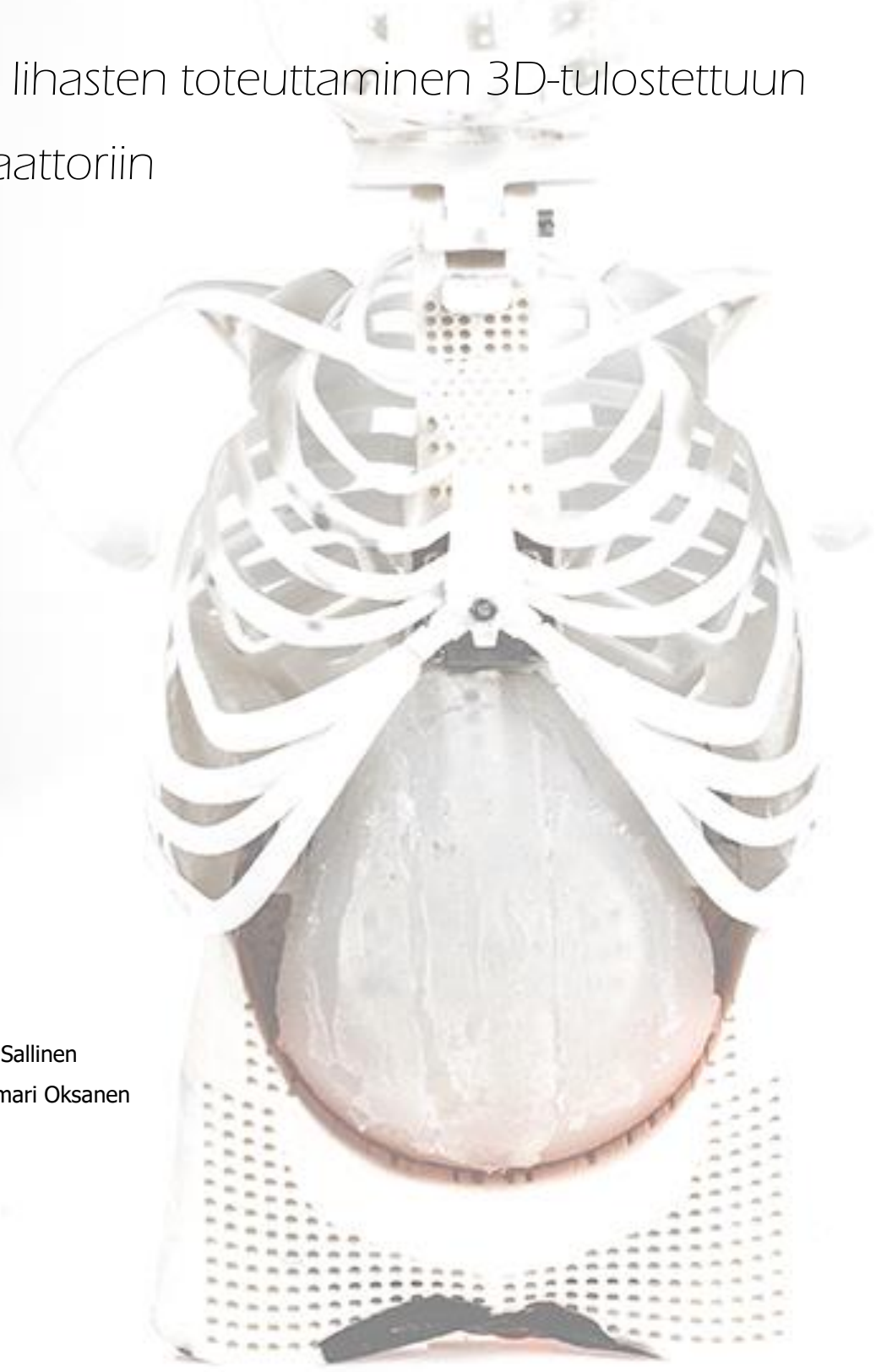
SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - **AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO**

KULTTUURIALA

Tekstiili-ihon ja lihasten toteuttaminen 3D-tulostettuun hengityssimulaattoriin



TEKIJÄT: Terhi Sallinen

Annemari Oksanen

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Tiivistelmä

Kulttuuriala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Muotoilun tutkinto-ohjelma			
Työn tekijät Terhi Sallinen ja Annemari Oksanen			
Työn nimi Tekstiilisen ihon ja lihasten toteuttaminen 3D-tulostettuun hengityssimulaattoriin			
Päiväys	17.09.2019	Sivumäärä/Liitteet	79/10
Ohjaaja(t) Laura Pakarinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Sense4Health Oy			

Tiivistelmä

Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistyönä ja sen tarkoituksena oli valmistaa tekstiili-iho ja lihakset Sense4Health Oy:n kehittämälle 3D-tulostetulle hengityssimulaattorille. Opinnäytetyö sai alkunsa funktionaalisen kaava- ja rakennesuunnittelun tunnilla tehdystä projektityöstä, jossa tehtiin ryhmissä Sense4healthin toiveiden mukaiset tekstiili-ihot. Ryhmämme toteuttama tekstiili-iho valittiin kurssilla jatkokehitykseen ja sen jälkeen lähdettiin työparina jatkamaan tekstiili-ihon työstöä.

Hengityssimulaattori on innovaatio, jonka Sense4Health on kehittänyt lääketieteen ja ensihoidon opettajien, opetusryhmien sekä tutkimusryhmien opetuskäyttöön. Hengityssimulaattorin liikehdinnän avulla opiskelijat oppivat arvioimaan hengityksen hengitysvaikeuden luonnetta ja astetta. Tällaiseen diagnostiikan harjoitteluun ei ole saatavilla simulaatiolaitteistoa, vaan harjoittelu tapahtuu potilaita tutkimalla. Hengityssimulaattorin runko on 3D-tulostettu ja se on tehty kolmevuotiaan lapsen mitoilla. Simulaattorin sisällä on ohjausjärjestelmä, jonka avulla simulaattori liikkuu ja demonstroi eri hengitysvaikeuksia. Tekstiili-iho ja lihakset antavat tärkeän visuaalisen ilmeen simulaattorille.

Opinnäytetyö aloitettiin tutkimalla, kuinka tehdä tekemästämme tekstiili-ihon ja lihaksien prototyypistä vielä parempi ja toimivampi lopputuote. Tutkimuksen tueksi toteutettiin tutkimuskysely Sense4healthin toimitusjohtajalle Miika Arvoselle. Tutkimuskyselyn avulla kartoitimme uudet tavoitteet sekä parannusideat simulaattorin tekstiili-iholle ja lihaksille.
Tutkimuksessa perehdyttiin myös lapsen anatomiaan ja miten eri hengitysvaikeudet lapsella ilmenee. Tämän jälkeen aloitettiin suunnitteluvaihe, jossa ensimmäiseksi perehdyttiin funktionaalisen kaava- ja rakennesuunnittelun kurssilla oppimiimme vaatesuunnittelun termeihin; body mapping-metodiin sekä kineettiseen vaatetusmuotoiluun ja pohdittiin miten kyseisiä metodeja voi hyödyntää lopputuotteen prototyyppien kehittämisessä. Lisäksi luonnosteltiin ja muotoiltiin prototyyppejä sekä keskusteltiin lopputuotteesta asiakasorganisaation jäsenten kanssa. Suunnitteluvaiheen jälkeen aloitettiin valmistusprosessi, jossa aluksi etsittiin tavoitteita vastaava materiaali. Opinnäytetyössä valmistettiin seitsemän prototyyppiä. Tekstiili-iho 3D-mallinnettiin ja kaavat digitoitiin. Lopuksi simulaattori valokuvattiin studiossa.

Opinnäytetyön tuotoksena valmistuneesta lopputuotteessa eli tekstiili-ihosta ja lihaksista pyydettiin arviointia asiakasorganisaatio Sense4Healthin toimitusjohtajalta Miika Arvoselta ja simulaattorin 3D-tulostuksesta vastaavalta Petri Mäkelältä. Opinnäytetyön lopuksi pohdittiin myös, kuinka onnistuttiin tekstiili-ihon ja lihasten toteutuksessa sekä kuinka saavutettiin oppimisen tavoitteet.

Avainsanat
Innovaatio, vaatetusmuotoilu, tekstiilimuotoilu, vartalon kartoitus, hengityssimulaattori, 3D-tulostus

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES THESIS

Abstract

Field of Study Culture			
Degree Programme Degree Programme in Design			
Author(s) Terhi Sallinen ja Annemari Oksanen			
Title of Thesis Developing Textile Skin and muscles for a 3D printed breathing simulator			
Date	17.9.2019	Pages/Appendices	79/10
Supervisor(s) Laura Pakarinen			
Client Organisation /Partners Sense4Health Oy			

Abstract

The thesis was implemented as a development and was designed to prepare textile skin and muscles for the 3D-printed breathing simulator developed by Sense4Health Oy.
The thesis began with project work and with a lesson in functional pattern and structural design, in which textile skins were made according to the wishes of Sense4health. The textile skin made by the project group was selected for further development, and after that Terhi and Annemari continued to process the textile skin.

The Breathing Simulator is an innovation developed by Sense4Health for teaching purposes of medical and emergency care teachers, teaching groups and research teams. Through the movement of the breathing simulator, students learn to assess the nature and degree of difficulty in breathing. No simulation equipment is available for this kind of diagnostic training. The study is done by examining patients. The body of the breathing simulator is 3D printed and made with the Dimensions of a three year old child. Within the simulator is a control system that allows the simulator to move and demonstrate various breathing difficulties. Textile skin and muscles give an important visual look for the simulator.

The thesis began by exploring how to further improve the textile skin and muscles prototype and its functionality in the end product. To support the study, a research questionnaire was conducted for Miika Arvonen, the CEO of Sense4health. With the help of a questionnaire, new goals and better ideas were identified for the simulator's textile skin and muscles. The study also examinated the anatomy of a child and how the different breathing difficulties of a child may occur. After that, a design phase was initiated to study the garment design terms; body mapping and kinetic fashion design, and how these methods can be used to develop end product prototypes. In addition, prototypes were sketched and designed and the end product was discussed with members of the customer organization. After the design phase, a manufacturing process was started, which was started by searching suitable material. Seven prototypes were made in the thesis. The textile skin was 3D modelled and the patterns were digitized. The simulator was photographed in the studio.

The final product of the project, the textile skin and muscle were assessed by Miika Arvonen, the CEO of Sense4Health, and Petri Mäkelä, who was in charge of the 3D printing. The thesis was concluded with an assessment on how well the textile skin and muscles were made and the degree to which learning goals were achieved.

Keywords
Innovation, fashion design, textile design, body mapping, a breathing simulator, 3D printing

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO 6

1.1 Käsitteet 7

1.1.1 3D-TULOSTUS 7

1.1.2 HENGITYSSIMULAATTORI 7

1.1.3 TORSO 7

1.1.4 SECOND SKIN-MENETELMÄ 7

1.1.5 ASIAKASLÄHTÖINEN SUUNNITTELU 7

1.1.6 INNOVAATIO 8

1.1.8 PROTOTYYPPI 8

1.1.9 TASOKUVA 8

1.1.10 3D-SUUNNITTELU 8

1.1.11 KINEETTINEN VAATETUSMUOTOILU 8

1.1.12 BODY MAPPING 9

1.2 Suunnittelijoiden tavoitteita ja ajatuksia opinnäytetyöprojektista 9

1.3 Mitä haluamme oppia projektissamme? 10

2 TYÖN TAUSTA JA TARKOITUS 11

2.1 Sense4Health 12

2.2 Työn merkitys ja tavoitteet 12

2.3 Työn toteutus 13

2.3.1 Taustoitus 14

2.3.2 Suunnittelu 14

2.3.3 Valmistusprosessi 14

2.4 Hengityssimulaattori 15

2.4.1 Hengitysvaikeuksien demonstrointi simulaattorilla 16

3 TUTKIMUSKYSELY 24

3.1 Kyselytutkimuksen tulosten analysointi ja uudet tavoitteet 26

4 SUUNNITTELU 28

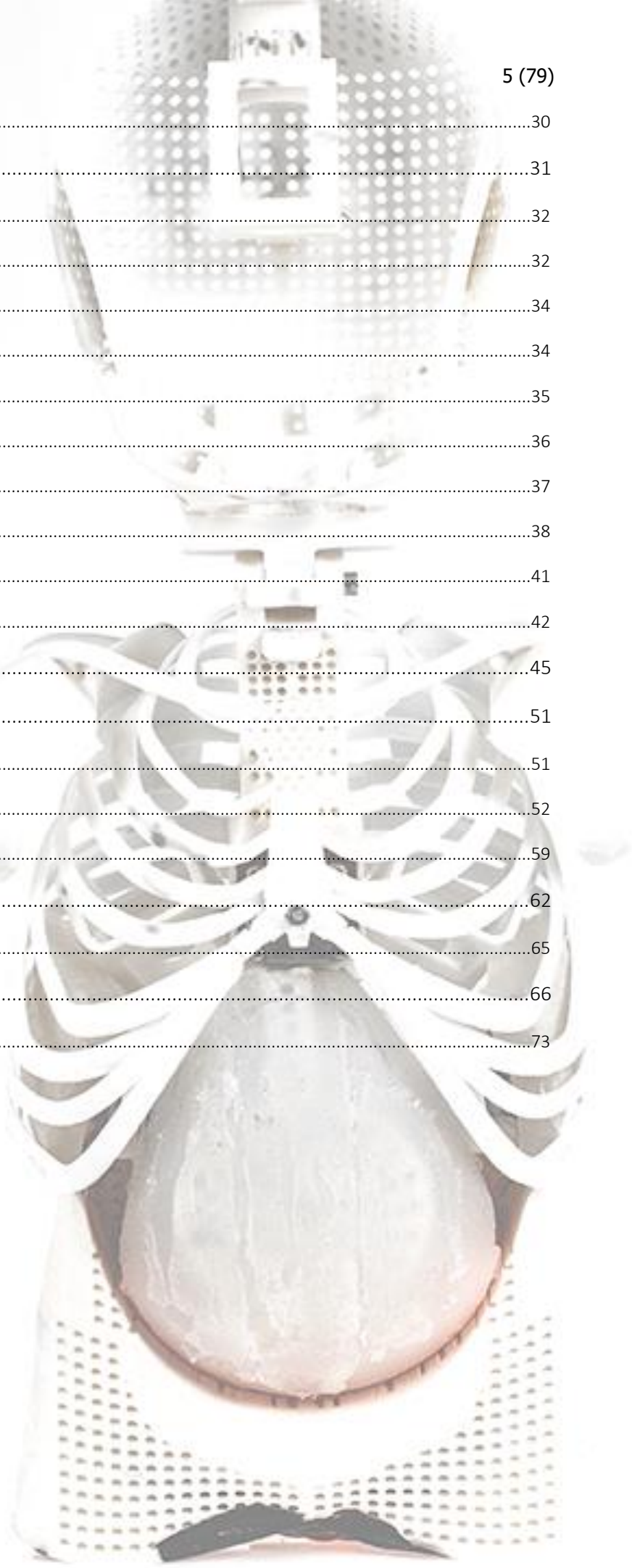
4.1 Funktionaalisuus 28

4.2 Body mapping 28

4.3 Kineettinen vaatetusmuotoilu 29

4.2.1 Millä tavalla me hyödynnämme kineettistä vaatetusmuotoilua tekstiili-ihon tekemisessä? 29

4.3 Luonnoksia 30
5 VALMISTUSPROSESSI 31
5.1 Materiaali 32
5.1.1 Materiaalin hankinta 32
5.2 Prototypointi 34
5.2.1 Proto 1 34
5.2.2 Proto 2 35
5.2.3 Proto 3 36
5.2.4 Proto 4 37
5.2.5 Proto 5 38
5.2.6 Proto 6 41
5.2.7 Proto 7 42
6 KAAVOJEN DIGITOINTI JA 3D-MALLINNUS 45
7 TUOTETUT AINEISTOT 51
7.1 Materiaalikortti 51
7.2 Tasokuvat 52
7.4 Martindale 59
8 LOPPUPÄÄTELMÄ 62
8.1 Kehitysideoita 65
9 LÄHTEET JA LIITTEET 66
LIITE 1. TUTKIMUSKYSELY JA VASTAUKSET 73

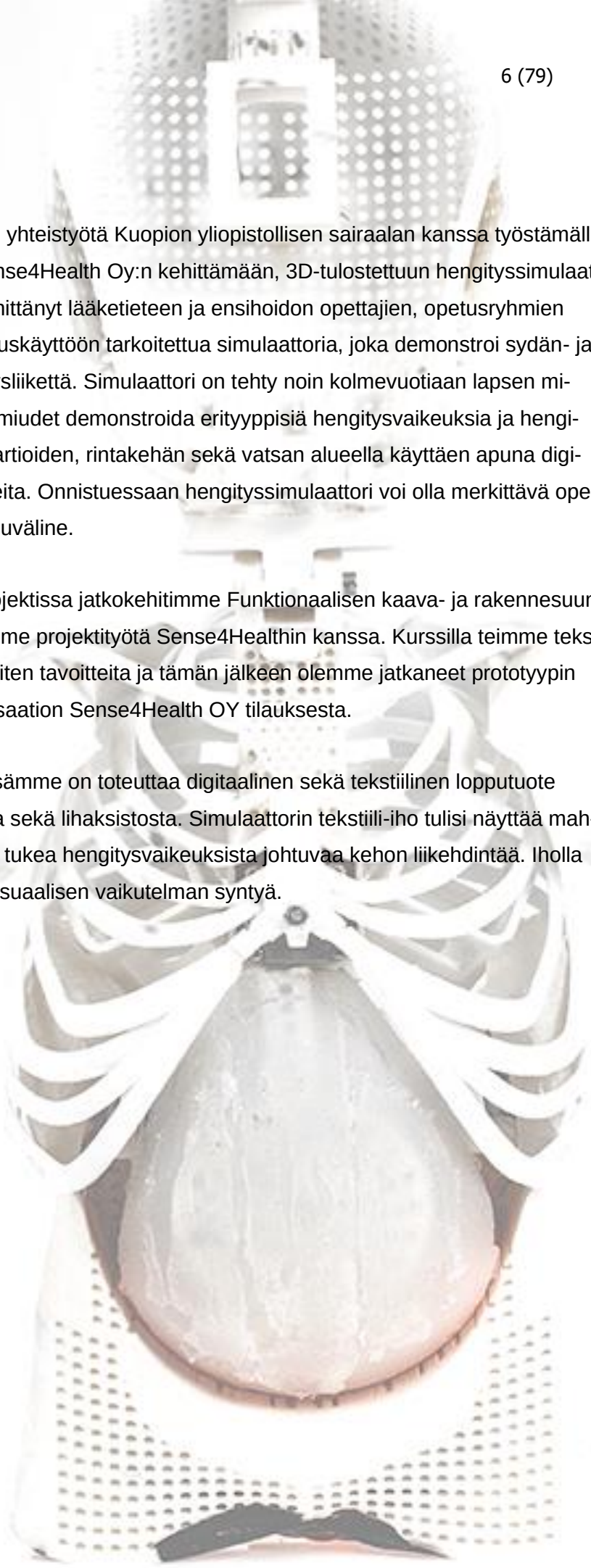


1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä jatkamme yhteistyötä Kuopion yliopistollisen sairaalan kanssa työstämällä tekstiili-ihoa ja -lihaksia Sense4Health Oy:n kehittämään, 3D-tulostettuun hengityssimulaattoriin. Sense4Health on kehittänyt lääketieteen ja ensihoidon opettajien, opetusryhmien sekä tutkimusryhmien opetuskäyttöön tarkoitettua simulaattoria, joka demonstroi sydän- ja hengitysääniä sekä hengitysliikettä. Simulaattori on tehty noin kolmevuotiaan lapsen mitoilla. Simulaattorilla on valmiudet demonstroida erityyppisiä hengitysvaikeuksia ja hengitysliikkeitä pään, kaulan, hartioiden, rintakehän sekä vatsan alueella käyttäen apuna digitaaliohjattuja askelmoottoreita. Onnistuessaan hengityssimulaattori voi olla merkittävä opetuksen laatua parantava apuväline.

Opinnäytetyön yhteistyöprojektissa jatkokehitimme Funktionaalisen kaava- ja rakennesuunnittelun kurssilla tekemäämme projektityötä Sense4Healthin kanssa. Kurssilla teimme tekstiili-ihon, joka vastasi parhaiten tavoitteita ja tämän jälkeen olemme jatkaneet prototyypin kehittämistä asiakasorganisaation Sense4Health OY tilauksesta.

Tavoitteena opinnäytetyössämme on toteuttaa digitaalinen sekä tekstiilinen lopputuote ihosta, ihonalaiskudoksesta sekä lihaksistosta. Simulaattorin tekstiili-iho tulisi näyttää mahdollisimman paljon iholta ja tukea hengitysvaikeuksista johtuvaa kehon liikehdintää. Iholla on keskeinen osa oikean visuaalisen vaikutelman syntyä.



1.1 Käsitteet

1.1.1 3D-TULOSTUS

3D-tulostuksella tarkoitetaan kolmiulotteisten esineiden, osien ja mallien valmistusta tulostamalla muovista ja muista materiaaleista automaattisesti, jolloin minimoidaan tarvittavan käsityön määrä. 3D-tulostin saa valmistusohjeensa digitaalisesta mallista, joka on luotu 3D- tai CAD (Computer-aided Design) - suunnitteluohjelmalla. Hengityssimulaattorin runko on valmistettu 3D-tulostamalla. (Arvekari 2013.)

1.1.2 HENGITYSSIMULAATTORI

Hengityssimulaattori demonstroi erityyppisiä hengitysvaikeuksia ja hengitysliikkeitä pään, kaulan, hartioiden, rintakehän ja vatsan alueella käyttäen apuna digitaaliohjattuja askelmoottoreita. Hengityssimulaattori tulee lääketieteen ja ensihoidon opettajien, opetusryhmien ja tutkimusryhmien opetuskäyttöön. Opinnäytetyössä valmistamme hengityssimulaattorin päälle tulevan ihon ja lihakset. (Arvonen 2019.)

1.1.3 TORSO

Hengityssimulaattori on torso ja sillä tarkoitetaan vartalon keskiruumista, ilman päätä ja raajoja.

1.1.4 SECOND SKIN-MENETELMÄ

Teippauksen ja kelmun avulla tehtävä kaavojen valmistustekniikka. Second skin-menetelmällä saa tehtyä kaavat suoraan vartalon päälle vartalonmyötäisesti ja tehtyä helpommin vaihtoehtoisia saumaratkaisuja, kuin perinteisellä kaavoituksella. Käytämme opinnäytetyössä kaavojen valmistamisessa tätä tekniikkaa.

