

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikka

2025

Mikko Kuutsa

3D-skannerin hyödyntäminen
hyötyajoneuvojen
erikoisvarustelun
suunnittelutöissä

Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2025 | 30 sivua

Mikko Kuutsa

3D-Skannerin hyödyntäminen hyötyajoneuvojen erikoisvarustelun suunnittelutöissä

Opinnäytetyö suoritettiin toimeksiantona SE-Mäkinen Logistics Oy:lle. Tavoitteena oli selvittää 3D-skannauksen mahdollistamia hyötyjä ja mahdollisuuksia yrityksen tuotekehitykselle ja suunnittelulle.

Opinnäytetyö alkoi tutkimalla netistä muiden havaintoja 3D-skannauksesta ajoneuvojen ympärillä, jonka jälkeen siirryttiin selaamaan tuotevalikoimaa, jotta saatiin selkeä hintahaarukka 3D-skannereista ja että osuisiko nämä hinnat osaston budjetin piiriin. Skanneri päädyttiin lainaamaan koululta ja tämän myötä voitiin aloittaa itse skannaaminen. Skannauksia tuotettiin umpion kehyksistä aina pakettiauton etupuskureihin ja sivupaneeleihin, jotta saatiin vaihtelua skannausten koolle.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin ja 3D-skannauksesta ilmeni selkeästi kuva siitä, että siitä olisi enemmän hyötyä, kuin haittaa yrityksen tulevaisuuden suunnittelutöissä, huolimatta siitä, että prosessi vaatisi huomattavan määrän itsenäistä opiskelua, jotta siitä saataisiin sulavan oloinen.

Asiasanat:

Tuotekehitys, Tuotesuunnittelu, 3D-Skannaus, 3D-Mallintaminen

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2025 | 30 Pages

Mikko Kuutsa

3D-scanning as a tool to aid in utility vehicle product design

The thesis was commissioned by SE-Mäkinen Logistics Oy. The goal was to study 3D-scanning and all the possibilities that it could possibly enable for the company, regarding product development and design.

The study began by looking at other people's work and experiences with 3D-scanning in the automotive environment. After that, an online search was conducted for 3D-scanners and their prices, to evaluate whether or not, the current products met the requirements and the budget of the company. The scanner was eventually lent for use in this thesis by the university and thus the work could be started. The scans ranged from headlight frames all the way to front bumpers and side panels from a van, and this ensured that the scans were different in size.

The goals for this thesis were achieved, and it was clear that 3D-scanning would be very beneficial for the company in future endeavors in product development and design, despite the fact that this process would take a considerable amount of time to learn and master to ensure that the process is smooth.

Keywords:

Product development, 3D-scanning, 3D-Modeling, Product design

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
1.1 Opinnäytetyön tausta	7
1.2 Opinnäytetyön tavoite	7
1.3 Yritysesittely	7
2 3D-Skannaus	9
2.1 3D-skannaus teoriassa	9
2.1.1 Pistepilvi	9
2.1.2 Mesh	9
2.2 Erityyppiset skannerit	9
2.2.1 Kädessä pidettävät skannerit	10
2.2.2 Käsi/nivelvarsiskannerit	10
2.2.3 Kaappimallin skannerit	11
2.2.4 Laserkeilain	11
3 Skannerin hankinta	12
3.1 Tarpeiden kartoitus	12
3.2 Tuote- ja hintavertailu	12
3.2.1 Ostaminen	13
3.2.2 Vuokraus	13
3.2.3 Lainaus	14
3.3 Hankittu tuote	14
4 Skannerin käyttö	15
4.1 Perehtyminen	15
4.2 Skanneri halliolosuhteissa	16
4.3 Artec Studio 13 Professional	24
4.4 Fusion 360	25
5 Loppupäätelmät	28

