



LAPIN YLIOPISTO
UNIVERSITY OF LAPLAND

Pro gradu -tutkielma

Täyttötyötä palveleva ruskeakarhun kita

3D-tekniikoiden hyödyntäminen konservoinnin komponenttivalmistuksessa

Topi Juusola
Lapin yliopisto
Teollinen muotoilu

Lapin yliopisto, taiteiden tiedekunta

Työn nimi: Täyttötyötä palveleva ruskeakarhun kita – 3D-tekniikoiden hyödyntäminen konservoinnin komponenttivalmistuksessa
 Tekijä: Topi Juusola
 Koulutusohjelma: Teollinen muotoilu
 Työn laji: Pro gradu -tutkielma
 Sivumäärä: 96
 Vuosi: 2026

Tiivistelmä

Eläinten täyttämisellä on pitkät perinteet, siinä pääideana on korvata kaikki säilymätön ja ikääntyessään muuttuva aines vastaavilla, mutta ei aikaan reagoivilla materiaaleilla. Täyttökomponentteja ei juurikaan ole valmistettu ennen 3D-tekniikoita hyödyntäen. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää erilaisten prototyyppien ja asiantuntijahaastattelun avulla vastaus tutkimuskysymykseen; miten kuluttajalaatuaisella 3D-skannerilla ja -tulostimella voi tuottaa eläinten täytössä käytettäviä näkyviä komponentteja?

Tutkimuksen keskeiseksi osaksi on valittu ruskeakarhun (lat. *Ursus arctos*) leukojen täyttökomenttia imitoiva prototyyppi, joita apuna käyttäen on haastateltu eläintäytön ammattilaista 3D-tekniikoilla valmistetun täyttökomentin potentiaalin arvioinnissa. Pro gradu -tutkielman metodi on muotoilu tutkimuksen kautta (eng. research through design). Alkuperäiset referoitavat tutkimusaineistot ja täyttöprosessin aiheeseen tutustuttaminen on saatu *Suomen täyttötarvike* -yritykseltä.

Tutkimuksen keskeisinä löydöksinä voi pitää sitä, että kuluttajalaatuinen laitteisto riittää näkyville jäävän täyttökomentin valmistukseen, tietyin edellytyksin. 3D-tekniikoilla on lisäksi omia hyviä puolia muihin perinteisempiin komponenttien valmistusmenetelmiin verrattuna. Tekniikoiden suurin voima piilee kappaleen muokattavuudessa tarpeen mukaan sekä muottitekniisten rajoitteiden kiertämisellä materiaalia lisäävän tekniikkansa avulla. Johtopäätöksenä on, että muotoilu tutkimuksen kohteena toimii täyttökomentin vaatimusten rajaamis- ja kohdentamismenetelmänä. Aiheen jatkotutkimus kannattaa pitää konkreettisella tasolla ja selvittää esimerkiksi eri tulostettavien materiaalien rajoitteita ja mahdollisuuksia.

Avainsanat: teollinen muotoilu, tuotemuotoilu, 3D-tulostus, 3D-skannaus, prototyyppi, taksidermia

University of Lapland, Faculty of Art and Design

Title: A Brown Bear Jaw for Taxidermy – Utilizing 3D Technologies in Component Production

Author: Topi Juusola

Degree programme: Industrial Design

Type of Thesis: Master's thesis

Number of pages: 96

Year: 2026

Abstract

Taxidermy has very long-continued traditions. The focus in taxidermy is to replace all parts of the animal that either change its shape or spoils with materials that can withstand time. Taxidermy components have rarely been produced using 3D technologies. The focus of this master's thesis is to look and find if there are ways to produce a component for taxidermy that be on show in finished in a taxidermy piece. The component made during research for this thesis was made by using a consumer-level 3D scanner and a printer. The evaluation of the finished prototypes was made by consulting a professional taxidermist.

The main prototype of the master's thesis is a model created to represent a taxidermy component to replace brown bears' (*Ursus arctos*) jaws. The prototype is used as an example in the interview of the professional taxidermist to find out the true potential of these methods. The Research method of the thesis is research through design, guiding the way prototypes are made and tested. Original taxidermy components and further guidance in the field are provided by the *taxidermy supply Finland* -taxidermy component shop.

The main findings of the master's thesis are that the consumer-level machines are capable enough to produce taxidermy components under certain conditions. There are also benefits in using 3D - techniques over more traditional ways of producing components. The biggest advantage that 3D - techniques have over other manufacturing methods is that there are opportunities to modify the model as needed. In addition, 3D-techniques can skip the mold release problem that the material adding techniques do not have. The study concludes that research through design functions effectively as a method for defining and focusing on the requirements of taxidermy component development. Future research should remain practice-oriented and could, for example, investigate the limitations and possibilities of different printable materials in greater detail.

Keywords: industrial design, product design, 3D printing, 3D scanning, prototyping, taxidermy

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Abstract	3
Sisällysluettelo	4
1 Johdanto	6
1.1 Tausta ja lähtökohdat	6
1.2 Tutkimusongelma.....	7
1.3 Tavoitteet ja motivaatio.....	7
1.4 Menetelmä ja aineisto	9
1.5 Suomen täyttötarvike Tmi.....	9
1.6 Tutkimuksen rakenne	11
2 Teollinen muotoilu, prototypointi ja 3D-tekniikat.....	12
2.1 Teollinen muotoilu	12
2.2 3D-tekniikat.....	14
3 Taksidermia, (eläimen) täyttäminen, toppaus, konservointi, trofee ym.	19
3.1 Täytettävät eläimet	19
3.2 Historia.....	20
3.3 Täyttö ja sen periaatteet	21
3.4 3D-tulostetut osat ja tekniikoiden hyödyntäminen tänään	24
4 Tutkimusmenetelmä.....	33
4.1 Laadullinen tutkimus.....	33
4.2 Muotoilu tutkimuksen kautta (eng. research through design).....	33
4.3 Tutkimusaineisto	35
4.4 Aineiston analyysi.....	37
5 Muotoiluprosessi.....	39
5.1 Prototypointilaitteistot ja niiden valinta	39
5.2 Työskentelyrytmin kehittäminen testien kautta (eng. workflow)	41

5.3	Ensimmäiset testit ja niistä opitut asiat	46
5.4	Lopullisen mallin rakentaminen.....	50
5.5	Mallintaminen	51
6	Asiantuntijahaastattelu.....	54
6.1	Haastattelun toteutus	54
6.2	Prototyyppejä.....	55
6.3	Yleisiä havaintoja.....	57
6.4	Mahdollisia tulevia testejä.....	58
6.5	Yhteenveto haastattelusta.....	59
7	Tulokset	61
7.1	Tuloksien muodostuminen.....	61
7.2	Kuluttajalaatuisten 3D-skannauksen ja -tulostuksen soveltuvuus eläintäyttöön	61
7.3	Täyttökomponentilta vaadittavat ominaisuudet	63
7.4	Skannausdatan laatu	64
7.5	Prototyyppi ja tuotteistamisen reunaehdot.....	66
8	Pohdinta	68
8.1	Tulosten merkitys täyttötyölle ja muotoilulle	68
8.2	Luotettavuus, läpinäkyvyys ja aineiston rajaaminen.....	70
8.3	Tutkimusmetodin vastaavuus ja itsereflektio.....	71
8.4	Käsityön ja tuotteistamisen välinen rajapinta	71
8.5	Oma työskentely.....	72
9	Johtopäätökset.....	74
	Lähdeluettelo.....	76
	Kuvalähdeluettelo	79
	Liiteluettelo	82

1 Johdanto

1.1 Tausta ja lähtökohdat

Tutkimus on teollisen muotoilun pro gradu -tutkielma, jossa selvitetään eläinten, yleisesti nisäkkäiden, kalojen ja lintujen täyttämisen tarvittavien komponenttien eli osien valmistusta hyödyntäen eri 3D-tekniikoita. Tutkimuksen tuloksena on, että kyseinen on mahdollista tietyin edellytyksin. Tähän pääsemiseksi tulee kuitenkin huomioida laajasti eri asioita esimerkiksi mallintamiseen, anatomiaan ja valmistettavan komponentin haluttuihin ominaisuuksiin liittyen.

Täyttöprosessissa eli konservoinnissa täytettävän eläimen suuri osa ruumiista vaihdetaan alkuperäisen muotoisiin ja näköisiin esimerkiksi muovista tai lasista valmistettuihin vastaaviin komponentteihin. Lisäksi lihasten ja luiden tilalle vaihdetaan uretaanista valmistettu samankokoinen ja haluttuun muotoon valettu keinoruumis. Vaihdeettavat ruumiinosat ovat yleensä sellaisia, joita ei voi esimerkiksi kutistumisen tai pilaantumisen takia hyödyntää täyttämiseen. Tällaisen estämiseksi täytössä suositaan vastaavia aikaan reagoimattomia osia eli komponentteja, jotka näyttävät mahdollisimman aidolta alkuperäiseen verrattuna. Toisinaan täytön sisään saatetaan vaihtaa esimerkiksi uretaanista valettu karhunkallo ja muovista valmistettu kita hampaineen, sillä yleensä metsästäjä haluaa oikean kallon valkaistuna ja käyttää sitä erillisenä esillepanona, trofeena. Toinen syy vaihtaa karhun alkuperäiset hampaat muovisiin johtuu siitä, että varsinkin isompien nisäkkäiden hampailla on tapana halkeilla ja värjäytyä kuivuessaan. Eläimen halutaan täyttämisen lopputuloksena näyttävän mahdollisimman aidolta ja elävältä.

Pro gradu -tutkimus on kvalitatiivinen ja osa sen aineistoista koostuu ammattilaisten näkemyksistä ja ajatuksista mahdollisesta todellisesta hyödystä täyttötöiden parissa. Tutkin mahdollisuutta hyödyntää erilaisia 3D-tekniikoita kevyiden testien kautta, mutta keskityn lopuksi suurempaan kokonaisuuteen, jonka pohjalta haastatellaan ammattilaista. Tutkimuksen prosessin kautta valmistuu testejä eli prototyyppejä, joita arvioidaan ammattilaisella. Lopullinen prototyyppi on suomalaisen ruskeakarhun kidan mallinnos. Toimin tutkimuksessa tekniikan ja mahdollisuuksien osoittajana. Tulosten oikeellisuuden varmistamiseksi myös kokeneiden eläinten täyttäjien arviot lopputuloksesta ovat tärkeitä. Lopputuloksena toivon saavuttavani konkreettisia mahdollisia implementointisegmenttejä. Yhtä tärkeänä pidän kuitenkin myös testien

todentamista (eng. proof of concept) esimerkkien kautta, sillä niistä voi tietyin edellytyksin ja/tai laitehankinnoin jopa jatkaa pätevään lopputulokseen. En pyri tekemään tutkimuksessa olevista prototyypeistä kaupallisen tuotteen taseisia, vaan eri testien tavoitteena on kartoittaa testattavien ominaisuuksien todellinen toimivuus.

1.2 Tutkimusongelma

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten eri 3D-tekniikoita voidaan hyödyntää täyttötöön tekemisessä. Lisäksi selvitän prosessikaavion omaisesti millaisia toimenpiteitä ja välivaiheita tulee huomioida, jotta päästään onnistuneeseen lopputulokseen. Muotoiluprosessikaaviossa nostan esiin tekijät, joita muotoilijan tulee ottaa huomioon muodonhakuprosessin aikana.

Päätutkimuskysymykseni on:

Miten kuluttajalaatuisella 3D-skannerilla ja -tulostimella voi tuottaa eläinten täytössä käytettäviä näkyviä komponentteja?

Apututkimuskysymyksinä selvitän vastauksen myös seuraaviin kysymyksiin:

Millaisia ominaisuuksia täyttöön valmistetulla komponentilla täytyy olla, jotta se olisi toimiva?

Miten eri 3D-tekniikoita kannattaa hyödyntää, jotta karhun täyttötöössä esille jäävä leuka täyttää sille asetetut laatuvaatimukset?

Millaisia asioita tulee ottaa huomioon prototypoinnissa ja tuotteistamisessa?

1.3 Tavoitteet ja motivaatio

Valitsin kyseisen aiheen pro gradu -tutkimukseeni, sillä täyttötööt ovat kiinnostaneet minua pitkään. Olen kalastanut koko elämäni ja luonnossa liikkuminen on ollut suuri osa sitä ja lisäksi olen ollut partiolainen syntymästani lähtien. Olen suorittanut metsästystutkinnon, kun olin neljätoista, mutta kunnolla harrastus lähti liikkeelle vasta aikuisiällä. Olen aina ollut kiinnostunut luonnonmateriaalien käyttämisestä niiden uniikkien ominaisuuksien ja ekologisuuden takia. Minulle saaliin täysimittainen hyödyntäminen kertoo sen arvostamisesta.

Eläinten täyttäminen vaatii äärimmäistä osaamista ja itsensä ylittämistä. Tilasin ensimmäiset täyttämiseen tarvittavat komponentit muutamalle saaliiksi saamallaeni nisäkkäälle ja linnulle, joilla oli tarkoitus harjoitella täyttämistä. Tilaustarvikemyyjän kanssa keskusteltuani ja hyvän ystäväni innoittamana minulle syntyi ajatus suhteellisen uudenlaisen lähestymistavan testaamisesta eläinten täyttämiseen. Kokonaisuus haastaa sekä itseni että lajin. Voisiko 3D-tekniikoiden avulla päästä jopa aiempaa parempaan lopputulokseen nykyisiin täyttökomponentteihin verrattuna? Voisiko 3D-skannattujen mallien muokkaaminen koneella ja niiden tulostaminen olla uudehko lähestymistapa ikivanhaan lajiin?

Tutkimukseni on tarvekartoitus ja lähestyy alan ammattikäytäntöjä uudesta näkökulmasta. Alaa kehittävä avaukseni voi aiheuttaa ristiriitaisia ajatuksia perinteitä ja lajin historiaa varjeleville. Lajin ammattilaiset ovat tehneet lukuisia täyttöjä opituilla menetelmillä ja materiaaleilla. Lajissa aloittelevan henkilön näin vahva esiintulo ja testailu saattaa aiheuttaa paheksuntaa. Tästä syystä tulosten ja testien tarkkailuun tarvitsen asiantuntijanäkökulman. Osaan testata sen, mihin 3D-tekniikat riittävät, mutta siihen, miten ne täyttävät ammattilaistason vaatimukset, osaa vastata vain alan erikoisasiantuntija.

Tutkimukseni tavoitteena on kartoittaa, millaisia mahdollisuuksia eri 3D-tekniikat tarjoavat. Kiinnostavaa on myös tutkia, löytyykö joitain sellaisia mahdollisuuksia ja ratkaisuja, mitä ei ole aiemmin saavutettu. Tavoitteena on myös tarkastella, onko markkinoilla jo jotain vastaavia kaupallisia ratkaisuja, jotka on saatu joko osittain tai kokonaan tulostamalla.

Pro gradu -tutkielmani on toteutettu yhteistyössä *Suomen täyttötarvike* -yrityksen kanssa. Heidän intressinsä parantaa markkinoilla olevien karhunleukojen muotoilua sekä minun mielenkiintoni ja osaaminen 3D-tekniikoita kohtaan houkutteli kumpaakin osapuolta. Pro gradu -tutkielmaani varten yritys on auttanut yhteyksien luomisessa alan ammattilaisiin ja tietotaidon välittymisessä. Lisäksi he ovat tukeneet pro gradu -tutkielmaani antamalla tutkittavaksi erilaisia täyttökomponentteja. Pro gradu -tutkielmani ei keskity *Suomen täyttötarvikkeen* tai muunkaan kaupallisen alan tarpeisiin vaan suuntautuu tarkemmin mahdollisuuksien kartoittamiseen ja tekniikoiden soveltuvuuden todentamiseen.

1.4 Menetelmä ja aineisto

Kyseessä on laadullinen tutkimus ja tutkimusmetodina tutkimus muotoiluprosessin kautta (eng. research through design). Pro gradun tarkoitus oli tuottaa tietoa muotoiluprosessin menetelmien keinoin, joten muun muassa prototypoinnin aikana tehdyt havainnot olivat osa tutkimusaineistoa. Aineisto sisältää paljon irrallisia mietteitä ja muistiinpanoja, kuten erilaisten testien, kokeiluiden ja niistä syntyneen keskustelun, muun muassa yrityksen kanssa vaihdettuja ajatuksia. Se koostui myös otetuista kuvista ja kirjoitetuista huomioista. Muistiinpanoihin sisältyi myös lyhyitä videoita ja viestittelyä täyttäjien kanssa. Alun ideariihen (eng. brainstorming) jälkeen päädyimme *Suomen täyttötarvikkeen* perustajan kanssa listaan erilaisista ideoista. Näistä täytyi rajata huolella kokonaisuus varteenotettavimmista ja mahdollisimman erilaisista testikohteista. Tutkimuksen lähtöaineistoksi sain *Suomen täyttötarvikkeelta* laajan kollaasin erilaisia täyttökomponentteja, jotka toimivat pohjana tuleville testeille.

Aluksi tarkoitus oli tulostaa erilaisiin sovellutuksiin sekä eläintenosiin liittyen testivedoksia ja lähettää osa niistä alan ammattilaisille tarkasteltavaksi ja kommentoitavaksi. Mahdollista täyttökomponentin todellista testaamista täytössä ammattilaisen puolesta en sulkenut pois, mutta se ei ollut tutkimuksen kannalta välttämättömyys. Testit olivat sen verran alkuvaiheessa, että suurten suuntien selvittäminen oli tärkeämpää kuin tarkka yksityiskohtiin puuttuminen. Loppuen lopuksi kävin kaikkien testien ja viimeisen prototyypin kanssa asiantuntijahaastattelussa, jossa haastateltava pääsi tutustumaan koko tutkimusmateriaaliin.

1.5 Suomen täyttötarvike Tmi

Suomen täyttötarvikkeen verkkokauppa (tayttotarvike.fi) on perustettu eläinentäyttäjien tarpeisiin vuonna 2010. Verkkokauppa kuului ensimmäiset viisi vuotta toiminimelle *Antin täyttö & tarvike*. Antti Kaatrasalo perusti verkkokaupan, alettuaan täyttää eläimiä harrastusmielessä. Kaatrasalo hakeutui lajin pariin Iisalmen kansalaisopiston kurssin kautta. Täyttämiseen tarvittavia tarvikkeita oli hankala löytää Suomesta ja Kaatrasalo alkoi etsimään niitä eri toimittajilta ja tilaamaan niitä omaan käyttöön sekä myymään muille verkkokaupan kautta.

Vähitellen yrityksen valikoimaan tuli myös enemmän tarvikkeita omatoimisille metsästystrofeiden tekijöille ja lisäksi monet tarvikkeet sopivat myös muille käsityöharrastajille. Valikoiman ja asiakaskunnan laajetessa yrityksen pyörittäminen alkoi viedä yhä enemmän aikaa. Kaatrasalo oli palkkatöissä muualla ja pyöritti yritystä sivutoimisesti iltaisin.

Vuonna 2015 verkkokauppa siirtyi perustajan puolisolle Raisa Kaatrasalolle, joka alkoi pyörittämään yritystä kokopäivätoimisesti ja yrityksen nimi vaihtui *Suomen täyttötarvikkeeksi*. Hän ei itse harrasta eläinten täyttämistä, joten hänen miehensä on taustalla auttamassa tarvittaessa muun muassa vastaamalla asiakkaiden kysymyksiin. Kun yritystoiminnasta tuli täyspäivästä, aloitettiin eläintäytössä tarvittavien ureaanikehojen valaminen ja valmistus. Kymmenen vuoden aikana valmistuksessa tarvittavia lasikuitumuotteja onkin hankittu jo yli kuusikymmentä kappaletta. Oman tuotannon lisäksi *Suomen täyttötarvikkeella* on myynnissä noin kymmenen muun valmistajan tuotteita. Oma tuotanto on kuitenkin osoittautunut yhä tärkeämmäksi viime vuosien aikana, kun joidenkin tuotteiden saatavuus on vaikeutunut tai estynyt kokonaan Venäjän hyökkäyssodan (2022) myötä.

Yhdysvaltojen tuonnin kallistumisen myötä (2025) yritys on alkanut suunnitella myös keinokitojen omavalmistusta, kidat ovat tähän mennessä tulleet pääsääntöisesti Yhdysvalloista. Omalla tuotannolla pystyttäisiin pitämään varaston arvo helpommin kannattavalla tasolla ja tuotteet eivät pääsisi loppumaan varastosta pitkien toimitusaikojen vuoksi. Kitojen valmistamisen aloittamiseen 3D-tulostamalla olisi matalampi kynnyks kuin esimerkiksi ruiskuvalumuoteilla, joissa muotin tekokustannukset ovat todella suuret.

Suomen täyttötarvike sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla, Kortesjärvellä, ja myynti tapahtuu pääasiallisesti verkkokaupan kautta. Ulkomailta tilauksia tulee eniten Ruotsista ja Virosta. *Suomen täyttötarvike* on toimittanut tilauksia moniin maihin Aasiaa ja Yhdysvaltoja myöten, nykyisin kauppaa tehdään vain EU-alueella. Suomessa on ollut muutama saman alan toimija aiemmin, mutta nykyisin yrityksen kilpailijat sijoittuvat Keski-Eurooppaan sekä Yhdysvaltoihin. Kilpailijat myyvät pääsääntöisesti vain omavalmistamia tuotteita, joten *Suomen täyttötarvike* on hakenut kilpailuetua siitä, että sen kautta saa usean valmistajan tuotteita yhdestä verkkokaupasta.

1.6 Tutkimuksen rakenne

Tutkielmani koostuu yhdeksästä pääluvusta, jotka esittelen seuraavaksi. Johdantoluvussa käyn läpi tutkimuksen taustan, lähtökohdat, tutkimusongelman ja -tavoitteet. Tutkimusongelman ja tavoitteet sekä kuinka kokonaisuus on rajattu. Toisessa ja kolmannessa luvussa esittelen kirjallisuutta ja mitä aiheesta tiedetään. Käsittelen muun muassa teollisen muotoilun tuotekehitysprosessia keskittyen erityisesti prototypointiin sekä käyn läpi eri 3D-tekniikoiden perusideat. Luvussa kolme esittelen eläinten täyttämisen tekniikoita ja tutustutan lukijan täyttämisen kontekstiin.

Neljännessä luvussa esittelen metodit, jotka ovat tutkimuksen kannalta keskeisiä. Siellä avaan tutkimusta muotoilun keinoin (eng. research through design) ja esittelen tutkimuksen keruumetodit sekä analyysimetodi. Kerron myös, kuinka toteutin asiantuntijahaastattelun. Viidennessä luvussa käyn läpi koko muotoiluprosessin kulun, 3D-laitteiston valintakriteereistä viimeisen prototyypin valmistamiseen määrittelemäni muotoilullisen tehtävänannon (eng. brief) mukaisesti.

Kuudennessa luvussa kerron asiantuntijahaastattelusta ja siitä saadusta validoinnista ja havainnoista. Tämä on ratkaisevassa osassa varsinkin, kun tutkimuksen kohde on kokonaisuus, johon minulla ei ole aiempaa kosketuspintaa. Seitsemännessä luvussa esittelen tutkimuksen keskeisimmät tulokset. Kahdeksannessa luvussa pohdin tulosten merkitystä ja omaa työskentelyäni. Viimeisessä luvussa on yhteenveto ja esitellään jatkotutkimusmahdollisuudet.

2 Teollinen muotoilu, prototypointi ja 3D-tekniikat

2.1 Teollinen muotoilu

Teollinen muotoilu asemoituu taiteen ja insinööriyden välimaastoon. Muotoilija on eräänlainen tavaroiden arkkitehti. Teollisen muotoilun tarkoitus on luoda jotain jatkojalostettavaa ja tosinnettavaa, ei vain yksittäisiä (eng. one off) taideteoksia tai esineitä. Kälviäläisen (1996) mukaan tämän rajan hahmottaminen joskus ilman tarkempaa määrittelyä saattaa olla sumea, sillä taidekäsityöläinen voi tehdä uniikkeja kappaleita, piensarjoja sekä konsepteja ja prototyyppejä. Toisaalta taas teollinen tuotemuotoilu keskittyy mahdollisesti sarjakooltaan juuri pieneriin, mutta tähtää taas toisaalta sarjatuotantoon (s. 60). Tuotemuotoilun kohde on fyysisesti tutkittavat esineet eli artefaktit, joita tuotetaan teollisesti.

Tuote voi olla toimiva, mutta ei silti vastaa loppukäyttäjän todellisia tarpeita, jos sen suunnitteluun ei ole osallistettu käyttäjiä. Käyttäjätutkimus, kuten haastattelu, on tällaista osallistamista. Teollinen muotoilu huomioi käyttäjän tarpeiden lisäksi käyttäjäryhmän, mahdolliset rajoitteet, ympäristötekijät ja paljon muuta. Valtonen (2007) toteaa teollisen muotoilun toimivan osittain samalla kentällä arkkitehtien ja insinöörien kanssa. Arkkitehtuuri ja insinööriyö ovat vanhempia kuin teollinen muotoilu ja niiden asema ja määritelmä ovat juurtuneet hyvinkin selkeiksi. Jako osittain vaikeuttaa muotoilun määrittelyä, mutta taas antaa mahdollisuuden muotoilijalle asettua ihmisen ja ongelman väliin – ikään kuin identifioitua selkeästi jyrkäksi ja selkeäreunaiseksi auktoriteetiksi, joka vain sanelee asian olevan jotenkin (s. 330–331).

2.1.1 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitysprosessi on tarvelähtöinen. Jotta tuote olisi onnistunut ja pysyisi ajassa, sen tulee muuttua tilanteen mukaan. Tällainen kannustaa viemään kehitystä eteenpäin. Hyysalo (2009) sanoo, että kehittelyn taustalla täytyy olla kaupallinen intressi. Jotta tuotekehitystä voidaan suorittaa, sen täytyy myös tuottaa tulevaisuudessa jonkinlaista etua. Kehittelyn kohteena olevan asian täytyy hyödyttää sen käyttäjää ja kokonaisuus tulee olla mahdollista toteuttaa (s. 17).

Foxin (1993) mukaan tuotekehityksen voi jakaa karkeasti eri osioihin. Aluksi on kartoitettava tarve ja nykyiset haasteet. Sen jälkeen tutustutaan saatuun aineistoon ja muodostetaan uusia konsepteja ja testejä. Tämän jälkeen arvioidaan todellista hyötyä verrattuna uuden implementoinnista syntyviin kustannuksiin. Tuon jälkeen päästään testaamaan kokonaisuutta rajatulla testiryhmällä. Näiden onnistuessa edessä on tuotteistaminen, julkaisu yleisölle ja luodun kokonaisuuden ylläpito (s. 182–184).

Aineistoa saadaan kysymällä palautetta tuotteesta. Sen tulkitseminen on kuitenkin hienovaraista. Yhden henkilön kokemus on vain osa totuutta. Oletettaessa, että henkilön palaute perustuu toteen, on se silti vain subjektiivinen kokemus (Hyysalo, 2009 s. 27). Perustamme toimintamme ympäristöömme. Muutos pelottaa – se, jos mikä on tuttua ja turvallista sekä tuntuu enemmän omalta. Objektiiivisesti kokonaisuutta katsomalla voisi olla selkeä etu tehdä asia jollain toisella tavalla. On myös tilanteita, joissa paremmuusjärjestystä ei voida suoraan sanoa, vaan on vain erilaisia ominaisuuksia, jotka ovat ristiriidassa.

Artefaktin parantelu voi olla monimutkaista. Sellaisen kokonaisuuden tekeminen, joka palvelisi jokaisessa tilanteessa, on hyvin haastavaa tehdä. Tällaista yksi kaikille - ajatusta on testattu historian saatossa useasti ja se on helposti kääntynyt vain toisinpäin, kaikille epäoptimi ratkaisu. Artefaktien parantelu vaatii haluttujen ominaisuuksien korostamista ja epämieluisien poistamista parhaan mukaan (Hyysalo, 2009 s. 143).

