

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

TEKSTIILIKUIDUISTA PIKSELEIKSI

Digitaaliset tekstiilimateriaalit osana muodin muutosta

| Tekijä: Iida Pitkänen | Opinnäytetyö | Savonia ammattikorkeakoulu | Muotoilu AMK | Kevät 2022 |

Kuva 1. Digitaalinen tekstiilimateriaali kansikuva (Pitkänen 2022)

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli syventyä digitaalisen muodin maailmaan muuttamalla tekstiilimateriaaleja digitaaliseen muotoon. Aiheen valintaan vaikuttivat digitaalisen muodin ja digitaalisten materiaalien ajankohtaisuus sekä tekijän kiinnostus aihetta kohtaan ja halu kehittää ammatillista osaamista.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin tekstiilimateriaalien digitointiin samalla sivuten digitaalista muotia. Opinnäytetyön tavoitteena oli ymmärtää tekstiilimateriaalien digitointia, teksturointia ja niiden hyödyntämistä 3D-ohjelmissa. Opinnäytetyössä tutustuttiin digitaalisten tekstuurikarttojen toimintaan ja havainnollistettiin lyhyesti, kuinka teksturoinnin teoriaa voitaisiin hyödyntää myös kuvankäsittelyohjelmistossa. Lisäksi opinnäytetyössä perehdyttiin materiaaliskannerin ja –analysointin toimintaan, sekä hyödynnettiin niitä tekstiilimateriaalin digitoinnissa.

Opinnäytetyössä korostui konkreettinen kokeilu ja testaus. Tietoperusta muodostui taustatiedon hankinnasta ja tulosten pohdinnasta.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Digital & Circular Fashion House –hanke. Opinnäytetyön tarkoituksena oli lisätä Digital & Circular Fashion House hankkeen ja hankkeeseen kuuluvien yritysten ymmärrystä tekstiilimateriaalien digitoinnista, sen haasteista ja mahdollisuuksista.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi video, jossa digitaalisia tekstiilimateriaaleja verrataan fyysiseen tekstiilimateriaaliin. Vertailun vuoksi opinnäytetyössä toteutettiin sekä fyysinen ommeltu asu että digitaalinen kaksonen. Luoduista asuista koottiin video, jossa esiteltiin, kuinka fyysinen tekstiilimateriaali liikkuu verrattuna digitoituun tekstiilimateriaaliin. Fyysisen vaatteen mallina toimi Savonia-ammattikorkeakoulun tanssinopiskelija, jonka avulla fyysinen asu saatiin liikkumaan.

Savonia ammattikorkeakoulu

Kulttuuriala

Muotoilun tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö 63/1 sivua/liitteet

Tekijä: Iida Pitkänen

Toimeksiantaja: Digital & Circular Fashion House –hanke

Tekstiilikuiduista pikseleiksi – Digitaaliset tekstiilimateriaalit osana muodin muutosta

Päiväys: 10.4.2022

Ohjaaja: Sirpa Ryyänen

Avainsanat: digitointi, tekstuuri, tekstiilimateriaali, digitaalinen muoti

Abstract

The goal of this thesis was to dive into digital fashion world by transforming textile materials to digital form. This theme was selected because digital fashion and digital textiles are a current issue and also because the author of this thesis was interested in the theme and wanted to develop her professional skills with digital fashion.

The thesis figures out how to digitalize textile materials and gives a brief look at digital fashion. The goal of this thesis was to understand how to make digital textile materials, what a texture is and how they are being used in 3D-software. The thesis explains the use of texture maps and how they are being used in general. This thesis used texture scanner and fabric analyzer to make digital textile materials.

The thesis utilised trying out and testing several variations of things. The knowledge base was a combination of background information and reflection of the final result.

Client organisation of this thesis was "Digital and Circular Fashion House" -project. The aim of this thesis was to increase the knowledge of the client organisation and the companies involved in the project about the digitalization of fabric, its challenges and opportunities.

The final result of this thesis was a video where digital textile materials are compared to physical textile materials. In this thesis, two garments were made: a physical one and digital twin. These two were presented in the video and the main goal was to compare how physical garment moves compared to the digital twin. The model wearing the physical garment was a dance student from Savonia University of Applied Sciences, and she made the physical garment move.

Savonia University of Applied Sciences

Bachelor of Culture and arts

Degree programme in Design

Thesis 63/1 Pages/Appendices

Ida Pitkänen

Client Organisation: Digital & Circular Fashion House -project

From Textile Fibers to Pixels – Digital textile materials change fashion

Date: 10 April 2022

Supervisor: Sirpa Rynnänen

Keywords: digitalization, texture, textile material, digital fashion

Sisällys

1. JOHDANTO.....	5
2. DIGITAALINEN MUOTI.....	7
2.1 Mitä on digitaalinen muoti?.....	7
2.2 AR-vaatteet.....	9
2.3 Mitä on digitointi?.....	10
3. LIIKE LÄHTEE VAATTEESTA.....	12
3.1 Suunnittelu ja tekstiilimateriaalien valinta.....	12
3.2 Ommeltu vaate.....	16
3.3 Digital twin eli 3D-mallinnettu vaate.....	18
3.4 Avatar – digitaalinen supermalli vai pelkkä vaatenaulakko.....	21
3.5 Vaatteen sovitus.....	23
4. TEKSTIILIKUIDUISTA PIKSELEIKSI.....	27
4.1 Mitä on tekstiilimateriaalien digitointi?.....	27
4.2 Tekstiilimateriaalin skannaaminen materiaaliskannerilla.....	30
4.3 xTex –ohjelmisto.....	32
4.4 Tekstiilimateriaalin analysointi materiaalianalysointorilla.....	39
4.5 Tanssivat tekstiilimateriaalit.....	45
5. POHDINTA.....	53
LÄHTEET.....	56

LIITE 1: TEKSTIILIKUIDUISTA PIKSELEIKSI VIDEOLINKKI

1. Johdanto

Digitaalinen muoti muuttaa muotimaailmaa vauhdilla ja yhä useammat vaatebrändit ovat kiinnostuneet digitaalisesta muodista ja sen tarjoamista mahdollisuuksista. Jotta vaatebrändit pysyvät mukana tässä muodin muutoksessa, tulee heidän ottaa digitaalinen muotiosaaminen haltuun. Yhä useammat brändit hyödyntävät 3D-mallinnusta osana tuotekehitystä ja markkinointia. Muodin muuttuessa digitaalisille alustoille tarvitaan myös digitaalisia tekstiilimateriaaleja. Digitaalisissa tekstiilimateriaaleissa pelkkä visuaalinen ilme ei riitä, sillä myös tekstiilimateriaalien muut ominaisuudet kuten läpinäkyvyys ja laskeutuvuus ovat tärkeitä ominaisuuksia, kun halutaan luoda realistisen näköisiä 3D-mallinnettuja vaatteita. Mitä tarkemmin pystymme tulevaisuudessa määrittelemään tekstiilimateriaalien ominaisuudet, sitä paremmin 3D-mallinnetut vaatteet vastaavat fyysisiä vaatteita. Tämä antaa yrityksille mahdollisuuden niin visualisoida kuin myös markkinoida tuotteitaan paremmin kuluttajille, lisäksi mallikappaleiden määrää suunnitteluvaiheessa voidaan vähentää, jolloin syntyvä leikkuujäte vähenee. Digitoidut kankaat voivat myös auttaa arvioimaan tuotteen lopullista hintaa, kun 3D-mallinnetun vaateen avulla voidaan helposti visualisoida eri kankaita ja niiden menekkiä suhteessa kankaan hintaan (Hallikainen 2021).

Upeiden 3D-mallinnusten luominen asuista ja mallistoista ei yksinään riitä herättämään kuluttajien mielenkiintoa, vaan tarvitaan digitaalisia tekstiilimateriaaleja, jotta asujen 3D-mallinnukset saadaan heräämään eloon. Virtuaalisovittamisen kehityksen myötä digitaalisten tekstiilimateriaalien merkitys kasvaa entisestään ja niiden avulla voidaan luoda kuluttajalle realistinen kuva siitä, millainen fyysinen vaate on, miltä se näyttää, kuinka kangas laskeutuu ja liikkuu, onko vaate sopivan kokoinen. Mikäli vaatetta voisi sovittaa virtuaalisesti ennen ostopäätöstä, voisi se pienentää palautettavien vaatteiden määrää ja vähentää niin palautuksista aiheutuvia kuluja yritykselle kuin myös ympäristölle aiheutuvaa kuormitusta.

Teknologian ja tekoälyn kehittyessä kankaiden digitalisoiminen helpottuu ja se tarjoaa uudenlaisia mahdollisuuksia niin tekstiili- ja vaateteollisuudessa kuin myös esimerkiksi peli- ja elokuvateollisuudessa. Fyysisen ja digitaalisen rajan muuttuessa otamme harppauksia kohti metaversumia. Metaversumi tarjoaa alustan, jossa digitaalinen muoti voi kukoistaa ja samalla se luo uuden tilan esitellä digitaalisia vaatteita ja tekstiilimateriaaleja.

Opinnäytetyönäni lähdin tutkimaan tekstiilimateriaalien digitointiprosessia ja sen eri vaiheita. Opinnäytetyön tarkoituksena on hahmottaa tekstiilimateriaalin digitointiprosessia ja mitä digitoinnilla tarkoitetaan. Opinnäytetyössä tutustutaan sekä ammattilaisten käyttämiin materiaaliskannereihin ja –analysaattoreihin että muihin menetelmiin, joilla voidaan luoda digitaalisia tekstuureita ja lopulta digitaalisia tekstiilimateriaaleja. Opinnäytetyön tarkoituksena ei ole toimia tutoriaalina eikä opettaa digitaalisten tekstuurien tekemistä kuvankäsittelyohjelmistoissa, vaan auttaa ymmärtämään mihin tekstuurikartat perustuvat ja miten eri tekstuurikartat toimivat, jotta tätä tietoa voidaan soveltaa kuvankäsittelyohjelmistossa. Lisäksi luon lyhyen katsauksen digitaaliseen muotiin, mitä se on nykyään ja mitä tulevaisuus tulee mahdollistamaan.

Opinnäytetyössä perehdyn digitaalisten tekstuurien tekemisen teoriaan ja digitaaliseen muotiin tutkien tekstiili- ja muotialan eri artikkeleita ja verkkojulkaisuja. Lisäksi olen osallistunut webinaareihin ja luentosarjoihin, joita hyödynnän tässä opinnäytetyössäni. Opinnäytetyössäni olen käyttänyt hyvin vähän kirjallisuutta, sillä suurin osa aiheistani koskevasta tiedosta on digitaalisessa muodossa. Opinnäytetyön tiedonhankintamenetelminä korostuivat konkreettinen kokeilu ja testaus. Tietoperusta muodostui taustatiedon hankinnasta eri lähteistä ja tulosten pohdinnasta.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Digital & Circular Fashion House –hanke, jonka tavoitteena on lisätä tietoisuutta kiertotaloudesta ja digitaalisuuden mahdollisuuksista tekstiili- ja muotialalla (Digital & Circular Fashion House 2020). Hankkeen työpaketissa ”Minifaktori” opitaan ja kokeillaan alan tulevaisuuden digitaalisia toimintamalleja, työkaluja ja rakennetaan verkostoja. Sisältöön kuuluu myös digitaalisten laitteistojen ja ohjelmistojen hankinta koulutus- ja kehittämistarkoituksiin. (Digital & Circular Fashion House 2020)

Hankkeen kautta minulle mahdollistui ainutlaatuinen tilaisuus päästä kokeilemaan ja hyödyntämään hankkeelle hankittua materiaaliskannetta ja –analysaattoria. Laitteisiin tutustuminen ja niiden käyttäminen antoivat minulle erinomaisen tilaisuuden kehittää omaa ammatillista osaamistani samalla lisäten Digital & Circular Fashion House –hankkeen ymmärrystä tekstiilimateriaalien digitointiprosessista.

2. Digitaalinen muoti



Kuva 6. The Blue Dress (Pitkänen 2021)

2.1 MITÄ ON DIGITAALINEN MUOTI?

Digitaalinen muoti puhuttaa nykyään paljon ja sen myötä on syntynyt ja syntyy uudenlaisia toimialoja. Tästä esimerkkinä on The Fabricant. The Fabricant on maailman ensimmäinen digitaalinen muotitalo, jonka suomalainen Kerry Murphy perusti vuonna 2018 Amsterdamiin. **Digitaalinen muotitalo** on muotitalo, joka luo digitaalista muotia. Se suunnittelee ja toteuttaa virtuaalimaailmoissa, VR eli Virtual Reality, käytettäviä realistisia 3D-vaatteita eli **digitaalista muotia**, joka on suunniteltu tarkasti vastaamaan reaali maailman vaatteita. (Fablehti 6/2021)

The Fabricant luo sekä uutta digitaalista muotia, että toimii muille yrityksille digimuotiin erikoistuneena luovana toimistona. Digitaalisen muodin myyntivaltti on materiaalien, luonnon ja resurssien säästyminen, sillä fyysisiä mallikappaleita ei tarvitse lähettää ympäriinsä. Tulevaisuudessa 3D-muodin merkitys tulee kasvamaan ja sen omaksuminen on brändeille elinehto. (Fablehti 6/2021)

Tulevaisuudessa muoti tulee ujuttautumaan myös virtuaali- ja pelimaailmoihin. Innokkaana videopelaajana näen itsekin potentiaalisen markkinaraon videopelimaailmoissa. Moni videopelaaja on valmis ostamaan asuja ja tavaroita avattarilleen eli pelihahmoilleen. Pelihahmoilla pelataan useita tuhansiakin tunteja, joten visuaalisuus on tärkeä osa pelihahmoa ja sen identiteettiä. Mitä enemmän pelien immersiiivisyys ja pelikokemuksen vaatimukset kasvavat, sitä todennäköisempänä näen digitaalisen muodin tulevan lähemmäs pelaajaa.

Brändien kiinnostus tuoda omia tuotteitaan pelimaailmoihin näkyy jo nyt, esimerkiksi EA:n suosittu elämä simulaatiopeli eli *life simulation game*, The Sims 4 on tehnyt yhteistyötä italialaisen luksusmuotitalon Moschinon kanssa. The Sims 4 Moschino Stuff Pack sisältää The Simsin innoittaman kapselimalliston sekä Moschino-malliston ikonisia asuja. (EA The Sims 4 2022).

Toinen esimerkki muotibrändin videopeli yhteistyöstä on espanjalaisen muotitalon Balenciagan ja Epic Gamesin Fortnite –videopelin yhteistyöprojekti. Balenciagan on suunnitellut mm. neljä virtuaalista asua ja asusteita, joita pelaajat voivat ostaa itselleen. Virtuaalisten vaatteiden lisäksi Balenciaga x Fortnite fyysisiä hattuja, t-paitoja ja huppareita pystyi ostamaan Balenciaga omista liikkeistä ja verkkokaupasta. (Maguire 2021)

Siinä missä luksus brändien kiinnostus videopelimaailmoja kohtaan on jo selvästi yleistymässä, mielestäni olisi myös tärkeää saada tavallisia muoti- ja vaatebrändejä kiinnostumaan pelien kanssa tehtävästä yhteistyöstä. Tämä on mielestäni erityisen tärkeää etenkin silloin, kun vaatebrändi luo virtuaalisista vaatteistaan myös fyysisiä vaatteita. Molempien aiemmin mainitsemiä muotitalojen vaatteiden hinnat ovat todella korkeita. Jos tavallinen videopelaaja haluaisin ostaa heidän fyysisiä vaatteitaan, joita videopeleissä näkyy, tulisi niiden hintojen olla pelaajien tavoitettavissa. Harvalla pelaajalla on varaa laittaa 700 euroa huppariin, eivätkä luksusmuodin kuluttajat välttämättä pelaa videopelejä, joten jäin pohtimaan, mikä tässä on kohderyhmä? Tulisiko tulevaisuudessa enemmän ottaa huomioon peli ja kohderyhmä, johon virtuaalisia vaatteita luodaan, jotta yhteistyöprojekti hyödyttäisi molempia osapuolia.

Monet videopelaajat tukevat pelaamistaan videopelejä ostamalla jo nyt digitaalisia vaatteita ja asusteita avattarilleen. Mikäli vaatebrändien ja videopelien yhteistyönä syntyvien fyysisten mallistojen asujen ostaminen olisi mahdollista uskon, että moni videopelaaja hyödyntäisi tätä. Kuitenkaan en näe järkevänä, että kaikki peleihin suunnitellut digitaaliset asut olisivat saatavilla myös fyysisenä, sillä pitää myös pohtia sitä, onko kaikki vaatteet aina pakko omistaa fyysisenä.



Kuva 7. The Sims 4 Moschino Stuff Pack:in avulla pelaaja voi pukea muotitietoisien Siminsä Moschinon ikonisiin asuihin (EA The Sims 4 2022)

FORTNITE | BALENCIAGA

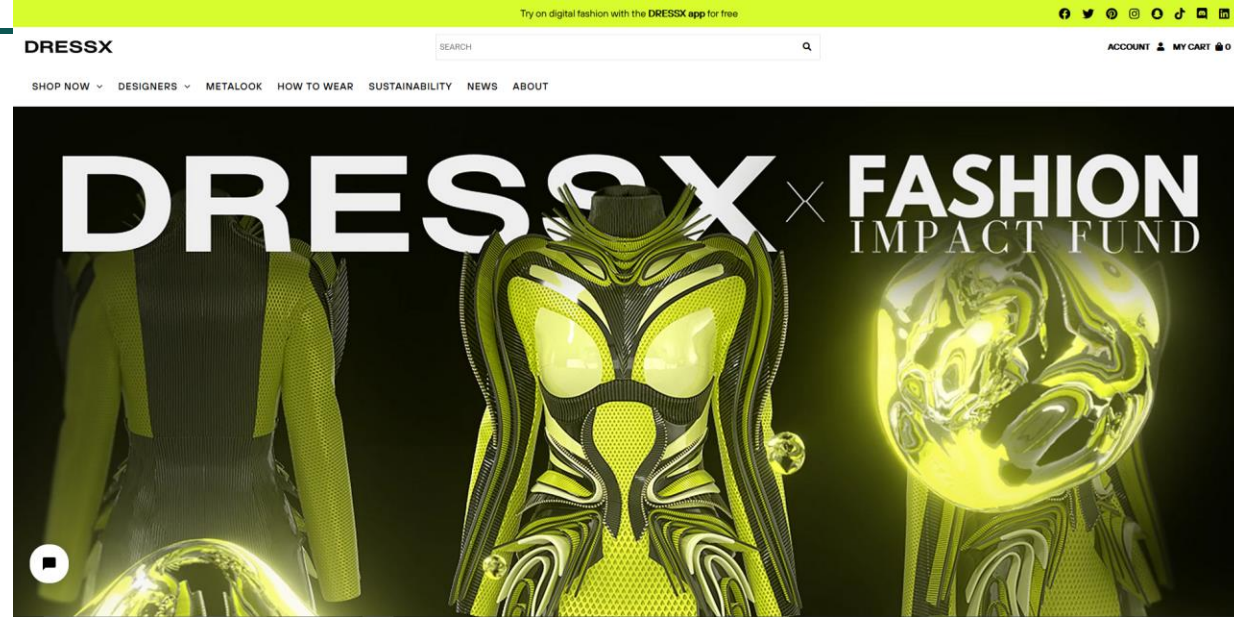


Kuva 8. Fortniten ja Balenciagan yhteistyön ansiosta pelaaja voi pukeutua kuten avattarensa (Epic Games 2021)

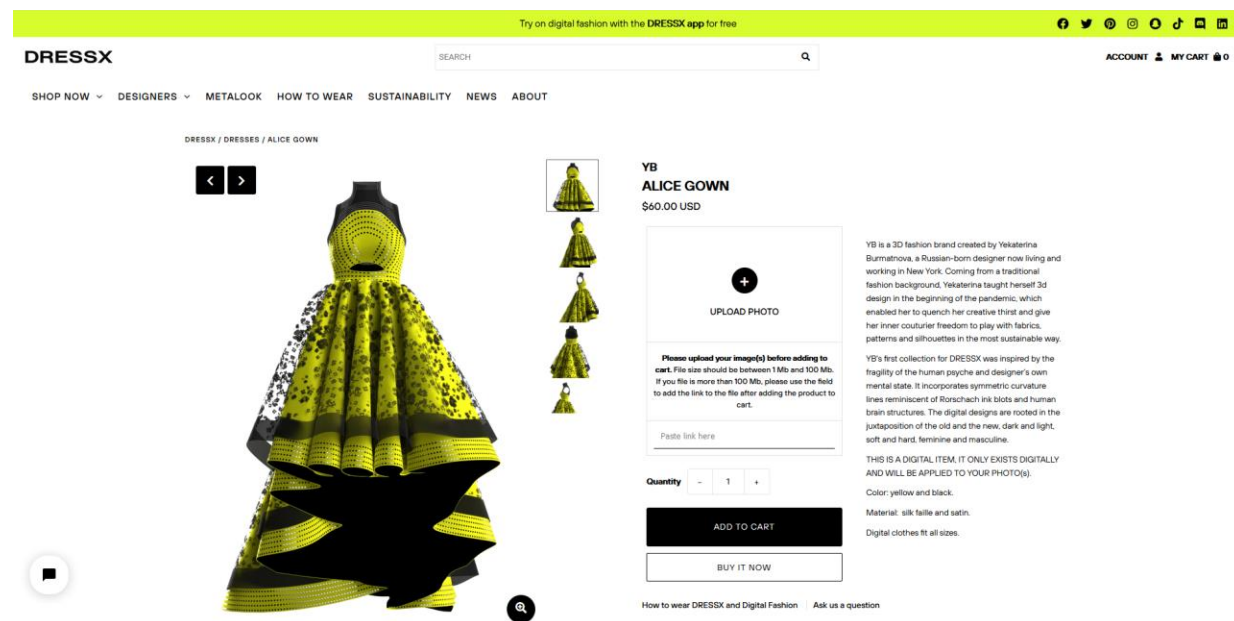
2.2 AR-VAATTEET

AR, *Augmented Reality* eli lisätty todellisuus tarkoittaa, osaksi oikeaa maailmaa lisättyä virtuaalista sisältöä, kuten 3D-mallinnettua vaatetta. (Hurja julkaisuaika tuntematon) AR-vaatteet ovat kasvattaneet suosiotaan ja uskon, että tulevaisuudessa niiden suosio tulee kasvamaan. Erityisesti näkisin kohderyhmänä somevaikuttajat eli influencersit, jotka esittelevät ostamiaan vaatteita kerran tai pari sosiaalisen median kanavillaan, jonka jälkeen vaatteet saattavat jäädä täysin käyttämättä. Mitä jos fyysisen vaatteen sijaan brändit hyödyntäisivätkin AR-asuja tehdessään someyhteistyötä vaikuttajien kanssa? Digitaalisten vaatteiden ja digitaalisen muodin tarkoituksena ei ole syrjäyttää fyysisiä vaatteita, vaan ne herättelevät kuluttajia pohtimaan, ovatko kaikki vaatteet tarpeellista omistaa fyysisinä kappaleina, jos niitä esitellään vain muutamia kertoja sosiaalisessa mediassa. AR-vaatteita eli digitaalista muotia on jo saatavilla ja niitä voi ostaa esimerkiksi DressX sivustolta. DressX kannustaa kestävään kehitykseen ja digitaalisten vaatteiden ostamiseen turhan kuluttamisen sijaan (DressX julkaisuaika tuntematon).

