



Roosa Hämäläinen

Säärikosmetiikan suunnittelu trans-tibiaali amputoiduille

Valmistusmenetelmänä 3D-skannaus ja hartsivalu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Apuvälineteknikko

Apuvälinetekniikka

Opinnäytetyö

30.11.2021

Tekijä	Roosa Hämäläinen
Otsikko	Säärikosmetiikan suunnittelu transtibiaali amputoiduille, valmistusmenetelminä 3D-skannaus ja hartsivalu
Sivumäärä	28 sivua
Aika	30.11.2021
Tutkinto	Apuvälineteknikko
Tutkinto-ohjelma	Apuvälinetekniikka
Ohjaajat	Lehtori Tomi Nurminen Yliopettaja Pekka Paalasmaa

Tässä monimuotoisessa opinnäytetyössä valmistan testiversion ideoimastani säärikosmetiikasta. Opinnäytetyössä kuvaan vaiheittain säärikosmetiikan valmistusta ja lopussa pohdin, kuinka jatkaa tuotteen kehittämistä. Opinnäytetyössä ei ole mukana ulkopuolista yhteistyötahoa.

Tuotekehitys idea lähti 3D-tekniikan lisääntymisestä apuvälinetekniikan alalla. Skannauksen yleistyessä mutta tulostimien saatavuuden ja korkean hinnan ollessa vielä jarruna päätin hyödyntää 3D-skannauksen lisäksi jo apuvälinepajoilla saatavilla olevia materiaaleja ja työmenetelmiä.

Markkinoilla ei ole vielä tarpeeksi säärikosmetiikkoja, jotka voitaisiin helposti valmistaa apuvälinepajalla ja ulkonäöllisesti suunnitella asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Yllä mainituilla menetelmillä on mahdollista valmistaa asiakkaan oman säären mukainen kosmetiikka, mutta myös lisätä väri ja printtivaihtoehtoja. Nykyisten kosmetiikkojen ollessa polyuretaanihiosta säären malliin hiottuja, modernimmalle muoviselle ja kestävämmälle kosmetiikalle on tarvetta.

Opintojen alussa etsiessäni tietoa kaikesta apuvälinetekniikkaan liittyvästä löysin sosiaalisesta mediasta paljon proteeseja käyttäviä vaikuttajia ja sitä kautta säärikosmetiikkoja. Ensimmäiset näkemäni 3D-tulostetut kosmetiikat olivat kanadalaisen Alleleksen ja niiden näyttävät värit ja laaja käyttäjäkunta jäivät hyvin mieleen. Opintojen edetessä perinteisten tekniikoiden ja 3D -tekniikoiden tullessa tutuksi pohdin paljon, miten näitä voisi yhdistää säärikosmetiikan tekemisessä.

Tuotteen jatkokehittämisessä tulisi edetä kiinnitysmenetelmän ratkaisemisella. Oma ajatukseni olisi seuraavaksi sovittaa kosmetiikka proteesin holkin alaosan kanssa tiiviiksi soveltamalla skannattu sääri ja skannattu proteesi yhteen. Pelkästään tällainen muotoilu voisi riittää kiinnittämään kosmetiikan, joka tulisi jatkuvaan käyttöön. Kosmetiikan ollessa käyttäjän pois otettavissa jonkinlainen lukitus avauskohtaan olisi tarpeellinen.

Avainsanat	Säärikosmetiikka, 3D-skannaus
------------	-------------------------------

Author	Roosa Hämäläinen
Title	Designing a prosthetic cover for transtibial amputees using 3D-scanning and lamination
Number of Pages	28 pages
Date	30.11. 2021
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Prosthetics orthotics
Instructors	Tomi Nurminen, Senior Lecturer Pekka Paalasmaa, Principal Lecturer
<p>In this thesis I will make a test version of a prosthetic cover based on my own ideas. I will tell how the fabrication of the prosthetic cover is executed. There is no outside co-operation in this thesis.</p> <p>Idea of the product development came from the growing use of 3D-technology in the field of prosthetics and orthotics. 3D-scanning has become very available and is used more and more when 3D-printing is still less available and not as cost efficient. Knowing this I decided to use techniques and materials that are already accessible at prosthetic and orthotic workshops.</p> <p>There are not many prosthetic-covers that could be fabricated at prosthetic workshops and be designed to the likings of the customer. With 3D-printing and traditionally used lamination technique it would be possible to make a cosmetic cover that would resemble the customers own shin and be added color or print. Traditional cosmetics being made from polyurethane foam blocks and shaped to resemble a shin I believe there is a need for a more durable and modern prosthetic cover that is made by a technician.</p> <p>In the beginning of my studies, I did a lot of research in social media and came upon many amputee influencers that had cool looking cosmetic covers on their prosthetics. The first 3D -printed covers I saw were from the Canadian company called Alleles. Their cosmetics were and are very vibrant in colors and have neat designs. Many prosthetic users had found their covers and they also stuck in my mind. My studies getting further and becoming more acquainted with the traditional fabrication methods and 3D- techniques I found myself thinking how to combine these for making a prosthetic cover.</p> <p>Going forward with the product development the main thing is to find a proper way of attaching the cosmetic to the prosthetic. My idea is to fit the top of the cosmetic and the bottom of the socket to be compatible. This could be done with fitting scans of prosthesis and shin together and modifying the shin scan. Adhesion could be possible with just the right design when the cosmetic is made to be used all the time. If the cosmetic is made to wear whenever the user feels like it, there should be some type of locking system for the opening of the cosmetic.</p>	
Keywords	Prosthetic cover, 3D-scanning

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Amputaatio	3
2.1	Alaraajan amputaation syitä	3
2.2	Alaraajan amputaatiotasoja	3
3	Amputaatio ja kehonkuva	5
4	Alaraajaproteesit	6
4.1	Sääri- ja reisiproteesi	6
4.2	Lonkkaproteesi	7
5	Säärikosmetiikka	8
6	3D-skannaus ja mallintaminen	9
7	Hartsivalu	9
8	Tuotekehitys	10
9	Säärikosmetiikan suunnittelu	10
9.1	Muotoilu ja ominaisuudet	11
9.2	Materiaalien valinta	11
10	Testiversion valmistus	12
10.1	Skannaus ja mallinnus	12
10.2	Positiivin valmistus ja märkävalu	15
10.3	Säärikosmetiikan muotoilu	20
10.4	Testikiinnitys	22
10.5	Prosessin kulku	25
11	Tuotekehitystyön tulos ja johtopäätökset	26
12	Pohdinta	27
	Lähteet	29

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää transtibiaalisesti amputoiduille säärikosmetiikka hyödyntämällä 3D-skannausta, sähköistä mallintamista ja märkälaminointia. Opinnäytetyössä tarkastellaan amputoitujen kehonkuvaa ja olemassa olevia säärikosmetiikka vaihtoehtoja. Yllä mainittuja menetelmiä käyttäen aloitan kehittämään proteesikosmetiikkaa, joka on helposti valmistettavissa apuvälineteknikon toimesta ja rakenteeltaan sekä materiaaliltaan mukava käyttää.

Säärikosmetiikkaa käytetään niillä alaraaja-amputoiduilla proteesin käyttäjillä, jotka haluavat proteesin muistuttavan muodoltaan enemmän menetettyä raajaa. Säärikosmetiikka on täysin esteettinen proteesin osa, joka on käyttäjälle valinnainen. Ilman säärikosmetiikkaa, proteesiin ei saada luonnollista säären muotoa, vaan proteesin sääriosia on paljas putki. Proteesin jalkaterä taas sisältää aina kosmeettisen kuoren, joka imitoi luonnollista jalkaterää.

Käyttäjälle säärikosmetiikan hyöty ja merkitys on siinä, että housut ja sukkahousut istuvat proteesin päälle, eikä proteesi ole niin huomiota herättävä. Shortsien ja hameiden käyttäminen voi olla proteesinkäyttäjille epämiellyttävää proteesin ulkonäön vuoksi. Hieno säärikosmetiikka voisi antaa käyttäjälleen uskallusta näyttäytyä myös sääret paljastavissa vaatteissa.