2.1.2 Materiaalivalinnat

Esineiden valmistukseen käytettävien materiaalien laatu on muuttunut ajan saatossa. Niiden valintaan vaikuttaa niin hinta kuin ympäristötekijätkin. Heinänen (1990) kuvailee 1900-luvun alkupuolella materiaalien ja esineiden merkityksellisyyden lähteneen erilaisista lähtökohdista. Silloin painotettiin erityisesti esineen pitkäikäisyyttä ja korjattavuutta, mutta tämä painopiste on vaihtunut enemmän valmistuksen nopeuden ja hinnan seuraamiseen (s. 38). Kun ihminen ajetaan ahtaalle, alkaa hän sopeutua tilanteeseen ja viimeistään silloin alkaa puhtaasti tarpeen ajattelu. Heinänen jatkaa, että näin kävi sota-aikana. Tilanteessa, jossa ei ollut olemassa valmiita ratkaisuja, ne oli tuotettava itse. Käsityötaidon merkitys nousi ennalta arvaamattomaan arvoonsa, kun työkaluista ja tavaroista oli pula,

valmistusmateriaaleista puhumattakaan. Tällöin korostuu olemassa olevien tavaroiden korjaamisen tärkeys ja materiaalien laadukkuus, pitkäikäisyys ja monikäyttöisyys (s. 41). Tuotteen muoto ja käyttö sanelee sille tarpeelliset ominaisuudet, muotoilijan on otettava ne huomioon valitessaan mahdollisimman toimivat materiaalit ja valmistustekniikat kulloisellakin kerralla (Kääriäinen, 2021 s. 136).

2.1.3 Prototyypointi

Prototyypin ei tarvitse olla valmiita välittömästi tai palvella kokonaisuutta täydellisesti, vaan havainnoida tutkittavaa kokonaisuutta pieneltä osin. Tällainen osa voi olla esimerkiksi materiaalin soveltuvuus. Soveltuvuutta voidaan taas mitata usealla eri tavalla. Hallgrímsson (2016) kuvailee prototyypin keskeisimmän tarkoituksen olevan selvittää tulevan tuotteen ajatus ja toimivuus ennen kuin siirrytään tuotteistukseen tai valmistamaan tarvittavia koneistuslinjastoja. Eri prototyypit palvelevat eri tarkoituksia. Samaan päätavoitteeseen tähdätessä kannattaa lähestyä lopputulosta eri suunnista. Testejä voidaan tehdä esimerkiksi lopputuloksen ulkomuodon hahmottamiseen, haluttujen ominaisuuksien kartoittamiseen tai esimerkiksi toistettavuuden tutkimiseen. Kokonaisuus alkaa muodostua erilaisia testejä tehdessä. On todennäköistä, että ensimmäinen yritys ei onnistu (s. 6–13). Toimivan ratkaisun löytäminen ensiyrittämisellä on joissain tapauksissa mahdollista, mutta taustalla pitää olla jo valmista pohjadataa ja testejä, jotta sellaisessa onnistutaan. Iteroinnin tärkeys näkyy varsinkin, kun aihetta lähestytään eri kanteilta. Haluttuja ominaisuuksia voidaan yhdistellä tai poissulkea: ”jos tätä yksityiskohtaa ei ota huomioon, tuo toimisi”.

2.2 3D-tekniikat

Erilaiset 3D-tekniikat, jotka ovat käytössä pro gradu -tutkimuksessani, ovat 3D-skannaaminen, mallin digitaalinen muokkaaminen ja 3D-tulostus. Mallintamisvaiheessa skannerin raakadataa eli pistepilveä (eng. point cloud) tarkastellaan ja siistitään tarvittavan lopputuloksen mahdollistamiseksi. Tämä on kriittistä paremman tulostuslaadun ja lopputuloksen saavuttamiseksi. Hoskins (2013) kuvailee pistepilven koostuvan pisteistä, jotka skanneri saa skannattavasta pinnasta. Nämä yksittäiset pisteet yhdistellään tietokoneella kolmioiksi, jotka muodostavat

yhtenäisen pinnan (s. 40). Siistitty pinta viedään ohjelmaan, joka kirjoittaa muodon uudelleen auki 3D-tulostimen ymmärtämään tiedostomuotoon.

Valmiin tulosteen jälkikäsitteilyllä saadaan lopullinen tuotteen laatu esiin. Ennen tätä on kuitenkin tehtävä yllättävän monta välivaihetta. Valmiin tulostusaineiston hyvä puoli on se, että sen varastointi ja eteenpäin lähettäminen on vaivatonta. (Antlers by Klaus, 2025).

2.2.1 3D-skannaus

3D-skannaamisella saadaan toisinnettua jo olemassa olevan esineen geometria. Skannaamisen taustalla olevia tekniikoita on useampia. Erityisesti hyvin orgaanista muotoa on todella vaikea luotettavasti alkaa mallintamaan ilman minkäänlaista raakadataa. Takaisinmallinnus eli pinnan digitaalinen taltiointi onnistuu, jos tiedetään määrittävien kulmien etäisyys ja suhde toisiinsa.

Horvath (2014) huomauttaa, että 3D-skannaamiseen on useampiakin eri järjestelmiä. Halvimmat skannerit muodostavat pistepilven ottamalla satoja kuvia eri kulmista ja yhdistämällä niistä avaruuteen kasan pisteitä. Toinen tapa on laserskannaaminen, joka taas ottaa pinnasta dataa. Laserskannerin heikkous on läpinäkyvät ja hyvin heijastavat pinnat, laser ei yksinkertaisesti vain näe tällöin esinettä. Pistepilvi jälkikäsitellään ja yhdistetään tietokoneohjelmassa käytettäväksi tiedostoksi (s. 34). Tämä pistepilvi voidaan muokata ja siistiä tarpeen mukaan mallinnusohjelmassa.

Tulostuslaatuun vaikuttaa myös skannerin tarkkuus. Lisäksi skannerin kuva-ala vaikuttaa muun muassa laatuun ja skannattavaan pinta-alaan. Jos skanneri on tarkoitettu suurien pintojen toisintamiseen, myös mittauspisteiden välinen tarkkuus on suurempi ja resoluutio huonompi.

2.2.2 Mallinnus, digitaalinen muokkaaminen ja valmistelu tulostusta varten

Tietokonemallintamista hyödynnetään tässä pro gradu -tutkimuksessa jo olevien ja skannattujen mallien siistimisessä ja niiden jalostamisessa. Raakaskannattu pinta on harvoin suoraan lopputulokseltaan käyttökelpoinen. Jos tarkastellaan tilanteita, joissa tarvitaan samanlainen, mutta hiukan eri mitoilla oleva tuote, ei sitä tarvitse välttämättä

aloittaa täysin uudelleen alusta, vaan oikean näköisen mallin kohdalla mittasuhteita voidaan muuttaa halutuksi.

Pistepilvien siistiminen ja niistä 3D-tulostettavien mallien valmistaminen on oma prosessinsa. Pinnat koostuvat kolmioista. Jos niiden luomisessa paljon ongelmia, myös tulostusta varten luotava tiedosto on raskaampi kuin sen tarvitsisi olla. Huonolaatuinen tulostustiedosto on raskas ja saattaa johtaa tulostuksen hitauteen tai virheisiin. Pahimmassa tilanteessa hyvä skannausdata jää tulostumatta kokonaan, jos sille ei tehdä tarvittavia toimenpiteitä. Hoskins (2013) osoittaa, että vaikka mallissa ei olisi fyysisesti mitään siistittävää, on hyvä tarkastaa malli mahdollisten sisäkkäisten pintojen, leijuvien osien, mallissa olevien reikien ja liian tiheiden pintojen varalta. Ohjelmassa on myös määritettävä esimerkiksi materiaalin paksuus, sillä skannatulla pinnalla ei ole muuta tietoa, kuin näkyvän pinnan sijainti (s. 40).

2.2.3 3D-tulostus

3D-tulostus on varsinkin tuotteiden muodonhaussa enenevässä määrin käytetty tuotteen pinnan ja ulkomuodon valmistuskeino. Tuotteen fyysisen muodon hakemisessa tämä valmistusmenetelmä on varsin joustava sen valmistusteknisten ominaisuuksien vuoksi. 3D-tulostuksessa tulostimelle annetaan tietokoneella valmisteltu malli laitteen ymmärtämän tiedostomuodon avulla. 3D-tulostamiselle ominaista on se, että menetelmä on materiaalia itseensä lisäävä. Tämä tarkoittaa sitä, että tuloste syntyy tulostusalustaan kerroksittain edellisen kerroksen päälle. Valmistustapa mahdollistaa alkuperäisistä massasta poistettaviin menetelmiin verrattuna suuren edun. Tällä valmistusmenetelmällä voidaan tehdä muutoin mahdottomia muotoja, onttoja kappaleita, kaarevia sisennyksiä ja negatiivisia kulmia. Tällaisia kaikkia orgaanisia muotoja sisältäviä kappaleita olisi oikeastaan muilla keinoilla työteliästä valmistaa. Tulostustekniikoita on hyvin monia ja uusia kehitellään lisää nykyisten parantuessa (Hoskins, 2013 s. 52–53). Horvath (2014) kuvailee tulosteen jälkikäsittelyn olevan pakollinen työvaihe. Tulostusteknisistä syistä tulostettaessa on saattanut olla tarve tukea tulostetta (eng. support), jolloin tuet pitää siistiä pois. Toisaalta taas tulostustavan mukaan tuloste voi olla vielä kesken ja sille pitää tehdä toimenpiteitä tulostuksen jälkeen. Myös esimerkiksi kerroksellisuuden hiominen tai kappaleen maalaaminen voi olla tarpeen (s. 129).

2.2.3.1 FDM (*Fused deposition modelling*)

Thompson (2017) esittää FDM:n (*fused deposition modelling*) olevan yksi 3D-tulostustapa. Siinä materiaalia lisätään edellisten kerrosten päälle, jolloin syntyy haluttu kolmiulotteinen kappale (s. 264). FDM-tulostus on nykyään laajimmin käytetty tulostusmuoto varsinkin harrastelijatason tulostimissa. FDM-tekniikka käyttää tulostuslankaa kelalta, joka on yleisesti 1,75 mm paksua. Hoskins (2013) kuvailee, että tämä kyseinen lanka työnnetään suuttimeen, jossa massa kuumennetaan sulamispisteeseen asti. Sula massa ohjataan suuttimesta haluttuun kohtaan tulostettavaa esinettä (s. 44). Tulostuslaatu tällä menetelmällä on kohtalaista riippuen käytetystä tulostimesta ja asetuksista. Tulostuskappaleet ovat verrattain kestäviä ja jämähköitä muihin tekniikoihin verrattuna. Toinen yleisesti arvostettu ominaisuus FDM-tulostuksessa on sen helppous ja harrastajaystävällisyys. Tulostustila ja -välineet ovat suhteellisen anteeksiantavia vaihteleville olosuhteille. Koska materiaalina käytetään kelalla olevaa muovilankaa, tulostuksesta aiheutuva sotku on minimaalista. Yleisesti käytetty PLA-muovi ei myöskään pahemmin haise tulostettaessa, joten FDM-tekniikka on käyttäjäystävällinen esineiden valmistusmenetelmä kotiooloissakin. Thompson (2017) selostaa PLA:n olevan yksi harvoista muovilaaduista, joka on täysin biopohjainen. Se valmistetaan esimerkiksi perunan tai viljan tärkkelyksestä. PLA on vallannut tilaansa varsinkin FDM-tulostuksessa ABS- ja muilta muoveilta sen helppouden takia. Tulostettaessa siitä ei vapaudu ihmiselle vaarallisia kaasuja. PLA:n ominaisuuksia pystytään muokkaamaan lisäämällä sille esimerkiksi iskunkestävyyttä tai joustavuutta riippuen muovin valmistusprosessista (s. 262–264).

2.2.3.2 MSLA (*Masked stereolithography*) UV-hartsitulostus

MSLA-hartsitulostus (eng. resin printing) eroaa FDM-tulostuksesta siten, että kiinteän langan sijaan tulostusmateriaalina käytetään UV-reaktiivista hartsia. Hoskins (2013) kuvailee, kuinka hartsi kaadetaan kaukaloön tulostimeen, jonka alla on UV-valonlähde sekä LCD-näyttö. Hartsi kovetetaan halutusta kohtaa tulostimen kerroksittain sitä ylösnostaessa. Tuloste ikään kuin kasvaa lammikosta, ollen tulostimen Z-akselissa olevassa tulostustasossa kiinni. Tulostuksen valmistuttua osa irrotetaan pedistä (eng. build plate) (s. 51–52). Tuloste pestään esimerkiksi isopropanolissa tai muussa siihen

erikseen suunnitellussa nesteessä. Tuloste laitetaan lopuksi vielä UV-valaisuun, jotta se kovettuu lopullisesti.

Nestemäisen hartsin haju on pistävä ja se haisee, kunnes viimeinenkin pisara on kovettunut. Tämän ja muun sotkun takia se ei ole niin aloittelijaystävällinen. Tulosteet eivät myöskään ole materiaaliltaan FDM-tulosteisiin verrattuna kovin kestäviä. Hoskinsin (2013) mukaan tulostuslaatu on yleisesti parempi kuin FDM-tulostimesta. Myös yksityiskohtien määrä on suurempi. Tulosteita tulee yksi tai vaikka kymmenen yhtä nopeasti, jos ne mahtuvat pedille eli tulostusalueelle vierekkäin, koska valotus kestää tasan yhtä kauan valotettavien kappaleiden lukumäärästä riippumatta (s. 51–52).

3 Taksidermia, (eläimen) täyttäminen, toppaus, konservointi, trofee ym.

3.1 Täytettävät eläimet

Täytettäväksi ja trofeetöiksi (kallon, sarvien, hampaiden ynnä muiden puhdistus) päätyy pääosin metsästettäviä riistalajeja. Osa täytöistä on rauhoittamattomista eläimistä. Toisaalta taas harvinaisten tai uhanalaisten lajien yksittäiset yksilöt saatetaan konservoida esimerkiksi museoon, kuten tunnetuksi tullut Haminan mursu. Kairikko (1981) raportoi sanan trofee tarkoittaneen aluksi voitonmerkkiä. Suomen metsästäjäliitto järjesti 1970-luvulla jopa nimikilpailun termin suomentamiselle, mutta parhaiten se varmaankin kääntyy kansankielessä metsästysmuistona (s. 21). Niemen ja Väänäsen (2013) mukaan Suomessa metsästetään vuosittain satojatuhansia yksilöitä lajikohtaisesti. Esimerkiksi vuonna 2011 pelkästään riistalintuja saatiin 1,3 miljoonaa kappaletta. Näistä metsäkanalintuja oli yli 500 000, joista metsoja 73 000 (s. 12–19). Ei siis ihme, että metso ja teeri ovat suosituimpia täyttökohteita ja niitä päätyy jokunen myös täytettäväksi joka vuosi (Väkiparta, 2026). Luonnonvaraisia turkisinisäkkäitä saaliiksi jäi yli 300 000, hirviä 60 000 ja karhuja lähes 200 (Niemi & Väänänen, 2013 s. 19). Konservointi voi opiskella Suomessa vain Helsingissä Metropolian Ammattikorkeakoulussa. Koulutus on kulttuuriperinnön suojelun asiantuntijaohjelma.

Konservointi tehdään yleisesti lajeittain samalla kaavalla. Hirvieläinten kallot sarvineen puhdistetaan trofeiksi, kansallisisäkkäämme karhu taas halutaan täyttää metson ja nädän lailla elävän näköiseksi. Toinen yleinen tapa konservoida karhu on tehdä siitä talja, johon on täytetty vain pää ja tassut. Niemen ja Väänäsen (2013) luonnehdinta kertoo, että varsinkin, kun eläimen nahka karvoineen tai sulkiineen tarvitaan lopputulokseen mukaan, on saaliin käsittelyssä toimittava varovasti ja sitä enempää vaurioittamatta. Saalis tulee siistiä verestä ja kääriä esimerkiksi sanomalehteen ennen pakastamista (s. 174–177). Lisätietoa kannattaa kysyä ammattilaiselta, jos jokin askarruttaa saaliin käsittelyssä (Mikkola, 2022 s. 269). Varsinkin tilanteissa, jossa kallo halutaan talteen, on eläintä ammuttava muualle kuin päähän. Tämä pitää tietää jo lopetuslaukausta suoritettaessa. Eläimen ampuminen päähän ei kuulu myöskään eettisesti hyväksyttävään metsästyksen, sillä haavoittumisriski on korkea ja haavoittuneen eläimen lopettaminen hankaloituu, mitä pidempi aika mahdollisesta osumasta on (Jormanainen, 2005 s. 143).

3.2 Historia

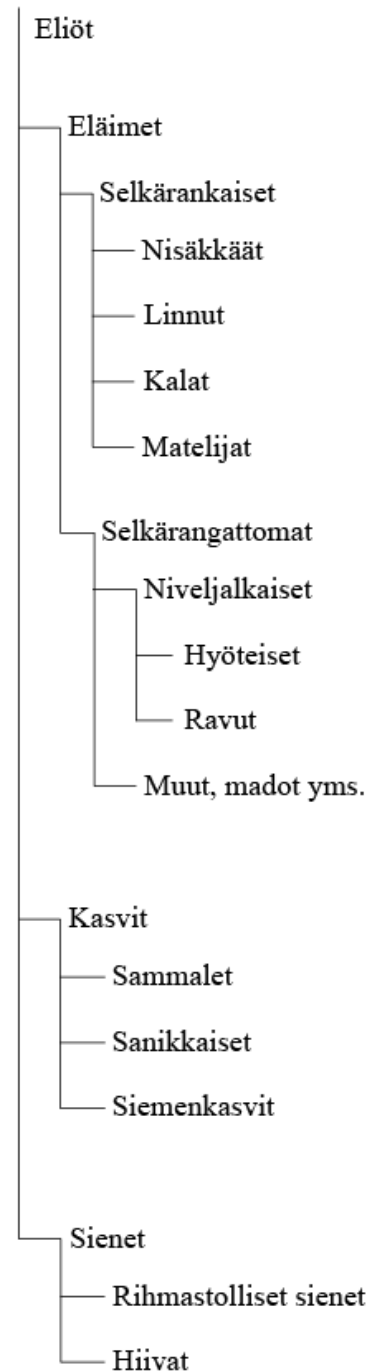
Pyydystettyjä kaloja on taltioitu silkkipaperille – kalan kylki on maalattu, josta sitten on toisinnettu paperille tai muulle tasaiselle pinnalle kalan äärimuodot. Myös kipsiin ja saveen on taltioitu eläinten siluetteja kestämään aikaa. Ei ole siis mitenkään uutta, että ihminen on halunnut kerätä ja tutkia luontoa taltioimalla sitä ympärilleen. Tämä on verrattavissa kirjoitetun tekstin antamaan sisältöön. Niemi ja Väänänen (2013) selostavat, että vanhimmat nykypäivään säilyneet trofeet ja eläintäytöt ovat osoittaneet tämän päivän lajeihin sukupolvien mukana tulleita fyysisiä muutoksia. Myös paikallisella tasolla ajan saatossa tällaista voidaan nähdä. Tällaisia on myös havaittavissa verratessa eri alueilta saatuja kalloja (s. 162). Jormanainen (2022) kuvailee, että ennen varsinaisia eläinten konservointeja oli Suomessa metsästysmuistojen ja eläintenosien käyttö hyvin laajaa. Jopa taikaesineinä pidettyjä ja uskomuksiin rinnastettuna karhunkynsiä ja linnunsulkia on kerätty ja kunnioitettu (s. 16–17).

Eläinten täyttäminen on Suomessa saanut alkunsa 1800-luvulla museoille tehtävistä konservoinneista (Niemi & Väänänen, 2013 s. 162–164). Lajilla saattaa olla osittain vieläkin pidemmät juuret, sillä jo tuolloin osattiin tehdä laadukkaita ja pitkään säilyviä teoksia (Kangasperko, 2000 s. 7). Niemi ja Väänänen (2013) luonnehtivat tämän jälkeen täytettyjen saaliiksi jääneiden eläimien yleistyneen suomalaisissa kodeissa ja kouluissa 1900-luvulle tultaessa. Täyttämisen kulta-aikaa voidaan pitää Suomessa vajaa vuosisata takaperin, jolloin ei juurikaan ollut suojeltavia lintuja, minkä takia vielä nykyäänkin näkyy silloin täytettyjä, nykyään suojeltuja petolintuja (s. 162–164). Tähän tuli kuitenkin loppu, kun 1950-luvulta lähtien luonnonsuojelulainsäädäntöä on kiristetty (Kangasperko, 2000 s. 7). *Suomen eläintäyttäjät Ry* perustettiin 1976 (virallisesti 1978). Yhdistys jouduttiin lakkauttamaan kuitenkin vuonna 2025 (Topparit, 2026).

3.3 Täyttö ja sen periaatteet

Hellemaa (1950) ja Kangasperko (2000) mieltävät taxidermian (eng. taxidermy) eli täyttämisen olevan tarkkaa taiteellisuuta, artistiutta ja visuaalista silmää vaativa ammatti. Siinä onnistuakseen täyttäjällä on varsinainen monikenttäosaaja. Pelkän täytön tekemisen lisäksi häneltä vaaditaan silmää liikkeen, värien ja kokonaisuuden synergian luomiseen (s. 59–62); (s. 7). Puhun yleisesti eläinten täyttamisestä, sillä se on ehdottomasti kaikkein yleisin täyttötyön kohde. Ammatinharjoittajia on ympäri maailman, tosin jokseenkin vähän verrattuna konservointia harrastaviin tai puoliammattilaisiin. Ammattilaisina tässä tarkoitan kokopäivätyökseen täyttötöitä tekeviä, muuta tekijäkuntaa unohtamatta. Täyttämässä pyritään mahdollisimman luonnonmukaiseen ulkoasuun ja yksityiskohtien tarkkuuteen. Konservoinnissa on hyvin pitkät perinteet ja siinä on yleensä haluttu saavuttaa mahdollisimman todenmukaisia lopputuloksia.

Kangasperkon (2000) luonnehdinnan mukaan täyttötöitä tai taltiointeja tehdään oikeastaan kaikista orgaanisista eliöistä, koska ne eivät kuoltuaan pysy samanlaisena kuin ollessaan elossa. Täytettäviä kohteita ovat pääsääntöisesti nisäkkäät, linnut, kalat, matelijat, hyönteiset ja joskus jopa kasvit (s. 31, 110, 160, 179, 235). Yleisimpiä näistä ovat nisäkkäät ja linnut (Kuva 1). Kalojen täyttäminen on myös yleisempää kuin matelijoiden, hyönteisten tai kasvien täyttö. Sieniä ja kasveja pääsääntöisesti kuivataan tai niistä otetaan valoksia. Täyttöprosessissa täytettävästä kohteesta korvataan kaikki pilaantuva ja kuivuttuaan



Kuva 1. Eliölajien luokitus.

Kuva: Topi Juusola, 2026.

muuttuva aines mahdollisimman oikeannäköiseen vastaavaan, mutta ei ajassa muuttuvaan ainekseen, kuten Aqua-Art (2025) on tehnyt julkaisemassaan kuvassa keskeneräisestä asiakastyöstään. Kalalajin mukaan voidaan nahan lisäksi hyödyntää myös evät. Lohikaloilla on kuitenkin hyvin rasvaiset evät, joten niiden hyödyntäminen ja puhdistaminen on hankalaa (Kuva 2). Täytetyssä kalassa saattaa olla vain esimerkiksi nahka ja suomut alkuperäistä materiaalia. Pää on korvattu valetulla muovilla ja ruumis on vaihdettu muotoon saatettuun uretaaniin. Silmät ovat lasia ja kala maalattu ja lakattu tarkasti näyttämään mahdollisimman aidolta ja elävältä.



Kuva 2. Ammattitäyttäjä korvaa kaiken pilaantuvan konservoidessaan kalan. Kalasta alkuperäistä on nahka suomuineen ja pään negatiivi, josta on valettu myöhemmin muovinen vedos. Kuva: J-P Kuoppala, 2025.

Eläimistä on otettu valoksia, jotka mahdollistavat jäljenteiden tekemisen. Koska täysikasvuisen uroskarhun kita on suhteellisen samankokoinen yksilöstä riippumatta, voidaan saman valoksen versioita käyttää hyväksi myös seuraavassa työssä. Sukupuolella on suuri merkitys lopputulokseen. Naaraskarhu painaa noin 80-150 kg, uros jopa 300 kg (Jormanainen, 2005 s. 150). Tällöin samaa leukaa ei voi käyttää eri kokoisilla karhuilla.

Tavallisesti saaliit, joista halutaan teetättää muisto, saattavat muistuttaa toisiaan hyvinkin paljon. Toisaalta jos esimerkiksi ammattikalastaja saa uransa suurimman ahvenen, sen täyttämisen halu voi lähteä toisesta tarpeesta, saaliin erikoisuudesta. Tällöin pelkkä ”muottiin menevä keskiverto” ei tule kysymykseenkään. Vastaan tulee

tilanteita, joissa vedos täytyy tehdä juuri kyseisestä täytettävästä kohteesta. Tällainen tilanne voi olla, jos esimerkiksi kallo on jotenkin epämuodostunut tai muuten hyvin erilainen ”normaaleihin” mittasuhteisiin verrattuna. Täytettäväksi tulevat eläimet eivät aina osu geneerisesti samoihin mittoihin kuin nopeasti ajattelisi. (Kuva 3). Muita vastaavia ovat esimerkiksi risteytyneet linnut kuten korpimetso, joka halutaan säästää muistona (Jormanainen, 2005 s. 206). Eläimen värivikaisuus kiinnostaa, kuten albiinohirvi. Tällaisten erilaisuuksien taltiointi on yksi syy konservoida juuri jokin tietty yksilö.



Kuva 3. Kuvan valkohäntäpeuran kallo tuli valkaistavaksi ammattilaiselle. Peurassa ei näkynyt ulkopuolisia ruhjeita ja myös alaleuka oli samalla tavalla kiero. Kuva: Esa Karppinen, 2026.

Täyttötöissä käytettyjen materiaalien kirjo on laaja, vain kekseliäisyys on rajana. Täytön onnistumiseen johtavat todenmukaiset asetelmat, mittasuhteet ja lihasten ja eleiden ammattitaitoinen taltiointi (Hellemaa, 1950 s. 59–62). Töitä arvotetaan varsinkin niiden täydellisyyden ja todenmukaisuuden perusteella. On siis tärkeää, että täytetty eläin näyttää luonnolliselta, sen asento on realistinen ja se asettuu symmetrisesti kauniisti.

Niemen ja Väänäsen (2013) mukaan yleisesti täytetty eläin halutaan sijoittaa kodissa keskeiselle paikalle. Tällöin tulisi kuitenkin huomioida konservoidun kohteen säilyvyys. Se tulisi säilyttää viileässä ja kuivassa paikassa, johon aurinko ei paista suoraan. UV-säteet haurastuttavat ja haalistavat karvoja ja sulkia. Oikein säilytettynä ja pölyt välillä puhdistettuna täyttö pysyy hyvänä (s. 122–177). Jormanainen (2005) kuvailee täytön säilyvän pidempään, jos se säilytetään lasivitriinissä. Tällöin siihen eivät pääse vaikuttamaan ulkopuoliset tekijät. Koko eläimen täytön sijasta voidaan myös taltioida esimerkiksi vain metson pyrstö. Levittämällä pyrstö auki ja huolellisella kuivaamisella ja suolaamisella siitä saadaan seinälle kaunis viuhka (s. 215) (Kuva 4).



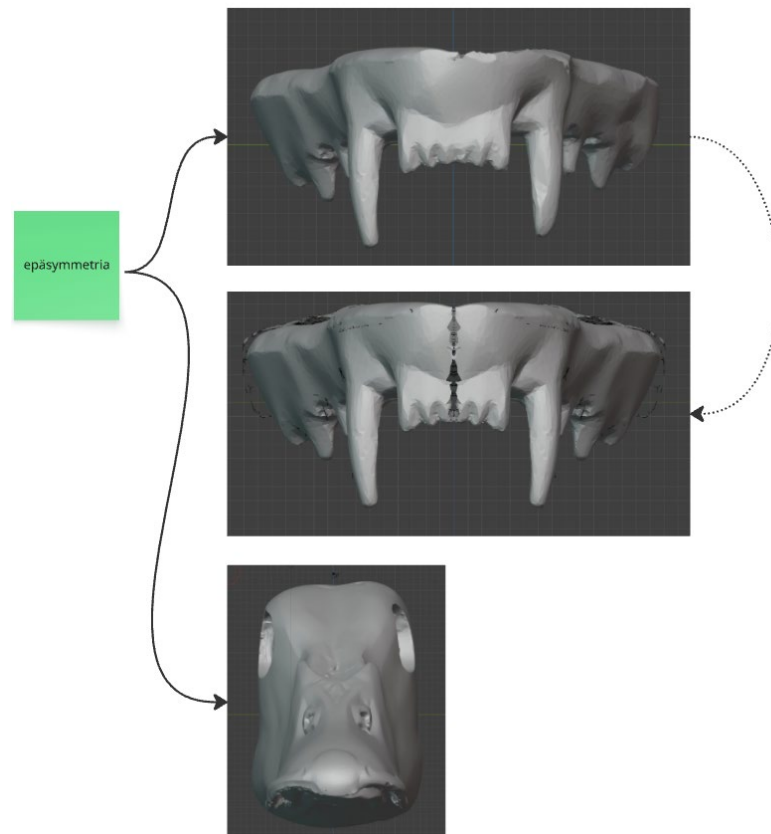
Kuva 4. Huolellisesti putsattu, suolattu, kuivattu ja pakastettu kanalinnunpystö muistuttaa seinällä metsästäjän ja koiran ensimmäisestä yhteisestä onnistumisesta. Kuva: Topi Juusola, 2026.