DressX on digitaalisia AR-vaatteita myyvä verkkokauppa, josta asiakas voi ostaa itselleen digitaalisia vaatteita. Palvelu toimii niin, että ostettuaan vaatteen asiakas lataa haluamansa valokuvan itsestään verkkokaupan palveluun. Valokuvalla on kuitenkin tarkat määritelmät, jotta AR-vaatteen liittäminen kuvaan onnistuu. Valokuvan tulee olla selkeä ja tasaisesti valottunut, suuria varjokohtia ei saisi olla. Lisäksi kuvassa olevan henkilön tulisi olla mahdollisimman ihonmyötäisessä vaatetuksessa, jotta AR-vaatteen saa helposti kuvaan. (DressX 2021) Itse näen tässä suurimpana haasteena sen, kuinka poseerata kameralle niin, että digitaalinen vaate näyttää hyvältä kuvassa. Tämä vaatii hyvin paljon mielikuvitusta ja hahmotuskykyä, jotta saa parhaan mahdollisen asennon AR-vaatteen esittelyyn. DressX:llä on sovellus *Dressx app*, jossa AR-vaatteita voi sovittaa ennen kuin sivustolta ostaa itselleen vaatteen, sovellus toimii tällä hetkellä vain Applen laitteilla (Dress X 2021).



Kuva 9. Dress X on digitaalisen muodin verkkokauppa (Dress X 2022)



Kuva 10. Dress X sivustolta kuka vain voi ostaa upeita digitaalisia muotiluomuksia. (Dress X 2022)

Vaatteiden virtuaalinen sovittaminen kehittyy koko ajan, mikä mahdollistaa aivan uudenlaisen tavan tehdä ostoksia verkkokaupoissa. Virtuaalisensovittamisen avulla kuluttajalle voidaan luoda realistinen kuva siitä, millainen fyysinen vaate on. Kuluttajaa voidaan auttaa ymmärtämään miltä vaate näyttää, kuinka kangas laskeutuu ja liikkuu sekä ennen kaikkea onko vaate sopivan kokoinen.

Mikäli vaatetta voisi sovittaa virtuaalisesti ennen ostopäätöstä voisi se pienentää palautettavien vaatteiden määrää ja vähentää niin palautuksista aiheutuvia kuluja yritykselle kuin myös ympäristölle aiheutuvaa kuormitusta. Tämä on erityisen tärkeää, sillä verkkokauppaostosten yleistyessä myös tuotteiden palautus määrät ovat suuria, mikä lisää ympäristön kuormitusta. Osassa verkkokaupoissa voidaan toki maksaa palautuksista syntyvistä päästöistä hyvitystä (Yle 2020), mutta olisiko kuitenkin parempi keskittyä etsimään muita keinoja palautusten määrän vähentämiseksi, kuten virtuaalisovitusta?

Monet digitaaliset taideteokset, digitaaliset muotiluomukset yms. ovat nykyään kirjattu lohkoketjuun. NFT eli *Non-fungible token*, on digitaalinen varmenne, joka toimii uniikkina aitoustodistuksena digitaaliselle tuotteelle. (Pasanen 2022)

2.3 MITÄ ON DIGITOINTI?

Digitoinnilla tarkoitetaan prosessia, jossa tieto, piirros, kuva, musiikki tai tässä tapauksessa tekstiilimateriaali muutetaan digitaaliseen muotoon. Digitointi mahdollistaa luodun tiedoston jakamisen ja saavuttamisen helposti maailman laajuisesti. (What Is 2007) Eli digitoitu tekstiilimateriaali voidaan helposti jakaa esimerkiksi toisella puolen maapalloa asuvan 3D-mallintajan tai suunnittelijan kanssa. Mallistoa suunniteltaessa digitaalisia materiaaleja voidaan siis tilata ja saavuttaa nopeammin kuin fyysisiä tekstiilimateriaaleja. Digitaaliset tekstiilimateriaalit ja 3D-mallinnus mahdollistavat vaatemalliston visualisoinnin helposti ja nopeasti, ilman useita fyysisiä mallikappaleita tai tekstiilimateriaalinäytteitä.

Aivan täysin ilman fyysisiä tekstiilimateriaalinäytteitä ei kuitenkaan mallistoa voida luoda, sillä digitaalisten tekstiilimateriaalien haasteena näen värit. Värit toistuvat eri tavoin eri tietokoneiden ja muiden näyttöjen välillä. Värisävyyden vaihteluihin vaikuttavat pikselit, RGB väriavaruus, bittisyvyys sekä näytönresoluutio (Mertes 2021). **Pikseli** eli kuvaelementti, *pixel eli picture element*, on pieni digitaalinen piste tai neliö, joista esimerkiksi kuvat ja videot koostuvat. **Näytönresoluutio** määrittää kuinka paljon pikseleitä kuvassa on. Esimerkiksi HD kuvan resoluutio on 1920 x 1080, jolloin pikselien määrä on 2 073 600. Mitä enemmän pikseleitä kuvassa on, sen tarkempi kuva on, vastaavasti mitä vähemmän pikseleitä kuvassa on sitä selvemmin yksittäiset pikselit erottuvat ja kuvan laatu on huonompi eli kuva pikselöitynyt. (Techopedia 2020) Pikselien värit määrittyvät **RGB väriavaruuden** avulla. RGB väriavaruus on matemaattinen malli, joka kuvaa miten värit toistuvat. RGB väriavaruus sisältää kaikki mahdolliset väriyhdistelmät, joita saadaan aikaan, kun yhdistetään valon kolme pääväriä eli punainen, *Red*, sininen, *Blue* ja vihreä, *Green*. (Photo Review 2014) **Bittisyvyys** eli värisyvyys määrittää kuinka monta bittiä yksi pikseli sisältää. Mitä enemmän bittejä yksi pikseli sisältää sitä suurempi värien vaihtelu ja laatu on näytöllä. Nykyään suurin osa tietokoneista käyttää vähintään 32-bit värejä, mikä mahdollistaa jopa 16.7 miljoonaa eri väriä. (Computer Hope 2022)

Värien toistumiseen näytöllä voidaan kuitenkin vaikuttaa kalibroimalla näyttö haluttuun väriavaruuteen. Tähän voidaan hyödyntää erilaisia kalibrointiin tarkoitettuja ohjelmistoja tai kalibrointiin tarkoitettuja laitteita. Tietokoneissa on usein sisäänrakennettuja työkaluja näytönkalibrointiin, niiden haasteena on kuitenkin se, että kalibrointiin vaikuttaa käyttäjän omat mieltymykset ja lopputulos ei välttämättä ole yhtenäinen eri näyttöjen välillä. Varmin tapa saada näytöt kalibroitua ja saada värit toistumaan samanlailla kaikilla näytöillä on käyttää kalibrointiin suunniteltuja laitteita. (Martindale 2021)

Haasteena digitaalisten tekstiilimateriaalien valinnassa mallistoihin onkin se, miten värit toistuvat eri näytöillä. Myytäessä digitaalisia tekstiilimateriaaleja tulisikin mielestäni kertoa tarkat määritelmät, kuinka näytön tulisi olla kalibroitu, jotta värit näkyvät oikein. Tähän olisi tulevaisuudessa hyvä kiinnittää huomiota tekstiili- ja muotialalla, jotta värit toistuisivat oikein riippumatta siitä mikä vaatebrändi, suunnittelija tai jälleenmyyjä tuotteita katsoo.

Vaatebrändit hyödyntävät Pantone-värikarttoja mallistojen suunnittelussa, sillä se mahdollistaa värien määrittelyn tarkkaan, esimerkiksi metsänvihreä voi tarkoittaa eri ihmisille eri vihreänsävyä. Kun väri valitaan suoraan Pantonen kirjastosta saa väri tarkan määrittelyn, jolloin ymmärrys värinsävystä on jokaisella sama. Pantone on universaali värikieli, joka auttaa esimerkiksi suunnittelijoita värien valinnassa ja kontrolloinnissa, lisäksi se auttaa havainnollistamaan värisävyjä niin suunnittelutiimien sisällä kuin myös markkinoitaessa mallistoja. (Pantone 2021) Pantonella on oma iStudio Designer Edition –laite näytön kalibrointiin ja Pantone Color Manager –ohjelmisto, jonka avulla voidaan rakentaa väripaletteja ja viedä niitä suoraan suunnittelutyökaluihin (Pantone 2021). Pantonen-värikartat ovat laajalti käytössä eri yrityksissä ja niiden käyttö vaatesuunnittelussa on jokapäiväistä.

Digitaalisten aidon näköisten tekstiilimateriaalien luominen on välttämätön osa digitaalista muotia, niiden avulla 3D-mallinnetuista asuista saadaan mielenkiintoisia ja aidon näköisiä. Digitaalisten tekstiilimateriaalien merkitys korostuu esimerkiksi silloin kun 3D-mallinnuksia käytetään virtuaalisovittamisessa. Tulevaisuudessa eri kangasvalmistajien on syytä tarttua digitaalisten tekstiilimateriaalien tekemiseen, sillä se tarjoaa heille aivan uuden markkinaraon. Osa kangasvalmistajista onkin jo herännyt digitaalisten tekstiilimateriaalien kysyntään, ja on aloittanut omien digitaalisten tekstiilimateriaalien luomisen sekä myymisen, esimerkiksi CottonWorks. Erilaisia digitaalisia materiaaleja on saatavilla eri materiaalikirjastoista kuten Connect, Swatchbook ja Substance 3D.



Kuva 11 (Yllä). Pantonen-värikartat ovat saatavilla eri muodossa fyysisenä **tcx** eli textile cotton, jossa värinäytteet ovat puuvillakangasta. (Pantone 2021)

Kuva 12 (ala vasemmalla). Lisäksi **tpx** eli textile paper on paperinen värikartta, jossa värinäytteet ovat joko matta tai kiiltopintaisella paperilla. (Pantone 2021)

3. Liike lähtee vaatteesta

3.1 SUUNNITTELU JA TEKSTIILIMATERIAALIEN VALINTA

Vaateen suunnittelussa lähtökohtana oli tekstiilimateriaalin liike, ja se miten sen erilaisia ominaisuuksia voisi parhaiten tuoda esiin. Tästä syystä halusin vaatteeseen niin laskeutuvia, laskostuvia osia kuin sileitä osia. Tämä lisäksi halusin vaateen kuvastavan minua suunnittelijana ja olevan omalle tyylilleni uskollinen. Luonnosteluvaiheeseen käytin paljon aikaa ja piirsin kaikki luonnokset digitaalisesti hyödyntäen Lenovo Yoga Bookia. Digitaalinen piirtäminen oli itselleni luonteva tapa lähteä tekemään ja kokeilemaan erilaisia vaihtoehtoja asun tyylille ja muodolle.

Luonnoksia syntyi paljon ja lopullinen asu muotoutui pitkälti useamman idean yhdistämisestä. Lopulta päädyin toteuttamaan uniformumaisen mekon, jonka hihat ovat hyvin ohuet, isot ja naiselliset. Vaikutteita hihoihin on tullut 1800-luvun näyttävistä naisten mekkojen lampaanlapahihoista. Mekon miehusta on hyvin sileä ja tyköistuva kun taas hieman kellotettuhelma laskeutuu kauniisti. Mekon edessä on vyötärölle asti jatkuva kaksirivinen napitus, jolla etupaneeli on kiinni. Mekko on edestä auki, eli etupaneeli ja helma eivät ole toisissaan kiinni, joten mekon edessä on kaksi halkiota.

Ajatus tanssijasta mallina syntyi, kun halusin saada tekstiilimateriaali liikkumaan, jolloin sen visualisointi olisi mielekkäämpää. Tanssijan kehonhallinta ja sulava liikkuminen sopivat mielestäni hyvin herättämään vaatteeni eloon. Lisäksi liikkeessä olevaa tekstiilimateriaalia on mielenkiintoisempaa katsoa kuin staattisesti olevaa kuvaa. Samalla voidaan myös havainnoida, kuinka fyysinen tekstiilimateriaali liikkuu suhteessa animoituun digitaaliseen tekstiilimateriaaliin.



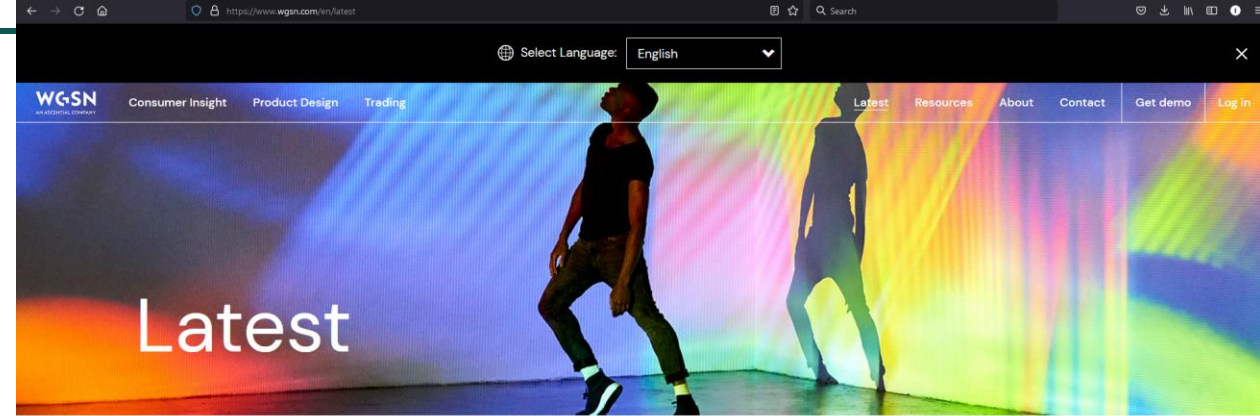
Kuva 14. Luonnoksia opinnäytetyössä toteutettavasta vaatteesta (Pitkänen 2021)

Tekstiilimateriaaleiksi luokitellaan kaikki kudotut kankaat, neulokset sekä kuitukankaat (Suomen tekstiili & muoti 2015). Tässä opinnäytetyössä käytettävät tekstiilimateriaalit ovat kaikki kudottuja kankaita. Kudottukangas eli **kudos**, koostuu **loimi-** ja **kudelangoista**. Loimilangat kulkevat kankaassa pitkittäissuunnassa ja vastaavasti kudelangat poikittaissuunnassa. Näistä toistensa yli ja ali kulkevista langoista syntyy erilaisia **sidoksia**, kuten palttina, toimikas ja satiini. (Eberle ym. 2010, 69, 72)

Tekstiilimateriaalin valinnassa keskeisimpänä kriteerinä oli se, että tekstiilimateriaali olisi monomateriaali eli 100 % vain yhtä raaka-ainetta. Valintaan vaikuttivat myös tekstiilimateriaalien ekologisuus ja kestävyys sekä se että valitut tekstiilimateriaalit olisivat 100 % luonnonmateriaaleja. Pitkällisen prosessin tuloksena opinnäytetyöni tekstiilimateriaaleiksi valikoituivat melearattu villakangas ja Pongee silkki. Molemmat kankaat ovat eläinperäisiä luonnonkuituja eli proteiinikuituja.

Villakankaan kanssa tarvittiin kuitenkin myös vuorikangas, joten siihen valikoitui viskoosikangas. Viskoosi itsessään ei ole luonnonkuitu, vaikka sitä voidaan valmistaa esimerkiksi kasvien selluloosasta, vaan se on selluloosamuuntokuitu (Ginetex kuitutaulu 2013). Viskoosia voidaan valmistaa esimerkiksi koivusta tai bambusta. Viskoosi sopii kuitenkin hyvin vuorikangasmateriaaliksi sillä se ei sähköisty, joten se valikoitui opinnäytetyöhön yhdeksi kankaaksi, vaikka se ei varsinainen luonnonkuitu olekaan.

Muita opinnäytetyössä käytettyjä lisämateriaaleja olivat musta 100 % puuvillainen liimatukikangas, sekä musta tylli, jota käytettiin hihoissa tukemassa hihan mukkeaa muotoa. Näiden lisäksi vaatteessa käytettiin hopean värisiä metallisia painonappeja.



Kuva 15. Vaatteen värimaailmaan hain inspiraatiota WGSN -sivustolta, jossa voi seurata tekstiili- ja muotialan trendejä, kuten värejä (WGSN 2022)

Autum - Winter 22/23

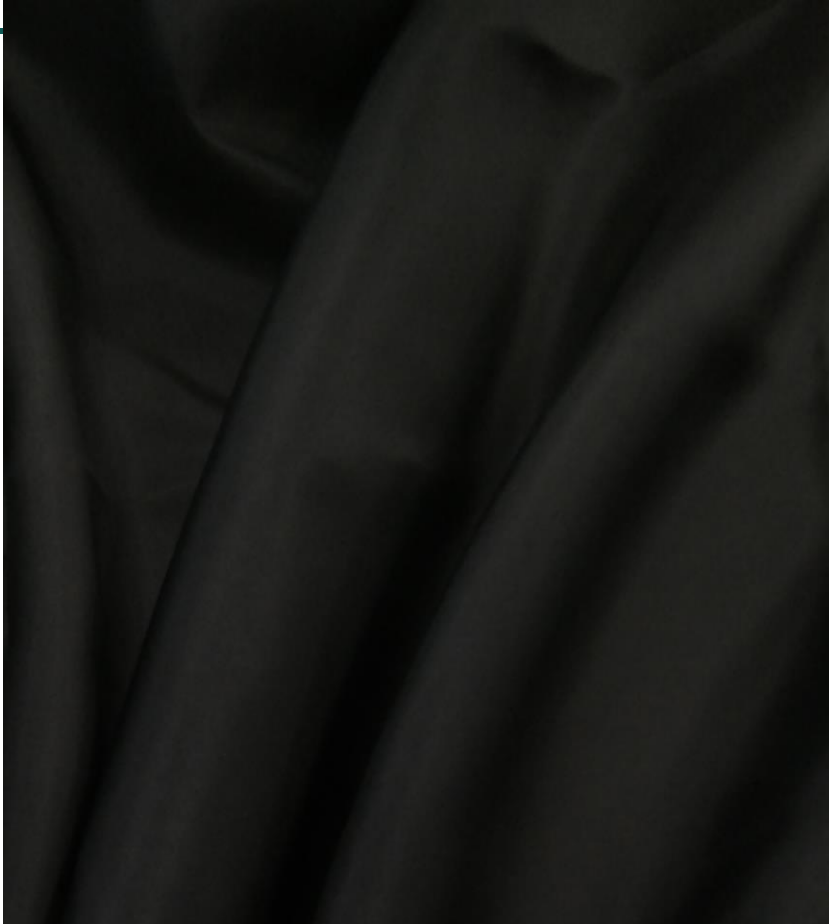


Kuva 16. Vaatteeseen valikoituneet värit on koottu yhteen WGSN -sivuston syksyn 2022 ja talven 2023 väriennusteista. (WGSN 2021)



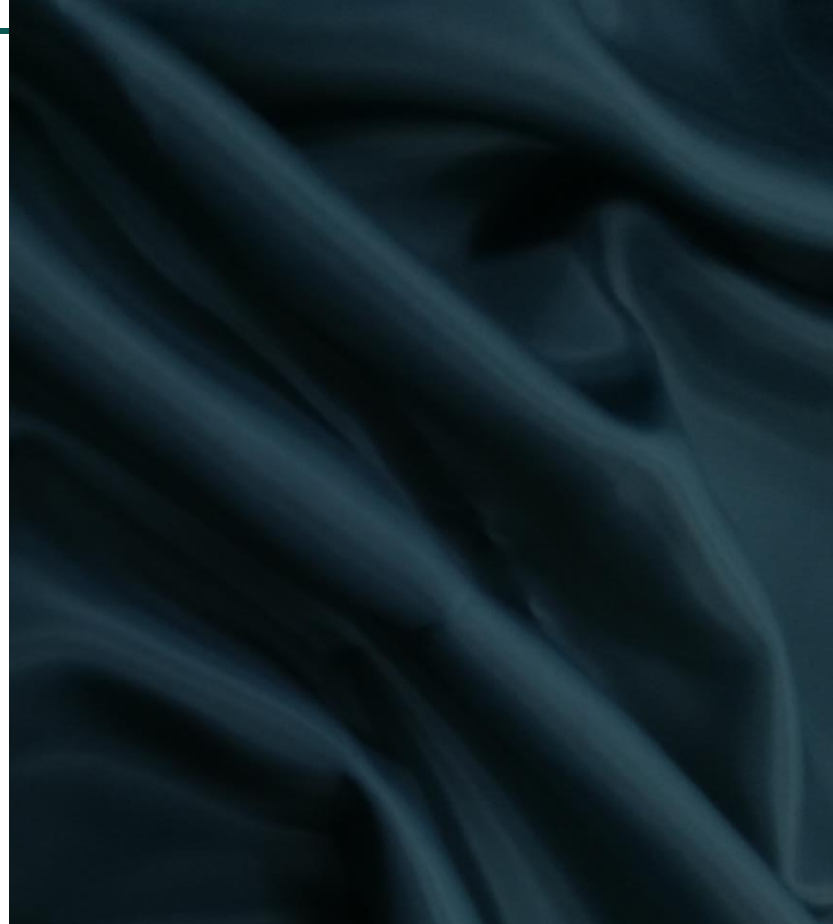
Kuva 17. Meleeratun villakankaan pinta näyttää hyvin eläväiseltä eri värisen loimi- ja kudelangon vuoksi (Pitkänen 2022)

Panamasidoksinen meleerattu villakangas on 100 % villaa. Kankaan loimi- ja kudelanka ovat eri värisiä, valkoinen ja musta, jolloin villakangas näyttää harmaalle. Kankaan pinta on pehmeä ja himmeä kiiltainen, lisäksi se laskeutuu kauniisti.



Kuva 18. Pongee silkin hempeys tuo vaatteen hihoihin ilmavuutta keveyttä. (Pitkänen 2022)

Hihoihin valittiin kevyempi paltinasidoksinen Pongee silkki, joka on 100 % silkkikangas. Musta Pongee on ohut, pehmeästi kiiltävä ja hieman läpikuultava.



Kuva 19. Tumman turkoosi Japonette viskoosi antaa vaatteelle hieman väriä. (Pitkänen 2022)

Vuorikankaaksi valittiin, tumman turkoosin värinen Japonette on 100 % viskoosia, joka ei sähköisty. Se on kiiltävä pintainen ja laskeutuu kauniisti.

3.2 OMMELTU VAATE

Vaatteen kaavan tekemiseen käytin paljon aikaa ja kuosittelin puvunperuskaavasta luonnoksiani vastaavan kuva, jonka vein Clo 3D -mallinnusohjelmistoon. Hyödyntsin 3D-mallintamista osana kaavan tekoa, sillä pystyin nopeasti visualisoimaan ajatuksiani ja tekemään korjauksia fyysisiin kaavoihin. Kaavoitus prosessini oli yhdistelmä perinteisiä kaavoitusmenetelmiä ja 3D-mallintamista. Vaatteen kaavasta oli tärkeää saada mahdollisimman tarkka ja hyvin istuva, sillä se tulisi helpottamaan lopullisen 3D-mallin tekemistä.

Vaatteen ompelussa kiinnitin huomiota siihen, miten paljon nopeampi vaatteesta oli tehdä 3D-mallinnus kuin itse fyysinen vaate. Vaatteen valmistukseen aina kankaan leikkaamisesta viimeistelyyn kului merkittävästi enemmän aikaa kuin 3D-mallintamiseen. Tähän suurin syy oli se, että kankaan ja kaavojen valmistelu leikkaamista varten, sekä itse kappaleiden leikkaaminen vei paljon aikaa. 3D-mallinnusohjelmistossa tämä kaavojen asettelu ja leikkaaminen jäivät pois, joten vaatteen 3D-mallinnus oli nopeampaa.

