

TEKSTIILIEN 3D MALLINNUS

Tekstiilien tuntuominaisuuksien ja laskeutuvuuden määrittäminen V-Stitcher-ohjelmiston avulla

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Tekstiili- ja vaatetustekniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2011
Marlen Paananen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekstiili- ja vaatetustekniikka

PAANANEN, MARLEN: Tekstiilien 3D mallinnus
Tekstiilien tuntuominaisuuksien ja laskeutuvuuden
määrittäminen V-Stitcher- ohjelmiston avulla

Tekstiili- ja vaatetustekniikan opinnäytetyö, 41 sivua

Kevät 2011

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä selvitetään 3D-teknologiaa hyödyntävien sovellusten käyttöä vaatetusteollisuudessa. Työssä pyritään esittelemään kokonaisvaltaisesti V-Stitcher-mallinnusohjelman tarjoamia mahdollisuuksia vaatteiden simuloimisessa ja erityisesti eri kangastyypin laskeutuvuuden analysoinnissa.

3D-mallinnuksella viitataan realistisen kolmiulotteisen simuloinnin tuottamiseen kehittyneen tietokonegrafiikan avulla. Tässä työssä erilaisia mallinnustapoja on esitelty ja vertailtu keskenään kiinnittäen samalla huomiota näiden sovellusten sopivuuteen erityisesti vaatetusteollisuuden alalla ilmenevien mallinnusongelmien ratkaisuihin. Pehmeiden, joustavien ja tuntuominaisuuksiltaan haasteellisten kangaiden mallintaminen ei ole aivan yksinkertaista edes kaikkein kehittyneimmällä tekniikalla. Huomiota kiinnitetään lisäksi 3D-mallinnuksen tuomiin mahdollisuuksiin ja haasteisiin esimerkiksi tuotekehittelyn ja markkinoinnin aloilla.

Vaatteiden suunnittelussa on tärkeää saada mallinnettua tekstiilien tuntuominaisuuksia ja laskeutumista todentuntuisella tavalla. Tässä tutkimuksessa on selvitetty V-Stitcher ohjelmiston avulla, mitkä tekijät vaikuttavat simulaation onnistumiseen ja miten päästään parhaaseen lopputulokseen. Simulointia varten tarpeellisten ominaisuuksien, tekstiilien parametrien ja teknis-fysikaalisten suureiden keräämiseen käytettäviä laitteistoja ja työkaluja sekä näillä saatuja mittatuloksia on esitelty.

Työssä on suoritettu kolme simulointikokeilua V-Stitcher -mallinnusohjelmalla eri materiaaleilla samaa pohjakaavaa hyödyntäen. Tarkoitus on ollut tutkia vaatteiden tuntuominaisuuksien ja laskeutuneisuuden mallintamisen todenmukaisuutta. Oikean vaatteiden ja simuloidun vaatteiden eron havainnollistamiseksi on ommeltu mekko kolmesta erilaisesta näytekankaasta ja tarkasteltu niiden eroja virtuaalisiin malleihin.

Avainsanat: tekstiilit, 3D, mallinnus, tuntuominaisuudet, suunnitteluprosessi, vaatteiden visualisointi

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

PAANANEN, MARLEN: Clothing simulation in 3D
Defining the hand properties and drape of fabrics with
the help of V-Stitcher

Bachelor's Thesis in Textile and Clothing Technology, 41 pages

Spring 2011

ABSTRACT

This thesis aims to explain the implementation of applications using 3D technology in the clothing industry. A modelling software called V-Stitcher is being reviewed in terms of its ability to effectively simulate the forms of textiles and its usefulness of analysing the drapes of different fabric materials.

3D modelling refers to various ways of producing realistic simulations using highly developed computer-graphics programs. In this thesis, these technologies are examined, and their adaptability for resolving various modelling difficulties in clothing industries is compared. Even with the most sophisticated technologies, modelling soft, elastic and physically challenging fabrics is not very easy. Attention is especially directed to the possibilities and issues that 3D modelling poses to research and marketing processes.

It is important to be able to simulate the feel and the drape of the fabrics correctly. This thesis presents with the help of V-Stitcher program which variables contribute to a successful simulation of the fabric and how to achieve the best possible result.

Instruments, test methods, textile parameters and physical magnitudes required for fabric simulation as well as test results are being presented.

Three simulation experiments have been made in V-Stitcher garment design application using the same pattern but three different fabrics. The purpose was to study how accurately the hand properties and the drape of the fabric materials simulate in a 3D environment. To examine and to demonstrate the differences between real garment and a simulated one, a dress was made out of three different fabrics, and comparison between the real garments and the simulated ones was made.

Keywords: textiles, 3D, simulation, fabric drape, hand properties, visualization of garments, design process

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	3D-MALLINNUS	3
2.1.1	Reunasärmäkuvaus	3
2.1.2	Pintakuvaus	4
2.1.3	Tilavuuskuvaus (3D)	4
2.2	Yleistä 3D- mallinnuksesta	4
2.3	Materiaalit ja teksturointi	5
2.4	Renderöinti	6
2.5	3D-suunnittelun edut ja haitat	6
2.5.1	3D-teknologian haasteet	7
2.5.2	Vaatimukset käytettävältä laitteistolta	7
2.6	Muotoilu ja tuotekehitys	8
2.7	Erityiset hyödyt vaatetusteollisuudessa	8
3	3D-SIMULOINTIIN TARVITTAVIA TIETOJA JA TESTAUSLAITTEITA	10
3.1	3D-simulointiin tarvittavia tietoja ja testauslaitteita	10
3.1.1	FAST	11
3.1.2	KAWABATA	12
3.1.3	FTK 13	
3.2	Kankaan ominaisuuksiin vaikuttavat faktorit	13
3.3	FAST Converter -muunnosohjelma	14
3.4	Kokeilussa käytetyt kankaat	15
3.5	Kokeilussa käytetyille kankaille tehtyjen testien tulokset	16
4	V-STITCHER 3D-MALLINNUSOHJELMA	17
5	SIMULOINTIKOKEILUT	21
5.1	Mallinnukset sifongilla	22
5.2	Mallinnukset villakankaalla	26
5.3	Mallinnukset puuvillalla	31
5.4	Yhteenvedo tuloksista	34
6	MUUT VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	35
6.1	Saumet	35

6.2	Vuori ja tukikankaat	36
6.3	Käytettävän laitteiston kunto ja ominaisuudet	36
7	YHTEENVETO	37
7.1	Mahdollisuudet V-Stitcher-ohjelmassa	37
7.2	Mahdollisuudet ja haasteet 3D-mallinnuksessa	38
	LÄHTEET	41

1 JOHDANTO

Vaatetuksen käyttömukavuuden ja laadun määrittämisen kannalta tunnulla on keskeinen osuus. Tällöin viitataan tiettyjen fysikaalisten ja kemiallisten variaabelien välisiin vaikutuksiin. Tärkeimpiä näistä laatuominaisuuksista ovat mm. jäykkyys, taipuisuus, joustavuus, pehmeys, täyteläisyys ja kimmoisuus (Jylhä 1988). Olennaista on loppukäytön ohella kiinnittää huomiota työstettävyyden helppouteen; tällä on samalla vaikutusta viimeistellyn tuotteen logistiseen tuotantoon ja hintavuuteen.

Tuntuominaisuuksien ja laadun arviointi on viime aikoina kehittynyt 3d – mallinnuksen avulla. Tutkimus ja tuotekehitys ja globaalit kauppavirrat asettavat objektiiviselle määrittelylle entistä suurempia paineita. Toimitetun työn on vastattava alkuun esiteltyä näytettä, eikä laadunvalvonnan kehittämisessä tai työstämismenetelmien optimoinnissakaan ole objektiivisesta ja standardoidusta ominaisuuksien mallinnuksesta haittaa. Tuotteiden ominaisuuksien on nykypäivänä oltava pysyviä.

Uusilla laitteistoilla suoritettavilla mittauksilla tekstiilituotteiden luokittelu perustuen esimerkiksi venymään, vinoutumiseen, puristuvuuteen ja pintakitkaan onnistuu helposti. Enää ei tarvitse tyytyä subjektiiviseen hypistelyyn ja mielipiteenluontiin (joka vaatii välitettävää tietoa antaakseen vuosien kokemuksen ja kulttuuristen ja kielellisten rajoitteiden puutetta), vaan tietokoneohjelma ajaa saman asian lukuarvopohjaisesti ja yksiselitteisesti. Fysikaalinen laite on aina selkeämpi keino kuin saman ilmasto- ja kulttuurialueen asiantuntijoista koottu paneeli. Laitteiston ja ammattilaisten määrittämien suureiden avulla muodostetaan mekaaninen mittari halutun ominaisuuden määrittelemiseksi. Tällä tavalla tulee ohjelmistossa huomioiduksi sekä asiantuntijan fysikaalinen aistimus ja perusominaisuus (esim. taivutusjäykkyys) että materiaallinen laadun yksityiskohtaisempia piirteitä, kuten täyteläisyys tai laskeutumisjäykkyys ym. (Jylhä 1988).

Näin helpottuvat sekä perustekstiiliteollisuuden kehitysprosessit ja hintalaatusuhteen analyysi sekä suunnittelu- ja laatuoptimoinnin opettaminen koulutustarpeisiin. Uusien tuotteiden viimeistely ja onnistuminen voidaan ohjelmalla var-

mistaa ja suunnitella jo ennen tuotannon aloittamista; näin laatuparametreilla on pelkkien tuntuominaisuuksien määrittelyn ohella paljon muutakin soveltavaa käyttöä.

2 3D-MALLINNUS

Valmistettavaa tuotetta voidaan tarkastella kolmiulotteisessa avaruudessa siten, että 3D-malli vastaa ulkonäöltään ja ominaisuuksiltaan alkuperäistä, ja sen hahmottaminen on selkeämpää kuin 2D-kuvassa. Toisin sanoen kappaleet, osat ja kokoonpano ovat ilmiänsuhtaan mahdollisimman realistisia, ja niille annetaan kaikki valmistettavan tuotteen fysikaalis-mekaaniset ominaisuudet. (Tuhola & Viitanen 2008.)