3D-tekniikan kehityttyä ja tultua apuvälinealalle on syntynyt yrityksiä, jotka valmistavat säärikosmetiikkoja proteesin käyttäjille. Monet näistä yrityksistä toimivat irrallaan apuvälinepajoista ja tuotteet valmistetaan tulostamalla. Tällaisia yrityksiä ovat esimerkiksi Alleles ja Limb-art. Tarkastelemani tuotteet kiinnitetään proteesin päälle joko muoviremeillä tai pikaklipseilla ja magneeteilla. Yllä mainitun kaltaiset kosmetiikat ovat pääasiassa verkkotilaustuotteita, joten käyttäjä ei tapaa valmistajaa. Käyttäjän vastuulle jää kosmetiikkaa ostaessa proteesin ja oman jalan mittaus, mutta myös apuvälineteknikko voi tehdä tilauksen asiakkaalle. Joitain kosmetiikkoja myös tekniikko voi tilata, ja joitain jopa vakuutus korvaa, mutta pääasiassa tällaiset säärikosmetiikat ovat käyttäjän itsensä maksamia. (alleles & limb-art).

Säärikkosmetiikkayritysten valmistamat kosmetiikat ovat hinnoiltaan kaikkea 200 eurosta ylöspäin ja yleisimmin hinnat pyörivät 300–500 euron paikkeilla. Edullisempia kosmetiikoja voi tilata Limb-artilta 229 Englannin punnalla, joka on Suomen pankin kurssilla 271,43 euroa 17.10.2021. Vastaavan kosmetiikan voi tilata omakseen kanadalaiselta Allelekselta 500–700 Kanadan dollarilla, euroina 348,63–488,08 Suomen pankin taulukolla 17.10.2021. Omakustanteisiksi proteesikosmetiikoiksi hinnat ovat korkeita.

Tavoitteena on kehittää uusi tuote, josta hyötyisivät niin apuvälinepajat kuin alaraajaproteesien käyttäjät. Säärikkosmetiikat ovat jääneet vailla huomiota, kun protetiikassa on keskitytty kehittämään kävelyn kannalta hyviä tuotteita. Kävely on toki proteesinkäyttäjälle tärkein ominaisuus, mutta on aika kehittää myös proteesin ulkomuotoa, kun tekniikka on saatavilla. Tuotteen olisi hyvä olla myös hinnaltaan ja valmistustavaltaan sellainen, jonka käyttäjä saa lisättyä vakuutukseen tai maksusitoumukseen.

Opinnäytetyö on toteutettu monimuotoisena tai toisin sanoen toiminnallisena opinnäytetyönä. Opinnäytetyössä on lähdetty kehittämään tuotetta olemassa olevien tietojen pohjalta. Opinnäytetyö on tehty oman idean pohjalta nykyaikaiseen proteesikosmetiikka tarpeeseen ja apuvälinealalla yleistyvään 3D-tekniikkaan nojaten.

2 Amputaatio

Amputaatio on kirurginen toimenpide, jossa ylä- tai alaraaja katkaistaan sellaiselta tasolta, joka on tarvittava potilaan sairauden hoitamiseksi. Joskus amputaatiotasoa tarkastellaan myös hyvän protetisoinnin kannalta. Amputaatio voi tapahtua myös trauman seurauksena (Shiel Jr. n.d.)

2.1 Alaraajan amputaation syitä

Alaraajan amputaatioon johtavia syitä voivat olla krooninen kriittinen tai akuutti iskemia, eli alaraajan huono valtimoverenkierto. Sepsis eli verenmyrkytys, tapaturmat, joissa raaja tai raajan osa on niin pahoin vaurioitunut, että sitä ei voida pelastaa. Vaikeat palelumat, palovammat ja tulehdukset, sekä luuston tai lihasten syöpäsairaudet. Amputaatioon voidaan päätyä myös sellaisten synnynnäisten deformeettien takia, jotka aiheuttavat kipua tai haittaa tai joita ei voida sellaisenaan protetisoida. (Ma, C.Benjamin 2018).

2.2 Alaraajan amputaatiotasoja

1. Hemipelvektomia on korkein alaraajan amputaation taso. Hemipelvektomia tunnetaan myös nimellä transpelvic-amputaatio. Koko alaraajan lisäksi hemipelvektomiassa poistetaan osa lantion luustosta. (Murphy 2013: 19.)

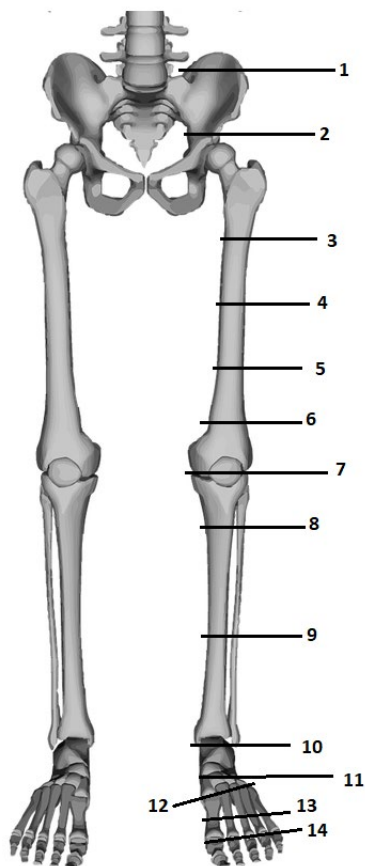
2. Lonkan eksartikulaatio on amputaatio, jossa alaraaja poistetaan lonkkanivelen tasolta. Lonkan eksartikulaatio voidaan tehdä joko niin, että nivelpallo eli femurin pää poistetaan kokonaisuutena lonkkamaljakosta eli nivelkuopasta tai niin, että femurin pää ja osa femurin proksimaalista päätä säilytetään. Femurin proksimaalisen pään säilyttämisellä pyritään pienentämään lantion toispuoleisuutta, jotta istuminen olisi helpompaa. (Murphy 2013:19.)

3–6. Transfemoraalinen amputaatio eli reisiamputaatio on amputaation taso, jossa jalka katkaistaan polven ja lonkan väliseltä alueelta. (Murphy 2013:18–19.) Kuvion 1 numerolla viisi kuvataan tavallisinta reisiamputaation tasoa, numero kuusi kuvaa pitkää ja numerot kolme ja neljä erittäin lyhyttä ja lyhyttä reisiamputaatiota.

7. Polven eksartikulaatio on amputaatio, joka tehdään polvinivelen läpi reisiluun ja sääri ja pohjeluun välistä. Tässä amputaatiossa reisuluu ja patella säilyvät ehjinä. Patella kuitenkin kiinnitetään reisiluuhun, jotta se ei vetäydy ylös. (Murphy 2013:18.)

8–9. Transtibiaalinen amputaatio eli sääriamputaatio. Tämä amputaatio tehdään polvinivelen ja nilkkanivelen välille sääri ja pohjeluun läpi. (Murphy 2013:17–18.)

10. Symen amputaatio on amputaatio, joka tehdään ylemmän nilkkanivelen tasolta vahingoittamatta sääriluuta ja pohjeluuta. Pehmeä kantapatja siirretään leikkauksen yhteydessä tyngän päähän, jotta tyngästä saadaan hyvin kuormitusta kestävä. (Murphy 2013:17.)



Kuvio 1. Amputaatiotasot (stock-kuva: shutterstock 2021)

3 Amputaatio ja kehonkuva

On tutkittu, että raajan menetyksellä on negatiivinen vaikutus ihmisen kehonkuvaan. Amputoidun aktiivisuus ja sosiaalisuus voivat laskea haitallisissa määrin. Säärikosmetiikka voi auttaa hyväksymään proteesin nopeammin ja näin nopeuttaa kuntoutumista. On raportoitu, että transtibiaalisesti amputoitujen käyttäjien osallistuminen aktiviteetteihin, joissa heidän kehonsa on esillä, lisääntyi huomattavasti, kun säärikosmetiikkaa oli käytetty kolme kuukautta. (Murray, Craig.D & Fox, Jezz 2002.)

Amputoitujen tyytyväisyyteen elämään ja kehonkuvan välillä on löydetty yhteys, mitä tyytymättömämpi amputoitu on kehoonsa, sitä tyytymättömämpi on elämäänsä. Kuitenkin jo pidempään proteesia tai proteeseja käyttäneillä amputoiduilla kehonkuvan ja mielen-terveyden häiriöt eivät ole tavanomaisia, poikkeuksena nuoret amputoidut, jotka ovat menettäneet raajansa tapaturmaisesti. (Murray, Craig.D & Fox, Jezz 2002.)