Vaatteen ompelussa myös esimerkiksi virheiden tekeminen tai langan loppuminen kesken ompelun vaikutti siihen, kuinka kauan ompeluun meni aikaa. Fyysistä vaatetta ommeltaessa tuli ottaa huomioon ompelujärjestys ja suunnitella tarkkaan mikä osa täytyy kiinnittää ja milloin. Osien neulaaminen yhteen ennen ompelua ja kappaleiden asettelu vievät aikaa. Tätä ei 3D-mallintaessa tarvinnut miettiä.

Ommeltu vaate onnistui todella hyvin, ja vaatemallina toimitut tanssija herätti sen eloon studiokuvaksissa. Vaate liikkui kauniisti mallin tanssiessa ja se näytti hyvältä mallin päällä. Tekstiilimateriaalin liikettä oli mielenkiintoista seurata ja havainnoida. Erityisen mielenkiintoista oli nähdä miten erilaiset mallin tekemät liikkeet vaikuttivat vaatteeseen ja saivat vaatteen tanssimaan.



Kuva 20. Kaavojen asettelu huolella kankaalle on tärkeää, jotta leikkuujätettä syntyy mahdollisimman vähän ja kankaan käyttö saadaan maksimoitua (Pitkänen 2022)



Kuva 21. Valmis ommeltu vaate edestä kuvattuna (Hintsala 2022)

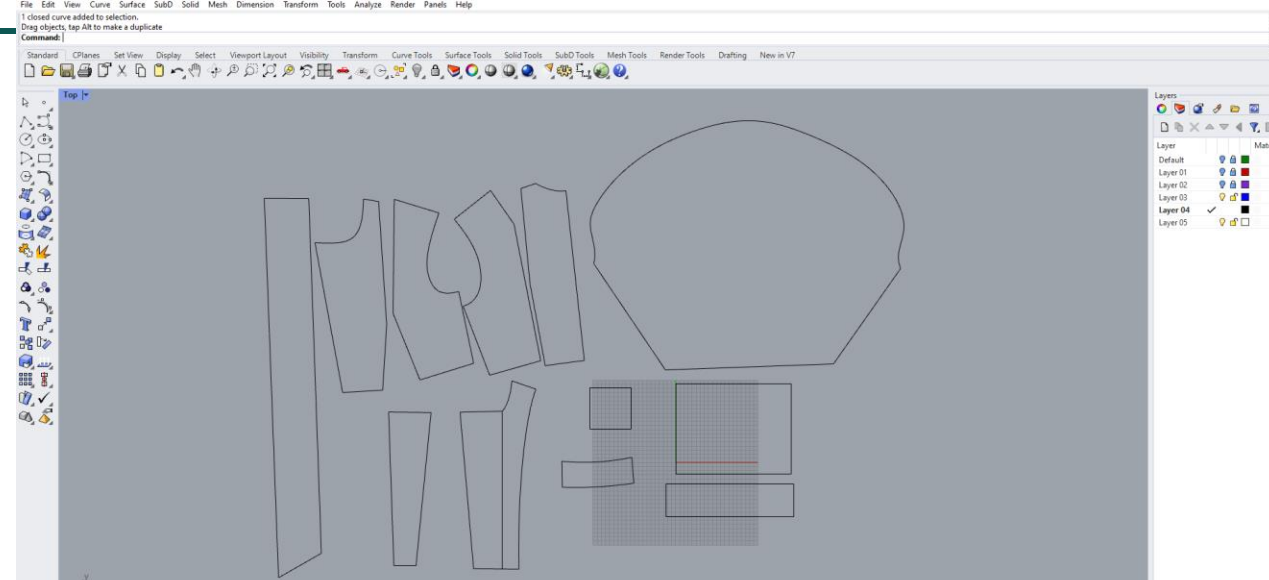
Kuva 22. Valmis ommeltu vaate takaa kuvattuna (Hintsala 2022)

3.3 DIGITAL TWIN ELI 3D-MALLINNETTU VAATE

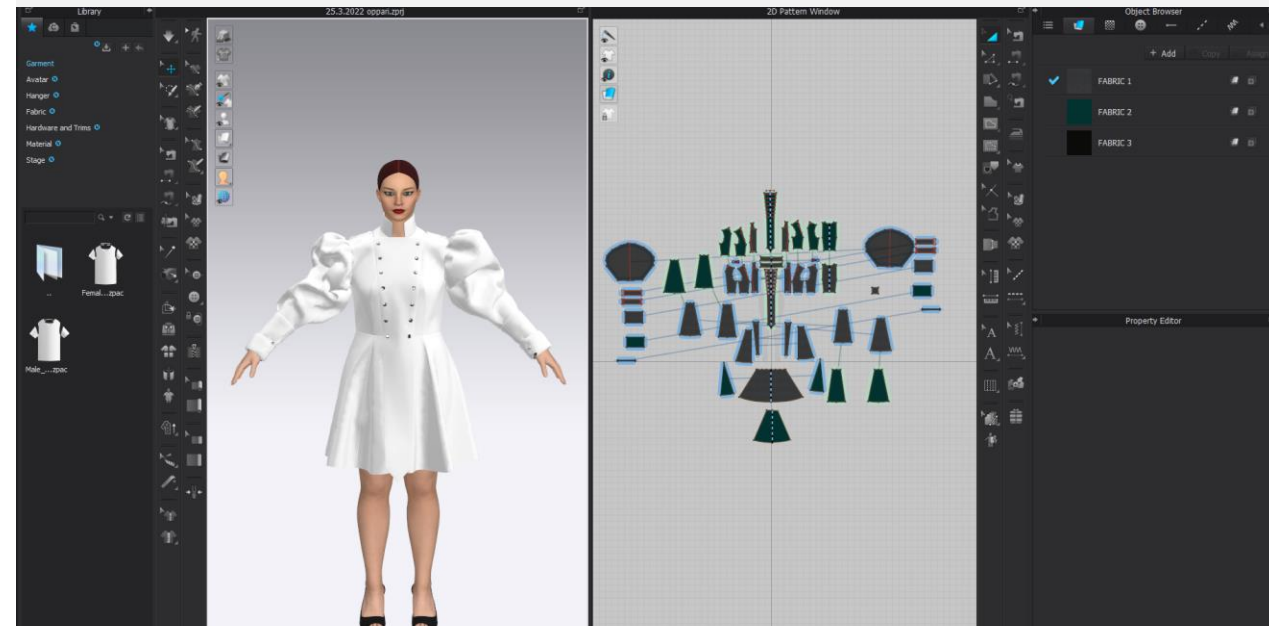
Opinnäytetyössä luotiin tarkka 3D-malli ommellusta fyysisestä vaatteesta eli **digitaalinen kaksonen, digital twin** (IBM 2022). **3D-mallilla** tarkoitetaan kolmiulotteista kappaletta, joka voidaan **3D-mallintaa** tietokoneella hyödyntäen erilaisia siihen tarkoitettuja 3D-mallinnusohjelmistoja. Tässä opinnäytetyössä käytettiin Clo 3D mallinnusohjelmistoa, sillä se oli itselleni tutuin vaatteiden 3D-mallinnusohjelmisto. **Clo 3D** on vaatteiden suunnitteluun ja 3D-mallintamiseen luotu ohjelmisto, jossa 2D-kaavoista luodaan 3D-mallinnettuja vaatteita (iRenderGPU 2021). Muita kiinnostavia vaatteiden 3D-mallinnusohjelmistoja ovat mm. Browzwearin VSticher, jonka opetteluun pääsen toivottavasti tulevaisuudessa paneutumaan enemmän.

Lopullisen digitaalisen kaksosen tekemiseen käytettiin ommellun vaatteiden kaavoja, jotka digitoidiin Rhinoceros 7 3D-mallinnusohjelmistossa eli kaavat muutettiin digitaaliseen muotoon ja vietiin Clo3D –ohjelmistoon. Tämä tehtiin, jotta 3D-mallinnettu vaate vastaisi mahdollisimman tarkasti fyysistä vaatetta ja olisi mahdollisimman vertailukelpoinen.

Digitaalinen vaate valmistui helposti ja vaivattomasti. Eniten aikaa kului hienosäätöön ja pienten yksityiskohtien läpikäyntiin, jotta vaatteesta saatiin hyvännäköinen. Digitaalisen vaatteiden renderöintiin kului paljon aikaa. Siinä missä fyysisen vaatteiden tekemisessä kaavojen asettelu ja kankaan leikkaaminen vievät paljon työskentely aikaa, näkyi lopullisen vaatteiden ulkonäkö heti ja se oli valmis kuvattavaksi. Kun taas digitaalisen vaatteiden saaminen visuaalisesti hyvännäköiseksi vaati aikaa, sillä yhden kuvan renderöintiin, saattoi kulua, jopa 5-20 minuuttia. Eli se aika minkä 3D-mallinnus voitti siinä, ettei sitä varten tarvinnut leikata kangasta otti fyysinen vaate ajan takaisin 3D-mallinnusta renderöitäessä. Toki on otettava huomioon, että mikäli renderöintiä varten olisi ollut vielä tehokkaampi tietokone, olisi se voinut sujua nopeammin.



Kuva 23. Rhinoceros 7 3D-mallinnusohjelmistossa paperille piirretyistä kaavoista sai helposti digitaaliset vektoripiirroksia, jotka voitiin tallentaa pdf muotoon (Pitkänen 2021)



Kuva 24. Pdf muotoiset digitoidut kaavat avattiin Clo 3D-mallinnusohjelmistolla, jotta piirretty kaava voitiin visualisoida ja tarkastella millaisia muutoksia kaavaan olisi hyvä tehdä (Pitkänen 2021)



Kuva 25. 3D-mallinnettu kopio ommellusta vaatteesta eli digital twin edestä kuvattuna (Pitkänen 2022)

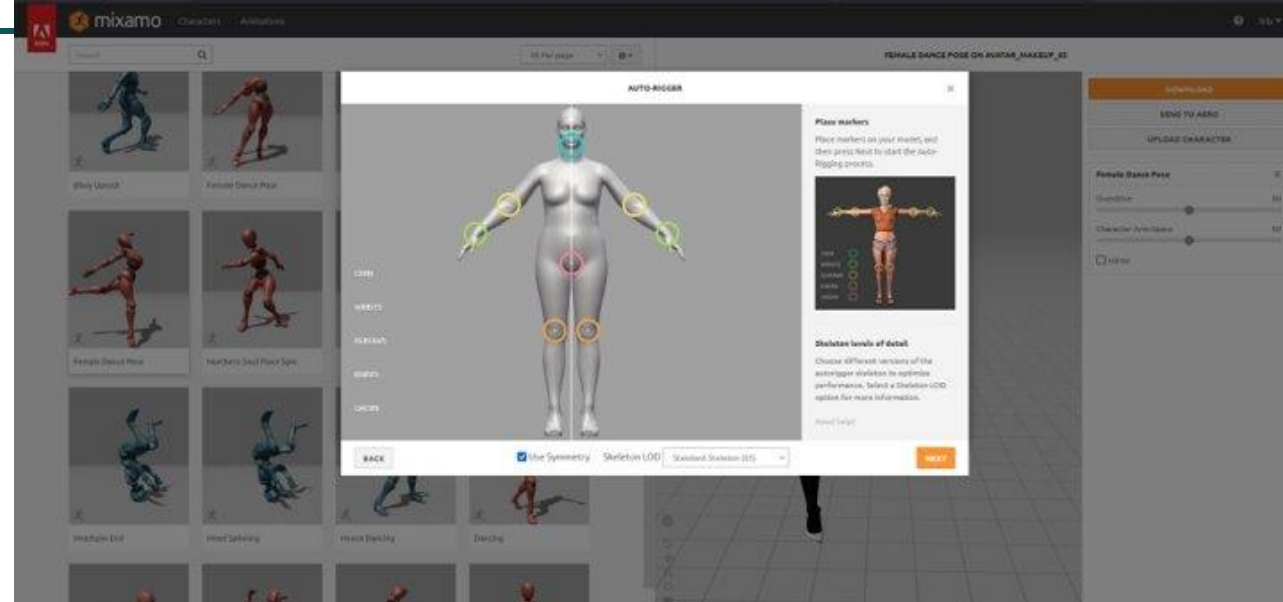


Kuva 26. Digital twin takaa kuvattuna (Pitkänen 2022)

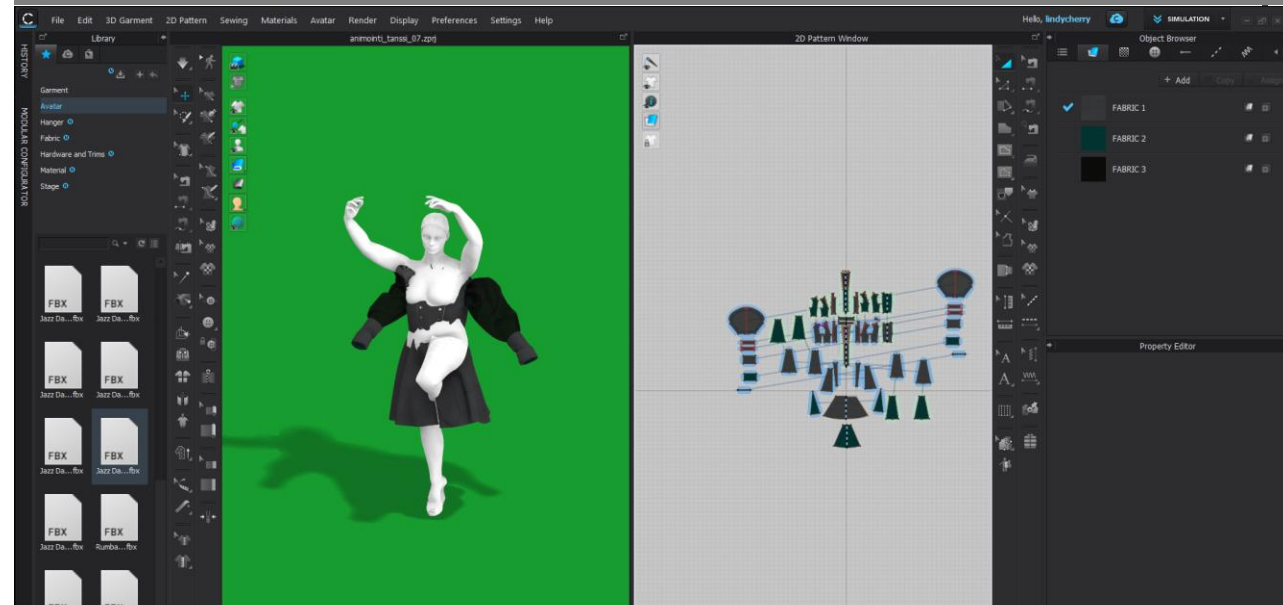
Vaatteen 3D-mallinnuksen saamiseksi videolle tehty 3D-mallinnus ja avatar tuli saada tanssimaan. Vaatteen animointi tapahtui Clo 3D-ohjelmistossa ja vaatteen animointiin vaikuttivat avattaren tekemät liikkeet. Koska opinnäytetyössä ei ollut tarkoitus perehtyä avattaren animointiin, hyödynnettiin avattaren liikkeelle saamiseen Mixamon valmiita animaatioita. Mixamo on Adoben luoma kirjasto, missä on erilaisia animaatioita, joilla 3D-mallinnettuja avattaria voidaan saada liikkumaan. Mixamoon ladataan avatar, joka halutaan animoida liikkeelle ja valitaan haluttu animaatio (Mixamo 2022).

Clo 3D-ohjelmistossa vaatteen 3D-mallinnusta varten tanssijan mitoilla luotu avatar, voitiinkin animoida vaivattomasti tanssimaan Mixamoa hyödyntäen. Mixamon animaatio kirjastosta valittuihin tanssiliikkeisiin vaikutti lähinnä se, kuinka lähelle vartaloa avattaren kädet liikkuvat. Tämä siksi sillä aiemmista vaatteiden animaatio kokemuksista tiesin, miten helposti 3D-mallinnettu vaate takertuu esimerkiksi avattaren sormiin animoitaessa vaatetta Clo 3D -ohjelmistossa, jolloin vaate saattaa repeytyä avattaren päältä pois. Tästä syystä valikoiduissa tanssianimaatioissa avatar ei hivele vartaloon, jolloin on minimoitu mahdollisuus, että vaatetta animoitaessa tulisi ongelmia. Mixamosta ladatun animoidun avattaren tuomisen jälkeen takaisin Clo 3D-ohjelmistoon aloitettiin varsinainen vaatteen animoiminen. Clo 3D-ohjelmistossa on todella helppo käyttökäyttöinen vaatteen animointi toiminto, jolla mikä tahansa 3D-mallinnettu vaate voidaan saada liikkumaan, kunhan vain haluttu liike on ensin animoitu avattareen. Työläintä vaatteen animoinnissa on asettaa vaate uudelleen avattaren päälle, mikäli animoidun avattaren lähtöposeeraus on jokin muu kuin T tai A asento. Kun vaatteen 3D-mallinnus on saatu ja simuloitu halutun animoidun avattaren päälle, voidaan vaatteen animointi aloittaa. Vaatteen animointiin kannattaa varata paljon aikaa, sillä samoin kuin renderöinti vaatteen animointi ottaa aikansa, ja myös tähän vaikuttaa se kuinka tehokas tietokone animointiin on käytössä.

Mixamosta ladattujen animaatioiden tarkoituksena oli saada digitaalinen vaate liikkeelle, ei niinkään tehdä hienoa tanssikoreografiaa. Kuitenkin jos olisi ollut mahdollista olisi voinut olla hienoa pyytää tanssijaa tekemään tanssikoreografia videota varten ja hyödyntää liikekaappausteknologiaa, jolloin tanssikoreografiaa olisi voinut hyödyntää digitaalisen vaatteen animointiin.



Kuva 27. Mixamoon avatarta ladattaessa on tärkeää määrittää tarkasti sivuston vaatimat kohdat avattaresta, mitä tarkemmin kohdennuspisteet saa asetettua paikoilleen, sitä paremmin avatar saadaan animoitu. (Mixamo 2022)



Kuva 28. Vaatteen asettelu animoidun avattaren päälle vie aikaa, kun avattaren animaation aloitus asento on jokin muu kuin T- tai A-asento (Clo 3D 2022)

3.4 AVATAR - DIGITAALINEN SUPERMALLI VAI PELKKÄ VAATENAULAKKO

Avatar tarkoittaa virtuaalihahmoa (MOT-sanakirja) ja tässä opinnäytetyössä avatar on mallintamisen apuna käytettävä ihmisen näköinen hahmo, jonka päälle digitaalinen vaate rakentuu. Pelimaailmassa avattarella tarkoitetaan pelaajan pelaamaa ja usein itse valitsemaa ja muokkaamaa pelihahmoa.

Avattaria voidaan luoda useilla siihen suunnitelluilla ohjelmistoilla, kuten Make Human, DAZ 3D ja Unreal Enginen MetaHuman Creator. Avatar voidaan luoda vastaamaan minkä kokoista henkilöä tahansa. Erityisesti vaatteita 3D-mallintaessa on tärkeää, että avattaren mitat ovat tiedossa ja vastaavat haluttua mallikokoa, yleensä M koko. Tämä auttaa etenkin silloin kun 3D-mallinnuksesta on tarkoitus tehdä fyysisiä vaatteita, jolloin 3D-mallinnuksesta luoduissa kaavoissa ja techpackissä on oikeat tiedot ja mitat, jolloin kaavan sarjonta helpottuu.

Avattaresta voidaan tehdä hyvin yksinkertainen ja nukkemainen tai todella yksityiskohtainen ja realistisen oloinen, jolloin sen erottaminen oikeasta ihmisestä voi olla haastavaa. Tästä hyvänä esimerkkinä toimii digitaaliset supermallit kuten Shudu ja Lil Miquela. Molemmat supermallit ovat täysin digitaalisia hyperrealistisia avattaria, joilla on sosiaalisessa mediassa miljoonia seuraajia. He toimivat influenssereina ja poseeraavat eri brändien tuotteiden kanssa.



Kuva 29. Shudu, kuvassa, ja Lil Miquela ovat molemmat kauniita digitaalisia supermalleja, joita voi seurata sosiaalisessa mediassa (Vogue 2019)



Tähän opinnäyteyöhön ei lähdetty luomaan alusta asti omaa avatarta, vaan käytettiin Clo 3D:stä löytyviä valmiita avattaria. Tämä siitä syystä, että opinnäytetyön tarkoituksena ei ollut keskittyä avatarien luomiseen vaan tutkia digitaalisia tekstiilimateriaaleja. Clo 3D mallinnusohjelmistossa avattaren mitat määriteltiin vastaamaan tarkasti mallina toimivan tanssijan mittoja, jotta kaava istuisi avattaren päälle oikein.

Pieniä muutoksia avattaren tekstuurikarttoihin kuitenkin tein, jotta avattaren ulkonäkö sopisi paremmin luotuun vaatteeseen ja olisi hieman enemmän mallina toimineen tanssijan näköinen. Muutoksia olivat silmä- ja huulimeikin lisääminen avattaren kasvoihin sekä silmien- ja hiustenväriin muuttaminen. Toinen pieni muutos mitä tekstuureihin tein oli sukkahousut, etteivät avattaren alusvaatteet vilahtele animoinnin seurauksena.

4.4. VAATTEEN SOVITUS

Fyysisen vaateen sovituksessa asiakkaalta tai tässä tapauksessa vaatemallilta voi kysyä miltä vaate päällä tuntuu. Tämän lisäksi vaatehavainnointiin vaatemallin päällä voidaan katseen lisäksi käyttää kosketusta, jolloin voidaan varmistaa, että vaate istuu hyvin. Digitaaliselta avattarelta ei kuitenkaan voi kysyä miltä vaate päällä tuntuu. Clo 3D-mallinusoajelmistossa voidaan kuitenkin erilaisten **fit map**, **strain map**, **stress map** ja **pressure points** karttojen avulla havainnoida sitä, kuinka vaate istuu avattaren päällä. Nämä kartat näyttävät vaatteesta mm. ne kohdat, jotka ovat liian tiukkoja ja jos vaatetta ei voida pukea. Nämä kartat toimivat hyvänä apuna vaate 3D-mallintamisessa ja niiden avulla voidaan tutkia kuinka tiukka vaate voi olla, että sen voi vielä pukea päälle tai mitkä kohdat 3D-mallinnetussa vaatteessa ovat sellaisia mihin tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Sovittamisessa oli kuitenkin huomioitava, että kun kyseessä oli tanssijalle liikkeen kautta suunniteltu vaate, oli vaatteessa tarkoitus pystyä liikkumaan. Vaateen tekstiilimateriaalit eivät sisältäneet yhtään elastaania, joten tämä tuli ottaa huomioon vaatetta tehdessä ja sovittaessa.

Opinnäytetyössä toteutettuja fyysistä ja digitaalista vaatetta sovittaessa esiin tuli hyvin samanlaisia asioita. Vaate istui molemmille hyvin, ja muutettavia asioita kaavassa oli todella vähän. Kiinnitin kuitenkin huomiota siihen, että valmiiksi mittojen mukaan muokatun avattaren vartalo ei ihan täysin vastannut mallini vartaloa. Avattaren vartalo on todella kova ja siloteltu, kun taas normaali ihmisvartalo on aina pehmeä ja mukautuva, mikä vaikuttaa vaateen istuvuuteen. Avattaren mittoja määriteltäessä mitat vaikuttivat tiettyyn kohtaan avattaren vartaloa, kuitenkin mukautuen alkuperäisen avattaren mallin. Bodyskannauksen eli vartalon 3D-skannauksen, (Klimentyev 2021) avulla mallina toimineesta tanssijasta olisi voitu luoda vielä realistisempi vartaloinen avatar, jolloin sovittamisen vertailu avattaren ja tanssijamallin välillä olisi ollut tarkempaa.