3D-kuva koostuu kolmesta ulottuvuudesta, pituudesta, leveydestä ja korkeudesta. Kolmiulotteisen kuvion työstäminen kolmiulotteisessa avaruudessa muistuttaa tyyliltään lähinnä osista kasaamista (juuri siksi termi mallinnus). Tässä työssä käytetty V-Stitcher ohjelma ja suurin osa muistakin nykyaikaisista vastaavista ohjelmista on piirrepohjaisia. Tällä viitataan siihen, että 3D-malli koostuu useista pienemmistä toisiinsa kiinnittyneistä piirteistä, jotka ovat usein geometrinen peruskuvioiden, kuten pallo tai kuutio muotoisia. Piirrepohjaisuuden ansiosta jokaiselle mallille syntyy niin sanottu historiapuu, johon tallentuvat kyseisen mallin rakenne ja historia, jolloin mallin esittäminen eri koossa tai sen yleinen muuttaminen helpottuu. (Niemi 2011, Jokinen 2010)

2.1.1 Reunasärmäkuvaus

Yksinkertaisin malli on ns. reunasärmäkuvaus ("rautalankamalli"), jolloin näkyvissä ovat vain ääriviivat. Kohdistuspisteet ovat helposti määritettävissä tasojen läpi mihin tahansa rautalankamallin pisteeseen. Huonoina puolina voidaan nähdä pintojen etäisyyksien hahmottamisen, asentojen ja suuntien havainnoimisen ja esityksen yleinen visuaalinen sekavuus (Tuhola & Viitanen 2008). Yksinkertaisuutensa takia rautalankamalli soveltuu nykyisin lähinnä ensimmäisen vaiheen luonnoskuviksi. "Käytännössä esimerkiksi erilaisia saumatyyppejä kuvaavat poikileikkauskuvat voidaan numeroida ja kunkin saumatyyppin numero merkitään

paikalleen rautalankamalliksi luokiteltavaan kuvaan” (Jokinen 2010). Tällöin on kyse usein tavallisesta 2D-piirroksista.

2.1.2 Pintakuvaus

Pintamallissa voidaan työstää kaikkia tuotteessa näkyvissä olevia pintarakenteita, mutta vain niitä. Menetelmä on yleisesti käytössä valettavien ja pursotettavien tuotteiden, esimerkiksi lasi ja keramiikkateollisuuden prosesseissa, joissa objektin tilavaikutelman hahmottaminen ja helpohko muotoilu ilman työkaluja on avainasemassa. Vaatetusteollisuudessa menetelmä ei ole kovin käytännöllinen (Tuhola & Viitanen 2008). Pintamalli ei pysty esittämään ulko- ja sisäpintojen välisiä poikkileikkauksia, joten sen käyttö soveltuu vaatetusteollisuudessa lähinnä yksinkertaistavaan kuvaukseen, ei kuitenkaan esimerkiksi tuotekehitykseen.

2.1.3 Tilavuuskuvaus (3D)

Tilavuusmallissa on näkyvissä kaikki malliin koottu tieto, esimerkiksi pintojen ja tasojen ulkonäöstä sekä mallissa olevista mahdollisista materiaaliaukoista. 3D-mallinnus on esitystavoista totuudenmukaisin ja selkeän havainnollinen. Ainoana heikkoutena voidaan pitää sitä, että tarttumapintojen valitseminen kulloinkin ruudulla näkyvien tasojen läpi ei ole useimmilla ohjelmistoilla mahdollista ilman mallin hankaa siirtelyä ja pyöryttelyä (Tuhola & Viitanen 2008).

Kaikkien edellä mainittujen tapojen yhdistely on suhteellisen helppoa. Tuotetta visuaalisesti mallinnettaessa varsinkin kun lähes kaikissa 3D-mallinnusohjelmissa on sisäänrakennettuna helpot komennot eri tarkastelutapoja varten.

2.2 Yleistä 3D- mallinnuksesta

3D-mallien rakentaminen tehdään usein niin kutsutusta mesh-verkosta. Tällöin on kyse pinnoista, jotka jakavat naapuripintojensa kanssa vähintään yhden kärkipis-

teen. Verkkoa muotoillaan siirtelemällä kärkipisteitä joko yksittäin, ryhmänä tai jonkin 3D-sovelluksessa olevan muokkaustoiminnan kautta (Eilola 2009). Samoja muotoja ei ole tarpeen mallintaa kuin kerran, tarvittava määrä voidaan helposti kopioida alkuperäiskappaleista. Mesh-verkon tiheys taas määrittää mallinnuksen tarkkuuden asteen. (Lehtovirta & Nuutinen 2000.)

2.3 Materiaalit ja teksturointi

Jotta malliin saataisiin luonnollisen materiaalin ilmiäsu, on 3D-visualisoinnissa käytettävä geometrisen mallin perusmuodon pinnoittamista eli teksturointia. Pintakuviointilla voidaan säädellä pintojen tasaisuutta, tasavärisyyttä, väriä joko ilman suoraa valokontaktia tai vaihtoehtoisesti väriä kirkkaimmassa kohdassa, opasiteettia eli materiaalin läpinäkyvyyttä, kiiltävyyttä ja mahdollisia 3D-muotoiluja. (Eilola 2009, Jokinen 2010). Pinnoittaminen onnistuu useimmiten ohjelmistojen omilla teksturointivalikoilla, mutta tarpeen vaatiessa voidaan materiaalit piirtää itse kuvankäsittelyohjelmalla tai vaihtoehtoisesti valokuvaamalla kappaleen aitoa pintamateriaalia (Jokinen 2010). Vaatteita mallinnettaessa teksturoinnilla saadaan kankaan pintaan asetettua esimerkiksi painoprinttejä, logoja ja pintojen ominaisuuksia saadaan realistisemmin näkyviin (esimerkiksi liukas satiipinta erottuu hyvin pehmeästä samettipinnasta) (Jokinen 2010). Mallinnuksen tunnelman ja kulloinkin haetun visuaalisuuden kannalta valaistuksella on suuri merkitys. Valon suunnalla ja varjojen peittävyysalueilla saadaan hyvin korostettua haluttuja seikoja. Hyvin suunnitelluilla valaistuselementeillä saadaan tarpeen tullen kompensoitua 3D-mallissa mahdollisesti olevia puutteita. Näin ollen 3D-sovellusten valoasettelu ylittää monin paikoin ammattimaisten studiovalokuvausten lopputulokset. (Lehtovirta & Nuutinen 2000.)

3D-mallien mahdollisina heikkoina puolina voidaan nähdä väripaletin liiallinen tasaisuus ja puhtoisuus (Lehtovirta & Nuutinen). Kuten V-Stitcher-kokeilussani havaitsin, myöskään pintojen tasaisuus ja rypytyneisyys eivät antaneet täysin luonnollista vaikutelmaa.

Kuvan liiallisen siisteyden vuoksi syntyneen hieman epärealistisen vaikutelman pystyy toki nykyisillä sovelluksilla usein jälkikäsittelemään, millä voidaan tuoda mallin muotoihin ja materiaaleihin luonnollisuutta lisää. Jälkikäsitteilytekniikassa on se hyvä puoli, että kuvan korjailu esimerkiksi Photoshopissa on vähemmän aikaa vievää ja kevyempää kuin muokkaus itse raskaissa 3D-ohjelmistoissa. (Lehtovirta & Nuutinen 2000.)

2.4 Renderöinti

”Renderaus on mallinnuksen vaihe, jossa tietokone muodostaa mallinnetun kuvan laskemalla yhteen sille annetut tiedot kappaleiden muodoista, tekstuureista ja liikkeistä sekä valoista ja niiden langettamista valoista” (Eilola 2009). Tämän jälkeen kannatta kiinnittää huomiota muun muassa seuraaviin seikkoihin:

- Pinnan reunojen kohtaamisiin pitää luoda eloisuutta ja kolmiulotteisuuden tuntua.
- Kuvan tarkkuudella ja resoluutiolla voidaan lisätä objektien etäisyyden hahmottamista ja kolmiulotteisuutta.
- Heijastuksilla ja loisteilla saadaan myös haluttuja korostuksia esille.
- Realismin tuntua malliin tuo myös epäpuhtauksien lisääminen varsinkin muotojen notkelmiin.
- Kuvaa rajaamalla voidaan keskittyä olennaiseen informaatioon.
- Kuvaan voidaan yhdistää toisia kuvia tai objekteja.

(Lehtovirta & Nuutinen 2000)

2.5 3D-suunnittelun edut ja haitat

Käyttämällä 3D-mallinnusta voidaan nopeuttaa suunnitteluprosessia, vähentää suunnittelussa ilmeneviä virheitä ja niistä johtuvia viivästyksiä; samalla on mahdollista saavuttaa merkittävää taloudellista hyötyä ja kilpailuaseman parantumista. Ensisijainen hyöty saavutetaan ajansäästössä ja protokappaleiden määrän vähentymisessä. 3D-mallinnuksien hyödyntäminen varsinkin tiedotuksen ja mainonnan

alalla on viime aikoina lisääntynyt, koska viestintämaisema on muuttunut tunnelmallisemmaksi ja mielikuvapainotteisemmaksi (Torikka 2010). Toisaalta taas 3D-malli itsessään on kuvaa helpommin varioitavissa, pyöriteltävissä ja sommiteltavissa, eikä visioiden toteuttamiseen vaadita vaikeita ulkoisia kuvausjärjestelyjä. (Lehtovirta & Nuutinen 2000.)

Internetissä tapahtuvassa kaupankäynnissä pienessä ajassa ja tilassa esitelty 3D-sisältö antaa tutkitusti tuotteesta tavallista kuvaa enemmän informaatiota ja johtaa myös todennäköisemmin pysyvään asiakassuhteeseen. Juuri interaktiivisuutensa ansiosta 3D-media pystyy yhdistämään kuvallisen esityksen luontevasti käyttäjän omiin toimiin ja valintoihin sekä antaa samalla mahdollisuuden tarkastella tuotetta juuri kulloinkin haluttujen parametrien valossa. Yleensäkin markkinointitutkimuksissa on todettu tarkastelun vapauden pitävän asiakkaan mielenkiintoa pidempään yllä (Lehtovirta & Nuutinen 2000).