3.4 3D-tulostetut osat ja tekniikoiden hyödyntäminen tänään

3D-tulostettujen osien testailu on jäänyt ainakin Suomessa vielä varsin pintapuoleiseksi. Epävirallisen kyselyn perusteella joitain testejä ja osittaisia ajatuksia on tekniikalle annettu, mutta niissä esiintynyt yhtenäinen vaikutustekijä on ollut tulostuslaadun puute ja kokonaisuuden kömpelyys. Maailmalla tekniikkaa on alettu käyttää ensimmäisten yritysten toimesta.

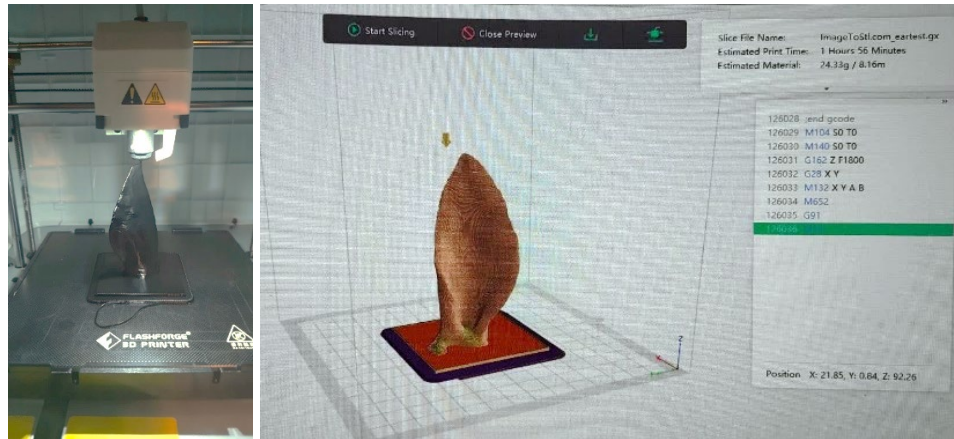
3.4.1 Testit Suomessa

Sain tutkimusaineistoksi *Suomen täyttötarvikkeelta* 3D-mallit sekä skannatusta sorsan että nädän ”kuolinnaamiosta” tai ”lihapäätä” (eng. dead mask) (Kuva 5). Tätä termiä käytetään vaiheesta, jolloin eläimeltä on poistettu turkki tai höyhenet ja nahka muttei lihaksia. Muotokielen tarkastelu ja taltiointi on varsin tärkeää, koska korvaavan massan pitää olla mahdollisimman alkuperäisen kaltainen, jotta eläimen mittasuhteet säilyisivät mahdollisimman oikeina.



Kuva 5. Ote muistiinpanoista, Orgaanisen muodon skannattu tiedosto on epäsymmetrinen. Symmetria olisi kuitenkin tavoiteltava ominaisuus, jotta täytettävästä kohteesta tulisi mahdollisimman tasalaatuinen. 3D-mallit *Suomen täyttötarvikkeelta*. Kuva: Topi Juusola, 2025.

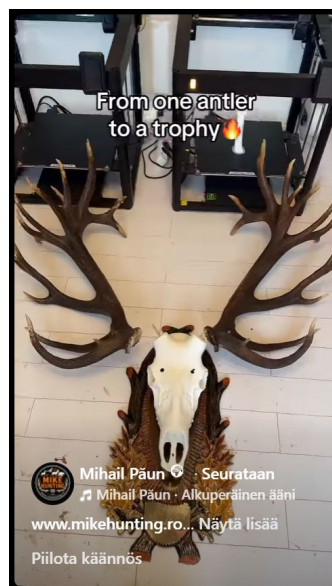
Toinen testi oli peuran korvien rustosta, minkä erään täyttäjän poika oli 3D-tulostanut puhelimella skannaamiensa mallien pohjalta FDM-tulostimella (Kuva 6). Jälki oli varsin karkea, mutta koska muovi jää täytön sisään piiloon, se ei kuitenkaan haittaisi tulosteen jälkikäsittelyn jälkeen. Korva ei päätynyt koskaan testitulostusta pidemmälle.



Kuva 6. Esimerkki peuran korvan testitulosteesta. Malli on skannattu puhelimella ja tulostettu FDM-tulostimella. Kuvat: Christian Kallio, 2025.

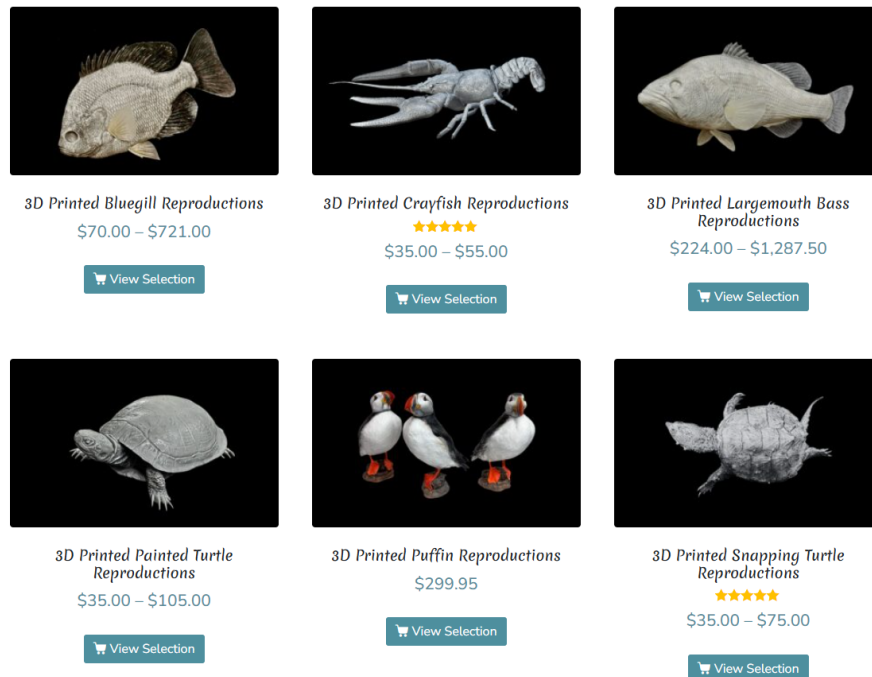
3.4.2 Ensimmäiset kaupalliset esimerkit

Tulostettujen osien testailuja on tehty myös muualla maailmassa. Ainakin seuraavia esimerkkejä nousi esille suomalaisilta täyttäjiltä. Kaupallinen esimerkki tulostetuista osista on Yhdysvalloista tilatut suomalaisen ilveksen (lat. Lynx lynx) sukulaisen, punailveksen (lat. Lynx rufus; eng. bobcat) korvien sisukset. Olen törmännyt pariin yritykseen, jotka tulostavat FDM-tulostimella eri hirvieläinten sarvia kalloineen. (Kuva 7).



Kuva 7. Jättösarvesta skannattu ja digitaalisena peilattu sarvi on tulostettu odottamaan kiinnittämistä tulostettuun kalloon. Kuva: Mike Hunting, 2026.

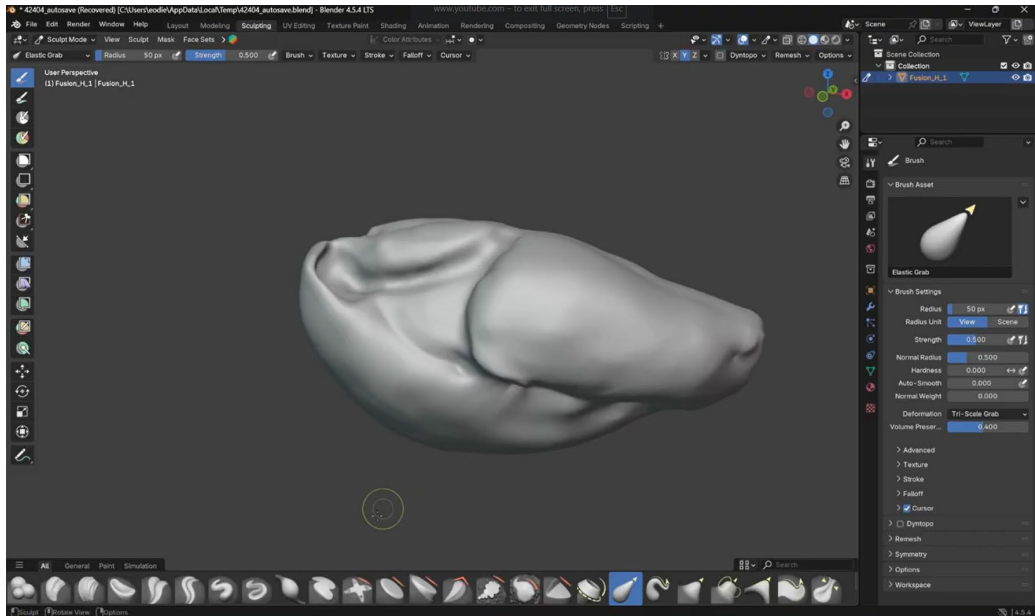
Samalta valmistajalta kuin *Antlers by Klaus*, kalojen 3D-tulostamiseen erikoistunut sisaryritys *Waters by Klaus*, on käyttänyt mallintamista ja 3D-tulostaa ainakin pienempiä kaloja kokonaisena. Heillä on 3D-mallinnettuja isompiakin täytettäviä kaloja, mutta niiden valmistustekniikkaa ei ole suoraan kerrottu. (Kuva 8). Tällaisessa tilanteessa puhutaan jo täyttötyön määritelmän venymisestä ja osittaisesta sotkeutumisesta näköismalliin. Näiden ero on veteen piirretty viiva, joka jakaa mielipiteitä.



Kuva 8. 3D-tulostettuja kaupallisesti myytäviä malleja. Mallien pintaan on tomutettu tuotekuvaan tummaa väriä, todellisten muotojen paremman näkyvyyden takia. Tulostustekniikka todennäköisesti MSLA. Kuva: Waters by Klaus, 2026.

Uusimpana löydöksenä juuri ennen tutkimukseni julkaisua löysin neljä kuukautta esillä olleen ja yhteensä alle 2000 näyttökertaa *YouTubessa* videoilleen saaneen yhdysvaltalaisen sivutoimisen yrittäjän, joka 3D-mallintaa skannaamastaan datasta sorsan täyttöosia. Komponentteja myy yrittäjän puolesta toinen yritys. Katalogi on varsin suppea, mutta ilmeisesti laajenemispotentiaalia ja halua olisi. Yrityksen mainoksessa kerrotaan heidän sorsan päiden olevan maailman ensimmäiset kaupallisesti myytävät 3D-tekniikoilla valmistetut sorsan täyttökomponeetit. Lisäksi myyntiargumentit kuvailevat päiden olevan täydellisesti symmetriset sekä esimerkiksi nenäkanavien sekä suun ja kurkun yksityiskohtien olevan kisatayttölaatuiset.

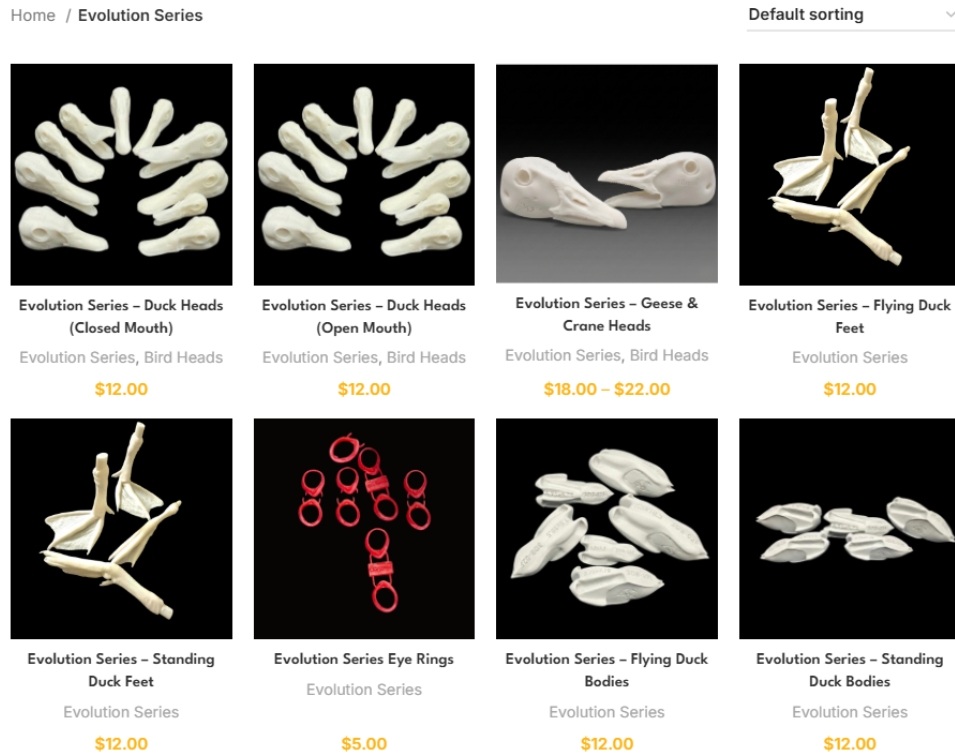
Kisatäyttölaatuinen komponentti on todella paljon aidomman näköinen niin anatomialtaan kuin väritykseltään, verrattuna asiakastäyttöön kelpaavaan komponenttiin. Suurin ero näillä yleisesti on budjetti ja viimeistelyyn käytettävä aika (Kuva 9, Kuva 10 ja Kuva 11).



Kuva 9. Blender käytössä fasaanin keinokehoa mallintaessa skannatusta raakadatasta. Viimeistelty malli tulostetaan FDM-printterillä. Kuva: 3DTaxidermySP, 2026.



Kuva 10. Sorsan jalka näyttää todella aidolta maalattuna Kuva: 3DTaxidermySP, 2026.



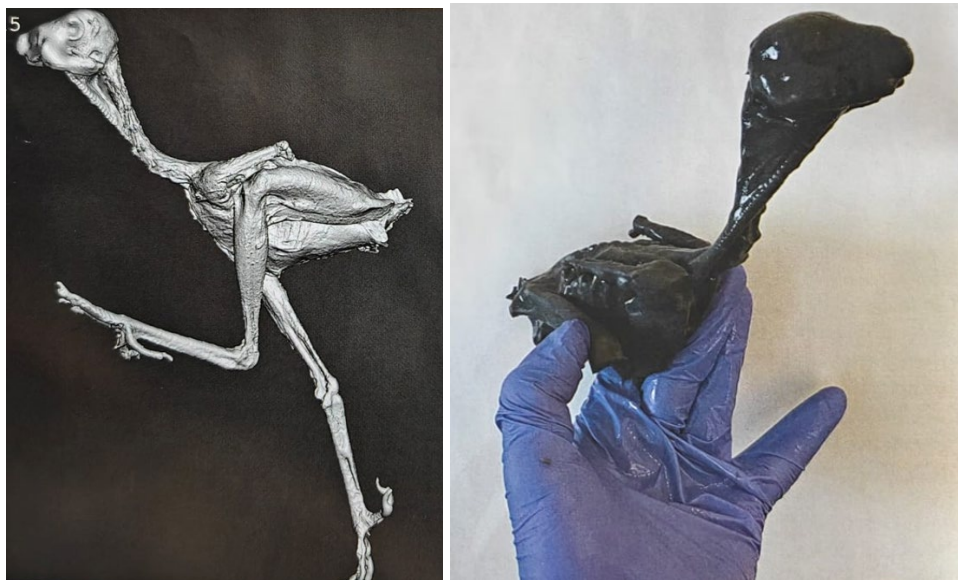
Kuva 11. Todennäköisesti MSLA-tekniikalla tulostettuja sorsan keinopäitä ja -jalkoja myynnissä. Täyttökehot tulostettu FDM-tulostimella todennäköisesti PETG-muovista, josta oli maininta valmistajan videolla. Kuva: Duck Worx supply, 2026.

3.4.3 Aikaisempi tutkimus

Amerikkalainen Markham (2018) on tutkinut ja testaillut *Breakthrough*-lehden artikkelissaan erilaisia 3D-tekniikoiden hyödyntämismalleja. Hänen tavoitteensa on ollut löytää 3D-tekniikoiden hyödyntämiskeinoja asiakastöidensä toteuttamiseen. Osa testeistä on onnistunut paremmin kuin toiset, mutta kaikki kolme, joista hän avaa prosessia, kuitenkin päätyivät maaliin tavalla tai toisella. Hän korostaa, että tekniikoiden käyttäminen ei ole ratkaisu vaan työkalu, jota pitää osata hyödyntää oikeilla tavoilla ja oikeissa paikoissa (s. 10–17). Tutkimukset ovat olleet kertaluontoisia testejä. Jos hän olisi tehnyt samat työt uudelleen, lähestyminen olisi ollut todennäköisesti osittain erilainen prosessin aikana löytyneiden haasteiden välttämiseksi.

Markhamin (2018) toinen testi sivuaa eniten tätä tutkimustani. Siinä hänen tavoitteensa oli täyttää kalifornianjuoksukäki (lat. genus *Geococcyx*; eng. road runner)

Euroopassa järjestettäviin eläintäytön mestaruuskisoihin. Markhamin (2018) linnun valinta hartsitulostettavaksi oli erinomainen, sillä linnulla on ohuet ja luisevat jalat ja suhteellisen iso nokka. Testin ongelmaksi koitui kuitenkin tulosteen paino. Malli, joka oli skannattu linnusta, tulostettiin umpinaisena, joten muuten herkän asetelman tekeminen ei onnistunut, koska ohuet muovijalat eivät kestäneet tulosteen painoa. Täytölle rakennettiin lopuksi raajat perinteisellä tavalla (s. 11, 13–15). Arvailun varaan jää, olisiko asettelu onnistunut, jos hän olisi hyödyntänyt näkyville jäävien osien kuten kynsien, jalkojen ja nokan tulostamisen, ja liittänyt ne uretaanikehoon (Kuva 12). Tällöin eniten yksityiskohtia kaipaavat ruumiinosat olisivat nauttineet hartsitulosteen mahdollistamista yksityiskohdista. Markham (2018) arvioi, ettei testien ja täyttötöiden hinta tai toteuttamisnopeus muuttuneet ainakaan positiivisesti verrattuna siihen, että työt olisi toteutettu perinteisillä menetelmillä. Hän halusi kuitenkin kertoa testiensä havaintoja, jotta joku voi jatkaa siitä, mihin hän oli päässyt (s. 17).



Kuva 12. Kalifornianjuoksukäen 3D-skannattu malli ja umpitulostettu hartsiprintti, jonka painoa herkäät jalat eivät kestäneet halutussa asettelussa. Kuvat: Allis Markham, 2018.

Suomessa Aalto-yliopistossa aiheeseen liittyen on tehty tutkimus, jossa 3D-tekniikoita on hyödynnetty jo sukupuuttoon kuolleiden fossiilien havainnoinnissa ja todellisten

mittasuhteiden tarkastelussa. Tutkimuksessa oli neljä esimerkkiä, joista kaksi viimeistä käsitteli 3D-tulostamisella valmistettuja, museon näyttelyä varten luotuja näyttelyesillepanoja. Tutkimus käsittelee osittain samaa aihetta kuin tutkimukseni, mutta ottaa askeleen vielä syvemmälle, koska todellista vertailtavaa yksilöä ei suoraan ole. Tämä taas painottaa enemmän 3D-mallintamista ja todennäköisimmän ulkomuodon tavoittelemista. Toisaalta luodut mallit olivat vain oletus alkuperäisten lajien olemuksesta, mikä oli nostettu esiin tutkimuksessa.

Granroth ym. (2024) tuovat esille, että ennen kyseisiä testejä 3D-tulostusta oli hyödynnetty museossa esimerkiksi puuttuvien hampaiden ja kynsien valmistamiseen näyttelille oleviin täyttöihin. Ne oli skannattu ja peilattu toisen puolen vastaavista ja tulostettu printtipalvelun kautta. Tutkimuksen yksi esimerkki oli tulostettu FDM-printterillä PLA-muovista (Kuva 13). Tulostuksen kerroksellisuus oli haitannut lopputulosta ja teettännyt paljon jälkikäsittelyä vaativaa työtä. Toinen malli oli tulostettu hartsista ulkopuolisella yrityksellä. Tulostustarkkuus oli riittävä noin 25,5 cm pituisen kalan tekemiseen. Tutkimuksessa on lisäksi kerrottu maalaamiseen käytetyistä tekniikoista ja materiaalivalinnoista (s. 155–156).

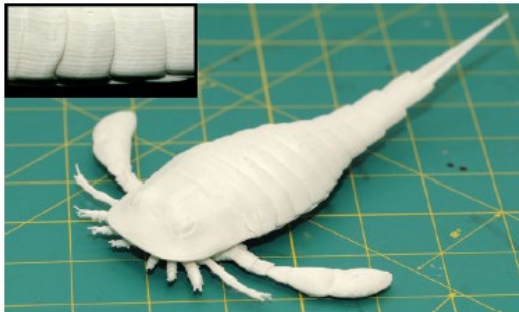


Fig. 9. Printed *Eurypterus* model; the grid of the cutting mat shown is in inches. Inset: closeup of the print lines on the side of the model (photo: Janne Granroth).



Fig. 10. Finished model of *Eurypterus remipes* (photo: Janne Granroth).



Fig. 11. Finished model of *Gyropterygius* (photo: Janne Granroth).

Kuva 13. Yllä, FDM-tulostetussa PLA-tulosteessa kerroksellisuus paistaa liikaa läpi. Alla, 25,5 cm kala oli sopiva tulostettavaksi hartsista. Suurempi malli ei mahtuisi useimmista tulostimista yhtenä kappaleena. Kuvat: Granroth ym., 2024.

Granroth ym. (2024) esittävät, että yhtenä tutkimuksen löydöksistä pidettiin sitä, ettei karvojen ja höyhenten uudelleenluominen 3D-tulostamalla toimi kunnolla. Tekniikkaa pidettiin kuitenkin suhteellisen halpana ja nopeana muihin mallinrakennustekniikoihin verrattuna. Vaikka hinta onkin halpa, tulostin ja sitä varten tehtävä työ eivät. Yhtenä huomiona nostettiin esille, että mallin rakentamisen aikana tulisi kommunikoida asiantuntijoiden kanssa, koska yksityiskohtien määrä ja laatu eivät suoraan kerro niiden todellisesta oikeellisuudesta. Lisäksi tulostamisen soveltuvuus pienten lajien taltiointiin tulostusteknisten rajoitteiden takia. Eviä ja muita läpikuultavia osia voi valmistaa kirkaasta hartsista sekä esillepanoon voidaan taltioida usea hiukan eri kokoinen ja asennossa oleva yksilö kopioinnin mahdollistamana. Tutkimuksessa korostettiin tulostuksen soveltuvan prototypointikeinoksi muodonhakuun (s. 156–158).

4 Tutkimusmenetelmä

4.1 Laadullinen tutkimus

Puusan ja Juutin (2020) mukaan yleisesti ajatellaan, että laadullinen ja määrällinen tutkimus olisivat toistensa poissulkevat tai jopa vastakohtat, mutta ne voivat toteutua kuitenkin tutkimuksessa vierekkäin. Laadullinen tutkimus kuvaa yleensä tutkimuksen kohdetta suhteellisen läheltä subjektiivisesti ja laajasti. Tällöin myös näkökanta asian tarkastelussa on laajempi (s. 75–76).

Laadullisen tutkimuksen validoinnin ongelmana on sen perustuminen otannaltaan suhteessa pieneen alaan. Se toisaalta mahdollistaa asioiden tarkemman ja laajemman tutkimisen. Laadullinen tutkimus sopii hyvin tapaustutkimukseen, josta muotoilu tutkimuksen kautta on yksi esimerkki ja sovellutuskohde. Puusa ja Juuti (2020) kertovat tutkimuksen läpinäkyvyyteen ja uskottavuuteen liittyvän tietynlaisia seikkoja, jotka pitää ottaa huomioon. Tutkimusta varten haalittu aineisto täytyy kerätä asiaankuuluvalla tavalla. Johtopäätösten ja kokonaisuuden esittäminen tutkimuksessa ei saa aiheuttaa turhaa vaaraa tai haittaa kohteelle. Aineiston täytyy myös pystyä osoittamaan esille nostetut asiat todeksi eikä vain olla uskottava (s. 175).

4.2 Muotoilu tutkimuksen kautta (eng. research through design)

Colwell (2025) toteaa, että tarkan muotoilun tutkimuksen määrittely voi olla osassa tilanteista vaikeaa tai osittain jopa mahdotonta. Tällainen tilanne voi syntyä, jos tutkittavaa asiaa on lähestytty usealta eri kantilta ja tutkimuksessa on käytetty monelle eri muotoilun tutkimustyyliille yhteisiä metodeja. Muotoiluprosessin ollessa oleellisessa osassa prosessia voidaan puhua tutkimuksesta muotoilun kautta (research through design). Tässä suurin pääpiirre on se, että tutkija toimii prosessin muotoilijana ennemmin kuin tiedon tarjoajana (research for design) tai reflektoi kokonaisuutta etäältä (research into design) (s. 81–86). Prototyypointi on tärkeää, koska se on muotoiluprosessin yksi konkreettinen menetelmä. Uutta tietoa tuotetaan muotoilussa käytettävien menetelmien avulla, kun suunnitteluprosessi on tutkimuksen kohteena eli muotoiluprosessin menetelmät ovat metodeja.

Muotoiluprosessi nojaa itsenä tutkimuksessa tehtäviin testeihin ja asettuu niiden jatkumoksi (Koskinen ym. 2011 s. 23). Tutkielmassani, teen erilaisia testejä ja

reflektoin niistä opitut asiat seuraaviin. Tällä tavalla pääsin ennen itselleni tuntemattoman laitteiston ja menetelmien kanssa tutuksi. Sama pätee erilaisten prototyyppien ja testien yhdistelyyn. Kun jokaisesta testistä poimii toimivat ja toimimattomat sekä turhat ominaisuudet ja taltioi nämä, voi muotoiluprosessissa viedä kokonaisuutta eteenpäin. Dokumentointi on avainasemassa, sillä ilman tätä suunta hämärtyy.

Anttila (2006) toteaa, että kun artefakti on tutkimuksen ydin, sen tuottama tieto on muutakin kuin analyyttistä dataa. Sen ympärillä tapahtuva oppiminen, iterointi ja uuden kehitys luovat pohjan jatkokehitykselle. Tutkiessa luotua kokonaisuutta, todellinen tiedon määrä on paljon suurempi kuin siitä voidaan havainnoida ja vaikka esimerkiksi siitä kirjoitettu otanta. Tällaista hiljaista tietoa ei koskaan pysty taltioimaan kokonaisuudessaan (s. 71–73). Muotoilu tutkimuksen kautta on muotoiluprosessin kautta tuotettua tietoa, jonka tuloksena ovat artefaktit, prototyypit ja muu syntynyt aineiston tuottama tieto. Tätä ei kuitenkaan saa sekoittaa tuotekehitysprosessiin, sillä sen tarkoituksena ei ole optimoida vaan tuottaa ymmärrystä.

Uuden tulostimen ja skannerin saavuttua oli aloitettava jostain. Anttila (2006) jatkaa, että uuden testin ja kokeilun luominen välittämättä lopputuloksesta on abduktiivista päättelyn logiikkaa. Tällainen testaamalla havainnointi auttaa pääsemään johtopäätöksiin avoimesti. Liian ennakkoluuloisen lähestymisen käyttäminen voisi tukehduttaa jotain tällä tavalla löydettävissä olevaa. Käytännönläheisesti päättelemällä suoritettavaa testailua voidaan ammentaa myös lähteistä. Lähde ei voi kuitenkaan olla suoraan valmis vastaus, vaan enemmänkin saatu idea ja uuden testaamisen ponnahduslauta (s. 119).

Tutkijan on osattava tutkittavasta asiasta tarpeeksi, jotta validointi on mahdollista, muutoin havainnot olisivat lähinnä irrallisia mietteitä, joiden paremmuutta ei voida verrata toisiinsa (Anttila, 2006 s. 120). Tämä korostui haastattelussa. Prototyyppi, jonka olin valmistanut, oli oma paras näkemykseni aiheeseen. Haastateltava osasi heti kertoa ammattitaitonsa suomalla kokemuksella, mitkä seikat prototyyppissäni osuivat anatomisesti oikeiksi tai vääriksi.