1.1.5 ASIAKASLÄHTÖINEN SUUNNITTELU

Asiakaslähtöisessä suunnittelussa ollaan jatkuvassa vuorovaikutuksessa asiakkaan kanssa ja syvennytään asiakkaan näkemyksiin ja toiveisiin. Suunnitteluprosessissa toimitaan toteuttamalla asiakkaan kanssa, ei asiakasta varten. Asiakas osallistuu alusta lähtien palvelun tai tuotteen kehittämiseen. Iho suunnitellaan yhteistyössä Sense4Health Oy edustajien kanssa sekä parannusehdotuksia otetaan vastaan koko prosessin ajan aivan loppuun asti, jolloin toimimme asiakaslähtöisen suunnittelun toimintaperiaatteiden mukaisesti. (Koivunen 2017.)

1.1.6 INNOVAATIO

Hengityssimulaattori on innovaatio eli uusi teknologinen tuote, jonka Sense4Health on kehittänyt lääketieteen ja ensihoidon opettajien, opetusryhmien sekä tutkimusryhmien opetuskäyttöön. Hengityssimulaattori on ainutlaatuinen työkalu oppia akuuttien hengitysvaikeuksien tunnistamista. Simulaattori on idea, joka on viety käytäntöön. Jos käytännön toteutus jää tekemättä, ei pelkkä idea vielä ole innovaatio. (Inno-Vointi 2019.)

1.1.8 PROTOTYYPPI

Prototyypin eli malliesimerkin avulla pystymme konkreettisesti testaamaan ideoita. Aluksi prototyyppi suunnitellaan, sitten rakennetaan ja lopuksi testataan, tämän luomisprosessin aikana saadaan suuntaa mihin päin jatkaa. Projektin edetessä olemme tehneet useita prototyyppejä ihosta. Prototyypit kehittyvät eli niihin tehdään parannuksia aina siihen pisteeseen asti kunnes ollaan lopputulokseen täysin tyytyväisiä. (Meom 2018.)

1.1.9 TASOKUVA

Tasokuva eli esityskuva on piirros, josta näkee simulaattorin tekstiili-ihon saumat, muodot ja yksityiskohdat. Suunnitellessa piirretään tuotteesta esityskuvia, joissa idea konkretisoituu kuvaksi. Kuvasta on nopea ja selkeä nähdä, millainen tuote on ja missä sen saumat esimerkiksi sijaitsevat. Opinnäytetyömme Tuotetut aineistot-kohdassa on simulaattorin tekstiili-ihosta esityskuva, josta näkyy pääpirteissään miltä iho näyttää ja missä sen saumat sijaitsevat. (Named Clothing 2019.)

1.1.10 3D-SUUNNITTELU

Simulaattorin tekstiili-ihon 3D-suunnittelussa mallinnetaan tekstiili-ihon kaavat. Simulaattorin tekstiili-ihon 3D-mallinnuksen avulla saadaan suunnitteluprosessista vielä nopeamman ja kätevämmän. Me käytämme tässä opinnäytetyössä CLO3D-kaavoitusohjelmaa.

1.1.11 KINEETTINEN VAATETUSMUOTOILU

Staattiset mitat ovat simulaattoritorson pituus- ja ympärysmitat normaaliasennossa. Tämän lisäksi torsosta mitataan sen toimivuuden kannalta tärkeät liikeradat, näitä mittoja kutsutaan dynaamisiksi mitoiksi. Dynaamisia mittoja ovat muun muassa ääriasennon mittoja rintakehän alueella simulaattorin demonstroidessa hengitysvaikeuksia. Kineettisessä vaatetusmuotoilussa otetaan huomioon staattisten mittojen lisäksi myös dynaamiset mitat ja tehdään kaavat niiden pohjalta käyttäen eri menetelmiä. Kineettinen vaatetusmuotoilu on liikkeeseen perustuvaa kaavoittamista. (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 97.)

1.1.12 BODY MAPPING

Body mappingin eli vartalon kartoituksen avulla voidaan suunnitella käytännöllinen tuote eli tekstiili-iho, joka ei estä simulaattorin liikehdintää ja on istuvampi. Body mapping-metodin ja siihen liittyvän vartalon kartoituksen avulla pystymme luomaan simulaattorille lähes saumattomamman ihon.

1.2 Suunnittelijoiden tavoitteita ja ajatuksia opinnäytetyöprojektista

Terhi Sallinen

Olen kiinnostunut funktionaalisesta vaatetuksesta, urheiluvaatteista, teknisistä materiaaleista ja niiden hyödyntämistä urheiluvaatteiden toimivuudessa. Vaikkei projektissa ole kyse urheiluvaatetuksesta, projektissa on kyse kuitenkin vartalon kartoituksesta, materiaalin käyttäytymisestä ja tekstiili-ihon funktionaalisuudesta. Projekti on uudenlainen ja ensimmäinen tämän kaltainen vaatetusmuotoilun alalla. On hienoa tehdä tutkimusta ja projektia tästä aiheesta, ja nähdä kuinka vaatetusmuotoilua voi käyttää hyvinkin erilaisissa tilanteissa. Opinnäytetyö auttaa minua syventymään funktionaalisen suunnitteluun, kaavoitukseen, materiaaleihin, asiakaslähtöiseen suunnitteluun ja erilaisiin muotoilumenetelmiin. Projektin avulla on mahdollisuus verkostoitua ja on hienoa tehdä opinnäytetyötä oikealle yritysasiakkaalle. Simulaattorilla voi olla merkittävä hyöty yhteiskunnallisesti, koska lääketieteen ja ensihoidon opiskelijat voivat hyödyntää simulaattoria opinnoissaan.
Olen tehnyt Sense4Heath Oy:n kanssa yhteistyötä nyt parin vuoden ajan, siitä lähtien kun funktionaalisen kaava- ja rakennesuunnittelun kurssilla meidän tiimin tekstiili-iho valittiin jatkokehitykseen. Minun roolini yhteistyöprojektissa on suunnitella ja toteuttaa Annemarin kanssa tekstiili-iho ja lihakset simulaattorille eli vastaamme simulaattorin visuaalisesta ilmeestä. Simulaattorin tekstiili-ihon tulisi näyttää mahdollisimman paljon iholta ja tukea hengitysvaikeuksista johtuvaa kehon liikehdintää, joten tutkimme myös lapsen anatomiaa sekä kuinka hengityksen vaikeudet näkyvät lapsella. Vastaan myös tuotteen 3D-mallinnuksesta.

Annemari Oksanen

Pääsin kolmannella vuosikurssilla funktionaalisen vaatetusmuotoilun kurssilla yhdessä ryhmäni kanssa suunnittelemaan hengitysvaikeuksia demonstroivan simulaattorin päälle tulevaa ihopukua, johon kuuluu funktionaalinen lihaksisto, ihonalaiskudos sekä oikealla tavalla joustava iho. Simulaattori on n. 3-vuotiaan lapsen torso, jonka avulla tulevaisuudessa lääkäriopiskelijat pystyvät tutkimaan tyypillisimpiä lapsen hengitysvaikeuksia. Simulaattoria valmistavat hengitysmekaniikan tutkijat yhdessä yrityksen Sense4Healthin kanssa. Olen työskennellyt tämän projektin parissa kohta parin vuoden verran, sillä meidän ryhmämme pääsi jatkoon parhaimpana protoversiona ihosta. Olemme Terhin kanssa jatkaneet yhteistyötä yrityksen kanssa kurssista lähtien ja viimeisin protoversio lähti testattavaksi 16.8.2019

Aalto yliopistolle sekä hengitysmekaniikan tutkijoille. Tämän yhteistyön pohjalta lähti luontevasti ehdotus vielä jatkaa projektin kehittelyä opinnäytetyöksi. Projekti on tähän mennessä ollut hyvin mielenkiintoinen ja on ollut ilo päästä opiskelijana työskentelemään oikean asiakkaan kanssa ja sitä kautta saada oppia sekä kallisarvoista kokemusta työelämän kannalta.

Yhteistyön aikana olen huomannut kiinnostuneeni yhä enemmän funktionaalisten vaatteiden (urheiluvaatteiden) suunnittelusta sekä samaan aikaan kiinnostukseni heräsi lastenvaatteiden suunnittelua kohtaan. Kesäopinnoissa suoritin alle 5-vuotiaiden lasten suunnittelun kurssin ja koin sen hyvin mielenkiintoiseksi. Samalla minulle heräsi ajatus, että voisin tulevaisuudessa työskennellä lastenvaatteiden suunnittelun sekä urheiluvaatteiden suunnittelun parissa. Tässä projektissa sopivasti yhdistyvät suunnittelu lapsisimulaattorille, johon yhdistyy funktionaalisuus ja urheiluvaatemainen suunnittelu.

Tällä projektilla on myös tärkeä yhteiskunnallinen merkitys, hengityssimulaattorin ollessa ensimmäinen lapsen hengitysvaikeuksia demonstroiva opetuskäyttöön tuleva simulaattori. Simulaattori auttaa opiskelijoita tunnistamaan erilaisia lapsen hengitysvaikeuksia ja tätä kautta on merkittävässä roolissa parantamassa mm. opetuksen laatua. Opinnäytetyön tekeminen yritysasiakkaalle opettaa varmasti todella paljon meille ja Sense4Health hyötyy meidän panoksestamme simulaattorin tekstiiliosuuden kehittelyssä ja tutkimisessa. Opinnäytetyössä opin varmasti paljon uutta, mutta pääsen myös syventämään jo oppimaani esimerkiksi funktionaalisesta kaavoittamisesta, materiaaleista ja niiden koostumuksista ja -käyttäytymisestä sekä käytännössä soveltamaan tietoja ja taitoja koko projektin aikana.

1.3 Mitä haluamme oppia projektissamme?

Tavoitteenamme on syventää tietämystä funktionaalisten materiaalien ominaisuuksista ja käyttäytymisestä, kaavojen 3D-mallinnuksesta, vartalon kartoituksesta, funktionaalisesta kaavoittamisesta, tutkimuksesta, oppien hyödyntämisestä tuotteeseen, vuorovaikutustilanteista asiakkaan kanssa esimerkiksi asiakaspuhelut, palaverit sekä muu kommunikointi yhteistyökumppaneiden kanssa. Aiomme käyttää projektissa erilaisia tutkimus- ja valmistusmenetelmiä, joita olemme oppineet opiskelujen aikana.

2 TYÖN TAUSTA JA TARKOITUS

Sense4Health on kehittänyt lääketieteen ja hoitoalan opetuskäyttöön tarkoitetun hengitysvaikeuksia visualisoivan simulaattorin, joka demonstroi 3-vuotiaan lapsen erityyppisiä hengitysvaikeuksia ja hengitysliikkeitä käyttäen apuna digitaaliohjattuja askelmoottoreita pään, kaulan, hartioiden, rintakehän sekä vatsan alueella. Vastaavaa hengitysvaikeuksia hengitysäänin, ja liikkein demonstroivaa simulaattoria ei ole aiemmin kehitetty tai tutkittu maailmalla. Simulaattorin runko on kehitetty 3D-tulostuksen avulla.

Sense4Healthin erityisenä haasteena oli kehittää simulaattoriin oikeanlainen funktionaalinen lihaksisto, ihonalaiskudos ja oikealla tavalla joustava iho. Sense4Health pyysi Lehtori Laura Pakarisen ryhmältä projektityötä tähän aiheeseen liittyen funktionaalisen kaava- ja rakennesuunnittelun kurssilla. Kurssilaisista ryhmä Terhi Sallinen, Annemari Oksanen ja Riina Kärkkäinen toteuttivat ihon osalta kurssilla version, joka vastaisi parhaiten tavoitteita ja tämän jälkeen työpari Terhi sekä Annemari on jatkanut prototyypin jatkokehittämistä omalla ajallaan asiakasorganisaation, Sense4Health OY tilauksesta.

Jatkokehitysvaiheessa työparin toteuttaman tekstiilisen ihon viimeisin prototyyppi on todettu 16.8.19 vastaavan pitkälti prototyypille asetettuja päätavoitteita, kuten oikeanlaista ihon joustavuutta, liikkuvuutta, puettavuutta ja kestävyyttä. Ihon visuaalinen ilme, kuten kankaan väri ja paksuus vastaavat osittain asiakasorganisaation, Sense4Health OY asettamia vaatimuksia. Prototyypin ihonalaiskudoksen ja lihaksiston oikeanlaista toiminnallisuutta tulisi vielä suunnitella vastaamaan paremmin kudosten anatomisia ominaisuuksia.

Sense4Health OY hengityssimulaattoriprojektin luisen rungon toteutus liittyy Savonia AMK 3D-tulostuksen kehityshankkeeseen, jossa hankkeessa Sense4Health on asiakasorganisaationa mukana. Loppukäyttäjinä tuotteelle tulevat olemaan lääketieteen ja ensihoidon opettajat, opetusryhmät sekä tutkimusryhmät. Tällä hetkellä tutkijaryhmistä loppukäyttäjinä ovat Itä-Suomen YO hengitysmekaniikkatutkijat ja Aalto yliopiston terveysteknologia.

Taustoitusvaiheessa teimme benchmarkingia eli tutkimme vastaavanlaisia terveysteknologian simulaattoreita. Löysimme muutaman hengityskonehoidon simulointilaitteen yritykseltä Laerdal, mutta samantyyppistä lapsen hengitysvaikeuksia demonstorivaa simulaattoria ei ole vielä tehty. Tämä Laerdalin ASL 500 Lung Solution simulaattori pystyy simuloimaan mitä tahansa hengitysongelmaa ja simuloimaan potilasta, joka hengittää spontaanisti ollessaan hengityskoneessa. Simulaattori on siis apuna ventiloinnin hallinnan opettamisessa, hengityskonehoidon, tehohoidon, keuhkosairausopin, anestesian ja ensihoidon saralla. Simulaattorilla pystyy harjoittelemaan hengitysongelmien hoitomenetelmiä, kuten paljeventilointia, ei- invasiivista ventilointia, hengitysteiden hallintaa, mekaanista ventilointia ja anestesiologiaa. Tämä ratkaisu on saatavissa Laerdalin SimMan- ja SimBaby- simulaattoreihin. (Laerdal 2020.)

Laerdal on yritys, joka on alunperin 1940- luvulla tullut tunnetuksi lasten lelujen ja kirjojen valmistuksesta. Erityisen tunnetuiksi tulivat Tomte-auto ja muovista valmistettu Anne nukke. Tuolloin yrityksen ideologia oli “tuottaa lapsille iloa”. Myöhemmin 1960- luvulla yritys oli jo tehnyt uraauurtavaa tutkimusta pehmeän muovin kehityksen parissa ja yrityksen suunta muuttui sen valmistettua ensimmäisen suusta- suuhun ventiloinnin koulutukseen mallinuken resusci Annen. Tänä päivänä yli 300 miljoonaa ihmistä on koulutettu elvyttämään tällä nukella. Resusci Annen kehityksen ja yrityksen suunnan muuttuessa, uudeksi missioksi tuli Helping Save Lives- auttamaan ihmishenkien pelastamisessa. Laerdal on sitoutunut tähän missioon edistämällä elvytystä, potilaiden hoitoa ja maailmanlaajuisia terveyshankkeita. Vuodesta 1949- lähtien Laerdalin pääkonttori on ollut Norjassa, mutta tänä päivänä se on kansainvälinen yritys, jonka tuotteita ja ohjelmia käytetään ympäri maailman. (Laerdal 2020.)

2.1 Sense4Health

Sense4Health Oy on vuonna 2016 perustettu yritys, jonka kotipaikka on Oulu. Yrityksen pääasiallinen toimiala on tuotekehitys, tutkimus- ja suunnittelupalvelut, joista hengityssimulaattori on tämänhetkinen tuotekehitysprojekti. Yrityksen puheenjohtajana ja toimitusjohtajana toimii Miika Arvonen Kuopiosta. (Finder 2019.)

2.2 Työn merkitys ja tavoitteet

Hengityssimulaattoritutkimuksen päätavoitteena on, että simulaattori kehittyisi niin helppokäyttöiseksi, että opiskelijat pystyisivät harjoittamaan erilaisten hengitysvaikeuksien tunnistamista. Tavoitteena on myös, että jatkossa simulaattorin avulla pystyisi opettamaan myös hengitysäänten tunnistusta. (EL, LT Miika Arvonen Kuopio, Tutkimussuunnitelma 2019.)

3D-tulostetulla hengityssimulaattorilla voi visualisoida normaalia hengitystä, uloshengitysvaikeutta ja sen vaikeaan muotoon liittyvää paradoksaalista hengitystä, sisäänhengitysvaikeutta, paineilmarintaan liittyvä toispuolista hengitystä, tihentynyttä hengitystä, Kusmaulin hengitystä, sisäänhengityksen jälkeinen ähkimistä (hapetushäiriö), Cheyne-Stokes hengitystä, apneaa ja edellä mainittuja eri vaikeusasteisena sekä agonaalista hengitystä. (Edellä luetellut erilaisten hengitysvaikeuksien diagnosoitavia tiloja.) Tämänhetkisen simulaattorin mallintamien erilaisten hengitysliikkeiden liikelaajuus ja tiheys perustuvat kirjallisuudesta saataviin suureisiin (6,7) sekä lastentautien erikoislääkärin visuaaliseen näkemykseen. Hengityssimulaattorin ohjausjärjestelmä pystyy toteuttamaan ohjausta 0,1 mm tarkkuudella kaulan, niskan, hartioiden, rintakehän etuosan ja kylkivälien sekä vatsan alueella. (Lainattu EL, LT Miika Arvonen Kuopio, Tutkimussuunnitelma 2019.)

Tavoitteena opinnäytetyössämme on toteuttaa digitaalinen sekä tekstiilinen lopputuote ihosta, ihonalaiskudoksesta sekä lihaksistosta. Simulaattorin tekstiili-iho tulisi näyttää mahdollisimman paljon iholta ja tukea hengitysvaikeuksista johtuvaa kehon liikehdintää. Iholla on keskeinen osa oikean visuaalisen vaikutelman syntyä.

Yhteistyöprojektissamme tutkimme erilaisia kankaita, perehdymme niiden ominaisuuksiin kuten ihon joustavuuteen, liikkuvuuteen, puettavuuteen ja kestävyyteen sekä ihon visuaaliseen ilmeeseen, eli kankaan väriin ja paksuuteen. Kankaan ihomaisuuden lisäksi, tehtävänämme on kaavoittaa puku oikeanlaiseksi ja saada se istuvuudeltaan hyväksi, jolloin puku ei ole liian tiukka tai löysä. On tärkeää myös, että tuote on mahdollisimman saumaton tai saumat olisivat oikeassa kohtaa, jotta ne eivät häiritse keskittymistä hengitysvaikeuksien ilmenemisen osalta olennaisiin kehon kohtiin. Simulaattorissa tärkein ja samalla kaavoittamisen näkökulmasta haastavin paikka on kaulan ja kaulakuopan alue, jossa kaulakuoppa ja kaulan jänteet tulisi näkyä sekä liikkua oikealla tavalla, jotta kokonaisuus näyttää aidolta ja tekstiili-iho tukee hengitysvaikeuksia demonstroivaa liikehdintää.

Jotta simulaattori näyttäisi kokonaisuudessaan riittävän aidolta, ihon lisäksi olemme kehitelleet tekstiilistä ihonalaiskudosta ja lihaksistoa. Simulaattoriin tulee erikseen puettavat rintalihakset sekä lapsen pyöreää vatsaa demonstroiva toppaus. Tässä opinnäytetyössä jatkamme ihon ja lihasten kehittelyä pidemmälle tutkimuskyselyn avulla, lisäämme asiantuntemustamme ja tutkimme sekä perehdymme syvemmin hengityssimulaattoriin, eri muotoilumenetelmiin ja toiminnallisen vaatetuksen teoriaan, kankaisiin sekä tekstiili-ihon 3D-mallintamiseen. Kehitämme jo tekemäämme työtä vielä toimivammaksi ja hyödynnämme erilaisia menetelmiä päästäksemme opinnäytetyössä asetettuihin tavoitteisiin.

2.3 Työn toteutus

Opinnäytetyömme suunnitteluprosessi jakautuu kolmeen vaiheeseen: taustoitus-, suunnittelu- ja valmistusprosessi. Taustoitusvaiheessa pohdimme, mitä ongelmia haluamme ratkaista ja käymme keskusteluja tutkimusryhmämme kesken. Haastattelemme asiakasorganisaatiota ja teemme tutkimuskyselyn, jonka avulla saamme uudet tavoitteet tekstiili-ihon kehittämiselle. Suunnitteluvaiheessa luonnostelemme lopputuotetta sekä muotoilemme suoraan simulaattorin päälle. Suunnitteluvaiheessa tutkimme body mapping-metodia ja kineettistä vaatetusmuotoilua, ja kuinka niitä voimme hyödyntää tuotteemme suunnittelussa. Pohdimme erilaisia vaihtoehtoja sekä keskustelemme niistä, ja koostamme kaikesta keräämästämme tiedosta muistiinpanoja. Aloitamme valmistusprosessin uusia tavoitteita, parannusideoita ja kerättyjä tietoja hyödyntäen. Kysymme myös jatkuvasti palautetta palavereissa asiakasorganisaatioltamme.

2.3.1 Taustoitus

Tutkimuskysely ja uudet tavoitteet

Opinnäytetyön aluksi laadimme asiakasorganisaation toimitusjohtajalle Miika Arvoselle viimeisimmästä tekstiili-ihon prototyypistä tutkimuskyselyn, jossa arvioidaan erityisesti tekstiili-ihoa, ihonalaiskudosten ja lihasten visuaalista toimivuutta eri hengitysliikkeiden osalta. Analysoimme tutkimuskyselyn vastaukset ja yhdessä asiakasorganisaation kanssa kartoitamme lopputuotteelle asetetut uudet tavoitteet.

Keskustelut ja palaverit

Keskustelemme viikon välein palavereissa asiakasorganisaation jäsenien kanssa simulaattorin kehityksestä ja tarpeellisista muutoksista.

2.3.2 Suunnittelu

Kineettinen vaatetusmuotoilu

Syvennymme tekstiili-ihon näkökulmasta body mapping-metodiin eli vartalon kartoitukseen sekä kineettisen vaatetusmuotoilun teoriaan ja hyödynnämme näitä apuna tekstiili-ihon kaavojen suunnittelussa.

Luonnostelu ja muotoilu

Ennen prototyyppien tekemistä suunnittelemme luonnostelemalla ja muotoilemalla suoraan simulaattorin päälle.

2.3.3 Valmistusprosessi

Materiaalien kartoitus

Etsimme uusia kankaita kangasyritysten nettisivuilta ja käymällä kangaskaupoissa sekä vierailemalla Polarstoff- kangasmessuilla Vantaalla 2.10.2019. Arvioimme tutkimuskyselystä kerätyn informaation sekä jo saadun tiedon perusteella, mikä kangas voisi vastata paremmin lopputuotteelle asetettuja vaatimuksia.