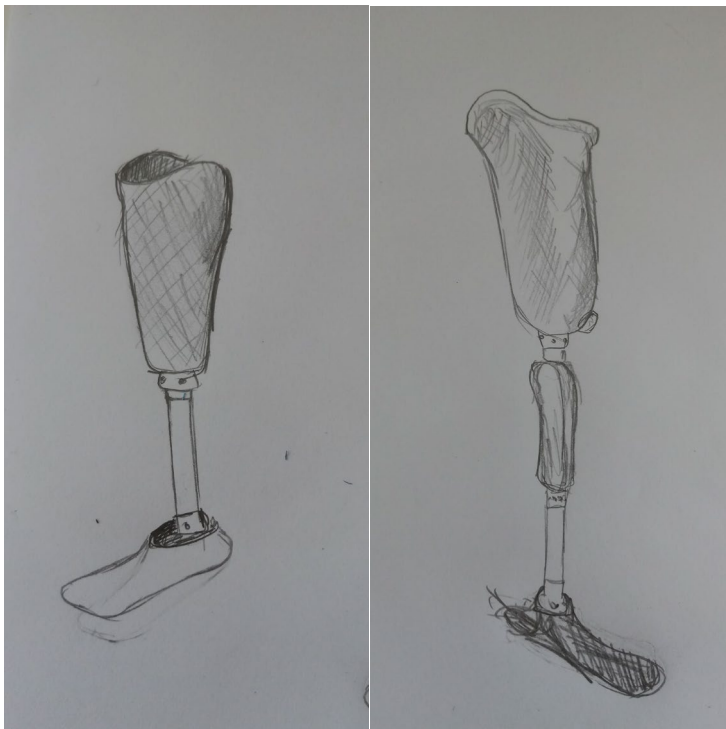
Naisten kokemuksia seksuaalisuudesta ja kehonkuvasta amputaation jälkeen on tarkasteltu. Tarkoituksena saada syvempi kuva kokemuksista ja hyödyntää tietoa kuntoutuksen kehittämisessä. Kvalitatiivisessa haastattelussa tuli ilmi kolme isompaa teemaa. ”En pidä siitä millainen olen”, mikä kuvasi naisten suhdetta kehoonsa. ”Rikkinäinen/epähaluttu” mikä reflektoi muutosta, jota naiset kokivat seksuaalisuudessaan ja ”Samanlainen, mutta erilainen” mikä liittyi haastateltujen naisten muuttuneeseen yhteiskunnalliseen naiskuvaan. Tutkimukseen osallistuneet naiset kamppailivat amputaation jälkeisen kehonsa hyväksymisen kanssa sekä uudenlaisen toimintakyvyn ja toimimisen kanssa. Tämä voi vaikuttaa kehonkuvaan ja proteesin hyväksymiseen.(Ward Khan, Yasmin; O’Keeffe, Fiandhait; Nolan, Maeve; Stow, Jacqui; Davenport, John 2021)

4 Alaraajaproteesit

Alaraajaproteesit ovat alaraaja-amputoitujen ja synnynnäisten alaraajan anomalian omaavien apuvälineitä. Alaraajaproteesi voi mahdollistaa kävelemisen amputoiduille tai alaraajan anomalian omaaville henkilöille. Proteesi voi olla myös täysin kosmeettinen, jos nähdään, että henkilön toimintakyky tai tarve ei vaadi proteesia, jolla kävellä. Proteesi rakennetaan käyttäjälle yksilöllisesti käyttäjän tarpeita, toimintakykyä, aktiivisuutta ja ruumiinrakennetta mukailen (Murphy 2013: 1).

4.1 Säari- ja reisiproteesi

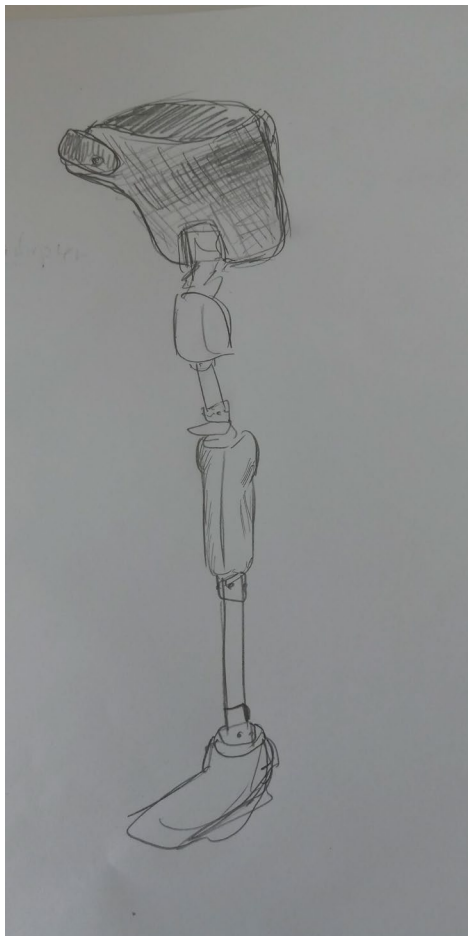
Sääri- ja reisiproteesit koostuvat lähes samoista komponenteista, mutta reisiproteesissa on lisänä polvinivelkomponentti. Proteesin perusrunkoon kuuluu lineri eli tynkää vasten tuleva pehmeä tuppi, holkki eli tyngän ja linerin päälle tuleva kovempi tuppi, polvinivel (reisiproteesissa), sääriputki ja jalkaterä. Putken molemmilla päissä linjausta ohjaavat kiinnitykset. Proteesi rakentuu kuitenkin aina yksilöllisesti ja komponentit vaihtelevat asiakkaan mukaan. Säari- ja reisiproteeseihin voidaan valmistaa myös säarikosmetiikka, joihinkin reisiproteeseihin voidaan tehdä kosmetiikka myös reiden kohdalle. (Murphy 2013: 77–85, 91–100).



Kuvio 2. sääriproteesi ja reisiproteesi (Kuva: Roosa Hämäläinen 2021)

4.2 Lonkkaproteesi

Lonkkaproteesissa on linerin ja holkin sijaan lonkkakori, johon kiinnittyy suoraan lonkkanivelkomponentti. Proteesi jatkuu tästä reisiputkella, polvinivelellä, sääriputkella ja jalkaterällä. (Murphy 2013; 102–106.) Lonkkaproteesiin voidaan tehdä kosmetiikka koko proteesin pituudelle.



Kuvio 3. Lonkkaproteesi (Kuva: Roosa Hämäläinen 2021)

5 Säärikosmetiikka

Säärikosmetiikka on proteesin osa, joka imitoi säären ulkomuotoa. Perinteinen säärikosmetiikka valmistetaan polyuretaanista tehdystä ahiosta hiomalla se silmämääräisesti asiakkaan säären malliseksi. Polyuretaani kosmetiikka, kiinnitetään proteesin säärputkeen usein liimaamalla. Tällaisen kosmetiikan päälle tulee aina nylonsukka suojaamaan polyuretaania, jotta sen pinta ei murenisi täysin. Polyuretaanista valmistettua kosmetiikkaa asiakas ei voi itse poistaa proteesin päältä niin halutessaan. Kosmetiikka joudutaan irrottamaan myös ja korvaamaan uudella, jos proteesin linjaukseen tehdään säätöjä, tai proteesia muokataan muuten. Polyuretaanista valmistetun kosmetiikan päälle on olemassa valmiita silikonista valmistettuja ihonkaltaisia kuoria. Silikoni kuoria on saatavilla eri ihonsävyissä ja valmiiden tuotteiden lisäksi niitä voidaan valmistaa myös yksilöllisesti. (The Australian orthotic prosthetic association 2018).

Viime vuosina markkinoille on tullut myös 3D-tulostettuja proteesikosmetiikkoja. Kosmetiikkoja on saatavilla monen tyyliä ja kaikissa eri väreissä ja kuoseissa. Tällaiset kosmetiikat ovat yleensä proteesinkäyttäjälle omakustanteisia. Yritykset, jotka valmistavat 3D-tulostettuja kosmetiikkoja, ovat yleensä yksityisiä yrityksiä, jotka eivät ole tekemisissä proteesien valmistuksen kanssa, eivätkä välttämättä henkilökohtaisesti kohtaa proteesinkäyttäjää. (The Australian orthotic prosthetic association 2018).