Kuva 31. Stress map kertoo punaisella kohdat missä vaatteeseen kohdistuu suurin rasitus eli stress, sinisissä kohdissa rasitusta ei ole. Muut värit näiden kahden välillä kertovat liukumista ääripäiden välillä. (Clo 3D 2022)



Kuva 32. Strain map kertoo punaisella kohdat missä on suuri vääristymä, *distortion*, ja sinisellä ne alueet missä vääristymää ei ole. Muut värit kertovat liukumista kahden ääripään välillä. (Clo 3D 2022)

Kuva33. Fit map kertoo punaisella kohdat missä vaatetta ei voida käyttää ja keltaisella missä vaate on tiukka. (Clo 3D 2022)

Kuva 34. Pressure points kertoo missä kohtaa avatar ja vaate ovat kosketuksissa toisiinsa. (Clo 3D 2022)

Vaatteesta oli tärkeää tehdä mallikappale ennen varsinaisen vaateen ompelua, jotta vaatteesta saatiin mahdollisimman hyvin istuva ja kaavassa mahdollisesti olevat virheet pystyttiin korjaamaan. Mallikappaleen tekemiseen käytettiin valkoista lakanakangasta.

Mallikappale auttoi myös pohtimaan keinoja, kuinka hihaan saisi enemmän volyymia ja näyttävyyttä, tästä syntyi ajatus tyllin kiinnittämisestä vaateen olkapäälle, jolloin hihasta tulisi muhkeampi ja se pitäisi paremmin muotonsa.

Takaa vaate istui todella hyvin mallille ja muutoksia ei ollut tarpeen tehdä. Etukappaleelle tuli pieni muutos, jotta vaate saatiin istuvaksi myös edestä. Muutoin vaate oli sopivan kokoinen ja tämän sovituksen perusteella oli hyvä lähteä tekemään muutoksia kaavaan ennen lopullisen vaateen ompelua.



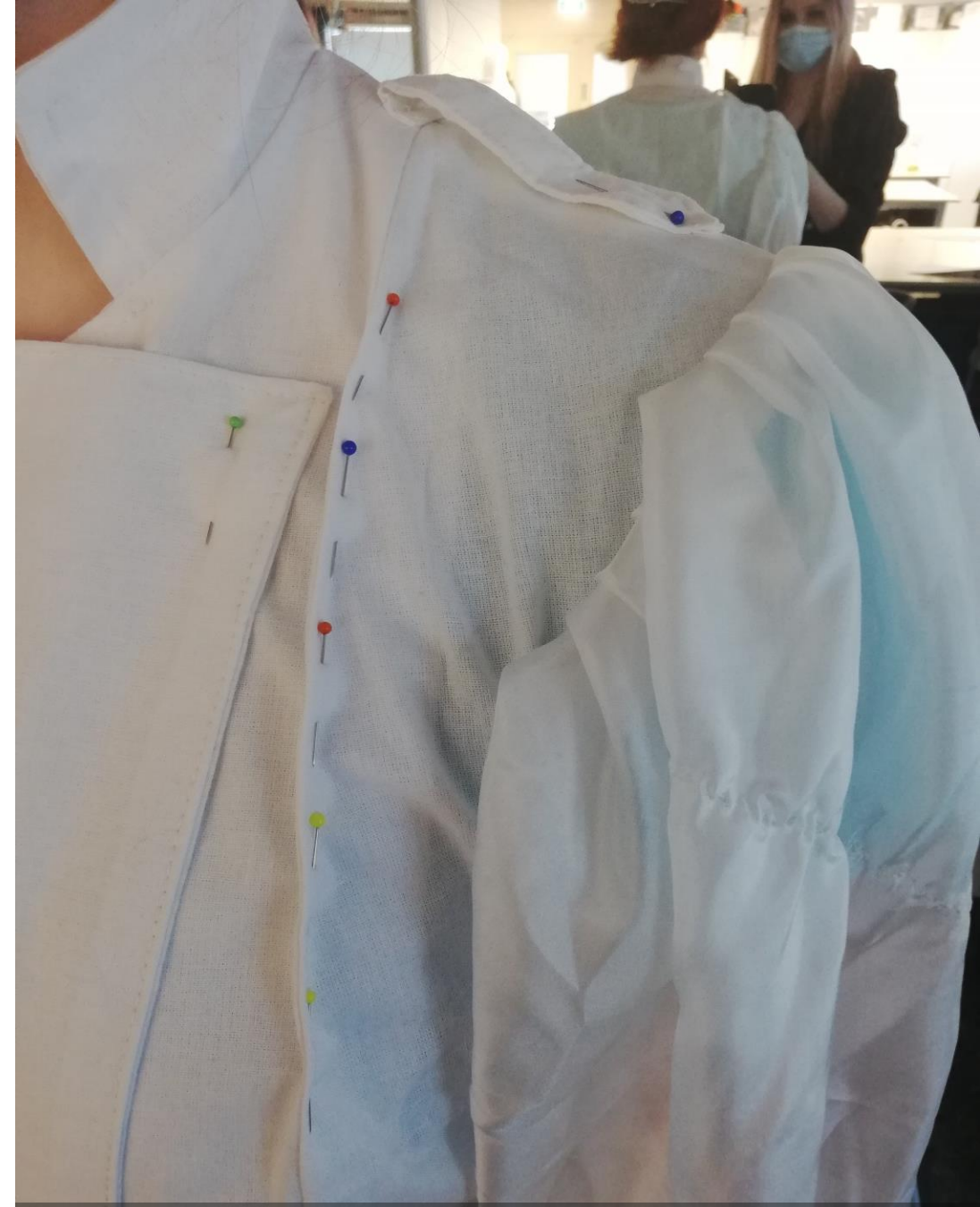
Kuva 35. Mallikappale vaatteesta edestä kuvattuna (Pitkänen 2022)



Kuva 36. Sivusta katsottuna hihan profiili näytti hyvältä ja muhkealta (Pitkänen 2022)



Kuva 37. Takaa vaate istui hyvin, hiha kaipasi lisää nostetta (Pitkänen 2022)



Kuva 38. Vaatteen etukappaleelle tuli pieni muutos (Pitkänen 2022)

4. Tekstiilikuiduista pikseleiksi

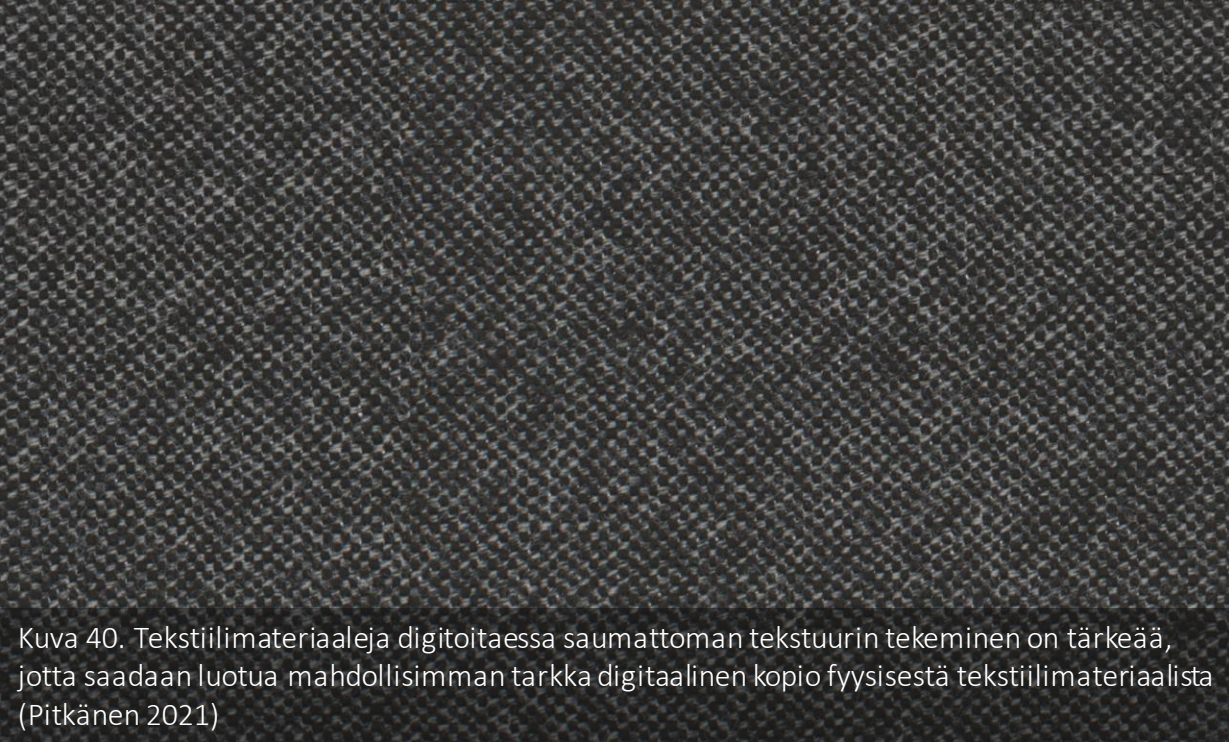
4.1 MITÄ ON TEKSTIILIMATERIAALIN DIGITOINTI?

Tekstiilimateriaalin digitointi on yhdistelmä tekstiilimateriaalin mitattuja fyysisiä ominaisuuksia sekä skannattua tai muutoin kuvattua pintatekstuuria.

Tekstiilimateriaalin pinnan luomiseen käytetään erilaisia tekstuurikarttoja eli **texture map**, joilla tekstiilimateriaalin pinta saadaan visualisoitua realistisesti. (Masterkey 2021) Materiaaliskanneri – ja analysaattori ovat laitteita, joilla kankaan pintaa voidaan visualisoida tarkasti sekä selvittää kankaan ominaisuudet. (Browzwear 2021).

PBR eli Physically Based Rendering perustuu valon kulun ja käyttäytymisen laskemiseen, eli siihen miten valo heijastuu kappaleesta sen osuessa siihen. Valon heijastumiseen vaikuttaa kappaleen pinnan karheus ja sileys. Mitä karkeampi pinta on sitä enemmän valon säteet sirottuvat eri suuntiin, jolloin valo heijastuu isommalle alueelle. Vastaavasti mitä sileämpi pinta sen todennäköisemmin valonsäteet heijastuvat samaan suuntaa luoden pienemmän ja terävemmän heijastuksen. (Vries 2016)

Tekstuuri on 2D-kuva, jota voidaan käyttää 3D-mallin pinnassa. **Materiaali** puolestaan määrittää, miltä 3D-malli tulee näyttämään, eli se vaikuttaa 3D-mallin väriin tai esimerkiksi siihen kuinka heijastava pinta 3D-mallissa on. Materiaali on yhdistelmä eri tekstuurikarttoja. Yhdistämällä tekstuureja ja materiaaleja 3D-malliin voidaan luoda aidon näköisiä kuvia 3D-mallinnetusta tuotteesta. (Petty)



Kuva 40. Tekstiilimateriaaleja digitoitaessa saumattoman tekstuurin tekeminen on tärkeää, jotta saadaan luotua mahdollisimman tarkka digitaalinen kopio fyysisestä tekstiilimateriaalista (Pitkänen 2021)



Kuva 41. Saumallinen tekstuuri, jossa kuvan reunat erottuvat selvästi, kun kuvia asettelee vierekkäin (Pitkänen 2021)

Saumaton tekstuuri on kuva, joka voidaan asettaa mihin tahansa itsensä puolelle (ylös, alas tai sivuille) ilman, että kuvien välillä voidaan havaita saumaa tai yhtymäkohtaa. (Povey) Kankaan digitoinnissa saumattoman tekstuurin luominen on tärkeää, jotta saadaan luotua mahdollisimman realistisen näköinen lopputulos.

Texture map eli tekstuurikarttojen avulla voidaan luoda 3D-mallin pintaan tekstuureita, kuvioita tai muita visuaalisia efektejä, kuten yksityiskohtia kankaaseen. (Denham) Tekstuurikarttoja voidaan luoda hyödyntäen esimerkiksi Vizoon xTex Materiaaliskanneria ja xTex ohjelmistoa, jolloin xTex ohjelmiston algoritmit määrittävät tekstuurikartat. Tekstuurikarttoja voi kuitenkin tehdä myös ilman materiaaliskanneria ja xTex ohjelmistoa.

Erilaisia kuvankäsittelyohjelmistoja kuten Adobe Photoshop, Affinity Photo ja Krita, voidaan hyödyntää saumattomien tekstuurien ja tekstuurikarttojen tekemiseen. Kuvankäsittely ohjelmistoissa haasteellisimpana näen saumattomien tekstuurien luomisen, ja se viekin yleensä kaikista eniten aikaa. Kun saumaton tekstuuri on saatu aikaan, sen pohjalta voidaan lähteä rakentamaan eri tekstuurikarttoja. Tärkeintä tekstuurikarttoja luodessa on ymmärtää, miten mikäkin kartta eli map toimii, jotta päästään haluttuun lopputulokseen.

3D-suunnittelijan on tärkeää ymmärtää tekstuurikarttoja, miten ne toimivat ja rakentuvat. Tekstuurien ymmärtäminen on erityisen tärkeää silloin, kun renderöity 3D-malli ei vastaa 3D-mallinnusohjelmistossa luotua 3D-mallia. Käyttämällä erilaisia tekstuurikarttoja pelkkien arvojen määrittelyiden sijaan voidaan auttaa värien ja materiaalien toistumista oikein 3D-mallissa. (VNTANA, 2021)

Base Color määrittää materiaalin värin (Mesquita 2021).

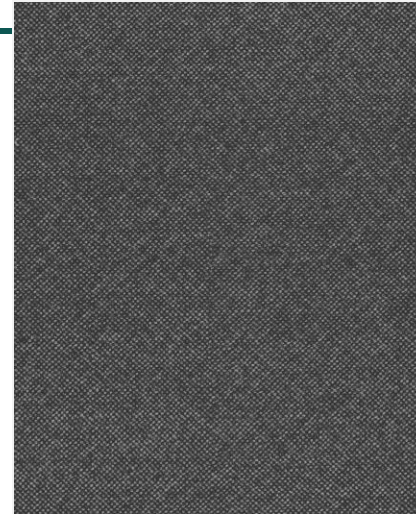
Normal mapit ovat tekstuureja, jotka lisäävät pintayksityiskohtia, kuten uurteita tai kohoumia 3D-malliin, saaden valon heijastumaan mallinpinnasta. Tarkoitus on tavoittaa aidon oloinen geometria ilman, että 3D-malliin tarvitsee lisätä suurta määrää polygoneja. (Unity 2020) Eli mitä vähemmän polygoneja 3D-mallissa on, sitä kevyempi sitä on käsitellä eri ohjelmistoissa tai virtuaalimaailmoissa.

Displacement map 2D kuvassa valkoiset väri alueet korostuvat ulospäin enemmän kuin mustat, luoden 3D siirtymiä geometriaan. Siirtymiä voidaan säätää harmaan eri sävyillä eli harmaasävyasteikolla, *grayscale*, jolloin niillä voidaan määrittää tarkat siirtymät ulkonevien valkoisien ja sisenevien mustien alueiden välillä. (Autodesk 2020)

Roughness map määrittää, kuinka valo sirotaan 3D-mallin pinnasta, eli onko pinta kiiltävä vai matta. Lähellä mustaa olevat arvot nolla (0) antavat kiiltäviä pintoja ja valkoiset arvot yksi (1) mattapintoja, jolloin harmaasävyasteikolla voidaan säätää haluttua kiiltoa tai mattapintaa. (Denham)

Transparency map eli Alpha määrittää läpinäkyvyyttä. 2D kuvan valkoiset osat, eivät ole läpinäkyviä *opaque*, kun taas mustat osat ovat läpinäkyviä *transparent*. Harmaan eri sävyillä voidaan säätää läpinäkyvyyden astetta näiden kahden, valkoinen ja musta välillä. (Denham)

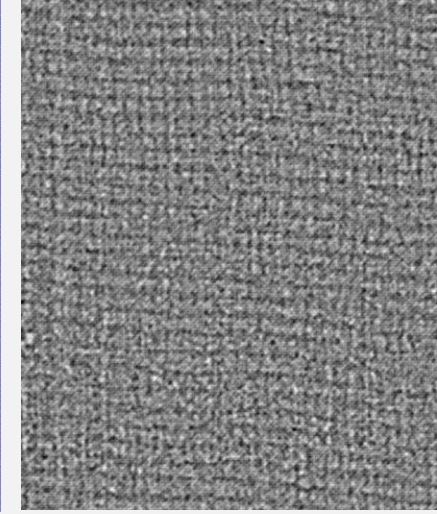
Metalness map määrittää mustan ja valkoisen avulla pinnan metallisuutta, jolloin valkoiset alueet kuvastavat metallia ja mustat alueet kohtia, joissa metallia ei ole. Vaikka myös metalness map käyttää harmaasävyasteikkoa parhaan metallisen efektin saa aikaan käyttämällä vain ääriarvoja eli mustaa ja valkoista. Siirtymät metallisuuden välillä kannattaa tehdä Roughness mapin avulla. (Denham)



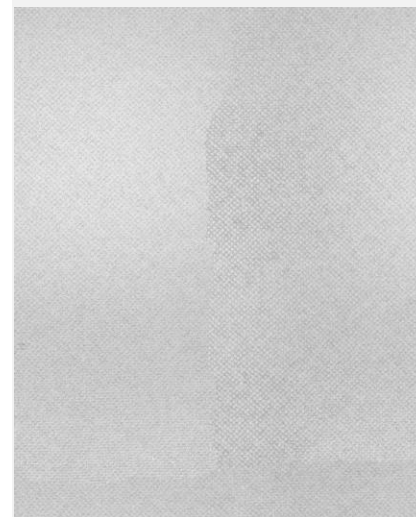
Kuva 42. Base Map
(Pitkänen 2022)



Kuva 43. Normal Map
(Pitkänen 2022)



Kuva 44. Displacement map
(Pitkänen 2022)



Kuva 45. Roughness map
(Pitkänen 2022)



Kuva 46. Transparency map
(Pitkänen 2022)



Kuva 47. Metalness map
(Pitkänen 2022)

4.2 TEKSTIILIMATERIAALIN SKANNAAMINEN MATERIAALISKANNERILLA

Materiaaliskanneri on skannauslaite, joka on kehitetty erilaisten tekstiilimateriaalien pintojen skannaamiseen ja helpottamaan tekstuurikarttojen luomista. Materiaaliskannerit kehittyvät koko ajan ja yksi näkyvimmistä laite kehittäjistä on Vizoo GmBh.

XTex A4 ja xTex A2 ovat Vizoo GmBh yrityksen kehittämiä materiaaliskannereita. Vizoo tekee tiiviisti yhteistyötä eri alojen eksperttien kanssa rakentaakseen innovatiivisia tuotteita ja palveluita. (Vizoo GmBh julkaisuaika tuntematon)

Vizoo kertoo nettisivuillaan, että xTex A4 materiaaliskanneri mittaa kaikki tarvittavat piirteet, joiden avulla voidaan luoda upeita PBR-materiaaleja automaattisesti. Skanneri määrittää mm. pohjaväriä, karkeuden, metallisuuden ja läpinäkyvyyden. Nimensä mukaisesti xTex A4 materiaaliskannerilla voidaan skannata jopa A4 kokoisia tekstiilimateriaalinäytteitä. Skannerissa on kahdeksan valo asetusta, joiden avulla voidaan siepata tarkasti kankaan erilaisia efektejä. XTex A4 hyödyntää johtavan kamerabändi Nikon D850 ja D810 malleja tekstiilimateriaalin skannaamiseen. Näiden avulla tarkkuus nousee jopa 45 megapikseliin per kuva. Samalla se hyödyntää Nikonin ohjelmistokehityspakettia kameran ohjaamiseen ja tuottaa 14-bittisiä raw-kuvia. (Vizoo GmBn julkaisuaika tuntematon)

XTex A2 skanneri on uudempi malli, jonka skannausalue on isompi, jopa A2 kokoinen. Koko alue voidaan skannata 350 dpi, *dots per inch*, tarkkuudella ja hienompia yksityiskohtia jopa yli 1000 dpi. XTex A2 skanneri käyttää yli 2000 korkealaatuista LED valoa, jotka tekevät tekstuurista laadukkaamman. XTex A4 tavoin, myös xTex A2 mahdollistaa PBR materiaalien luomisen luoden automaattisesti mm. pohjaväriä, karkeuden, metallisuuden ja läpinäkyvyyden. (Vizoo GmBh julkaisuaika tuntematon)



Kuva 48. Materiaaliskanneri on kuin pieni studio, jossa Nikonin järjestelmäkamera ottaa tekstiilimateriaalista kuvia, kuvien pohjalta voidaan määrittää tekstiilimateriaalin tekstuurikartat (Pitkänen 2022)

Materiaaliskannerin lisäksi Vizoo on kehittänyt xTex ohjelmiston, joka toimii niin skannattuihin tekstiilimateriaaleihin kuin myös muihinkin kuviin. Ohjelmistossa on mahdollista luoda saumattomia tekstuureita hyödyntämällä kolmea erilaista algoritmia parhaan tuloksen saavuttamiseksi. Lisäksi ohjelmisto mahdollistaa suurempien tekstuurien luomisen pienistä näytteistä. Eli jos alkuperäinen yksityiskohta on pienempi, voidaan sitä suurentaa. (Vizoo GmbH julkaisuaika tuntematon)

Ohjelmistossa on esikatseluominaisuus, jonka avulla luotua materiaalia voidaan tarkastella erilaisten geometrinen muotojen päälle eri ympäristöissä. Luodut materiaalit voidaan tuoda suoraan seuraaviin 3D-mallinnusohjelmistoihin: Autodesk VRED, Blender, CLO 3D, Browzwear V-Sticher ja Assyst Vidya. Tämän lisäksi xTex toimii yhteen Adobe Photoshop ohjelmiston kanssa, joten tekstuurien editointi onnistuu myös Adobe Photoshopia käyttäen. (Vizoo GmbH julkaisuaika tuntematon)

Opinnäytetyössäni pääsin käyttämään Vizoon xTex A4 materiaaliskanneria, jonka käytön opinnäytetyön tilaajana toiminut Digital & Circular Fashion House mahdollisti. Tekstiilimateriaalin skannaamista varten valitusta tekstiilimateriaalista leikattiin A4-kokoinen näyte. Näytteen tulisi olla mahdollisimman tasainen, sillä jokainen ryppy yms. erottuu skannauksessa, joten kankaan silitykseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Mitä paremmin tekstiilimateriaalinäytteen saa silitettyä suoraksi, sen parempi skannaustulos on. Kuitenkin on otettava huomioon, että näytteen tekstuuria ei litistä liikaa silitäessä, jotta skannauksen lopputulos on realistinen ja vastaa oikeaa tekstiilimateriaalia.

Ennen skannauksen aloittamista, materiaaliskanneri vaatii esivalmisteluita. Materiaaliskannerin päällä on telakka, johon järjestelmäkamera Nikon D850 kiinnitetään. Kameran kiinnittämisen ja kytkemisen jälkeen materiaaliskanneri käynnistetään, sekä kameraan laitetaan virta. Tietokoneelta, johon materiaaliskanneri on kytketty, avataan xTex ohjelmisto.