4.3 Tutkimusaineisto

Anttila (2006) huomauttaa, että tekemisen prosessi tarvitsee taltioinnin, sillä vain sen suorittava voi havaita sen siinä laajuudessaan, kun oikeasti kokonaisuuteen käytetty ajatus on. Tämä myös vaatii sen, että tekeminen on etenevää. Paikallaan oleva, itseään toistava tekeminen ei ole prosessi. Tiedon näkyväksi tekeminen muodostuu rajaamisen ja tarkan valinnan kautta. Kokonaisuuteen verrattessa kiinnostavia asioita korostetaan ja ei kiinnostavia peitellään, jotta haluttu saadaan todeksi ja konkreettiseksi (s. 67, 97).

Vilkka (2021) osoittaa erilaisten aineistojen yhdistelemisen olevan tehokas tapa tuottaa kattavaa aineistoa. Eri aineistojen saattama tieto täydentää toisiaan. On kuitenkin harkittava millaisia aineistoja käyttää ja ne on perusteltava (s. 101–103).

4.3.1 Täyttökomponentit, luodut prototyypit ja havainnot

Anttila (2006) tuo esiin, että laadullisen tutkimuksen aineisto on hyvä koota useasta eri lähteestä. Tällöin sitä voi verrata ristiin ja tehdä sille sisäistä vertailua. Tällaisia ovat esimerkiksi haastattelun sisältö ja tutkijan omat muistiinpanot (s. 177). Myös prototyypit ja niiden pohjalta aloitettu keskustelu sekä erilaisten testien havainnoinnin kyseiseen kohtaan paneutuminen laajentavat otantaa.

Aineistonkeruun ensimmäiset tutkimusaineistot koostuvat *Suomen täyttötarvikkeelta* tutkittavaksi saaduista täyttökomponenteista, jotka rajasin toimeksiannon tarkentuessa. Jokaiseen näistä liittyy omanlaisiaan valmistusteknisiä haasteita. Heiltä on myös saatu tutkittavaksi sekä sinisorsan että nädän lihapäästä otetut skannaukset digimuodossa. Sorsan mallista on saatu myös vanha hartsitulostimella tehty testivedos, jonka pinnan laatu ei ollut tarpeeksi hyvä alkuperäisellään. Anttila (2006) selostaa, että kuvia tai esimerkiksi luonnoksia voidaan pitää yhtä tärkeänä puheeseen ja kirjoitettuun tekstiin verrattuna. Niistä voidaan saada sellaisia merkityksiä, joita muuten esittämällä ei saataisi esille. Tällaisten dokumentointi on tärkeä kokonaisuuden kannalta (s. 210).

Niiden lisäksi aineistoon liittyy kaikki skannatut sekä siitä eteenpäin koneelle viedyt ja mahdollisesti tulostetut 3D-mallit. Testien pohjalta mukaan ovat tarkentuneet ensimmäiset maalatut vedokset, jotka ovat osittain raakaskannattuja ja osittain viimeistelyjä sekä lopulliset asiantuntijahaastattelua varten tehdyt artefaktit. Olen hyödyntänyt myös omia muistiinpanojani, prosessin aikana kirjaamaani,

dokumentoimaani ja kuvaamaani materiaalia sekä keskustellut koko prosessin aikana *Suomen täyttötarvikkeen* kanssa.

Jos tutkittavasta ilmiöstä ei tiedetä juuri ollenkaan, on havainnointi hyvä tiedonhankkimismenetelmä (Tuomi & Sarajärvi, 2018 s. 93–94). Karhunkita ja prototyypit olivat yhdet tärkeimmistä havainnoinnin kohteista. Tutkimuksessa oli osallistuvaa havainnointia. Tällöin keskustellessa nousee uusia asioita esiin. (Tuomi & Sarajärvi, 2018 s. 94–95). Tämä on perusteltua, koska muotoiluprosessiin kuuluu sekä oma havainnointi että niiden esittäminen ja niistä keskusteleminen muiden kanssa. Prosessin kokonaisuuden muodostavat prototyypointi, digitaalinen luonnostelu ja erilaisten tekniikoiden yhdistelemisen testailu olivat avainasemassa.

4.3.2 Asiantuntijahaastattelun toteutus

Puusa ja Juuti (2020) sanovat haastattelun olevan suosituin tapa kerätä tutkimusaineistoa. Sen kanssa täytyy aina muistaa kuitenkin niin haastattelijan kuin haastateltavan subjektiivisuus. Aineistoon päätyy siis tietoa subjektiivisen tulkinnan kautta haastateltavan subjektiivisesta kokemuksesta. Haastateltavan huolellisella valinnalla voidaan vaikuttaa saatuun tulokseen. Joskus tällainen on tietoisesti valittu suunta ja puhetila annetaan sellaiselle, jonka jo etukäteen tiedetään tietävän aiheesta enemmän. Tällainen tarkoin valittu haastateltava voi nostaa paljon syvällisempiä ja kokemukseen pohjautuvia asioita esille (s. 103,106). Haastateltavan lausunto on aina subjektiivinen kokemus asiasta. Tämä näkyi tässä tutkimuksessa esimerkiksi, kun haastateltava vastasi tottumuksistaan. Jos yksittäinen henkilö tekee jonkun tietyn asian jotenkin tai arvottaa jotain toisen valinnan yli, on se hänelle tosi, mutta ei välttämättä kuin osa totuutta kokonaiskuvaa tarkastellessa.

Puusan ja Juutin (2020) mukaan puolistrukturoidun haastattelun käyttäminen mahdollistaa laajemman pelitilan haastattelutilanteessa strukturoituun haastatteluun verrattuna. Verratessa strukturoituun haastatteluun kysymykset ja vastaukset ovat valmiiksi annettuja, jolloin kaikki haastateltavat vastaavat samalla tavalla. Jos kysymysten muodostuminen ja haastattelutilanteen orgaaninen eläminen sallitaan puolistrukturoidulla haastattelulla, voidaan saavuttaa sellaistakin tietoa mitä haastattelija ei olisi välttämättä ennen tilaisuutta edes osannut kysyä (s. 111–112). Vaikka haastattelutilanne ja todennäköiset vastaukset olivat ennakoitavissa jo

kysymyksiä suunnitellessa, paikan päällä nousi sellaisia yllätyksiä, jotka ennen haastattelutilannetta vaikuttivat mitättömiltä. Tällaisten seikkojen ennakoimattomuus on haastattelun ydin.

Jyrinki (1977) painottaa haastattelukysymysten luonnissa olevan tärkeää keskittyä siihen millä tasolla keskustellaan. Siihen vaikuttaa haastattelijan ja haastateltavan tietotaito ja haastateltava aihe. Jotta haastattelusta olisi mahdollisimman paljon hyötyä, kysymysten täytyy mahdollistaa laajamittainen vastaaminen, mutta myös se, ettei vastaus mene ohi haastattelijalta. Kysymyksen asettelulla on suuri merkitys kokonaisuuden validoinnissa (s. 129). Kysymysten asettelun jännityksettömyys nousi arvoonsa. Olin syöttää omaa ennakkoluuloani haastattelutilanteessa, mutta onneksi kyseiseen aiheeseen palattiin vielä uudelleen ja haastateltava esitti itse oman näkemyksensä asiasta siten, että huomasin jälkikäteen tehneeni virheen.

Jyrinki (1977) arvioi asenteiden tulkitsemisen haastattelutilanteessa voivan olla vaikeaa ja tämä korostuu, jos haastattelija ja haastateltava eivät tunne toisiaan. Tällöin on mahdollista, että syntyy tahattomasti asenteita tai mielipiteitä puhuttavasta asiasta. Näiden havaitseminen ja oikein tulkitseminen voi joskus olla haastavaa. Asenne ei välttämättä ole aina negatiivinen, mutta sillä on kuitenkin suunta (s. 72).

Ruusuvuori ym. (2010) huomauttavat, että litterointi on tärkeä osa, jotta haastattelun jälkeinen analysointi onnistuisi. Se myös on osoitus tutkimuksen validiteetista. Koko tutkimusaineiston esittäminen tutkimuksessa on mahdotonta, mutta hyvin litteroitu ja koostettu kokonaisuus antaa myös lukijalle mahdollisuuden tehdä omia päätelmiään. Litterointi ei ole koskaan niin täydellinen kuin haastatteluhetki, sillä litteroinnissa jää aina jotain nyansseja sen ulkopuolelle (s. 432–434).

4.4 Aineiston analyysi

Anttila (2006) toteaa reflektoinnin olevan hyvin vanha käsite, jo 1200-luvulla tutuksi tullut termi. Sen pääkohtana on auttaa tutkijaa havainnoimaan ja yhdistelemään asioita. Reflektointi voi olla joko tarpeen sanelemaa tai sitten luovaa ja ilman suurempaa tarkoitusperää. Luovan prosessin aikana tilanne muuttuu jatkuvasti, jolloin myös päämäärä tai testien looginen eteenpäinvieminen saattaa kääntyä. Luovan prosessin tekemiselle tyypillistä fokuksen muuttumista täytyy sietää. Jos mahdollisuuksista ja uusista suunnista ei ota kiinni, voi olla uhkana kehän kiertäminen

ja vanhaan jo tunnettuun sortuminen. Reflektoinnista saadut tulokset voivat olla odottamattomia (s. 78–79).

Reflektoinnin tärkeys prosessin aikana on välttämätöntä. Tutkittavan asian kohdentaminen silloisessa hetkessä oikeaan voi joskus tuntua vaikealta. Tämä saattaa johtua joko siitä, ettei välttämättä hahmota tilannetta kokonaisuutena tai siitä, ettei osaa valita runsaudenpulassa oikeaa suuntaa. Toisaalta myös menneestä oppimisen tärkeys korostuu siinä, ettei syytä itseään menneisyydessä jonkin todella selkeän asian huomaamisesta myöhässä, vaikka vastaus olisi ollut koko ajan nenän edessä. Reflektoinnin on oltava avointa, sillä se peilaa subjektiivista näkemystä (Anttila, 2006 s. 114).

Tuomi ja Sarajärvi (2018) toteavat, että sisällönanalyysissä tutkittava tieto järjestellään ja kiteytetään uuteen muotoon kuitenkin pitäen huomio siinä, ettei tiedon laajuutta supisteta ja sittemmin näistä muodostetaan johtopäätöksiä. Se ei ole pelkästään laadulliselle tutkimukselle toimiva metodi. Koska sisällönanalyysi rakentaa jopa täysin strukturoimattoman aineiston systemaattisesti ja objektiivisesti, sen varjopuolena kritisoidaan, ettei tutkija välttämättä jatka siitä saatujen tietojen jalostamista, vaan esittää ne suoraan lopputuloksena. Sisällönanalyysin ensimmäisessä vaiheessa datasta kiteytetään tutkittava aineisto. Kiteytyksessä koitetaan etsiä tutkimuskysymykseen vastaavia ilmauksia. Näille kiteytyville havainnoille sittemmin koitetaan löytää samanlaisuuksia tai eroja, jotka jaotellaan alaluokiksi. Näistä muodostetaan lopuksi teemoja eli kokoavia yhtymäpisteitä (s. 117, 122–124). Tutkimuksen sisällönanalyysin jaottelutaulukko ja niistä nousset teemat (Liite 8).

5 Muotoiluprosessi

5.1 Prototypointilaitteistot ja niiden valinta

Muotoiluprosessi alkoi kokonaisuuden tarkastelusta ja tehtävänannon muodostamisesta. Tavoite kiteytyi täytössä esille jäävien täyttökomponenttien tarkasteluun. Laitehankintojen tarpeellisuus valkeni alussa, koska karhunleuka oli *Suomen täyttötarvikkeen* toive. Lopputulokseksi sitä ei pro gradu -tutkimuksessa osannut ensimmäisten puheluiden perusteella luvata, mutta tavoite ja suunta kuitenkin oli viedä erilaisilla prototyypeillä ja testeillä tutkimusta/tavoitetta kohti lopputulosta. Jos kaikki menisi hyvin, voisi lopputulos olla testivedos eli ”nollasarjalainen” tavoiteltavasta tuotteesta. Tämän tavoitteen pohjalta ja muotoilutehtävänannon määrittelemänä laitoin hartsitulostimen ja 3D-skannerin tilaukseen. Laitervalintojen määrittelyyn käytin seuraavia rajoituksia ja vähimmäisvaatimuksia. Alusta lähtien oli selvä, että laitehankintojen on oltava sellaisia, jotka mahdollistavat testien loppuunsaattamisen. Rajasin paljon ylimääräisiä ominaisuuksia pois, jottei muun muassa hinta karkaisi liikaa. Valikoituneista prototypointilaitteista tarkemmat kuvat (Liite 3).

5.1.1 3D-skanneri

3D-skannerin tuli olla jollain muulla tekniikalla toimiva, kuin kuvien perusteella pistepilven muodostava, pinnan todellisen muodon taltioinnin tarkkuuden varmistamiseksi. Toinen rajaava tekijä oli hinta. Sen täytyi olla kuluttajaystävällinen. Markkinoilla on todella laadukkaita skannereita, mutta usean tuhannen alkuinvestointi näin alkutekijöissä olevaan testailuun olisi ollut turha ja riskialtis investointi. Kaksi viimeistä ominaisuutta, jotka halusin skannerille, olivat tarpeeksi tarkka skannaus tarkkaan pienten esineiden taltioinnissa (alle 200 x 200 x 200 mm kohde). Viimeinen ominaisuus, jota arvoitin valinnassa, oli langaton käyttö joko puhelimelle tai tietokoneelle. Tämän ominaisuuden puolesta puhuu taltiointiympäristö. Jos skannaaminen täytyy tehdä verstasympäristössä, jossa eläin on osittain siivottuna, ylimääräisten johtojen ja välineiden määrä on minimoitava.

Skanneriksi valikoitui *Creality CR-Scan Ferret Pro* (ovh. 489 €). Sen tekniikka perustuu UV-valoon. Se on 0,1 mm tarkkuuteen optimiooloissa pääsevä NIR-teknologialla (near-infrared) toimiva 3D-skanneri. Se on tarkoitettu ensisijaisesti

pienien ja keskikokoisten esineiden taltiointiin (150 x 150 x 150 mm – 2000 x 2000 x 2000 mm). Se pystyy myös taltioimaan 24 bittisen värikuvan pinnasta (eng. texture map). Skanneri on joko langallisesti yhdistettävissä puhelimeen tai tietokoneeseen, mutta skannaaminen on mahdollista myös WLAN:in kautta. Skannerin ohjelma ”*CrealityScan*” on yhteensopiva Mac-, iOS-, Windows- ja Android-laitteiden kanssa ja tallentaa skannatun pistepilven .STL-, .OBJ- ja .PLY-tiedostomuodoissa.

5.1.2 3D-tulostin

3D-tulostimen täytyi olla sen verran suuri, että kokonainen karhunleuka mahtuu tulostusalueelle. Toinen ominaisuus, jota pidin välttämättömänä oli jokin hartsin lämmitystapa. Harvassa tulostimessa on erikseen lämmitystapa hartsia varten. Eri tavat lämmittää hartsi ovat tulostimesta ja valmistajasta riippuvaisia, mutta tärkeintä oli mahdollisuus tälle. Hartsitulostin tarvitsee vähintään 20 °C:n lämpötilan tulostettavan materiaalin mukaan. Lisäksi lämpötilan tulee säilyä tasaisena koko tulostusajan. Kovettumaton hartsi haisee voimakkaasti eikä ole suositeltavaa tulostettavaksi tilassa, jossa oleskellaan. Tästä syystä sijoitin tulostusnurkkaukseni autotalliini. Vastaavanlaiset olosuhteet voisivat olla myös ammattitäyttäjällä tallissaan tai työhuoneessaan. Eläimiä nykiessä ympäröivä lämpötila saisi olla hiukan viileä, jottei jäinen eläin sulaisi liian nopeasti ja alkaisi pilaantua operaation ollessa tarkkuutta ja huolellisuutta vaativa. Myös tulostimen valintaan vaikutti suuresti hinta.

Tulostimeksi testeille valikoitui *Elegoo Saturn 4 Ultra 16K* (ovh 648 €). 3D-tulostin, MSLA-tekniikkaa (masked stereolithography) hyödyntävä hartsitulostin. Sen tulostusala XYZ (leveys, syvyys, korkeus) on noin 212 x 119 x 220 mm, jonka 10 tuuman LCD-näytön tarkkuus on 16k (15,120 x 6,230 pikseliä). Tulostimen resoluutio, eli tarkkuus akseleittain XYZ on 14 x 19 x 20 µm (0,014 x 0,019 x 0,02 mm). Kyseisessä tulostimessa on lämmitettävä hartsiasia ja se pyrkii pitämään lämpötilan noin 30 °C:ssa. Hankin myös jälkiasennettavan *Elegoo*:n hartsitulostimen sisäilmalämmittimen, joka lämmittää tulostimen kuvun sisällä olevaa ilmaa noin 25 °C:seen. Näillä kahdella varmistin tulostuslämpötilan riittäväksi ja tasaiseksi. Tulostettavan ohjelman saa tulostimelle joko USB-muistitikulla tai lähettämällä sen WLAN:in kautta. Tulostettavan mallin tulostimelle ymmärrettävään muotoon käänsin *Elegoo*:n omassa *Chitobox*- viipalointiohjelman (eng. slicer) ilmaisversiossa.

5.1.3 Muu tulostamiseen tarvittava välineistö

Muita tulostamista varten tarvittavia välineitä ovat huuhtelu- ja kovetusasema. Valitsin *Elegoo Mercury Plus V3.0* (ovh 211 €), koska se oli suoraan yhteensopiva tulostimen kanssa. Tähän saa huuhdeltavaksi suoraan tulostinalueen maksimimitoilla tuotetut tulosteet. Huuhteluastiaan mahtuu enimmillään 7,5 litraa isopropanolia (IPA vähintään 97 %) tai tarkoitukseen erikseen valmistettua pesuainetta. Lisäksi hankin askartelua varten valmistettuja silikonisia alustoja, joiden päältä tippuneen hartsin siivoaminen Isopropanolilla on vaivatonta. Huuhtelun jälkeen kappaleen tulee olla kuiva ennen lopulliseen kovetukseen laittamista. Tähän käytin paineilmaa.

Tulostustilan tulisi olla tarvittaessa tuuletettava ja helposti puhdistettava. Henkilökohtaisten suojaimien käyttö on todella suotavaa kovettumattoman hartsin ja isopropanolin käsittelyn aikana. Sotkua sietävät vaatteet ja suojalasit roiskeiden estämiseksi sekä aktiivihiilihengityssuoja ja käsissä kertakäyttökäsineet ovat suositeltavia käyttää. Lisäksi paineilmaa käytettäessä kuulon suojaaminen on tärkeää. Tulostusprosessia helpottaa, jos välittömässä läheisyydessä on puhdasta paperia, isopropanolia ja roska-astia, sillä roiskeilta ei voi välttyä. Lisäksi hartsi ei kovetu kuin UV-valolle altistuessaan, joten työpiste kannattaa pitää puhtaana. Hartsista valmistettua esinettä jatkokäsitellessä, kuten hiomisessa, tulisi huomioida henkilökohtaisten suojainten käyttö.

5.2 Työskentelyrytmin kehittäminen testien kautta (eng. workflow)

Työskentelyrytmin saavuttaminen vaatii saman toistamista, kunnes pääsee rutiiniin kiinni kunnolla. Myös jonkun uuden kokonaisuuden implementointi prosessiin vaatii tiettyjä poikkeuksia opittuun rutiiniin. Kehitin työskentelytapani ja rutiinejani jo oppimaani työskentelyrytmiin 3D-tulostamisessa. Yritin päästä mahdollisimman nopeasti testaamaan ja toteamaan tiettyjä kulmakiviä, joiden ympärille pääsin rakentamaan ajatuksiani työskentelyrytmistä kokonaisuutena.

Skannaaminen ja MSLA-tulostaminen olivat itselleni uusia menetelmiä, joten testien kehittäminen alkoi täysin omista tekemisen kokeiluista. Nykyään internet on täynnä sisältöä, joten myös sen hyödyntäminen varsinkin alkuun pääsemisessä ja vianmäärityksessä nopeuttaa kokonaisuutta. Työskentelyrytmi on kuvattu muotoiluprosessikaavioksi (Kuva 14).



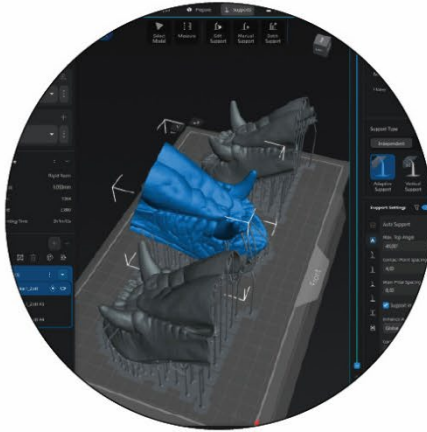
- Ylimääräisten roskien siistiminen
- Pinnan reikien korjaaminen
- Mahdollisten sisäkkäisten pintojen siistiminen

-Pinnan manipulointi:

- Silottelu, pursotus, kavennus...
- Yksityiskohtien esille saattaminen

- Symmetria tarvittaviin osiin peilaamalla
- Mallien yhdisteleminen

Mallin muokkaus



- Hartsin sekoittaminen
- Tulostimen kalibrointi
- Hartsin kaato astiaan
- Hartsin esilämmitys (20 °C)
- Tulostusohjelman valinta
- Tulostus (2-10 h)

3D-tulostus



- Pinnan hiominen ja puhdistus
- Pohjamaalaus
- Maalaaminen kynäruiskulla kerroksittain
- Maskattavien alueiden teippaaminen
- Yksityiskohtien maalaaminen siveltimellä
- Muu viimeistely
- Lakka tai muu pinnoite

Maalaus



3D-skannaus

- Asetusten valinta:
- Pieni skannausala
- Taustan automaattinen poisto
- Artefaktin asetteleminen alustalle

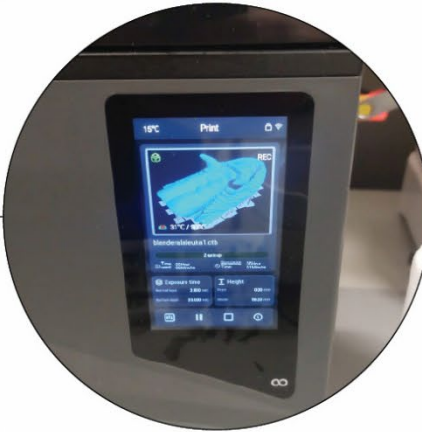
-Pisteverkon muokkaamisen asetukset:

- Resoluution mittapisteet talteen
- Mittapinnan kompensointi pieneksi
- Häivesprayn käyttö



Tulostusasetusten määrittäminen

- Tulosteiden määrä ja asetteleminen
- Supporttien generointi ja tarkistaminen
- Tulostusasetusten valinta
- Tulostuspreview'n tarkistaminen
- Slice
- Vienti muistitikulle



Jälkikäsittely

- Tulosteen irroitus pedistä
- 1. huuhtelu (enimmät pois) likaisessa IPA:ssa
- Supporttien irroitus
- 2. pesu (3-6 min) puhtaassa IPA:ssa
- Kuivaaminen paineilmalla
- IPA-jäämien tarkastus
- Kovettaminen UV-valossa (4-10 min), välillä kääntö
- Lopullinen tarkistaminen



Täyttö

- Täyttötyö, kuten muulla tavalla valmistetun komponentin kanssa

Kuva 14. Prosessikaavio tehtävistä toimenpiteistä komponentin prototypoinnissa.

Kuva: Topi Juusola, 2026.

5.2.1 3D-skannaus

3D-skanneri, oli itselleni täysin uusi tuttavuus, eikä minulla ollut aikaisempaa skannauskokemusta. Skannausasetusten valitsemisella oli suuri vaikutus lopputulokseen. Skannattavan esineen koko kannatti valita pieneksi, jotta skannausala oli myös pieni: tällä tavalla pystyi säätämään skannattavaa kohtaa. Asetuksista kannatti valita taustan automaattinen poisto. Tämä auttoi siihen, että esineen pystyi skannaamaan eri suunnista. Jos asetus oli päällä, artefaktin alla oleva taso saattoi sekoittaa skannauksen artefaktin asentoa vaihdettaessa. Ohjelma referoi jo skannattuun aineistoon pintojen suhteen ja sen mihin suuntaan esineen tuli jatkaa. Koska skannerilla oli vaikeus tallentaa hyvin peilaavaa tai läpinäkyvää pintaa, oli artefakti hyvä sijoittaa skannauksen ajaksi juomalasin tai lasisen pullon päälle. Tällöin itse skannaaminen oli helpompaa artefaktin ollessa korokkeella ilmassa. Skannaus kannatti aloittaa koko esineen ympäri käynnillä, tämän jälkeen artefaktin uudelleen käynti eri kulmista onnistui paremmin kuin heti täydellisen tuloksen tavoittelemisen laidasta lukien.

Skannauksen raakadatan valmistuttua se piti valmistella *CrealityScan*-ohjelmassa, jotta sen pystyi ottamaan ohjelmasta ulos edelleen käytettävässä tiedostomuodossa. Koska skannattu data vietiin seuraavaksi jatkokäsittelyyn, oli kaikista järkevintä valita, ettei ohjelma itse poistaisi ja silottaisi pintoja. Myös resoluutio kannatti valita mahdollisimman pieneksi, jolloin pinnan pisteitä tuli mahdollisimman paljon mukaan. Näillä toimenpiteillä pistepilvi saatiin käännettyä mahdollisimman tarkasti muuttumattomana ja kaikkine yksityiskohtineen.

Jos ongelmaksi koituisi, ettei kaikki halutut pinnat skannautuisikaan, markkinoilla olisi saatavilla häivesprayta, jonka tarkoitus on luoda artefaktin päälle pinta, jonka skanneri näkisi. Tällainen spray ei vahingoita skannattavaa pintaa ja haihtuu määrätyn ajan päästä riippuen aineen vaikutusajasta.

5.2.2 3D-ohjelma

3D-ohjelmina testeissä oli käytössä *Rhinoceros 3D* ja *Blender* riippuen välivaiheesta. Varsinkin mallin pinnan (eng. mesh) siistimisen ja muokkaamisen aikana käytin paljon *Wacom Intuos Pro L* -piirtopöytää, *Blenderiin*, sillä sen avulla muokkaaminen oli

paljon luontevampaa kuin hiirellä saman työstäminen. Ohjelmiin tuodut tiedostomuodot olivat pääsääntöisesti .OBJ ja .STL.

Mallinnusohjelmaan tuotu tiedosto ensin siistittiin ylimääräisistä skannauksen aikana syntyneistä ylimääräisestä ”haamudatasta” ja ”roskista”. Lisäksi malli oli käytävä läpi mahdollisten sisäkkäisten pintojen varalta. Tällaiset saattaisivat tulostusvaiheessa aiheuttaa ongelmia, jos tulosteen sisään muodostuisi hartsia täynnä olevia onteloita, jotka eivät kovettuisi koskaan. Tällainen jähmettymätön hartsi saattaisi halkaista itselleen reitin pihalle ajan saatossa pilaten täyttötyön. Skannatussa mallissa oli todennäköisesti avonaisia pintoja. Koska pinta on vain olemassa kolmen pisteen välissä, sillä ei ole paksuutta. Tämän takia mallin tuli olla täysin suljettu, jotta se voitaisiin tulostaa. Teoriassa näiden toimenpiteiden jälkeen malli oli siirrettävissä viipalointiohjelmaan.

Pinnassa oli kuitenkin paljon muokattavaa. Osa alkuperäisistä yksityiskohdista oli huuhtoutunut pois skannatessa, tämä osittain skannerin laadun vuoksi. Kuitenkin tätä tapahtuu aina jonkin verran, vaikka skanneri ja skannattava pinta olisivat kuinka laadukkaita. Puuttuvien yksityiskohtien luominen takaisin pintaan oli yllättävän helppoa ja miellyttävää. Pinnan manipulointi *Blenderin* oikeilla työkaluilla oli harrastajaystävällistä. Hampaiden pintojen silittely, ikenien juovien luominen, hampaiden erottelu toisistaan ja ienten tarkat rajaukset nostivat mallin ihan uudelle tasolle. Tämä kaikki oli vähimmäisvaatimus, jos haluaisi tulostaa suoraan skannatun kappaleen vastikkeen. Kuitenkin eri komponenttien yhdisteleminen, useamman skannauksen yhdistely ja skaalaus olivat edessä. Kaiken tämän jälkeen malli piti käydä vielä erikseen läpi, optimoida ja vähentää mallin muokkaamisen aikana syntyneitä turhia kolmioita. Liian suuri tiedosto raskaan geometrian kanssa olisi aiheuttanut ongelmia viipalointiohjelmassa ja viimeistään tulostettaessa epäsiistinä pintana. Pinnalle piti myös määrittää paksuus viipalointiohjelmaan viemistä varten.