2.5.1 3D-teknologian haasteet

3D-suunnittelun nopeus riippuu paljolti siitä, kuka ohjelmistoa käyttää ja minkälaisia tuotteita sillä suunnitellaan. Uuteen ohjelmaan siirryttäessä kuluu aikaa uudelleen kouluttautumiseen ja ohjelmaan totuttelemiseen. Mikäli ohjelmaa käytetään ainoastaan yhden yksittäisen tuotteen kehittämiseen, aikaa voi kulua jopa enemmän kuin vanhoilla keinoilla. Suurin hyöty uudella teknologialla saadaan erilaisia tuoteperheitä (samaa materiaali ja perusmuoto) suunnitellessa. Tekstiilimateriaalien ominaispiirteet, kuten pehmeys, laskeutuvuus ja hankala mallinnettavuus hankaloittavat yleisestikin vaateen valmistuksen automatisointia. (Jokinen 2010.)

2.5.2 Vaatimukset käytettävältä laitteistolta

Piirrepohjaiset mallinnusohjelmat vaativat tietokoneelta paljon laskentatehoa. Vanhentunutta tekniikka käytettäessä prosessi voi kestää kauan, ja simuloitu lopputulos voi näyttää vääristyneeltä (kuviot 12, 18 & 24). Muun muassa prosessori-

nopeus, kovalevyn tyyppi ja suorituskky, muistin koko ja nopeus, näytönohjain ja väylänopeudet vaikuttavat tietokoneen suoritustehoon. Muistin loppuessa 3D-ohjelman suorituskky heikkenee huomattavasti ja vanhentunut näytönohjain voi johtaa näytön nykimiseen. (Jokinen 2010.)

2.6 Muotoilu ja tuotekehitys

Muotoilun ja tuotekehittelyn aloilla 3D-mallinnus pääsee parhaiten oikeuksiinsa. Erilaisilla ohjelmistoilla muotoilijat pääsevät toteuttamaan itseään ja testaamaan tuotteitaan jo kehitysvaiheessa. Erilaisilla luonnoksilla tuotteen toiminnallisuutta ja teknis-visuaalisia ratkaisuja päästään kehittämään huolella, jolloin huolellisen ja pitkällisen prosessin seurauksena syntyy todennäköisesti toimivia lopputuotteita ja –ratkaisuja. Suunnittelun nykyaikaisen kommunikatiivisen ja eri sidosryhmät huomioivan työotteen kannalta 3D-ohjelmat ovat erinomaisia työkaluja fyysisesti kaukanakin sijaitsevien tiimityöläisten väliseen yhteistyöhön. Sovelluksilla voidaan helposti sommitella erilaisista väri- ja materiaaliyhdistelmistä koottuja tuotteita jo prosessin alkuvaiheissa suhteellisen mutkattomasti. (Lehtovirta & Nuutinen 2000.)

Lähes valmiiden tuotteiden ja ratkaisujen toimivuuden ja viimeistellyn estetiikan testaaminen kulloinkin oikeilla kohderyhmillä ja markkina-alueilla on tietotekniikan avulla helposti toteutettavissa. Enää ei tarvitse palautetta saadakseen rakentaa kalliita näköiskappaleita ainakaan tuotantoprosessin jokaisessa vaiheessa. (Lehtovirta & Nuutinen 2000.)

2.7 Erityiset hyödyt vaatetusteollisuudessa

Tekstiiliteollisuudessa erityisen ongelmallista on vaatteesta valmistettavien fyysisten mallikappaleiden määrä; vaatteelle halutusta laatutasosta riippuen protoja saatetaan joutua tekemään jopa kymmenittäin (Eilola 2009). Vaatemalliston menestymisen kannalta protojen valmistuksella on keskeinen osa, ja 3D-teknologian ansiosta tämän valmistusvaiheen tehokkuuteen ja kustannustasoon voidaan mer-

kittävästi vaikuttaa. 3D-järjestelmien avulla kaavojen sarjonta ja leikkuuasetelmien tekeminen tarkentuvat suhteessa perinteisiin menetelmiin. 3D-mallinnusratkaisut mahdollistavat kaikkien yrityksen sisäisten osastojen ja ammattiryhmien (suunnittelijat, kaavoittajat, markkinointi) välisen yhteistyön ja prosessin seuraamisen ja siihen vaikuttamisen. Mallistot ovat helposti yhtenäistettävissä, ja yhteen sovitettavissa, ja niiden markkinointi ja myynti on mahdollista toteuttaa innovatiivisemmalla tavalla. Koska kankaat ovat luonteeltaan pehmeitä ja joustavia, niitä on vaikeampaa mallintaa totuudenmukaisesti kuin muilla teollisuudenaloilla käytettäviä kiinteitä materiaaleja. (Jokinen 2010.)

3 3D-SIMULOINTIIN TARVITTAVIA TIETOJA JA TESTAUSLAITTEITA

Jotta vaate saataisiin näyttämään aitoa kappaletta vastaavalta myös virtuaalisena mallinna, on 3D-mallinnusohjelmiin syötettävä kaavojen lisäksi erinäistä kangasta kuvaavia arvoja. Tässä työssä käytetään Browzwear V-Stitcher-ohjelmaa havainnollistamaan, minkälaisia eroavaisuuksia kankaan ulkonäössä ja laskeutuvuudessa voi olla 3D-mallissa.

Työssä käytetyn mekon malli on valittu niin, että se kuvaisi mahdollisimman hyvin sekä kankaan laskeutuvuutta kuin myös vartalonmyötäisten vaatteiden istuvuutta. Kaavat ovat piirretty AccuMark kaavanpiirto-ohjelmalla peruskaavaa pohjana käyttäen koossa 40, minkä jälkeen kaavat on tuotu V-Stitcher ohjelmaan (kuvio 3), ommeltu virtuaalisesti yhteen (kuvio 4) ja sovitettu virtuaalisen mallin eli avatarin päälle (kuvio 5). Samasta kaavasta on ommeltu mekko käyttämällä kolmea erilaista kangasta, jotta erot laskeutuvuudessa tulisivat mahdollisimman hyvin esille. Kankaat on testattu FAST-testauslaitteilla ja tulokset syötetty V-Stitcher ohjelmaan. Vertailun vuoksi on käytetty myös V-Stitcherin oman tietokannan valikoimista valmiita kangasvaihtoehtoja, jotka menevät mahdollisimman lähelle käytettyjen kankaiden ominaisuuksia.

3.1 3D-simulointiin tarvittavia tietoja ja testauslaitteita

Jotta virtuaalinen vaate näyttäisi mahdollisimman paljon siltä, miltä oikea valmistettava vaate näyttää, on V-Stitcheriin syötettävä kankaasta erilaisia tietoja. Näitä tietoja voi saada joko suoraan kankaan valmistajalta, käyttämällä Browzwearin omaa FTK-kankaantestauslaitteistoa (kuvio 1) tai testaamalla kangas jollain yleisellä kankaantestaukseen tarkoitettulla testillä tai laitteella kuten FAST ja KES.

3.1.1 FAST

FAST- (Fabric Assurance by Simple Testing) menetelmä mittaa kankaan mekaanisia ominaisuuksia, tuntua, muodonpitävyyttä ja käsiteltävyyttä prässättäessä, jotta voitaisiin ennustaa kankaan käyttäytyminen valmistuksen aikana ja lopullisen vaateen ulkonäkö. Menetelmää käyttäen yritetään objektiivisesti mitata kankaan fysikaalisia ominaisuuksia ja tuntuominaisuuksia. Massa, paksuus, venyvyys, kuituvuus ja taipumisjäykkyys ovat ominaisuuksia, jotka vaikuttavat ulkonäön lisäksi vahvasti myös valmistukseen ja viimeistelyyn kuluvaan aikaan. Kokoonpuristuvuus, pinnan epäsäännöllinen tekstuuri, kitka ja laskeutuvuus vaikuttavat vaateen ulkonäköön ja tuntuun. Ominaisuudet, kuten nyppyyntyminen, ryppyntyminen, pinnan kuluminen ja kiilto, vaikuttavat lähinnä vaateen ulkonäköön ja käytön miellyttävyyteen. Laitteisto mittaa

- kankaan kokoonpuristuvuutta painoilla 2 g/cm² ja 100 g/cm², tämä testi tehdään käsittelemättömälle kankaalle ja testi toistetaan uudelleen näytteen prässäyksen jälkeen. Tämän testin tulokset antavat viitettä siitä, miten helposti kangas on muotoiltavissa höyryllä tai kuinka hyvin saavutettu muoto pysyy kankaassa.
- taipumisjäykkyyttä, tulos ilmoitetaan muodossa $\mu\text{N} \times \text{m}$.
- laajentuvuutta kolmella eri vastuksella: 5, 20 and 100 g/cm. Materiaalin on arveltu joutuvan kestämiään edellä mainittuja vääristäviä voimia valmistusprosessin aikana. FAST-laitteisto mittaa laajentuvuutta vinoon langansuuntaan 45° vastuksella 5 g/cm. Tämän tuloksen avulla lasketaan vinoutumisvastus, joka kertoo kuinka helposti kankaasta voidaan muokata kolmiulotteinen muoto.

(Salonen 2008)

Mittaustuloksista muodostuu kullekin testatulle materiaalille yksilöllinen kaavio, jota tulkitsemalla voidaan ennustaa millä tavalla työstettävä kangas käyttäytyy valmistusprosessin aikana ja minkälaisia ongelmia on odotettavissa. Tämä menetelmä on alun perin kehitetty villakankaita varten ja siksi siinä painotetaan vahvasti prässäyksen ja höyryllä muotoilun vaikutuksia sekä vuori- ja tukikankaan yhteensopivuutta päällikankaan kanssa. FAST-testin tuloksista pitäisi käydä ilmi esimerkiksi se, onko tukikankaaksi valittu liian jäykkä materiaali, jolloin se irtoaa

päällimmäisestä kerroksesta, tai liian joustava, jolloin se on pehmeämpi arvoiltaan kuin päällimmäinen kangas, eikä näin ollen tue sitä. Tällä menetelmällä voidaan testata myös ohuempia kankaita, mutta niiden tuloksia ei ole yhtä helppoa ja yksiselitteistä tulkita kuin paksumpien kankaiden tuloksia. (Collier & Epps 1999, De Boos & Tester 1994.)