Kuva 49. Materiaaliskannerin edessä on laatikko, jonne silitetty tekstiilimateriaali asetetaan, kuvassa näkyvä valkoinen tekstiilimateriaalinäyte havainnollistaa asiaa (Pitkänen 2022)

Silitetty tekstiilimateriaalinäyte asetetaan materiaaliskannerin edessä olevaan luukuun A4 skannausalueelle. Skannausalue on merkitty laatikon pohjaan, skannattava näyte voi olla pienempi kuin skannausalue, mutta parempaan lopputulokseen päästään, jos skannattava näyte on juuri skannausalueen kokoinen. Luukku suljetaan, jolloin tekstiilimateriaalin digitointi voidaan aloittaa xTex ohjelmistossa.

Tekstiilimateriaaleja digitoitaessa on hyvä huomioida se, että mikäli tekstiilimateriaalin nurjapuoli on erilainen kuin oikeapuoli tulisi myös nurjapuoli digitoida, jotta tekstiilimateriaalista saadaan luotua mahdollisimman aidon näköinen. Tämä on tärkeää etenkin silloin, jos 3D-mallinnettua vaatetta kuvataan niin, että kankaan nurjapuoli on näkyvässä ja pyritään jäljittelemään fyysistä vaatetta mahdollisimman tarkasti.

4.3 XTEX-OHJELMISTO

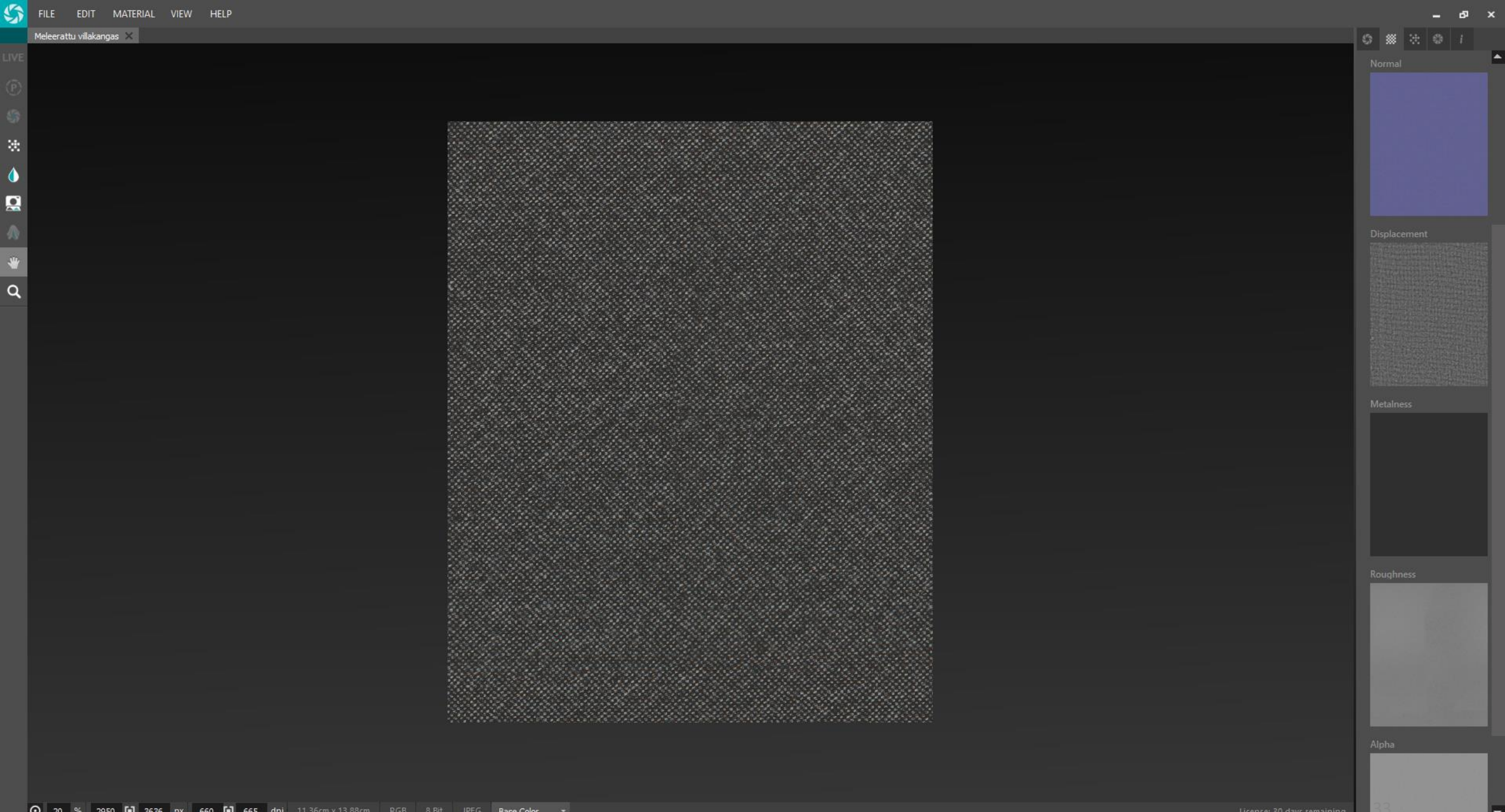
Materiaaliskanneri ottaa tekstiilimateriaalista kuvia, joiden pohjalta xTex ohjelmisto luo kuusi eri tekstuurikarttaa; Base Color, normal map, displacement map, roughness map, transparency map ja metalness map, joista digitoitu tekstiilimateriaali koostuu.

xTex ohjelmistossa voidaan säätää kohtaa, josta teksturointi halutaan luoda siirtämällä valintaruutua haluttuun kohtaan. Ohjelmisto luo uuden tekstuurin perustuen valittuun alueeseen. Tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman tasainen saumaton tekstuuri, tässä apuna on ohjelmistoon luodut algoritmit, jotka helpottavat saumattoman tekstuurin luomista.

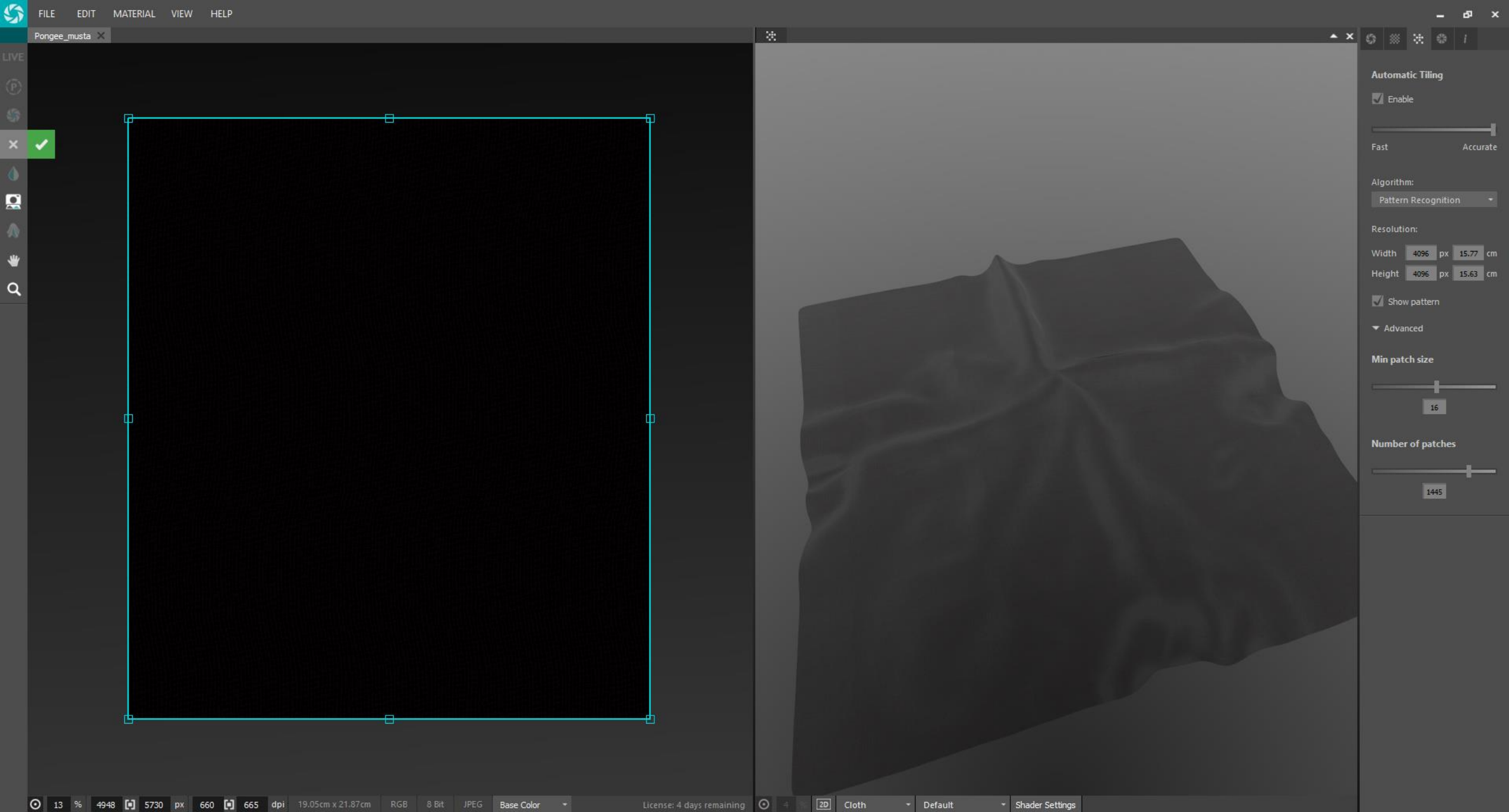
Valitsemisani tekstiilimateriaaleissa ei ollut suuria kuvioita tai printtejä, mutta havaitsin silti, että suurien koko kankaan levyisten kuvioiden digitoiminen Vizoon xTex A4 materiaaliskannerilla ei onnistu. Pienille toistuville kuvioille xTex ohjelmistossa on algoritmi, joka määrittelee kuvion sijoittumisen. Havaitsin kuitenkin, että kun skannaus alue on vain A4 kokoinen eli 210 mm x 297 mm, kaikki sitä suuremmat kuviot katkeavat eikä niitä pystytä sellaisenaan suoraan digitoimaan. Ratkaisuna suurien koko tekstiilimateriaalin levyisten kuvioiden skannaamiseen voisi mielestäni olla se, että skannataan vain tyhjä vastaava pohjatekstiili ja liitetään myöhemmässä vaiheessa kuvio skannattuun kuvaan, esimerkiksi suoraan 3D mallinnusohjelmassa.

xTex ohjelmisto mahdollistaa myös luodun tekstiilimateriaalin renderöimiseen suoraan xTex ohjelmistossa sisäänrakennetun ominaisuuden avulla (Vizoo GmbH 2021).

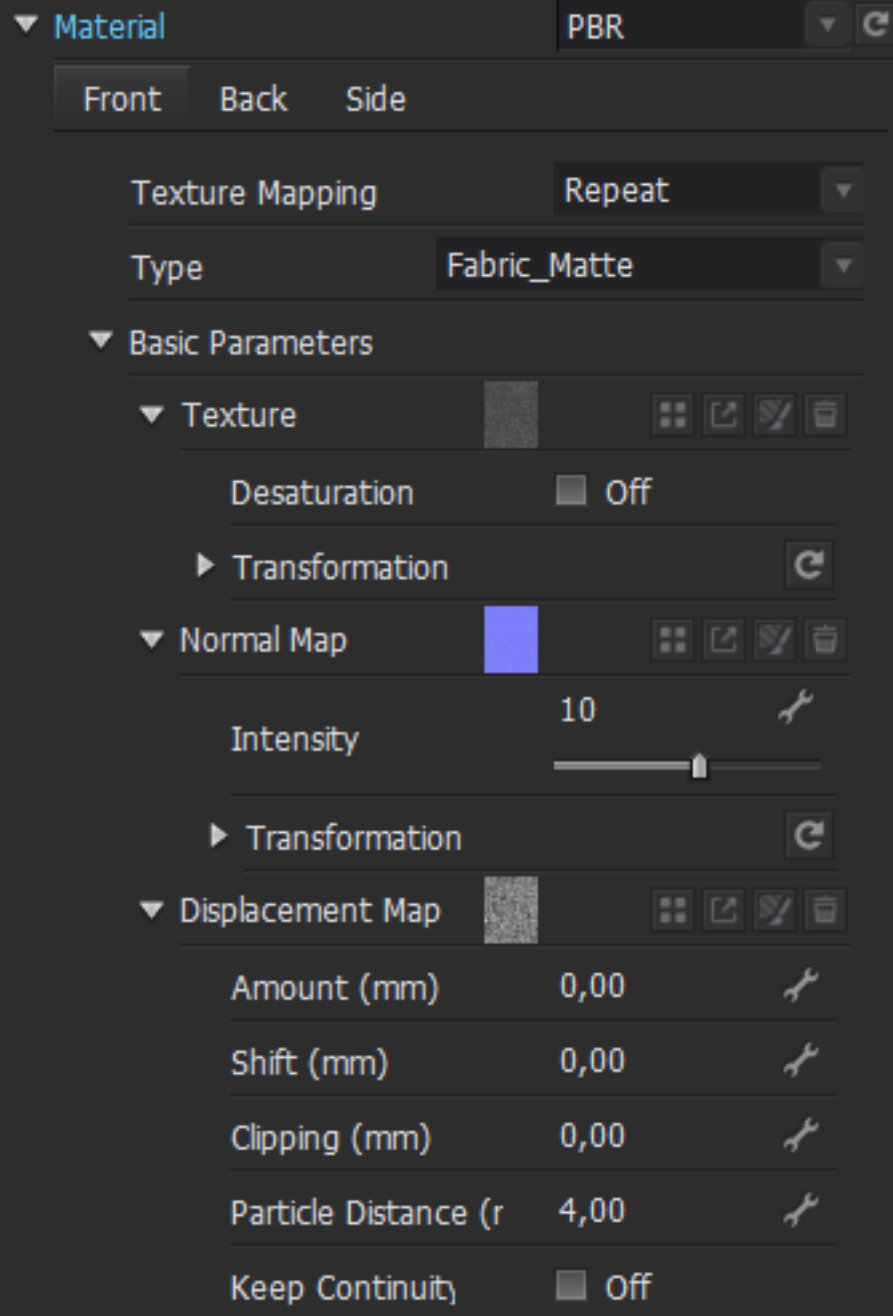
xTex ohjelmistolla voidaan myös yhdistää skannattutekstuuri ja materiaalianalysointorista *Fabric Analyzer (FAB)*, saadut tekstiilimateriaalin mitatut fyysiset ominaisuudet. Ohjelmisto tallentaa ne suoraan samaan U3M-tiedostoon, jolloin viettäessä tiedosto johonkin 3D-mallinnusohjelmistoon saadaan digitoitu tekstiilimateriaali suoraan käyttöön. (Vizoo GmbH 2021)



Kuva 50. Meleeratun villakankaan saumaton tekstuuria ja eri tekstuurikartat valmistuvat helposti xTex –ohjelmiston algoritmien avulla (xTex 2022)



Kuva 51. Saumatonta tekstuuria luotaessa xTex-ohjelmistossa voidaan tekstiilimateria tarkastella 3D-mallinnuksen päällä (x Tex 2022)

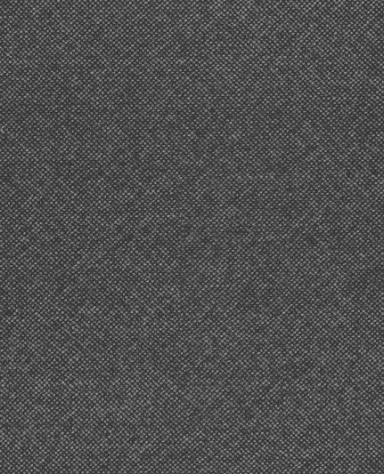


U3M - *Unified 3D Material* on uudehko tallennusmuoto, joka on kehitetty digitaalisille materiaaleille helpottamaan ja yhdenmukaistamaan tekstuurimateriaalien visualisointia. Se perustuu PBR standardiin, joka antaa tekstiilimateriaalille saman tai samankaltaisen ulkonäön riippumatta siitä, mitä ohjelmistoa 3D-mallintamiseen tai renderöintiin käyttää. U3M mahdollistaa fyysisten ominaisuuksien lisäämisen suoraan tiedostoon, yksinkertaistaen tekstiilimateriaalin luomista. Avoin lähdekoodi mahdollistaa kaikille pääsyn osallistumaan sen tuotekehitykseen. (U3M 2021)

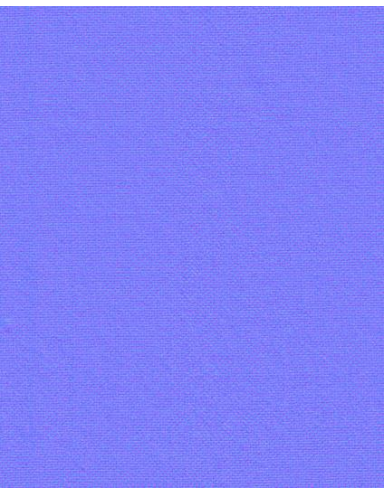
U3M ei kuitenkaan toimi kaikissa 3D-mallinnusohjelmitoissa. CLO3D käyttämä vastaava kangastiedostomuoto, joka sisältää tekstiilimateriaalin visuaaliset ja fyysiset ominaisuudet, on zfab. Tämä aiheuttaa haasteita tekstiilimateriaalien digitointiin, sillä kangasyritysten täytyy tehdä digitaaliset versiot molemmissa tiedostomuodoissa, mikäli he haluavat tekstiilimateriaaleilleen mahdollisimman laajan käyttöalueen.

Jokainen luotu tekstuuri kartta voidaan kuitenkin tuoda erikseen Clo 3D-ohjelmistoon, jolloin digitoitua tekstiilimateriaalia voidaan hyödyntää Clo 3D-ohjelmistossa. Jokaiselle tekstuurikartalle on oma paikkansa, ja niiden vaikutusta voidaan halutessaan myös säätää. Tekstuurikartat on helppo lisätä paikoilleen valittuun kankaaseen, ja niiden vaikutuksen 3D-mallinnettuun vaatteeseen voidaan havaita heti.

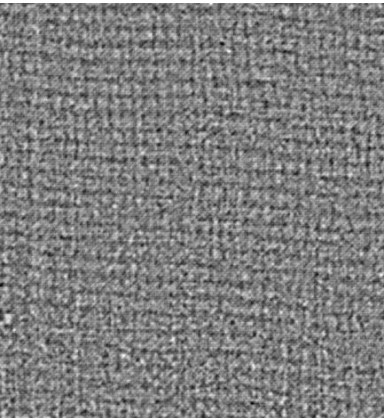
Seuraavilla sivulla esittelen opinnäytetyön aikana luodut tekstuurikartat, jotka luotiin hyödyntäen Vizoon xTex materiaaliskanneria ja xTex ohjelmistoa.



Base Color antaa meleeratulle villakankaalle sen värin, tässä tapauksessa harmaan.




Normal map lisää tekstiilimateriaalin pintatekstuuria lisäämättä polygonien määrää.



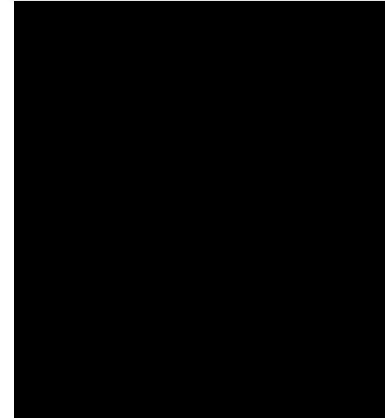
Displacement map tässä tekstiilimateriaalissa on hyvin tasainen ja siinä on vain vähän suurempia korkoeroja, joten tekstuurikartta on hyvin harmaa. Pieniä yksittäisiä valkoisia ja mustia pisteitä voidaan havaita niissä kohdin missä loimi- ja kudelangat menevät toistensa alitse.



Roughness map kertoo, että meleerattu villakangas on hyvin mattapintainen, sillä se on hyvin vaalean harmaa.



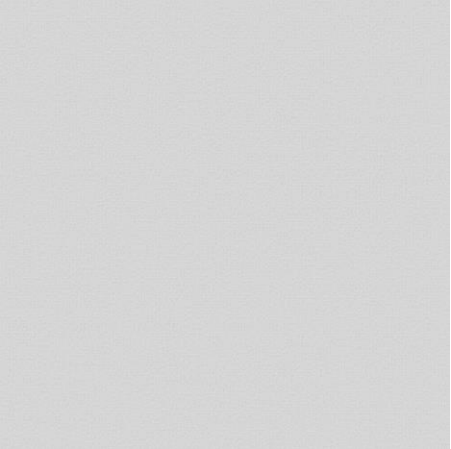
Transparency map eli Alpha määrittää läpinäkyvyyttä, joten koska transparency map on kokonaan valkoinen voidaan havaita, että meleerattu villakangas ei ole läpinäkyvä.



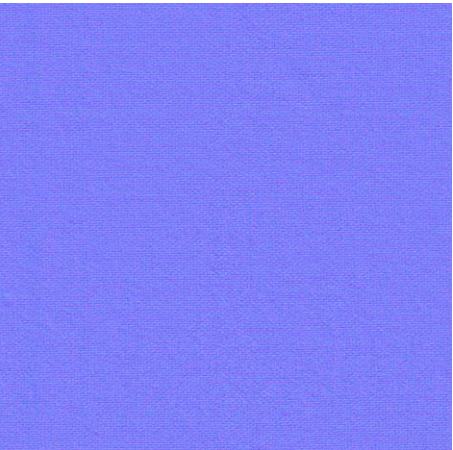
Metalness map määrittää mustan ja valkoisen avulla pinnan metallisuutta, koska meleeratun villakankaan metalness map on kokonaan musta, kertoo se siitä ettei siinä ole metallisia osia.



Base Color antaa Pongee silkille sen värin, tässä tapauksessa mustan.



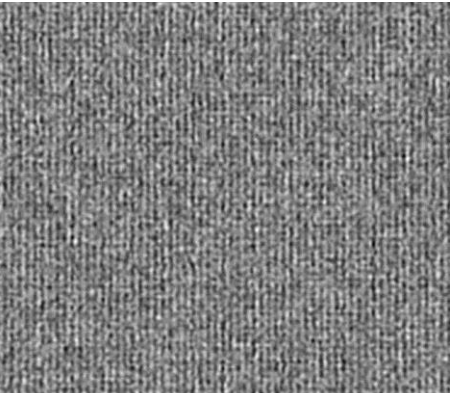
Roughness map kertoo, että Pongee silkki ei ole aivan mattapintainen vaan siinä on havaittavissa pientä kiiltoa, sillä roughness map on vaalean harmaa.



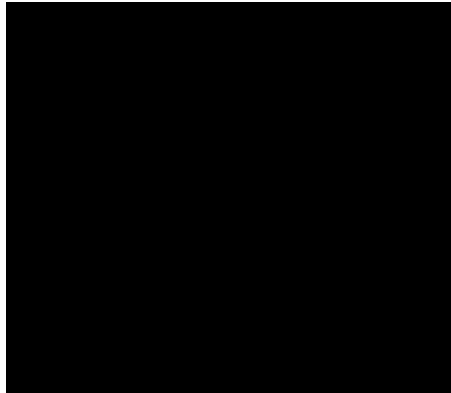
Normal map lisää tekstiilimateriaalin pintatekstuuria lisäämättä polygonien määrää.