Kuvat

Kuva 1. Skanneri kotiolosuhteissa	15
Kuva 2. Skannattu moottoripyöräkypärä	16
Kuva 3. Umpion kehys skannauksen aikana	17
Kuva 4. Umpion kehyksen skannattu 3D-malli	18
Kuva 5. Epämuodostumat skannauksessa	18
Kuva 6. Tulostettu pienoismalli kehykseen verrattuna	19
Kuva 7. 1:1 tulostettu malli alkuperäiseen kehykseen verrattuna	20
Kuva 8. Volkswagen Crafterin oikea takaseinä	21
Kuva 9. Volkswagen Crafterin osittain skannattu oikea takaseinä	22
Kuva 10. Volkswagen Transporterin osittain skannattu kojelauta	23
Kuva 11. Volkswagen Crafter osittain skannattu etupuskuri	24
Kuva 12. Mesh vähennys työkalu Fusion 360-ohjelmassa	26
Kuva 13. Forms työkalut Fusion 360-ohjelmassa	27

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

STL	Tiedostomuoto jota käytetään mm. 3D-tulostuksessa
3D-Skanneri	Laite, jolla voidaan luoda mittatarkka digitaalinen kolmiulotteinen malli fyysisestä kappaleesta
Fusion 360	Autodeskin CAD-ohjelma
Mesh	Kolmioista muodostuva verkko joka muodostaa 3D-mallin

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Työ on saanut alkunsa siitä, kun erikoisvarustelun osastolla pyrittiin etsimään ratkaisua helpottamaan osastolla tapahtuvaa tuotesuunnittelua. Eri asiakkailta on erilaisia tarpeita ajoneuvojen varusteluiden suhteen ja saavuttaakseen parhaan mahdollisen lopputuloksen, ainutlaatuisia tuotteita ja ratkaisuja on ajoittain suunniteltava itse. Suunnittelua hankaloittaa ajoneuvojen eri osien muodot. Perinteisten mittaustyökalujen käyttö ei aina tuota parasta mahdollista lopputulosta, joten tästä nousi esille idea 3D-skannauksesta.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Työn tavoitteena on tutkia ja selvittää, että onko 3D-skannaus ratkaisu osaston ongelmiin ja olisiko se sijoituksen arvoinen esine, jolla kehittää tuotesuunnittelua. Lisäksi tavoitteena on selvittää skannerin rajat. Skannerilla tulisi pystyä tuottamaan toimivia 3D-malleja ajoneuvon sisä- ja ulkopuolelta kohtuullisessa ajassa suunnittelutarpeita varten.

1.3 Yritysesittely

Tämän työn toimeksiantaja on SE Mäkinen Logistics Oy, joka on vuonna 1952 perustettu logistiikan perheyhtiö. Yhtiö työllistää noin 200 henkilöä ja liikevaihto vuonna 2023 oli noin 50 miljoonaa euroa. Yhtiön tarjoamat palvelut kattavat kuljetusjärjestelmät, terminaalipalvelut, autovarastot, maahantulotarkastukset, vaihtoautojen prosessoinnin sekä tekniset palvelut.

Asiakaskuntaan kuuluvat autojen maahantuojat, autotehtaat, jälleenmyyjät, leasing-yhtiöt, vuokraamot sekä fleet-asiakkaat. Asiakkaista merkittävimpiä ovat mm. Bassadone, K-auto, Autokeskus ja Eltel.

Tämä opinnäytetyö on suoritettu erikoisvarustelun osastolla yhtiön Luhtaanmäen toimipisteessä Vantaalla. Erikoisvarustelu suorittaa varustelutöitä hyöty- ja henkilöautoille. Näihin kuuluu mm. lisälaitteasennukset ja kuormatilaratkaisut.

2 3D-Skannaus

2.1 3D-skannaus teoriassa

3D-skannauksella tarkoitetaan reaali maailman eri kohteiden mittausta ja analysointia kolmiulotteisen mallin luontia varten. 3D-skanneri kykenee tuottamaan mittatarkan kolmiulotteisen mallin ja skannaustavasta riippuen, pystyy myös sisällyttämään kohteen värin ja materiaalin (Pellinen 2021).

Kolmiulotteinen malli muodostetaan joko pistepilvellä tai mesh:illä, eli kolmioverkolla.