3D-tulostettuja kosmetiikkoja valmistavat yritykset ovat suunnitelleet yrityksilleen tietyt mallit, joista asiakas valitsee itselleen mieluisimman. Kosmetiikkoja voi muokata tiettyjen raamien puitteissa. Asiakas voi valita itse kosmetiikan värimaailman, mutta erikoisemmat värit tai kuvat maksavat lisää. Asiakkaan vastuulle jää proteesin ja mahdollisen terveen jalan mittojen ottaminen ja tietojen lähettäminen yritykselle, joka kosmetiikan valmistaa.

6 3D-skannaus ja mallintaminen

3D-Skannaus on menetelmä, jolla voidaan tallentaa mitä tahansa pintoja kolmiulotteiseksi kuviksi. Skannaukseen voidaan käyttää eri toimintamenetelmiä käyttäviä 3D-skannereita. Esimerkiksi laseria käyttävät skannerit tai strukturoitua valoa käyttävät skannerit. Skannaus voidaan tehdä myös kuvamittauksella, mikä mahdollistaa suurienkin objektien skannaamisen. Kuvamittauksessa kohteesta otetaan paljon valokuvia ja tietokoneohjelma rakentaa kuvista 3D-mallin käyttäen kuvista poimimiaan kiintopisteitä. (Bitfab n.d)

Skannattua esinettä, tilaa tai muuta, voidaan jälkikäteen muokata mallinnusohjelmilla. Tulostusta varten tiedostoja voidaan siistiä, tai kokoa muuttaa. Tiedostoihin voidaan lisätä haluttuja muotoja, muokata tulostettavan kappaleen pinnan struktuuria tai tehdä muita tarvittavia muutoksia. Mallinnusohjelmilla voidaan myös luoda täysin uutta piirtämällä 3D:nä.

7 Hartsivalu

Hartsivalussa valmistetaan lujitemuovituote, joka apuvälinetekniikassa useimmiten tarkoittaa proteesiholkkia, mutta myös ortooseja voidaan tehdä lujitemuovista. Lujitemuovi on kertamuovia, kuten epoksihartsia, vahvistettuna jollain kuidulla. Yleisimmin kuituna käytetään lasikuitua ja hiilikuitua. Myös luonnonkuituja voidaan käyttää lujitemuovin valmistuksessa. Kertamuovit taas ovat muoveja, jotka valmistusprosessissa kovettuvat, eivätkä ole helposti uudelleen sulatettavissa ja käytettävissä. (Muoviteollisuus ry n.d).

Apuvälinetekniikassa hartsivalu tehdään yleensä märkävaluna alipaineen avulla. Hartsi imeytetään kahden muovikalvon väliin kerrostettuihin lujite materiaaleihin. Alipaineen avulla varmistetaan ilmakuplien poistuminen ja hartsin hyvä imeytyminen kuituihin. Ilmakuplat heikentävät lujitemuovin rakennetta, kun kuitukerrokset eivät sitoudu toisiinsa hartsilla. (Annala; Mustakangas; Vuorinen n.d.)

8 Tuotekehitys

Tuotekehitys on laaja prosessi, joka liittyy tarpeeseen. Esimerkkeinä tarve täysin uudelle tuotteelle, tarve vanhan tuotteen parantamiselle tai tarve tuotteen valmistuskustannuksien alentamiselle. Tarve tarvitsee kuitenkin tuekseen mahdollisuuden toteutukselle. Tarve ja toteutusidea voivat tulla sattumalta tai niitä voidaan työstää tarkoituksella. Tarasteleman teoksen mukaan tuotekehitys prosessin eteneminen voidaan jakaa neljään osaan. Käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. (Jokinen 2001).

Käynnistäminen lähtee siitä, että on idea tai ideoita ja mahdollisuus lähteä toteuttamaan niitä. Esiin tulleista vaihtoehdoista valitaan se, jota lähdetään työstämään tuotteeksi. Yrity maailmassa, valitusta tuoteideasta luodaan kehitysehdotus, joka sisältää kuvauksen tuotteesta, tekniset ja taloudelliset vaatimukset, käytettävissä olevat resurssit sekä alustavan aikataulun. Ehdotuksen mennessä läpi seuraa luonnosteluvaihe, jossa ideoitua tuotetta lähdetään jalostamaan eteenpäin. Luonnosteluvaiheessa ei vielä pyritä valmiisiin ratkaisuihin. (Jokinen 2001).

Kehittämisvaiheessa luonnosteluvaiheessa syntyneitä ratkaisuja lähdetään tarkentamaan ja optimoimaan. Pyritään löytämään luonnoksesta mahdolliset ongelmat ja korjaamaan ne. Lisäksi tutkitaan parempia vaihtoehtoja esimerkiksi käytettäville materiaaleille. Viimeistely vaiheessa tuotekehitys on siinä vaiheessa, että valmistusmenetelmät ja materiaalit on päätetty. Tuotteen koosta ja arvosta riippuen tässä vaiheessa prosessia voidaan valmistaa prototyyppi ja sarjatuotettavista nollasarja ennen varsinaisen valmistuksen aloitusta. (Jokinen 2001).

9 Säärikosmetiikan suunnittelu

Opintojen alkuvaiheessa etsin ahkerasti tietoa apuvälinetekniikasta, tiedon haussa käytin paljon myös sosiaalista mediaa, joka johti minut 3D-tulostettujen säärikosmetiikkojen pariin. Ensimmäisen vuoden aikana aloin pohtimaan, voisiko apuvälinetekniikassa jo valmiiksi käytettävää märkälaminointia hyödyntää säärikosmetiikan valmistuksessa. Meille puhuttiin paljon 3D-skannauksen tulemisesta apuvälinealalle ja pääsimme kokeilemaan eri keinoja hyödyntää 3D-skannausta ja mallintamista apuvälineiden valmistuksessa. Kiinnostuin kahden erilaisen tekniikan yhdistämisestä ja lähdin suunnittelemaan säärikosmetiikkaa, jonka valmistuksessa käytettäisiin 3D-skannausta ja märkälaminointia.

Säärikosmetiikkaan halusin tuoda luonnollisen säären muodon ja se onnistuisi 3D-skannaamalla. Unilateraalisesti amputoiduilta voitaisiin skannata terve jalka ja mallintamalla peilata se proteesijalan puoleiseksi. Bilateraalisesti amputoiduille voitaisiin luoda säärikirjasto, josta valittaisiin asiakkaan mittoihin sopivin sääri tai mahdollisimman lähellä asiakkaan mittoja oleva mallisääri, josta voitaisiin mallintaa sopivan kokoinen.

Markkinoilla on 3D-tulostettuja säärikosmetiikkoja, mutta niiden materiaalit ovat kovia joustamattomia muoveja ja koin valikoimista puuttuvan säärikosmetiikan, jossa on sekä aito säären muoto, että joustavampi materiaali. Märkälaminoinnalla on mahdollista käyttää elastisempaa materiaalia, kuin 3D-tulostettaessa ja märkälaminointi on vielä tällä hetkellä saavutettavampi valmistusmenetelmä apuvälinepajoilla kuin 3D-tulostaminen.

9.1 Muotoilu ja ominaisuudet

Lähdin piirtämään paperille erilaisia säären muotoja ja nilkan, sekä polven alueen linjoja. Pääasiallisen muotonsa valmistettava testikappale tulee saamaan 3D-skannauksen kautta asiakkaan säärestä. Bilateraalisesti amputoidulle asiakkaalle voidaan käyttää toisen henkilön skannattua säärtä, kun ei ole mahdollista käyttää asiakkaan omaa säärtä. Muotoilultaan haluan kosmetiikan olevan sellainen, että sen saa tarvittaessa poistettua proteesin päältä, jotta käyttäjä voi itse valita onko kosmetiikka kiinni proteesissa vai ei ja, jotta proteesin huoltotoimenpiteet on helpompi suorittaa.

Säärikosmetiikan linjat tulevat olla sellaiset, että ne eivät häiritse proteesin käyttöä. Kosmetiikan alaosan tulee olla muotoiltu niin, että proteesijalkaterä saa toimia ilman häiriötä. Linjan tulee siis myötäillä jalkaterän yläosaa ja mielellään olla irti siitä. Kosmetiikan kiinnityksen tulee olla sellainen, että kosmetiikka ei heilu proteesin päällä.