3.1.2 KAWABATA

KES-FB (Kawabata Evaluating System) -laitteisto on kehitelty kankaiden tuntuominaisuuksien objektiiviseen mittaukseen. Se mittaa

- venytyselastisuutta, tulos ilmoitetaan prosentteina. Testi kertoo näytteen kyvystä palautua alkuperäiseen muotoonsa, kun siihen vaikuttava voima poistetaan. Mitä suurempi tulos, sitä parempi on materiaalin kyky palautua alkuperäiseen tilaansa.
 - taipumisvastusta, joka tarkoittaa sitä määrää voimaa, millä näytettä saadaan taivutettua 150° . Tulos ilmoitetaan muodossa $\text{gf cm}^2/\text{cm}$
 - kokoonpuristuvuus, tulos ilmoitetaan prosentteina. Näytteen paksuus ennen koetta verrattuna kokoonpuristettuun paksuuteen, kun maksimimäärä voimaa $0,5\text{gf/cm}^2$ on kohdistettu näytteeseen. Voimagramma (gf) vastaa yhden gramman suuruisen massan kokemaa vetovoimaa maan pinnalla 45. leveysasteen korkeudella.
 - puristuselastisuutta, tulos ilmoitetaan prosentteina. Kuvaa materiaalin kykyä palautua ennalleen puristuksen loputtua.
 - pintakitkaa, joka ilmoitetaan kitkakertoimella 0-1. Näytteeseen kohdistetaan voimaa 20 gf/cm . Mitä pienempi kitkakerroin on, sitä sileämpi on myös materiaali.
 - pinnan geometrista karheutta mikrometreinä
- (Collier & Epps 1999, Salonen 2008)

3.1.3 FTK

V-Stitcherin kanssa yhteensopiva Browzwearin FTK (Fabric Testing Kit) mittaa kankaan painoa, taipumisjäykkyyttä ja venymää sekä laskee näistä tuloksista muita V-Stitcheriin tarpeellisia ominaisuuksia. Testaukseen tarvitaan 3 näytettä testattavaa kangasta kokoa 10cm x 22cm, yksi loimen suuntaan leikattuna, yksi kuteen suuntaan leikattuna ja yksi diagonaalisesti vinoon langansuuntaan leikattuna. Tämä laite on pienikokoinen, mutta sen pitäisi pystyä testaamaan kaikkia mahdollisia kankaita yhtä tarkasti kuin muutkin markkinoilla olevat testauslaitteistot. Mittauksen jälkeen tulokset on helppo syöttää suoraan V-Stitcher ohjelmaan. Tämä laite on suunniteltu käytettäväksi yhdessä V-Stitcher ohjelmiston kanssa, ja se onkin hyvä vaihtoehto monelle yritykselle pienen kokonsa ja edullisen hintansa vuoksi. (Browzwear International Ltd; FTK 2011)



KUVIO 1. V-Stitcher ohjelmaa varten kehitetty FTK laite.

3.2 Kankaan ominaisuuksiin vaikuttavat faktorit

V-Stitcheriin on syötettävä seuraavat arvot, jotta kankaan ominaisuudet olisivat hyvin mallinnettuja:

- massa, joka on yleensä välillä 80–300 grammaa neliömetriä kohden.
- pintakitka, kitkakerroin välillä 0-1.

- paksuus millimetreissä.
- taipuisuus, W-kude, L-loimi. Tyypilliset arvot ovat välillä 50–1000 dyneä neliösenttimetrillä. $1\text{ dyn}=1\times 10^{-5}\text{ N}$. Mitä pienempi tämä arvo on, sitä pehmeämpi ja laskeutuvampi kangas on, isompi arvo kuvaa jäykempää kangasta.
- hystereesi, jonka arvoa ei ilmoiteta tässä testissä käytetyssä versiossa V-Stitcherissä. Se on ominaisuus, joka hidastaa kankaan muutosta tai estää alkuperäiseen tilaan palautumista ja sen arvo syötetään muodossa astetta senttimetriä kohden.
- venymä, arvot välillä 50 (neuleet) – 3000 (kudos) Newtonia metriä kohden. Pienet arvot kuvaavat hyvin helposti joustavia kankaita, isot arvot tarkoittavat kankaita, jotka eivät jousta paljon. Venymä-arvot ovat hyvin merkittäviä todentuntuisen simulaation aikaansaamiseksi.
- venytyselastisuus, joka V-Stitcherissä tarkoittaa sellaista venymän määrää prosentteina, jolloin kangas menettää joustavuutensa ja muotonsa. Tyypilliset arvot ovat välillä 10 – 100 prosenttiyksikköä. Matalat arvot kuvaavat kankaita, jotka venyvät helposti ja menettävät muotonsa nopeasti, kuten neuleet. Koreammat arvot kuvaavat hyvin joustavia ja palautuvia kankaita kuten joustotrikoo.
- vinoutumisvastus, joka V-Stitcherissä tarkoittaa sellaista voimaa, joka pysyy turmelemaan kankaan pilalle alkuperäisestä muodosta. Tämä koe tehdään 45 asteen kulmassa kudelankaan nähden. Arvot sijoittuvat välille 5–300 Newtonia metriä kohden. Pienet arvot viittaavat kankaisiin, jotka ovat herkkiä ja venyvät pilalle helposti.
- kutistuvuus, joka ilmaistaan prosentteina alkuperäisestä koosta.
(Browzwear International Ltd; V-Stitcher user manual 2011, Eilola 2009)

3.3 FAST Converter -muunnosohjelma

Koska kaikkia kankaantestauksesta saatuja tuloksia ei voida syöttää suoraan V-Stitcher-ohjelmaan, tulee sen mukana FAST converter -muunnosohjelma (kuvio

2), joka laskee puuttuvat arvot olemassa olevien tulosten pohjalta. Tämä ohjelma on tarkoitettu erityisesti käytettäväksi yhdessä FAST-mittauslaitteiston kanssa.

Ohjelman vasemmanpuoleisiin tyhjiin sarakkeisiin syötetään FAST-testistä saadut tulokset taipumisvastuksesta kuteen ja loimen suunnasta sekä venymä kuteen ja loimen suunnasta, jolloin ohjelma muuntaa nämä tiedot V-Stitcheriin sopiviin yksiköihin dyne/cm ja laskee lisäksi venymäkäyrän lineaarisuuden.

KUVIO 2. FAST converter muunnosohjelma

3.4 Kokeilussa käytetyt kankaat

1. Näyte 1 on palttinakudoksinen jäykähkö sifonki, 100 % sifonki.
2. Näyte 2 on 100 % toimikaskudoksista ohutta ja hyvin laskeutuvaa villakangasta.
3. Näyte 3 on 100 % toimikaskudoksista puuvillaa.

3.5 Kokeilussa käytetyille kankaille tehtyjen testien tulokset

Näytteille tehtiin FAST-laitteistolla kokeet maaliskuussa 2011 Ljubljanan Academy of Design -instituutissa tohtori Simona Jevšnikin toimeksiannosta. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon 1.

kangas	ST	E100-1	E100-2	B-1	B-2	G	T	W
	mm	%	%	μNm	μNm		mm	g/m ²
Näyte 1	0,034	4,5	4,6	2,733	4,36	21,146	0,034	85,44
Näyte 2	0,113	3,7	0,9	9,124	6,192	58,11	0,113	207,25
Näyte 3	0,145	2,9	13	19,72	7,086	27,955	0,145	248,4

TAULUKKO 1. FAST-testin tulokset

Taulukossa esiintyvien termien selitykset:

ST kokoonpuristuvuus

E100-1 venymä kuteen suuntaan 100gramman painolla

E100-2 venymä loimen suuntaan 100 gramman painolla

B-1 taipumisvastus kuteen suuntaan

B-1 taipumisvastus loimen suuntaan

G vinoutumisvastus

T paksuus

W massa

4 V-STITCHER 3D-MALLINNUSOHJELMA

Tässä työssä on tutkittu kankaiden laskeutuvuutta 3D-mallinnuksessa V-Stitcher-ohjelmistoa apua käyttäen. V-Stitcher on Browzwearin kehittämä vaatteiden 3D-mallinnusohjelma, joka on yhteensopiva Gerber Technologyn AccuMark kaavoitusohjelman kanssa. Kaavat piirretään joko alusta asti tai kuositellaan valmiit peruskaavat AccuMark-ohjelmassa, minkä jälkeen ne voidaan tuoda suoraan V-Stitcheriin (kuvio 3) ja virtuaalisesti ommella yhteen (kuvio 4). Kaavoihin määritellään käytettävän kankaan fysikaaliset ominaisuudet, pintatekstuuri ja väri, joko suoraan V-Stitcherin omasta tietokannasta tai käytettäville kankaille tehtyjen mitausten tuloksista. V-Stitcher ohjelmassa on melko kattava tietokanta jo valmiiksi määriteltäviä yleisimmin käytössä olevien kankaiden ominaisuuksia sekä tekstuureja ja kankaiden pinnan, saumojen ja yksityiskohtien visualisoimiseksi (Jokinen 2010). V-Stitcherissä kankaan ominaisuuksia kuvaavat massa, pintakitka, paksaus, taipuisuus, hystereesi, venymä, lineaarisuus, vinoutumisvastus ja kutistuvuus. V-Stitcherin täydennykseksi on saatavissa ohjelmaa varten kehitelty FTK-kankaantestauslaitteisto (kuvio 1), jonka avulla käytettävät kankaat voidaan testata parempien tulosten saavuttamiseksi.

Kun kankaaseen on liitetty tarvittavat ominaisuudet ja oikea ulkonäkö, simuloidaan se virtuaalisen mallin eli avatarin päälle (kuvio 5). Malleja on V-Stitcher -ohjelmassa useita erilaisia, eri-ikäisiä ja sukupuolta olevia, ja kaikkien niiden vartalonmuotoja voidaan tarvittaessa muokata lisää vastaamaan todellisuudessa mallina käytettävää henkilöä tai asiakaskuntaa. Tarpeen vaatiessa henkilö voidaan skannata tähän tarkoitukseen sopivalla vartaloskannerilla, jolloin hänestä muodostuu virtuaalisesti täysin tarkka kopio, jota voidaan käyttää avatarina vaatteiden sovituksessa (Eilola 2009).