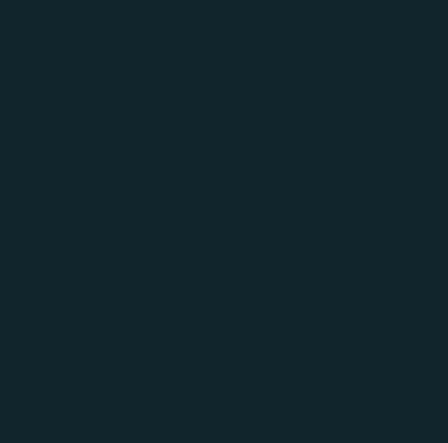
Transparency map eli Alpha määrittää läpinäkyvyyttä, joten koska transparency map on harmaa havaitaan, että Pongee silkki on läpikuultava.



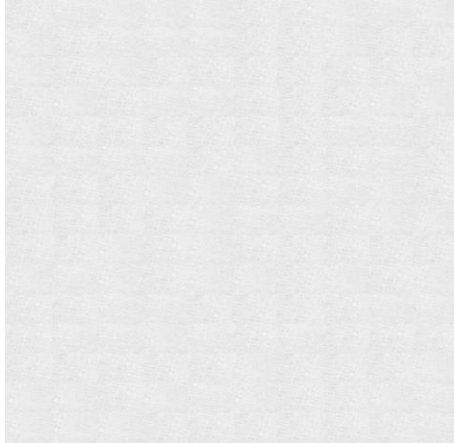
Displacement map tässä tekstiilimateriaalissa on hyvin tasainen ja siinä on vain vähän suurempia korkoeroja, joten tekstuurikartta on hyvin harmaa. Pieniä yksittäisiä valkoisia ja mustia pisteitä voidaan havaita niissä kohdin missä loimi- ja kudelangat menevät toistensa alitse.




Metalness map määrittää mustan ja valkoisen avulla pinnan metallisuutta, koska Pongee silkin metalness map on kokonaan musta, kertoo se siitä ettei siinä ole metallisia osia.



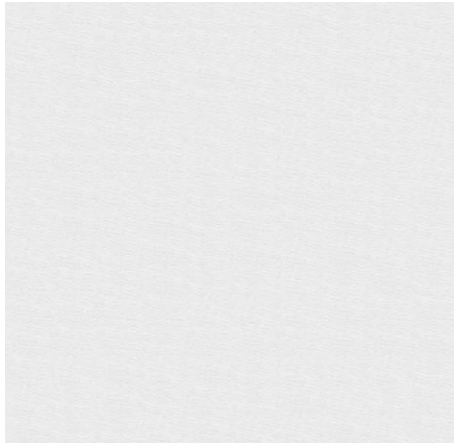
Base Color antaa Japonette viskoolisille sen värin, tässä tapauksessa tumman turkoosin.



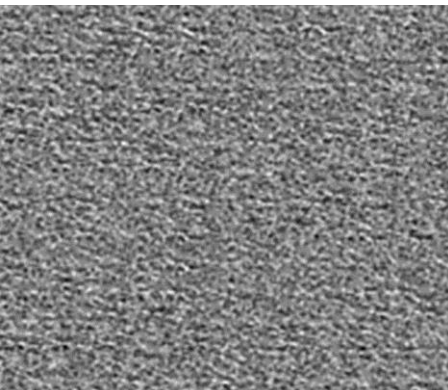
Roughness map kertoo, että Japonette viskoosissa on pientä kiiltoa, sillä se on vaalean harmaa.



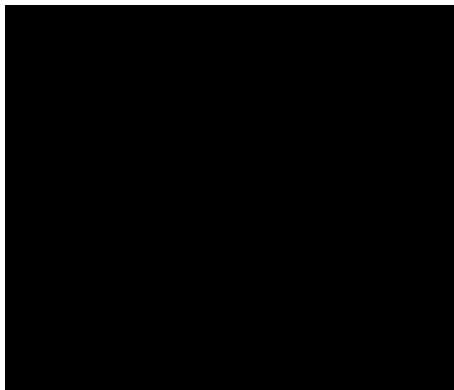
Normal map lisää tekstiilimateriaalin pintatekstuuria lisäämättä polygonien määrää.



Transparency map eli Alpha määrittää läpinäkyvyyttä, joten koska transparency map on hyvin hennon vaalean harmaa eikä täysin valkoinen voidaan havaita, että Japonette viskoosi on hieman läpikuultava.



Displacement map tässä tekstiilimateriaalissa on hyvin tasainen ja siinä on vain vähän suurempia korkoeroja, joten tekstuurikartta on hyvin harmaa. Pieniä yksittäisiä valkoisia ja mustia pisteitä voidaan havaita niissä kohdin missä loimi- ja kudelangat menevät toistensa alitse.



Metalness map määrittää mustan ja valkoisen avulla pinnan metallisuutta, koska Japonette viskoosin metalness map on kokonaan musta, kertoo se siitä ettei siinä ole metallisia osia.

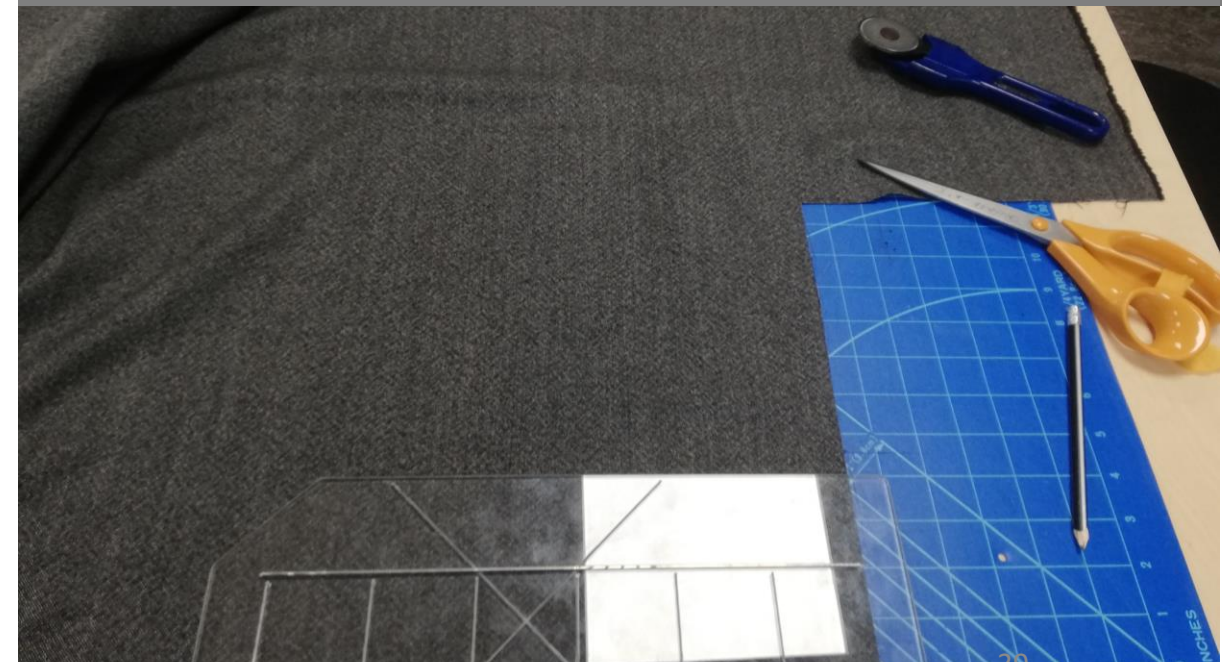
4.4 TEKSTIILIMATERIAALIN ANALYSOINTI MATERIAALIANALYSAATTORILLA

Tekstiilimateriaalin fyysisten ominaisuuksien määrittämistä varten opinnäytetyössä perehdyttiin tekstiilimateriaalien analysointiin materiaalianalyssaattorilla. Tästä syystä tutustuin lähemmin Browzwearin kehittämään tekstiilimateriaali analysointi laitteeseen, **Fabric Analyzer (FAB)**. Laite on suunniteltu tunnistamaan minkä tahansa kankaan tiheyden, *thickness*, venyvyyden, *stretch* ja taipuisuuden, *bend*. Saatu data analysoidaan ja voidaan siirtää suoraan 3D-mallinnus ohjelmistoon esim. V-Stitcher, jossa ominaisuudet saa heti simuloitua haluttuun vaatteeseen. (Browzweare 2020) Digital & Circular Fashion House –hanke mahdollisti minulle tilaisuuden päästä hyödyntämään kyseistä Browzwearin FAB materiaalianalyssaattoria opinnäytetyössäni.

Materiaalianalyssaattoria varten valitusta tekstiilimateriaalista leikattiin kolme 5 cm x 35 cm näytettä; loimen, kuteen ja vinoon langansuuntaan. Ohjelmistoon voidaan määrittää tekstiilimateriaalin tiedettyjä ominaisuuksia, kuten neliöpaino. Browzwearin materiaalianalyssaattori venyttää jokaista näytettä yksi kerrallaan lyhyellä ja pitkällä matkalla, minkä lisäksi se mittaa tekstiilimateriaalin paksuuden. Kaikki analyssaattorin keräämät tiedot tekstiilimateriaalin ominaisuuksista määrittyvät suoraan analyssaattorin ohjelmistoon, josta ne voidaan tallentaa ja viedä json tiedostomuotoon. Materiaalianalyssaattoria oli todella helppo käyttää ja sen käyttöliittymä oli selkeä. Ohjelma opasti koko ajan mitä seuraavaksi tuli tehdä ja kertoi kun analysointi oli valmis.



Kuva 56. Fabric Analyzer (Fab) auttaa tekstiilimateriaalin fyysisten ominaisuuksien määrittelyssä (Pitkänen 2022)



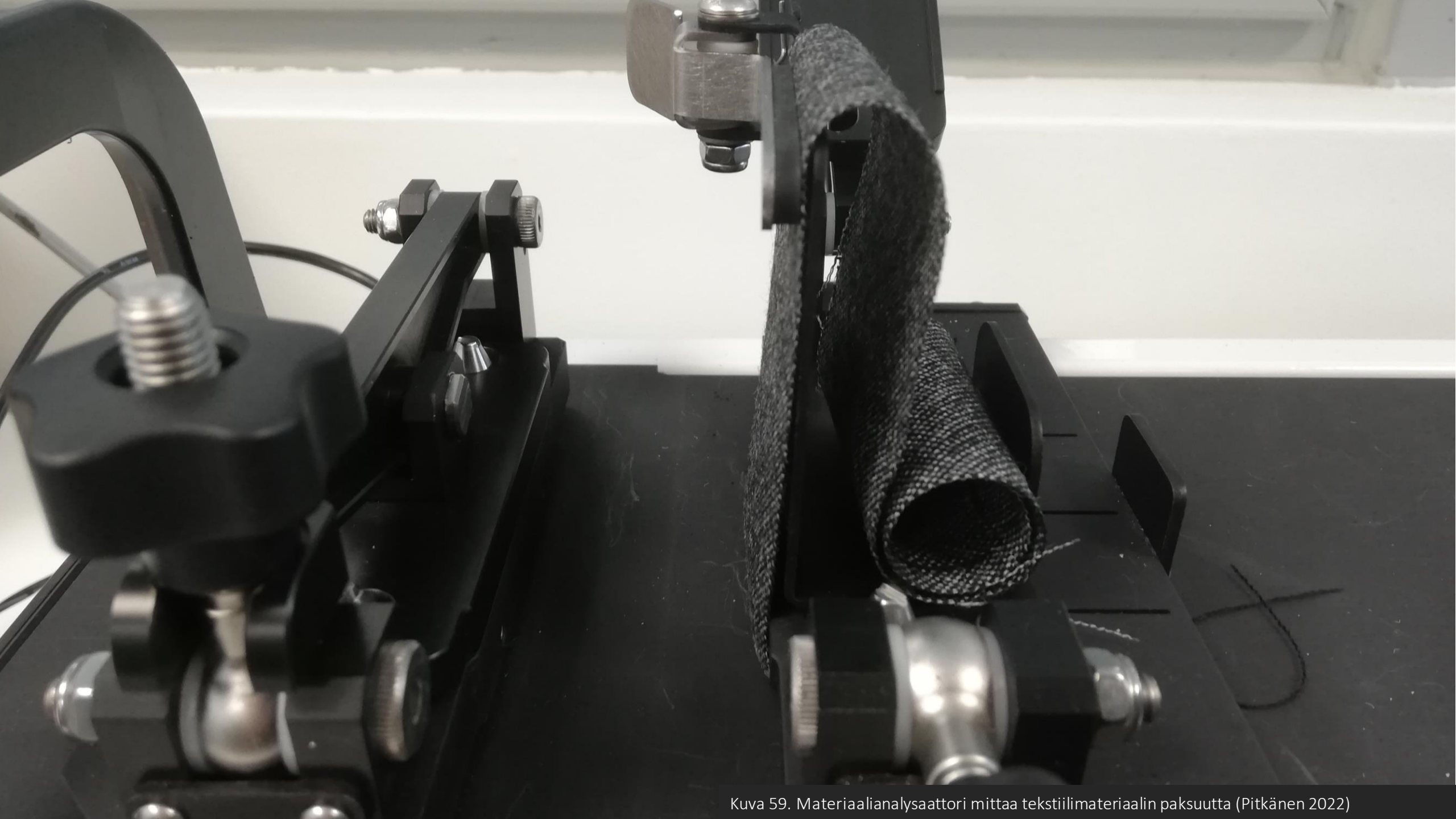
Kuva 57. Näytepalat tekstiilimateriaalista leikattiin hyödyntämällä Fabric Analyzerin mukana tullutta sapluunaa (Pitkänen 2022)



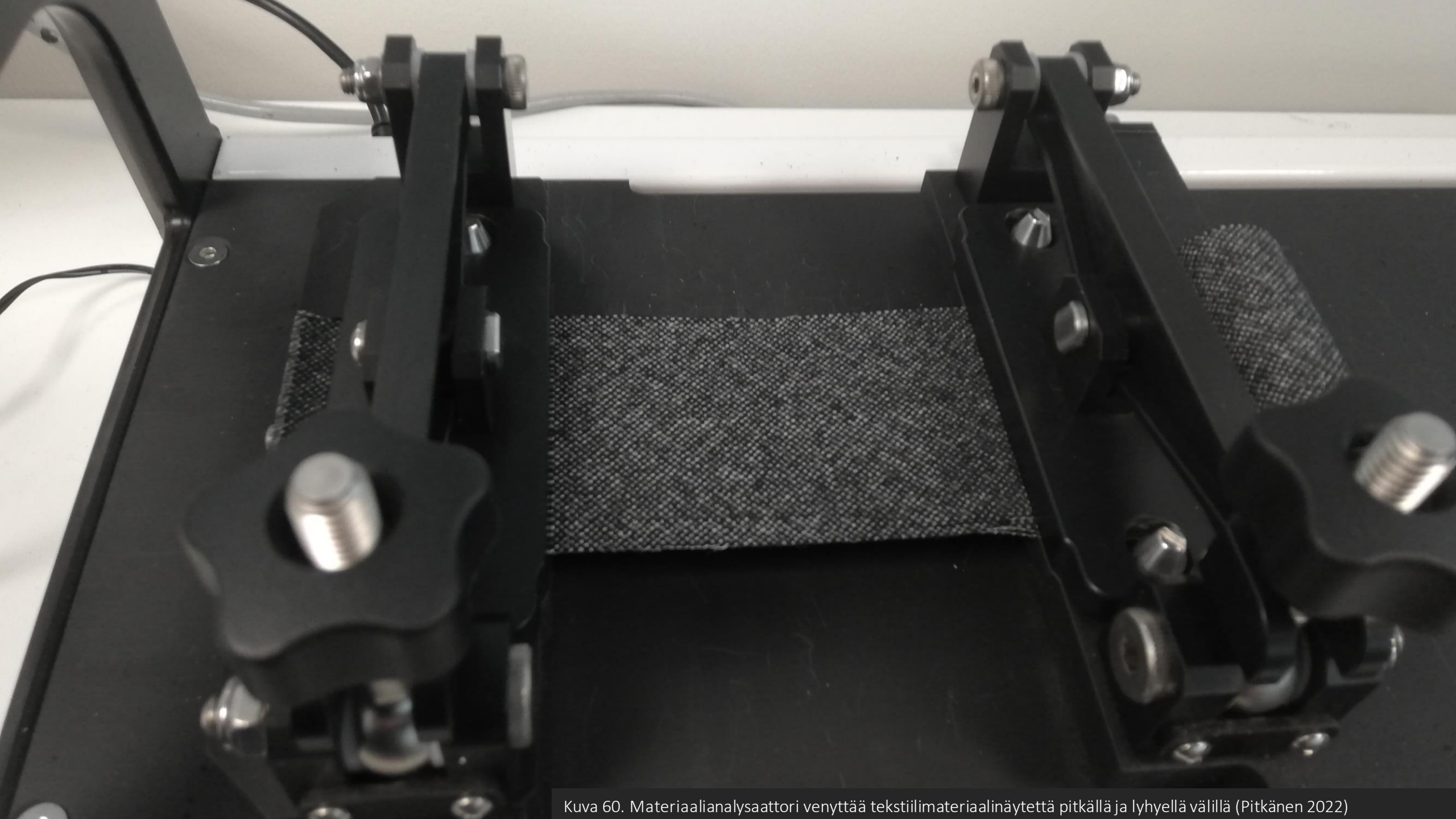
Tekstiilimateriaalinäytettä kiinnitettäessä materiaalianalysointilaitteeseen oli tärkeää seurata, että pieni sininen osoitin pysyy keskellä kohdistusalueella, jotta näyte saatiin mahdollisimman hyvin kiinni laitteeseen ja, uskoakseni myös siksi, että mittaustulos olisi toistettavissa tarvittaessa eli näyte olisi samalla tavoin kiinni kun kohdistin pysyy aina keskellä.

Materiaalianalysointilaitteeseen oli todella herkkä kaikille ympäristössä tapahtuville häiriöille kuten värinälle. Mikäli tekstiilinäytettä asetettaessa laitteeseen nojasi pöytään, jolla materiaalianalysointilaitteeseen oli, vaikutti se heti tietokoneen ruudulla ohjelmassa näkyvään kohdistus alueeseen muuttaen kohdistimen paikkaa. Haastavinta oli saada osoitin pysymään kohdealueella kiristettäessä näytteitä paikoilleen laitteeseen.

Tämä laitteisto pohtimaan, kuinka paljon luokassa mittaus hetkellä ollut liikehdintä on vaikuttanut saatuihin tuloksiin. Materiaalianalysointilaitteelle olisikin mielestäni tärkeää saada tasainen alusta, joka ei ole yhteydessä mihinkään muuhun. Lisäksi pohdin, vaikuttivatko pöydällä mittaushetkellä olleet muut tavarat mittaustuloksiin.



Kuva 59. Materiaalianalyysaattori mittaa tekstiilimateriaalin paksuutta (Pitkänen 2022)



Kuva 60. Materiaalianalysointilaitteisto venyttää tekstiilimateriaalinäytettä pitkällä ja lyhyellä välillä (Pitkänen 2022)

Meleerattu villakangas | Results

Mass		237.33	g/m ²		
Friction		0			
Thickness		0.48	mm		
Bend	W	174.98	dyn'em	L	204.52 dyn'em
Stretch	W	1203.1	N/m	L	2465 N/m
Stretch Linearity	W	63.05	%	L	60.05 %
Shear		39.1	N/m		
Shear Linearity		81.6	%		

Kuva 61. Meleeratun villakankaan Fabric Analyzer tulokset (Pitkänen 2022)

Japonette | Results

Mass		300	g/m ²		
Friction		0			
Thickness		0.05	mm		
Bend	W	78.79	dyn'em	L	117.07 dyn'em
Stretch	W	21222.54	N/m	L	60177.01 N/m
Stretch Linearity	W	49.81	%	L	50.43 %
Shear		87.85	N/m		
Shear Linearity		50.16	%		

Kuva 62. Japonette viskoosin Fabric Analyzer tulokset (Pitkänen 2022)

Pongee silkki | Results

Mass		24	g/m ²		
Friction		0			
Thickness		0.06	mm		
Bend	W	21.18	dyn'em	L	9.82 dyn'em
Stretch	W	30881.05	N/m	L	3870.89 N/m
Stretch Linearity	W	65.49	%	L	54.33 %
Shear		9.82	N/m		
Shear Linearity		48.47	%		

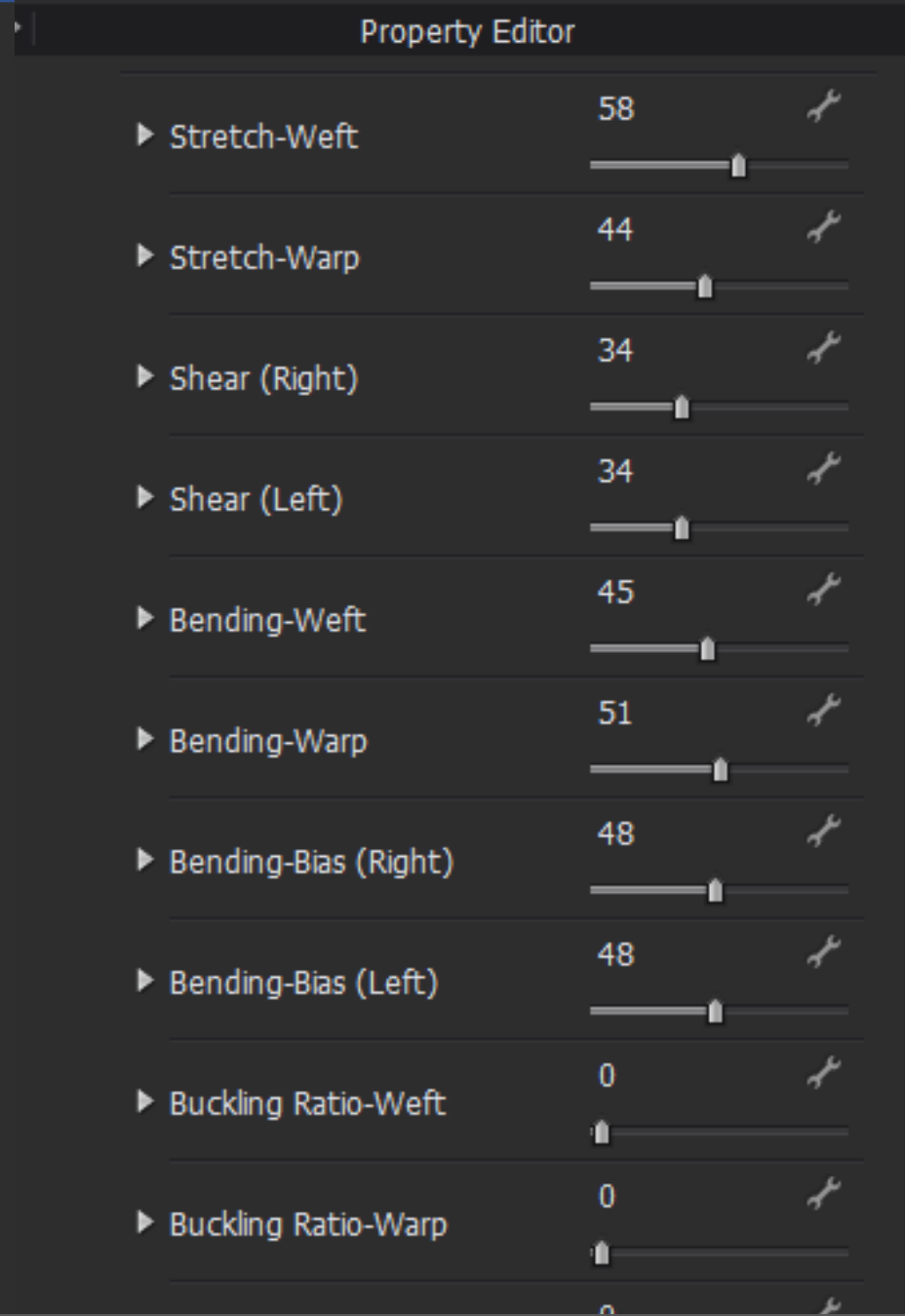
Kuva 63. Pongee silkin Fabric Analyzer tulokset (Pitkänen 2022)

Opinnäytetyössä tutkittujen ja digitoitujen tekstiilimateriaalien materiaalianalysointorilla mitatut ominaisuudet.