Muokattu tiedosto vietiin *Chitubox*-viipalointiohjelmaan .STL-muodossa, missä ne käsiteltiin tulostusvalmiiksi. Tällaisia muokattavia ja tarkasteltavia asioita oli esimerkiksi tulosteiden määrän ja asennon määrittäminen tulostusalalle, tulostustukien (eng. support) luominen ja siistiminen. Tulostusasetukset täytyi optimoida käytettävän materiaalin ja tulostimen mukaan. Näihin liittyivät esimerkiksi valotusajat, kerrospaksuudet ja nostosyklilien nopeudet. Myös muita huomioitavia asioita oli, mutta

niihin kannatti panostaa vasta ensimmäisten tulosteiden jälkeen, kun tulostetusta laadusta tai ilmenneistä ongelmista pystyi päätellä tarvittavia muutoksia. *Chitubox*:ista tiedosto vietiin .CTB-muotoon, jota tulostin tukee.

5.2.3 3D-tulostaminen

Tulostaminen aloitettiin tarkastamalla tulostin ja valitsemalla haluttu hartsi. Hartsin sekoittaminen oli tärkeää, jotta sen koostumus olisi homogeenistä. Tulostin tuli kalibroida ja kun hartsi oli sekoitettu, se kaadettiin tulostimen vatiin. Hartsi tuli myös esilämmittää tulostimessa. Haluttu tulostusohjelma valittiin ja sen jälkeen kannatti seurata ja kuunnella tulosteen alku, että ensimmäisten valotusten jälkeiset repeämät kuulostivat hyvältä.

Vaikka tulostin olisikin päässyt tarkkuudeltaan 20 µm kerroskorkeuteen, kaikki testit tehtiin Z-korkeuden ollen 50 µm (0,05 mm) tätä voisi vielä pienentää, mutta testien lopputuloksen kannalta suurin vaikutus olisi ollut vain pidempänä tulostusaikana. Tulostusajan tarkkailuun ja arvioitiin käytin tekoälyä, jonka valjastin laskemaan ja siten arvioimaan tulosteen valmistumisajan. Sille syötettyäni tarpeeksi monen tulostuskerran tietokoneen alkuperäiset arviot ja tulosten korkeudet, joista sai kerrosten lukumäärän sekä tiedon, milloin tulostus alkoi ja milloin se oli valmistunut, tekoäly pystyi arvioimaan tulevien printtien valmistumisen alle viiden minuutin tarkkuudella. Esimerkiksi, jos laittaisin tekoälylle laskettavaksi, että tulosteen korkeus olisi 7,34 cm ja tulostus alkaisi 21.43, milloin se olisi valmis? Vastaukseksi saisin ”*3h 54 min, eli klo 01:37 ± 2 min*”. Täten osaisin herätä sammuttaakseni tulostimen ja tehdäkseni jälkikäsitteilyn, ilman suurempia ylimääräisiä odotteluita.

5.2.4 Jälkikäsitteily

Tulosteiden valmistuttua ne irrotettiin tulostinpedistä metallisella lastalla naarmuttamatta petiä. Peti asetettiin sivuun odottamaan puhdistusta, ennen tulostimeen takaisin asettamista. Tulosteet esihuuhdeltiin aluksi ”likaisessa” isopropanolissa, johon jäi suurin osa kovettumattomasta hartsista. Tämän jälkeen vielä kovettamattomasta osasta on helppo irrottaa tulostustukirakenteet. Oli varottava, ettei vielä pehmeää tulostuspintaa naarmuta tai vahingoita. Tämän jälkeen tulosteet

laitettiin pestäväksi isopropanoliastiaan, jossa pesulaite tekee mekaanisesti pesevän pyörteen. Noin 3-6 minuutin pesun jälkeen osat oli kuivattava kunnolla paineilmalla. Paineilmapistooli saattoi olla raaka voimaltaan varsinkin herkkien tulosteiden kanssa, ilmanpaineen laskeminen esimerkiksi 1-4 bar paineeseen auttoi, jos normaalikäyttöpaine (6-8 bar) tuntui liian suurelta. Osien ollessa täysin kuivia ja puhtaita ylimääräisestä hartsista, ne asetettiin kovettumaan UV-valoon pyörivään karuselliin noin 4-10 minuutiksi, välillä osia kääntäen. Tämän jälkeen osille tehtiin vielä silmämääräinen tarkastus kovettumattomien hartsijäämien ja tulostusvirheiden varalta.

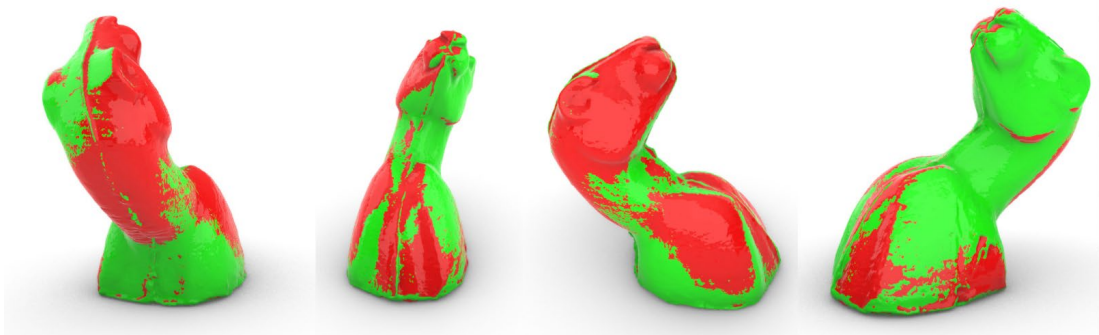
5.2.5 Maalaaminen

Maalaamiseen tarvittavaa ohjeistusta määrittelen vain pääpiirteittäin, koska se ei ole tutkimuksen kannalta merkityksellistä. Aluksi osan pinta on tarkastettava ja siistittävä mahdollisista jääneistä tulostustuista. Sen jälkeen pinta on puhdistettava huolellisesti kaikista epäpuhtauksista. Se on pohjamaalattu (eng. primer) tasaisen pohjan ja paremman tartuntapinnan mahdollistamiseksi seuraaville maalikerroksille. Tähän ja seuraaviin maalikerroksiin kannattaa käyttää kynäruiskua (eng. airbrush), sillä esimerkiksi spraymaalain käyttämisessä maalin määrä aiheuttaa helposti valumia ja tukkii yksityiskohtia. Maalaamiseen voi käyttää vesiliukoisia maaleja. Seuraavien maalikerrosten on oltava tarpeeksi ohuita, jotteivat edelliset kerrokset liukene irti tai maali ala valumaan. Yksityiskohtien rajaamiseen voi käyttää joko teippaamista tai päälle siveltävää suojapintaa (eng. liquid masking), jonka voi poistaa myöhemmin. Maalaamisen jälkeen kannattaa pintaan laittaa vielä lakkakerros suojaamaan maalipintaa, sillä itse täyttöprosessissa kostea eläimennahka muovataan asentoonsa.

5.3 Ensimmäiset testit ja niistä opitut asiat

3D-tulostin ja -skanneri saapuivat ennen hartsia ja kovetuskaappia. Minulla ei ollut aiempaa kokemusta tällaisen skannerin käytöstä, joten testailin harjoitteluluontoisesti eri asioihin ja esineisiin skannerin toimivuutta ja asetuksia. Harjoittelumielessä uretaaninen jäniksen täyttökeho ja kauriin jättösarvi olivat mielenkiintoisimpia tuloksineen orgaanisen pinnan takia. Halusin saada skannerista heti konkreettista ja fyysistä tarkasteltavaa tulostettua, joten ensimmäinen testi oli tulostettu vanhalla

FDM-tulostimellani. Tulostusajan nopeuttamiseksi käytin 0,8 mm kokoista suutinta, joka on halkaisijaltaan kaksi kertaa normaalia suutinta suurempi. Tällöin myös tulostuskerroksen korkeutta pystyy kasvattamaan. Jäniksen uretaanikehon tuloste ja siitä skannattu malli ovat päällekkäin tietokoneohjelmassa. Mielestäni tarkkuus oli häikäisevä, varsinkin kun skannerin mittatarkkuudesta ei ollut kokemusta. Pinnan rosoisuudella ei ollut tässä testissä väliä (Kuva 15 ja Kuva 16).



Kuva 15. Vihreä malli on alkuperäinen skannaus, punainen siitä tulostettu ja uudelleen skannattu malli päällekkäin tietokoneohjelmassa. Kuvat: Topi Juusola, 2025.



Kuva 16. Vasemmanpuoleinen on jäniksen uretaanikeho, oikealla on siitä raakaskannattu ja 3D-tulostettu malli FDM-printterillä. Kuvat: Topi Juusola, 2025.

Hartsin saavuttua sain ensimmäisten kalibrointiprinttien jälkeen laitettua kauriin jättösarvesta tulosteen printteriin. Tätä skannauksen pintaa en käsitellyt mitenkään, jotta näkisin sen todellisen laadun. Laitoin tulostumaan 1:1 kokoisen sarven peilikuvana alkuperäiseen, sekä 1:2 kokoisen sarven. Laitoin tulostumaan myös *Suomen täyttötarvikkeelta* saadun nädän lihapäästä olevan skannauksen ylä- ja alaleuan (Kuva 17). Näiden pohjalta pääsi hyvin jyvälle todellisesta potentiaalista, joka oli valtava. Lopullisen ja siistityn tulostustiedoston saisi kyllä toimimaan, jos kaikki asiat olisivat kunnossa.



Kuva 17. 1:1 ja 1:2 kokoiset kauriin sarvet. Kuvat: Topi Juusola, 2025.

Pääsin myöhemmin myös itse skannaamaan pyydystämäni nädän lihapään. Tässä pääsi testaamaan todellista tilannetta, ja kuten arvata saattaa, ylimääräisten sotkeutuvien asioiden määrä kannattaa pitää mahdollisimman pienenä yksin työskennellessä, kuten alun hypoteesini oli.

Skannerin käytössä oli havaittavissa selkeä oppimiskäyrä. Myös tulostimen käytössä opin erilaisia kikkoja, joita ei oikeastaan osannut ennen niihin törmäämistä edes listata. Tulostettavien kappaleiden kannattaa olla aseteltuna noin neljänkymmenenviiden asteen kulmaan, jotta tasaista, isoa ja yhtenäistä pintaa ei synny tulostettavaan kappaleeseen, sillä tällainen saattaa aiheuttaa repeytymiä tulostusvaiheessa (Kuva 18).



Kuva 18. Liian tasainen ja iso pinta saattaa aiheuttaa kerrosten välisiä repeytymiä (eng. layer separation). Kuvat: Topi Juusola, 2026.

Blenderissä olevien työkalujen monipuolinen hyödyntäminen - varsinkin piirtopöytää hyväksikäyttäen - nosti skannatun pinnan ulkoasun ihan uudelle tasolle. Pinta oli skannauksen jälkeen oikea ja oikeassa paikassa, mittasuhteet olivat valmiit, mutta yksityiskohdat olivat ”sameutuneet pois”. Niiden henkiin herättäminen ryhdisti kokonaisuutta merkittävästi. Testissä oli puolikkaan mustakarhun (lat. *Ursus americanus*) kidan oikea täyttökomentti, jonka raakaskannauksen oikeaa puolta parantelin, vasen jäi raakaskannatuksi. Tästä testistä pääsee todentamaan, kuinka paljon nopea digitaalisen mallin parantaminen vaikuttaa kokonaisuuteen. Täyttäjä joutuu tekemään kaikki yksityiskohdat esimerkiksi savesta, mitä valmiisiin täyttökomenttileukoihin ei olla jo luotu. Laadukkaan ja näyttävän leuan hinta on kuitenkin hyvin korkea. Tätä ei helpota sen moniosaisuus. Moniosaisuus johtuu pinnan päästämättömien muotojen määrästä. Pelkästään *Mohr*-merkkisen mustakarhun alaleuka, jossa ovat ikenet ja kieli valmiina paikallaan, koostuu neljästä eri osasta, jotka on liitetty myöhemmin yhteen. Osat on ruiskuvalettu ja kieli tehty pehmeästä silikonista päästävyysongelmien takia. Sama geometria on mahdollista tulostaa yhtenä osana. (Kuva 19).



Kuva 19. Mallinnuksen vasen puoli on käsitelty skannattuun pintaan, joten yksityiskohtien määrän saa lisättyä huomattavasti realistisemmaksi. Osa yksityiskohdista jää maalauksessa piiloon, joten niiden korostaminen alkuperäiseen malliin on suotavaa. Kuvat: Topi Juusola, 2026.

5.4 Lopullisen mallin rakentaminen

Lopullisen muotoilutehtävänannon määrittelyminen täytyi tehdä juuri ennen prototyypin valmistusta. Kokosin tehtävänantoon asiat, joihin aion keskittyä ja jotka jätin ottamatta huomioon. Tällainen määrittely oli tärkeää, jotta kaikki tarpeellinen pääsisi mukaan asiantuntijahaastattelua varten tehtävään prototyyppiin. Tavoitteenani oli luoda ruskeakarhunleukojen täyttökomenttileuat, joiden pohjana käytin oikeasta mustakarhunkallost skannaamaani raakadataa. Asetin prototyypille tavoitteeksi, että siinä täytyi olla myös kieli, ikenet, kitalaki ja huulet, joten malli rakentui useammasta eri skannauksesta sekä kokonaan alusta luodusta pinnasta.

Rajasin prototyypin ulkopuolelle leukojen kiinnityksen ja kulman säädettävyyden, joka oli tullut esille *Suomen täyttötarvikkeen* perustajan kanssa puhutuissa ensimmäisissä puheluissa jatkokehittettävänä ominaisuutena. Kyseistä mekanismia täytyisi tarkastella ihan omanaan, ennen kyseisen kokonaisuuden liittämistä tässä prototyypissä keskeisessä osassa olevaan testiin. Lisäksi päätöstä puoltaa myös se, ettei ominaisuus vaikuta täytön ulkoasuun ja tulosteen mahdollisuuden selvittämiseen, joka on pro gradu -tutkimukseni tärkein tarkastelukohta.

Viimeisiin testeihin vaihdoin myös tulostettavan hartsilaadun sellaiseen, jonka pitäisi olla tulostettuna parempaa ja kestävämpää. Ensimmäiset testit olin tulostanut *Elegoo*

Standard photopolymer -hartsilla. Tämä johtui alkuperäiseen tilaukseen lisäämäni hartsin postituksen viivästyisestä. Tilanteen korjasin ostamalla suomalaisesta verkkokaupasta korvaavaa hartsia, jolla pääsin aloittamaan testit. Hartsien eroista olen huomannut, että ensimmäisestä hartsista saattoi tulla hieman laadukkaampi lopputulos. Lisäksi tukirakenteiden irrottaminen ja niiden jättämät jäljet olivat miellyttävämmät. Toisaalta tämä selittyisi kovemalla muovilaadulla, joilla tein lopulliset testit. Hartsi, jota käytin lopullisiin testeihin, oli *Elegoo ABS-like 3.0 photopolymer* -hartsi. Prototyyppeihin liittyvät välivaihekuvat ovat tutkimuksen liitteenä (Liite 3).

5.5 Mallintaminen

Prototyypin rakentaminen lähti raakaskannattujen mallien valmistamisesta ja *Blenderiin* saattamisesta. Pohjana kaikelle sain kaveriltani skannattavaksi amerikkalaisen mustakarhun kallon. Väärän karhulajin kallon skannaaminen osoittautui kuitenkin lopputulokseltaan positiiviseksi kokeiluksi. Hyvää testissä oli, että sillä pääsi todentamaan muotoiluprosessin kulkua ja eri skannausdatojen yhdistelyä. Tähän testiin ”väärän lajin” kallon käyttäminen ei sinällään vaikuttanut. Toisaalta kuten arvelinkin, asiantuntija näki tiettyjä anatomisia ”virheitä” kallossa ja sen tietyissä osissa ja mittasuhteissa, verrattuna ruskeakarhun kalloon. Prosessissa kävikin ilmi oikean lajin kallon skannaamisen tärkeys. Mitat, kuten kulmahampaiden välinen etäisyys leuoissa, niiden koko ja kulmahampaasta takahampaisiin olevat mitat oli tärkeä selvittää, jotta mustakarhun kallon saa suhteutettua ruskeakarhun kallon kokoon ja muotoon. Mittoja vertailemalla sain jokseenkin tarkasti laskettua, että kalloa tuli suurentaa 1,13 kertoimella leveyden ja korkeuden puolesta. Pituussuuntaan skaala oli 1,15. Näillä skaalamuutoksilla pääsin tulokseen, joka oli suhteellisen oikea myöhempien testien aikana.

Kumpikin leuka muodostui kolmesta skannausdatasta. Alaleuan mallinnokseen sisältyi kallon, täyttökielen ja puolikkaan leuan etuhuulen skannaus. Tämä on markkinoilla oleva täyttökomponeetti, jossa on vain leukojen etummainen puolikas. Näiden keskinäinen paikalleen sovittaminen oli tarkkaa, mutta välttämätöntä. Karhun alaleuan huulen tärkeys korostui haastattelussa. Yläleuka muodostui kallon skannauksesta, josta talteen jäivät hampaat. Siihen lisäsin ruskeakarhun suusta

silikonimuottivalusta tehdyistä tarvikekomponenttien kitalaen ja viimeisenä myös puolileukojen ylähuulen.

Skannattu pinta on vain verkko pisteitä ja sillä ei ole materiaalipaksuutta. Tästä syystä tulostettavaan muotoon mallin saattamiseen tarvittiin aikaa. Jotta pinnalla olisi syvyys, piti se mallinusuohjelmassa pursottaa nurjalta puolelta 1,5 mm verran ulospäin. Skannatut muodot piti sen lisäksi yhdistää toisiinsa sekä siistiä nurjalta puolelta. Tämä on erityisen tärkeää kohdissa, joissa pinnat muodostavat suljettuja taskuja. Tällöin tulostusvaiheessa kovettumaton hartsi jää jumiin mallin sisään. Huuhtelemattomana ja kovettumattomana hartsi saattaa etsiä tiensä pinnalle joskus myöhemmin. Tällainen olisi asiakastyössä sietämätöntä.

5.5.1 3D-tulostaminen ja jälkikäsittely

Alaleuan tulostamiseen meni noin seitsemän tuntia, minkä jälkeen siirryin yläleuan pariin. Lähetin vedoksesta kuvan *Suomen täyttötarvikkeelle*, minkä seurauksena totesimme ylähuulen olevan jopa täyttöprosessia vaikeuttava ominaisuus. Tämä ei täyttökomentissa ole niin merkittävässä roolissa kuin alahuuli. Asiasta kysyttiin vielä erikseen kahdelta muulta täyttäjältä, joiden mielipide oli sama ja yläleuan etuhuuli jätettiin lopullisesta prototyypistä täten pois. Yläleuan tulostamiseen testasin ohuempaa noin 0,8 mm materiaalipaksuutta. Tämä osoittautui kuitenkin sen verran ohueksi, että prototyypin nurjalle puolelle oli jätettävä osittain tulostustuet turhan mallin särkemisen pelossa. Tämä oli kuitenkin tarpeeksi kestävä, jotta se kelpasi lopulliseksi testiksi. Yläleuan tulostaminen kesti noin kuusi ja puoli tuntia.

5.5.2 Maalaaminen

Mallin maalaaminen oli seuraava testi. Se osoittaisi miltä leuat näyttävät valmiina täyttökomenttina. Pohjamaalin jälkeen maalasin hampaat kerroksittain tummemmasta vaaleampaan. Hampaiden juuret jäivät rusehtaviksi liukuvärin edetessä hampaan kärkeen. Maaleina käytin vesiohenteisia guassimaaleja kynäruiskulla.

Hampaiden kuivuttua testasin erikseen vesivärimaalaukseen tarkoitettua maskeerausaine. Tämä aine on nestettä, joka kuivuessaan muodostaa suojattavan pintakalvon. Tämän jälkeen seuraavat maalikerrokset voidaan maalata huoletta.

Lopuksi kalvo irrotetaan, jolloin pohjalla ollut suojattu kerros näkyy taas. Harmikseni tämä maskeerausaine ei kuitenkaan toiminut haluamallani tavalla. Tätä en kuitenkaan ehtinyt laittaa lopulliseen prototyyppiin, sillä testasin ainetta aiemmilla testikappaleilla.

Päädyn käyttämään usean tunnin harjoitellessani teipillä maskeerausta. Käytin muoviteippiä, jossa oli sen verran anteeksiantava liimapinta, ettei se irrotanut jo maalattuja kohtia. Maskeerauksen jälkeen jatkoin maalaamisen loppuun siten, että kerrokset kuivuivat välillä. Viimeisenä testinä koitin saada alkoholimustetta hampaisiin epäpuhtauksiksi tai hampaissa oleviksi rei'iksi. Tämä testi osoitti aineen mahdollisuuden, mutta käyttäjän kokemattomuuden. Jälkikäteen ajateltuna testin olisi voinut jättää tekemättä, mutta toisaalta, jos sen olisi osannut tehdä oikein, se toisi mallille tiettyä aitoutta.

Lopputuloksen lakkasin puolihimmeällä spraylakalla. Jälkikäteen ajateltuna tämä olisi voinut olla hiukan kiiltävämpi. En kuitenkaan ehkä käyttäisi ihan täysin kiiltävää lakkaa, jotta leuoista ei tulisi muovisen näköiset. Pohjamaalatut, maalatut ja pinnalle lakatut hartsitulostetut kappaleet piilottivat tulostusteknisen kerrostumarajauksen, joka on mahdollista havaita suorassa tulosteen pinnassa (eng. layer lines).

6 Asiantuntijahaastattelu

6.1 Haastattelun toteutus

Haastattelu toteutettiin puolistrukturoituna asiantuntijahaastatteluna. Tilaisuus järjestettiin täyttäjän toimitiloissa ja sen kesto oli noin puolitoista tuntia. Haastattelun aluksi kirjoitimme suostumuskaavakkeen sekä näytin asiantuntijalle tulostettuja harjoituksia ja viimeisimmän prototyypin. Pyynnöstäni haastateltava ei vielä aluksi päässyt kertomaan mielipiteitään prototyypistä, vaan niistä keskusteltiin haastattelurungon mukaisesti vasta myöhemmässä vaiheessa. Haastateltava eläintäyttäjänä on Suomessa alalla usealla vuosikymmenellä vaikuttanut rautainen ammattilainen. Hän tekee konservointia työkseen ja hän on käynyt Helsingin Yliopiston konservaattorikoulutuksen. Hänen ammattitaitonsa on lisäksi kertynyt oppisopimusaikanaan saamista opeista. Hän on kehittänyt itseään käytännön töissä, kilpailemalla sekä seuraamalla alan kehitystä aktiivisesti. Asiantuntijalla on erityisen suuri osaaminen karhujen täyttämisestä, joita hän on tehnyt pitkästi yli tuhat.

Haastattelurunko muodostui kolmen teeman ympärille. Ensimmäisenä keskustelussa oli haastateltava henkilö itse täyttäjänä ja yleisesti konservointitöiden ammattilaisena. Toisessa osassa keskityttiin täyttöön ja käytettäviin komponentteihin teoreettisella tasolla. Tämän osion tarkoituksena oli hahmottaa todellista tarvetta ja käyttöympäristöä niin täyttötilanteesta kuin valmiin työn säilyttämisestä asiakkaalle päästyään. Viimeisenä osiona puhuimme valmistamastani prototyypistä, millaisia huomioita siitä nousi. Myös potentiaalin selvittäminen ja suunnan toteaminen oli puheissa. Aivan lopuksi keskustelimme myös muista 3D-tekniikoiden mahdollisista hyödyntämismahdollisuuksista. Haastattelu nauhoitettiin paikan päällä. Aineisto on litteroitu ja se on teemoiteltu. Haastattelurunko oli apuna koko tilaisuuden ajan (Liite 2). Osa kysymyksistä tuli kysytyä laajemmin edellisten vastausten johdattelemaan. Osaan haastateltava vastasi jo ennen kuin olin päässyt asiaa itse edes kysymään.

Asiantuntijahaastattelu oli tärkeä osa tutkimuksen validaatiota. Vaikka prototyyppi olisi omasta mielestäni täydellinen, harjaantunut silmä osasi osoittaa suoraan usean paranneltavan kohdan. Toisaalta vain henkilö, joka on täyttänyt asiakastäyttöjä vuosikymmeniä, osaa suoriltaan arvioida jonkin uuden komponentin todellisen soveltumispotentiaalin. ”...oot tilaillut noita komponentteja niin onko tullut vastaan ihan siis niin kuin luokattoman huonoja (komponentteja)?” ”Kyllä, kyllä on, ja

valitettavasti suuri osa on sitä. - - Ja sitten tietyillä firmoilla on lähes poikkeuksetta kaikki vähintään niinku käyttökelpoista jos ei kaikki oo huippuja...”

6.2 Prototyyppi

Prototyyppiä verrattiin haastattelun aikana oikeaan n. 250-300 kg ruskeakarhun kalloon sekä markkinoilla laajasti käytettyyn *Mohr*-merkkiseen ruiskuvalettuun karhunkitaan. Haastattelussa todellisten vertailukohtien mukanaolo oli merkityksellistä, koska fyysisestä prototyypistä keskusteltaessa pystyttiin apuna käyttämään toista esimerkkiä täyttökomponeentista ja todellista anatomiaa oikeasta kallosta.

Haastattelun olisi voinut järjestää myös etänä, mutta erityisesti läsnäolosta oli hyötyä fyysisiä artefakteja tarkkaillessa ja niistä keskusteltaessa. Kasvotusten tapahtunut haastattelu tuntui myös luontevammalta ja uskon, että siitä sai enemmän irti kuin pelkästä etähaastattelusta.

6.2.1 Mallin virheet ja onnistumiset

Prototyyppi herätti vilkkaan keskustelun. Sen huolellinen läpikäynti ja asiasta puhuminen vei puolisen tuntia. Suurimpina haasteina esiin nousivat mallin anatomiset virheet. Tämä selittyi osittain ”väärän” alkuperäisen lajin käyttämisenä mallin pohjadataana. Toisaalta ilmiö johtui mallintamisen amatöörimäisellä tietotaidolla karhun kidan tarkoista anatomisista ominaisuuksista. Jokainen karhu on yksilö, mutta tiettyjä ominaisuuksia voidaan pitää lajityypillisinä ja tunnistettavina. Tällaiset ominaisuudet kannattaa myös käyttää mallissa hyväksi, sillä täyttökomponeenttina se edustaa geneerisesti sitä ulkomuotoa, mitä ruskeakarhun kidalta voitaisiin olettaa.

Keskustelusta huokui myös se, että prototyyppi olisi lähtökohtaisesti käyttökelpoinen, jos ei huomioida tiettyjä anatomisia virheitä. Esimerkiksi yläleuan ja kitalaen poimutuksista puhuttaessa haastateltava oli sitä mieltä, että malli menisi ihan suoraan tuollaisenaankin asiakastäyttöön geometriansa puolesta *”Nämä on niinku aika lähellä, aika hyvännäköisiä... - - Mutta sanotaan näin, että tää on kyllä pelottavan lähellä (leuat kokonaisuutena).”* Huomionarvoista oli myös se, että kalloon ja kaupallisiin leukoihin vertaillessa asiantuntija löysi prototyypistä useamman kohdan, jota piti

parempana kuin *Mohr'n* vastaavissa. Näitä olivat kitalaen kuviointi, takahampaiden näkyvyys ienlinjasta, kielen väritys ja alaetuhampaiden keskinäinen asettuminen kulmahampaiden väliin ja etuhuuli, joka puuttui verrattavasta komponentista. ”...*ja tosiaan nää on sitten näin räikeen pinkkejä (puhuu Mohr'n kielestä), ei karhun kieli oo tän värinen.*” ”*No minkäs värinen se sitten oikeasti on?*” ”*Noko sun kieli on paljon parempi, että se on just tommoinen kuolleen harmaa, jopa välillä vähän musta...*”

Yksi suuri positiivinen asia oli 3D-tulostamisen mahdollistama negatiivisten ja päästämättömien muotojen valmistaminen, mikä ei esimerkiksi ruiskuvalukappaleelle ole mahdollista. ”*Tietäisitkö näistä (prototyypileuoista), jos nämä olisi upotettu täyttöön, että nää olisi 3D-tulostettu?*” ”*En tietäis, mä vaan ajattelisin, että nää on vaan jotenkin valettu.*” ”*Vaikka siellä on noita vääriä nurkkia...?*” Kysyessäni leukojen toisiinsa liittämistä ja mahdollisesti jopa kirsun kokonaisuuteen yhdistämistä asiantuntijalta tuli jyrkkä kieltäminen.