9.2 Materiaalien valinta

Materiaalien valintaa lähdin tekemään sen pohjalta, mitä apuvälinepajalla on valmiiksi saatavilla, koska tarkoituksena on suunnitella tuote, jonka pystyy valmistamaan millä tahansa apuvälinepajalla. Koska valmistusmenetelmäksi valikoitui märkälaminointi, piti säärikosmetiikan materiaali valita vain kovan ja joustavan hartsin välillä. Säärikosmetiikan ideointi vaiheessa, olin jo päättänyt, että kosmetiikan tulee olla joustavampi, kuin

markkinoilta saatavat. Valinta hartsien välillä oli siis helppo, ja testiversio valmistettaisiin joustavasta akryylihartsista.

Säärikosmetiikan kiinnityksen ja sulkemisen materiaalien valinta, oli hankalampaa kuin itse valmistusmateriaalin valinta. Leipzigin apuvälinemessuilla kävin tutkimassa, kosmetiikkoja valmistavien yritysten tapoja kiinnittää kosmetiikka proteesiin, mutta mikään ei tuntunut sopivalta juuri tähän tuotteeseen. Tutkin runsaasti vaihtoehtoja magneeteista aina kaapeli- ja putkikiinnikkeisiin. Yksi syy näiden kiinnitystapojen sopimattomuuteen on se, että niitä on harvoin valmiiksi pajalla. Myös kaikki lisättävä kiinnitysmateriaali tuo kosmetiikkaan lisää painoa ja se ei ole ihanteellista käyttömukavuuden kannalta.

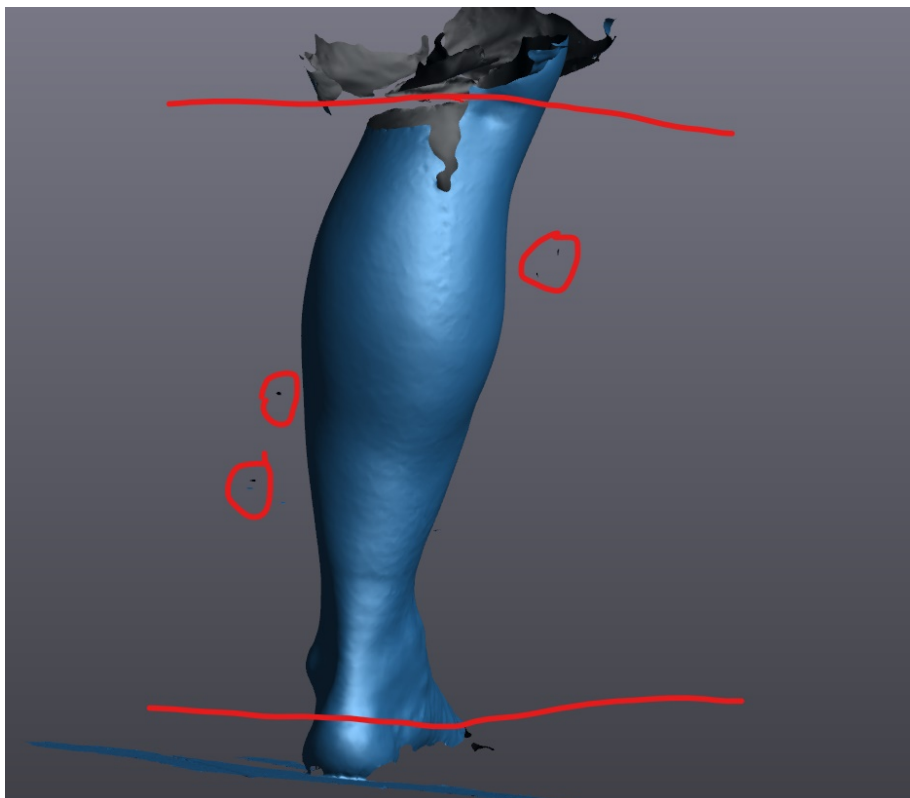
10 Testiversioiden valmistus

10.1 Skannaus ja mallinnus

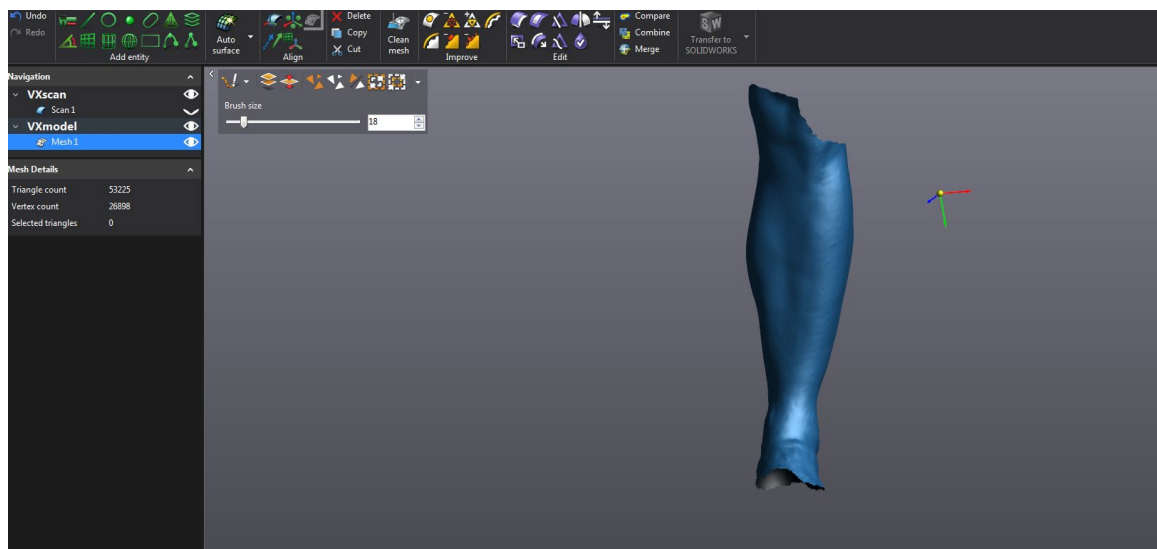
Testiversiota varten skannasin tervejalokaisen opiskelijan vasemman säären, jonka mallinsin oikeanpuoleiseksi sääreksi. Skannaus tehtiin niin, että opiskelija seiso i mahdollisimman luonnollisessa ja rennossa asennossa. Skannaus toteutettiin seisten, koska jalkapohjan muotoja ei säärikosmetiikan valmistukseen tarvittu. Säären skannaus onnistui hyvin tasaisesti valaistussa huoneessa.

Skannausta lähdin käsittelemään go!scan 3D skannerin mukana tulevalla vx elements ohjelmalla. Ensimmäisenä siivosin skannattua kuvaa skannauksessa syntyneestä roskasta (Kuvio 4.) Roskien siistimisen jälkeen leikkasin skannauksesta ylimääräiset pois, kuten jalkaterän ja polven yläpuolelle skannautuneet muodot (Kuvio 5.) Skannauksen ollessa kuvion viisi esittämässä vaiheessa, sitä oli helpompi tarkastella linjauksen ja reunojen muotoilun kannalta.

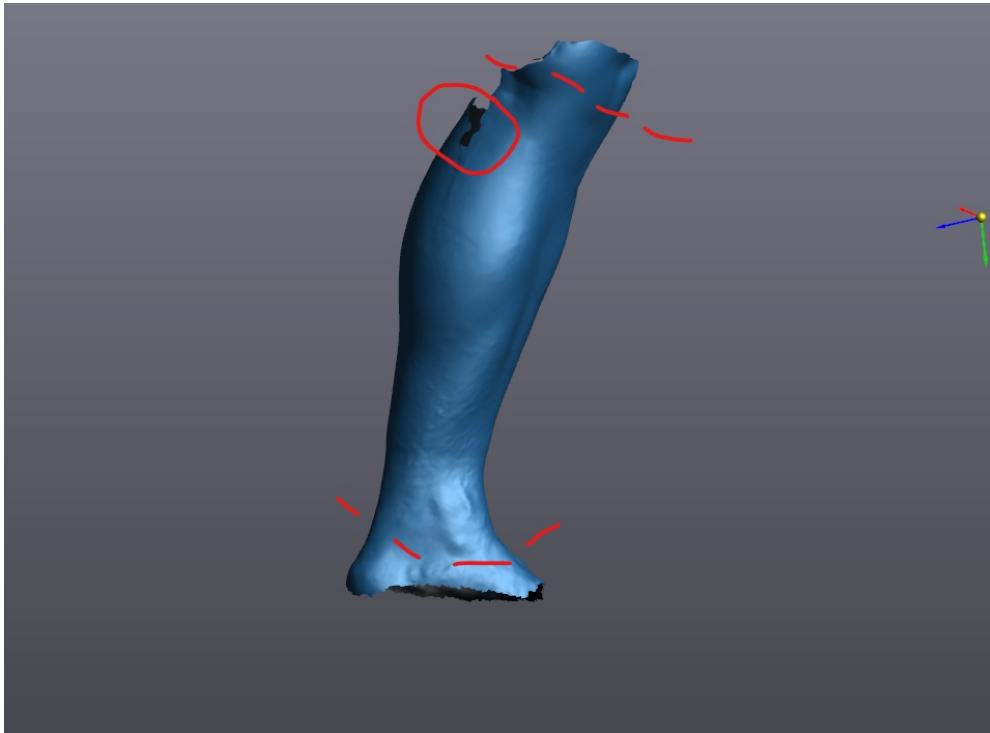
Säären yläosaan taakse oli jäänyt pieni kolo (kuvio 6), skannaustilanteessa ylös nostetun lahkeen ollessa sen edessä ja se vaati pientä täyttöä. Skannaus oli pääosin sileä, joten korjauksia ei paljon tarvittu. Yläreunan ja alareunan linjaus tehtiin niin, että valettavaan testikosmetiikkaan jäi hieman varaa muokkauksille. Korjatun ja trimmatun skannauksen käänsin mirror -toiminnolla vasemmasta säärestä oikeanpuoleiseksi sääreksi, jotta pääsin kokeilemaan, kuinka käytännössä tällainen mallintaminen toimii ja muuttuuko säären mitat.