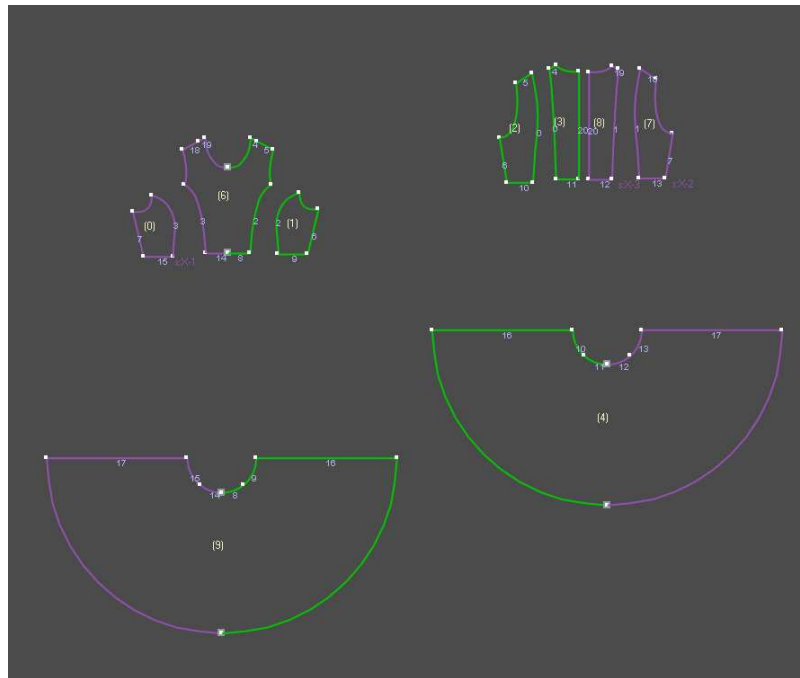
Vaate simuloituu onnistuneesti avatarin päälle, jos kaava on piirretty oikein eikä siinä ole virheitä tai ristiriitaisuuksia. Istuvuutta voidaan tarkastella pyörittämällä virtuaalista mallia ruudulla ja tarvittaessa muuttamalla avatarin asentoa ruudulla,

kuten esimerkiksi nostamalla kädet sivuille tai laskemalla ne alas. Muutettavia asentoja on kuitenkin vielä käytössä rajoitettusti, eikä avataria saa esimerkiksi liikuttaa ruudulla, jotta näkisi, miten vaate liikkuu mallin päällä. Tämä toiminto on kuitenkin käytössä jo joissain ohjelmistoissa, ja sen käyttö tulee lisääntymään, koska sitä tarvitaan varsinkin järjestettäessä virtuaalisia muotinäytöksiä.

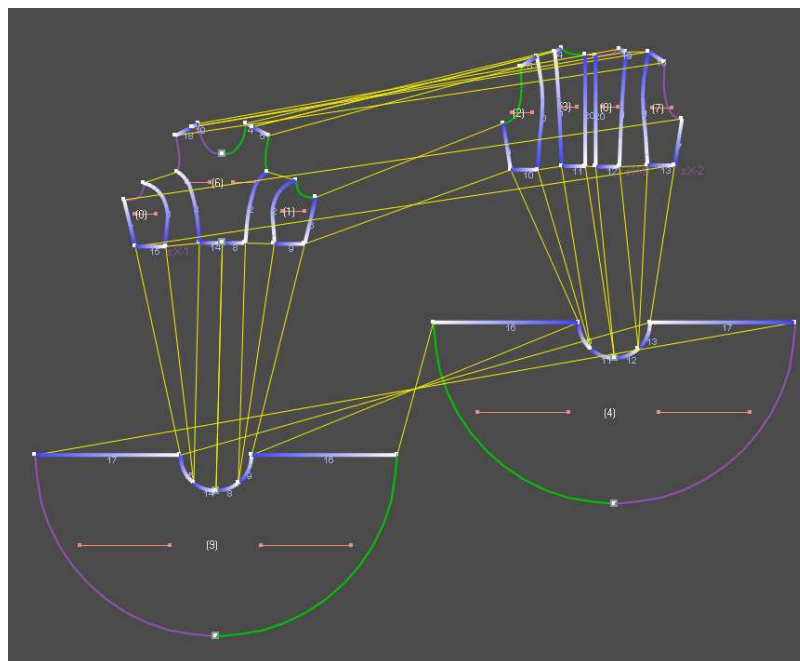
V-Stitcherissä on myös analysointityökaluja, kuten pressuremap- ja tensionmap-toiminnot, joilla voidaan silmämääräisen tarkastelun lisäksi arvioida, onko vaate istuva ja miellyttävä päällä. Pressuremap-toiminto näyttää ne kohdat avatarin päällä, joista vaate painaa sitä käyttävää henkilöä (kuviot 10, 16 & 22) ja tensionmap kartoittaa ne alueet, joissa kangas on kireä (kuviot 11, 17 & 23). Pressuremap-toiminto kertoo vaatteiden aiheuttaman paineen niissä kohdissa vartaloa, joissa vaate koskettaa avataria. Valkoinen väri edustaa alinta arvoa (0 g/cm^2) ja punainen väri korkeinta arvoa (100 g/cm^2). Tensionmap-toiminto kertoo vaatteiden väljyyden värikoodilla, jossa valkoinen (0 g/cm^2) on alin arvo ilmaistuna ja punainen (1000 g/cm^2) on korkein arvo, joka on myös liian korkea toimivalle vaatteelle.

Nämä työkalut ovat erittäin tärkeitä silloin, kun käytetään vartalonmyötäisiä malleja tai joustavia kankaita, koska on vaikeata arvioida kuinka miellyttävältä simuloitu vaate tuntuu päällä.

Valmiiden vaatteiden ja mallistojen esittelemistä varten on V-Viewer-ohjelma, jonka avulla useat henkilöt voivat tarkastella ja antaa palautetta malleista. Tämän ohjelman avulla suunniteltavat vaatteet voidaan esitellä asiakkaille jo ennen valmistuksen aloittamista, jotta menekki ja markkinoinnin suunnittelu voidaan aloittaa mahdollisimman aikaisin. Tämä taas on suuri myyntivaltti nykyisillä nopeatahtisilla markkinoilla. (Jokinen 2010.)



KUVIO 3. Käytetyn mallin kaava V-Stitcher – ohjelmaan tuotuna



KUVIO 4. Mekko ommeltuna virtuaalisesti V-Stitcher – ohjelmassa

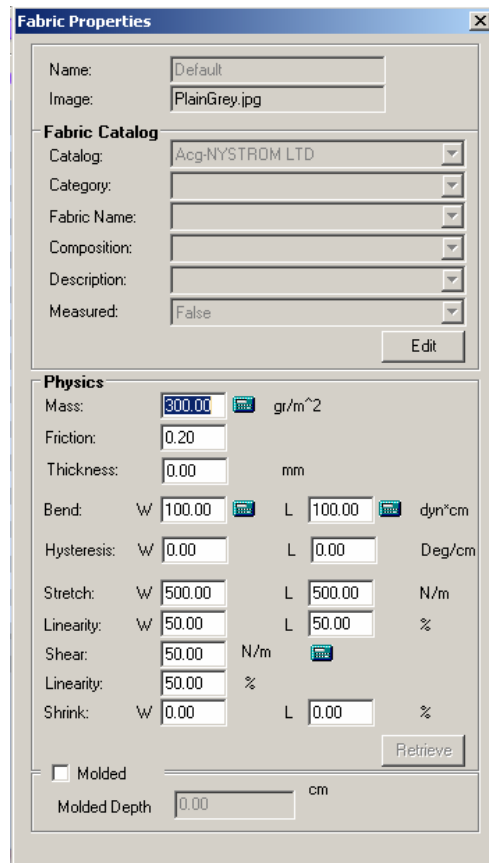


KUVIO 5. Työssä käytetty mekko virtuaalisen mallin päällä saumat korostettuina

5 SIMULOINTIKOKEILUT

Ensimmäisessä mallissa (kuvio 6) on käytetty Vstitcher ohjelman tietokannassa olevaa oletuskangasta, jota voi käyttää silloin, kun halutaan vain tarkistaa mallin istuvuus tai ei ole vielä tietoa vaatteessa käytettävästä kankaasta ja sen ominaisuuksista. Oletuskangasta käyttämällä näkee nopeasti, onko vaate sopivan kokoinen, mahtuuko se mallin päälle, onko siinä sopivan pituinen helma tai hihat, onko pääntie tarpeeksi iso puettavaksi päälle. Tämä on hyvä valinta silloin kun halutaan kokeilla kaavan toimivuutta kokonaisuutena. Oletuskankaan arvot V-Stitcherissä (kuvio 6) ovat ylhäältä alas luettuna seuraavat:

- massa 300,00 g/ m²
- kitka, kitkakerroin 0,20
- paksuus 0,00mm
- taipumisvastus 100dyn x cm kuteen suuntaa ja 100dyn x cm loimen suuntaan
- hystereesi 0,00 astetta/cm kuteen suuntaan ja 0,00 astetta/cm loimen suuntaan. Tämä johtuu siitä, että tällä hetkellä käytössä olevassa V-Stitcher -versiossa ei voida vielä syöttää hystereesinarvoja, mutta seuraavissa versioissa tämä aiotaan ilmeisesti ottaa käyttöön.
- venymä 500,00 N/m kuteen suuntaan ja 500,00 N/m loimen suuntaan
- venymäkäyrän lineaarisuus 50 % kuteen suuntaan ja 50 % loimen suuntaan
- vinoutumisvastus 50 N/m
- vinoutumiskäyrän lineaarisuus 50,00 %
- kutistuvuus 0,00 % kuteen suuntaan ja 0,00 % loimen suuntaan