2.1.1 Pistepilvi

Pistepilvi muodostuu useista mittapisteistä ja näistä mittapisteistä saadaan luotua kolmiulotteinen malli. Pisteet sisältävät dataa, joista tärkeimpänä on x,- y- ja z-koordinaatit. Ylimääräistä dataa voi olla myös esimerkiksi skannatun kappaleen väri ja materiaali (Keitaanniemi 2021.)

2.1.2 Mesh

Mesh, eli kolmioverkko koostuu myös mittapisteistä. Erona pistepilveen on se, että kolmioverkossa, mittapisteiden väliin muodostuu viivoja, jotka taas muodostavat kolmioita ja näistä kolmioista luodaan pinnat kolmiulotteiselle mallille (Lehtiranta 2021).

2.2 Erityyppiset skannerit

Reaali maailman esineitä ja kohteita on monia ja tämä tarkoittaa, että markkinoilla on olemassa myös erityyppisiä skannereita, jotka soveltuvat erinäköisiin tilanteisiin. Ison rakennustyömaan skannaukseen ei esimerkiksi pienempi

kädessä pidettävä skanneri ole kovin käytännöllinen ja kahvikupin skannaamiseen ei tarvita isomman kokoluokan skanneria.

Skannerit voidaan jakaa neljään kategoriaan, jotka ovat kädessä pidettävät skannerit, käsi/nivelvarsiskannerit, kaappimallin skannerit ja laserkeilaimet.

2.2.1 Kädessä pidettävät skannerit

Nimensä mukaisesti kädessä pidettävät skannerit ovat kompakteja ja käteen mahtuvia skannereita. Nämä skannerit sopivat parhaiten pienten tai keskikokoisten kappaleiden skannaamiseen, kuten esimerkiksi ajoneuvon ja sen eri komponenttien skannaamiseen.

Nämä skannerit mahdollistavat hyvinkin vapaan liikehdinnän skannattavan kappaleen ympärillä ja suurimmaksi haasteeksi muodostuu vain tasaisen etäisyyden ja kohdistuksen ylläpitäminen. Kohdistamisen parantamiseksi on olemassa erikseen ostettavia kohdistustarroja, joissa on heijastava pinta, joka edistää skannauksen laatua.

Nykyaikaiset kädessäpidettävät skannerit ovat suurimmilta osin langattomia, joka edistää liikkumisen vapautta entisestään.

2.2.2 Käsi/nivelvarsiskannerit

Käsivarsiskannereita on saatavilla koskettavina ja ei-koskettavina.

Koskettavissa skannereissa on erillinen kosketuspää, joka tuottaa mittapisteitä kosketettuaan kappaletta. Ei koskettavat skannerit taas muistuttavat kädessä pidettäviä skannereita, suurimpana erona on kuitenkin koordinaatisto.

Käsivarsiskannerin koordinaatisto perustuu nivelissä sijaitsevien sensorien paikkatietoihin. (Santaluoto 2012)

Kuten kädessä pidettävissä skannereissa, optimaaliset kappaleekoot ovat pienet ja keskisuuret kappaleet. Vaikka käsivarsiskanneri muistuttaakin

kädessäpidettävää skanneria, se ei mahdollista yhtä vapaata liikehdintää kappaleen ympärillä, esimerkiksi ajoneuvon ympärillä ja sisätiloissa liikuttaessa.

2.2.3 Kaappimallin skannerit

Kaappimallin skannereiden vahvuus on helppokäyttöisyydessä, sillä ne ovat yleisesti automatisoituja. Kaappi pitää sisällään itse skannerin, sekä kääntöpöydän, jonka päälle asetetaan skannettava kappale. Nappia painamalla kaappiskanneri tuottaa käyttövalmiin CAD-mallin.

Suurin haittapuoli kaappiskannereissa on skannattavan kappaleen koko. Skannettava kappale ei voi olla iso, sillä kaapin sisällä ei ole kovin paljoa tilaa.

2.2.4 Laserkeilain

Laserkeilaimet sopivat parhaiten isojen kokonaisuuksien skannaamiseen. Tälläisiä kohteita ovat esimerkiksi rakennustyömaat, rakennukset, huoneet ja maastomittaukset.