Prototypointi

Toteutamme tekstiilisen ihon, ihonalaiskudosten ja lihasten toimivuuden testauksen simulaattorissa. Teemme tarvittavan määrän prototyyppejä, kunnes toiminnallisuus vastaa asiakasorganisaation lopputuotteelle asettamia tavoitteita. Prototyypin kaavat teemme secondskin-menetelmällä. Digitoimme onnistuneen lopputuotteen kaavat. Arvioimme, onko digitaalinen suunnitelma niin hyvin tehty, että kaupallinen ulkopuolinen taho pystyy toteuttamaan tekstiilisen ihon, ihonalaiskudokset ja lihakset suunnitelman perusteella sekä tarvittaessa täsmennämme digitaalista suunnitelmaa, jotta jatkossa tarvittaessa uusien tekstiiliihojen, ihonalaskudosten ja lihasten tekemisen voi helposti ulkoistaa. 3D-mallinnamme

myös kaavat Clo3D-kaavoitusohjelmalla. Kuvaamme jatkuvasti prosessimme vaiheita, tuotteen muutoksia ja uusia prototyyppejä. Valokuvaamme ja videoimme lopputuotteen myös valokuvausstudiossa.

Palaute ja arviointi

Lopuksi keräämme Sense4Health asiakasorganisaatioltamme palautetta, miten onnistuimme eli kuinka uusi lopputuote vastaa sille asetettuja tavoitteita. Pohdimme myös omaa onnistumistamme.

2.4 Hengityssimulaattori

Hengityssimulaattori tulee lääketieteen ja ensihoidon opettajien, opetusryhmien sekä tutkimusryhmien käyttöön. 3D-tulostettu hengityssimulaattorin runko on toteutettu Sense4Healtin ja Savonia ammattikorkeakoulun 3D-tulostuksen kehityshankkeessa. Tällä hetkellä Savonia ammattikorkeakoulun opiskelija Sampsa Ylönen toteuttaa lopputyönään hengityssimulaattorista paranneltua versiota yhteistyössä Sense4Healthin tutkijan Petri Mäkelän kanssa. Simulaattorin ohjausjärjestelmää tekevät tieto- ja sähkötekniikan diplomi-insinöörit Mikko Heikkinen, Vesa Hyvönen ja Väinö Tikkanen. Meidän roolimme tässä kokonaisuudessa on simulaattorin visuaalinen ilme ja kuinka simulaattorin demonstroidessa hengitysvaikeuksia tekstiili-iho käyttäytyy. Teemme jatkuvasti yhteistyötä Sense4Healthin toimitusjohtajan Miika Arvosen sekä 3D-tulostuksesta vastaavien Sampsa Ylösen ja Petri Mäkelän kanssa, koska simulaattori on vielä kehitysvaiheessa ja tekstiili-ihon on tärkeää pysyä mukana muutoksissa.

Hengityssimulaattori on uusi työkalu lääketieteen ja hoitoalan opiskelijoiden opettamisessa, jolla voidaan demonstroida lasten hengitysvaikeuksiin liittyvää liike- ja äänimaailmaa. Koska hengityssimulaattoria ei ole aiemmin ollut saatavilla, on tärkeää arvioida sen soveltuvuus lääketieteen ja hoitoalan opetustarpeisiin. Tulevien terveydenhuoltoalan ammattilaisten tulee tunnistaa ja hoitaa lapsen hengitysvaikeus sekä arvioida onko valitulla hoidolla saavutettu riittävä hoitovaste. Onnistuessaan hengityssimulaattori voi tukea merkittävästi oppimista. Lapsen hengitysrytmi ja apuhengityslihasten käyttö korostuvat, kun lapsi sairastuu vakavaan sairauteen. Mitä aiemmin poikkeavat muutokset havaitaan, sitä nopeammin ja paremmin lapsia voidaan hoitaa. Lasten hengitysoireina ilmenevien sairauksien diagnostiikkaan ja monitorointiin on ollut vaikea kehittää tekoäly- ja koneoppimismenetelmiä, koska ei ole eettisesti mielekästä altistaa lapsia menetelmäkehityksen malleiksi. Lasta muistuttavaa hengityssimulaattoria hyödyntävä tutkimustyömme edistää menetelmien ja laitteiden kehitystä lapsipotilaiden tarpeisiin. Tutkimustyötämme voidaan hyödyntää mm. sairauden vaikeusastetta arvioivien älypuhelinsovellusten kehitykseen ja sairaalan mittauslaitteiden kehitykseen. (EL, LT Miika Arvonen, Tutkimussuunnitelma Kuopio 2019.)

Simulaattori visualisoi normaalia hengitystä, uloshengitysvaikeutta ja sen vaikeaan muotoon liittyvää paradoksaalista hengitystä, tihentynyttä hengitystä, Kusmaulin hengitystä, hapetushäiriötä (sisäänhengityksen jälkeinen ähkiminen), Agonallista hengitystä, Cheyne-Stokes hengitystä ja apneaa sekä edellä mainittuja hengitysvaikeuksia eri vaikeusasteisina. (EL, LT Miika Arvonen, Tutkimuskysely 2019.)

2.4.1 Hengitysvaikeuksien demonstrointi simulaattorilla

Kaulakuoppa

Simulaattori pystyy demonstroimaan sisäänhengitysvaikeutta, kaulakuopan korostumisella sekä kaulan jänteiden liikkeellä. Katso kuvassa 1. olevan neliön paikka B.

Vaikeaan uloshengitysvaikeuteen liittyvä paradoksaalinen hengitys
Vatsa ja rinta liikkuvat keinulautamaisesti eri tahtiin. Ilmasalpauksen takia kylkivälit ovat korostuneena. Paradoksaalisen hengityksen visualisointi tapahtuu simulaattorin rintalastan, kylkikolmion ja kylkiluuvälien alueella. Katso kuvassa 2. olevan neliön paikat D, C, F ja E.

Kylkivälihengitys, tapaus keuhkokuume

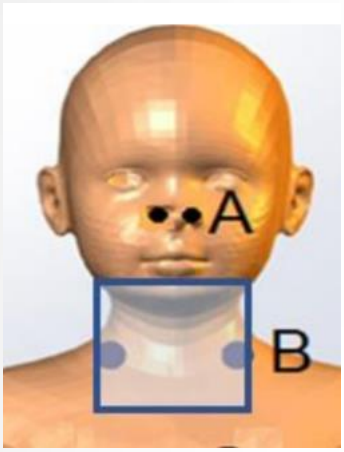
Sisäänhengittäessä rintakehä nousee ja kylkiväli korostuu, katso kuva 4. Katso kuvassa 3 olevan neliön paikka D.

Nenäsiipihengitys

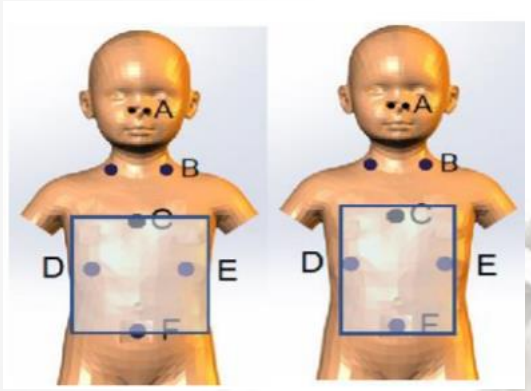
Sisäänhengityksessä simulaattorin nenänsiivet aukeavat. Katso kuvan 5. neliön paikka A.

Kussmaulin hengitys

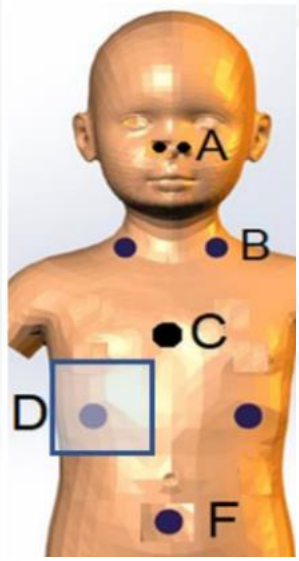
Simulaattori demonstroi Kussmaulin hengitystä nenän, kaulan, rintakehän,kylkien ja vatsan alueella. Simulaattorin demonstroidessa Kussmaulin hengitystä nenänsiivet laajenee, kaulakuoppa ja jänteet korostuvat, rintakehä ja kyljet nousevat, jolloin kylkivälit korostuvat sekä kylkikolmio korostuu vatsan ja rinnan liikkuessa eli äärimmäiset laajat liikkeet kaikilla hengitykseen osallistuvilla lihaksilla tiheään thatiin, jota saadaan tuuleetua hiilidioksidia pois. Pallea isossa tehtävässä myös hiilidioksidin poistamisen aikaan saamiseksi. Katso kuvan 6. punaisella merkityt alueet. (Viitattu EL, LT Miika Arvonen, Kuvasarjojen toteutus Kuopio 2019.)



Kuva 1. Kaulakuopan ja jänteiden alue.

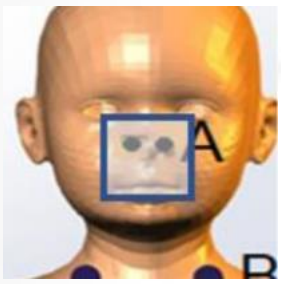


Kuva 2. Vatsan ja rinnan alue



Kuva 3. Kylkivälien alue

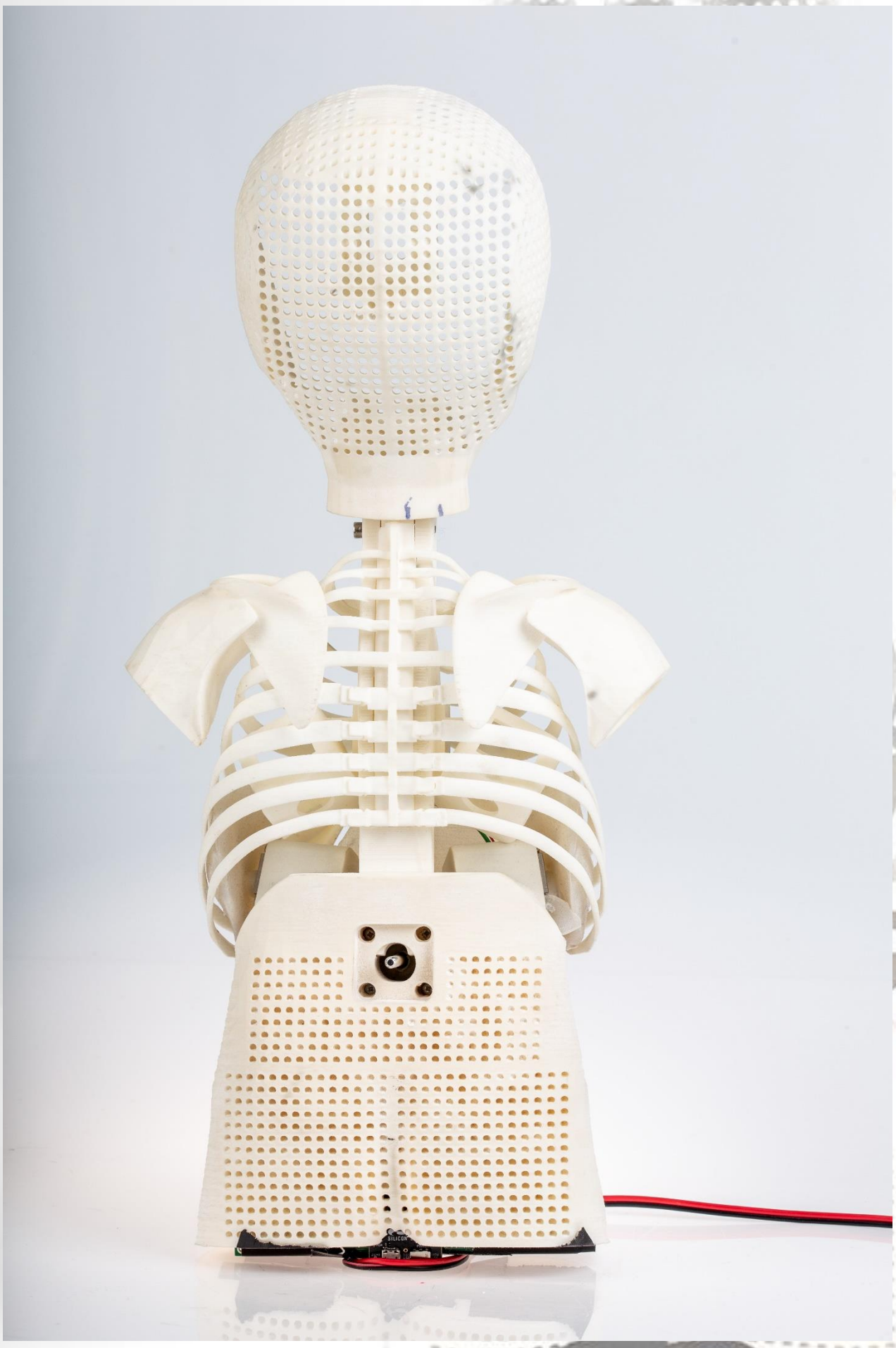
Kuva 4. Rintakehän nouseminen sisäänhengityksessä, kylkivälit korostuvat



Kuva 5. Nenänsiipien alue

Kuva 6. Kuvaan merkitty alueet, joilla alueilla simulaattorissa tapahtuu liikettä Kussmaulin hengityksessä.

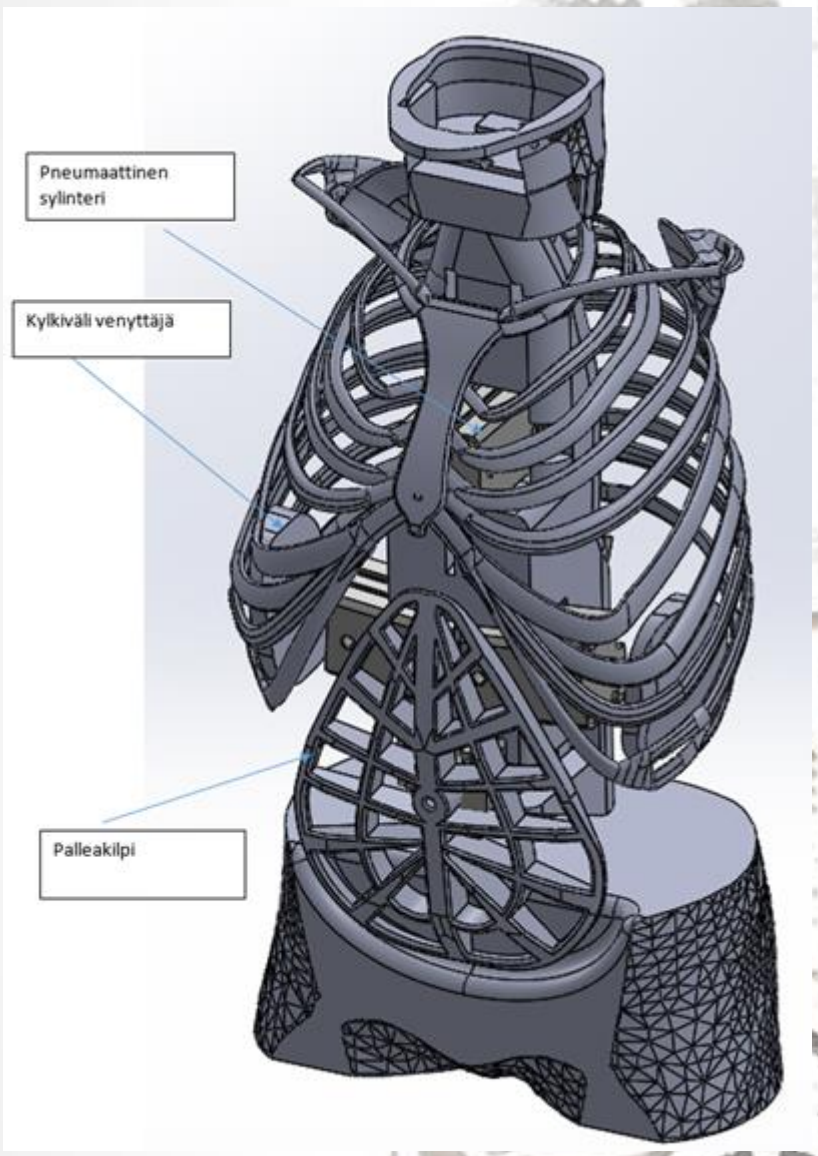
Kuva 7. Hengityssimulaattorin 3D-tulostettu runko ja kasvot



Kuva 8. Hengityssimulaattorin 3D-tulostettu runko takaa

Kuva 9. Hengityssimulaattorin 3D-tulostettu runko sivusta

Kuva 10. Kuvassa merkitty alueet, joiden halutaan korostuvan. Kuvassa on ensimmäinen prototyyppi simulaattorista, jonka päällä on silikoninen versio ihosta.



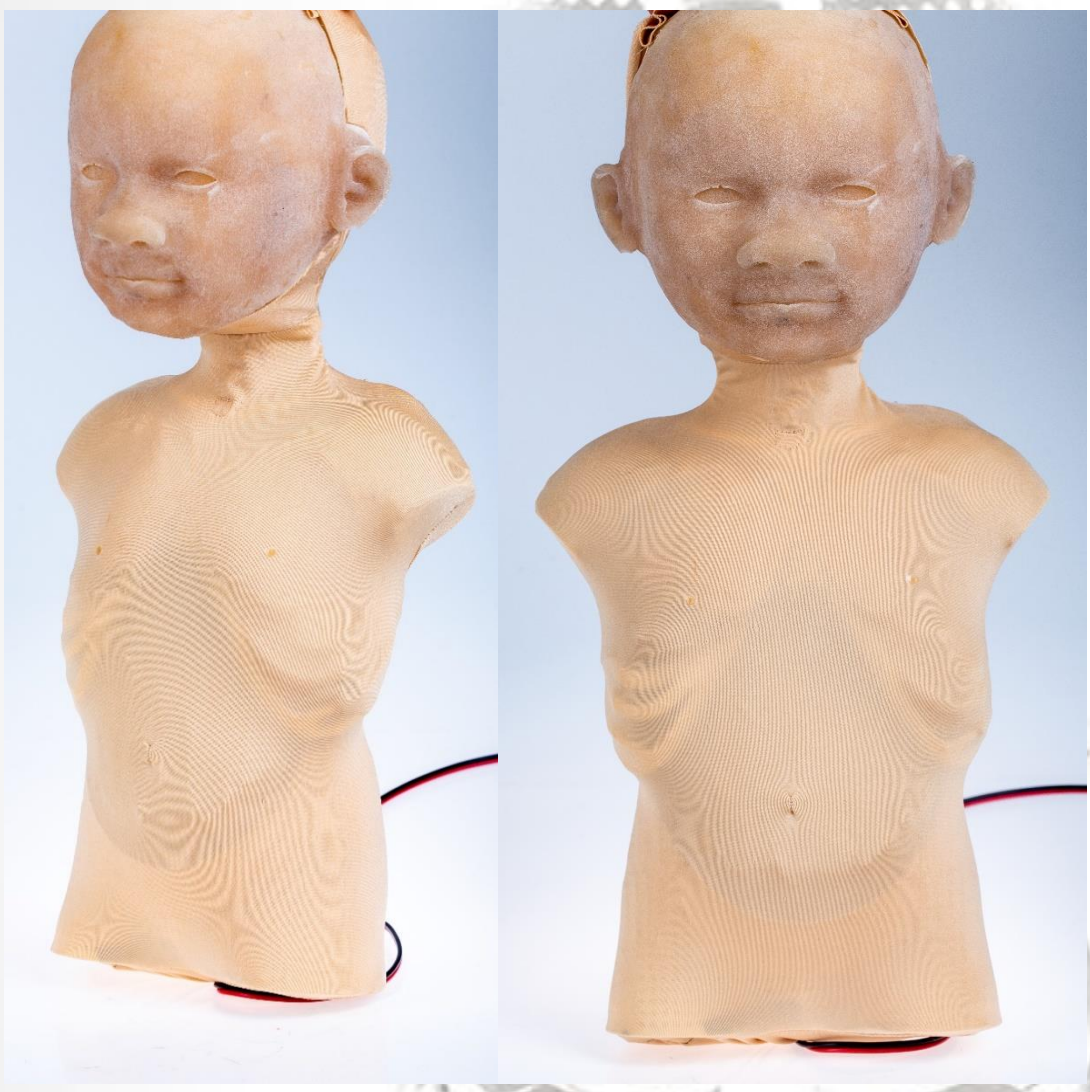
Kuva 11. Kuva mallinnetusta simulaattorin rungosta

3 TUTKIMUSKYSELY

Tutkimuskysely on laadittu lastenlääkäri Miika Arvoselle. Tutkimuskysely sisältää 17 kysymystä ja olemme liittäneet kuvia sekä kolme videota simulaattorista. Tutkimuskysely on lähetetty sähköpostitse, ja vastaukset ovat Miika Arvosen lähettämästä sähköpostista. Tutkimuskysely on liitteenä.

Tutkimuskysely ohjautuu 16.8.2019 valmistuneeseen tekstiili-ihoon. Opinnäytetyössä lähdemme työstämään Funktionaalisen vaate- ja rakennesuunnittelun kurssilla saamamme projektityötä vastaamaan vielä paremmin Sense4Health OY asettamia vaatimuksia. Projektissa työparina työstämme Sense4Healthin kehittämään 3D-tulostettuun hengityssimulaattoriin tekstiilistä ihoa ja lihaksia. Aluksi Sense4Health teki simulaattorille ”ihon” silikoonista, joka ei toiminut, koska lähti repeämään käytössä. Funktionaalisen vaate- ja rakennesuunnittelun kurssilla saimme tehtäväksi suunnitella ja toteuttaa 3D-tulostetulle hengityssimulaattorille tekstiili-ihon. Työstimme tekstiili-ihon kaavoja second skin-menetelmällä ja suunnittelussa käytimme apuna body mapping-teoriaa. Tuote valmistettiin beigestä tirkookankaasta, joka on koostumukseltaan 15% elastaania ja 85% polyamidia. Tekstiili-ihossa oli tärkeää, ettei edessä ollut oppimista häiritseviä saumoja. Olemme työparina työstäneet Funktionaalisen vaate- ja rakennekurssilta saamaamme projektityötä omalla ajalla 16.8.19 asti, jolloin valmistui viimeisin prototyyppimme. Tämä vastasi asiakasorganisaation mukaan aika pitkälti prototyypille asetettuja päätavoitteita, kuten oikeanlaista ihon joustavuutta, liikkuvuutta, puettavuutta ja kestävyyttä. Projektin aikana myös 3D-tulostettuun simulaattoriin on tullut paljon muutoksia mm. simulaattoriin on lisätty pää. Hengityssimulaattoria työstetään, kunnes sen sen toimivuus on niin hyvä, että sen avulla pystyy demonstroimaan ja opettamaan lapsen hengitysvaikeuksia.

16.8.2019 valmistuneen prototyypin jälkeen lähdimme työstämään projektista opinnäytetyötä, jossa me tutkimuskyselyn avulla määrittelemme lopputuolleelle asetetut tavoitteet, jotta saamme tekstiili-ihosta ja lihaksista vielä visuaalisesti ja toiminnallisesti paremmat ja demonstroimaan paremmin hengitysvaikeuksia. Prototyypin lihaksiston oikeanlaista toiminnallisuutta tulisi vielä suunnitella vastaamaan paremmin kudosten anatomisia ominaisuuksia. Tutkimuskyselyssä kartoitamme asiakasorganisaation jäsenten palautetta, lisäksi analysoimme palautteet ja näin saamme uudet tavoitteet ja parannusideoita, joiden avulla lähdemme työstämään vielä toimivampaa tekstiili-ihoa ja lihaksia 3D-tulostetulle hengityssimulaattorille.