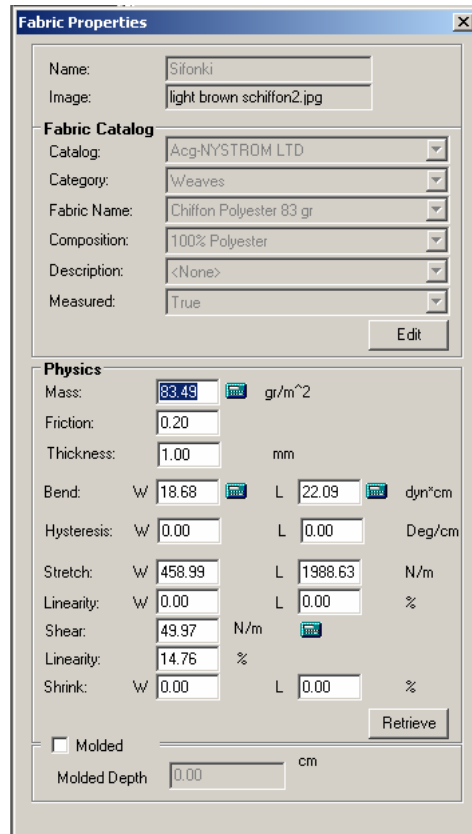


KUVIO 6. Oletuskankaan arvot ja puettu malli V-Stitcher -ohjelmassa

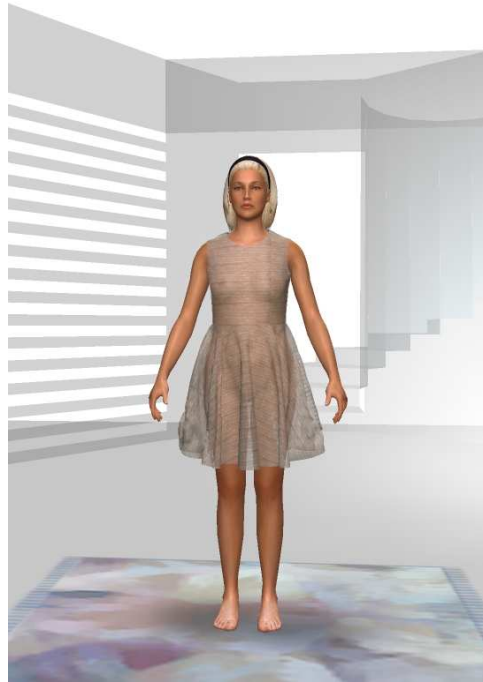
5.1 Mallinnukset sifongilla

Ensimmäiseen malliin (kuvio 7) on valittu V-Stitcherin tietokannasta painoltaan lähinnä oleva 100 % polyesteriä oleva sifonki, joka ei kuitenkaan muilta ominaisuuksiltaan vastaa oikeaa mekkoa. Kuvio on V-Stitcherin omasta tietokannasta. Seuraavaan malliin (kuvio 8) on vaihdettu kankaan painoksi 85 g/m², mutta se ei merkittävästi paranna mekon ulkonäköä. Kolmanteen malliin (kuvio 9) on syötetty FAST-testin tulokset, mutta yleiskuva on silti jäykempi kuin oikea mekko, eikä hameen alareunan venymää vinoon langansuuntaan ole nähtävissä kuten oikeassa mekossa mallinukun päällä. Alareuna näyttää täysin suoralta. Kokeilussa käytetty kangas skannattiin ja kuva liitettiin mekon pintatekstuuriksi. Kuvio 12 esittää valmista mekko mallinukun päällä ja siinä vinoon langansuuntaan oleva hameosa on selvästi venynyt ja näyttää kulmikkaalta pyöreän sijaan. Sifonkikangas oli kol-

mesta kokeilussa käytetystä kankaasta hankalin käsitellä ja ommella, eikä sen mallinnuskaan antanut täysin todentuntuista kuvaa kankaan laskeutuvuudesta, mutta muuten lopputulos on melko samannäköinen.



KUVIO 7. V-Stitcher tietokannasta löytyvä kangasvaihtoehto sifongille ja päälle puettu malli.



KUVIO 8. Sifonkikangas, jossa paino korjattu vastaamaan oikean kankaan painoa 85 g/m^2 ja kuvio on V-Stitcher'in omasta tietokannasta

Fabric Properties

Name: Sifonki FAST
Image: IMG_sifonki.jpg

Fabric Catalog

Catalog: Acg-NYSTROM LTD
Category: Weaves
Fabric Name: Chiffon Polyester 83 gr
Composition: 100% Polyester
Description: <None>
Measured: True

Physics

Mass: 85.44 g/m^2
Friction: 0.20
Thickness: 0.03 mm
Bend: W 27.33 L 43.60 $\text{dyn}^{\circ}\text{cm}$
Hysteresis: W 0.00 L 0.00 Deg/cm
Stretch: W 1949.00 L 1948.34 N/m
Linearity: W 0.00 L 0.00 %
Shear: 29.11 N/m
Linearity: 14.55 %
Shrink: W 0.00 L 0.00 %

☐ Molded
Molded Depth: 0.00 cm

Retrieve



KUVIO 9. FAST-testin tulokset syötetty V-Stitcher'in ominaisuustaulukkoon ja kokeilussa käytetty kangas liitetty malliin



KUVIO 10. Kuvioissa havainnollistettu vaatteen istuvuutta ja vartalonmyötäisyyttä tuomalla esille ne alueet avatarin vartalolla, joita vaate painaa.

KUVIO 11. Kuvioissa havainnollistettu vaatteen istuvuutta ja vartalonmyötäisyyttä tuomalla esille ne alueet, joissa vaate laskeutuu vapaasti.





KUVIO 12. Oikea vaate verrattuna V-Stitcherissä kuvattuun mallinnukseen.

5.2 Mallinnukset villakankaalla

Sekä V-Stitcherin oletusvillakangasmalli (kuvio 13), malli johon on korjattu oikea paino (kuvio 14), että malli johon on syötetty FAST-testin tulokset (kuvio 15) eivät täysin vastaa laskeutuvuudeltaan oikeata mekkoa. Kangas näyttää simuloituna paljon ohuemmalta, raskaammalta ja ryppyisemmältä kuin oikea kangas, joka on hyvin pehmeä, laskeutuva ja miellyttävän tuntuinen. Lisäksi simuloidussa mallissa on havaittavissa selkeä poikkeama, joka ei johdu kaava- tai mittausvirheestä. Kyseessä on siis todennäköisesti virhe mallin laskemisessa käytetyn funktion algoritmissa. Sama ilmiö on selvästi havaittavissa myös sifongista mallinnetussa vaatteessa (kuvio 12), mutta ei esiinny paksummasta kankaasta simuloidussa vaatteessa (kuvio 24). Ongelman syihin ei päästä käsiksi ilman V-Stitcher-ohjelman lähdekoodin tutkimista, mikä ei tässä tapauksessa ole mahdollista. Vika voi johtua myös käytetyn tietokonelaitteiston kapasiteetin riittämättömyydestä, koska poikkeama ilmestyi eri kohtiin eri simulaatiokerroilla.

Fabric Properties

Name: Trevira
Image: PatternLeatherRed.jpg

Fabric Catalog

Catalog: Acg-NYSTROM LTD
Category: Weaves
Fabric Name: Wool 238 gr
Composition: 100% Wool
Description: <None>
Measured: True

Physics

Mass: 238.45 gr/m²
Friction: 0.20
Thickness: 1.00 mm
Bend: W 94.09 L 106.70 dyn*cm
Hysteresis: W 0.00 L 0.00 Deg/cm
Stretch: W 484.14 L 1842.59 N/m
Linearity: W 0.00 L 0.00 %
Shear: 77.08 N/m
Linearity: 0.00 %
Shrink: W 0.00 L 0.00 %

☐ Molded
Molded Depth: 0.00 cm

Edit Retrieve



KUVIO 13. V-Stitcher tietokannasta löytyvä kangasvaihtoehto villalle ja päälle puettu malli



KUVIO 14. Villakangas, jossa paino korjattu vastaamaan oikean kankaan painoa 207,25 g/m² ja kangas haettu V-Stitcherin omasta tietokannasta

Fabric Properties

Name: Villa FAST
Image: IMG_trevira.jpg

Fabric Catalog

Catalog: Acg-NYSTROM LTD
Category: Weaves
Fabric Name: Wool 238 gr
Composition: 100% Wool
Description: <None>
Measured: True

Physics

Mass: 207.25 gr/m²
Friction: 0.20
Thickness: 0.11 mm
Bend: W 91.24 L 61.92 dyn*cm
Hysteresis: W 0.00 L 0.00 Deg/cm
Stretch: W 1892.32 L 1892.55 N/m
Linearity: W 0.00 L 0.00 %
Shear: 86.13 N/m
Linearity: 0.00 %
Shrink: W 0.00 L 0.00 %

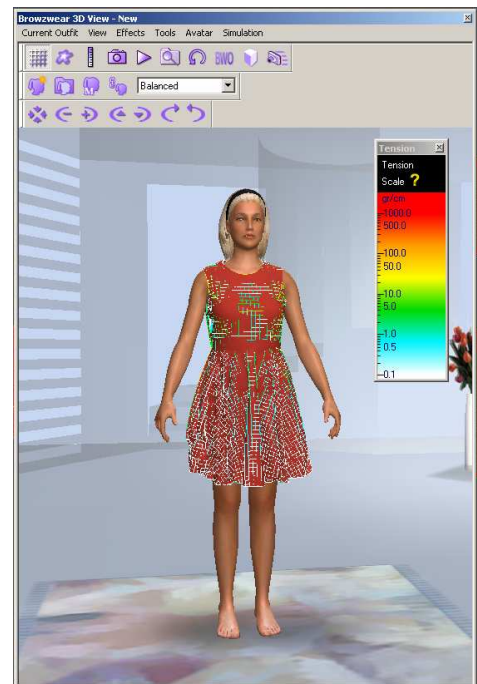
☐ Molded
Molded Depth: 0.00 cm

Edit

Retrieve



KUVIO 15. FAST-testin tulokset syötetty V-Stitcherin ominaisuustaulukkoon ja kuvana käytetty skannattua kangasta



KUVIO 16. Kuvioissa havainnollistettu vaatteen istuvuutta ja vartalonmyötäisyyttä tuomalla esille ne alueet avatarin vartalolla, joita vaate painaa.