6.2.2 Tekniset ratkaisut

Symmetrian tärkeyttä ja tarpeellisuutta ei voi korostaa liikaa. Eläinten täyttämässä tavoitellaan ja jopa ihannoidaan täysin symmetrisiä elementtejä. Se on kisataytöissäkin olevalla arvostelukirjalla useassa kohtaa tarkastelun kohteena. Pidemmän keskustelun jälkeen kävi ilmi, ettei liian symmetristä kitaa voisi olla ”*Onko siitä huonoa, jos karhunleuka on täydellinen peilikuva itsestä? Jos nuo huulet ja kieli olisi jotenkin erilainen esimerkiksi?*” ”*Ei, ei. No siis tota, sehän olisi ihan super juttu.*” - - ”*...mutta haittaako että kieli ja huulet olisi symmetrisiä? Onko siinä liikaa symmetriaa sitten?*” ”*Ei, ei. Se on tällä alalla arvostettu juttu.*” *Mohr'n* valmiskidassa oli säädettävä kulma ja nielu. Se oli toteutettu siten, että leuat liukuivat toisiaan vastaan ja nielu peitti jäävän kolon takaa. Tällainen säädettävä kita tuo tavallaan omaa valmistusteknistä apua täyttäessä mutta ei ole välttämättömyys.

Prototyypin materiaalin vahvuus oli hyvä alaleuassa. Yläleuan liian ohut materiaali sai moitteita myös siinä mielessä, että haastateltava korosti, ettei asiakastyössä voi olla halkeamia tai kokonaan puuttuvaa palaa. Alaleuka oli ilmeisesti tarpeeksi jämäkkä. Leuan ontous ei haitannut. Jotta leuka olisi viimeistelty, sen laidan täytyisi olla suora ja siisti. Osan pitäisi olla mahdollisimman tarkasti oikein anatomisesti ja alahuulen

rajauksen täytyisi loppua uraan, johon ohennettu karhun leukanahka kiinnitetään mekaanisesti liimaamalla.

Osa kisataöistä on sääntöjen mukaan sellaisia, mihin kaikki komponentit pitää valmistaa itse. Kaupallisia valmiskomponentteja ei saa hyödyntää. Tällaisessa tilanteessa haastateltava oli varovaisesti sitä mieltä, että valmistusteknisesti kisaajan oma skannaama osa, digikäsittely ja tulostaminen olisi hyväksytty tapa valmistaa komponentti ”...*että se ei haittaa, että se yksi komponentti on (täydellisen) symmetrinen?*” ”*Päinvastoin, jos ajatellaan siten, että me tuotaisiin kilpailuihin suu auki oleva karhu, minkä nenä ja huulet ja hampaat olisi täydellisen symmetriset, niin mä luulen, että siellä tuomaristossa kuultaisi sellaisia ”WOW!” -kommentteja.*” Valmistusteknisesti valittu tuotantomenetelmä ei ole luotaan pois työntävä, kunhan se on vähintään yhtä hyvä kuin edellisillä muilla tavoilla saavutetut komponentit.

6.3 Yleisiä havaintoja

Haastattelussa yhdeksi suureksi teemaksi muodostui asiakas- ja kisatayttötyön suurimmat erot. Asiakastöiden laatu halutaan pitää mahdollisimman hyvänä. Tämän varjopuolena on se, että ne joudutaan tekemään aikaa vastaan. Jos täyttö taas olisi kisoja varten, ajalla ei ole merkitystä, sillä sinne kelpaa vain paras mihin täyttäjät ikinä pystyy. Yksityiskohtien tärkeys myös anatomisesti on aivan eri tasoa. ”...*erityisesti jos niinku toisi lisäarvoa, että jos on suunnilleen saman hintainen komponentti, mutta toinen on vaan paremman näköinen... - - Mutta sitten jos siihen tulee 200 € pelkän etuhuulen takia lisähintaa niin mä luulen, jos sä kysyt sitä asiakkaalta, niin suurin osa sanoo et ei tarvitse.*” Anatomisten mittasuhteiden ja kokonaisuuden toimiminen kisataöissä on eri maailmaa. Tuomarit käyvät töitä läpi valojen kanssa ja kiinnittävät pienimpiinkin yksityiskohtiin huomion, tällaisia amatööri ei välttämättä huomaa, vaikka osoitettaisiin. Silmän harjaantuminen ei tapahdu hetkessä ja siksi leukoja haluttiin arvioimaan karhujentäytön kanssa päivittäisellä tasolla työskentelevä henkilö. Ensimmäisenä haastateltava keskittyy täyttötyöhön kokonaisuutena. Erityisen vaikeana haastateltava piti silmiä. ”...*silmit on ylipäätään eläinten täyttämässä kaikkein vaikein asia, koska se vaatii niin kun täydellisen symmetrisyyden.*”

Symmetria oli teema, johon haastattelussa palattiin yhä uudelleen. Aiheena se on selvästi ”kuuma peruna” joka vaivaa täyttäjää päivittäisessä työssään. Täytettävä eläin on yksilö ja vaikka sen alla oleva keho olisi täydellisen symmetrinen, jokainen täyttö on yksilö. Toisaalta myös suuri osa käytettävästä ajasta menee symmetrisyyden hakuun ja täytettävän asennon hierontaan. Symmetrinen osa mahdollistaa myös täytön onnistumisen. ”...*elikkä vaikka sitä ei koko komponenttia näkyisi niin se silti näkyy tavallaan sieltä alta? -Todellakin!*”

Karhun leukojen täyttökomponeenteista puhuttaessa irtokielen tarpeellisuus nousi maalattavuusongelmana. Jos kieli ei ole irti, sen maskeeraaminen tuottaa turhaa tuskaa, välivaiheita ja hitautta työskentelyyn.”...*suurin ongelma tulee kielen maalaamisessa - - jos ajatellaan, että käytetään kynäruiskua niin niin on kyllä todella vaikka maalata tämä (kielen alapinta, hampaiden takaa) niin ilman että hampaat maalaantuu - - ylimääräistä työtä, ettet sotke maalattuja alueita.*” Kieli kiinnitetään maalaamisen jälkeen leukoihin esimerkiksi ”Jaw juice” nimisellä *Mohr'n* valmistamalla täysin kirkkaalla ja hiukan elastisella liimalla.

Viimeinen yleinen huomio osui puolileukojen ristiriitaiseen tarpeellisuuteen. Todella moni asiakas haluaa, että karhulla olisi suu auki ja niistä vain harva, että se olisi vain hiukan auki ”*No karhuissa se (suun asento) menee niin, että 95 % suu auki. - - Yleensä kukaan ei halua semmoista aggressiivista, vaan että suu on auki, että hampaat näkyy...*” Haastateltava ei ole koskaan itse käyttänyt karhulla puolileukoja. Tämä on osittain johtunut tottumuskysymyksestä, osittain siitä, että jos asiakas haluaisi katsoa tarkemmin lampulla kitaan ja se loppuisi kesken, tuntuisi se haastateltavan mukaan huijaamiselta.

6.4 Mahdollisia tulevia testejä

Koska 3D-tekniikat ovat suhteellisen uusia ja vaikka ensimmäisiä testejä ja kaupallisia lähestymisiä onkin tehty, on niiden todellinen potentiaali varmasti vasta kaivamisen ja löytämisen päässä. Haastattelun loppupuolella keskustelu kääntyi tuleviin testeihin ja mahdollisuuksiin. Esimerkiksi vesilintujen päät ja jalat nousivat yhdeksi teemaksi, mitä voisi enemmänkin testaila. Niiden perinteisenä ongelmana on kuivumisen aiheuttamat kutistumat. Kutistumia vastaan on koitettu esimerkiksi ruiskuttaa täyttöainetta jalkoihin ja nokkaan, jotta kuivuminen ei olisi näkyvää. Toinen lintuihin

liittyvä pohdinta käsitteli teeren helttöjä. Niiden tulostaminen symmetriseen valmispäähän voisi olla testin kohde. Asiantuntija huomautti kuitenkin päänahan kulmakarvojen ylivetämisen mahdottomaksi. Tämän voisi kiertää mahdollisesti oikein lovetuilla palikoilla, jotka täyttövaiheessa kasaisi kokoon. Ensin päänahka vedettäisiin keinopään yli ja sen jälkeen kulmakarvat asetettaisiin valmiiksi tehtyihin koloihin.

Karhun kirsun mallintaminen ja tulostaminen voisi olla testaamisen arvoinen vaihtoehto. Nykyään markkinoilla olevat vaihtoehdot ovat siitä vaikeita, että niiden laatu heittelee yksilökohtaisesti. Kirsu valetaan silikonimuottiin päästämättömän muodon takia. Tästä samasta syystä muotti on kovilla ja saadut valumäärät muottikohtaisesti pieniä. Toinen merkittävä ongelma silikonimuottiin valetussa kappaleessa on pinnan yksilölliset virheet. Pakkautunut ilmakehä nenän kärjessä aiheuttaa välittömästi kirsuun tasaisen montun, joka ei ole luonnollisen näköinen *”Käyttäisin valmisenä, jos sellainen hyvä löytyisi. Kuitenkin 90 % käytän karhun omaa nenää”*.

Yhtenä testinä voisi leukoja varten tulostaa täydellisesti istuvat maalaussuojat. Tällainen mahdollistaisi niiden alueiden suojelun, jota ei haluta maalata. Koska valmis malli on jo diginä, sen jatkokäyttö olisi testattavissa.

6.5 Yhteenveto haastattelusta

Haastattelusta lopullisia mietteitä ja oppeja tuli iso kourallinen. Prototyyppi asetti riman korkealle mahdollisuuksiensa puolesta. Se myös esitti tekniikan jatkokäyttöön esimerkin ja oli selvästi kehityskelpoinen asiantuntijan mielestä. Tekniikan laajempi käyttö eri täyttökomponenttien valmistamiseen on varmasti osa tulevaisuudessa tapahtuvaa kehitystä.

Digitaalisen mallin muokkaaminen mahdollistaa myös tarvittavien ”ykköseräisten” tuotteiden valmistamisen. Myös esimerkiksi skaalaaminen ja muu kevyt muokkaaminen päämallia muuttamatta auttaa kaventamaan eroa kalliimpien ruiskuvalumuottien kustannuksiin verrattuna. Muotin suurimmat hidasteet ovat todella korkea aloitushinta sekä se, että kyseisellä muotilla ei voi valmistaa kuin kyseistä tuotetta siinä muodossa ja koossa kun se on suunniteltu tehtäväksi.

Menetelmä ei pelota tai ole vieroksuttava. Teknisesti täyttäjää kiinnostaa vain mahdollisimman korkea laatu mahdollisimman huokealla hinnalla ja helpolla jatkokäsittelyllä. Esimerkiksi kielen irrotettavuus sujuvoittaa maalaamista asiakastöissä. Hyperrealistisen komponentin saattaminen kisatöihin voisi olla uusi testattava kokonaisuus. Tällaisia testejä varmasti on jo suoritettu jonkin verran, mutta selvästikään ne eivät ole jokapäiväisessä käytössä.

7 Tulokset

7.1 Tuloksien muodostuminen

Tutkimusaineistossa olevat prototyypit ja muu materiaali on analysoitu (Liite 7) sekä lisäksi haastattelusta tehdyn litteroinnin pohjalta on tehty sisällönanalyysi, josta on noussut keskeisiä teemoja esille (Liite 8). Teemoittelun tuloksena ovat seuraavat teemat:

3D-tekniikoiden saavutettavuus ja soveltuvuus

Geometrinen ja visuaalinen laatu

Kestävyys ja työprosessin vaatimukset

Lähtöaineiston merkitys

Iteratiivinen prototypointi

7.2 Kuluttajalaatuisen 3D-skannauksen ja -tulostuksen soveltuvuus eläintäyttöön

Miten kuluttajalaatuisella 3D-skannerilla ja -tulostimella voi tuottaa eläinten täytössä käytettäviä näkyviä komponentteja?

Tulokset osoittavat, että kuluttajalaatuisilla välineillä voidaan saavuttaa täyttötyöhön kelpaavia komponentteja, kunhan huomioi erityisesti komponentilta vaadittavat ominaisuudet ja täyttötyötä tukevat ratkaisut. Vaikka aihe saattaisikin alkuun tuntua suurelta kompastuskiveltä opetella ja testilla kokonaan itselle uutta tekniikkaa, ei sitä kannata alkaa pelätä tai pitää liian suurena mörkönä. Yksi esille nousseista teemoista oli aiheen lähestyttävyys. Tekniikoiden opettelu ja hyödyntäminen on mahdollista suhteellisen pienin ponnistuksin. Lisäksi se itsessään ei aiheuttanut negatiivista vastarintaa konservojien keskuudessa. Komponentin laatu ja tilanteeseen soveltuvuus on merkitsevä, ei se miten se on valmistettu ja mistä. Aiheeseen liittyvää tietoa on laajasti saatavilla netissä, ja laitteet ovat koko ajan kehittyneet käyttäjätystävällisemmiksi ja tarkemmiksi. 3D-tulostamiseen liittyvien muuttujien määrä on pienentynyt ja tulostin on siten teoriassa heti käyttövalmis (eng. plug and play), mikä ei ennen ole ollut mahdollista. Suuri osa henkilöistä, jotka 3D-tulostavat, tekevät tätä täysin valmiiden mallien pohjalta, jos mallintamiseen ei riitä osaaminen tai se ei tunnu omalta.

Eri tulostustekniikat ja -materiaalit antavat erilaisia lopputuloksia. Tutkimuksessani olen eniten keskittynyt hartsitulostamiseen, mutta esimerkiksi aloittelijaystävällisemmällä filamenttitulostimellakin pääsee nykylaitteilla erinomaisiin lopputuloksiin. Tulostettavat kappaleet ovat materiaalin mukaan todella helppoja hioa, paklata, maalata ja jatkokäsitellä. Joustavien tai erikoisominaisuuksia vaativien materiaalien tulostaminen on myös mahdollista. Tällaisia voisivat olla esimerkiksi antibakteerinen-, kuumuutta kestävä- tai erityisen elastinen materiaali.

Eläinten täyttäminen on omaa taiteellista näkemystä vaativa ammatti. Se, että eläin pyritään taltioimaan mahdollisimman aidon näköisenä, kuuluu asiaan. Toisaalta esimerkiksi tarkat yksityiskohdat ovat jokaisen tavoitteena. Tietynlaiset kompositiot ja tarinankerronta ovat osa suurempaa kokonaisuutta, mikä auttaa tietyn työn onnistumiseen toisten vastaavien yli. Mahdollisimman aidon ja mielenkiintoisen näköisen asennon pohjana toimii eläimen luontainen käyttäytyminen kyseisellä hetkellä (Taavetti ym. 2005, s. 2). Tällainen työn elementtien vuorovaikutus pääsee oikeuksiinsa, kun kaikki täyttöön vaikuttavat asiat on huomioitu. Myös täyttökomponenttien hyperrealistisuudella voidaan saavuttaa sellainen tunnelma, mikä ei olisi muuten mahdollista. Oikean näköinen geometria ja mahdollisimman realistisen näköinen maalaaminen ovat suuressa osassa. Komponenttien haasteena on myös täyttötöyltä toivottu asetelma ja mahdolliset asiakastoiveet. Voi olla, että tietyn kokoista komponenttia ei saa juuri halutussa kompositiossa, jolloin on tehtävä kompromisseja. Tuloksissa korostui myös räätälöinnin merkitys. Täysin kustomoidun ja kohteeseen tehdyn hyperrealistisen komponentin valmistaminen kotikonstein on teoriassa tällöin mahdollista. Tulostus pääsisi oikeuksiinsa myös tilanteessa, jossa täytettävä eläin on sen verran harvinainen, ettei komponentteja ole kaupallisesti olemassa ollenkaan.

Mallintamiseen tarvittavat työkalut helpottavat työtä, mutta eivät ole välttämättömyys. Jos halutaan valmistaa skannatusta datasta tulostettava malli, piirtopöydän hyödyntäminen on todella suuri apu. Tämä perustuu subjektiiviseen käyttökokemukseen ja siihen, kuinka tottunut mallinnusohjelmien käyttäjä on kyseessä. Jokaisella on oma työskentelyrytmi, mutta myös digityöskentelyyn on olemassa apuja. Tarpeeksi tehokas tietokone helpottaa ja suoraviivaistaa toimintaa, mutta kyseessä olevan koneen ei tarvitse olla kuitenkaan mikään tehotyöpiste.

7.3 Täyttökomentilta vaadittavat ominaisuudet

Millaisia ominaisuuksia täyttöön valmistetulla komponentilla täytyy olla, jotta se olisi toimiva?

Komponentilta vaadittavien ominaisuuksien määrä oli yllättävän suuri. Selvän kokonaisuuden hahmottaminen alussa oli pelkkien arvauksien varassa. Analysoitaessa suurimmat esiin nousseet kokonaisuudet hahmottuivat anatomisen ja visuaalisen laadun sekä komponentin kestävyuden, käytettävyyden ja ”täytettävyyden” ympärille. Komponentin on oltava myös käsiteltävissä ja jatkoohyödynnettävissä, jotta konservaattori voi onnistua työssään. Loppuen lopuksi komponentilta vaadittavat ominaisuudet ovat melko laajat, sillä se näkyy täytön alta, vaikka se ei fyysisesti olisikaan esillä.

7.3.1 Keskeisenä laatutekijänä symmetria

Ennen tutkimusta en osannut arvata, että symmetria nousisi yhdeksi tärkeimmistä ja suurimmista geometriaan liittyvistä teemoista. Oma ennakkokäsitykseni oli, että sillä olisi jonkinlainen osuus kokonaisuuteen, mutta se nousi lähes tärkeimmäksi ominaisuudeksi visuaalisista seikoista. Kidan kaltainen komponentti luo suuren osan täytettävän eläimen onnistuneesta päästä ja kokonaisuudesta. Täysin symmetrinen kita olisi vain tällä hetkellä haaveiltavissa oleva valmistusteknisesti haasteellinen kokonaisuus. Tällainen hiljainen tieto ei välttämättä olisi tullut esille kuin vasta palautteessa, jos tätä olisi tehnyt itse yksinään (Hyvärinen, Nikander, Ruusuvoori, 2017 s. 78). Jos koko konseptityön olisi tehnyt muotoilijavetoisesti suoraan käyttäjälle ilman ulkopuolisia kommentteja, se olisi ollut liian kapeakatseinen ratkaisu, mikä ei ole kannattavaa. Tässä oli myös vaaran aihetta sille, että ulkopuolelta tuleva henkilö olisi sanellut tarpeen ymmärtämättä kokonaisuutta.

Realistisen ja uskottavan anatomian taltiointi komponenttiin on välttämätöntä. Komponentin täytyy palvella sille tärkeimmässä tehtävässä. Anatomisen vastaavuuden jälkeen tulee vasta yksityiskohtien määrä ja selkeys. Vaikka komponentti olisi kuinka hieno yksityiskohdiltaan, sen väärä anatominen olemus pilaa kokonaisuuden.

7.3.2 Kestävyys, muokattavuus ja materiaalinsietokyky

Täyttötyön tekevä konservaattori on ensisijainen käyttäjä komponenteille. Hänen täytyy pystyä hyödyntämään omaa ammattitaitoaan mahdollisimman laajasti ilman materiaalirajoituksia ja muita hidasteita. Muokattavuuden täytyy olla huomioituna, sillä käytännössä aina täyttövaiheessa konservaattorin täytyy muokata komponentteja tilannekohtaisesti. Huonoista komponenteista ei voi tuottaa laadukasta lopputulosta. Toisaalta, jos välineet ja työkalut ovat kunnossa, on vasta-alkajallakin mahdollisuus onnistua ja ylittää itsensä. Laaja osaaminen ja ammattitaito auttavat luovaan välineiden käyttöön ja tarpeeseen muokkaamiseen. Komponentin täytyy kestää täytön aikaiseen rasitukseen ja muokattavuuteen sekä sietää maaleja, liimoja ja muita kemikaaleja.

Lopullinen käyttäjä on asiakas tai täyttävä itse. Työn täytyy kestää koko asiakkaan elinikä. Toivottavaa tietenkin olisi, että täytöt säilyisivät pitempäänkin. Olisi todella ikävä tilanne, jos viisitoista vuotta täytöstä komponentit pettäisivät ikäänsä. Toinen vaikeasti arvioitava asia on yleisestikin ihmisen elämä, sillä sen aikana sattuu aika paljon ja kaikenlaista. Tällaisille ei voi ennakoitavuudessaan oikein tehdä mitään, mutta toisaalta mitä kestävämpi komponentti yleisesti on, sen paremmin se todennäköisesti kestää elämää vaikkei se käyttöesine olekaan. Täytetyt työt ovat verrattavissa taide-esineisiin (Luomus, 2026).

Tulosten mukaan karhunkidan prototypoinnin keskeisimpänä havaintona oli kielen irtonaisuus asiakastäytössä. Tämä ei ole niin suuressa huomiossa kisasäytössä, sillä siihen varattavaa aikaa ei lasketa, saati laskuteta keltään, vaan kokonaisuus on paras mihin täyttävä pystyy. Irrallaan oleva kieli jouduttaa maalaamisprosessia huomattavasti, sillä se poistaa tarpeettoman maskeerauksen ja varomisen, joka tulisi kielen fyysisesti kiinni ollessa.

7.4 Skannausdatan laatu

Miten eri 3D-tekniikoita kannattaa hyödyntää, jotta karhun täyttötyössä esille jäävä leuka täyttää sille asetetut laatuvaatimukset?

Käsiteltävän ja käytettävän lähtödatan laadulla ja alkuperällä on todella suuri merkitys. Tämän nouseminen yhdeksi pääteemaksi ei yllättänyt. Skannatun datan laatu vaikuttaa aina lopputulokseen. Tarkka skannaus mahdollisti sen jatkohyödyntämisen. Mitä

laadukkaamman aineiston kanssa pääsee toimimaan, sitä paremmin siitä saa toimivan kokonaisuuden. Jos leuoissa on käytetty oikean eläimen purukalustoa, se istuu todennäköisemmin yhteen, kuin täysin tyhjästä luotu kokonaisuus. Myös skannaustarkkuus näkyy ihan lopputuloksessa asti. Jos pistepilven tasoittelu oli liian isolla, yksityiskohtia karsiutui vähemmäksi. Tämä näkyi muokatessa heti puuttuvana datana. Äärimmäiset yksityiskohdat peseytyivät pois ja jyrkät laidat tai uurteet eivät näkyneet välttämättä ollenkaan. Haastattelussa ilmeni, että vaikka täyttökomponentti ei näkyisi turkin alta, sen muoto antaisi silti luonnottomia virheitä läpi. Tästä voi siis päätellä, että kaikella on merkitystä. Lähtöaineistoksi valikoituneen yksilön pitää olla lajille tyypillinen, sillä sen sukupuoli ja suhteellinen koko vaikuttavat lopputulokseen. Vaikka skaalaaminen ja muokkaaminen onkin mahdollista, pienen naaraserauspennun eli ylivuotisen nuoren karhun leuat eivät anatomisesti näytä täysin identtisiltä 300 kg painavan suuren uroksen leukoihin verrattuna. Esimerkki karhun kallon anatomisesta kehittymisestä ja fyysisien ominaisuuksien perusteella (Liite 4). Näitä hyväksi käyttäen voidaan arvioida yksilön ikä (Mc Donough, 2024).

7.4.1 Immateriaalioikeudet

Prototyypin leuat oli kasattu kummatkin kolmesta eri skannauksesta. Tarvittavia geometrioita oli luotu myös ohjelmassa digitaalisesti. Prototypoidessa mallin rakentamiseen käytettävä välineistö ja skannattavien asioiden lähteet eivät ole merkittävässä asemassa. Niistä kuitenkin täytyy muistaa asioiden omistajuus. Käytettävien materiaalien eettiset ja juridiset rajat puhuttivat omana kokonaisuutenaan. Se, mistä skannausdata on peräisin, vaikuttaa immateriaalioikeuksiin. Vaikka tekemäni prototyyppi olisikin ollut täydellinen ja valmis, tuotetta ei voisi myydä omana, sillä siinä on käytetty markkinoilla olevan yrityksen tuotteista skannattua dataa pohjalla. Tässä on immateriaalinen dilemma. Vaikka skanneri ja skannaus olisikin minun, en voi hyödyntää selkeästi tunnistettavaa kilpailijan tuotteen ulkomuotoa. Tällainen tilanne on korjattavissa sillä, että ottaa esimerkiksi tässä tilanteessa omat skannaukset ruskeakarhun lihapäästä. Kukaan ei voi omistaa tai patentoida miltä karhunkita näyttää, myös toisen skannauksen pohjatiedostona käyttäminen on väärin.

Internet on täynnä yksityiskäyttöön ladattavia ilmaisia malleja ja tiedostoja, mutta se mikä on kuluttajalle ilmaista omaan käyttöön, voi sisältää hyvinkin jyrkkiä säädöksiä tai maksuja kaupallisessa käytössä. Ongelma muodostuu varsinkin siinä kohdassa, jos olet myymässä täyttämäsi eläimen, johon olet ladannut ja tulostanut kuluttajaoikeuksilla malleja. Mallien jatkoehdyntäminen ja muokkaaminen on monesti rajattua.

Luvanvaraisten eläinten ja kasvien kohdalla on myös omia huomioitavia kokonaisuuksia. Kansainvälinen CITES-yleissopimus (Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna) suojaa uhanalaisia eläimiä ja lintulajeja. Sopimus on astunut voimaan 1975 (Cites, 2026). Se valvoo ja rajoittaa tiettyjen lajien myyntiä ja jatkoehdyntämistä. Esimerkiksi skannaamani mustakarhun kallo ostettu ja maahantuotu CITES-todistusten saattamana (Liite 1). Lajeille on myös paikallisia säädöksiä. Suomessa uhanalaisiksi ja rauhoitetuksi määrätty lajit ovat lähtökohtaisesti suojeltuja. Näiden lisäksi luvanvaraisesti metsästettävillä yksilöillä pitää olla paperit kunnossa. Vaikka laji olisi yleisesti metsästettävä, sillä saattaa olla erikseen määrätty myyntikielto. Tällaisia ovat esimerkiksi metson, teeren ja pyyn kaikki osat. Lajin yksilölle, jonka haluaisi digitoida, täytyy siis olla käsittelyluvat.

7.5 Prototyyppi ja tuotteistamisen reunaehdot

Millaisia asioita tulee ottaa huomioon prototyyppinnissa ja tuotteistamisessa?

Iteratiivinen prototyyppi osoittautui toimivaksi kokonaisuudeksi ja teemaksi, jonka ympärillä tapahtuu paljon. Tutkimuksessa valmistetut testit ja viimeisimmän prototyypin pohjalta tehty asiantuntijahaastattelu antoivat osviittaa teorian todellisesta toimivuudesta. Kokonaisuuden tekeminen on vaatinut todella paljon uusiin asioihin paneutumista. Tämä on näkynyt esimerkiksi viimeisen prototyypin muotoilutoimeksiannon tiukkana rajauksena. Muotoilullisesti olisi ollut riittävä, että prototyyppi olisi päältäpäin katsottuna riittävän lähellä todellista tuotetta. Tuo tarkoittaa sitä, että kidan puolikkaat ja niiden tulostustekninen geometria eivät olleet muulla tarkastelutavoilla kriittisiä. Mallissa esiintyy sisäkkäisiä pintoja, päälipinnalle leikkautuvia pursotuksia ja mahdollisia umpinaisia kovettumattomia hartsihaltaita. Materiaalipaksuus yläleuassa on puolta liian ohut, joten siihen piti jättää osa tulostustuista kiinni pinnan pysymiseksi kasassa. Jälkikäteen puntaroidessa

muotoilutehtävänannon määrittäminen ja sen noudattaminen onnistui hyvin. Haastattelua varten valmistamani prototyyppi toimi siinä mihin se oli luotu ja mahdollisti laajan keskustelun aiheen ympäriltä.

Sisällönanalyysin yhtenä alaluokkana toimi keskeisten teemojen hahmottaminen ja niiden puitteissa kokonaisuuksien luominen. Tällainen rajaamistapa toimii, jos koitetaan saada kokonaisuudesta selvää. Prototyypin tehtävänä oli toimia haastattelun tukena ja kokonaisuuden hahmottamisessa. Liian suuren kokonaisuuden tarkastelu kerralla olisi ollut liian raskas prosessin osalta. Myös lopputulokseen saatettu niin sanottu täydellinen nollavedos olisi kuitenkin joutunut uusille iteraatiokierroksille parannusehdotusten saattamana. Tästä syystä nopean prototyyppisyklin suosiminen kannatti. Muotoilussa yleisesti käytössä oleva nopeasti epäonnistumisen tavan (eng. fail fast) tavoin koitin siis päästä mahdollisimman nopeasti kipukynnysten ohi, kierrosten määrästä tinkimättä.