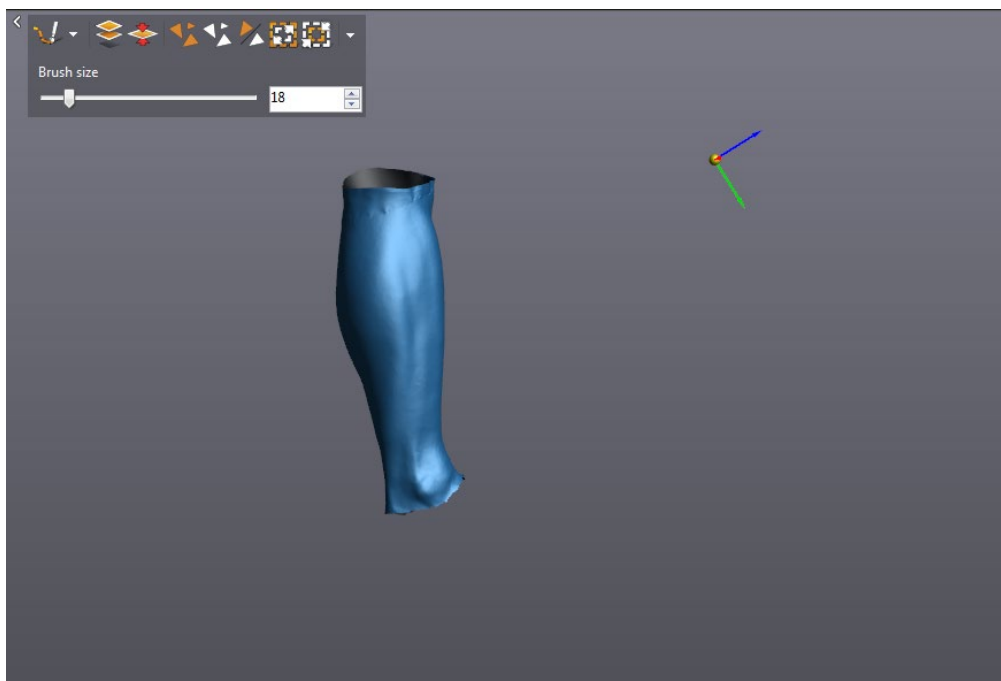
Kuvio 4. Skannattu sääri ilman muokkauksia (kuva: Roosa Hämäläinen ohjelmasta VX elements 2019)



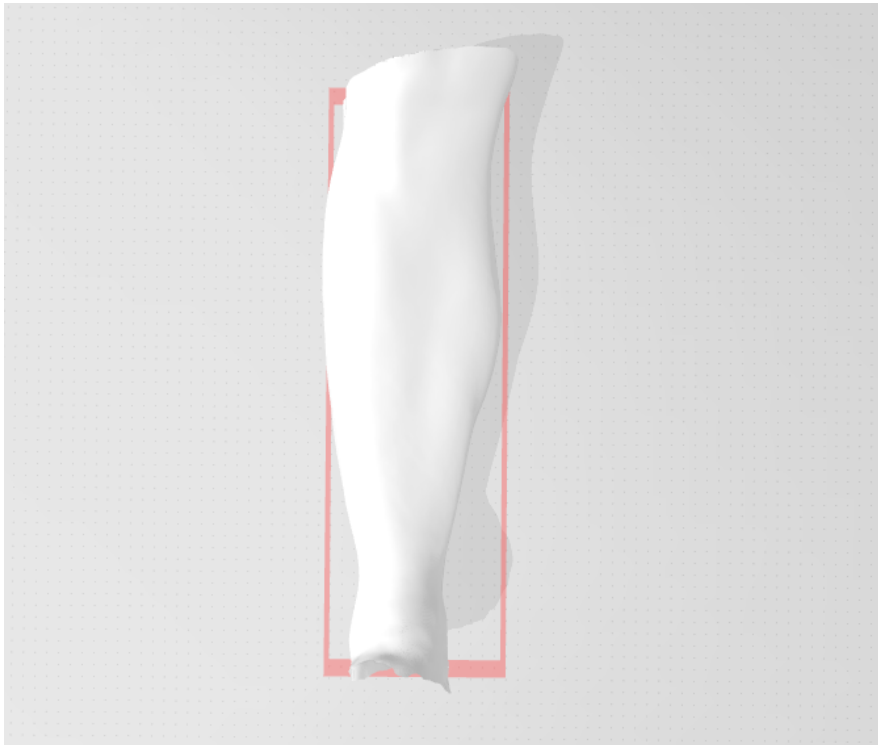
Kuvio 5. Skannattu sääri, josta poistettu ylimääräiset muodot (kuva: Roosa Hämäläinen ohjelmasta VX elements 2019)



Kuvio 6. Skannaukseen syntynyt kolo (kuva: Roosa Hämäläinen ohjelmasta VX elements 2019)



Kuvio 7. Valmis peilattu skannaus lateraalisesti (kuva: Roosa Hämäläinen ohjelmasta VX elements 2019)



Kuvio 8. Valmis peilattu skannaus anteriorisesti (Kuva: Roosa Hämäläinen ohjelmasta meshmixer 2019)

10.2 Positiivin valmistus ja märkävalu

Märkälaminointia varten valmistettiin positiivi koulun jyrsimellä. Positiivi jyrsittiin polyuretaanihiosta vastaamaan 3D- skannattua ja mallinnettua säärtä. Jyrsintävaiheeseen en itse päässyt mukaan, joten kuvia siitä työvaiheesta ei ole. Alla kuitenkin kuva valmiista positiivista, johon olen hahmotellut etuosan keskilinjaa ja ylä- ja alaosan mahdollisia linjauksia.



Kuvio 9. Polyuretaaniahiosta jyrstetty positiivi ja linjaus merkintöjä (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)



Kuvio 10. Valun valmistelu (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Seuraava askel koeversion valmistamisessa oli märkälaminointi. Jyrsitty positiivi oli pintamateriaaliltaan niin karhea, että ennen alinta kalvoa näin parhaaksi peittää positiivi ohuella sukalla, jotta kalvon saa helpommin vedettyä positiivin päälle. Kalvon jumittaessa positiivia vasten siihen voi muodostua ryppejä, jotka näkyvät valmiissa tuotteessa.



Kuvio 11. Positiivi ja lasikuitusukkakerrokset (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Säärikosmetiikan testiversioon käytin Otto Bockin polyesteri valusukkaa ja nyglass polyamidilasikuitusekoitteista valusukkaa. Alimmaisena valuun tuli polyesterisukka kaksinkertaisena ja sen jälkeen nyglass lasikuitusukkaa kaksinkertaisena kaksi kertaa ja vielä lopuksi polyesteri sukkaa kaksinkertaisena. Polyesterisukan neulos on tiheämpi ja näkyy valmiissa valussa sileämpänä, siksi kokosin valun niin, että alimmaisena ja päällimmäisenä on polyesterisukka ja nyglass sukka niiden välissä. Yhteensä sukkakerroksia tuli testivaluun siis kahdeksan, neljä kerrosta polyesterisukkaa ja neljä kerrosta lasikuitusukkaa.



