautta.

Tämän lisäksi Suomessa on kehitelty uusia mielenkiintoisia teknologioita, joiden avulla etsitään korvaavia toimintatapoja säästämään luontoa ja sitä kautta materiaaleja. Tällä hetkellä selluloosasta pyritään valmistamaan korvaavia kuitumateriaaleja puuvillan tilalle. Työssä esitellyn Ioncell-F menetelmän avulla koivusta tuotetaan kuituja erittäin ympäristöystävällisesti ilman vaarallisia kemikaaleja. Lisäksi nanoteknologian odotetaan tulevaisuudessa parantavan materiaalitehokkuutta. Tällä innovaatioilla katsotaan kuitenkin olevan

varjopuolensa, joten jatkuva kehitystyö ja terveydellisten näkökantojen tutkiminen ovat lähitulevaisuuden tärkeimpiä tehtäviä.

Opinnäytetyön tutkimusosuudessa tehtyjen havaintojen perusteella kaavoituksella ja kankaiden valinnalla todettiin olevan yhtä suuri merkitys asetelmatehokkuuden kannalta. Lisäksi aikuisten ja lastenvaatteiden samankaltaisten kaavamuotojen asetelmatehokkuus todettiin yhteneväiseksi riippumatta kaavojen suuresta kokoerosta. Tutkimuksen perusteella todennettiin moniosaisten tuotteiden ja kahteen suuntaan ladottavien kankaiden yhdistämisen mahdollistavan parhaan mahdollisen materiaalitehokkuuden.

LÄHTEET

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

Clarke, S. 2011. Textile Design. London: Laurence King Publishing Ltd.

Dafecor. 2015. Dafecor [viitattu 19.4.2015]. Saatavissa: <http://www.dafecor.fi/>

Eberle, H., Hermeling, H., Hornberger, M., Kilgus, R., Menzer, D. & Ring, W. 2002. Ammattina vaate. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Elinkeinoelämän keskusliitto. 2008. Materiaalitehokas toiminta säästää luontoa ja rahaa [viitattu 21.4.2015]. Saatavissa: http://pda.ek.fi/www/fi/tutkimukset_julkaisut/2008/materiaalitehokkuus_WEB.pdf

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2015. Mitä tarkoittaa tuottajavastuu? [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://www.ely-keskus.fi/web/ely/-/mita-tarκοittaa-tuottajavastuu-#.VUnkTpNCb-o>

Fish, J. 2005. Designing and printing textiles. Ramsbury: The Crowood Press Ltd.

Gardetti, M. & Torres, A. 2013. Sustainability in fashion and textiles. Sheffield: Greenleaf Publishing Limited.

GlobeHope. 2015. Mikä on GlobeHope? [viitattu 17.4.2015]. Saatavissa: <https://www.globehope.com/fi/story/>

Halti. 2015. Kierrätysmateriaalit Haltilla [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://content.halti.fi/pages/materiaalit>

Harjunpää, R. & Kuoppala, U. 2001. Naisten vaatteiden sarjonta. Helsinki: Hakapaino Oy.

Hiltunen, E. & Hiltunen, K. 2014. Teknoelämää 2035. Helsinki: Talentum Media Oy.

Hinkkala, H. 2011. Tekstiili kierrätyksen esiselvitys. Poistotekstiilit [viitattu 5.5.2015]. Saatavissa:
<http://www.poistotekstiilit.fi/DowebEasyCMS/Sivusto/Dokumentit/TTY%20tekstiili kierr%C3%A4tysesitys%2022112011.pdf>

Hovi, S., Maahinen, H. & Niemi, K. 2013. Keskiajanpuvut. Livonia Print, Riika: Srt House.

Huttunen, H. 2014. Theseus: Tekstiiliteollisuuden leikkuujätteen määrä ja hyödyntäminen suomalaisessa vaatetus- ja tekstiiliteollisuudessa [viitattu 19.5.2015]. HAMK-opinnäytetyö. Saatavissa:
<https://www.theseus.fi/handle/10024/80325>

Härkäpää, M., Sykkö, S., Arjavirta, A. & Kemell-Kutvonen, M. 2012. Kuvioissa Marimekko. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Jokinen, A. 2010. Tampereen teknillinen yliopisto: 3D-ohjelmistot vaatetusteollisuudessa [viitattu 20.6.2015]. Diplomityö. Saatavissa:
<https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6829/jokinen.pdf?sequence=3>

Jolier. 2015. Reversible – two in one [viitattu 25.6.2015]. Saatavissa:
<http://www.jolier.com/reversible-dresses/>

Kierrätysverkko. 2015. Kiertotalouden toteuttaja [viitattu 16.4.2015]. Saatavissa: <http://kierratysverkko.fi/>