Kuva 12. 16.8. valmistunut prototyyppi, josta opinnäytetyön alkukartoituksen tutkimuskysely on tehty. Kuvassa olevaa tekstiili-ihon prototyyppiä lähdimme työstämään opinnäytetyössä.

3.1 Kyselytutkimuksen tulosten analysointi ja uudet tavoitteet

Tutkimuskysely laadittiin Sense4Healthin toimitusjohtajalle ja lastenlääkärille Miika Arvoselle.Tutkimuskysely sisälti 17 kysymystä ja se lähetettiin Miikalle heti opinnäytetyön alkuvaiheessa.

Kehityskohteet	Parannusideat/uudet tavoitteet
Kangas	Viimeisimmän prototyypin Lorella-kangas on liian ohutta, joten uutta kangasta etsiessä vaatimuksissa on paksumpi kangas. Prototyypissä näkyy 3D-tulostuksen karkeuden takia kohoumia, jotka eivät ole anatomisesti oikeissa kohdissa. Siksi ihon kankaan täytyisi olla paksumpi.
Luuston ja jänteiden näkyminen	Kylkiluuvälit näkyvät hyvin viimeisimmässä protossa, joten tämä on huomioitava myös jatkossa, että uudesta kankaasta tehdyssä prototyypissä kylkiluiden väliset kuopat korostuvat sisäänhengittäessä.
Puettavuus	Uuteen tekstiili-ihoon pidempi vetoketju, jotta puettavuus helpottuu. Kokeillaan myös ihonalaiskudoksen ja ihon kiinnittämistä yhteen, että niitä ei tarvitse pukea erikseen. Tämän tarkoitus on helpottaa tekstiili-ihon puettavuutta simulaattorille.
Kaulakuoppa ja rintalastan alainen kuoppa	Kangas kiinnitetään palleakilven ja kaulakuopan kohdista simulaattorin 3D-tulostettuun runkoon, jotta rintalastan alainen kylkikolmio sekä kaulakuoppa korostuvat sisäänhengittäessä. Aiemmassa prototyypissä kaulakuopan ja palleakilven kiinnitys ollut tarralla, ja tarrat on liimattu ihoon ja toinen puoli simulaattoriin. Tekstiililiima näkyy Lorella-kankaasta läpi. Testataan vielä samaa tekniikkaa, näkyykö uusista paksummista kankaista liima läpi, jos näkyy, lähdemme kokeilemaan seuraavaksi magneettitekniikkaa.
Lihakset, ihonalaiskudos ja vatsa	Vatsan alueelle kaipaa pehmennystä, jotta se vastaa lapselle tyypillistä vatsan pyöreyttä. Prototyypin lihaksiston oikeanlaista toiminnallisuutta tulisi vielä suunnitella vastaamaan paremmin kudosten anatomisia ominaisuuksia.

	Simulaattoriin tulee lihaksista vain rintalihakset. Käymme prototypointivaiheessa keskustelua 3D-tulostustiimin kanssa, olisiko lihaksista hyvä tehdä tekstiiliset vai 3D-tulostimella silikoniset.
Kasvojen ja takaraivon välinen raja	Simulaattorin kasvot on tehty silikonista ja muu iho tulee olemaan tekstiilistä. Kasvot pitää pystyä irrottamaan, jotta sisällä olevaan tekniikkaan pääsee käsiksi. Tämän takia kasvojen ja takaraivon välille jää näkyvä raja. Lähdemme myös jatkotyöstämään kyseisen alueen häivytystä.
Kaulan alue	Kaularakenne on vielä työstämisvaiheessa 3D-tiimillä. Työstämme kaulan alueen ihoa heidän kanssaan yhteistyössä, jotta lopputuotteessa kaulakuoppa sekä jänteet näkyvät selkeästi ja ovat anatomisesti oikeannäköiset.
Muut kehityskohteet	Tärkeintä on, että tekstiili-iho tukee hengitysvaikeuksien demonstrointia ja näyttää mahdollisimman paljon iholta. Muutoksia tehdään tarvittaessa, sitten kun olemme saaneet testattua simulaattorin hengitysliikkeitä eri asennoissa, joko ohjausjärjestelmällä tai pönkkien avulla.

Taulukko 1. Tutkimuskyselyn avulla kartoitetut uudet tavoitteet ja parannusideat

4 SUUNNITTELU

Suunnittelussa käytämme apuna tutkimuskyselyssä saatuja tekstiili-ihon ja lihaksien uusia tavoitteita ja parannusideoita. Uudet tavoitteet ja parannusideat ovat koostettuna taulukkoon 1. Tutkimuskyselyn avulla saatua pari keskeisintä parannusideaa olivat muun muassa kankaan ominaisuuden parantaminen, tekstiili-ihon puettavuuden yksinkertaistaminen sekä kaulakuopan ja rintalastan alaisen kuopan kiinnittäminen simulaattorin 3D-runkoon uudella tavalla. Suunnitellessa käytämme apuna body mapping-metodia sekä kineettistä vaatetusmuotoilua. Suunnittelemme luonnostelemalla, muotoilemalla ja keskustelemalla asiakasorganisaation kanssa tuotteesta. Hyvän suunnittelun jälkeen olemme valmiit aloittamaan prototypointivaiheen.

4.1 Funktionaalisuus

Funktionaalisuus eli toimivuus on keskeinen vaatimus simulaattorin tekstiili-iholle. Funktionaalisuus tarkoittaa yleisesti mahdollisten tarpeiden toteutumista suunnitellussa tuotteessa. Tekstiili-ihossa tämä tarkoittaa oikeanlaista ihon joustavuutta, liikkuvuutta, puettavuutta ja kestävyyttä. Funktionaalisen tuotteen tärkeät elementit ovat ergonomia ja estetiikka. Simulaattorin tekstiili-ihossa ergonomia ja estetiikka tulee ottaa huomioon puettavuudessa ja että materiaali on visuaalisesti ihomainen.

4.2 Body mapping

Body mapping eli vartalon kartoittaminen on metodi, jonka avulla voidaan suunnitella mukavia, funktionaalisesti käytännöllisiä ja tehokkaita vaatteita. Body mappingissa analysoidaan ja yksilöidään eri vyöhykkeet, joista lämpöä ja kosteutta vapautuu. Metodissa keskeistä on, kuinka keho säätelee lämpötilaa ja hikoilua liikkumisen aikana sukupuolen, kehotyypin sekä sääolosuhteiden perusteella. Näiden tietojen pohjalta voidaan valita toiminnalliset kankaat oikeaan kohtaan kehoa vastaamaan kunkin kehon osan erityisominaisuutta, jolloin lopputuloksena on tarkoitukseen ja käyttöolosuhteisiin sopiva vaate. Koska simulaattori ei hikoile, meidän ei ole tarvinnut ottaa kankaiden ominaisuuksissa huomioon vesihöyrynläpäisevyyttä eli hengittävyyttä vaan olemme keskittyneet kartoittamaan simulaattorin vartaloa löytääksemme muun muassa rintalihasten, vatsan ja navan oikean muodon sekä kohdat vartalossa. (Tennisexpress 2019; ODLO, Organic Body Mapping 2018.) (Risikko & Marttila-Vesalainen 2006, 9.)

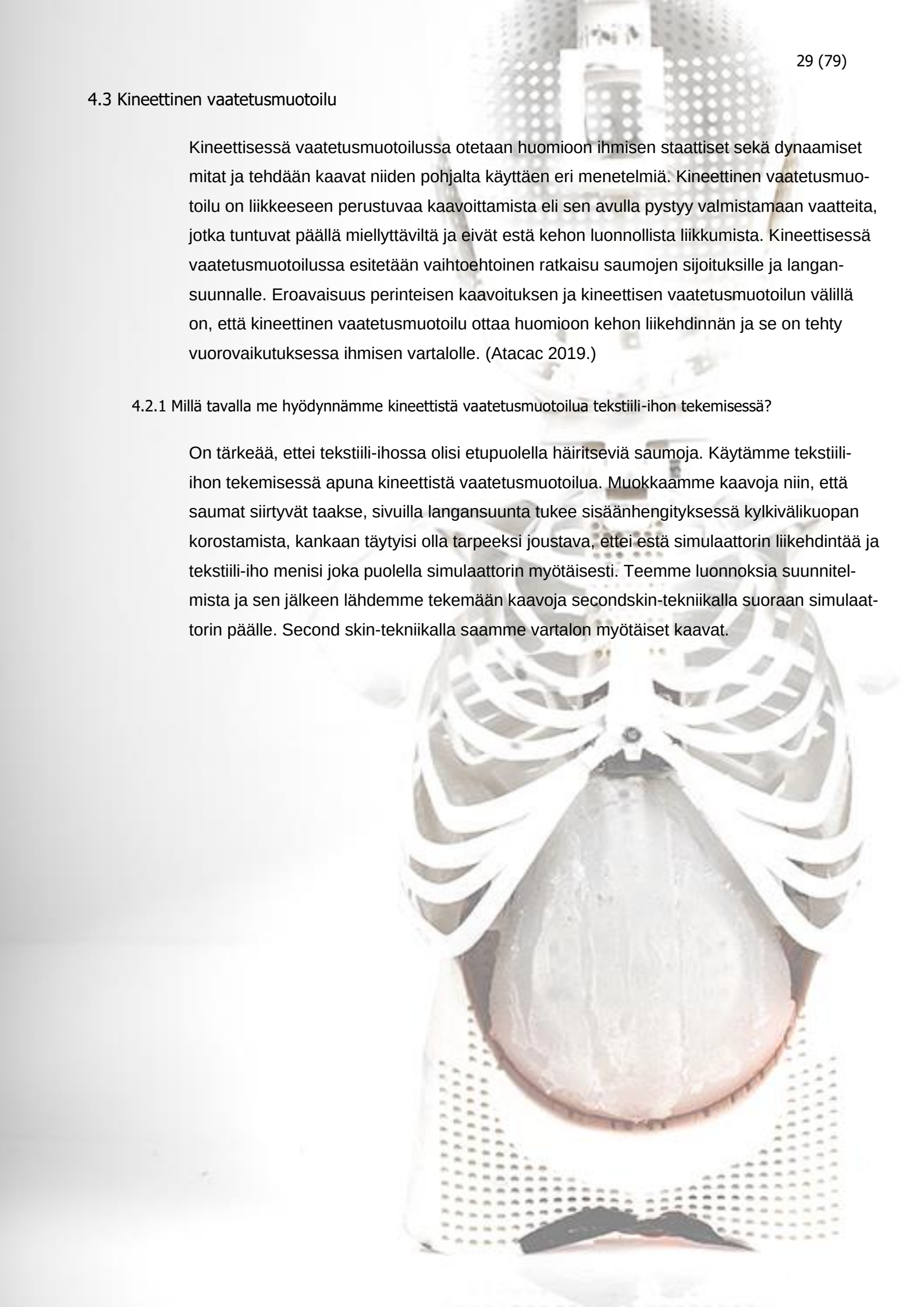
Body mapping-metodin avulla voimme suunnitella toimivan, simulaattorin myötäisen ja lähes saumattoman tuotteen. Otamme huomioon myös simulaattorin liikeratojen vaatimukset. Lisäksi olemme hyödyntäneet metodia muun muassa miettiessämme simulaattorista kohtia, joissa ihon tulisi joustaa tiettyyn suuntaan, jotta se mukailee liikehdintää sekä missä kohti ihon tulee olla tukeva ja tiukka.

4.3 Kineettinen vaatetusmuotoilu

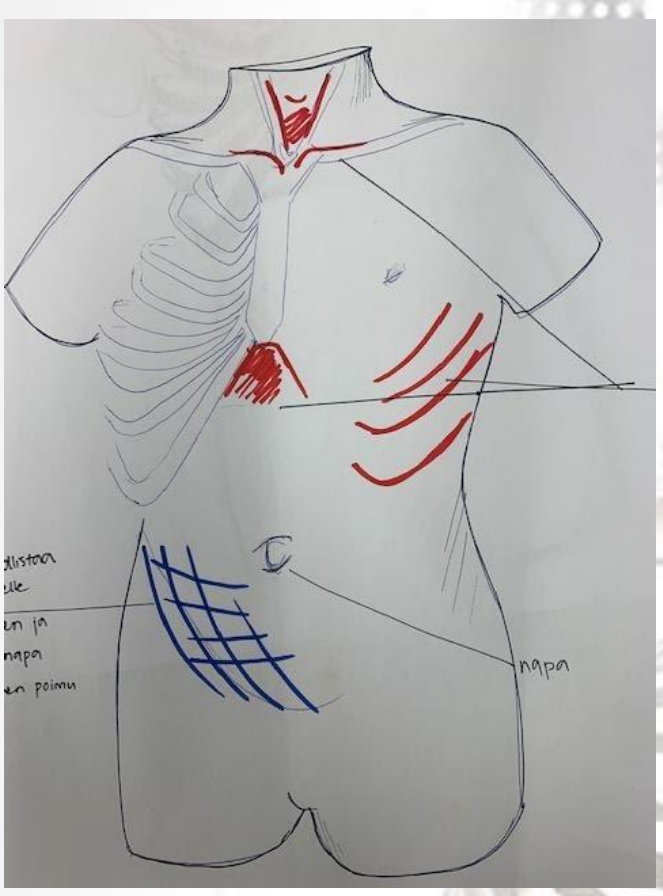
Kineettisessä vaatetusmuotoilussa otetaan huomioon ihmisen staattiset sekä dynaamiset mitat ja tehdään kaavat niiden pohjalta käyttäen eri menetelmiä. Kineettinen vaatetusmuotoilu on liikkeeseen perustuvaa kaavoittamista eli sen avulla pystyy valmistamaan vaatteita, jotka tuntuvat päällä miellyttäviltä ja eivät estä kehon luonnollista liikkumista. Kineettisessä vaatetusmuotoilussa esitetään vaihtoehtoinen ratkaisu saumojen sijoituksille ja langansuunnalle. Eroavaisuus perinteisen kaavoituksen ja kineettisen vaatetusmuotoilun välillä on, että kineettinen vaatetusmuotoilu ottaa huomioon kehon liikehdinnän ja se on tehty vuorovaikutuksessa ihmisen vartalolle. (Atacac 2019.)

4.2.1 Millä tavalla me hyödynnämme kineettistä vaatetusmuotoilua tekstiili-ihon tekemisessä?

On tärkeää, ettei tekstiili-ihossa olisi etupuolella häiritseviä saumoja. Käytämme tekstiili-ihon tekemisessä apuna kineettistä vaatetusmuotoilua. Muokkaamme kaavoja niin, että saumat siirtyvät taakse, sivuilla langansuunta tukee sisäänhengityksessä kylkivälikuopan korostamista, kankaan täytyisi olla tarpeeksi joustava, ettei estä simulaattorin liikehdintää ja tekstiili-iho menisi joka puolella simulaattorin myötäisesti. Teemme luonnoksia suunnitelmista ja sen jälkeen lähdemme tekemään kaavoja secondskin-tekniikalla suoraan simulaattorin päälle. Second skin-tekniikalla saamme vartalon myötäiset kaavat.



4.3 Luonnoksia



Kuva 13. Toiminnallisia ja kineettisiä kohtia simulaattorissa

Kuva 14. Saumojen suunnittelua

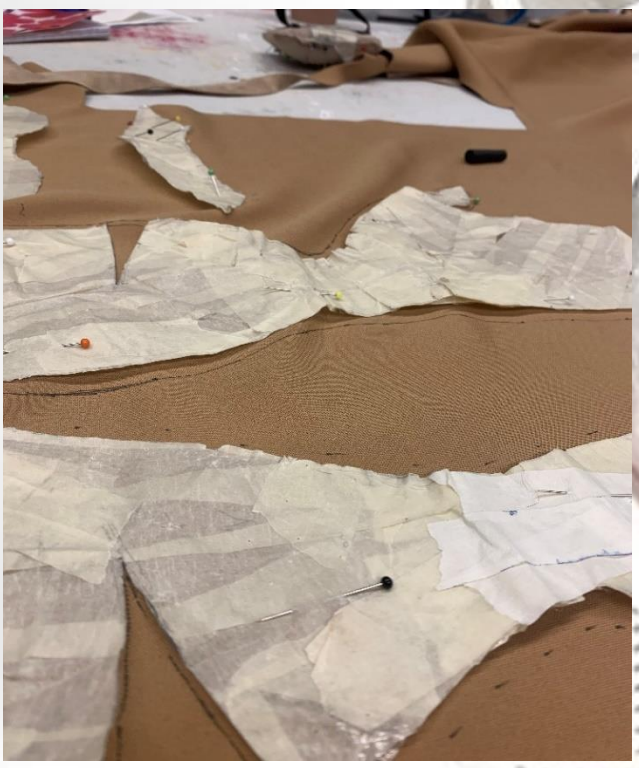
5 VALMISTUSPROSESSI

Valmistusprosessi alkoi etsimällä mahdollisimman tavoitteita vastaava materiaali. Materiaalin löydettyä alkoi prototyyppien työstäminen suunnitteluvaiheessa kerättyjen tietojen perusteella. Teimme prototyyppien kaavat second skin-muotoilumenetelmällä (kuva 15.). Prototyypit teimme eri materiaaleista, ja havainnoimme jokaista prototyyppiä yhdessä asiakasorganisaation kanssa, jotta saimme tehtyä suunnitelmaa paremmaksi ja prototyypin vastaamaan tavoitteita. Prototypointivaiheessa tuli uusia suunnitelmia ja muutoksia lopputuotteeseen. Simulaattoria parannellaan jatkuvasti myös 3D-tulostuksen ja tekniikan osalta, joten ihon työstäminen menee myös sen mukaan.

Ongelmaksi koitui aikataulu. Emme pystyneet työstämään välillä lainkaan projektia eteenpäin, koska simulaattori oli useamman viikon Oulussa, jossa tekniikan eli ohajusjärjeselmän kehitys tapahtuu. 3D-tulostus tiimi tulosti uuden simulaattorin, jonka avulla pääsimme jatkamaan projektia. Kyseisestä simulaattorista puuttui kaulan alueelta jänteet ja kaulakuopan lipare, johon kaulakuopan magneetit kiinnitetään, joten kaulan alueen ihon työstäminen oli myös haastavaa ja lähes mahdoton saada oikeanlaiseksi.

Iholla on iso merkitys hengitysvaikeuksien visualisoinnissa ja emme päässeet kunnolla testaamaan opinnäytetyön aikana, kuinka iho käyttäytyy simulaattorin ”hengittäessä” eli simulointivaiheessa. Projektin etenemiseen vaikutti ongelmat, joita tuli ohjausjärjestelmän valmistuksessa. 3D-tulostuksen tiimi valmisti pönkät, joiden avulla pystyimme hieman testaamaan simulaattorin hengitysliikkeitä normaaliasennosta ääriasentoon ja kuinka iho käyttäytyy eri asennoissa.

Olemme työstäneet tekstiili-ihoa mahdollisimman pitkälle, ja sovimme asiakasorganisaation kanssa, että jatkamme ihon työstämistä muutaman kerran kuukaudessa myös opinnäytetyön jälkeen.



Kuva 15. Second skin-menetelmällä kaavojen tekoa

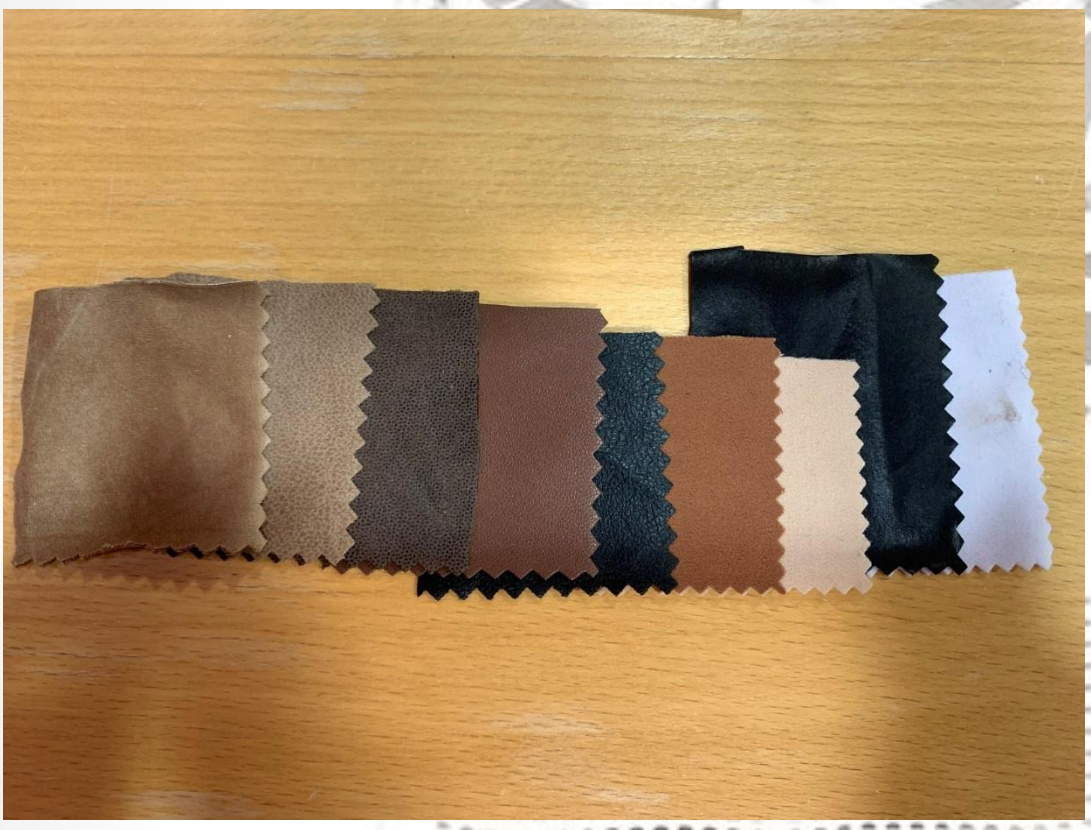
5.1 Materiaali

Tavoitteissamme oli löytää ainakin viisi eri materiaalivaihtoehtoa. Kankaiden etsimisessä käytimme apuna internettiä, kankaskauppoja ja lähdimme käymään Polarstoff-kangasmessuilla. Löysimme neljä potentiaalista materiaalia, joista teimme tekstiili-iho prototyypit. Tutkimme prototyyppejä asiakasorganisaation kanssa, ja löysimme niistä heti materiaalit, joissa oli tarvittavia ominaisuuksia. Materiaalin vaatimuksiin kuului oikeanlainen joustavuus, paksuus ja kestävyys. Kankaiden vaatimuksissa ei tarvinnut ottaa huomioon kankaan hengittävyyttä eli kankaan ei tarvitse sisältää hikoilun kannalta teknisiä ominaisuuksia.