Suurimpana ratkaistavana haasteena näen kuitenkin sen, miten saatuja mitattuja ominaisuuksia voidaan hyödyntää Clo3D -ohjelmistossa, sillä suoraan niitä ei saa sinne siirrettyä. Tässä olisikin lisätutkimisen paikka, olisiko mahdollista kehittää joku lisäosa, jonka avulla mitatut fyysiset ominaisuudet saisi lisättyä helposti Clo 3D -ohjelmistoon.

Clo 3D -ohjelmistossa itsessään on paljon erilaisia tekstiilimateriaaleja, jotka sisältävät tekstuurikartat sekä fyysiset ominaisuudet. Tämän lisäksi kaikkia tekstiilimateriaalien ominaisuuksia voidaan muokata Clo 3D -ohjelmiston sisällä erilaisilla arvoilla. Verkkosivuilleen Clo 3D onkin koonnut laajan kokoelman oppaita, joissa se selvittää kuinka ohjelma ja sen sisäänrakennetut ominaisuudet toimivat. Sieltä löytyy myös esimerkiksi tekstiilimateriaalien ominaisuuksien muokkaus ohje, jossa kerrotaan kuvien ja kirjallisten selitysten avulla, mitä voidaan muuttaa sekä miten se vaikuttaa tekstiilimateriaaliin. Esimerkiksi tekstiilimateriaalin venyvyyteen voidaan vaikuttaa antamalla arvoja 0 – 100 välillä, jolloin mitä pienempi luku on kyseessä, sitä enemmän tekstiilimateriaalissa on elastisuutta eli se venyy enemmän. (Clo 3D 2022)

Tässä opinnäytetyössä tekstiilimateriaalien fyysiset ominaisuudet säädettiin Clo 3D-ohjelmistossa vastaamaan suunnilleen saatuja tuloksia, sillä kuten jo edellä todettiin Clo 3D ei suoraan tue U3M tiedostoa. Haasteena oli hakea juuri oikeat säädöt, sillä en ollut aiemmin perehtynyt Clo 3D-ohjelmiston tekstiilimateriaalien säätöihin niin tarkasti. Onnistuin kuitenkin mielestäni ihan hyvin lisäämään tarvittavat ominaisuudet digitaalisiin tekstiilimateriaaleihin.



Kuva 64. Clo 3D -ohjelmistossa digitaalisen tekstiilimateriaalin fyysisiin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa säätämällä esimerkiksi kuinka paljon tekstiilimateriaali venyy (Clo 3D 2022)

4.5. TANSSIVAT TEKSTIILIMATERIAALIT

Tekstiilimateriaalien digitointi prosessi oli mielenkiintoinen ja haastava. Syntyneiden digitaalisten tekstiilimateriaalien vertaaminen fyysiseen tekstiilimateriaaleihin sai uuden ulottuvuuden animoinnin ja videokuvauksen avulla. Tekstiilimateriaalien digitoinnin suurimpana haasteena koin, sen miten tekstiilimateriaalien värit saadaan toistumaan oikein.

Opinnäytetyössä digitoituista tekstiilimateriaaleista tumman turkoosin värinen Japonette viskoosi oli kaikista haastavin tekstiilimateriaali. Siinä suurimmaksi haasteeksi koitui juurikin tekstiilimateriaalin väri, joka toistui tietokoneen näytöllä harmaana tai harmaan eri sävyinä. Erilaisten säätöjen ja kokeilujen kautta kuitenkin tekstiilimateriaaliin saatiin hieman väriä. Toinen asia minkä havaitsin, oli että digitoidusta viskoosi tekstiilimateriaalista puuttuu kiilto. Kiiltoa tekstiilimateriaaliin voi tietysti lisätä Clo 3D-mallinnusohjelmistossa, mikäli haluaa.

Tätä tekstiilimateriaalia digitoitaessa korostui myös eri näyttöjen erot värien toistamisessa. Siinä missä toisella näytöllä digitoitu tekstiilimateriaali näytti tummalle turkoosille, toisella näytöllä väri oli selkeästi harmaampi. Tässä korostui mielestäni todella hyvin se, miten tärkeää on, että kaikkien esimerkiksi suunnittelutiimissä toimivien henkilöiden näytöt ovat kalibroitu samalla tavoin.

Fyysisen tumman turkoosin viskoosin valokuvaaminen kameralla oli myös haastavaa, sillä myös silloin huoneen sen hetkinen valaistus vaikutti paljon siihen miltä kankaan väri näytti kameran linssin lävitse.

Kaikista vaivattomin digitoitavista tekstiilimateriaaleista oli meleerattu villakangas. Uskon sen johtuvan siitä, että sen pinnassa toistuivat mustat ja valkoiset langat, joiden avulla xTex ohjelmiston oli helppo luoda digitaalinen saumaton tekstuuri. Meleerattu villakangas näytti todella hyvälle, ja sen digitoiminen onnistui. Sen mattapinta toistui hyvin ja sen digitoiminen oli todella miellyttävää.

Pongee silkin digitoimisessa haasteellisinta oli saada luotua saumaton tekstuuri xTex ohjelmistossa. Käytin Pongee silkin digitoinnin tekemiseen eniten aikaa ja uskon, että se kannatti, sillä lopputuloksena syntyi hyvin realistisen näköinen tekstiilimateriaali. Digitoitu Pongee silkki näytti aluksi hieman liian läpikuultavalta verrattuna fyysiseen tekstiilimateriaaliin, joten säädin jonkin verran sen läpinäkyvyyttä, jotta saisin mahdollisimman aidonolaisen lopputuloksen.

Tekstiilimateriaalien fyysisiä ominaisuuksia tutkittaessa digitaalisten tekstiilimateriaalien liikkuvuus yllätti minut. Ennen kuin näin tanssijan liikkuvan fyysinen vaate päällään olin hyvin vakuuttunut siitä, että animoitu vaate liioittelee vaatteen liikettä. Kuitenkin yllätyksekseni, molemman sekä fyysinen ja digitaalinen vaate liikkuvat hyvin samankaltaisesti. Etenkin meleerattu villakangas näytti liikkuvan ja käyttäytyvän todella samanlaisesti. Hihoissa käytetty Pongee silkki liikkui fyysisenä omasta mielestäni ehkä hieman kauniimmin kuin digitaalisena versiona. Fyysisen ja digitaalisen vaatteen liikkuminen mallin päällä oli myös samanlaista, esimerkiksi hihat valuiivat käsien ollessa suoraan alaspäin niin fyysisessä kuin digitaalisessa vaatteessa. Tämä johtui siitä, että hihan villakankaasta tehty hihan osa ei ollut ihonmyötäinen vaan löysä.

Kaiken kaikkiaan olin todella vaikuttunut siitä miten hyvin digitaaliset tekstiilimateriaalit voidaan saada vastaamaan fyysisiä tekstiilimateriaaleja. Uskon, että mitä enemmän asiaan perehtyy ja digitoiteja tekee, sitä parempiin tuloksiin myös itse voisin yltää.

Fyysisten ja digitaalisten tekstiilimateriaalien havainnoimiseksi kokosin videon, jossa sekä fyysinen että digitoitu vaate liikkuu. Videon avulla tekstiilimateriaalien liike näkyy paremmin kuin kuvissa, joten sen kokoaminen osaksi tätä opinnäytetyötä oli mielestäni ehdottoman hyvä idea.



Kuva 65. Fyysinen meleerattu villakangas (Pitkänen 2022)



Kuva 67. Digitaalinen meleerattu villakangas (Pitkänen 2022)



Kuva 66. Fyysinen meleerattu villakangas taiteltuna (Pitkänen 2022)



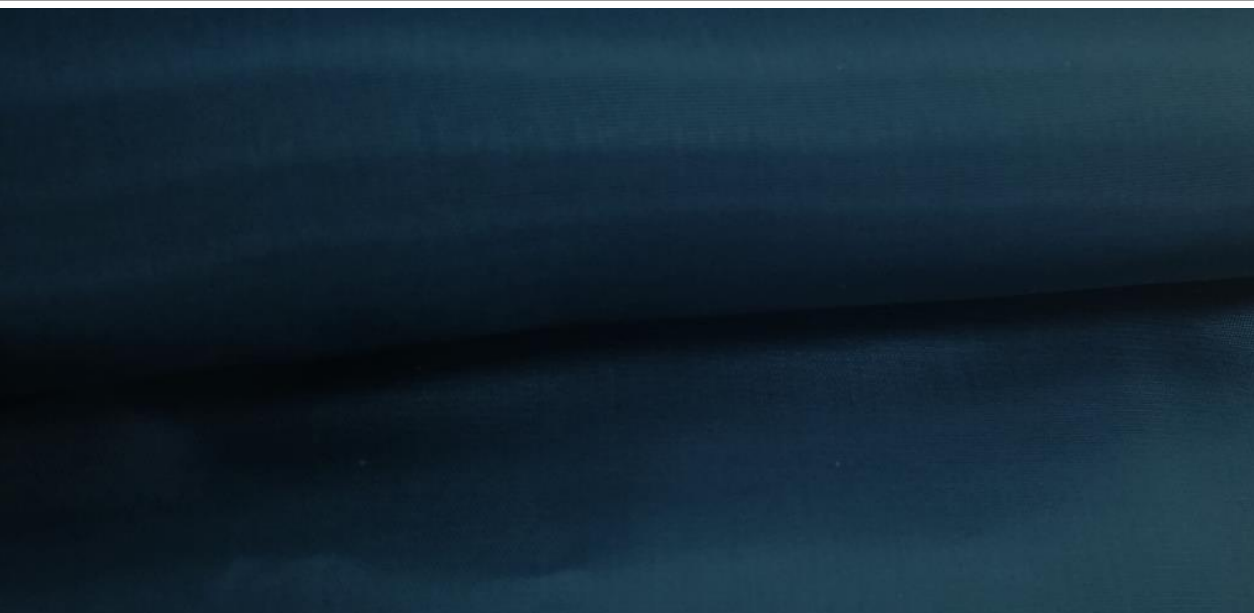
Kuva 68. Digitaalinen meleerattu villakangas taiteltuna (Pitkänen 2022)



Kuva 69. Fyysinen Japonette viskoosi (Pitkänen 2022)



Kuva 71. Digitaalinen Japonette viskoosi (Pitkänen 2022)



Kuva 70. Fyysinen Japonette viskoosi taiteltuna (Pitkänen 2022)



Kuva 72. Digitaalinen Japonette viskoosi taiteltuna (Pitkänen 2022)



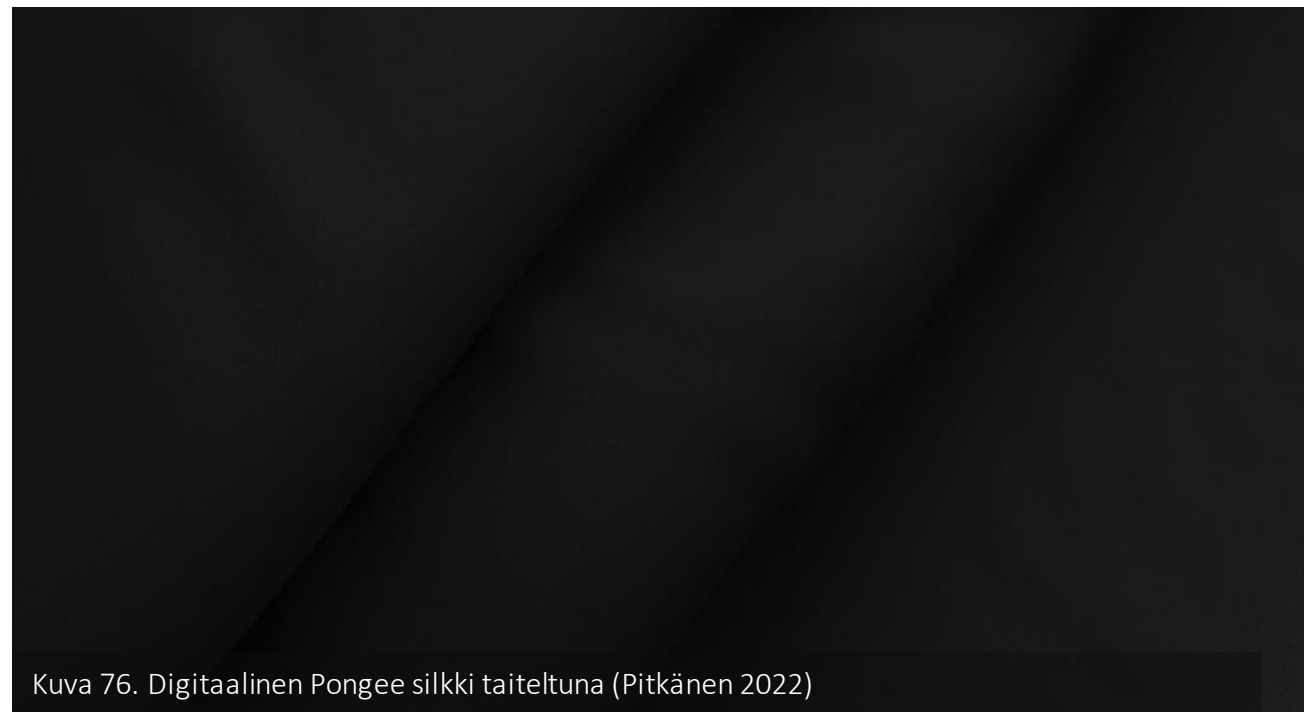
Kuva 73. Fyysinen Pongee silkki (Pitkänen 2022)



Kuva 75. Digitaalinen Pongee silkki (Pitkänen 2022)



Kuva 74. Fyysinen Pongee silkki taiteltuna (Pitkänen 2022)



Kuva 76. Digitaalinen Pongee silkki taiteltuna (Pitkänen 2022)



Kuva 77. Digitaalinen vaate saatiin tanssimaan animoimalla ensin avatar. (Pitkänen 2022)



Kuva 78. Digitoitut tekstiilimateriaalit liikkuvat animoidun avattaren tahtiin (Pitkänen 2022)



Kuva 79. Digitaalisen meleeratun villakankaan yksityiskohdat voi erottaa 3D-mallinnetussa asussa (Pitkänen 2022)



Kuva 80. Tanssija laittoi fyysisen vaateen liikkeelle (Hintsala 2022)



Kuva 81. Fyysinen ja digitaalinen vaate liikkuvat hyvin samalla tavoin (Hintsala 2022)



Kuva 82. Fysinen vaate näytti upealta vaatemallina toimineen tanssijan päällä (Hintsala 2022)

5. Pohdinta

Opinnäytetyön tekeminen on avannut itselleni täysin uuden näkökulman vaatteiden 3D-mallintamiseen ja digitaalisten tekstuurien tekoon sekä valmiiden tekstuurikarttojen muokkaamiseen. Vaikka opinnäytetyö perustui vain muutaman tekstiilimateriaalin digitointiin toimi se katsauksena siihen mitä tekstiilimateriaalien digitoiminen pitää sisällään. Opinnäytetyö esitteli digitointi prosessia ja perehtyi eri tekstuurikarttoihin. Opinnäytetyö laittoi myös pohtimaan millaisia haasteita ja mahdollisuuksia tekstiilimateriaalien digitoinnilla on.

Tekstiilimateriaalien digitoinnin yhtenä haasteina näen sen, miten kankaan värit toistuvat eri tietokoneiden näytöillä. Jäin pohtimaan, mikäli luotu 3D-mallinnus toimii osana vaatteen suunnitteluprosessia sekä markkinointia, kuinka taataan se, että asujen värit vastaavat todellisuutta? Vaikka materiaaliskanneri, jolla kankaan tekstuurikartat on rakennettu, olisi kalibroitu vastaamaan väristandardeja, tulisi ottaa huomioon myös se, että ne näytöt, joilla digitoituja kankaita katsellaan, on kalibroitu samoin. Tällöin välttäisiin epäselviltä tilanteilta, jolloin kaikki suunnittelutiiminjäsenet, asiakkaat yms. katsovat samaa sävyä. Suunnittelun tukena voisi toimia edelleen Pantone-värikartat, joista malliston värit voisi helposti tarkistaa.

Toisena haasteena tekstiilimateriaalin digitoinnissa näen tekstiilimateriaalit, joissa on paljon kolmiulotteista pintaa kuten vaikka turkkia. Niiden luominen materiaaliskannerilla ei onnistu. Päältä katsottuna turkin pinnasta voi saada aidon näköisen, mutta jos sitä katsoo sivusta, voidaan huomata, että sen kolmiulotteisuus puuttuu. Opinnäytetyössä ei digitoitu yhtään kolmiulotteista- eikä kuviollista tekstiilimateriaalia. Havaitsin kuitenkin materiaaliskannausta tehdessäni, että myöskään suurien koko kankaan levyisten kuvioiden digitoiminen laitteella ei onnistu. Suurien kuvioiden kanssa täytyisi esimerkiksi valmistautua digitoimaan pohjakangas ilman kuviota, ja liittää haluttu kuvio siihen jälkikäteen.

Tekstiilimateriaalin luominen xTex –ohjelmistolla oli huomattavasti nopeampaa ja vaivattomampaa kuin kuvankäsittelyohjelmistolla sen tekeminen. Haasteena xTex –ohjelmistossakin oli saada kankaasta tasainen ja saumaton. Uskon kuitenkin, että mitä enemmän ohjelmistoa käyttäisi erilaisten tekstiilimateriaalien digitointiin sitä helpommin ja nopeammin se sujuisi. Mitä useamman version tein tekstiilimateriaaleista sitä parempia niistä tuli. XTex ohjelmiston käyttöä olisi syytä opetella vielä enemmän, jotta tekstiilimateriaalien digitoiminen nopeutuisi ja ymmärrys siitä, miten sekä millaisia algoritmeja minkäkin tekstiilimateriaalin digitointiin kannattaisi käyttää. Opinnäytetyössäni minulla ei ollut mitään valmiita arvoja tai suosituksia, miten tekstiilimateriaalien tekstuurikarttoja olisi tullut säätää vaan digitointi prosessini oli pitkälti kokeilevaa ja sen kautta oppimista. Olisi ollut varmasti hyödyllistä tutustua ensin materiaaliskannerin käyttöoppaaseen ja perehtyä siihen huolella. Se olisi voinut olla hyödyllistä ja helpottaa digitointi prosessia, näin jälkikäteen ajateltuna se olisi ehdottomasti asia minkä tekisin toisin.

Opinnäytetyössäni en valitettavasti päässyt suoraan hyödyntämään materiaalianalysointia saatua tietoa, sillä Clo 3D -ohjelmisto ei tukenut U3M tiedostomuotoa. Olisi kuitenkin tulevaisuudessa mielenkiintoista päästä perehtymään Browzwearin VSticher –ohjelmistoon, johon myös FAB materiaalianalysointilla mitatut fyysiset ominaisuudet saisi tuotua. Vaikuttaisiko tämä siihen kuinka digitoidut tekstiilimateriaalit liikkuvat, verrattuna nyt Clo 3D –ohjelmistolla tehtyihin animointiteihin. Jos minulla olisi ollut enemmän aikaa keskittyä uuden 3D -mallinnusohjelmiston opetteluun tätä opinnäytetyötä tehdessäni olisin varmasti sen tehnyt. Kuitenkin opinnäytetyöni tarkoitus oli keskittyä tekstiilimateriaalien digitointiin, joten uuden ohjelmiston opettelu ei ollut järkevää vaan opinnäytetyön tekemisen kannalta itselleni tuttu Clo 3D –ohjelmisto oli hyvä tähän tarkoitukseen, vaikka se ei pystynytäkään materiaalianalysointia saatua tietoa suoraan hyödyntämään.

Opinnäytetyössä luotu vaate olisi voinut olla yksinkertaisempi, sillä vuorillisen vaateen ompelu oli aikaa vievää. Nyt jos tekisin vaateen uudelleen olisi ehkä tehnyt siitä hieman yksinkertaisemman, sillä vaate itsessään ei ollut opinnäytetyön keskiössä vaan tekstiilimateriaalit. Kuitenkin oma rakkaus ompelua kohtaan innosti vaateen ompelussa ja olen lopputulokseen hyvin tyytyväinen, vaikka se aikaa veikin.

Opinnäytetyöhön olisi voinut olla mielenkiintoista saada kommenttia yrityksiltä, jotka jo nyt tekevät tekstiilimateriaalien digitointeja. Lisäksi tekstiili- ja kangasbrändien sekä kangaskauppojen ajatuksia digitaalista tekstiilimateriaaleista ja niiden myynnistä fyysisten tekstiilimateriaalien rinnalla. Olisiko esimerkiksi tulevaisuudessa mahdollista ostaa digitaalisia tekstiilimateriaaleja suoraan kangaskaupoista tai kangasbrändeiltä, samalla kun ostaa fyysisiä tekstiilimateriaaleja.

Kaiken kaikkiaan koen onnistuneeni hyvin luomaan itselleni ja tämän opinnäytetyön lukijoille kuvan siitä, mitä tekstiilimateriaalien digitoiminen pitää sisällään. Koen myös onnistuneeni luomaan hienon kokonaisuuden, jossa fyysistä ja digitaalista tekstiilimateriaalia verrataan toisiinsa. Seuraava askel tekstiilimateriaalien digitointia ajatellen voisi olla erilasten kuosillisten tekstiilimateriaalien digitoiminen sekä digitoitavien tekstiilimateriaalien määrä. Olisi mielenkiintoista digitoida keskenään hyvinkin erilaisia tekstiilimateriaaleja ja katsoa miten ne eroavat toisistaan saman 3D-mallinnetun vaateen päällä. Miten digitaalisen vaateen liike muuttuu digitaalisen tekstiilimateriaalin muuttuessa, vai muuttuuko.

Tulevaisuudessa aion perehtyä aiheeseen lisää ja seurata alan kehitystä. Digitaalinen muoti kiinnostaa minua ja haluaisin tulevaisuudessa työllistyä digitaalisen muodin pariin esimerkiksi vaatteiden 3D-mallinnitajana. Opinnäytetyöni on kasvattanut innostustani sekä kiinnostustani alaa kohtaan ja lisännyt ammatillista osaamistani.

Opinnäytetyössä digitoidut tekstiilimateriaalit jäivät Digital & Circular Fashion House -hankkeen ja Savonia muotoilun käyttöön. Digitaaliset tekstiilimateriaalit toimivat alkuna digitaaliselle tekstiilimateriaalikirjastolle, jota hanke ja Savonia muotoilu tulevaisuudessa täydentävät. Tekstiilimateriaalikirjaston tarkoituksena on koota digitaaliset tekstiilimateriaalit yhteen paikkaan, josta Savonia muotoilu ja hankkeessa mukana olevat yritykset voivat hyödyntää niitä, esim. opetuskäytössä.

Opinnäytetyön tekemisen myötä, minut kutsuttiin osallistumaan tekstiilimateriaalien digitoinnin asiantuntijana, Digital & Circular Fashion House – hankkeen Minifactori digijami –konseptin työpajaan.