Kinnunen, K. 2013. Theseus: Rockin' Label-malliston tuotteiden työpajojen kehitys, kaavoitus ja sarjonta [viitattu 2.8.2015]. AMK-opinnäytetyö. Saatavissa:
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61140/Kinnunen_Katja.pdf?sequence=1

Laitsaari, M. 2013. Theseus: Zero waste-vaatteiden suunnittelu "no more seasons"-tuotemerkille [viitattu 25.5.2015]. AMK-opinnäytetyö. Saatavissa:
http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/57248/julkaistava_oppari.pdf?sequence=1

Laki Valtioneuvoston asetuksesta biohajoavan ja muun orgaanisen jätteen hyödyntämisestä maantäytössä koskevat erityiset rajoitukset 332/2013.

Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130332>

Laki Valtioneuvoston asetuksesta formaldehydin enimmäismääristä 233/2012. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120233>

Lindström. 2015. Tekstiilin elinkaari [viitattu 19.5.2015]. Saatavissa: <http://csr.lindstrom.fi/ymparisto/tekstiilin-elinkaari/>

Marimekko. 2015. Unikko 50 vuotta [viitattu 18.6.2015]. Saatavissa: <https://www.marimekko.fi/verkkokauppa/unikko-50-vuotta>

Nanso. 2015. Tekstiilien ympäristövaikutukset [viitattu 18.6.2015].

Saatavissa:

<http://www.nansogroup.com/vastuullisuus/ymparistovastuu/tekstiilien-ymparistovaikutukset>

Nurmi. 2015. Nurmi [viitattu 20.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.nurmiclothing.com/>

Parish, P. 2013. Pattern cutting: the architecture of fashion. London: Fairchild Books.

Pure Waste. 2015. Pure Waste. 100% recycled textiles [viitattu 17.4.2015].

Saatavissa: <http://www.purewaste.org/>

Raikas, K. 2008. Tekstiilimateriaalien käytön tehokkuus

huonekaluteollisuuden leikkuussa. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan laitos. Tekstiili- ja vaatetustekniikan opinnäytetyö.

Reima. 2015. Toimintatapamme [viitattu 25.6.2015]. Saatavissa:

<http://www.reimashop.fi/toimintatapamme>

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

Werner Söderström Osakeyhtiö.

SFS 4876. 1987. Tekstiilit. Kuitusisällön ilmoittaminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 14682. 2015. Lastenvaatteiden turvallisuus. Lastenvaatteiden nauhat ja kiristysnyörit. Vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Sitra. 2015. Miten tekstiiliala voi kasvaa kohti kiertotaloutta? [viitattu 22.5.2015]. Saatavissa: <http://www.sitra.fi/uutiset/kiertotalous/miten-tekstiiliala-voi-kasvaa-kohti-kiertotaloutta>

Suomen tekstiili & muoti. 2013. Muodin 3D-mallinnus säästää aikaa ja materiaalia [viitattu 19.6.2015]. Saatavissa: <http://www.stjm.fi/uutiset/muodin-3d-mallinnus-saastaa-aikaa-ja-materiaalia.html#.VYP840ZCb-o>

Suomen tekstiili & muoti. 2013. Tukesin tutkimissa lastenvaatteissa ei haitallisia kemikaaleja [viitattu 22.5.2015]. Saatavissa: <http://www.stjm.fi/uutiset/tukesin-tutkimissa-lastenvaatteissa-ei-haitallisia-kemikaaleja.html#.VV7o45NCb-o>

Suomen tekstiili & muoti. 2014. EU:ssa halutaan merkittävästi edistää kiertotaloutta [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://www.finatex.fi/uutiset/eussa-halutaan-merkittavasti-edistaa-kiertotaloutta.html#.VUmXmpNCb-p>

Suomen tekstiili & muoti. 2014. Tekstiili- ja vaateusteollisuus Finatex toimii aktiivisesti tekstiilien kierrätyksen edistämiseksi [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://www.finatex.fi/uutiset/tekstiili-ja-vaateusteollisuus-finatex-toimii-aktiivisesti-tekstiilien-kierrätyksen-edistämiseksi.html#.VUmnoqZNCb-o>

Suomen tekstiili & muoti. 2014. Vuoden suomalainen muotiteko Pure Waste Textiles Oy:lle [viitattu 17.4.2015]. Saatavissa: <http://www.finatex.fi/uutiset/vuoden-suomalainen-muotiteko-pure-waste-textiles-oylle.html#.VTDD0pNCb-o>

Suomen tekstiili & muoti. 2014. Zero waste –kaavoitustekniikalla säästetään merkittäviä määriä kangasta [viitattu 14.6.2015]. Saatavissa: <http://www.stjm.fi/uutiset/zero-waste-kaavoitustekniikalla-saastetaan-merkittavia-maaria-kangasta.html#.VX3VeEZCb-p>