5.1.1 Materiaalin hankinta

Lähdimme etsimään kangasta Polarstoff-kangasmessuilta, jotka järjestetiin Fashioncenterissä Vantaalla. Messuilla pääsimme tutustumaan erilaisiin kangasyrityksiin, ja etsimään sopivaa kangasta simulaattorin ihoksi. Opiskelijoille oli eri aikaan sisäänpääsy eikä porukkaa ollut paljoa, joten saimme rauhassa tutustua erilaisiin kangasvaihtoehtoihin. Pienen kangastarpeen vuoksi, kaikki kangasagentit eivät olleet motivoituneita etsimään meille sopivaa kangasta. Yleensä kangasvalmistajat toimittavat asiakkaille kangasta monta sataa metriä, joten muutaman metrin lähettäminen ei heidän mielestään ollut kannattavaa. Etsimme ensin vaihtoehtoja urheilumateriaaleista mm. Orneule Oy -valikoimasta, mutta lopulta parhaat vaihtoehdot löytyivät DeBall:in kankaista. DeBall:in kangasagentti on Falck Textile Oy, jossa Tuuli Sundman palveli meitä. Kokonaisuudessaan löysimme seitsemän potentiaalista kangasvaihtoehtoa, josta otimme materiaalinäytteet ja kirjasimme tiedot ylös. Seuraavassa palaverissa kävimme kankaat läpi asiakasorganisaation jäsenten kanssa ja näistä seitsemästä valikoitui loppujen lopuksi kolme potentiaalista kangasta. Sense4Healthin toimitusjohtaja Miika otti yhteyttä Falck Textile Oy:n kangasagentti Tuuli Sundmaniin, ja saimme kyseiset kankaat tilaukseen.

Kuva 16. Kuvassa Vantaalla sijaitseva Fashioncenter, jossa vierailimme Polarstoff-messuilla



Kuva 17. Potentiaaliset materiaalinäytteet Polarstoff-messuilta

5.2 Prototypointi

5.2.1 Proto 1

Kyseisessä protossa testasimme Eurokankaasta löytyneitä aitoja mokkanahan paloja. Valitsimme nahan testaukseen simulaattorin kasvojen kanssa samankaltaisen tekstuurin takia. Teimme prototyypin ja kirjasimme ylös hyvät ja huonot ominaisuudet. Hyviä ominaisuuksia mokkanahassa oli kasvojen kanssa yhteensointuva tekstuuri ja se oli paksumpaa kuin aiemmassa prototyypissä käytetty Lorella-kangas. Mokkanahan hyviä puolia myös sen kestävyys ja pehmeän ihomainen tuntu. Kuitenkin joustavuus oli liian vähäistä, jolloin simulaattorin kylkivälit eikä kaulakuoppa tule esiin oikealla tavalla. Kankaan tulisi sisäänhengitystä demonstroidessa imeytyä kylkiväleihin, kaulakuoppaan ja rintalastan alaiseen kuoppaan, jolloin hengitys näyttää aidolta. Kangas ei siis ole riittävän joustavaa, että tämä ilmiö olisi mahdollinen. Kankaassa täytyy olla hyvä joustavuus, että se ei ole esteen simulaattorin hengitysliikkeille. Jäimme pohtimaan kuitenkin voimmeko hyödyntää mokkanahkaa esimerkiksi lihaksissa.

Kuva 18. Mokkanahasta tehty tekstiili-ihon prototyyppi

5.2.2 Proto 2

Tämän prototyypin kangas on DeBallin kangas, koostumukseltaan 95% polyesteria ja 5% polyuretaania. Kankaassa joustavuus on hyvä ja kangas menee hyvin kylkivälikuoppiin, joka oli yksi tärkeistä ominaisuuksista. Kankaan alle kuitenkin täytyisi tehdä ihonalaiskudos toisesta kankaasta, koska simulaattorin luut näkyvät liikaa läpi.

Kuva 19. Teksiili-ihon proto 2. 3-tulostetun simulaattorin rungon yllä

5.2.3 Proto 3

Tämän prototyypin kangas on myös DeBallin kangas, ja koostumukseltaan 90% polyesteria ja 10% elastaania. Kankaassa on hyvin paljon ihon tekstuuri ja tuntu. Kangas on hyvin ohutta, mutta jos tekisi ihonalaiskudoksen jostain muusta kankaasta alle, luut ja muut 3D-tulostuksesta johtuva rosoisuus ei näkyisi niin pahasti läpi. Kankaassa ei kuitenkaan ole tarvittavaa joustavuutta, jotta se sopisi tekstiili-ihoksi simulaattoriin.

Kuva 20. Teksiili-ihon proto 3. 3D-tulostetun simulaattorin rungon yllä

5.2.4 Proto 4

Tässä prototyypissä testasimme DeBallin kangasta. Kangas on koostumukseltaan 90% polyesteria ja 10% polyuretaania. Kankaassa on hyvin samankaltainen väritys kuin silikonisessa naamassa, joustavuus on juuri sopiva ja kangas on paksuin tähän mennessä löydetyistä kangasvaihtoehdoista. Simulaattorissa on 3D-tulostuksesta johtuvaa rosoisuutta, johon kangas jää kiinni ja hieman rikkoutuu. Asiakasorganisaation jäsenet Miika ja Petri totesivat tämän materiaalin parhaaksi vaihtoehdoksi, koska kankaan ominaisuudet vastasivat parhaiten tavoitteita. Lähdimme työstämään tällä kankaalla lopullista ihoa. Jatkotyöstämisessä kokeilimme alle ohuesta kankaasta toista kerrosta.

Kuva 21. Tekstiili-ihon proto 4. 3-tulostetun simulaattorin rungon yllä

5.2.5 Proto 5

Lähdimme työstämään proto 4. kankaasta uutta protoa. Kuvassa 21 on kyseinen kangas. Prototyyppiin lisäämme ohuen ja joustavan aluskankaan etuosaan tekstiili-ihon alle, johon saamme ommeltua kankaiset lihakset ja vatsan. Lähdemme kokeilemaan aluskankaaksi Lorella-kangasta, jota käytimme aiemmin prototyypissä tekstiili-ihon materiaalina. Lorella on koostumukseltaan 15 % EA (elastaania) 85 % PA (polyamidia). Se on hyvin joustavaa ja myötäilee hyvin simulaattorin muotoja, kuitenkin yksinään liian ohutta simulaattorin ihoksi. Vatsa täytetään vanulla, jotta saamme simulaattorin vatsan olemaan pyöreähkö niin kuin kolmevuotiaalla lapsella yleensä on. Myös puettavuus helpottuisi, kun lihakset ja vatsa olisivat kiinni ihossa eikä niitä tarvitsisi erikseen kiinnittää simulaattoriin.

Kuva 22. Edelliset prototyypit rintalihaksista ja vatsasta

Kuva 23. Uudistettu versio rintalihaksista ja vatsasta

Kuva 24. Aluskangas, joka on ommeltu kiinni tekstiili-ihoon

Kuva 25. Proto 5:sessa lisätty vatsaan pyöreyttä

Kuva 26. Proto 5. lisätty aluskangas, johon ommeltu rintalihakset ja topattu vatsa

5.2.6 Proto 6

Proto 5:ssa totesimme, että Lorella-kangas aluskankaana on liian paksua, koska alueet joiden halutaan korostuvan eivät näkyneet enää tarpeeksi. Simulaattori oli useamman viikon Oulussa, jossa kehiteltiin simulaattorin tekniikkaa, joten ihon työstäminen hieman siirtyi.

Kun saimme simulaattorin takaisin, jatkoimme tekemällä proto 6, jossa päälliskangas sama kuin edellisessä ja aluspuku valmistettiin ohuesta ihonet-kankaasta eli ohuesta elastisesta verkosta. Ompelimme lihakset ja vatsan kiinni verkkoon. Vatsaa myös suurennettiin, että vatsan pyöreys menisi laajemmalle alueelle. Näin saimme luonnollisemman vaikutelman. Rintalihakset teimme edelliseen verrattuna paksummiksi, ompelemalla päällikangasta kolmin kerroin.

Kuva 27. Proto 6, jossa aluskangas tehty mustasta elastisesta verkosta

5.2.7 Proto 7

Palaveerasimme asiakasorganisaation kanssa, ja kävimme läpi proto 6:sen ihon sekä lihasten toimivuuden. Seuraavia asioita kirjoitimme ylös: elastinen verkkomateriaali toimii aluskankaana, koitamme proto 7:ssä tekstiili-ihon väristä verkkomateriaalia (tämä näkyy kuvassa 28), lähetään työstämään kaulan alueen yksityiskohtia, rintalastan alle ja kaulakuoppaan laitetaan magneetit, jotka ommellaan aluskankaan ja ihon väliin, rintalihaksia suurennetaan sekä siirretään ylemmäksi ja laajemmalle alueelle, vatsaa vieläkin leveämmälle eli kylkien päälle pehmennystä.

Proto 7:ssa lisäsimme pienet magneetit kaulakuopan kohtaan, tämä näkyy kuvassa 32. Vastakappale tulee kiinni kaulan 3D-tulostettuun lipareeseen, joka liikkuu simuloinnissa. Simulaattorin simuloidessa sisäänhengitystä lipare menee alas ja magneettien avulla kaulakuoppa menee alas mukana, siten kaulakuoppa näkyy paremmin. Sama tekniikka tulee myös rintalastan alaiseen kuoppaan, mutta laitoimme tilaukseen isompia magneetteja.

Kuva 28. Proto 7 aluskankaan elastinen verkko vaihettu tekstiili-ihon kanssa samansävyiseksi ja rintalihaksia ja vatsaa laajennettu

Kuva 29. Proto 7 nurjalta puolelta

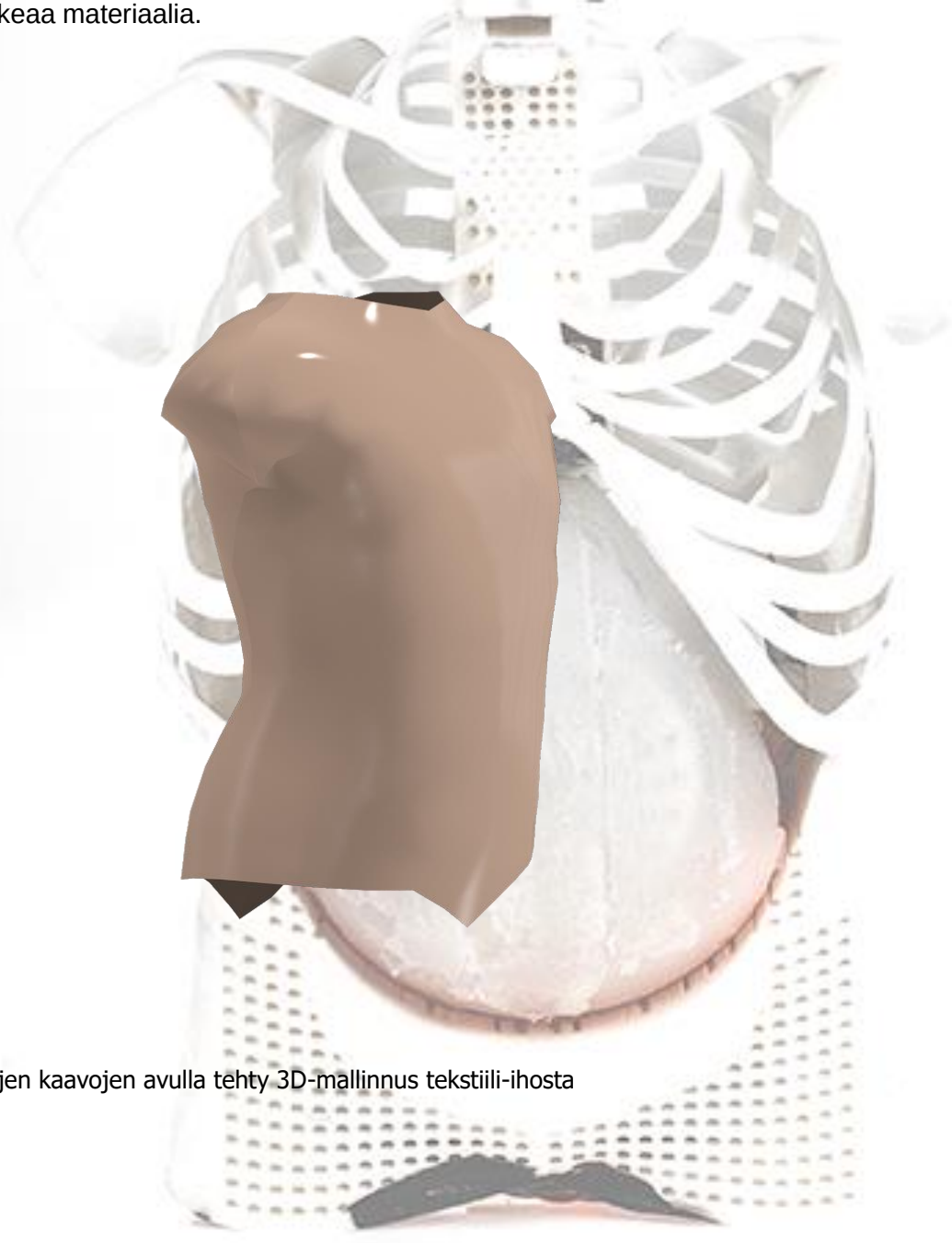
Kuva 30. Proto 7 yksityiskohtia nurjalta puolelta

Kuva 31. Proto 7 yksityiskohtia materiaaleista

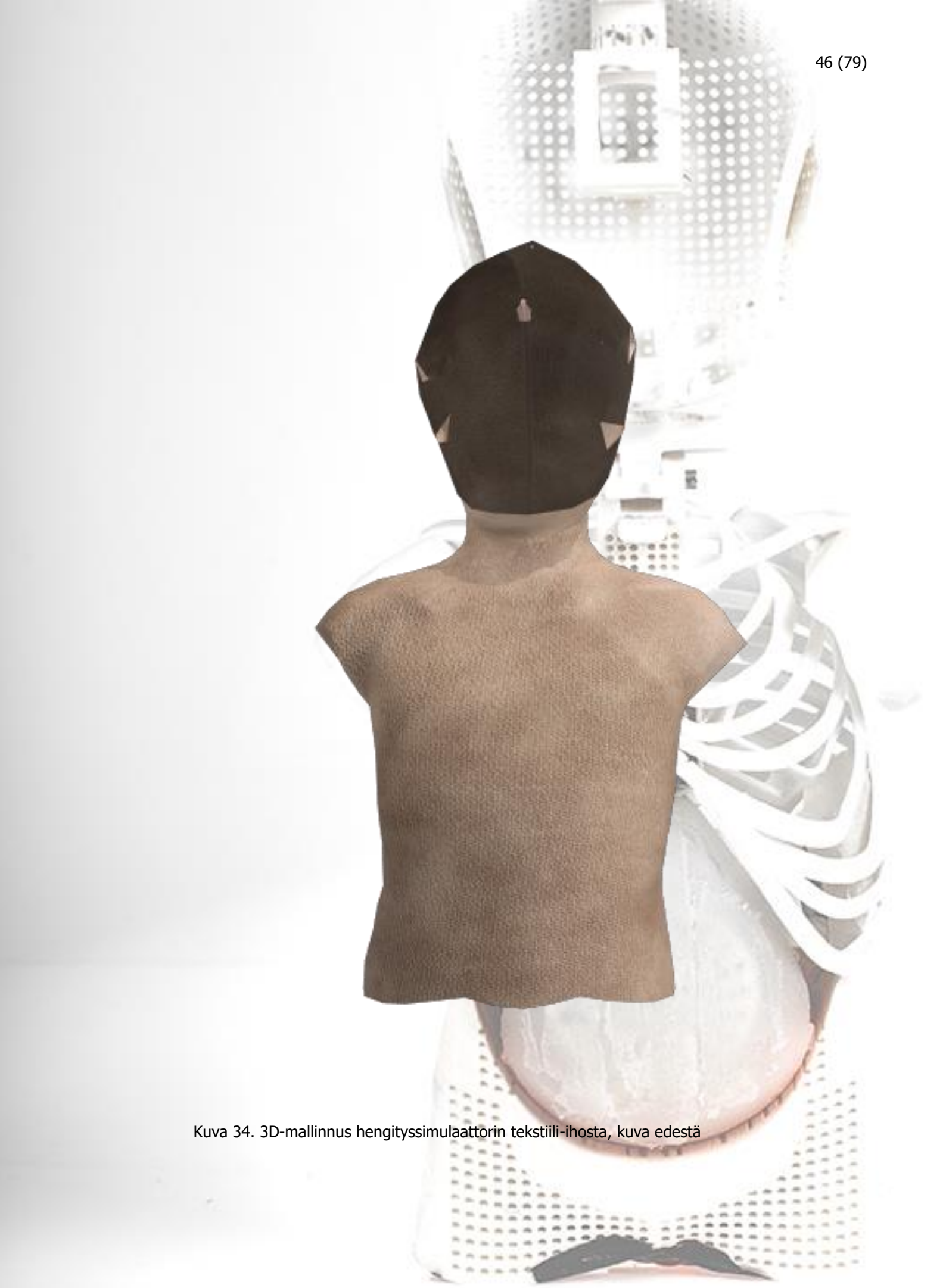
Kuva 32. Proto 7 kaulakuopan magneettikiinnitys

6 KAAVOJEN DIGITOINTI JA 3D-MALLINNUS

3D-mallinnus aloitettiin tuomalla Makehuman-ohjelmasta CLO3D-ohjelmaan oikeankokoinen avatar, jonka mallista myös 3D-tulostettu simulaattori on tehty. Secondskin-tekniikalla tehdyt ihon kaavat skannattiin ja tuotiin illustratoriin. Tallensimme oikeaan muotoon ja veimme kaavat CLO3D-ohjelmaan, joiden avulla teimme tekstiili-ihon 3D-mallinnuksen avattaren päälle. CLO3D-ohjelmasta saisi nyt tulostettua helposti kaavat, ja jos asiakasorganisaatio haluaisi ulkoistaa tekstiilisen ihon ja lihasten tekemisen, näin kaavat saisi helposti uudelle asiakkaalle. Olemme kuitenkin sopineet, että me vastaamme jatkossakin simulaattorin visuaalisesta ilmeestä eli jatkamme tekstiilitiiminä. Saimme lisättyä 3D-mallinnukseen myös hyvin aidon näköisen materiaalin. Kuvassa 33. ensimmäinen 3D-mallinnus kokeilu tekstiili-ihosta, käyttäen apuna aiempia kaavoja. Kuvissa 34-38 uusimman prototyypin kaavoilla tehty 3D-mallinnus, joissa myös materiaali saatu hyvin lähelle näyttämään oikeaa materiaalia.

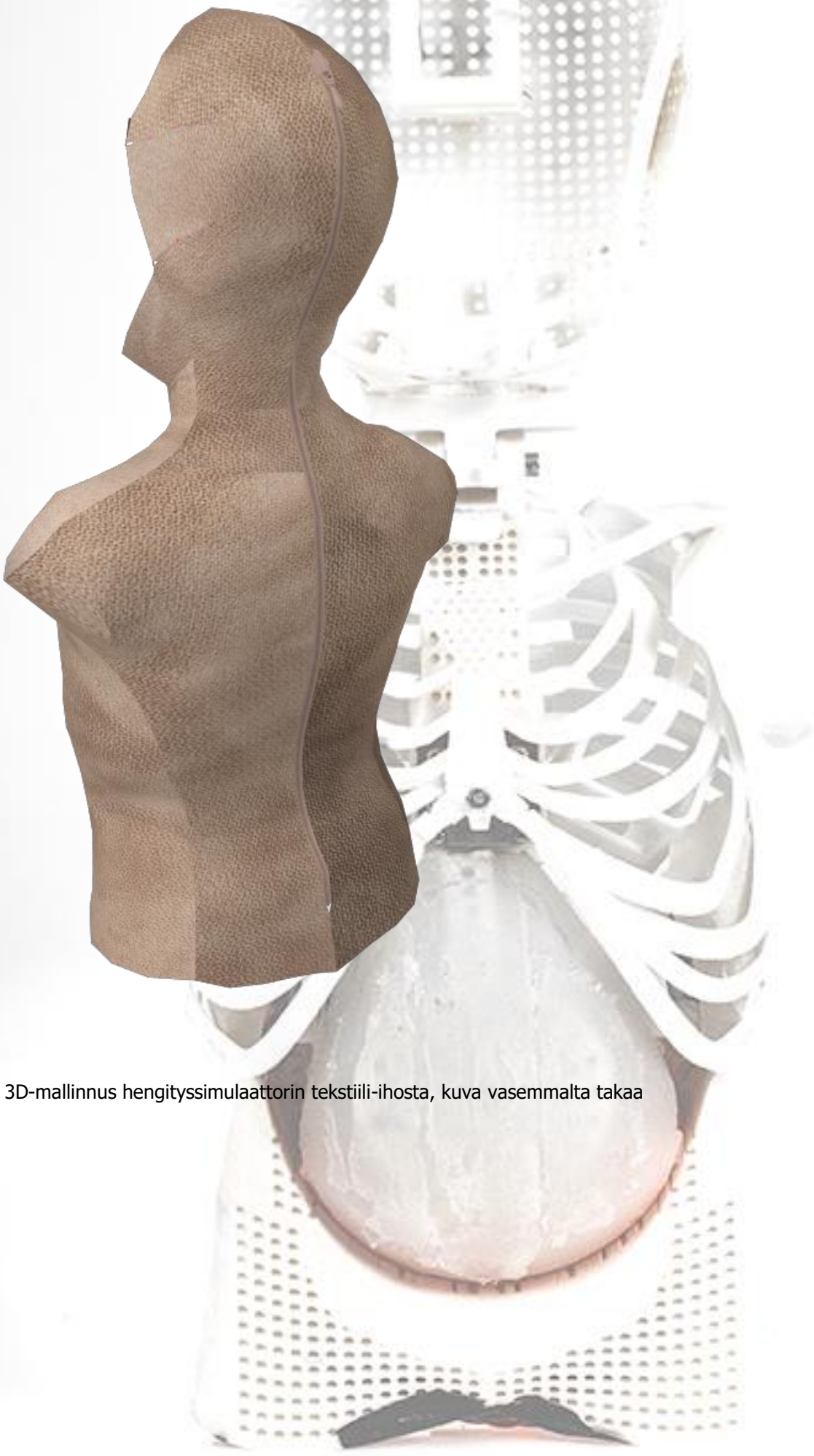


Kuva 33. Vanhojen kaavojen avulla tehty 3D-mallinnus tekstiili-ihosta

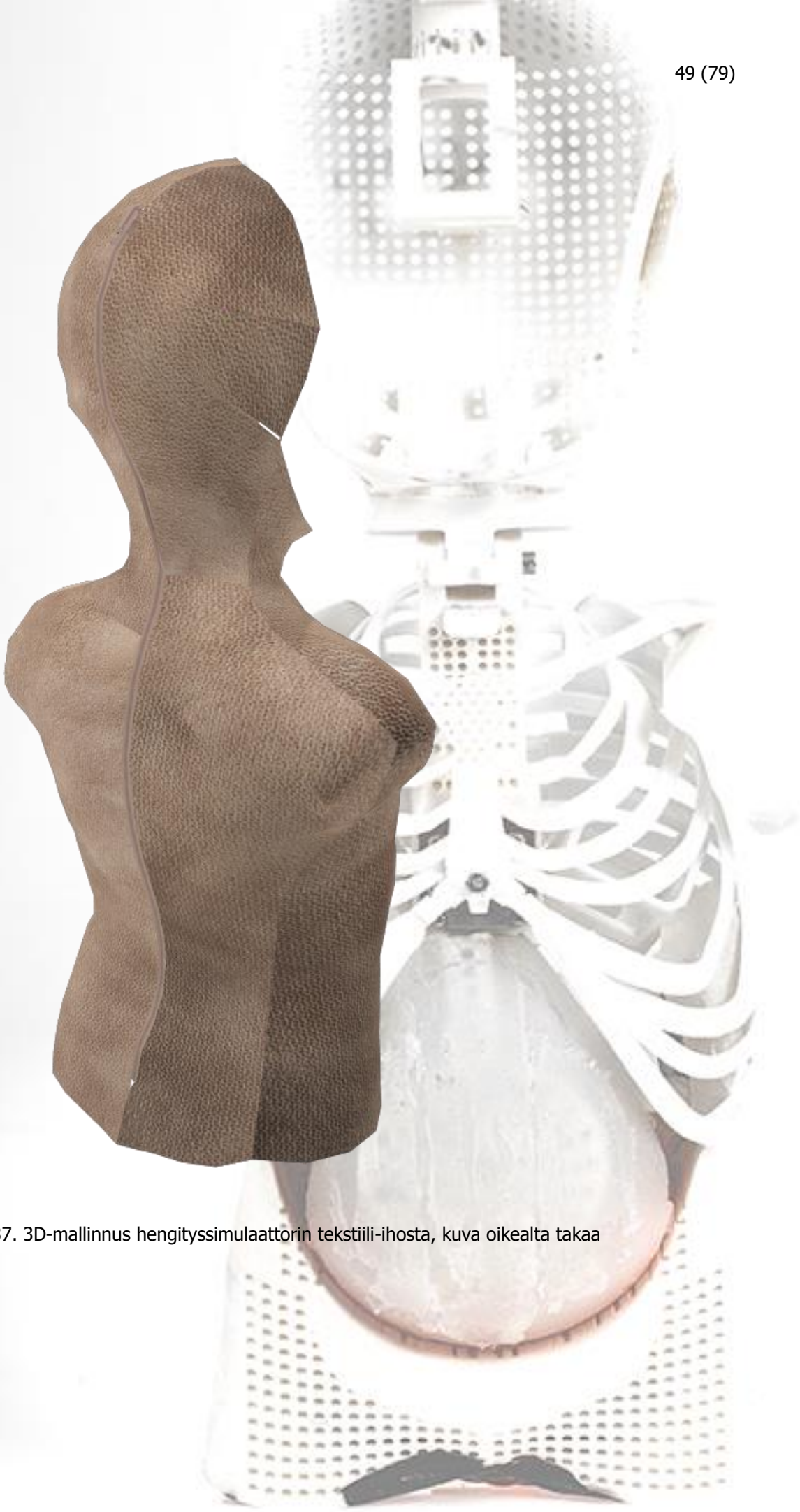


Kuva 34. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva edestä

Kuva 35. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva sivusta



Kuva 36. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva vasemmalta takaa



Kuva 37. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva oikealta takaa

Kuva 38. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva vasemmalta edestä