Nämä skannerit istuvat yleisimmin tasapainoitetulla kolmijalalla ja suorittavat skannauksen paikalla seistessään. Haluttaessa, skanneri voidaan myös kiinnittää ajoneuvoon, kuten vaikkapa helikopteriin, mikäli halutaan suorittaa maastonmittauksia. (Lehtiranta 2021)

Skannatut kappaleet ovat mittatarkkuudeltaan kohtalaisia, mutta tarkkuudet eivät tule olemaan kokoluokkansa vuoksi yhtä tarkkoja kuin aiemmin mainituissa skannerimalleissa, joissa skannattavien kappaleiden koot ovat huomattavasti maltillisempia.

3 Skannerin hankinta

3.1 Tarpeiden kartoitus

Ennen skannerin hankintaa, tulisi saada selville, mitä kaikkea skannattavaa osastolla tulisi vastaan, minkä tyyppinen skanneri olisi paras sekä miten paljon osasto olisi valmis sijoittamaan skanneriin.

Skannattavat kappaleet tulevat olemaan ajoneuvot, ja tarkemmin sanottuna niiden eri pinnat, eli skannaukseen ei tulisi kokonaisia ajoneuvoja vaan niiden erillisiä osia ja pintoja. Skannerin ei siis tarvitse taipua isojen kokonaisuuksien skannaamiseen. Skannerin ei myöskään tarvitse olla mikroskooppisen tarkka toleranssien suhteen, kunhan heittoa ei olisi useaa millimetriä.

Näin ollen voidaan sulkea pois käsivarsi- ja kaappimallin skannerit sekä ison kokoluokan laserkeilaimet, ja jäljelle jää kädessäpidettävät skannerit. Kädessäpidettävät skannerit ovat nykypäivänä kohtalaisen halpoja ja niiden mahdollistama liikkuvuus on yksi ehdoton ominaisuus, jota osastolla tehtävissä skannauksissa vaadittaisiin.

3.2 Tuote- ja hintavertailu

Nyt kun on tiedossa haluttu skannerimalli, seuraavaksi olisi luvassa selvittää hintoja tuotteille. Tämän lisäksi tuli selvittää muita vaihtoehtoja tuotteen ostamisen lisäksi, eli voisiko tuotteen vuokrata tai lainata jostain, tämän opinnäytetyön ajaksi.

Budjetti hankinnalle tulisi olemaan noin 1000 euroa. Tuote ei ole jokapäiväisessä käytössä ja sen tulisi maksaa itsensä takaisin kohtuullisella aikavälillä

3.2.1 Ostaminen

Budjetin ollessa alhainen, paras paikka etsiä skannereita ja niiden hintoja on erinäköisistä verkkokaupoista, joissa yksityisasiakkaat/kuluttajat asioivat. Isommille yrityksille ammattikäyttöön varta vasten tehdyt skannerit voivat helposti nousta hinnoissa kymmeniin tuhansiin euroihin, joten paras vaihtoehto on katsoa, mitä tavalliselle kuluttajalle on tarjolla.

Useamman sivun läpikäynnin jälkeen sai karkean kuvan hintahaarukasta. Hinnat kulkivat välillä 300-1600 euroa. Luonnollisesti mitä enemmän maksoi, sitä enemmän sai eri ominaisuuksia skanneriin.

Sivuilta löytyi muutama skanneri, jotka esittely- ja arviointi videoiden jälkeen vaikuttivat lupaavilta vaihtoehdoilta osaston käyttöön. Videoista kävi ilmi, että skannerit ovat hyvin intuitiivisia ja käyttäjäläheisiä ja vaikutti myös, että oppimiskäyrä ja käyttöönotto ei olisi kovin suuri ongelma.

Tuotteet olivat myös langattomia, mikä on erittäin hyvä ominaisuus ajoneuvon ulko- ja sisäpuolella tehtävissä skannaustöissä.

3.2.2 Vuokraus

Skannerin vuokraus on myös mahdollista. Ja vuokraavia yrityksiä oli uudellamaalla kohtuullisen lähellä. Lyhyen etsinnän jälkeen, kävi kuitenkin ilmi, että vuokraus ei välttämättä ole kannattavin vaihtoehto tämän opinnäytetyön suorittamiseen.