Kuvio 12. Märkävalu kovettumassa (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Valuun käytin streifenederin joustavaa laminointi hartsia ja värinä askarteluliikkeen hal-
vinta hopeansävyistä akryylimaalia. Kumpaakaan edellä mainituista tuotteista en ollut
aiemmin valussa käyttänyt. Joustavaksi jäävä hartsi ei käytöltään poikennut kovasta
hartsista, joten sen käyttöä en epäillyt. Akryylimaalia kokeilin, koska niistä on saatavilla
niin laajalti värejä metallinhoitoisista neonkirkkaisiin ja akryylimaalin toimivuus lisäisi vä-
rivaihtoehtoja kosmetiikalle.

10.3 Säärikosmetiikan muotoilu



Kuvio 13. Alipaineesta purettu valu (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Kuvio 14. Avauslinjojen hahmottelua (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Valu kovettui normaalisti, eikä käyttämäni akryylimaali vaikuttanut materiaalinlaatuun. Ennen polyuretaanipositiivin päältä purkamista hahmottelin kosmetiikan avauslinjoja teipillä ja lyijykynällä. Lyijykynä sotki kosmetiikan, mutta jäljet lähtivät saippuavedellä. Mikä vahvasti oletusta valuna valmistettavan kosmetiikan paremmasta puhdistettavuudesta verrattuna perinteiseen polyuretaani kosmetiikkaan ja nylonsukkaan.



Kuvio 15. Avattu kosmetiikka (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Avattuani hartsivalun, yllätyin kuinka joustava ja pehmeä kosmetiikka on. Joustavuudesta huolimatta se piti muotonsa ja palautui muotoon venyttämisen jälkeen. Totesin kahden sauman avauksen näin joustavassa kosmetiikassa täysin turhaksi, yksi sauma sisäisivulle tai taakse riittää hyvin kosmetiikan pukemiseen proteesin päälle. Materiaalin pehmeys miellytti myös siksi, että se ei kolise kovia pintoja vasten kuten kovempi muovi.

10.4 Testikiinnitys



Kuvio 16. Tarranauhojen niitit kosmetiikan etuosassa (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Kosmetiikan lopullinen kiinnitysmenetelmä on vielä työn alla. Halusin kuitenkin nähdä miltä hartsivalettu kosmetiikka näyttää proteesissa, joten tein kiinnityksen niiteillä ja tarranauhalla. Tämä kiinnitys ei tule toimimaan lopullisessa tuotteessa, koska tarranauhaa ei ole mahdollista saada tarpeeksi kireälle ilman, että kosmetiikka asettuu proteesissa huonosti ja näyttää siltä, että kosmeettinen sääri on liian takana.



Kuvio 17. Ensimmäisen testiversion kokeilu osittaisen proteesin päälle (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Kuvion 17 kuvissa näkee kuinka tarrakiinnitys jää löysäksi ja kosmetiikka roikkuu säärputkessa. Oikeanpuoleisessa kuvassa näkee kuinka kosmetiikan takaosa tipahtaa jalkaterän kosmetiikan päälle. Kosmetiikan muoto on kuitenkin hyvä ja näyttää sääreltä. myöskään painoa kosmetiikalla ei ole liikaa. Toisenlainen kiinnitys ja avaus parantaisi tuotteen toimivuutta.

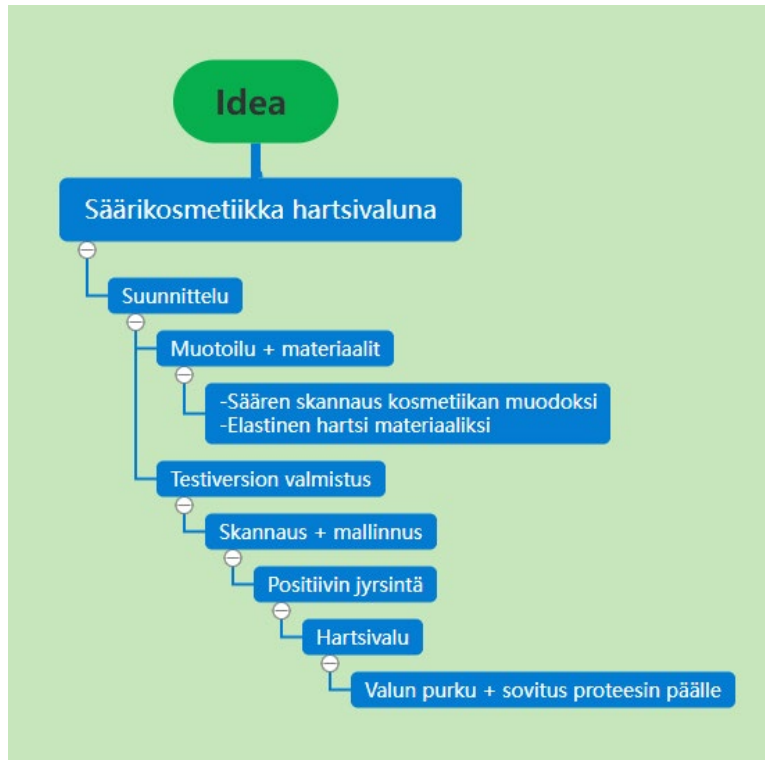


Kuvio 18. Toinen testikosmetiikka (Kuva: Roosa Hämäläinen 2019)

Toisen testikosmetiikan avasin vain keskeltä takaa ja kokeilin, kuinka helposti se on puettavissa malliproteesin päälle. Tämä testikosmetiikka sisälsi vähemmän lujitemateriaalia. Sukkakerroksia oli kaksi vähemmän kuin ensimmäisessä kosmetiikassa ja olikin ominaisuuksiltaan edellistä joustavampi, mutta ei myöskään palautunut muotoon yhtä hyvin. Vaikka testiversioiden ominaisuudet puettavuuteen eivät olleet täysin samat, oli ensimmäinen versio kuitenkin niin joustava, että en epäile sen puettavuutta vain yhdellä saumalla. Lujitemateriaalien hyvä yhdistelmä ja määrä on onneksi helposti kokeilemalla haettavissa.

10.5 Prosessin kulku

Alla kuvattuna tuotekehitysprosessin eteneminen nykyiseen vaiheeseensa.



Kuvio 19. Tuotekehitysprosessin eteneminen (Kuva: Roosa Hämäläinen 2021)

11 Tuotekehitystyön tulos ja johtopäätökset

Tuotekehitysprosessi jäi vielä keskeneräiseksi. Prosessi jäi vaiheeseen, jossa on valmistettu kaksi testikosmetiikkaa hieman eri lujitemateriaali määrillä. Tuotekehitysprosessin tuloksena on kehityskelpoinen idea ja testiversio, joka selkeyttää tuotekehityksen jatkamista. Prosessi eteni melko tasaisesti ideasta, skannauksen, mallintamisen ja positiivin jyrkännän kautta säärikosmetiikan testiversioiden valmistukseen. Kehitysprosessi olisi voinut edetä systemaattisemmin, jos alkuinnostuksena heränneistä ideoista olisi malttanut karsia pois ylimääräiset ja pohtia tuotetta pidemmälle.

Prosessin aikana valmistuneet testiversiot varmistivat, että elastinen hartsi on oikea valinta materiaaliksi. Materiaalin joustavuus ja pehmeä pintatuntuma sopivat mielestäni hyvin säärikosmetiikkaan. Joustava hartsi tuo luontaisemman tuntuman kosmetiikkaan, kuin proteesiholkeissakin käytettävä kova hartsi. Lisäksi elastisesta hartsista valmistetuna kosmetiikka ei kolise niin äänekkäästi, mikä on toivottava ominaisuus säärtä imitoivassa tuotteessa.

Valmistusmenetelmää muuttaisin niin, että asiakkaalta skannaisin myös käytössä olevan sääriproteesin. Mallinnusohjelmalla olisi mahdollista sovittaa skannattu sääri ja skannattu proteesi yhteensopiviksi. Kiinnostaisi kokeilla voisiko kosmetiikan kiinnitys toteutua muotoilemalla kosmetiikan yläosa tiiviiksi proteesin holkkia vasten. Jos säären muodon säilyttäminen ei mahdollista täysin tiivistä muotoa, voisi jäljelle jäävän raon täyttää jollain pehmeällä kitkaa omaavalla materiaalilla, joka tiivistäisi kosmetiikan kiinni holkkiin.