7 TUOTETUT AINEISTOT

7.1 Materiaalikortti

TERHI SALLINEN
terhi.sallinen@edu.savonia.fi

ANNEMARI OKSANEN
annemari.oksanen@edu.savonia.fi

MATERIAALIKORTTI

Valmistaja: de BALL

Artikkeli: PELETTA bi-stretch 12296

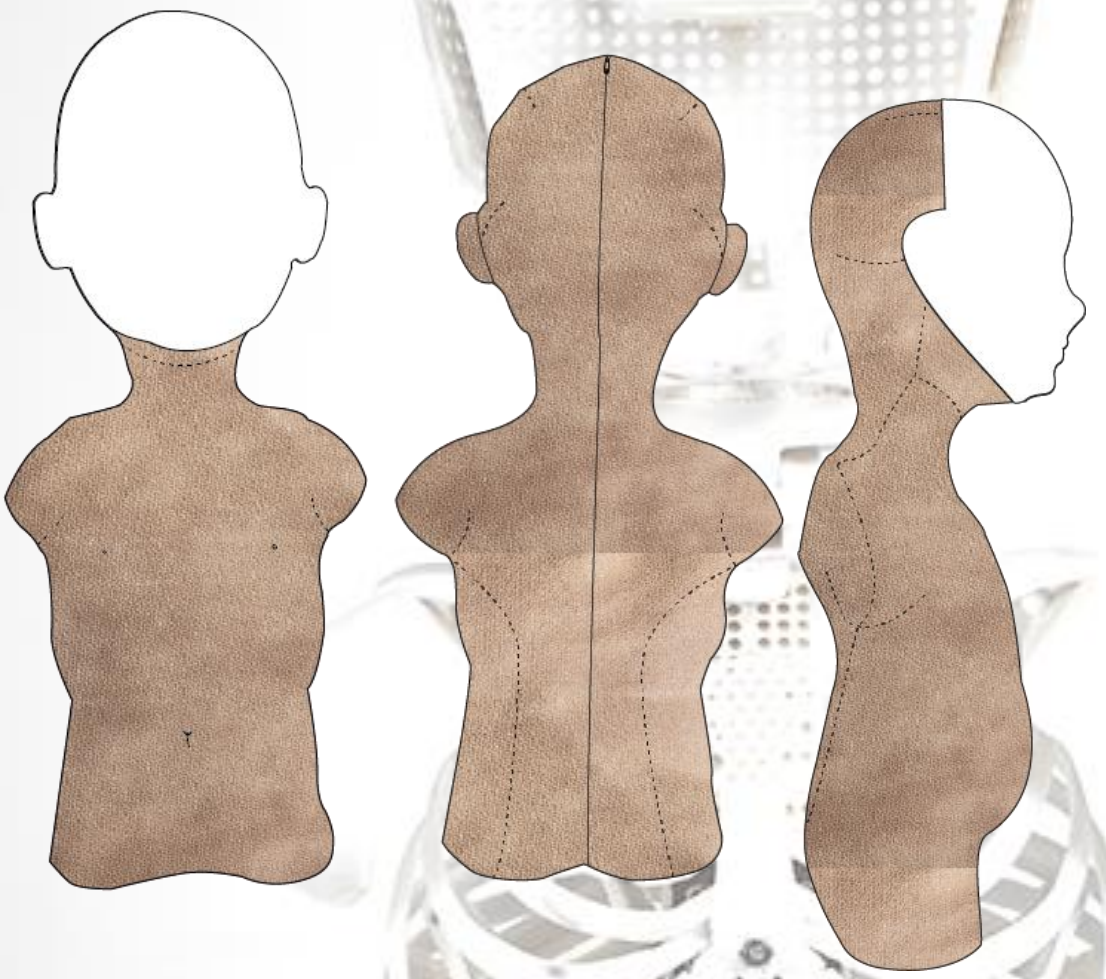
Koostumus: 90% PES 10% PU

Leveys: 132

Paino: 462 g/lm

Väri: 16585

7.2 Tasokuvat



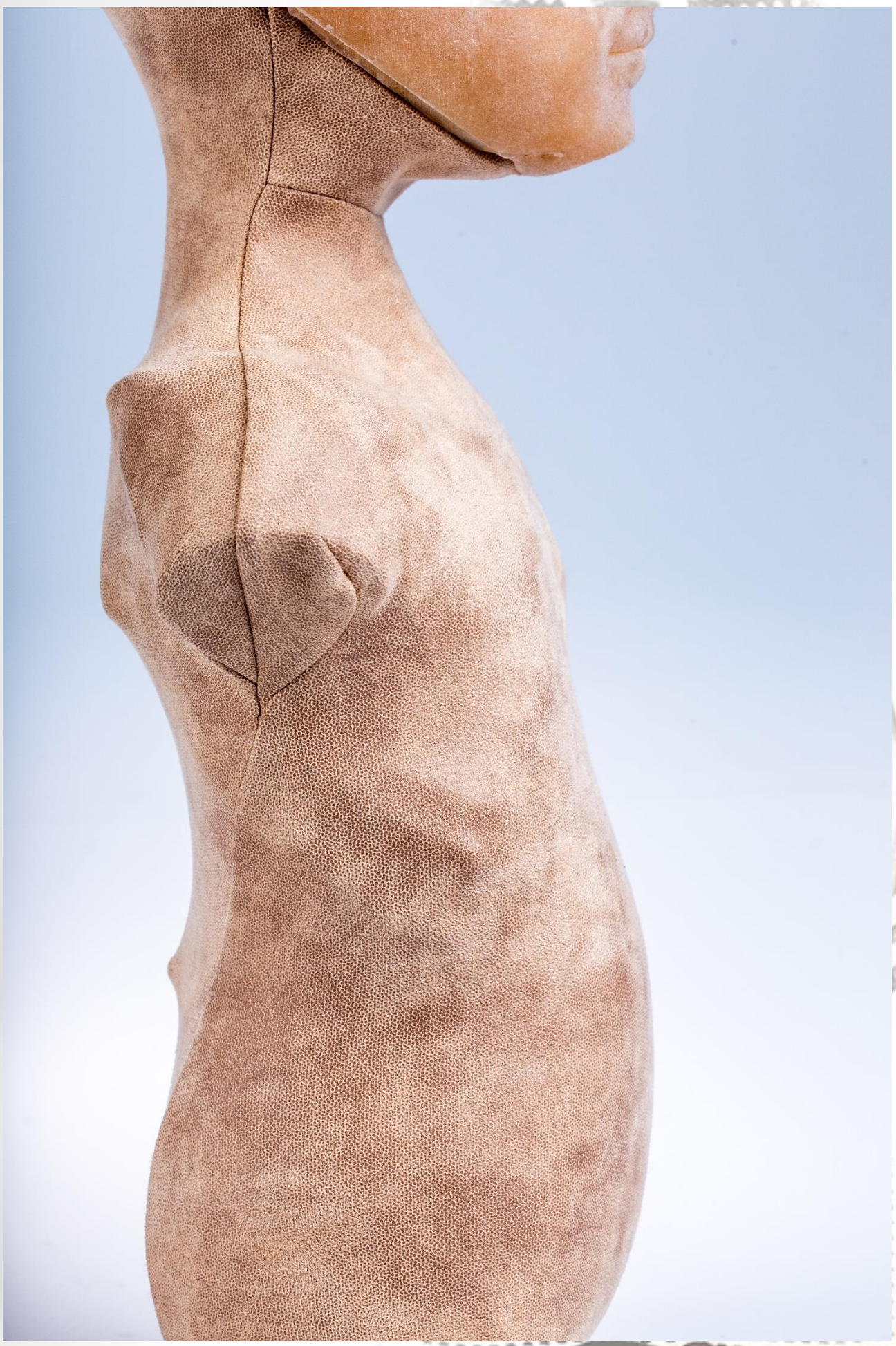
Kuva 39. Tasokuvat hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta

7.3 Studiokuvat

Kuva 40. Hengityssimulaattorista studiokuva edestä

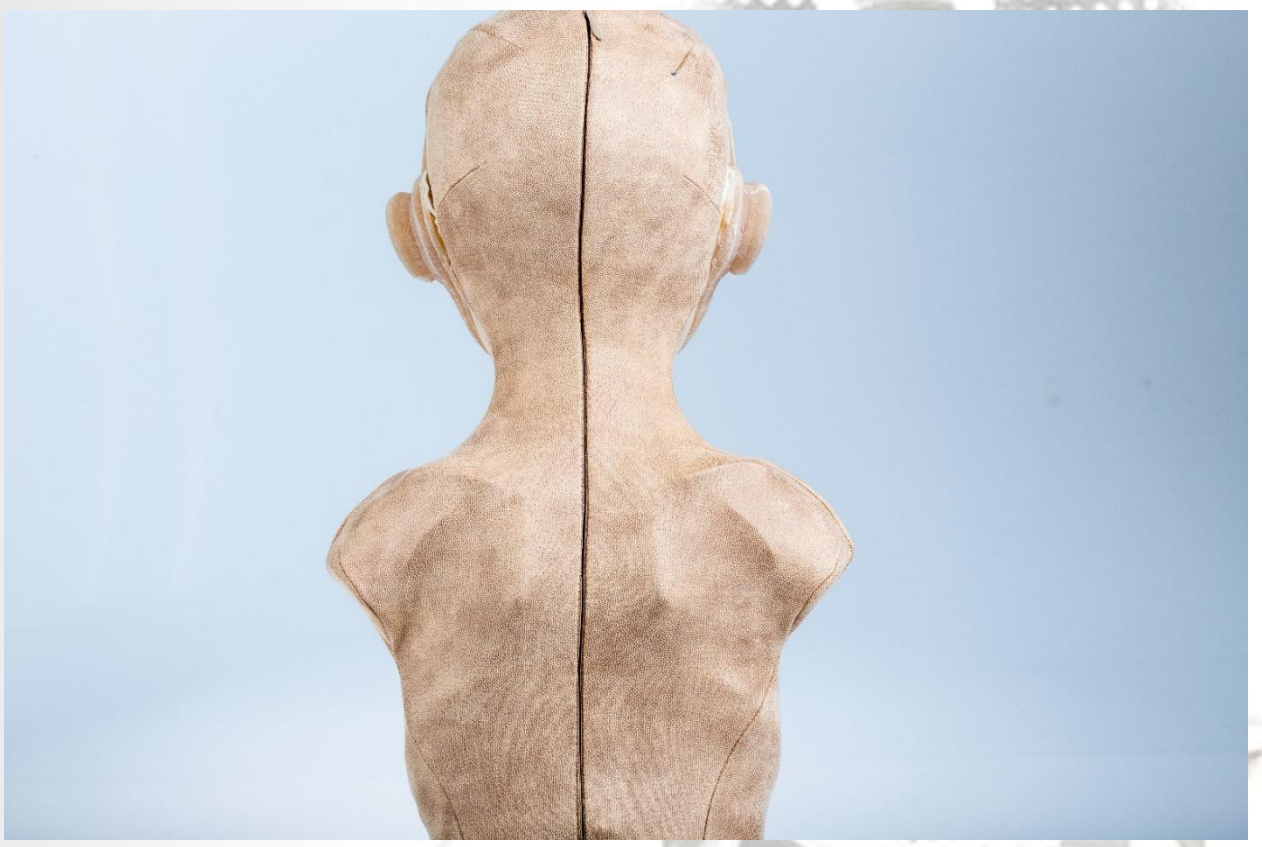
Kuva 41. Hengityssimulaattorista studiokuva takaa

Kuva 42. Hengityssimulaattorista studiokuva



Kuva 43. Hengityssimulaattorista studiokuva sivusta

Kuva 44. Hengityssimulaattorista studiossa otettu lähikuva



Kuva 45. Hengityssimulaattorista studiokuva takaa

Kuva 46. Simulaattorin tekstiili-ihon kehitystä

7.4 Martindale

Teimme kaikkiin protoissa käyttämiimme kankaisiin suuntaa antavan materiaalin hankauksen keston testauksen koululla olevalla Martindale-laitteella. Testit eivät vastaa laboratoriossa tehtyjä standardinmukaisia testauksia ja sen vuoksi tulokset ovat suuntaa-antavia.

Leikkasimme sopivan kokoiset pyöreät palaset materiaaleista ja laitoimme ne koneeseen. Laite hankaa kangasta standardikangasta vasten pyörivin liikkein. Laitoimme aluksi 500 kierrosta ja havainnoimme, onko kankaaseen tullut näkyviä muutoksia. Sen jälkeen laitoimme vielä 1000 kierrosta ja havainnoimme uusiksi materiaalien hankauksen keston.

Tulokset:

Kuva 47. Proto 1. kangas aito mokkanahka

Ensimmäisen prototyypin kankaassa 500 kierroksen jälkeen pinta selvästi vaalentuneen ja kuluneen näköinen. Nahan pinta myös nukkaantunut ja pehmentynyt.

Kuva 48. Proto 2. samettimainen kangas

Kuva 49. Proto 3. kangas

Toisen prototyypin kankaassa 500 kierroksen jälkeen kankaan pinta hiukan vaalentunut ja pintaan noussut nukkaa. Mutta kulumaa ei näy yhtä paljon, kuin ensimmäisen proton testikankaassa. Kuvassa 48 näkyy toisen prototyypin kankaan muutokset 500 kierroksen jälkeen.

Kolmannen prototyypin kankaassa 500 kierroksen jälkeen ei havaittavissa muutoksia muutoin kuin väri hiukan vaalentunut. Kuvassa 49 näkyy kolmannen prototyypin kankaan muutokset.

Kuva 50. Lopullinen kangas

Lopullisessa kankaassa 500 kierroksen jälkeen väri ihan hiukan vaalentunut ja pinta hiukan pehmentynyt.

Kuva 51. Kaikki kankaat 1000 kierroksen jälkeen

Kuvassa näkee, että 1000 kierroksen jälkeen selkeitä muutoksia ja lisää kulumaa on tullut kuvassa vasemmassa reunassa olevaan aitoon mokkanahkaan sekä samettimaiseen kankaaseen. Nahassa on selkeästi näkyvissä nukkaantumista sekä värin muuttuminen vaaleaksi hankauksesta. Toinen vasemmalta, samettimainen kangas on saanut pintaansa lisää nukkaa, mutta muuten kangas on pysynyt aika lailla samanlaisena. Kolmas protokangas on 1000 kierroksen jälkeen saanut lisää kulumisen merkkejä ja näiden kierroksien jälkeen pintaan on nyt ilmestynyt hieman nukkaa, mutta muutoksia ei ole niin paljoa kuin edellisissä.

Kankaista parhaiten ja vähiten kulumaa otti kuvassa oikeanpuolimmaisena oleva lopputuotteeseenkin tuleva kangas. 1000 kierroksen jälkeen kulumaa ei juurikaan ole havaittavissa muuten kuin ympyrän reunoilla ja kangas näyttää jostain syystä enemmän kulumattomalta ympyrän keskellä. Voimme siis tämän suuntaa antavan testin perusteella päätellä, että valitsemamme lopullinen kangas vaikuttaa muihin vaihtoehtoihin verrattuna kestävän hankausta parhaiten. Kangas on myös muihin verrattuna paksumpi, joten kangas ei myös senkään vuoksi kulu niin helposti puhki kuin muut. (Materiaalintestausohjeet 2019.)

8 LOPPUPÄÄTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli valmistaa tekstiili-iho ja lihakset Sense4Health Oy:n kehittämälle 3D-tulostetulle hengityssimulaattorille. Opinnäytetyömme suunnitteluprosessi jakautui kolmeen vaiheeseen: taustoitus-, suunnittelu- ja valmistusprosessi. Taustoitusvaiheessa teimme aihesuunnitelman ja aikataulutimme projektin. Pohdimme, mitä ongelmia halusimme ratkaista ja keskustelimme tutkimusryhmämme kesken. Teimme asiakasorganisaation toimitusjohtajalle Miika Arvoselle viimeisimmästä tekstiili-ihon prototyypistä tutkimuskyselyn, jossa arvioitiin erityisesti tekstiili-ihoa, ihonalaiskudosten ja lihasten visuaalista toimivuutta eri hengitysliikkeiden osalta.

Tutkimuskyselyn avulla selvisi millaisia ominaisuuksia uudessa materiaalissa täytyi olla, tekstiili-ihon ja lihasten puettavuutta simulaattorin päälle oli tarpeen helpottaa ja nopeuttaa, kaulankuopan ja rintalastan alaisen kuopan kiinnitykselle piti keksiä uusi ratkaisu, vatsan alueelle tarvitsi pehmennystä ettei pallekilven reuna näkyisi, prototyypin lihaksiston oikeanlaista toiminnallisuutta tuli suunnitella vastaamaan paremmin kudosten anatomisia ominaisuuksia, lopputuotteessa kaulakuoppa sekä jänteet oli tarpeen näkyä selkeästi sekä olisi anatomisesti oikeannäköiset ja kasvojen sekä takaraivon välillä oleva näkyvä raja piti jatkotyöstämisessä häivyttää.
Tutkimme myös lapsen anatomiaa ja hengitysvaikeuksia eri lähteistä, kuten opinnäytetöistä koskien lapsen hengitysvaikeuksia, katsomalla havainnollistavia videoita sekä kuvia aiheesta, mutta parhaan opin saimme suoraan Miika Arvosen lähettämistä videoista ja kirjallisista materiaaleista. Pohdimme myös, ettei meidän ole tarpeellista tutkia hengitysvaikeuksia niin tarkan teoreettisesti, vain ennemminkin sillä tavalla miten ne visuaalisesti ilmenevät lapsella.

Suunnitteluvaiheessa luonnostelimme lopputuotetta käsin sekä muotoilimme suoraan simulaattorin päälle. Suunnitteluvaiheessa tutkimme body mapping-metodia ja kineettistä vaatetusmuotoilua, ja kuinka niitä pystyi hyödyntää tuotteemme suunnittelussa. Suunnittelimme kaavat niin, että saimme tuotteesta lähes saumattoman, sivuilla langansuunta tuki sisäänhengityksessä kylkivälikuopan korostamista ja tekstiili-iho istui simulaattorin myötäisesti. Otimme huomioon kankaan joustavuuden ettei se estänyt simulaattorin liikehdintää. Teimme luonnoksia suunnitelmista ja sen jälkeen lähdimme tekemään kaavoja secondskin-tekniikalla suoraan simulaattorin päälle.

Palaveerasimme lähes parin viikon välein Sense4Healthin jäsenten kanssa. Kasvotusten oli nopeampaa ja helpompaa kommunikoida, sekä ideat ja toiveet tuli kokouksissa paremmin esille molempiin suuntiin. Kokousien avulla saimme vielä konkreettisemmin selville millaisia muutoksia tekstiili-ihossa ja lihaksissa tulisi tehdä. Opimme projektissa kommunikointi- ja ryhmätyöskentelytaitoja. Asiakasorganisaation kanssa yhteistyö sujui mukavasti ja rennolla meiningillä. Opimme tämän projektin aikana, että jatkossa kun tekee yhteistyötä

eri alan ammattilaisten kanssa, heille kannattaa selventää tarkemmin, miten kauan minkäkin työstämisessä menee ja puhua vielä yhteisestä aikataulusta tarkemmin. Asetimme itse opinnäytetyön tekemiselle aluksi liian tiukan tavoitteen.

Aloitimme valmistusprosessin uusia tavoitteita, parannusideoita ja kerättyjä tietoja hyödyntäen. Projektissa tärkein oli löytää oikeanlainen materiaali, ja sitä lähdimme etsimään kangaskauppojen lisäksi Vantaalla järjestettäviltä Polarstoff- kangasmessuilta. Messuilla käynti oli mielenkiintoinen ja opettavainen kokemus, koska olimme siellä itsenäisesti Sense4Healthin muotoilijoina. Onneksemme löysimme messuilta useita potentiaalisia kankaita, mutta ongelmaksi koitui vähäinen kangastarpeemme. Miika kuitenkaan ei luovuttanut, kun näki kankaiden materiaalinäytteet ja otti menestyksekkäästi puhelimitse yhteyttä kangasagenttiin. Saimme materiaalit tilaukseen ja projekti pääsi kunnolla alkuun.