Prototyypin hampaat ovat suoraan mustakarhun kallosta. Vaikka se on mittasuhteiltaan hiukan eri verrattuna ruskeakarhun kalloon, sen avulla päästiin prototyypin kanssa eteenpäin. Eri karhujen kallojen kokojen ja muotojen eroja voi hahmottaa tarkemmin (Liite 5). Tulevaisuudessa ehjän kokonaisuuden luominen useamman skannauksen parhaista puolista olisi siis prototyypin tapaan mahdollista. Jos ruskeakarhun lihapään skannaisi, lisäisi malliin vielä erikseen kielen, siistisi kokonaisuuden 3D-mallinnusohjelmassa sekä optimoisi kokonaisuuden täyttötyössä tarvittavat asiat huomioiden, saattaisi lopputuloksena olla melko onnistunut kokonaisuus.

8 Pohdinta

8.1 Tulosten merkitys täyttötyölle ja muotoilulle

Tulokset nostavat esiin sen, että tämän tutkimuksen ulkopuolelle on jäänyt merkittävä kokonaisuus liittyen hartsien soveltuvuuteen täyttötyössä. Täytetty eläin pitäisi säilyttää UV-valolta suojassa sen säilyvyyden kannalta. Mikäli materiaali on valmistusteknisesti UV-valoon reagoiva, eli kovettuva, voi ajan saatossa ja pitkien altistumisien jälkeen leuoille teoriassa tapahtua jotain. Tässä tilanteessa leuat eivät ole varmasti kuitenkaan ainoat osat väärästä säilytyksestä kärsineet. Täyttö ikääntyy, värit haalistuvat ja käytetyt kemikaalit ja maalit haurastuvat. UV-reaktiivinen hartsi haurastuu ja kellastuu pitkien UV-altistumisien seurauksena. Tähän tarvitaan kuitenkin jo sellaiset olosuhteet, jotka eivät ole täytöllekään optimit.

Hartsin säilyvyyttä voisi yrittää parantaa käyttämällä tumman sävyistä hartsia, sillä kirkas ja vaalea hartsi on yleisesti kaikista alttein UV-valolle. Myös maalaamisen jälkeen UV-suojaaavan lakkakerroksen käyttäminen voisi auttaa. Talon ikkunoihin suodattuu UV-B-säteily, mutta UV-A-säteily pääsee kuitenkin niistä läpi ja valo pääsee siten haalistamaan värejä täyttötyötä valoisassa huoneessa säilytettäessä.

Prototyypin materiaalivalinta kestävämmästä muovista sisälsi hyviä ja huonoja puolia. Olisin voinut tehdä viimeisen prototyypin samasta materiaalista kuin edeltävätkin testit. Toisaalta oli hyvä havainnoida, millainen mallin todellinen kestävyys voisi olla. Materiaalin kovuus aiheutti myös haurautta yläleuan kanssa. Tämä johtui myös osittain siitä, että viipalointiohjelman asetukset olivat varmasti muuta kuin optimit kyseiselle kokonaisuudelle. Tulostustukien ollessa väärissä paikoissa katsottavalle pinnalle muodostui ruhjeita. Lisäksi tuet olivat ihan liian paksut ja tiheässä, joten niihin meni turhaa materiaalia sekä niiden irrottaminen edes näin siististi vaati ajatusta.

Tutkimuksen tuloksena oli havainto symmetrian todellisesta tarpeesta ja arvostuksesta. Jos tekisin seuraavan version prototyypistä, niin symmetrisyyden tärkeys olisi varmasti yksi suurimmista asioista, johon panostaisin aikaa ja ajatusta. Seuraavakaan prototyyppi ei varmasti olisi vielä täysin valmis kaikilta osin. Muita asioita, johon voisi keskittyä ovat esimerkiksi kestävyys, maali- ja liimatestit, UV-säteilyn kesto, täyttöttestaaminen, erilaiset kolautukset ynnä muut sellaiset. Toinen kriittinen lähestyminen pitää tehdä *Blenderin* suhteen. Hallitsen ohjelman käytön riittävältä osin, jotta pääsin testeissä eteenpäin, mutta se pitää ottaa vielä paremmin haltuun, jotta

haluttuun lopputulokseen pääsemisessä ei kestäisi niin kauan, ja että se ei olisi liiallisen testailun takana. Toisin sanoen rutiininomaisen ja tehokkaan digityöskentelytavan luominen itselleni olisi todellakin tarpeen. Tutkimukseni aiheen ajankohtaisuutta vahvistivat jatkuvasti kehittyvien 3D-tulostimien ja -skannereiden laatu, käytettävyys ja harrastelijaystävällisyys.

3D-mallinnettu esine mahdollistaa perinteisesti valamalla tehdyn osan yksityiskohtien laajemman tarkastelun. Ennen mahdottomaksi muodoksi ajateltu kokonaisuus onkin nyt mahdollista ja jopa kilpailuetu. Eläinten täyttämiseen erikoistuneessa kirjassa kirjailija oli tuskaillut karhun kidan valamisen kanssa jo vuosikymmeniä sitten. Samat teemat ovat vieläkin esillä. Tämä vaikuttaa lähes krooniselta ongelmalta, jota kukaan ei ole pystynyt ratkaista kokonaan ja lopullisesti.

”Olen valanut petojen hampaita kipsimuottiin ja voin kokemuksesta sanoa, ettei se kannata, sillä niissä on niin sanottuja negatiivisia kulmia (eri suuntiin ulkonevia osia) niin paljon, että yksi leukapari pitää valaa kuuteen eri muottiin. Valokset on työstettävä toisiinsa sopiviksi osiksi ja liimattava yhteen, joten tämä homma sopii vain joutilaille harrastelijoille, joilla on vapaa-ajan ongelmia, kuten Leon L. Pray sanoo.” (Kangasperko, 2000, s. 66)

Kuten kirjoittajan tekstistä voi kuulla, tuska on ollut todellinen:

”Jos valu tehdään kipsistä, on jokaiseen hampaaseenkin pistettävä tukilanka. Sellainen proteesi ei kuitenkaan kestä muualla kuin lasikaapissa pidettävällä eläimellä, sillä muuten katsojat särkevät sen varmasti. Hampaat on maalattava vähintään kahdella maalikerroksella, joista toiseen sekoitetaan melkoisesti keltaista ja pikkuisen mustaa, sillä puhtaan valkoisia hampaita ei ole millään eläimellä.” (Kangasperko, 2000, s. 67)

Voisi siis ajatella, että 3D-tekniikat muodostavat hyvän kokonaisuuden ja työkalusarjan ajatellen tulevia testejä. Johtopäätös siitä, kannattaako jokaista komponenttia valmistaa tutkielmassani esittämän polun kautta on varmasti kielteinen, mutta sitä pilkkomalla ja uudelleen rakentamalla sekä muihin tekniikoihin yhdistämällä digityöskentely antaa varmasti uutta ajatuspintaa. Kokonaisuuden hyödyntäminen alalla on selvästi vasta alkuvaiheessa, joten tulevan potentiaalin ja

hyödyntämismahdollisuuksien selvittäminen on hyvä jatkotutkimuksen aihe. Avoin tiedonjako ja toisten auttaminen ovat varmasti suuressa asemassa uuden opettelussa.

8.2 Luotettavuus, läpinäkyvyys ja aineiston rajaus

Tutkijan täytyy pystyä toimimaan objektiivisesti tutkittavaa ilmiötä tai asiakokonaisuutta kohtaan. Tässä tutkimuksessa minun piti pystyä luottamaan tutkimustulokseen ja asiantuntijoiden sanaan, sillä muotoilijana tiedän eläinten täyttämistä vain rajallisesti. Tästä huolimatta olen itse melko kokenut 3D-tulostamisessa ja mallintamisessa, joten lähtökohdat tutkimukselle olivat olemassa. Ongelma oli lähinnä se, etten osaisi kertoa kahden omaan silmään teknisesti kauniin komponentin paremmuusjärjestystä. Tällaisessa tilanteessa ammattilaisen konsultointi on hyvinkin tärkeää.

Tekniikoiden kehittyessä ja uusien ideoiden syntyessä, ne otetaan jokseenkin varauksella vastaan. Tällainen totutusta poikkeava uusi asia aiheuttaa ihmisessä epäilyksen ja mahdollisesti turhautumisen. Kuka tahansa voi samaistua siihen, jos on aina tehnyt asian tietyllä tavalla, totutuilla rutiineilla ja yhtäkkiä joku tuo kokonaan uudenlaisen lähestymistavan asiaan. Erilaisten tekniikoiden kehittyminen ja muokkautuminen tarpeeseen tapahtuu ajallaan. Prototyyppejä ei tarvitse olla valmiita, tai palvella kokonaisuutta täydellisesti, vaan ne havainnollistavat osia tutkittavasta kokonaisuudesta. Tällainen siivu voi olla vaikka esimerkiksi tekniikan soveltuvuus. Soveltuvuutta voidaan taas mitata usealla eri tavalla, mutta tärkeintä lienee alkuvaiheen potentiaalin kartoitus. Tällaiset hyvin nopeastikin ilmi tulevat tekijät voivat antaa suunnan heti oikeille raiteille. Tämä ei kuitenkaan kerro tarkkaan sitä, mihin prototyyppiä vielä voidaan kehittää. Potentiaali koostuu osatekijöiden summasta.

Useamman asiantuntijahaastattelun tekeminen oli yksi asia, jonka kanssa pallottelin pitkään. Sitä olisi puoltanut otannan laajuus. Tällä olisi voitu myös poistaa yhden kertojan subjektiivista kokemusta. Tämä olisi myös ollut helposti toteutettavissa, sillä haastateltavia olisi ollut useampikin tiedossa ja kysyttävissä mukaan. Suurin syy määrän rajaamiseen kuitenkin oli alkuperäinen tutkimuskysymyksen asettelu ja tutkimuksen alkukantaisuus. Potentiaalia tarkastellessa pienemmällä otannalla pääsee jo tulokseen. Varsinkin jatkotutkimusta miettiessä haastateltavien kirjon laajentaminen

olisi paikallaan, jos tutkimuksen kohteena olisi esimerkiksi komponenttien käytettävyys tai materiaalitestit. Tässä olisi myös syytä tehdä ihan täyttöjä komponentteja hyödyntäen. Tällaisessa tutkimuksessa usean käyttäjän haastattelua voisi pitää jopa edellytyksenä kokonaisuuden luotettavuuden kannalta.

8.3 Tutkimusmetodin vastaavuus ja itsereflektio

Tutkimusmetodina tekemisen kautta tutkiminen osoittautui hyväksi, sillä aihe oli niin alkutekijöissään, ettei valmiita johtopäätöksiä voinut tehdä. Tällainen prosessinomainen ja edellisiin testituloksiin ja dokumentointeihin nojaava lähestyminen sopi itselleni hyvin. Se myös rytmitti tutkimusta, sillä liian tarkan tutkimussuunnitelman tekeminen alussa olisi osoittautunut mahdottomaksi ennustettavaksi. Asiantuntijahaastattelun rooli ja merkitys selkiytyi vasta haastattelun jälkeen. Oli todella silmiä avaavaa päästä keskustelemaan alan ammattilaisen kanssa ja kuulemaan hänen ajatuksiaan tarkemmin. Kun tutkitaan fyysisiä artefakteja, tehdään kolmiulotteisia mallinnuksia, on niiden fyysinen ja taktiilinen tarkastelu erittäin tärkeää tutkimuksen uskottavuuden kannalta. Haastattelun olisi varmasti voinut tehdä myös etänä, etukäteen tutkittavat protot haastateltavalle lähettämällä, mutta väitän, että tilaisuus ei olisi ollut samanlainen ja yhtä antoisa.

Näkisin, että teollisen muotoilun tavoitteena on luoda ratkaisuja tai kehittää asioita eteenpäin ehdottamalla vaihtoehtoisia ratkaisuja. Tällainen asiaa eteenpäin vievä ja ratkaisukeskeisyys on yllättävänkin hyvä tällaisessa testaamisessa, sillä tulosten tarkkaileminen osoittaa lopullisen potentiaalin. Onko esimerkiksi löydetty vaihtoehtoinen työtapo, jolloin täyttäjällä on tulevaisuudessa useampi tapa ratkaista sama ongelma? Tällainen lisää mahdollisuuksia ja uuden työkalun valikoimaan. Tai onko taas lopputulos muuten hyvä, mutta sille ei vain ole todellista arvoa tai käyttöä?

8.4 Käsitön ja tuotteistamisen välinen rajapinta

Vaikka taiteilijuutta pidetään kokonaisuutena, joka halutaan rajata monesti tiukasti pois teollisen muotoilun viereltä, sillä on myös yhteisiä ominaisuuksia ja piirteitä teollisen muotoilun kanssa. Se, tuleeko jokin tietty esine tai asia oikeasti käyttöön asti ja tuotteistettua muotoiluprosessien sekä iterointikertojen saattamana, on monesti

täysin mahdotonta ennustaa, ennen kuin asiasta ottaa selvää. Saattaa myös olla, ettei maailma ollut vain valmis kyseiselle innovaatiolle. Heinänen (1996) mukaan yksi merkittävä ero taiteilijuuden ja määrätietoisen muotoilun välillä on dokumentointi. Jokainen voi tehdä testejä ja onnistua niissä, mutta vain niiden vertaaminen toisiin testikertoihin ja dokumentoinnin vertailu osoittaa mihin suuntaan edetä. Voi olla, että testi osoittaa, ettei suunta ollut oikea, mutta ainakin se on testattu (s. 42). Jotta ihminen on päässyt nykypisteeseen, on testailua, harjoittelua, yritystä ja erehdystä tapahtunut jatkuvasti. Heinänen (1996) jatkaa, että ihmisellä pitää olla myös vapaa-aikaa, tila hengähtää ja tehdä jotain mikä päästää ajatukset muualle. Tällaisen tekemisen ei tarvitse olla tarkoituksenmukaista. Joskus tällainen harrastaminen kuitenkin kääntyy myös merkitykselliseksi tai jopa ammatiksi (s. 17).

Maailma ei tule olemaan koskaan valmis, joten miksi kehittelyn ja testailun pitäisi olla? Yksittäisen prototyypin tekeminen voi ulkoa tilannetta seuraavalle näyttäytyä samanlaisena kuin taiteilijan tekemä teos. Toisaalta näitä kahta taas erottaa muotoilijan halu jatkaa tutkimista ja ajattelua siihen suuntaan, että kyseinen kokonaisuus joskus olisi horisontissa siintävän ajatuksen mukainen. Heinänen (1996) toteaa käsitöiden opiskelun tukevan koordinaatiokykyä ja päättelyä. Ylipäätään asioiden tekeminen auttaa siihen, että uuden oppiminen on helpompaa ja siihen ei ole niin isoa kynnystä. Käsitöiden tekeminen ei erotu teollisuudesta, vaan sen osaajia kaivataan prototypoimaan erilaisia testejä ja kokeiluita. Tietokoneohjelmien osaajia tarvitaan myös enenevässä määrin (s. 26–27).

8.5 Oma työskentely

Mielestäni muotoilullisen prosessin mukainen työskentelyni sujui jopa odotuksiani paremmin. Sen jouhevuuteen vaikutti positiivisesti *Suomen täyttötarvikkeen* ammattitaitoinen ja nopea reagointi sekä avoin keskusteluyhteys koko tutkielmani tekemisen ajan. Ilman heidän apuansa kokonaisuus ja lopputulos olisi hyvin paljon enemmän arvailun varassa. Työskentely oli suoraviivaista testien tukiessa toisiaan. Näkisin, että tekemäni testit ja lopullinen prototyyppi osoittivat potentiaalinsa.

Yllätyin itsekkin päästessäni prototyypillä hyvin valmiiseen ja aitoon lopputulokseen. Prototyypin valmistuttua tuntui, että jos tekisin saman uudelleen, niin en kenties pääsisi yhtä hyvään lopputulokseen. Tämä on vain ällistyneen muotoilijan mielipide.

Alkoholimusteen käyttö oli hyvä kokeilu, mutta jäänee lisätestien varaan. Sain jo kaveriltani muutaman neuvoja, miten alkoholimustetta tai öljyvärejä voi maalata ensin liikaa ja sitten ”pestä pois” ohenteen avulla vanupuikolla, jolloin värit palautuvat takaisin pohjalta esiin. Tämä toimii, jos alemmat kerrokset on maalattu vesiliukoisilla maaleilla. Maalaamisen mallina käytin asiantuntijan vinkkaamaa todella realistisen näköistä täyttöleukaa. (Liite 4).

Nautin, kun pääsin haastamaan itseni prototyypin valmistuksessa. Lopullisen mallin tekeminen vei työviikon verran. Ylipäättään uuden opettelu, kuten esimerkiksi tässä kynäruiskun käyttö oli itselleni todella mieluisaa tekemistä, sillä se vei huomion ympäröivästä maailmasta yksityiskohtiin ja käsillä tekemiseen. Asiantuntijahaastattelusta mieleenpainuvinta oli se, että vaikka itse olin oppimismatkalla ja haastattelijan roolissa, pääsin kertomaan myös oman osaamiseni pohjalta jotain uutta haastateltavalle keskustelujen lomassa.

9 Johtopäätökset

Tutkimukseni päätavoite oli selvittää millaisilla edellytyksillä 3D-tekniikoiden hyödyntäminen olisi mahdollista ja millaisia asioita tulisi huomioida, jotta olisi mahdollista valmistaa esille jäävä eläintäyttöön soveltuva komponentti. Tutkimus kohdistui karhun kidan valmistamista edellyttäviin testeihin ja harjoituksiin. Tutkimus kattoi koko muotoiluprosessin alkurajauksesta, toimeksiannon määrittelystä ja eritasoisista ideoinneista haastatteluvalmiiseen komponenttiin, jota käytettiin asiantuntijahaastattelun pohjana ja keskusteluvälineenä potentiaalinen selvittämisessä. Vertautuminen jo markkinoilla oleviin vastaaviin komponentteihin osoitti todella merkittäviä mahdollisia parannuskohtia. Nämä voivat olla tietyissä tilanteissa jopa sellaisia, että 3D-tekniikat mahdollistavat muotoja, jota muuten ei ole ennen voitu luoda.

Tutkimuksen päätuloksena on malli 3D-tekniikoiden hyödyntämisen mahdollisuuksista eläinten täyttämässä (Kuva 14, s.43). Mallin muokkaamisen mahdollisuus avaa todella suuret kustomoinnin mahdollisuudet. Symmetrisyyden arvostus alalla on suuri ja tämän saavuttaminen käsin tehtävillä toimenpiteillä on aikaa vievää. Kappaleen kustomointi tilannekohtaisesti ja oikean kokoisten osien tulostamismahdollisuus esimerkiksi yksittäiserinä eroavat merkittävästi esimerkiksi valamalla tehtävistä vastaavista kappaleista. Jos tätä taas vertaa käsin tehtäviin valoksiin, niiden nurja puoli on muottien moniosaisuus ja käytettävyys, muokkaamisongelmat ja jatkoon säilyttäminen. Yksityiskohtien ja erilaisten tekstuurien luominen kappaleeseen sekä täysin tilannekohtaisesti uniikin osan valmistaminen on mahdollista. Päästämättömien muotojen ja geometrisesti muuten mahdottomien kappaleiden luominen on materiaalia lisäävän tekniikan todellinen etu, varsinkin, kun toteutettava kohde on todella orgaaninen ja kompleksi. Digitoinnin hyvänä puolena on myös todellisen geometrian säilyminen ajassa. Muotti ei kulu ja samaan skannausdataan voi palata yhä uudelleen.

Tutkimuksessa käytetty tulostusvälineistö oli kuluttajatasoista ja alkuinvestoinnin suuruus on marginaalista verrattuna massateollisuuteen tähtäävään tuotantoon. Uuden 3D-työkaluarsenaalin opiskelu laajentaa lisäksi ajatusmaailmaa ja testailuiden mahdollisuuksia. Myös täyttötöiden tekemisen mahdollisuudet varmasti kasvaisivat, jos täyttäjät löytävät itselleen uniikkeja lähestymistapoja hyödyntää komponenttien valmistamiskeinoja.

Tulevaisuudessa tutkimuksen pohjalta voisi lähteä kehittämään kyseiset karhunleuat loppuun asti. Niihin voisi mieltä toisensa linjaavaa mekanismia ja tutkia muitakin tapoja toteuttaa kyseinen kokonaisuus. Haastattelusta kävi ilmi, että jo nykyinen prototyyppi kelpaisi olemuksensa ja tarkkuutensa puolesta täyttökomentiksi. Tuon perusteella on todennäköistä, että myös muiden eläimien kitojen, kynsien, jalkojen, kuonojen ja muiden valmistaminen on vain tekemisen päässä. Lähtisin seuraavaksi itse tutkimaan materiaalisia mahdollisuuksia ja vertailemaan niiden ominaisuuksia ja soveltuvuuksia eri komponenttien valmistamisessa.

Yhtenä tulevaisuuden lähestymistapana voisi pitää VR-teknologian (virtual reality) hyödyntämismahdollisuutta. Mallin tarkastelu 3D-ympäristössä olisi varmasti mielenkiintoista ja ihan uudella tavalla silmät avaavaa. Myös mallista keskusteleminen toisten kanssa onnistuisi jouhevammin jo ennen sen tulostamista, jolloin suurelta revisiokierrosmäärältä säästyttäisiin ainakin ensimmäisten huomioiden osalta.

Yksi tarkastelupiste on myös täytettävien kohteiden yksilöllisyys. Jokainen täyttö on erilainen kuin edeltäjänsä. Osa töistä vaatii, että valmiissa lopputäytössä käytettävä komponentti vastaa alkuperäistä mahdollisimman tarkasti. Tällöin hyllystä ei välttämättä löydykään osuvaa komponenttia. Voi myös olla, ettei markkinoilta edes löydy sopivaa osaa, hinnasta puhumattakaan. Tällaisten yksittäisten erien tekeminen muilla menetelmillä ei ole ainakaan isossa kuvassa mahdollista tai järkevää. 3D-teknikat voivat olla mahdollinen ratkaisu mahdollisimman tarkassa alkuperäisten mittasuhteiden taltioinnissa.

Päätän tutkimukseni vanhimman kirjoitetun lähteeni alkusanoihin.

”1. Eläinten täyttäminen eli preparointi.

Eläinten täyttäminen on vanha taito, jossa täyttämismenetelmä on ollut jatkuvan kehityksen ja muutoksen alaisena. Jokainen ammattimieskin omaksuu jonkin tietyn tekotavan, joka hänen mielestään on paras mahdollinen. Tuskin lienee kahta täyttäjää, jotka joka kohdassa menevät samalla tavoin. Jos lopputulos on hyvä – luonnonmukainen, luja ja koiton – on tarkoitus saavutettu.” (Hellemaa, 1950, s.6)

Lähdeluettelo

- Alaska Department of Fish and Game. (2024). *A guide to identifying cubs as defined in regulation.*
- Antlers by Klaus. (2025, December 22). *Traditional molding has been used for years, but it comes with real limitations* [Video]. Facebook. facebook.com/watch?v=2055778871630692
- Anttila, P. (2014). *Tutkimisen taito ja tiedon hankinta.* Metodix.
- Anttila, P. (2006). *Tutkiva toiminta ja ilmaisu, teos, tekeminen.* Akatiimi.
- Colwell, T. (2025). Research through, into, and for design: Using Fryling's framework to explore architecture students' design research methodologies. *Art, Design & Communication in Higher Education*, 50(2–3), 81–88.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (2026). *What is CITES?* cites.org/eng/disc/what.php8 (vierailtu 29.3.2026).
- Fox, J. (1993). *Quality through design.* McGraw-Hill.
- Granroth, J., Koskinen, V., & Puolakoski, A. (2024). Methods of preparing palaeontological display models: Three case studies. *Annales Zoologici Fennici*, 61(1), 149–161.
- Hallgrimsson, B. (2016). *Prototyping and modelmaking for product design.* Laurence King Publishing.
- Heinänen, S. (1996). *Käsityö – mitä se on?* Suomen käsityöneuvosto.
- Heinänen, S., Hirvi, M.-L., Myllykoski, H., & Stümer-Hiltunen, D. (1990). *Käsityön ulottuvuuksia.* ER-Paino.
- Hellemaa, A. (1950). *Eläinten täyttäminen askarteluna ja taiteena: Ohjekirja lintujen, nisäkkäiden, kalojen ja matelijoiden täyttämässä ja taiteelliseen asuun saattamisessa sekä luurankojen, teeren ja vesilintujen valmistuksessa.* Otava.
- Horvath, J. (2014). *Mastering 3D printing.* Apress.
- Hoskins, S. (2013). *3D printing for artists, designers and makers.* Bloomsbury Visual Arts.

- Hyvärinen, M., Nikander, P., & Ruusuvuori, J. (2017). *Tutkimushaastattelun käsikirja*. Vastapaino.
- Hyysalo, S. (2009). *Käyttäjä tuotekehityksessä*. Otava.
- Jormanainen, J. (2005). *Suurriistan metsästäjän opas*. Gummerus.
- Jormanainen, J. (2022). *Moderni metsästys*. Readme.
- Jyrinki, E. (1977). *Kysely ja haastattelu tutkimuksessa*. Gaudeamus.
- Kairikko, J. (1981). *Riistalaukauksen jälkeen*. Karisto.
- Kangasperko, H. (2000). *Eläinten täyttäminen*. Ykkös-Offset.
- Koskinen, I., Zimmerman, J., Binder, T., Redström, J., & Wensveen, S. (2011). *Design research through practice*. Elsevier.
- Kälviäläinen, M. (1996). *Esteettisiä käyttökohteita ja henkisiä materiaaliteoksia*. Suomen graafiset palvelut.
- Kääriäinen, P. (2021). *Muotoilun avaimet*. Teknologiainfo Teknova.
- Luonnontieteellinen keskusmuseo Luomus. (2026). *Konservointi*. helsinki.fi/fi/luomus/kansalliskokoelmat/konservointi (vierailtu 29.3.2026).
- Markham, A. (2018, July 8). 3D printing and taxidermy. *Breakthrough Magazine*, (129), 10–17.
- Mikkola, M. (2022). *Metsästäjän opas*. Suomen riistakeskus.
- Niemi, M., & Väänänen, V.-M. (2013). *Riistan käsittely*. Otava.
- Puusa, A., & Juuti, P. (2020). *Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät*. Gaudeamus.
- Ruusuvuori, J., Nikander, P., & Hyvärinen, M. (2010). *Haastattelun analyysi*. Vastapaino.
- Suomen eläintäyttäjät ry. (2026). *Topparit*. topparit.fi (vierailtu 31.3.2026).
- Thompson, R. (2017). *The materials sourcebook for design professionals*. Thames & Hudson.

Taavetti, H., Peltomäki, J., Eskelin, T., & Sjöholm, J. (2005). *Metsästäjän lintuopas*. Gummerus.

Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Tammi.

Valtonen, A. (2007). *Redefining industrial design*. Gummerus.

Väkiparta, M. (2026, March 31). *Eläintäyttäjät muistuttaa ottamaan etukäteen selvää, miten täytetyksi aiottua eläintä tulee käsitellä ampumisen jälkeen*. maaseuduntulevaisuus.fi/metsa/cc5c44e6-9018-4e37-9093-3a71d6e24b42

Maaseudun Tulevaisuus.

Kuvalähdeluettelo

Kuva 1. Kaavio: Juusola, T. 2026

Kuva 2. Kuva: Aqua-Art Tmi. (2026, January 4). *Taimenia ja lohia on mukava tehdä mutta myös työstä* [Facebook-kuva].

<https://www.facebook.com/photo/?fbid=1464947902305071&set=a.509170177882853>

Kuva 3. Kuva: Karppinen, E. henkilökohtainen valokuva, 26.1.2026

Kuva 4. Kuva: Juusola, T. 2026

Kuva 5. Kaavio: Juusola, T. (2025) 3D-mallit, *Suomen täyttötarvike*.