Mltfinland.fi sivustolla vuokraushinnat ovat seuraavanlaisia:

1. 1.päivä 600€
2. 3.päivää 1200€
3. 1.Viikko 1800€

Vuokraan kuuluu mukaan skanneri, tietokone, skannausohjelma sekä kaikki muu skannaukseen tarvittava.

Hinnan suuruden selittää se, että yrityksen vuokraama skanneri itsessään on jomonen kymmenen tuhannen euron arvoinen, jonka päälle lisätään vielä muut vuokrauksen mukana tulevat tarvikkeet.

Vaihtoehto olisi houkutteleva, jos kyseessä olisi yksittäinen skannattava asia, mutta vuokraus ei tässä tapauksessa tule olemaan kannattava vaihtoehto.

3.2.3 Lainausta

Kolmas ja viimeinen vaihtoehto on skannerin lainaaminen. Lainaaminen olisi halvin vaihtoehto tälle opinnäytetyölle, sillä laitetta ei tarvitsisi ostaa.

Skannaamista pääsisi kokeilemaan ilmaiseksi, ilman rahallista sitoumusta.

Päätin ottaa yhteyttä kouluun, kysyäkseni onko sieltä mahdollista lainata 3D-skanneria opinnäytetyötä varten. Koululta tuli myöntävä vastaus, joten muutaman viikon päästä sähköpostiviestin laittamisesta, oli 3D-skanneri hallussa.

3.3 Hankittu tuote

Useamman päivän mietinnän jälkeen, päädyttiin rahallisesti halvimpaan vaihtoehtoon, eli tuotteen lainaamiseen koululta. Tämä mahdollistaa skannerin kokeilun, ilman rahallista sitoumusta. Näin ollen osastolla päästään kokeilemaan skannerin mahdolliset hyötykohteet, ja mikäli lopputulokseen ollaan tyytyväisiä, voi myöhemmin suorittaa rahallisen sijoituksen osaston omaan skanneriin.

Koululta saatiin sekä skanneri, mallia Artec Eva, että kannettava tietokone, jossa oli asennettuna skanneriin kuuluva skannausohjelmisto Artec studio 13 professional.

Lainausta ajaksi sovittiin muutama viikko, sillä koululla ei vuoden loppua kohden enää kurssien suhteen ollut skannerille käyttöä.

4 Skannerin käyttö

Nyt kun 3D-Skanneri on hankittu, tulee seuraavaksi tutustua itse laitteeseen ja sen eri ominaisuuksiin. Sain koululla paikan päällä lyhyen perehdytyksen skanneriin ja skannausohjelmistoon, jonka jälkeen sain hetkeksi jäädä koululle itsenäisesti kokeilemaan skanneria ja sen toimintaa, ennen kuin lähdin laitteen kanssa kotia kohti, missä perehtyminen jatkuisi.