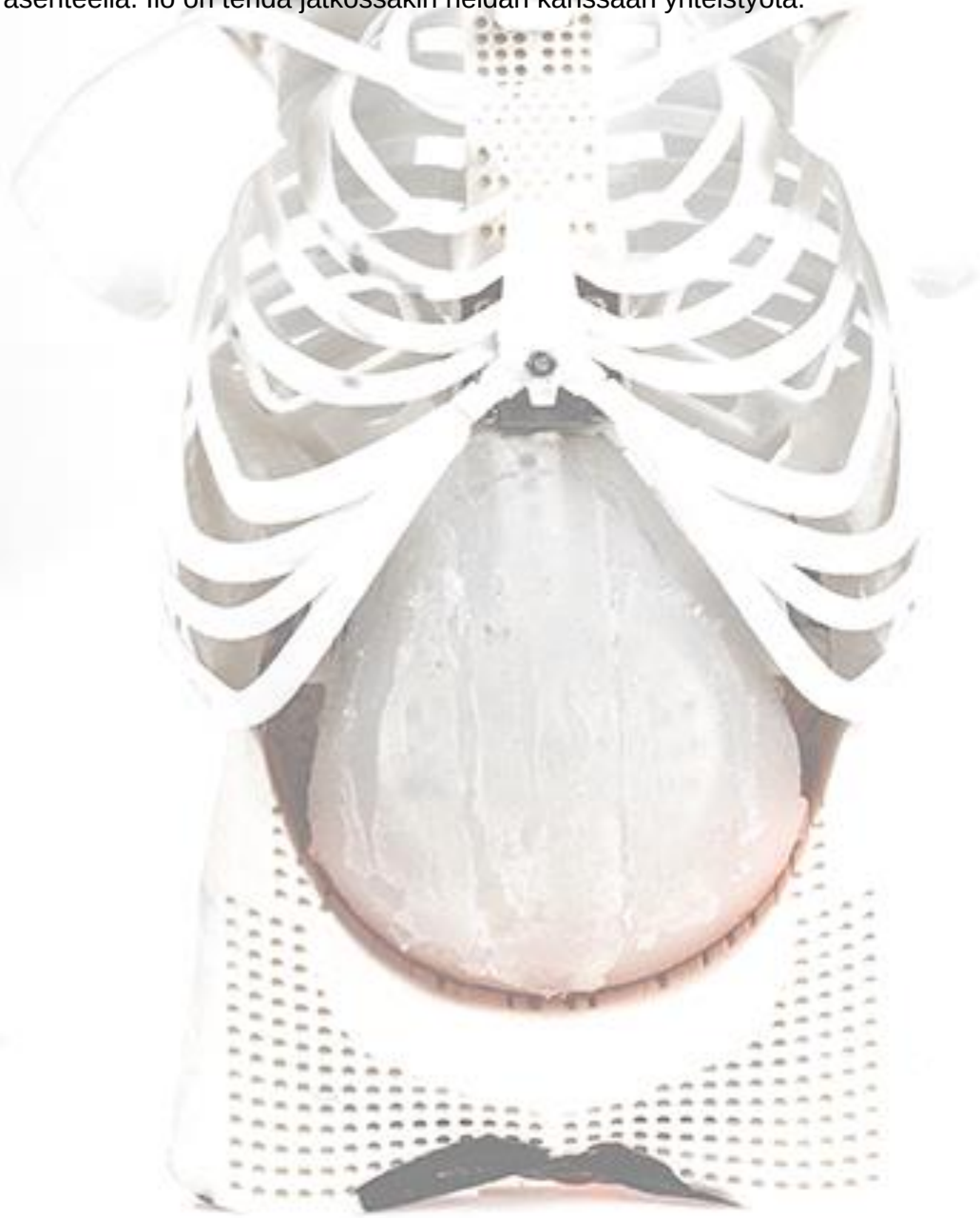
Valmistimme tilatuista kankaista prototyyppejä, joiden avulla arvioimme mikä kangas vastaisi parhaiten lopputuotteen kankaalle asetettuja vaatimuksia. Yksi Polarstoff-messuilta löydetyistä kankaista vastasi kankaalle asetettuja vaatimuksia. Jatkoimme prototyyppien työstämistä kyseisellä kankaalla. Projekti eteni mielestämme hyvin ja aikataulun mukaan, kunnes simulaattorin runko lähti testattavaksi Ouluun ja viipyikin siellä odotettua pidempään. Tästä aikataulumme viivästyi ja siirsimme opinnäytetyön valmistumista eteenpäin. 3D-tulostajat tulostivat meille uuden simulaattorin rungon, jotta pääsimme etenemään projektissa.

Opinnäytetyön ongelmakohdaksi ilmeni aikataulumuutokset. Hengityssimulaattorin valmistumisen viivästymisen vuoksi kaikkien tavoitteiden toteuttaminen lopputuotteeseen ei loppujen lopuksi onnistunut. Kaulan alueen rakenne ja tekniikka eivät valmistuneet opinnäytetyömme aikana, joten emme pystyneet työstämään tekstiili-ihon kaulan aluetta loppuun. Tarkoituksena oli myös, että testaamme prototyyppiä jatkuvasti hengitysvaikeuksien demonstroinnin aikana, mutta ohjausjärjestelmässä tuli ongelmia eikä demotusta tehty kaikilla protoilla. Pääsimme kuitenkin testaamaan tekstiili-ihon käyttäytymistä simulaattorin hengitysliikkeiden ääriasennoissa, kun 3D-tulostajat tekivät apupönkät, jolla pystyi havainnollistamaan hengitysliikkeiden demonstrointia simulaattorilla.

Opinnäytetyöprosessin aikana opimme, että jokainen vaihe prosessissa on tärkeä ja etenkin ideoiden testaaminen käytännössä vie projektia eteenpäin. Syvensimme oppejamme funktionaalisesta vaatetuksesta, body mapping-metodista sekä kineettisestä vaatetusmuotoilusta, mutta olisimme voineet tutkia vielä enemmän eri valmistustekniikoita ja hyödyntää kehon kartoitusta paremmin tuotteessa. 3D-mallinnus tuotteesta onnistui ja second skin-tekniikalla tehdyt kaavat saatiin digitaaliseksi. Emme kuitenkaan vielä hyödyntäneet kaavojen muokkaamista 3D-ohjelman avulla, jolla olisimme voineet saada tuotteen vielä saumattomammaksi.

Lopputuloksena asiakasorganisaation jäsenet olivat kuitenkin tyytyväisiä opinnäytetyömme tuloksiin ja tekstiili-ihon tärkeät vaatimukset: ihon joustavuus, liikkuvuus, kestävyyttä sekä puettavuus täyttyivät. Parhain palaute asiakasorganisaatiolta oli, että heidän mielestään materiaalin valinta, saumoitus ja kaavoitus oli odotettuakin paremmin toteutettuja. Oli myös ilahduttavaa kuulla, että heidän mielestään yhteistyökumppaneina olimme miellyttäviä ja tehokkaita toimissamme. Keskustelimme jatkosta Sense4Healthin jäsenten kanssa ja he sanoivat, että olemme tehneet niin huolellista työtä, että tulevat kiinnittämään meidät osaksi Sense4Health Oy suunnittelijaryhmää. Jatkamme simulaattorin edetessä työstämään ihoon simulaattorin kehityksen mukaisia muutoksia myös opinnäytetyön jälkeenkin. Jatkotyöstämisen mahdollisesta kehitysideasta on kerrottu enemmän kohdassa 8.1.

Mielestämme yhteistyöprojektimme oli mielenkiintoinen oppimisprosessi, jossa pääsimme työskentelemään täysin eri alan ammattilaisten kanssa. Sense4Health Oy:n työntekijät joiden kanssa teimme yhteistyötä ovat mukavia, kannustavia ja tekevät projektia innokkaalla ja positiivisella asenteella. Ilo on tehdä jatkossakin heidän kanssaan yhteistyötä.



8.1 Kehitysideoita

Jäimme pohtimaan, mitä voisimme kehittää projektissamme. Kuvissa 52-55 Women’s best merkin saumattomat treenitrikoot, jotka on kehon kartoituksen avulla saatu vartalonmyötäiseksi sekä oikeista paikoista tukevaksi ja muotoilevaksi. Pohdimme, voisiko tätä tekniikkaa (body mapped seamless knitting) hyödyntäen toteuttaa simulaattorille ihon, ja saada vielä paremmin simulaattorin runkoon istuvan tuotteen, tuote vielä saumattomammaksi sekä tehdä tuotteeseen kehon kartoituksen avulla yksityiskohtia. Materiaali voisi olla esimerkiksi polyamidi, polyesteri, elastaani sekoistusta.

52. Women’s best treenitrikoiden vyötärö

53. Yksityiskohtia reiden alueelta

54. Women’s best treenitrikoiden nurja puoli

55. Yksityiskohtia trikoiden lahkeesta.

9 LÄHTEET JA LIITTEET

LÄHTEET

ARVEKARI, Lassi 2013. 3D-tulostus Case Printrbot. Lahden ammattikorkeakoulu. Mediatekniikka. Opinnäytetyö. [Viitattu 2019-09-12.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56792/Arvekari_Lassi.pdf?sequence=1

ASL 5000 ™ LUNG SOLUTION 2020. Realistiset keuhkot SimManille ja SimBabylle. [Viitattu 2020-03-10.] Saatavissa: https://www.laerdal.com/fi/products/teknologia/ASL5000LungSolution/

ATACAC 2019. A human kinetic theory for garment construction [Viitattu 2019-10-20.] Saatavissa: http://atacac.com/book/chapter4.php

BLOGI MEOM 2018. Testaa ideaasi, luo prototyyppi. [Viitattu 2019-09-20.] Saatavissa: https://blogi.meom.fi/testaa-ideaasi-luo-prototyyppi

FINDER 2019. [Viitattu 2019-12-02.] Saatavissa: https://www.finder.fi/Tuotekehitys+tutkimus-+ja+suunnittelupalvelut/Sense4Health+Oy/Kontio/yhteystiedot/3130409

INNO-VOINTI. 2019. Mitä ovat innovaatiot ja innovointi. [Lainattu 11.12.2019.] Saatavissa: http://www.inno-vointi.fi/fi/innovoinnin-periaatteet/innovaatio-ja-innovointi-myos-julkisella-sektorilla

KOIVUNEN, Kirsi 2017. Asiakas- tai ihmislähtöisyys - tasavertaisuutta ja vastavuoroisuutta ammattilaisten ja palvelujen käyttäjien kanssa. ePooki. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut 6. [Viitattu 2019-09-14.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/123071/ePooki%206_2017.pdf?sequence=8&isAllowed=y

KUVASARJOJEN TOTEUTUS 2019. Hengitysvaikeuden demostrointi kuvasarjojen avulla. PDF- tiedosto. Saatu sähköpostin liitteenä Sense4Healthin Toimitusjohtaja ja erikoislääkäri, lastentaudit M. Arvoselta 2019-11-15. [Viitattu 2020-02-12.]

MATERIAALITESTAUSOHJEET 2019. [Viitattu 2020-02-12.] Saatavissa: https://moodle.savonia.fi/pluginfile.php/479253/mod_resource/content/2/Materiaalien%20testaus.pdf

MUKAVA_VAATE-FUNKTIONAALINEN_PUKEUTUMISYMPÄRISTÖ 2019. [Viitattu 2019-12-12.] Saatavissa: https://moodle.savonia.fi/mod/resource/view.php?id=200888

OPINNÄYTETYÖN SUUNNITELMA. 2019. PDF-tiedosto. Saatu sähköpostin liitteenä Sense4Healthin Toimitusjohtaja M. Arvoselta 2019-08-04. [Viitattu 2019-08-10.]

RISIKKO, Tanja. MARTTILA-VESALAINEN, Ritva 2006. Vaatteet ja haasteet. Porvoo: WSOY, 97, 9.

TENNISEXPRESS 2019. Adidas body mapping. [Viitattu 2019-09-20.] Saatavissa: https://www.tennisexpress.com/info/adidas-body-mapping-apparel-technology

TUTKIMUSSUUNNITELMA 2019. Lapsen hengitysvaikeutta visualisoivan 3D-tulostetun simulaattorin käyttö opetuksessa ja hengitysliikettä tunnistavien algoritmien kehittämisessä Tiivistelmä. PDF-tiedosto. Saatu sähköpostin liitteenä Sense4Healthin Toimitusjohtaja ja erikoislääkäri, lastentaudit M. Arvoselta 2019-11-06. [Viitattu 2019-11-10.] [Lainattu 2019-11-10.]

VIDEO ODLO 2018. Organic body mapping. [Viitattu 2019-09-20.] Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?v=QdyTP83p7ig&feature=youtu.be

SUULLISET TIEDONLÄHTEET. 2018-2020. Sense4Healthin Toimitusjohtaja ja erikoislääkäri, lastentaudit M. Arvoselta.

SUULLISET TIEDONLÄHTEET 2018-2020. Sense4Healthin hengitysmekaniikantutkija ja 3D-tulostustiimin vastuuhenkilö P. Mäkelältä.

TARINAMME 2020. [Viitattu 2020-03-20.] Saatavissa: https://www.laerdal.com/fi/about-us

KUVALUETTELO

Kuva 1. ARVONEN, Miika 2019-11-15. Kaulakuopan ja jänteiden alue. Sijainti: Kuopio

Kuva 2. ARVONEN, Miika 2019-11-15. Vatsan ja rinnan alue. Sijainti: Kuopio

Kuva 3. ARVONEN, Miika 2019-11-15. Kylkivälien alue. Sijainti: Kuopio

Kuva 4. SALLINEN, Terhi 2019-11-19. Rintakehän nouseminen sisäänhengityksessä, kylkivälit korostuvat. Sijainti: Kuopio

Kuva 5. ARVONEN, Miika 2019-11-15. Nenäsiipien alue. Sijanti: Kuopio

Kuva 6. SALLINEN, Terhi 2020-01-31. Kuvaan merkitty alueet, joilla alueilla simulaattorissa tapahtuu liikettä Kussmaulin hengityksessä. Sijainti: Kuopio

Kuva 7. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorin 3D-tulostettu runko ja kasvot. Sijainti: Kuopio

Kuva 8. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorin 3D-tulostettu runko takaa. Sijainti: Kuopio

Kuva 9. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorin 3D-tulostettu runko sivusta. Sijainti: Kuopio

Kuva 10. ARVONEN, Miika 2019- Kuvassa merkitty alueet, joiden halutaan korostuvan. Kuvassa on ensimmäinen prototyyppi simulaattorista, jonka päällä on silikoninen versio ihosta.

Kuva 11. ARVONEN, Miika 2019- Kuva mallinnetusta simulaattorin rungosta

Kuva 12. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. 16.8. valmistunut prototyyppi, josta opinnäytetyön alkukartoituksen tutkimuskysely on tehty. Sijainti: Kuopio

Kuva 13. SALLINEN, Terhi 2019-11-27. Huomioitavia kohtia simulaattorissa. Sijainti: Kuopio

Kuva 14. SALLINEN, Terhi 2019-11-27. Saumojen suunnittelua. Sijainti: Kuopio

Kuva 15. SALLINEN, Terhi 2020-01-14. Secondskin-menetelmällä kaavojen tekoa. Sijainti: Kuopio

Kuva 16. SALLINEN, Terhi 2019-10-02. Vantaalla sijaitseva Fashioncenter. Sijainti: Vantaa

Kuva 17. SALLINEN, Terhi 2019-10-02. Potentiaaliset materiaalinäytteet Polarstoff-messuilta. Sijainti: Vantaa

Kuva 18. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Nahasta tehty tekstiili-ihon prototyyppi. Sijainti: Kuopio

Kuva 19. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Teksiili-ihon proto 2. 3-tulostetun simulaattorin rungon yllä. Sijainti: Kuopio

Kuva 20. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Teksiili-ihon proto 3. 3D-tulostetun simulaattorin rungon yllä. Sijanti: Kuopio

Kuva 21. SALLINEN, Terhi 2019-11-19. Teksiili-ihon proto 4. 3-tulostetun simulaattorin rungon yllä. Sijainti: Kuopio

Kuva 22. SALLINEN, Terhi 2019-08-12. Edelliset prototyypit rintalihaksista ja vatsasta. Sijainti: Kuopio

Kuva 23. SALLINEN, Terhi 2020-01-13. Uudistettu versio rintalihaksista ja vatsasta Sijainti: Kuopio

Kuva 24. SALLINEN, Terhi 2020-01-13. Aluskangas, joka on ommeltu kiinni tekstiili-ihoon. Sijainti: Kuopio

Kuva 25. SALLINEN, Terhi 2020-01-14. Proto 5:sessa lisätty vatsaan pyöreyttä. Sijainti: Kuopio

Kuva 26. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Proto 5 lisätty aluskangas

Kuva 27. OKSANEN, Annemari Proto 6, jossa aluskangas tehty mustasta elastisesta verkosta

Kuvs 28. SALLINEN, Terhi 2020-01-16. Proto 7 aluskankaan elastinen verkko vaihettu tekstiili-ihon kanssa samansävyiseksi ja rintalihaksia ja vatsaa laajennettu. Sijainti: Kuopio

Kuvs 29. SALLINEN, Terhi 2020-1-16. Proto 7 nurjalta puolelta. Sijainti: Kuopio

Kuva 30. SALLINEN, Terhi 2020-1-16. Proto 7 yksityiskohtia nurjalta puolelta. Sijainti: Kuopio

Kuva 31. SALLINEN, Terhi 2020-1-16. Proto 7 yksityiskohtia materiaaleista. Sijainti: Kuopio

Kuva 32. SALLINEN, Terhi 2020-1-16. Proto 7 kaulakuopan magneettikiinnitys. Sijainti: Kuopio

Kuva 33. SALLINEN, Terhi 2019-11-22. Vanhojen kaavojen avulla tehty 3D-mallinnus tekstiili-ihosta. Sijainti: Kuopio

Kuva 34. SALLINEN, Terhi 2020-01-17. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva edestä. Sijainti: Kuopio

Kuva 35. SALLINEN, Terhi 2020-01-17. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva sivusta. Sijainti: Kuopio

Kuva 36. SALLINEN, Terhi 2020-01-17. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva vasemmalta takaa. Sijainti: Kuopio

Kuva 37. SALLINEN, Terhi 2020-01-17. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva oikealta takaa. Sijainti: Kuopio

Kuva 38. SALLINEN, Terhi 2020-01-17. 3D-mallinnus hengityssimulaattorin tekstiili-ihosta, kuva vasemmalta edestä. Sijainti: Kuopio

Kuva 39. OKSANEN, Annemari 2020-01-17. Tasokuvat hengityssimulaattorin ihosta. Sijainti: Kuopio

Kuva 40. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorista studiokuva edestä. Sijainti: Kuopio

Kuva 41. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorista studiokuva takaa. Sijainti: Kuopio

Kuva 42. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorista studiokuva. Sijainti: Kuopio

Kuva 43. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorista studiokuva sivusta. Sijainti: Kuopio

Kuva 44. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorista studiossa otettu lähikuva. Sijainti: Kuopio

Kuva 45. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Hengityssimulaattorista studiokuva takaa. Sijainti: Kuopio

Kuva 46. SALLINEN, Terhi 2020-01-29. Simulaattorin tekstiili-ihon kehitystä. Sijainti: Kuopio

Kuva 47. OKSANEN, Annemari 2020-02-17. Martindale hankauksen testaus. Sijainti: Kuopio

Kuva 48. OKSANEN, Annemari 2020-02-17. Martindale hankauksen testaus. Sijainti: Kuopio

Kuva 49. OKSANEN, Annemari 2020-02-17. Martindale hankauksen testaus. Sijainti: Kuopio

Kuva 50. OKSANEN, Annemari 2020-02-17. Martindale hankauksen testaus. Sijainti: Kuopio

Kuva 51. OKSANEN, Annemari 2020-02-17. Martindale hankauksen testaus. Sijainti: Kuopio

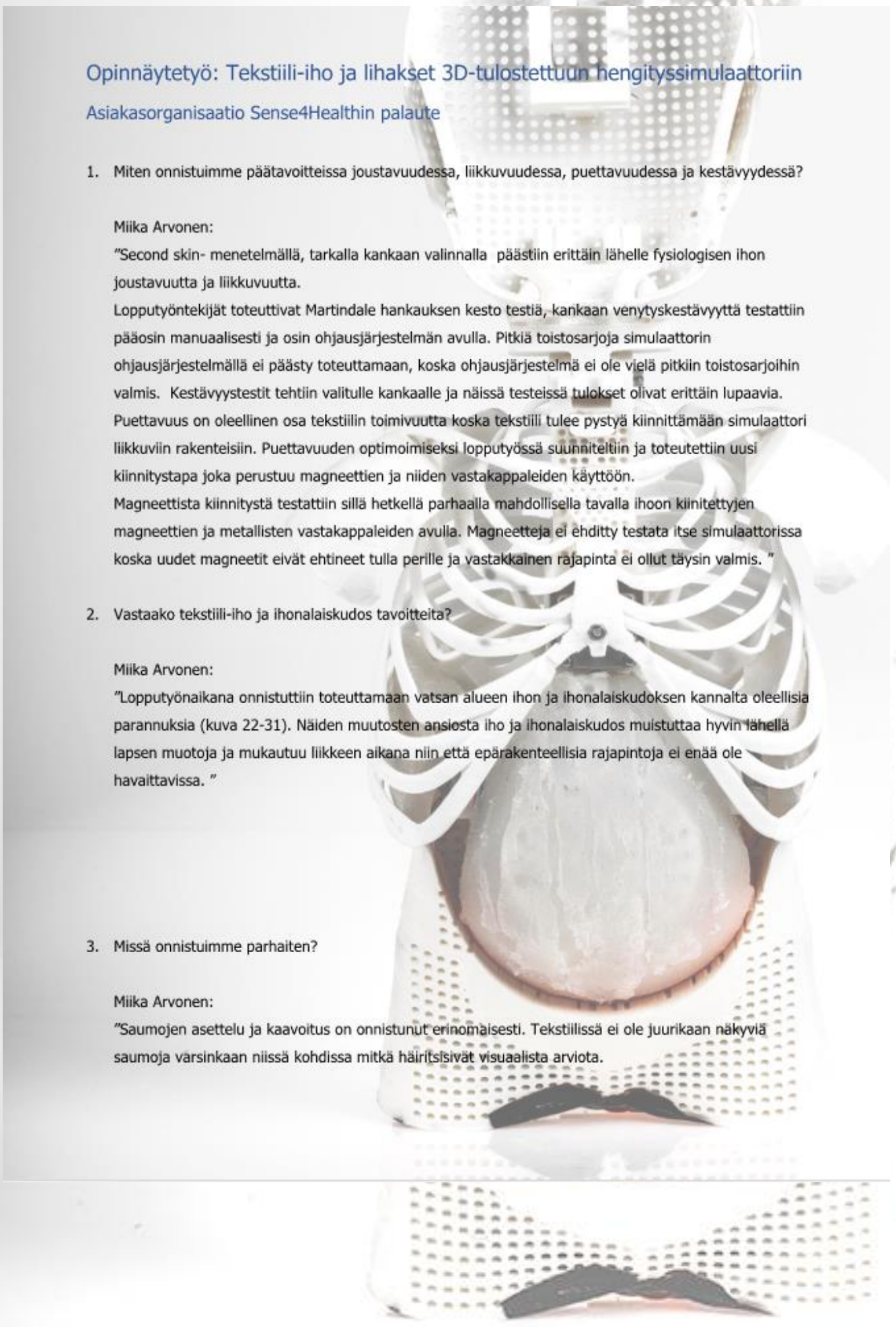
Kuva 52. SALLINEN, Terhi 2020-03-08. Women’s best treenitrikoiden vyötärö. Sijainti: Kuopio