Lopuksi haluan vielä kiittää suuresti opinnäytetyössäni mukana ollut upeaa tanssijaa Reetta Puttosta, joka toimi vaatemallinani ja sai luomani vaatteen liikkumaan upeasti. Kiitos myös Mikko Vidgrenille, joka perehdytti minut materiaaliskannerin ja –analysointin käyttöön. Lisäksi haluan kiittää Elia Hintsalaa, joka auttoi minua studiokuvausten kanssa, ja otti upeita kuvia luomastani vaatteesta. Haluan myös kiittää Digital & Circular Fashion House – hanketta siitä, että se mahdollisti minulle tilaisuuden päästä kokeilemaan ja perehtymään materiaaliskannerin ja –analysointin käyttöön.

Kiitos.



Kuva 84. Videolla fyysisen ja digitaalisen tekstiilimateriaalien liikettä voidaan havainnoida tanssijan ja avattaren liikkeessä (Pitkänen 2022)

LÄHTEET

Autodesk 2020. Displacement map. Verkkajulkaisu. <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2021/ENU/3DSMax-Lighting-Shading/files/GUID-14B36287-F9FB-4D92-98D3-A95D100DA296-htm.html> Viitattu 16.2.2022.

Browzwear. Fabric Analyzer (FAB). Verkkajulkaisu. <https://browzwear.com/products/fabric-analyzer/> Viitattu 19.9.2021.

Browzwear 2020. Fabric Analyzer (FAB) by Browzwear. Video. YouTube-videopalvelu, julkaistu 23.9.2020. <https://www.youtube.com/watch?v=j9CyoHEy39Q> Viitattu 19.9.2021.

Clo 3D 2022. CLO Fabric Guide 2022. Pdf-tiedosto julkaisuaika 2022. <https://support.clo3d.com/hc/en-us/articles/360001436227-CLO-Fabric-Guide> Viitattu 31.3.2022.

Clo 3D 2022. Garment Fit Maps. Verkkajulkaisu. <https://support.clo3d.com/hc/en-us/articles/360000436368-Garment-Fit-Maps> Viitattu 1.4.2022.

Computer Hope 2022. Color depth. Verkkajulkaisu. <https://www.computerhope.com/jargon/c/colordep.htm> Viitattu 20.3.2022.

Denham Thomas julkaisuaika tuntematon. Concept art empire - Texture Maps: The Ultimate Guide For 3D Artists. Verkkajulkaisu. <https://conceptartempire.com/texture-maps/> Viitattu 21.9.2021.

Digital & Circular Fashion House 2020. Digital & Circular Fashion House. Verkkajulkaisu. <https://digitalcircularfashion.savonia.fi/188-2/> Viitattu 15.3.2022.

Dress X 2021. How to waer DRESSX and Digital Fashion. Verkkajulkaisu. <https://dressx.com/pages/help> Viitattu 2.4.2022.

Dress X julkaisuaika tuntematon. Sustainability. Verkkajulkaisu. <https://dressx.com/pages/sustainability> Viitattu 1.4.2022.

EA 2022. The Sims 4 Moschino Stuff Pack. Verkkajulkaisu. <https://www.ea.com/fi-fi/games/the-sims/the-sims-4/pc/store/mac-pc-download-addon-the-sims-4-moschino-stuff> Viitattu 18.2.2022.

Eberle, Hannelore, Hermeling, Hermann, Hornberger, Marianne, Kilgus, Roland, Menzer, Dieter & Ring, Werner 2010. Ammattina vaate. Suom. Pirjo Luoto. Helsinki: WSOYpro Oy

Fablehti 2021. Suomalainen Kerry Murphy pyörittää maailman ensimmäistä digitaalista muotitaloa – ja kysyntää riittää. Verkkajulkaisu. <https://www.fablehti.fi/digitaalinen-muoti/> Viitattu 20.9.2021.

Ginetex kuitutaulu 2013. Suomen tekstiili & muoti. Pdf-tiedosto. Julkaisuaika tuntematon. <https://stjm.s3.eu-west-1.amazonaws.com/uploads/20160921152508/Ginetex-kuitutaulukko.pdf> Viitattu 30.3.2022.

Hallikainen, Päivi 2021. Tuotespesialisti. Sasta Oy. Palautekeskustelu 15.2.2021.

Hurja julkaisuaika tuntematon. Lisätty todellisuus (AR). Verkkajulkaisu. <https://www.hurja.fi/palvelut/lisatty-todellisuus-ar/> Viitattu 13.10.2021.

IBM julkaisuaika tuntematon. What is digital twin? Verkkajulkaisu. <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin> Viitattu 22.2.2022.

IRenderGPU 2021. An Otherview Of Clo 3D Fashion Design Software. Verkkajulkaisu. <https://irendering.net/an-overview-of-clo-3d-fashion-design-software/> Viitattu 22.2.2022.

Klimentyev, Sergey 2021. The rise of 3D body scanning: Why digital avatars are the future. Verkkojulkaisu. <https://www.aniwaa.com/insight/3d-scanners/3d-body-scanning-why-digital-avatars-are-the-future/> Viitattu 31.3.2022.

Maguire, Lucy 2021. Balenciaga launches on Fortnite: What it means for luxury. Verkkojulkaisu. <https://www.voguebusiness.com/technology/balenciaga-launches-on-fortnite-what-it-means-for-luxury> Viitattu 3.3.2022.

Mertes, Alyssa 2021. Why Do Colors Look Different on Computer Monitors & Screens?. Quality Logo Products. Blogsiteksti. <https://www.qualitylogoproducts.com/promo-university/why-monitors-display-different-colors.htm> Viitattu 19.3.2022.

Martindale Jon 2021. How to calibrate your monitor. Digitaltrends. Blogiteskti. <https://www.digitaltrends.com/computing/how-to-calibrate-your-monitor/> Viitattu 21.3.2022

Masterkey julkaisuaika tuntematon. Virtual fabric. Verkkojulkaisu. <https://www.masterkey.com.tr/masterkey/digital-fabric/> Viitattu 19.9.2021.

Mesquita Luis, 2021. Everything About PBR Textures And A Little More - PART 2. ArtStation. Blogiteksti <https://www.artstation.com/blogs/luismesquita/jGXd/everything-about-pbr-textures-and-a-little-more-part-2> Viitattu 10.3.2022.

Mixamo 2022. Verkkosivu. <https://www.mixamo.com/#/> Viitattu 21.3.2022.

MOT Kielitoimiston sanakirja © Institute for the Languages of Finland and Kielikone Oy. Online Sanakirja. <https://www-sanakirja-fi.ezproxy.savonia.fi/kotus/finnish-finnish/avatar> Viitattu 22.2.2022.

Pantone 2021. I1Studio Designer Edition. Verkkojulkaisu. <https://www.pantone.com/eu/en/i1studio-designer-edition> Viitattu 20.3.2022.

Pantone 2021. What Are Pantone Color Systems? Verkkojulkaisu. <https://www.pantone.com/eu/en/color-systems/pantone-color-systems-explained> Viitattu 20.3.2022.

Pasanen Tuukka 2022. Tiedätkö mitä on NFT-taide, kysyy Viikon Tuukka – osallistu keskusteluun! Verkkojulkaisu. <https://yle.fi/aihe/a/20-10002331> Viitattu 3.3.2022.

Petty Josh julkaisuaika tuntematon. Textures vs Materials in 3D Graphics (A Complete Guide For Beginners). Verkkojulkaisu. <https://conceptartempire.com/3d-textures-vs-materials/> Viitattu 21.9.2021.

Photo Review 2014. Colour spaces explained. Verkkojulkaisu. <https://www.photoreview.com.au/tips/outputting/colour-spaces-explained/> Viitattu 21.3.2022.

Povey Drew julkaisuaika tuntematon. What is a Seamless Texture (Tileable Texture)?. Verkkojulkaisu.

<https://plusspec.com/seamless-texture-tileable-texture/> Viitattu 21.9.2021.

Suomen tekstiili & muoti 2015. Tekstiilimateriaalit. Verkkojulkaisu. <https://www.stjm.fi/toiminta-alueemme/tekstiilimateriaalit/> Viitattu 17.3.2022.

Techopedia 2020. Pixel. Verkkojulkaisu. <https://www.techopedia.com/definition/24012/pixel> Viitattu 20.3.2022.

Unity 2020. Normal map (Bump mapping). Verkkojulkaisu. <https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterNormalMap.html> Viitattu 22.9.2021.

U3M 2021. U3M – Unified 3D Material. Verkkojulkaisu. <https://www.u3m.info/#top> Viitattu 12.10.2021.

Yle 2019. Pikamuoti on kasvattanut vaatejätteen määrää: "Siinä vastuullisuus lentää romukoppaan". Verkkajulkaisu. <https://yle.fi/uutiset/3-11037469> Viitattu 15.9.2021.

Yle 2020. Nyt tuli stoppi palautusrallille – iso nettikauppa ei suostunut enää toimittamaan Riikan tilausta, koska hän oli palauttanut liikaa tuotteita. Verkkajulkaisu. <https://yle.fi/uutiset/3-11174675> Viitattu 17.3.2022.

Vizoo GmbH 2021. xTex 2.4 New Features. Video. YouTube-videopalvelu, julkaistu 20.7.2021. https://youtu.be/qF4_klsjM3E Viitattu 24.3.2022.

Vizoo julkaisuaika tuntematon. About. Verkkajulkaisu. <https://www.vizoo3d.com/about> Viitattu 12.10.2021.

Vizoo julkaisuaika tuntematon. xTex Software. Verkkajulkaisu. <https://www.vizoo3d.com/xtex-software> Viitattu 12.10.2021.

Vizoo julkaisuaika tuntematon. xTex A4. Verkkajulkaisu. <https://www.vizoo3d.com/xtex-a2> Viitattu 12.10.2021.

Vizoo julkaisuaika tuntematon. xTex A4. Verkkajulkaisu. <https://www.vizoo3d.com/xtex-bundle> Viitattu 12.10.2021.

VNTANA 2021. What are texture maps and why do they matter for 3D fashion?. Blogiteksti. <https://www.vntana.com/blog/what-are-texture-maps-and-why-do-they-matter-for-3d-fashion/> Viitattu 12.3.2022.

Vries de Joey 2016. PBR Theory. Verkkajulkaisu. <https://learnopengl.com/PBR/Theory> Viitattu 12.10.2021.

What is 2007. What is digitalization?. Verkkajulkaisu. <https://whatis.techtargel.com/definition/digitization> Viitattu 13.9.2021.

KUVALUETTELEO

Kuva 1. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen tekstiilimateriaali kansikuva. Valokuva. 2022 Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 2. Pitkänen, Iida 2022. Vaalea digitaalinen tekstiilimateriaali. Valokuva. 2022 Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 3. Pitkänen, Iida 2022. Viikattu vaalea digitaalinen tekstiilimateriaali. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 4. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen tekstiilimateriaali kuvituskuva. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 5. Pitkänen, Iida 2022. Kuva 5. Vaalea digitaalinen tekstiilimateriaali kuvituskuva. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 6. Pitkänen, Iida 2021. The Blue Dress. Valokuva 2021. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 7. EA The Sims 4 2022. The Sims 4 Moschino Stuff Pack:in avulla pelaaja voi pukea muotitietoisien Siminsä Moschinon ikonisiin asuihin. Kuvakaappaus videopelistä. Viitattu 25.3.2022.

Kuva 8. Epic Games 2021. Forniten ja Balenciagan yhteistyön ansiosta pelaaja voi pukeutua kuten avattarensa. Valokuva. Epic Games. <https://www.epicgames.com/site/en-US/news/balenciaga-brings-high-fashion-to-fornite> Viitattu 25.3.2022.

Kuva 9. Dress X 2022. Dress X on digitaalisen muodin verkkokauppa. Kuvakaappaus nettisivulta. https://dressx.com/?gclid=EAIaIQobChMIycDqhIb49gIVBaOyCh3fHA3EEAAYASAAEgLH5PD_BwE Viitattu 25.3.2022.

Kuva 10. Dress X 2022. Dress X sivustolta kuka vain voi ostaa upeita digitaalisia muotiluomuksia. <https://dressx.com/products/alice-gown> Kuvakaappaus nettisivulta. Viitattu 25.3.2022.

Kuva 11. Pantone 2021. Pantonen värikartat ovat saatavilla eri muodossa fyysisenä tcx eli textile cotton, jossa värinäytteet ovat puuvillakangasta. Valokuva nettisivulta. Pantone. <https://www.pantone.com/fashion-home-interiors-cotton-swatch-library> Viitattu 25.3.2022.

Kuva 12. Pantone 2021. Lisäksi tpx eli textile paper on paperinen värikartta, jossa värinäytteet ovat joko matta tai kiiltopintaisella paperilla. Valokuva nettisivulta. Pantone. <https://www.pantone.com/eu/en/color-bridge-guide-set-coated-uncoated> Viitattu 25.3.2022.

Kuva 13. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen tumma tekstiilimateriaali kuvituskuva. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 14. Pitkänen, Iida 2021. Luonnoksia opinnäytetyössä toteutettavasta vaatteesta. Digitaalinen piirros 2021. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 15. WGSN 2022. Vaateen värimaailmaan hain inspiraatiota WGSN -sivustolta, jossa voi seurata tekstiili- ja muotialan trendejä, kuten värejä. Kuvakaappaus WGSN nettisivustolta. <https://www.wgsn.com/en/latest> Viitattu 30.3.2022.

Kuva 16. WGSN 2022. Vaateeseen valikoituneet värit on koottu yhteen WGSN -sivuston syksyn 2022 ja talven 2023 väriennusteista. WGSN nettisivulta. <https://www.wgsn.com/en/products/coloro> Viitattu 30.12.2021.

Kuva 17. Pitkänen, Iida 2022. Meleeratun villakankaan pinta näyttää hyvin eläväiseltä eri värisen loimi- ja kudelangon vuoksi. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 18. Pitkänen, Iida 2022. Pongee silkin hempeys tuo vaateen hiihoihin ilmavuutta keveyttä. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 19. Pitkänen, Iida 2022. Tumman turkoosi Japonette viskoosi antaa vaatteelle hieman väriä. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 20. Pitkänen, Iida 2022. Kaavojen asettelu huolella kankaalle on tärkeää, jotta leikkuujätettä syntyy mahdollisimman vähän ja kankaan käyttö saadaan maksimoitua. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 21. Hintsala, Elia 2022. Valmis ommeltu vaate edestä kuvattuna. Valokuva 30.3.2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 22. Hintsala, Elia 2022. Valmis ommeltu vaate takaa kuvattuna. Valokuva 30.3.2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 23. Pitkänen, Iida 2021. Rhinoceros 7 3D-mallinnusohjelmistossa paperille piirretyistä kaavoista sai helposti digitaaliset vektorit piirroksiksi, jotka voitiin tallentaa pdf muotoon. Kuvakaappaus Rhinoceros 7 –mallinnusohjelmistosta 2021. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 24. Pitkänen, Iida 2021. Pdf muotoiset digitoidut kaavat avattiin Clo 3D-mallinnusohjelmistolla, jotta piirretty kaava voitiin visualisoida ja tarkastella millaisia muutoksia kaavaan olisi hyvä tehdä. Kuvakaappaus Clo 3D-mallinnusohjelmistosta 2021. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 25. Pitkänen, Iida 2022. 3D-mallinnettu kopio ommellusta vaatteesta eli digital twin edestä kuvattuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 26. Pitkänen, Iida 2022. Digital twin takaa kuvattuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 27. Mixamo 2022. Mixamoon avatarta ladattaessa on tärkeää määrittää tarkasti sivuston vaatimat kohdat avattaresta, mitä tarkemmin kohdennuspisteet saa asetettua paikoilleen, sitä paremmin avatar saadaan animoitua. Kuvakaappaus Mixamon nettisivuilta 2022. Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 28. Clo 3D 2022. Vaateen asettelu animoidun avattaren päälle vie aikaa, kun avattaren animaation aloitus asento on jokin muu kuin T- tai A-asento. Kuvakaappaus Clo 3D –ohjelmistosta 2022. Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 29. Vogue 2019. Shudu, kuvassa, ja Lil Miquela ovat molemmat kauniita digitaalisia supermalleja, joita voi seurata sosiaalisessa mediassa. Valokuva Vogue:n nettisivuilta. https://media.vogue.fr/photos/5c3706bfbc36eb7ae56d45cd/master/w_1600,c_limit/shudu_4679.jpeg?lang=eng Viitattu 24.3.2022.

Kuva 30. Pitkänen, Iida 2022. Clo 3D –ohjelmistosta löytyvän avattaren vartalon mitat muutettiin vastaamaan mallina toimivan tanssijan mittoja. Valokuva 2022. Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 31. Clo 3D 2022. Stress map kertoo punaisella kohdat missä vaateeseen kohdistuu suurin rasitus eli *stress*, sinisissä kohdissa rasitusta ei ole. Muut värit näiden kahden välillä kertovat liukumista ääripäiden välillä. Kuvakaappaus Clo 3D-mallinnusohjelmistosta 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 32. Clo 3D 2022. Strain map kertoo punaisella kohdat missä on suuri vääristymä, *distortion*, ja sinisellä ne alueet missä vääristymää ei ole. Muut värit näiden kahden välillä kertovat liukumista kahden ääripään välillä. Kuvakaappaus Clo 3D-mallinnusohjelmistosta 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 33. Clo 3D 2022. Fit map kertoo punaisella kohdat missä vaatetta ei voida käyttää ja keltaisella missä vaate on tiukka. Kuvakaappaus Clo 3D-mallinnusohjelmistosta 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 34. Clo 3D 2022. Pressure points kertoo missä kohtaa avatar ja vaate ovat kosketuksissa toisiinsa. Kuvakaappaus Clo 3D-mallinnusohjelmistosta 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 35. Pitkänen, Iida 2022. Mallikappale vaatteesta edestä kuvattuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 36. Pitkänen, Iida 2022. Sivusta katsottuna hihan profiili näytti hyvältä ja muhkealta. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 37. Pitkänen, Iida 2022. Takaa vaate istui hyvin, hiha kaipasi lisää nostetta. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 38. Pitkänen, Iida 2022. Vaatteen etukappaleelle tuli pieni muutos. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 39. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen villakangas kuvituskuva. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 40. Pitkänen, Iida 2021. Tekstiilimateriaaleja digitoitaessa saumattoman tekstuurin tekeminen on tärkeää, jotta saadaan luotua mahdollisimman tarkka digitaalinen kopio fyysisestä tekstiilimateriaalista. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 41. Pitkänen, Iida 2021. Saumallinen tekstuuri, jossa kuvan reunat erottuvat selvästi, kun kuvia asettelee vierekkäin. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 42. Pitkänen, Iida 2022. Bace map. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 43. Pitkänen, Iida 2022. Normal map. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 44. Pitkänen, Iida 2022. Displacement map. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 45. Pitkänen, Iida 2022. Roughness map. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 46. Pitkänen, Iida 2022. Transparency map. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 47. Pitkänen, Iida 2022. Metalness map. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 48. Pitkänen, Iida 2022. Materiaaliskanneri on kuin pieni studio, jossa Nikonin järjestelmäkamera ottaa tekstiilimateriaalista kuvia, kuvien pohjalta voidaan määrittää tekstiilimateriaalin tekstuurikartat. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 49. Pitkänen, Iida 2022. Materiaaliskannerin edessä on laatikko, jonne silitetty tekstiilimateriaali asetetaan, kuvassa näkyvä valkoinen tekstiilimateriaalinäyte havainnollistaa asiaa. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 50. X Tex ohjelmisto 2022. Meleeratun villakankaan saumaton tekstuuria ja eri tekstuurikartat valmistuvat helposti xTex -ohjelmiston algoritmien avulla. Kuvakaappaus xTex -ohjelmistosta 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 51. XTex –ohjelmisto 2022. Saumatonta tekstuuria luotaessa xTex –ohjelmistossa voidaan tekstiilimateria tarkastella 3D-mallinnuksen päällä. Kuvakaappaus xTex –ohjelmistosta 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 52. Clo 3D 2022. XTex –ohjelmistolla luodut tekstuurikartat voidaan ladata yksitellen Clo 3D -ohjelmistoon. Kuvakaappaus Clo 3D –ohjelmistosta 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 53. Pitkänen, Iida 2022. Meleeratun villakankaan kaikki xTex –ohjelmistolla luodut tekstuurikartat. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 54. Pitkänen, Iida 2022. Pongee silkin kaikki xTex –ohjelmistolla luodut tekstuurikartat. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 55. Pitkänen, Iida 2022. Japonette viskoosin kaikki xTex –ohjelmistolla luodut tekstuurikartat. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 56. Pitkänen, Iida 2022. Fabric Analyzer (Fab) auttaa tekstiilimateriaalin fyysisten ominaisuuksien määrittelyssä. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 57. Pitkänen, Iida 2022. Näytepalat tekstiilimateriaalista leikattiin hyödyntämällä Fabric Analyzerin mukana tullutta sapluunaa. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 58. Rissanen, Ville 2022. Tekstiilimateriaalinäyte kiinnitettiin materiaalianalysaattoriin pyörittämällä laitteessa olevia vipuja. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 59. Pitkänen, Iida 2022. Materiaalianalysaattori mittaa tekstiilimateriaalin paksuutta. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 60. Pitkänen, Iida 2022. Materiaalianalysaattori venyttää tekstiilimateriaalinäytettä pitkällä ja lyhyellä välillä. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 61. Pitkänen, Iida 2022. Meleeratun villakankaan Fabric Analyzer tulokset. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 62. Pitkänen, Iida 2022. Japonette viskoosin Fabric Analyzer tulokset. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 63. Pitkänen, Iida 2022. Pongee silkin Fabric Analyzer tulokset. Valokuva 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 64. Clo 3D 2022. Clo 3D –ohjelmistossa digitaalisen tekstiilimateriaalin fyysisiin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa säätämällä esimerkiksi kuinka paljon tekstiilimateriaali venyy. Kuvakaappaus Clo 3D –ohjelmistosta 2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 65. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen meleerattu villakangas. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 66. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen meleerattu villakangas taiteltuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 68. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen meleerattu villakangas. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 68. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen meleerattu villakangas taiteltuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 69. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen Japonette viskoosi. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkänen kokoelmat.

Kuva 70. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen Japonette viskoosi taiteltuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 71. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen Japonette viskoosi. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 72. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen Japonette viskoosi taiteltuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 73. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen Pongee silkki. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 74. Pitkänen, Iida 2022. Fyysinen Pongee silkki taiteltuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 75. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen Pongee silkki. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 76. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen Pongee silkki taiteltuna. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 77. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalinen vaate saatiin tanssimaan animoimalla ensin avatar. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 78. Pitkänen, Iida 2022. Digitoidut tekstiilimateriaalit liikkuvat animoidun avattaren tahtiin. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 79. Pitkänen, Iida 2022. Digitaalisen meleeratun villakankaan yksityiskohdat voi erottaa 3D-mallinnetussa asussa. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 80. Hintsala, Elia 2022. Tanssija laittoi fyysisen vaatteen liikkeelle. Valokuva 30.3.2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 81. Hintsala, Elia 2022. Fyysinen ja digitaalinen vaate liikkuvat hyvin samalla tavoin. Valokuva 30.3.2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 82. Hintsala, Elia 2022. Fyysinen vaate näytti upealta vaatemallina toimineen tanssijan päällä. Valokuva 30.3.2022. Savonia-ammattikorkeakoulu: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 83. Pitkänen, Iida 2022. Viikattu digitaalinen tekstiilimateriaali. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.

Kuva 84. Hintsala, Elia, Pitkänen, Iida 2022. Videolla fyysisen ja digitaalisen tekstiilimateriaalien liikettä voidaan havainnoida tanssijan ja avattaren liikkua. Valokuva Hintsala 2022. Muokannut Pitkänen Iida 2022, lisätty digitaalinen tekstiilimateriaali taustaan. Valokuva 2022. Kuopio: Iida Pitkäsen kokoelmat.



Videolinkki: <https://youtu.be/L8d2D4M3zL0>