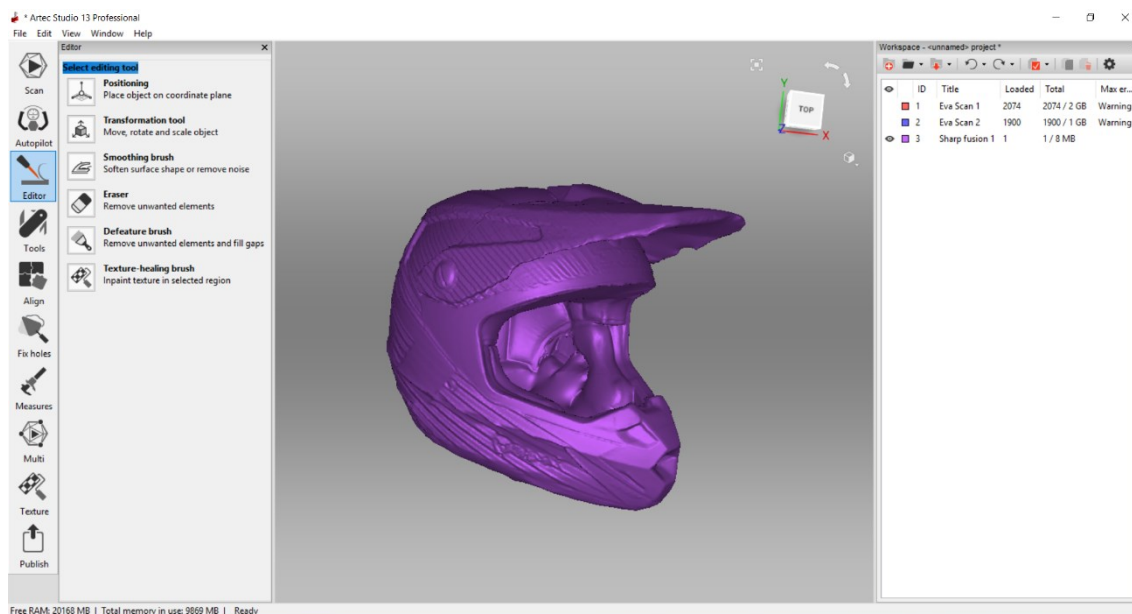
4.1 Perehtyminen

Lyhyen perehdytyksen jälkeen, kaikki muu tulisi opetella itsenäisesti. Ajattelin, että ennen kuin skanneria vie työpaikalle halliolosuhteisiin, olisi hyvä harjoitella kotona skannerin käyttöä.

Skannaus alkoi pienistä kappaleista, kuten kahvimukeista ja Playstation-ohjaimesta ja suurin objekti, joka löytyi, oli vanha moottoripyöräkypärä. Näiden lisäksi, koitin skannata asuntoni keittiötason ja selvittää siinä samalla, että miten skanneri sekä ohjelmisto jaksavat käsitellä isompia pinta-aloja ja yksityiskohtia.



Kuva 1. Skanneri kotiolosuhteissa



Kuva 2. Skannattu moottoripyöräkypärä

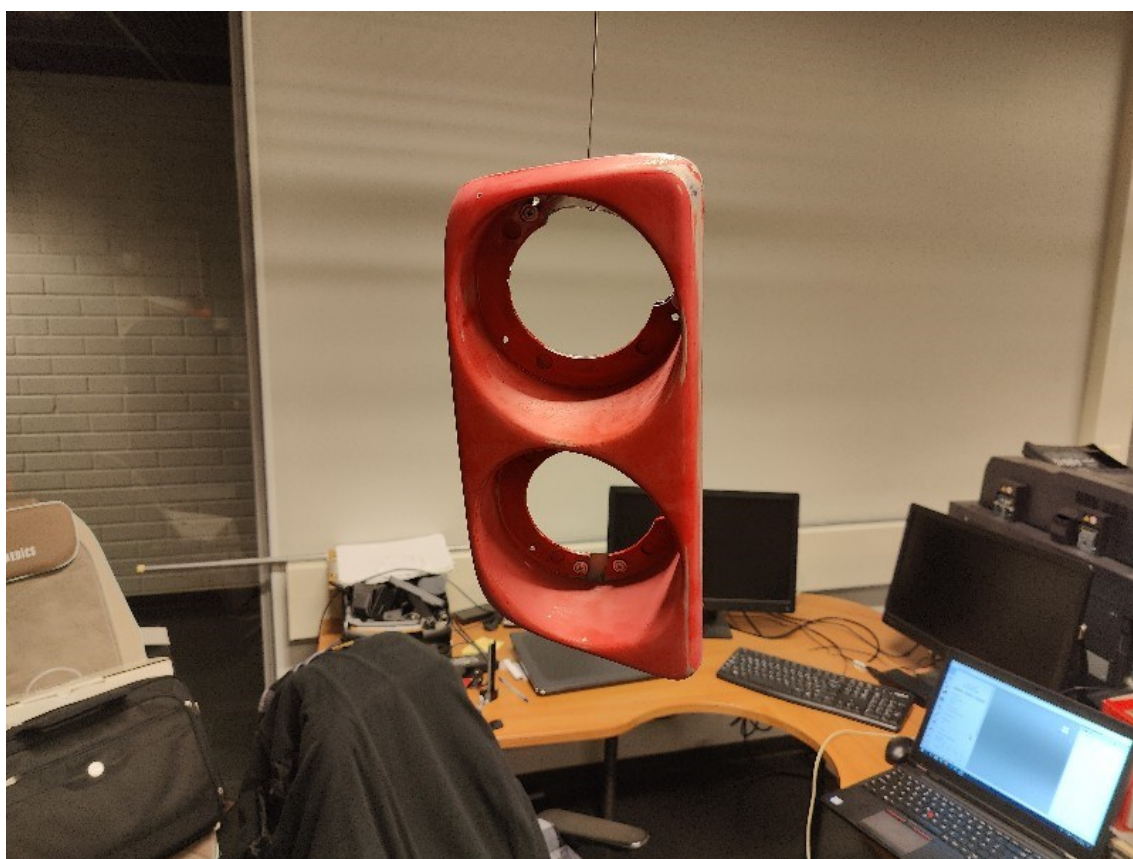
Skannaaminen itsessään oli kohtuullisen helppoa. Suurin rasite itse skannerissa oli sen paino ja mukana roikkuvat kaksi kaapelia, sillä kyseessä oleva skanneri ei ollut langaton. Isompi haaste tuli skannausohjelmistossa vastaan. Vaikka ohjelmisto itsessään oli suhteellisen intuitiivinen, oli skannattujen mallien jälkikäsitteily silti hankalaa, mikäli halusi parhaan mahdollisen tuloksen. Toiveena olisi kuitenkin suorittaa skannaus ja kappaleen jälkikäsitteily mahdollisen lyhyessä ajassa, jotta työolosuhteissa käytettäessä, siihen ei uppoaisi kohtuuttoman paljon aikaa.