Kuva 53. SALLINEN, Terhi 2020-03-08. Yksityiskohtia reiden alueelta. Sijainti: Kuopio

Kuva 54. SALLINEN, Terhi 2020-03-08. Women’s best treenitrikoiden nurja puoli. Sijainti: Kuopio

Kuva 55. SALLINEN, Terhi 2020-03-08. Yksityiskohtia trikoiden lahkeesta. Sijainti: Kuopio

LIITE 1. SENSE4HEALTHIN TOIMITUSJOHTAJAN MIIKA ARVOSEN PALAUTE SIVU 1



Opinnäytetyö: Tekstiili-iho ja lihakset 3D-tulostettuun hengityssimulaattoriin

Asiakasorganisaatio Sense4Healthin palaute

1. Miten onnistuimme päätavoitteissa joustavuudessa, liikkuvuudessa, puettavuudessa ja kestävyydessä?

   Miika Arvonen:
   ”Second skin- menetelmällä, tarkalla kankaan valinnalla päästiin erittäin lähelle fysiologisen ihon joustavuutta ja liikkuvuutta.
   Lopputyöntekijät toteuttivat Martindale hankauksen kesto testiä, kankaan venytyskestävyyttä testattiin pääosin manuaalisesti ja osin ohjausjärjestelmän avulla. Pitkiä toistosarjoja simulaattorin ohjausjärjestelmällä ei päästy toteuttamaan, koska ohjausjärjestelmä ei ole vielä pitkiin toistosarjoihin valmis. Kestävyystestit tehtiin valitulle kankaalle ja näissä testeissä tulokset olivat erittäin lupaavia. Puettavuus on oleellinen osa tekstiilin toimivuutta koska tekstiili tulee pystyä kiinnittämään simulaattori liikkuviin rakenteisiin. Puettavuuden optimoimiseksi lopputyössä suunniteltiin ja toteutettiin uusi kiinnitystapa joka perustuu magneettien ja niiden vastakappaleiden käyttöön.
   Magneettista kiinnitystä testattiin sillä hetkellä parhaalla mahdollisella tavalla ihoon kiinitettyjen magneettien ja metallisten vastakappaleiden avulla. Magneetteja ei ehditty testata itse simulaattorissa koska uudet magneetit eivät ehtineet tulla perille ja vastakkainen rajapinta ei ollut täysin valmis. ”

2. Vastaako tekstiili-iho ja ihonalaiskudos tavoitteita?

   Miika Arvonen:
   ”Lopputyönaikana onnistuttiin toteuttamaan vatsan alueen ihon ja ihonalaiskudoksen kannalta oleellisia parannuksia (kuva 22-31). Näiden muutosten ansiosta iho ja ihonalaiskudos muistuttaa hyvin lähellä lapsen muotoja ja mukautuu liikkeen aikana niin että epärakenteellisia rajapintoja ei enää ole havaittavissa. ”

3. Missä onnistuimme parhaiten?

   Miika Arvonen:
   ”Saumojen asettelu ja kaavoitus on onnistunut erinomaisesti. Tekstiilissä ei ole juurikaan näkyviä saumoja varsinkaan niissä kohdissa mitkä häiritsisivät visuaalista arviota.

LIITE 2. SENSE4HEALTHIN TOIMITUSJOHTAJAN MIIKA ARVOSEN PALAUTE SIVU 2

3D mallinnus on keskeinen osa tekstiilisen ihon kaavojen teollista käyttöä. 3D mallinnus on onnistunut erinomaisesti ja se mahdollistaa uusien toteutustapojen nopean suunnittelun ja toteutuksen. Lopputyöntekijät ovat ideoineet yhdeksi uudeksi toteutusmahdollisuudeksi saumattoman teknisen neulotun kankaan käytön (body mapping seamless knitting- tekniikka). Tämä voi olla merkittävä kehitysaskel puettavuuden, joustavuuden, anatomisten muotojen jäljittelyn ja taloudellisen hukkamateriaalin syntyä vähentävän toteutuksen kannalta. ”

4. Missä olisi vielä kehitettävää?

Miika Arvonen:
”Lopputyöntekijät jatkavat uuden toteutustavan suunnittelua. Neulottu saumaton body mapping seamless knitting- tekniikkaa on yksi potentiaalinen vaihtoehto. Jo toteutettu 3D mallinnus auttaa oleellisesti tämän tekniikan suunnitelua. ”

5. Miten onnistuimme aikataulussa?

Miika Arvonen:
”Lopputyöntekijät asettivat itselleen tiukemman aikataulun kun tilaaja Sense4Health Oy.
Lopputyö toteutettiin nopeasti ja tekstiili suunnitellun ja valmistuksen suhteen aikataulut pitivät hyvin. Kaikki kokoukset saatiin pidettyä sovitusti.
Raportti on tehty erittäin huolella ja siinä käytettiin enemmän aikaa kuin lopputyöntekijöiden omassa aikataulussa. Tämä oli hyvä asia koska huolellisesti toteutettu loppuraportti on erinomainen pohja jatkokehityksen kannalta. ”

6. Muuta positiivista tai rakentavaa palautetta meille? Esimerkiksi millaisia olimme yhteistyökumppaneina?

Miika Arvonen:
”Lopputyöntekijät Terhi Sallinen ja Annemari Oksanen ovat tehneet niin huolellista työtä että heidät tullaan kiinnittämään osaksi Sense4Health Oy suunnittelijaryhmää, mikäli he niin haluavat.”

LIITE 3. SENSE4HEALTHIN TYÖNTEKIJÄN PETRI MÄKELÄN PALAUTE

Opinnäytetyö: Tekstiili-iho ja lihakset 3D-tulostettuun hengityssimulaattoriin

Asiakasorganisaatio Sense4Healthin palaute

1. Miten onnistuimme päätavoitteissa joustavuudessa, liikkuvuudessa, puettavuudessa ja kestävyydessä?

   Petri Mäkelä:

   Harmiksemme kestotestit ovat vielä ajamatta mutta ottaen huomioon kokonaisliikkeiden vähyyden en epäile tekstiilin kestävyyttä. Puettavuus on helppo. Myös vaikein tavoite, oikeansuuntainen jousto mielestäni toimii hyvin.

2. Vastaako tekstiili-iho tavoitteita?

   Petri Mäkelä:

   Tekstiilinen iho on paras vaihtoehto. Testasimme silikonilla aiemmin ja se oli kömpelö. Myös visuaalisesti valittu kangas simuloi aitoa ihoa parhaiten.

3. Missä onnistuimme parhaiten?

   Petri Mäkelä:

   Materiaalin valinta, saumoitus ja kaavoitus oli odotettuakin paremmin toteutettuja kuin alussa toivoimme.

4. Missä olisi vielä kehitettävää?

   Petri Mäkelä:

   Ihon negatiiviseen suuntaan myötäily, johon emme ole saaneet vielä kaivattuja magneetteja, joilla asiaa testata. Mutta sillekin jäi loistavat rajapinnat jatkoa ajatellen.

5. Miten onnistuimme aikataulussa?

   Petri Mäkelä:

   Tekstiilisuunnittelun ja valmistuksen suhteen aikataulut pitivät hyvin. Palavereissa sovitut asiat hoituivat kaikki aikatauluraamien sisällä.

6. Muuta positiivista tai rakentavaa palautetta meille? Esimerkiksi millaisia olimme yhteistyökumppaneina?

   Petri Mäkelä:

   Innovatiivisia, aikataulussa pysyviä ja alansa osaajia. Raportointi ja asioiden esittäminen selkeätä. Yhteistyökumppaneina olette varsin miellyttäviä ja tehokkaita toimissanne.

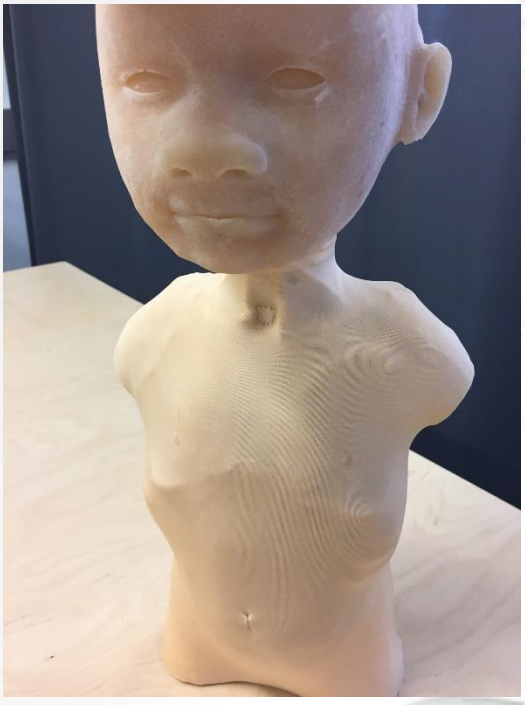
LIITE 1. TUTKIMUSKYSELY JA VASTAUKSET

1. 16.8. valmistui prototyyppi tekstiili-ihosta, jonka materiaalina oli Eurokankaasta ostettu joustava Lorella-kangas. Lorella on koostumukseltaan 15 % EA (elastaania) 85 % PA (polyamidia).
   Tavoitteena on, että puku näyttäisi mahdollisimman paljon lapsen iholta. Mitä mieltä olet viimeisimmän prototyypin kankaasta? Saavuttaako kangas vaatimukset mm. paksuuden ja joustavuuden osalta? Entä jotakin muita huomioita kankaasta? Lorella-kangas on 19,90€/m, kuinka paljon ihon kangas saisi maksaa metriltä?

   ”Kangas ja proto vastaa hyvin pitkälle ihon joustavuuden vaatimuksia. Normaalisti iho on (ihonalaiskudoksineen) n. 2,5mm paksu kyljestä ja kaulalta mutta muualta hieman paksumpi. 16.8 versiossa on ihon ohuudesta ja myös 3D suunnittelun tulostuksen karkeudesta johtuen joitakin pieniä kohtia mistä näkyy läpi anatomisten kohoumien lisäksi kohoumia, jotka eivät ole anatomisia. Iho ei todennäköisesti tule nostamaan simulaattorin kustannuksien osuutta kovin herkästi. Ihon hinta saisi mielellään jäädä <100 (-150) € mutta oleellisinta on lopputulos ja se että iho toimii ja muistuttaa oikeaa ihoa.”

2. Tavoitteena on, että simulaattorin kylkiluut ja solisluut näkyisivät kuten normaalipainoisella lapsella näkyy. Toimiiko nämä edellä mainitut asiat tämän hetkisessä prototyypissä? Pitäisikö luita vielä korostaa? Näkyykö jänteet tarpeeksi hengittäessä?

   ”Oleellista siis on miten kylkiluuvälit näkyvät eli että näkyy kun kylkiluiden väliset kuopat korostuvat voimakkaassa sisäänhengityksessä. Protossa kylkiluuvälit näkyvät hyvin. Ihon lisäksi voidaan muuttaa askelmoottorien paikkaa. Tärkeää kylkiluuvälien suhteen, että saadaan voimakkaan sisäänhengityksen ja uloshengityksen välinen vaihtelu ko. kylkiluiden kuopat näkymään. Tämän hetkinen kaulan jännealue on 3D suunnittelulla korjattavissa ja siitä tulee tehdä uusi versio.”

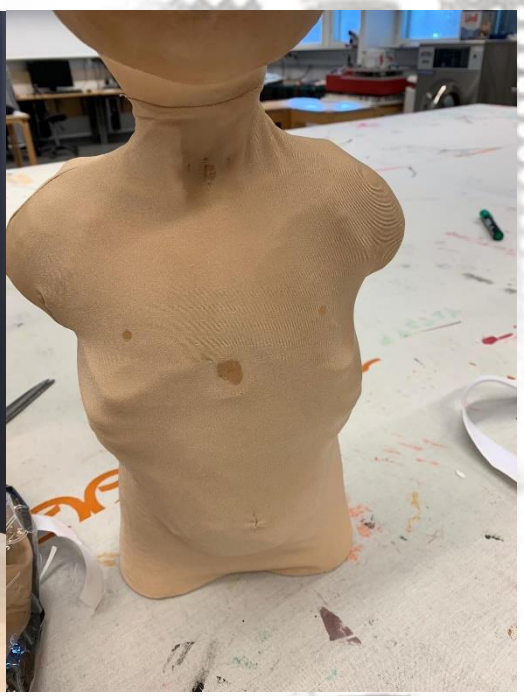


3. Tässä videossa esittelemme, kuinka simulaattorin iho puetaan. Pitäisikö puettavuutta yksinkertaistaa, esimerkiksi kiinnittää ihonalaiskudos ihoon?

   ”Puettavuus on mielestäni riittävän helppo. Koska seuraavassa versiossa olisi tärkeä että kangas saadaan oikealla tavalla kiinnitettyä palleakilpeen (jotta rintalastan alainen kylkikolmio korostuu sisäänhengityksessä), joudutaan puettavuutta suunnittelemaan myös tältä pohjalta.”

4. Tämän hetkisessä prototyypissa saumat ja vetoketju ovat takana. Onko iho helppo pukea, helpottaisiko jos vetoketju olisi pidempi tai sen tilalla olisi tarrakiinnitys?

   ”Vetoketju voisi olla hieman pidempi. Vetoketjun on alueella, että se ei ole sellaisessa katselusuunnassa, että se aiheuttaisi minkäänlaista visuaalista haittaa koska hengitysliikettä ei arvioida selän puolelta. Mikäli jatkossa tehdään versio, jossa myös keuhkoja kuunnellaan, voidaan miettiä vielä esim. vetoketjun värin valintaa, jolloin se piilottuu paremmin.”



5. Viimeisimmissä protoissa, kaulakuopan tarra on kiinnitetty eri tekniikoilla, liimaamalla ja ompelemalla. Kumpi näyttää paremmalta?

   ”Liimauksen ongelma on se, että ainakin nykykankaasta liimaus näkyy läpi. Seuraavassa protossa kaulakuopan alapuolella on levy, joka tekee mäntämäistä liikettä. Yksi mahdollisuus olisi miettiä tätä rajapintaa yhdessä rungon 3D suunnittelijoiden kanssa. Ko. kaulan toteutuksesta voisi miettiä eri vaihtoehtoja, jotka puettavuuden ja erityisesti toimivuuden kannalta olisivat parhaita, esim. että olisiko ko. kaulan mäntäliikettä tekevä levy valmiiksi kiinnitetty ihoon ja kun iho puetaan, niin sitten se kiinnitettäisiin pukuvaiheessa askelmoottoriin… vai onko helpointa että levyn ja ihon kiinnitys tapahtuisi tarralla.
   Pienet värimuutokset esimerkiksi liimauksesta eivät haittaa silloin, jos värimuunnos aiheuttaa vaan hieman tummuutta ja muutos sijaitsee alueella, jota tulee muutenkin tarkastella. Esim. kaulakuopan pohja ei haittaa, vaikka olisi liimauksesta aavistuksen tummempi kuin muu iho. Tarrojen liima vaihtoehtoja ja tekniikoita tulisi varmaan miettiä tarkkaan, että värimuutokset ei pistä liikaa silmään.”

6. Näyttääkö liimalla tehdyt nännit riittävän oikeanlaisilta vai olisiko parempi, että kokeilemme tehdä ne jollakin muulla tavalla?

   ”Nännit ovat nykytoteutuksessa liimapisteet, joka on toimiva tapa. Nännit on hyvä olla, mutta ei prioriteettilistalla yläpäässä. Ks. kuva, joka lapsen rintakehästä ao. kysymyksen 8 kohdassa, jossa näkyy myös nännit.”

7. Tarviiko iho kiinnittää rintalastan kohdalta simulaattoriin?

   ”Toiminnallisissa testeissä selviää, pitääkö iho kiinnittää esim. rintalastan yläosaan vai ei. Normaalistihan iho liukuu rintalastan päällä ehkä n. 2-4cm suuntaansa (ainakin aikuisella) joten lähtökohtaisesti kun mallinnetaan anatomista ihoa niin kiinnitystä ei tarvitse. Lähtökohtaisesti kun kiinnitetään ihoa esim. palleakilpeen, niin jos päästäisiin mahdollisimman anatomiseen tapaan, niin iho on kireä, kun hengitysliike on ääriasennossa ja taajoustava kun neutraaliasennossa. En tietä onko tällä merkitystä mutta tämä on se miten fysiologisesti iho muovautuu aina kulloinkin hengitysliikkeeseen.”

8. Pyysitte tekemään simulaattorille ihon lisäksi lihakset ja ihonalaiskudokset. Mitä tarkalleen ottaen tarkoitatte ihonalaiskudoksella?

   ”Esim. histologiaa eli kudosoppia tarkasteleva web-sivu määrittelee ihonalaiskudoksen seuraavasti http://www.solunetti.fi/fi/histologia/ihonalaiskudos/
   Ihoon kuuluvaksi voidaan laskea myös verinahan alla oleva ihonalaiskudos eli hypodermis eli subcutis. Ihonalaiskudoksen paksuus vaihtelee paikoittain (esim. pakaroissa huomattavan paksua) ja eri yksilöiden välillä (laihoilla ihmisillä vähemmän). Ihonalaiskudos muodostuu pääasin löyhästä sidekudoksesta ja rasvakudoksesta. Seassa on kuitenkin yksittäisiä sileälihassoluja tai niiden kimppuja, jotka toimivat karvankohottajalihaksina. Tietyissä paikoissa, kuten esimerkiksi kasvoissa, ihonalasikudoksessa on myös ohut kerros poikkijuovaista lihasta.”

9. Onko ihonalaiskudos tarpeellinen, jos uusi ihokangas olisi paksumpi?

   ”Ihon pintakerros ja alaiskudos ovat samaa kokonaisuutta. Kuten edellä, ihonalaiskudoksen paksuus vaihtelee. Eli esim. vatsan alueella ko. alueen paksuus on huomattava mutta kyljessä pienempi. Lähtökohtaisesti on kuitenkin hyvä muistaa että tärkeintä että päältä päin tilanne näyttää hyvältä. On varmaan järkevintä toteuttaa iho saman paksuisena mutta lisätä jotain pehmentävää materiaali esim. vatsan alueelle.”

10. Viimeaikaiseen protoon ihonalaiskudos on tehty oikeasta nahasta ja ihonalaiskudos on vain ylävartalon kohdalla, se kiinnitetään selästä tarranauhalla ja siihen on ommeltu lihakset kiinni. Miten ihonalaiskudos mielestäsi toimii?

”Nykyversio on varsin hieno! Toiminnallisissa testeissä nähdään, miten se lähtee pelittämään ja miten hienosäädetään sitä.”

11. Minkä paksuiset ovat 3-vuotiaan lapsen lihakset?

”Nykyversio on lähellä oikeaa. Lihakset ovat sikäli hankala mallintaa että vatsassa lihakset tulevat näkyviin vain voimakkaassa uloshengityksessä. Vatsassa alavatsan pyöreys on tärkeää. Rintalihakset sen sijaan näkyvät koko ajan mutta eivät ole kovin paksut ehkä 1-1,5cm paksuimmasta kohdasta.”

12. Voisiko lihakset ajatella toteutettavan silikonista 3D-tulostettuna?

”Nykyään kun 3d tulostuksessa meillä mahdollisuus olisi monimateriaalitulostukseen, niin toki lihasten toteuttaminen monimateriaalitulosteena näyttäisi varmaan parhaalta… kankaiset ovat kuitenkin edelleen varsin toimiva vaihtoehto.”

13. Mitkä kaikki lihakset meidän tulisi tehdä simulaattorille?

”Simulaattorille varmaan riittää, että tekee vain rintalihakset. Työnjaosta ja tavasta voi keskustella 3D rungon suunnittelijoiden kanssa.”

14. Simulaattorin kasvojen ja takaraivon välillä on tällä hetkellä todella näkyvä raja. Puhuimme aiemmin hiuksista. Oletteko edelleen sitä mieltä, että simulaattorille tulisi tehdä hiukset?

”Jotenkin kasvojen ja takaraivon väli pitäisi häivyttää. Hiukset tai pipo olisivat hyvä vaihtoehto.”

15. Kuvassa on mallinnus kaulasta, onko tämä kaularakenne lopullinen versio?

”Kaulaan on tullut muutoksia.”

16. Tekstissä luki “Sense4Health on kehittänyt opetuskäyttöön tarkoitettua sydän- ja hengitysääniä ja hengitysliikettä demonstroivaa simulaattoria, joka muistuttaa 3 vuotiasta lasta.” Miten simulaattori demonstroi näitä sydän- ja hengitysääniä? Onko sydänäänien tekniikka siis tulossa ja onko se kehitysvaiheessa? Pitäisikö meidän huomioida tämä puvussa? Onko simulaattorin tekniikan kehitykselle joku deadline, milloin olette ajatellut tekniikan olevan kokonaisuudessaan valmis?

”Sydän- ja hengitysääniä voidaan toteuttaa sähkösilmukkatekniikalla joka paikantaa stetoskoopin ja äänet tulevat digitaalisesti. ko. tekniikan kehitys ei oleellisesti vaikuta ihon suunnitteluun ja sitä ei ole vielä lähdetty toteuttamaan mutta siitä on toteutussuunnitelma.”

17. Mitä hengitysvaikeuksia simulaattori demonstroi? Miten nämä hengitysvaikeudet näkyvät lapsella? Miten hengitysvaikeudet näkyvät simulaattorissa? Muuta hengitysvaikeuksista?

”3D-tulostetulla lapsen hengityssimulaattorilla voimme visualisoida 1) normaalia hengitystä, 2) uloshengitysvaikeutta ja sen vaikeaan muotoon liittyvää paradoksaalista hengitystä 3) sisäänhengitysvaikeutta 4) paineilmarintaan liittyvä toispuolista hengitystä, 5) tihentynyttä hengitystä 6) Kussmaulin hengitystä 7) sisäänhengityksen jälkeinen ähkimistä (hapetushäiriö), 8) Cheyne-Stokes hengitystä 9) apneaa ja edellä mainittuja eri vaikeusasteisena sekä 10) agonaalista hengitystä.”