Suomen tekstiili & muoti. 2015. Kokomerkinnot ja vertailutietoa [viitattu 14.6.2015]. Saatavissa: <http://www.stjm.fi/toimiala/tuotemerkinnot/muut-merkinnat/kokomerkinnot.html#.VX2pWUZCb-o>

Suomen tekstiili & muoti. 2015. Tilastot [viitattu 24.6.2015]. Saatavissa: <http://www.stjm.fi/toimiala/tilastot.html#.VYpaJEZCb-o>

Suomen ympäristökeskus. 2015. Tekstiilijätteen kierrätyksen mahdollisuudet ja esteet (TEXJÄTE) [viitattu 18.6.2015]. Saatavissa: <http://www.syke.fi/hankkeet/texjate>

Sustainable Apparel Coalition. 2015. The Higg Index [viitattu 18.6.2015]. Saatavissa: <http://apparelcoalition.org/the-higg-index/>

Talvenmaa, P. 2002. Tekstiilit ja ympäristö. Kajaani: Kainuun Sanomat Oy.

Tampereen teknillinen yliopisto. 2014. Miksi uusi vaate haisee? [viitattu 18.6.2015]. Saatavissa: <http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistosta/laitokset/materiaalioppi/ajankohtaista/miksi-uusi-vaate-haisee-p078244c2>

Teknologiateollisuus. 2012. Ympäristöosaaminen kilpailukyvyksi. Elinkaariarviointi (Life Cycle Assessment, LCA) [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://tech.teknologiateollisuus.fi/ymparistoosaaminen/elinkaariarviointi-life-cycle-assesment-lca>

Tekstiili- ja Muotialat. 2015. Vaatteiden tuottajavastuu ei lisää kierrätystä [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa: <http://www.textile.fi/pages/posts/vaatteiden-tuottajavastuu-ei-lisaeisi-kierraetystae-32.php>

Textile Finland. 2014. Uutuusliina herätti odotettua mielenkiintoa Gastro Helsingissä [viitattu 26.5.2015]. Saatavissa:

<http://tefismart.com/uutuusliina-heratti-odotettua-mielenkiintoa-gastro-helsingissa/>

Tiihonen, T. & Kivimäki, S. 2008. Matkalla muotoon. Tampere: Juvenes Print-Tampereen Yliopistopaino Oy.

Tukes. 2015. Reach-asetus [viitattu 23.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Teollisuus--ja-kuluttajakemikaalit/REACH---asetus/>

Tukes. 2015. Tekstiilit [viitattu 18.6.2015]. Saatavissa:

<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Tavaroiden-turvallisuusvaatimuksia/Tekstiilit/>

UTS. 2015. Dr Timo Rissanen [viitattu 16.6.2015]. Saatavissa:

<http://www.uts.edu.au/dr-timo-rissanen>

Vietto. 2015. Category: Muunneltavat vaatteet / convertible garments [viitattu 25.6.2015]. Saatavissa: <http://vietto.fi/category/muunneltavat-vaatteet-convertible-garments/>

VTT. 2013. Suomesta design-selluloosatuotteiden edelläkävijä [viitattu 5.5.2015]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/suomesta-design-selluloosatuotteiden-edell%C3%A4k%C3%A4vij%C3%A4>

VTT. 2014. Aktiviteetteja tekstiilien ja materiaalien kierrätykseen liittyen. Suomen Ympäristökeskus [viitattu 6.5.2015]. Saatavissa:

<http://www.syke.fi/fi->

[FI/Tutkimus__kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Tekstiilijatteen_kierratyksen_mahdollisuudet_ja_esteet_TEXJATE/Tekstiilijate_raakaaineena__tuotteita_ja_toimintamalleja_hyodyntamisen_tehostamiseksi_seminaari_462014](http://www.syke.fi/fi-FI/Tutkimus__kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Tekstiilijatteen_kierratyksen_mahdollisuudet_ja_esteet_TEXJATE/Tekstiilijate_raakaaineena__tuotteita_ja_toimintamalleja_hyodyntamisen_tehostamiseksi_seminaari_462014)

VTT. 2014. Jätetekstiilistä voi valmistaa jopa alkuperäistä parempaa kangasta [viitattu 5.5.2015]. Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/vtt-j%C3%A4tetekstiilist%C3%A4-voivalmistaa-jopa-alkuper%C3%A4ist%C3%A4-parempaa-kangasta1>

Yle. 2014. Etusivu. Vaatteita koivusta: selluloosasta tehty ekovaatekuitu tulee [viitattu 21.5.2015]. Saatavissa:

<http://yle.fi/aihe/artikkeli/2014/03/11/vaatteita-koivusta-selluloosasta-tehty-ekovaatekuitu-tulee>