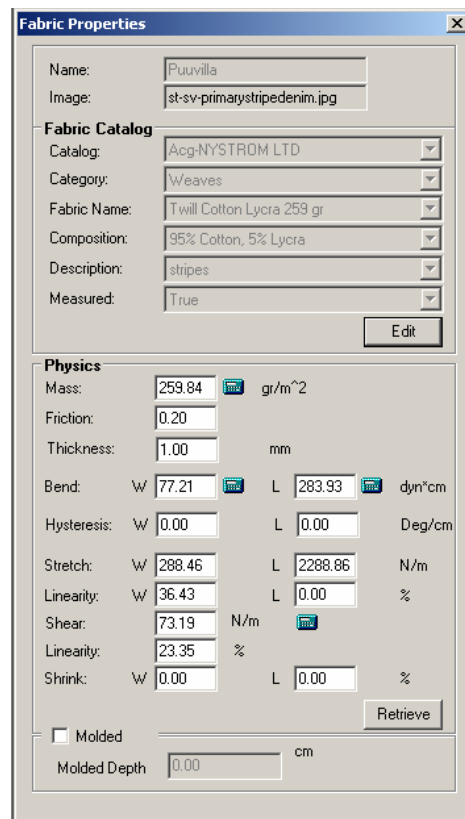
KUVIO 17. Kuvioissa havainnollistettu vaatteen istuvuutta ja vartalonmyötäisyyttä tuomalla esille ne alueet, joissa vaate laskeutuu vapaasti.



KUVIO 18. Oikea vaate verrattuna V-Stitcherissä kuvattuun mallinnukseen.

5.3 Mallinnukset puuvillalla

Kaikista näytekankaista puuvillan mallinnus onnistui parhaiten, ja sen simuloitu kuva vastasi kaikkein eniten valmista vaatetta (kuvio 19, 20 & 21).



KUVIO 19. V-Stitcher tietokannasta löytyvä kangasvaihtoehto puuvillalle ja päälle puettu malli



KUVIO 20. Puuvillakangas, jossa paino korjattu vastaamaan oikean kankaan painoa $248,40 \text{ g/m}^2$ ja kuviona käytetty V-Stitcheristä löytyvää valmista raitakangasta

Fabric Properties			
Name:	Puuvilla FAST		
Image:	IMG_puuvillaiso.jpg		
Fabric Catalog			
Catalog:	Acg-NYSTROM LTD		
Category:	Weaves		
Fabric Name:	Twill Cotton Lycra 259 gr		
Composition:	95% Cotton, 5% Lycra		
Description:	stripes		
Measured:	True		
Edit			
Physics			
Mass:	248.40	gr/m ²	
Friction:	0.20		
Thickness:	0.14	mm	
Bend:	W 197.20	L 70.86	dyn*cm
Hysteresis:	W 0.00	L 0.00	Deg/cm
Stretch:	W 1937.45	L 1937.77	N/m
Linearity:	W 36.43	L 0.00	%
Shear:	39.33	N/m	
Linearity:	19.67	%	
Shrink:	W 0.00	L 0.00	%
Retrieve			
<input type="checkbox"/> Molded			
Molded Depth:	0.00	cm	



KUVIO 21. FAST-testin tulokset syötetty V-Stitcherin ominaisuustaulukkoon ja kuva skannattu oikeasta kankaasta



KUVIO 22. Kuvioissa havainnollistettu vaateen istuvuutta ja vartalonmyötäisyyttä tuomalla esille ne alueet avatarin vartalolla, joita vaate painaa.

KUVIO 23. Kuvioissa havainnollistettu vaateen istuvuutta ja vartalonmyötäisyyttä tuomalla esille ne alueet, joissa vaate laskeutuu vapaasti.





KUVIO 24. Oikea vaate verrattuna V-Stitcherissä kuvattuun mallinnukseen.

5.4 Yhteenveto tuloksista

Ne kankaat, jotka ovat valmistettaessa ja ommeltaessa helposti käsiteltävissä (eikä liian venyvä, rypytyvä tai liukas), ovat helposti simuloitavissa totuudenmukaisesti myös virtuaalisesti, kun taas kankaat, joiden käsitteleminen on vaikeaa tai tekstuuri monimuotoinen ovat vaikeasti mallinnettavissa. Selkeästikään ohjelmiston simulaatiolaskelmat ja kankaiden laskeutuvuuden analyysi eivät kaikissa tapauksissa vielä vastaa todellisuutta riittävällä tarkkuudella. Ensivaikutelman ja yleiskuvan luomiseen mallinnuksen tarkkuus lienee kuitenkin riittävä.

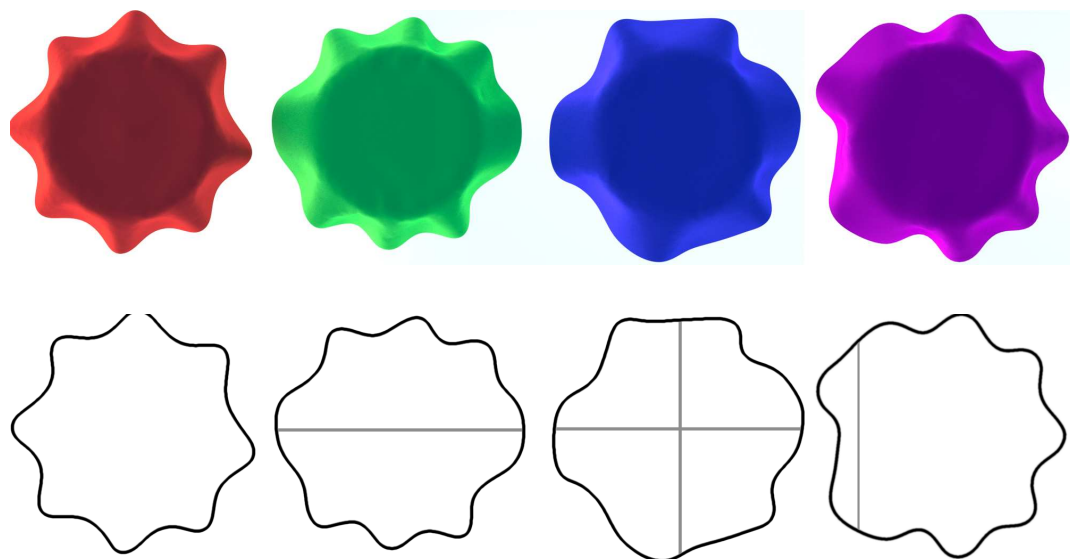
6 MUUT VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

6.1 Saumat

Saumojen tyyppi ja paksuus vaikuttavat simuloitavaan lopputulokseen merkittävästi. V-Stitcher ohjelmassa voi valita muutaman yleisemmän saumatyyppin välillä ja käyttää arvona joko tiedostoon syötettyä kankaan paksuutta tai määrittää manuaalisesti kankaan paksuuden millimetreinä.

Kuviossa 25 havainnollistetaan simuloitujen saumojen vääristävää vaikutusta kankaan laskeutuvuuteen. Ympyränmuotoinen pala kangasta, jonka läpimitta on 15 senttimetriä, on levitetty testilautasen päälle, jonka läpimitta on 9 senttimetriä. Tämä simulaatio jäljittelee yleisesti käytettyä laskeutuvuuden mittaamiseen suunniteltua koetta. Punaishessa kuviossa kangas on asetettu tason päälle ilman saumaa, jolloin laskeutuvuus on tasaista. Muissa näytteissä saumat aiheuttavat epätasaista laskeutumista ja pullistumia (Pabst et al 2008).

KUVIO 25. Saumojen vaikutus laskeutuvuuteen.



6.2 Vuori ja tukikankaat

Vuorin ja tukikankaan olemassaolo vaikuttaa myös olennaisesti vaateen ryhdykkyteen ja laskeutuvuuteen. Ohjelmaan ei voida syöttää välivuorin jännitys- ja vinoutumisarvoja, vaikka ne ovat tuotteen muovautuvuudelle ja esteettiselle ominaisuuksille huomattavan olennaisia (Nagano 1986). Tätä voidaan yrittää kompensoida antamalla niille kaavoille, joissa tukikangasta on tarkoitus käyttää, sellaisia arvoja, jotka yrittäisivät mallintaa paksumpaa ja sisäpuolelta tuettua vaatetta.

6.3 Käytettävän laitteiston kunto ja ominaisuudet

Koska monissa kuvissa näkyy outoja poikkeavaisuuksia, jotka eivät johdu kaavoista tai mallin muodosta, on syytä epäillä myös käytetyn teknisen laitteiston suoritustehon riittävyyttä ohjelmiston täydelliselle suorittamiselle. Myös tohtori Simona Jevšnikin kanssa käydyt keskustelut tukevat tätä olettamusta.

7 YHTEENVETO

Vaatteiden ja muiden tekstiilituotteiden virtuaalinen mallintaminen on yleistynyt menetelmä, ja vaikkakin se on nopea ja edullinen tapa nähdä vaate valmiina jo ennen prototyypin tekemistä ja tarjoaa monenlaisia mahdollisuuksia markkinoida ja myydä tuotteita, liittyy itse mallintamiseen ja simulaatioprosessiin joitakin haasteita ja ongelmia. Ohjelmistot kehittyvät jatkuvasti ja vaikkakin uuden toiminnot tarjoavat uusia mahdollisuuksia, tekevät ne prosessista myös entistä vaikeampia hallita. (Jokinen 2010.)

7.1 Mahdollisuudet V-Stitcher-ohjelmassa

Käyttämällä V-Stitcher-ohjelman mukana tulevia kangas- ja väri vaihtoehtoja pääsee jo pitkälle ja saa melko todentuntuisen kuvan valmistettavissa olevasta tuotteesta (kuviot 7, 13, 19). Lisäämällä muutamia mittaustuloksia varsinaisesta käytettävästä kankaasta, voidaan kuitenkin parantaa vaikutelmaa. Massan mittaaminen on esimerkiksi sellainen toimenpide, joka on helppo tehdä ja lisätä tietoihin, mihin riittää pienikin näyte kangasta. Myös venymän mittaaminen voi onnistua ilman tarkempaa mittalaitteistoa, jos mitattava kangas on hyvin joustava. Kun kyseessä on ohut, mutta erityisen painava ja venyvä kangas, voi näiden arvojen täsmentäminen parantaa virtuaalisen mallin ulkonäköä huomattavasti.