Toivoisin, että kosmetiikka voitaisiin tehdä joko kokoaikaiseen käyttöön ilman kuorikon avausta tai niin, että käyttäjä voi halutessaan poistaa kosmetiikan proteesin päältä esimerkiksi urheilua varten. Kokoaikaisesti käytettävän kosmetiikan alaosaan voisi tehdä aukot, joiden kautta pystyisi säätämään jalkaterän linjausta, jolloin kosmetiikka olisi mahdollista avata vain ylä- ja alaosasta. Käyttäjän itsensä poistettavissa olevan kosmetiikan tulisi aueta yhdeltä sivulta ja olla lukittavissa paikalleen. Vapaasti käytettävän kosmetiikan kiinnitysmenetelmä vaatisi vielä kehittelyä.

12 Pohdinta

Säärikosmetiikan valmistaminen hartsivaluna 3D-skannauksen pohjalta toimii mielestäni hyvin. Tuote on vielä kesken, mutta jatkokehittämisellä varmasti toimiva. Vaikka 3D-tulostamisen käyttö on yleistymässä monissa yrityksissä, uskon tilaa olevan myös tällaiselle osittain perinteisin menetelmin valmistettavalle tuotteelle. Tuotekehitysprosessi avasi hyvin ideaani ja oli hieno huomata, että se myös toimii.

Tuotekehittely vaatii testiversioita, jotta voidaan todeta, mikä toimii ja mikä ei. Ennen testiversion valmistusta ajatukset säärikosmetiikan kiinnityksestä proteesiin ja muodosta olivat hyvin erilaiset kuin testiversion valmistuksen jälkeen. Harva tuote on valmis jo ideointivaiheessa ja valmiiksi mietittyjen ratkaisujen karsiutuminen on luontaista testiversioiden valmistuksen aikana. Seuraava vaihe olisi luonnollisesti se, että pääsisi työstämään tuotteelle jatkoa, mielellään asiakkaan kanssa ja saisi palautetta käyttäjältä mikä kosmetiikassa toimii ja mikä ei.

Itse tuotteen ideointi ja kehittämisen jatko suunnittelu eivät olleet opinnäytetyön kannalta hankalia asioita. Teoreettiseen viitekehykseen oli haastava löytää hyviä lähteitä proteesin ulkonäön vaikutuksesta kehonkuvaan tai itsetuntoon. Yllätti myös, kuinka heikosti 3D-tekniikoista löytyy tieteellistä lukumateriaalia. Apuvälinetekniikka on alana etenkin Suomessa pieni ja kaikki lähdemateriaali on löydettävä englanniksi tai muilla kielillä, jos kielitaito siihen riittää.

Suomen sisällä näkisin, että hartsivaluna tehtävä säärikosmetiikka voisi toimia sellaisilla apuvälineklinikoilla, joilla ei ole halua sijoittaa 3D-tulostimeen, mutta tahtoisivat tarjota asiakkaille vaihtoehtoisia säärikosmetiikkoja. Tulostimet ovat vielä hintavia ja vievät myös tilaa. Hartsivalulle apuvälineklinikoilla on tarvikkeet ja tilat valmiina. Pelkkä 3D-skanneri on myös yritykselle pienempi kuluerä kuin tulostin ja mallinnetun positiivin voi tilata yrityksen ulkopuoliselta toimijalta.

En päässyt tuotekehitysprosessissa niin pitkälle, että olisin saanut laskettua kustannukset hartsivaluna tehtävälle kosmetiikalle ja verrattua kustannuksia 3D-tulostettujen kosmetiikkojen kustannuksiin. Hinta arviota kosmetiikalle ei ole siis antaa. Materiaaliltaan elastisesta hartsista valettu kosmetiikka on kuitenkin näkemiini 3D-tulostettuihin kosmetiikkoihin verrattuna miellyttävämpi. Tulostettavia materiaaleja tulee toki lisää ja kompo-

siirtiratkaisuja kehitetään, mutta hartsi on jo apuvälineteknikoille tuttu materiaali ja helposti saatavilla. Hartsivalettua kosmetiikkaa, ei myöskään tarvitse jälkikäteen enää maalata vaan värit ja kuviot saadaan kosmetiikkaan valun yhteydessä.

Lähteet

Alleles n.d. Saatavilla osoitteessa < <https://alleles.ca/>> Luettu 5.10.2021.

Annala, Minna; Mustakangas, Mika; Vuorinen, Jyrki n.d. Komposiitit, loputtomasti mahdollisuuksia. Muoviteollisuus ry. Saatavilla osoitteessa <file:///C:/Users/Roosa/AppData/Local/Temp/komposiitit_-_loputtomasti_mahdollisuuksia.pdf> Luettu 21.4.2021.

Bitfab n.d. Types of 3D scanning technologies: comparison, advantages and applications. Saatavilla osoitteessa <<https://bitfab.io/blog/types-of-3d-scanning/>> Luettu 1.11.2021.

Huittinen, Veli Matti & Solonen, Kauko A. 1991:71. Amputaatiot ja proteesit. Helsinki: Proteesisäätiö

Jeffries, G. Edward M.D 1999. Fittin for hip disarticulation and hemipelvectomy level amputations. In Motion. Saatavilla osoitteessa < https://3w568y1pmc7umeynn2o6c1mywpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2015/07/pros_primer_hip_dis.pdf > Luettu 22.4.2020.

Jokinen, Tapani 2001. Tuotekehitys. Aalto – yliopisto. E-kirja. Saatavilla osoitteessa < <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf> > Luettu.17.10.2021.

Juutilainen, Vesa 2009. Diabeettisen jalan osittaiset amputaatiot. Duodecim Käypä hoito. Saatavilla osoitteessa < <https://www.kaypahoito.fi/nix01337> > Luettu 23.4.2020.

Limb-Art n.d. Saatavilla osoitteessa < <https://limb-art.com/> > Luettu 05.10.2021.

Ma, C.Benjamin 2018. Leg or foot amputation. Medlineplus. Saatavilla osoitteessa <<https://medlineplus.gov/ency/article/007365.htm>> Luettu 6.5.2021.

Murphy, Douglas 2013. Fundamentals of Amputation Care and Prosthetics. E-kirja. New York Demos Medical Publishing.

Murray, Craig.D & Fox, Jezz. 2002. Body image and prosthesis satisfaction in the lower limb amputee. Disability and Rehabilitation

Saarela,Olli;Airasmaa, Ilkka ; Kokko, Juha ; Komppa, Veikko 2019. Komposiittirakenteet. Saatavilla osoitteessa <<https://www.lujitemuovi.fi/valmistustekniikka/5-1-valmistusmenetelmat/> > Luettu 21.4.2021.

Shiel Jr, William C n.d. Medical Definition of Amputation. MedicineNet. Saatavilla osoitteessa <<https://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=12537>> Luettu 31.3.2020.

Smith, Douglas G. MD n.d. Hip disarticulation and transpelvic amputation levels. Saatavilla osoitteessa <<https://amputeelawyer.com/hip-disarticulation-or-hemipelvectomy/higher-challenges-the-hip-disarticulation-and-transpelvic-amputation-levels/> > Luettu 22.4.2020.

Suomen amputoidu ry n.d. Amputoidun opas 4–5. Saatavilla osoitteessa <<https://1593522.166.directo.fi/@Bin/69d5f584d7dc3d7ce206b6739991a0f6/1620912135/application/pdf/178812/AMPUTOIDUN%20OPAS.pdf>> Luettu 16.5.2021.

The Australian orthotic prosthetic association 2018. Cosmetic prostheses for people with limb loss. Saatavilla osoitteessa <<https://www.aopa.org.au/documents/item/724>> Luettu 13.5.2021.

Ward Khan, Yasmin; O'Keeffe, Fiadhait; Nolan, Maeve; Stow, Jacqui; Davenport, John 2021. "Not a whole woman": an interpretative phenomenological analysis of the lived experience of women's body image and sexuality following **amputation**. School of Psychology, Trinity College, Dublin Ireland. Saatavilla osoitteessa <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31190570/>> Luettu 21.3.2021.

Össur n.d. Levels of amputation. Saatavilla osoitteessa < <https://www.ossur.co.za/prosthetic-solutions/information-for-amputees/leg-amputation/levels-of-amputation> > Luettu 23.4.2020.