Kuva 6. Kuvat: Kallio, C. henkilökohtainen valokuva, 11.10.2025

Kuva 7. Kuvankaappaus: Mike Hunting. (2026, March 30). *From one antler to a trophy* [Facebook-video]. <https://www.facebook.com/reel/958106150023888>

Kuva 8. Kuvankaappaus: Waters by Klaus. (2026). *3D aquatic reproductions*. <https://watersbyklaus.com/product-category/3d-aquatic-reproductions/> (vierailtu 23.4.2026)

Kuva 9. Kuvankaappaus: 3DTaxidermySP. (3.12.2025). *3D Pheasant Form: Preparing and sculpting a body into a printable file for use in taxidermy*. <https://www.youtube.com/watch?v=jwo90GM64eA&t>

Kuva 10. Kuvankaappaus: 3DTaxidermySP. (11.1.2026). *Evolution series artificial duck feet introduction...* <https://www.youtube.com/watch?v=sXhLOmGO240>

Kuva 11. Kuvankaappaus: Duck Worx supply. (vierailtu 22.4.2026). *Evolution series*. <https://www.duckworxs.com/product-category/evolution-series/>

Kuva 12. Artikkelit: Markham, A. (2018, July 8). *3D printing and taxidermy*. *Breakthrough Magazine*, 129, 10–17.

Kuva 13. Artikkelit: Granroth, J., Koskinen, V., & Puolakoski, A. (2024). *Methods of preparing palaeontological display models: Three case studies*. *Annales Zoologici Fennici*, 61(1), 149–161.

Kuva 14. Kaavio: Juusola, T. 2026

Kuva 15. Kuvankaappaukset: Juusola, T. 2025

Kuva 16. Kuvat: Juusola, T. 2025

Kuva 17. Kuvat: Juusola, T. 2025

Kuva 18. Kuvat: Juusola, T. 2026

Kuva 19. Kuvat: Juusola, T. 2026

Liite 1. Kuva: Kumpulainen, K. 2026

Liite 3. Kuvat:

Creality. <https://store.creality.com/eu/products/cr-scan-ferret-pro-3d-scanner> (vierailtu 6.5.2026)

Elegoo 2026a. <https://eu.elegoo.com/collections/saturn-series/products/saturn-4-ultra-16k-10inch-monochrome-lcd-resin-3d-printer> (vierailtu 6.5.2026)

Elegoo 2026b. <https://eu.elegoo.com/products/elegoo-wash-and-cure-station-3-0-for-resin-3d-printers> (vierailtu 6.5.2026)

Elegoo 2026c. <https://eu.elegoo.com/collections/resin/products/elegoo-standard-resin> (vierailtu 6.5.2026)

Elegoo 2026d. <https://eu.elegoo.com/collections/resin/products/elegoo-abs-like-resin-v-3-0> (vierailtu 6.5.2026)

Liite 4. Kuvat:

Bauer Handels GmbH
https://www.taxidermy.ch/praeparationsbedarf.htm?article_id=7800549
2 (vierailtu 6.5.2026)

Juusola, T. 2026

McDonough, T. (2024). *A guide to identifying cubs as defined in regulation*. Alaska Department of Fish and Game, Division of Wildlife Conservation.

Liite 5. Kuva: Reddit.

https://www.reddit.com/r/bonecollecting/comments/1bg7xh4/bear_skull_but_what_type_of_bear/ (vierailtu 2026)

Liite 6. Kuvat: Juusola, T. 2026

Liite 7. Kuva: Juusola, T. 2026

Liite 8. Kaavio: Juusola, T. 2026

Liiteluettelo

Liite 1. Mustakarhunkallon CITES-todistus.

Liite 2. Haastattelurunko.

Liite 3. Keskeisimmät prototypointivälineet.

Liite 4. Karhun täyttökomponeentteja ja leukoja.

Liite 5. Mustakarhun kallo on huomattavasti pienempi kuin ruskeakarhulla. Lisäksi anatomisia eroja on havaittavissa. Kulmahampaiden muoto ja suhde toisiin hampaisiin on erilainen, vaikka skaalaaminen olisikin tehty täydellisesti.

Liite 6. Lopullisen prototyypin taltiointia.

Liite 7. Otanta tutkimuksessa olleista täyttökomponeenteista ja erilaista testeistä, jotka ovat vielä käsillä tutkimuksen loppupuolella.

Liite 8. Sisällönanalyysin teemoittelu asiantuntijahaastattelun litteroinnin pohjalta.

Liite 2. Haastattelurunko.

Henkilö

Kertoisitko itsestäsi, kuka olet ja millainen tausta on eläinten täyttäjänä? *Kuinka kauan työskennellyt? Millaisia töitä?*

Olet asiantuntija karhujen täyttäjänä, kertoisitko missä asennoissa asiakkaat yleisesti haluavat täyttönsä?

-Täytön koko ja asento: koko- / puoli- /hartiatäyttö?

-Suun asento: suu kiinni/ vähän auki/ kita ammollaan/ irvistäen?

Kuinka rahatietoisia asiakkaat ovat/ ovatko valmiita maksamaan laadusta?

Millaista käsittelyä ja käyttöä valmis täyttötyö tulee kestää? *Noudatetaanko tätä?*

Kuinka elinvoimainen laji tällä hetkellä on, montako täyttäjää Suomessa on? *Miltä tulevaisuus näyttää? Kuinka lähestyttävänä laji pidetään?*

Täyttö

Mitä katsot ensimmäisenä, kun näet täytetyn karhun?

Mikä *pään* täyttämisesä on vaikeinta?

Paljonko karhun yksilöllisyys vaikuttaa täyttöön ja komponentteihin? Koko, sukupuoli, kidan väri? *Mikä on suurin/ pienin mitä on täyttänyt?*

Tilaatko täyttökomponentit toimeksiantokohtaisesti vai varastoon?

Kuinka suuri vaikutus juuri tietynlaisilla valmiskid

Maalaatko itse leuat? *Maalaisitko jos ei tarvisi? Maalaatko jo valmiiksi maalattuja?*

Oletko itse valmistanut/ valanut leukoja?

Puoli- vai kokoleuka, onko todellista eroa?

Laatu

Tulisiko leuan olla symmetrinen hampailtaan? *Nopeasti ajateltuna, jos komponentti on symmetrinen niin se asettuisi paremmin?*

Asiakas-/kilpailutäyttö, onko suun asennolla eroa?

Jos kisatäyttöisen leuan voisi saada asiakastyöhön, toisiko se todellista lisäarvoa?

Prototyyppi

Vapaa sana prototyypistä, mitä hyvää? Mitä huonoa? Mitä muuttaisit?

Prototyypistä tuli alustavia ajatuksia, osaatko suoraan sanoa mitä muuttaisit/ et muuttaisi?

-yläleuan ien mukaan vai ei?

-mihin kohtaan karhun kielen tulisi osua? Muuttuuko paikka täytettävän eläimen mukaan?

-kielen väritys?

Yksityiskohtien merkitys? *Mallia pystytään muokata tarvittaessa.*

Laatu

Prototyypissä yläleuka on liian ohut ja siksi supportit jätetty paikalleen, myös muutama halkeama ja layer separation. Vaikuttaako prototyyppi kestävältä, jos näitä ei huomioi?

Leuat ovat irti toisistaan, olisiko niiden kohdistaminen tai kiinnittäminen tarpeellista täytön sujuvuuden kannalta?

Onko markkinoilla tullut vastaan 3D-tulostettuja leukoja?

Pöydällä on myös muita protoja. Näkisitkö että 3D-tekniikoiden avulla voitaisiin valmistaa myös muita täyttökomponeentteja?

Muuta

Millainen olisi täydellinen valmisleuka?

Olisiko hyötyä laajemmasta jatkojalostuksesta, jos esimerkiksi kirsu olisi kiinni valmiiksi leuoissa?

Miten koet täyttöalalle uusina innovaatioina tulevista kokeiluista? *Osaatko nimetä, millaisia viimeisimmät ovat olleet?*

Näkisitkö käyttäväsi 3D-tulostettuja karhun täyttöleukoja?

Kiitos haastattelusta!

Liite 3. Keskeisimmät prototyyppivälineet.



Creality CR-Scan Ferret Pro 3D-skanneri



Elegoo Saturn 4 Ultra 16K ja Mercury Plus V3.0



Elegoo Standard photopolymer hartsi ja ABS- like 3.0 photopolymer hartsi

Liite 4. Karhun täyttökomponeentteja ja leukoja.

Yhdet markkinoiden aidoimman näköisistä täyttöleuoista. Näiden saatavuus on lakannut ainakin toistaiseksi. Otin inspiraatiota maalaamismallina omassa viimeisessä prototyypissä.



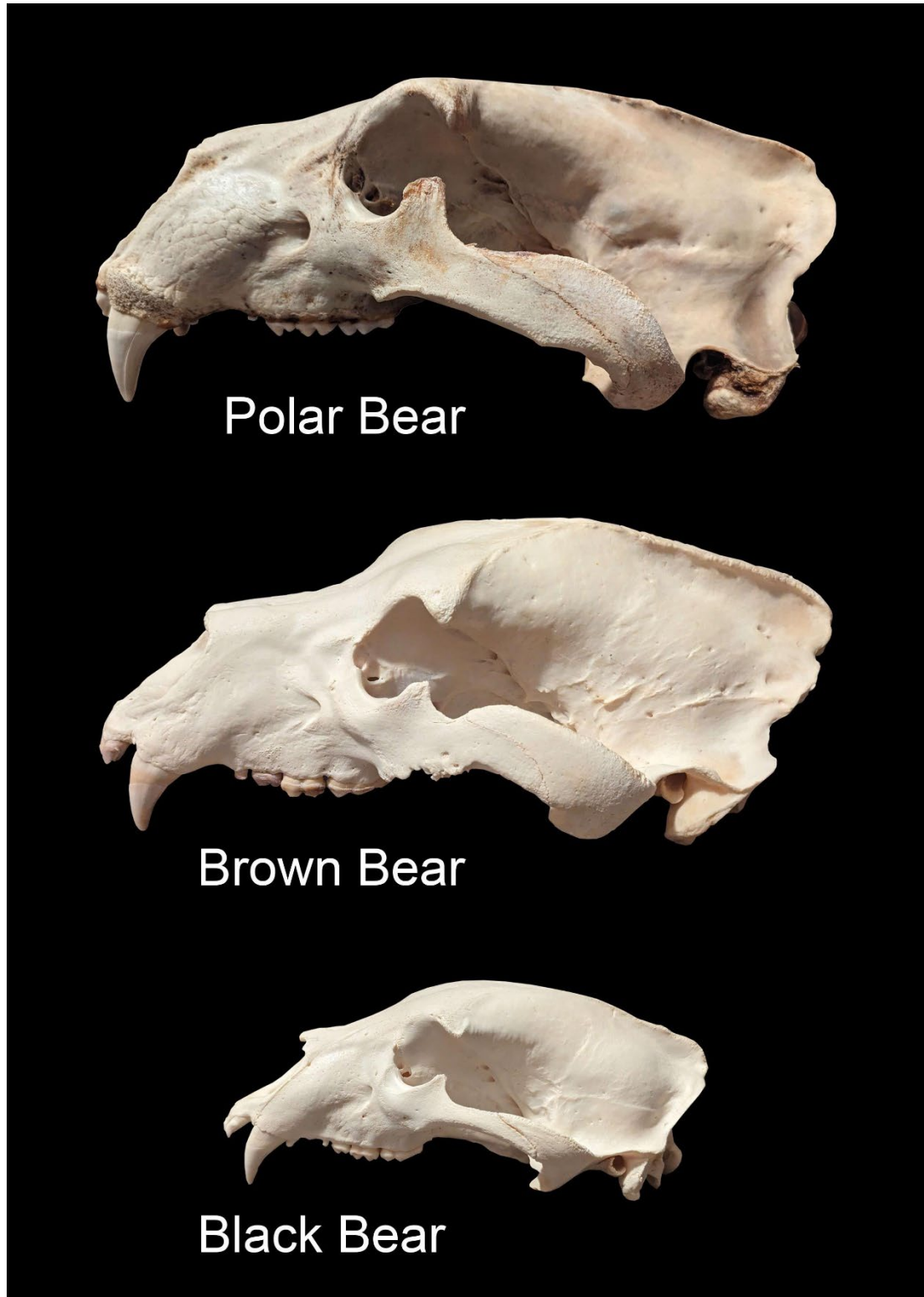
Mohr-merkkiset karhunleuat ja mustakarhun kallo vierekkäin. Täyttökomponeentista puuttuu paljon yksityiskohtia ja värityksessä olisi parantamisen varaa.



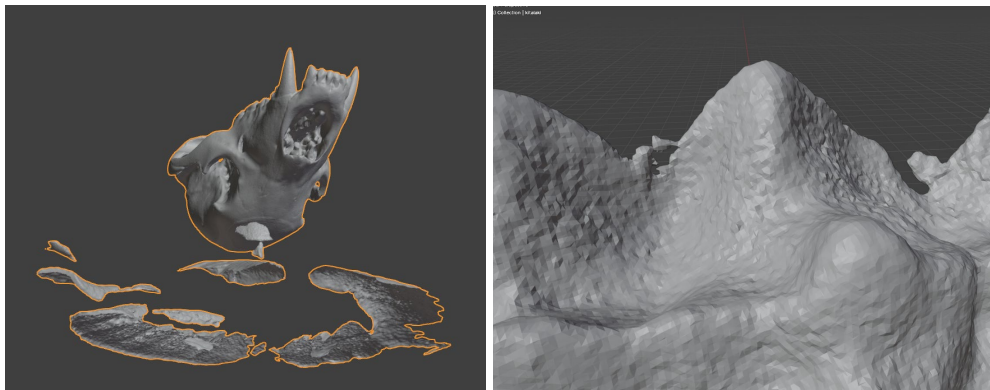
Sama karhunpentu kuvattuna vuoden ja kahden ikäisenä. Hampaiden väritys on jo nuorena sotkuinen. 2-vuotiaana kulmahammas on jo selkeästi yli kaksi kertaa pidempi verrattuna viereiseen hampaaseen. Karhun ja ienten väritys vaihtelee yksilöittäin, ne eivät kuitenkaan ole tasaväriset.



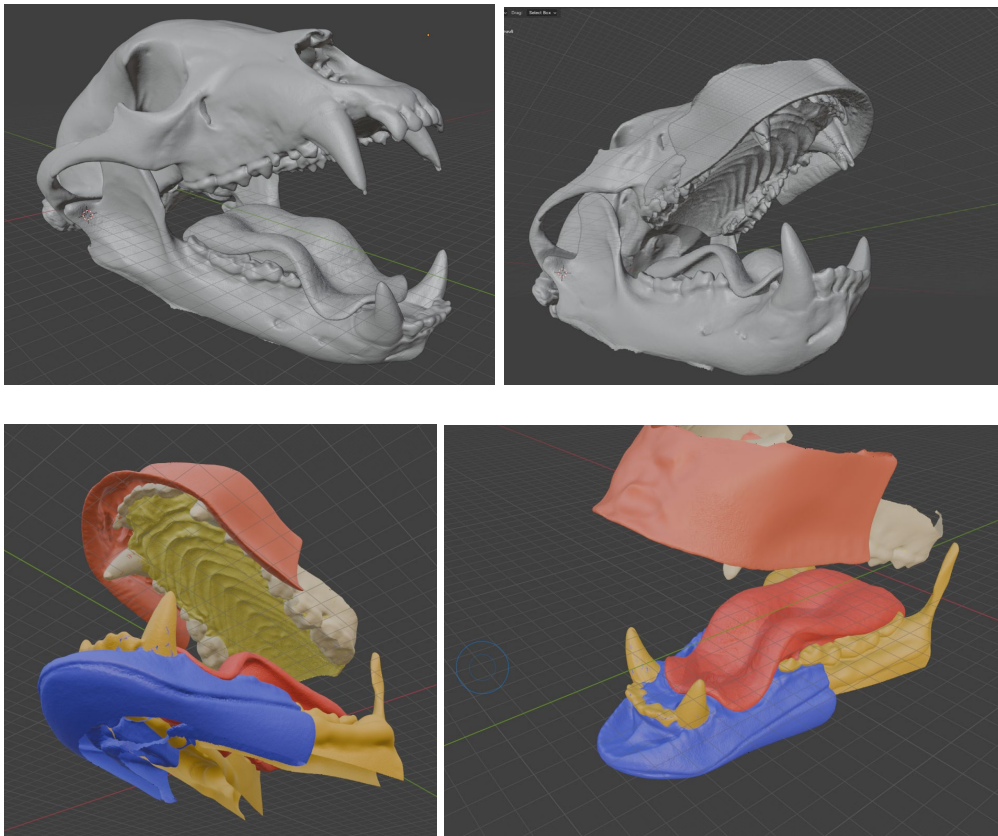
Liite 5. Mustakarhun kallo on huomattavasti pienempi kuin ruskeakarhulla. Lisäksi anatomisia eroja on havaittavissa. Kulmahampaiden muoto ja suhde toisiin hampaisiin on erilainen, vaikka skaalaaminen olisikin tehty täydellisesti.



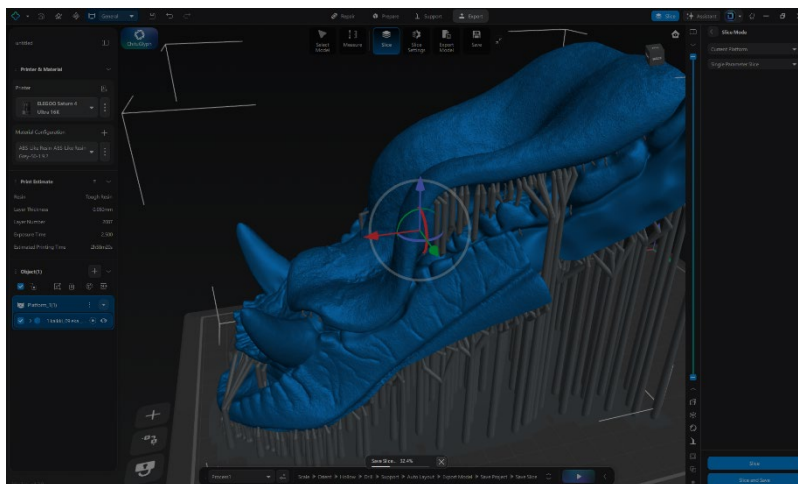
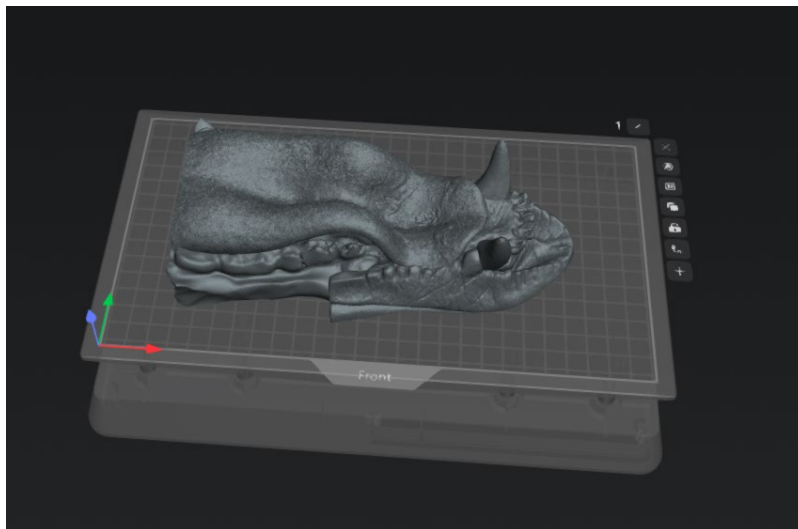
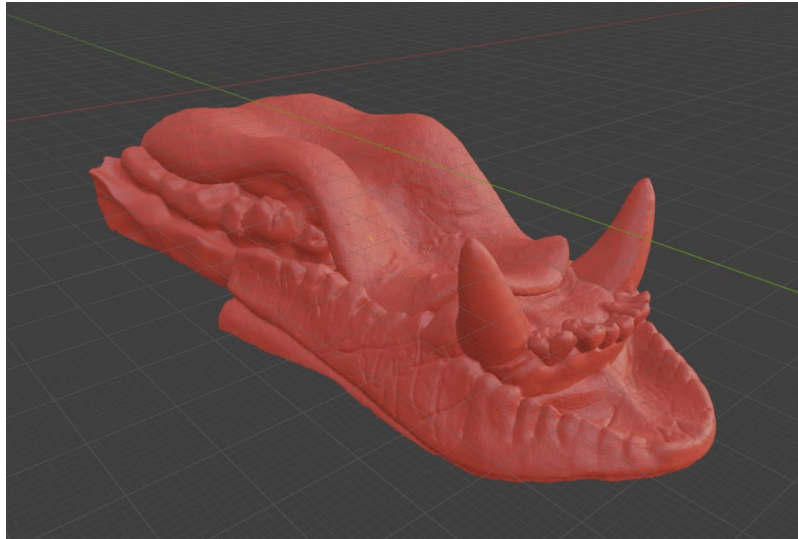
Liite 6. Lopullisen prototyypin taltiointia.



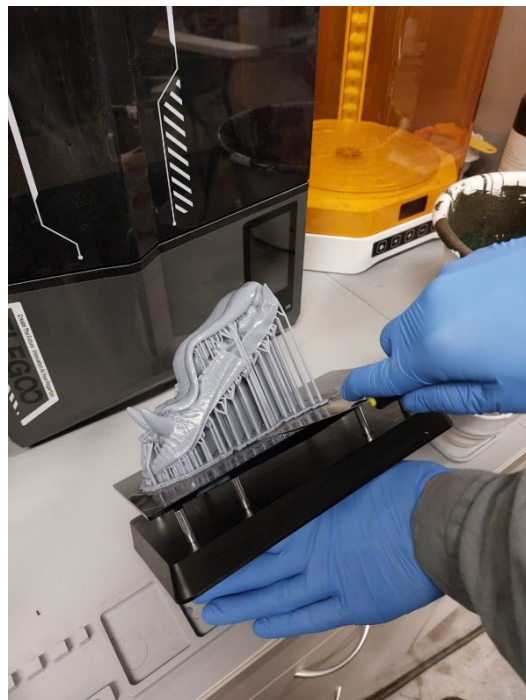
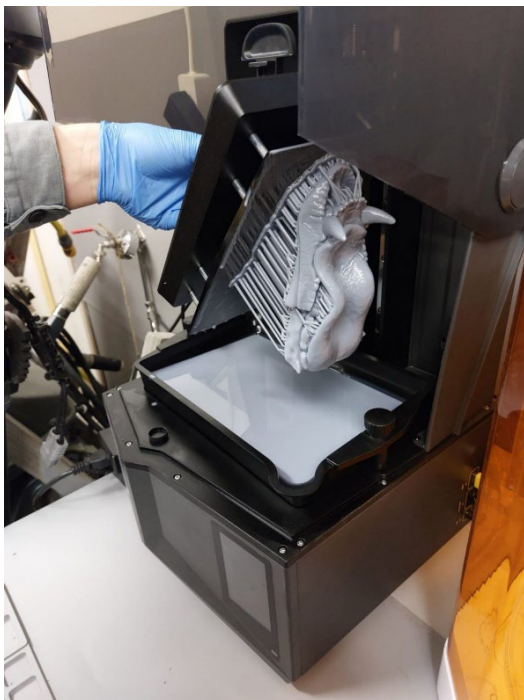
Raakaskannattu data sisältää ylimääräisiä haamupintoja ja roskia.



Kallon puolikkaat ja kieli kasattu *Blenderissä*.



Leuan tulostusvalmiiksi saattaminen.



Tulostaminen ja siistiminen.



Mallin maalaaminen.



Prototyyppi valmiina ja sovitettuna karhun täyttöpäähän haastattelun jälkeen *Suomen täyttötarvikkeen luona.*

Liite 8. Sisällönanalyysin teemoittelu asiantuntijahaastattelun litteroinnin pohjalta.

Alkuperäinen ilmaus	Pelkistetty ilmaus	Poimintaryhmä	Alaluokka	Teema
3D-tekniikalla on valtavat mahdollisuudet.	Suuri kehityspotentiaali	3D-tekniikka	Potentiaali	3D- tekniikoiden saavutettavuus ja soveltuvuus
En tietäisi että nämä on 3D-tulostettu.	Tekniikka ei ole havaittavissa	3D-tekniikka	Tekniikkaneutraalisuus	3D- tekniikoiden saavutettavuus ja soveltuvuus
Jos se on heti väärin tehty anatomisesti, niin se näkyy välittömästi.	Ammatillainen näkee anatomiavirheet	Laatu ja arviointi	Anatominen tarkkuus	3D- tekniikoiden saavutettavuus ja soveltuvuus
Kuonon pinnudessa ja leveydessä on valtavat erot.	Kuonon mitasuhteet vaihtelevat	Yksilöllisyys	Muotovariaatio	3D- tekniikoiden saavutettavuus ja soveltuvuus
Karhnut on valtavien yksilöllisistä.	Suuri yksilöllinen vaihtelut tietyn ehdoin	Yksilöllisyys	Yksilöllisyys	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Kitalaki ja kuviointi on ihan OK asiakastyöön.	Prototyypit käyttökehojen	Prototyypiarviointi	Hyväksyttävyyys	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Nahka täytyy joka kerta sovittaa siihen päähän.	Komponentit vaativat sovintusta	Komponenttien käyttö	Sovittavuus	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Otan sahan käteen ja teen muutokset.	Jalkmuokkaus tavallista	Komponenttien käyttö	Muokattavuus	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Puolileukoja en ole ikinä käyttänyt.	Kokoleuka ensisijainen	Leuat ja hampaat	Rakenteellisen ratkaisu	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Se helpottaa ja antaa anteeksi tekijävirheitä.	Symmetria kompensoi muita virheitä	Symmetria	Laaturakenteena	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Se on tällä alalla aika arvoistettu juttu.	Symmetriaa arvoistetaan alalla	Symmetria	Ammatillinen arvo	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Silmät on ylipäättään eläinten täyttämässä kaikkeen vaikeen asia, koska se vaatii täydellisen symmetrisyyden.	Symmetria kriittinen erityisesti silmissä	Laatu ja arviointi	Symmetrisuus	Geometrisen ja visuaalisen laatu
Kitalaki ja huulten kuviointi on yksilöllisiä.	Suun yksitiskohdat vaihtelevat	Yksilöllisyys	Pintamuoto	Iteratiivinen prototyypointi
Kulmahampaat on jotenkin erikoiset.	Hampaiden muoto vaatii korjausta	Prototyypiarviointi	Muotovirhe	Iteratiivinen prototyypointi
Ne ei saa olla kiinni toisissaan.	Hampaat eroteltava	Prototyypiarviointi	Rakenteellinen tarkkuus	Iteratiivinen prototyypointi
Täysin symmetrisen suun olisi WOW-juttu kisoissa.	Täysi symmetria lisää laatukokemusta	Symmetria	Esteettikka	Iteratiivinen prototyypointi
Kieli on oltava tivotettava erillinen komponentti.	Irrokkieli tarpeellinen asiakastyössä	Maalattavuus	Modulaarisuus	Kestävyys ja täyttöprosessin vaatimukset
Kiinteä kieli tekee maalaamisesta vaikeaa.	Maalattavuus vaikuttaa työaikaan	Maalattavuus	Prosessitehokkuus	Kestävyys ja täyttöprosessin vaatimukset
Kosteus on kaikkein pahin ja suora auringonvalo.	Ympäristö vaikuttaa kestoön	Täyttötyön vaatimukset	Säilytysolosuhteet	Kestävyys ja täyttöprosessin vaatimukset
Ne on taidte-esineitä. Ne ei ole käyttötavaraa.	Täyttö on taidte-esine	Täyttötyön konteksti	Käyttökonteksti	Kestävyys ja täyttöprosessin vaatimukset
Sen pitäisi kestää se ihmisen elinikä vähintään.	Pitkä käyttöikä	Täyttötyön vaatimukset	Kestävyys	Kestävyys ja täyttöprosessin vaatimukset
Vainis koko ja asento osuu harvoin.	Kompromissit yleisiä	Komponenttien käyttö	Prosessin joustavuus	Kestävyys ja täyttöprosessin vaatimukset
Ei ole väliä miten se on tehty jos sä teet sen itse.	Valmistustapa hyväksyttävä kisoissa	3D-tekniikka	Eettinen hyväksyttävyyys	Lähtöaineiston merkitys
Mulle ne pienetkin jutut pilaa sen työn.	Pienet virheet pilaaavat kokonaisuuden	Laatu ja arviointi	Yksityiskohtien merkitys	Lähtöaineiston merkitys
Se ei tarte olla paljon auki että kaikki näkyy.	Suu paljastaa koko rakenteen	Leuat ja hampaat	Näkyvyys	Lähtöaineiston merkitys
Tietyjen firmojen tuotteet on lähes poikkeuksetta käyttökehoisia.	Valmistajaohjainen laatuero	Komponenttien laatu	Toimittajavalminta	Lähtöaineiston merkitys
Valittavasti suuri osa on huonoa.	Paljon huonolaatuisia osia	Komponenttien laatu	Laadun vaihtelu	Lähtöaineiston merkitys