Kaikkein parhaimpiin tuloksiin päästään kuitenkin käyttämällä mittauksiin tekstiilien ominaisuuksien testaamiseen tarkoitettuja laitteita tai V-Stitcheriä varten luotua Fabric Testing Kit -laitetta, josta saadut tulokset syötetään suoraan V-Stitcherin taulukoihin.

Tuotteessa käytettävä kangas kannattaa valokuvata tai skannata ja siitä saatua kuvaa käyttää mallinnuksessa, koska se luo simuloidulle vaatteelle huomattavasti aidomman kuvion tai värin (kuviot 9, 15, 21) kuin käyttämällä pelkästään ohjelman omia valmiita värimalleja, vaikkakin niillä voidaan jo luoda hyvä mielikuva

siitä, miltä tuote mahdollisesti näyttäisi tietyn tyyppistä kangasta käyttämällä (kuvat 8, 14, 20).

7.2 Mahdollisuudet ja haasteet 3D-mallinnuksessa

Ehkäpä suurin puute tällä hetkellä tekstiilien ja vaatteiden 3D-mallinnuksessa on saada kankaaseen totuudenmukaista laskeutuvuutta ja liikettä silloin, kun virtuaalinen malli simuloidaan kävelemään tai liikkumaan jollain tavalla niin, että myös vaateen kuuluu liikkua mukana.

Toinen tässäkin kokeilussa havaittu ongelma on mallintaa aidon näköisesti yksityiskohtia vaatteissa, joiden kuuluisi olla kohollaan tai muuta vaatetta paksumpia, kuten päällistaskut, taskunläpät, housujen vetoketjut tai vetoketjujen suojaläpät, hameiden ja housujen kaksinkertaiset vyötärönauhat, sekä näkymättömät rakenteet kuten tukikangas, olkatoppaukset, vuorikangas ja alavara. Yksittäisiin kaavanosiin voi V-Stitcherissä määrittää muusta vaatteesta poikkeavia arvoja, kuten lisätä paksumuutta, vinoutumisvastusta ja taipumisvastusta ja yrittää luoda sillä tavalla vaikutelmaa, että tuotteessa on käytetty sisäpuolella jotain lisävahviketta, vuorta tai alushametta, mutta tämä tapa ei kuitenkaan täysin vastaa todellisuutta ja käyttäjän voi olla vaikeata löytää oikeita arvoja tämän vaikutelman aikaansaamiseksi. Näin mallinnetusta tuotteesta tulee helposti litteä, eikä se ole aidon näköinen vaikka onkin kolmiulotteinen. (Ks. esim. Jokinen 2010)

Myös useiden päällekkäinpuettujen vaatekerrosten mallintaminen ei onnistu kovin luotettavasti. Niitä toimintoja ja algoritmeja, jotka muodostavat kankaan fyysisiä ominaisuuksia ja vaatteiden kerroksellisuuksia 3D-mallinnuksessa on kehitettävä vielä lisää. (Jokinen 2010)

Huomioitava puute 3D-ohjelmistoissa on myös se, että niissä tehdyt muutokset eivät siirry suoraan 2D-kaavoihin, vaan kaavat on muutettava manuaalisesti käyttämällä alkuperäistä kaavoitusohjelmaa. Vaikka virtuaalisesti malliin onkin helppo tehdä pieniä muutoksia, kuten lyhentää helmaa tai avartaa kaula-aukkoa, on näi-

den muutosten hyöty ainoastaan visuaalinen ja varsinaiset kaavamuutokset on tehtävä sen jälkeen käsin, mikä on hieman epätarkkaa ja hitaampaa kuin mitä sen toivoisi olevan 3D-mallinnusta käyttämällä. (Jokinen 2010)

Kankaiden testaaminen ja niiden tulokset on tallennettava ohjelmistojen tietokantaan, jotta niitä voitaisiin hyödyntää tehokkaasti. Tämä tarkoittaa kuitenkin jokaisen valmistuksessa käytettävän kankaan testaamista, mikä voi olla aikaa vievää ja kallista, varsinkin jos on kyse yhdestä vaatteesta tai pienestä mallisarjasta. Kankaantestauslaitteet eivät myöskään anna täysin tarkkoja tuloksia ja varsinkin sellaiset kankaat, jotka ovat ohuita ja hyvin venyviä, voivat tuottaa vääristyneitä mitaustuloksia. Näiden arvojen avulla ei siis kuitenkaan saavuteta täysin varmasti realistisen näköisiä mallinnuksia eikä ajan säästöä (Jokinen 2010).

Istuvuuden arvioiminen ja korjaaminen on myös haasteellista pelkää 3D-mallia tarkastelemalla, koska useimmiten puutteet istuvuudesta tulevat ilmi vasta kun vaate puetaan mallin päälle. Silloin nähdään, voiko siinä liikkua esteettä ja tuntuuko se miellyttävältä päällä. Vaikkakin vaatteen mukavuudesta saadaan jonkinlaista tietoa käyttämällä ohjelmien mukana tulevia analysointityökaluja, vasta varsinainen sovitus kertoo lopputuloksen luotettavasti (Jokinen 2020).

Jotta uusista teknologioista ja ohjelmistoista saataisiin mahdollisimman suuri hyöty, on monesti panostettava henkilöstön uudelleenkoulutukseen. Muun muassa V-Stitcher ohjelmistoon on olemassa valmistajan sertifioima peruskoulutusohjelma, jossa yhdistyy internet-pohjainen WebEx-seminaari ja reaaliaikaiset verkkotapaamiset. Koulutuspaketissa panostetaan sekä ohjelmiston ominaisuuksiin että käytännön soveltamiseen. Harjoitukset suoritetaan kunkin asiakasyrityksen tiloihin ja tarpeisiin räätälöityinä. Lisäksi ohjelmistovalmistaja tarjoaa myös lisäkoulutusta ja erillisiä pikakursseja niille, joiden työnkuvaan kuuluu ainoastaan 3D-tuotteiden kommentointi. Kaiken kaikkiaan ohjelmiston täysipainoiseen omaksumiseen kuluu aikaa noin kolme kuukautta. (Jokinen 2010)

Kuten kaikkien muidenkin uusien tuotantotapojen ja innovaatioiden käyttöönotossa, vaaditaan 3D-teknologiankin omaksumisessa kunnianhimoa, motivaatiota uu-

den oppimiseen ja positiivista asennetta. Lisäksi sovellusten omaksumiseen on järjestettävä normaaleilta päivärutiineilta riittävästi aikaa. Koulutettaviksi henkilöiksi tulisikin ensivaiheessa valita nuoren polven osaajia, ei ammattitaidon kehittämishalunsa mahdollisesti jo menettäneitä iäkkäämpiä työntekijöitä (Jokinen 2010).

Mikäli ohjelman käyttöön perehdytetään hyvin, tarjoaa se monenlaisia etuja verrattuna perinteisiin menetelmiin valmistaa useita prototyyppejä ja korjata niissä olevia virheitä. Kokonaisia mallistoja voidaan markkinoida ja jopa myydä asiakkaille ennen kun ensimmäistäkään vaatetta on valmistettu. Virtuaalisia muotinäytöksiä ja kuvastoja on edullista ja nopeata esitellä kenelle tahansa internetin välityksellä. Kun virtuaaliselle mallille annetaan asiakkaan mitat, voidaan helposti nähdä vaateen sopivuus juuri kyseiselle henkilölle. Tätä voidaan tulevaisuudessa käyttää sellaisissa sovelluksissa, kuten esimerkiksi verkkokaupassa, joissa ei voida sovittaa itse tuotetta. Käyttämällä asiakkaan mittoja voidaan jo olemassa olevasta kaavasta muokata vähällä vaivalla juuri hänen vartalolleen sopiva tuote. Erilaiset käyttömahdollisuudet lisääntyvät, kun ohjelmat ja tekniikka kehittyvät paremmiksi ja täsmällisemmiksi.

LÄHTEET

Browzwear International Ltd; FTK 2011. <http://browzwear.com/products/ftk/> viitattu 9.5.2011

Browzwear International Ltd; V-Stitcher user manual 2011
<http://browzwear.com/products/v-stitcher/>

Collier, Billie & Epps, Helen. Textile Testing and Analysis. Merrill, an imprint of Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio. 1999

De Boos, A & Tester, David. SiroFAST – A System for Fabric Objective Measurement and its Application in Fabric and Garment Manufacture. Report No. WT92.02. Csiro. Textile and Fabric Technology. 1994

Eilola, Rita. 3D:n käyttö vaateen valmistusprosessissa, V-Stitcher – ohjeistus. Lahden ammattikorkeakoulu. 2009

Jokinen, Anni. 3D-ohjelmistot vaatetusteollisuudessa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. 2010

Jylhä, Aija. Tekstiilien tuntuominaisuuksien määrittäminen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tiedotteita 921. Espoo. 1988

Lehtovirta, P & Nuutinen, K. 3d-sisällöntuotannon peruskirja. Jyväskylä. 2000

Nagano, S. Proper evaluation and quality design of garment interlining. The Textile machinery Society of Japan. 1986

Niemi, Tero. Kolmiulotteinen mallintaminen – verkko-opas.
<http://cc.joensuu.fi/~tniemi/3d/>. Viitattu 9.5.2011

Pabst, Simon; Krzywinski , Sybille; Schenk, Andrea; Thomaszewski Bernhard.
Seams and Bending in Cloth Simulation. The Eurographics Association 2008

Salonen, Riitta. Tuntuominaisuuksien mittauslaitteet. Kuitumateriaalitekniikka-
verkkko-opas. Tampereen teknillinen yliopisto.

[http://www.tut.fi/index.cfm?MainSel=1&Sel=19686&Show=31886&Siteid=53#t
op](http://www.tut.fi/index.cfm?MainSel=1&Sel=19686&Show=31886&Siteid=53#top). Viitattu 9.5.2011

Torikka, Tuija. Vaatemallinnuksen digitaalinen markkinointi. Lahden ammatti-
korkeakoulu. 2010

Tuhola, Esa & Viitanen, Kristiina. 3D mallintaminen suunnittelun apuvälineenä.
AMK-Kustannus Oy. Helsinki. 2008