4.2 Skanneri halliolosuhteissa

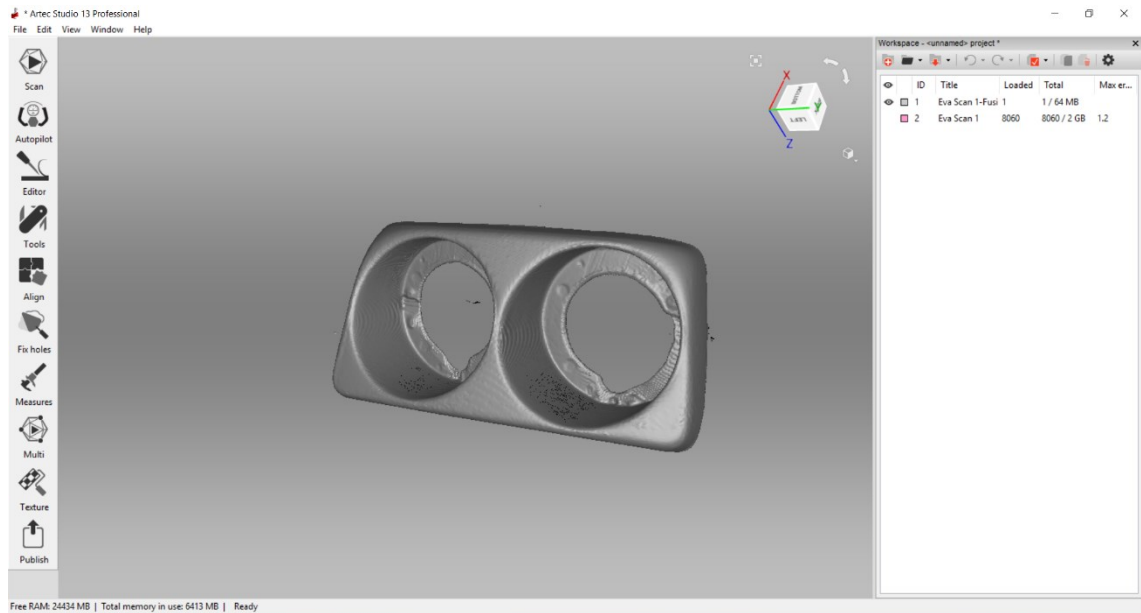
Kun kotiolosuhteissa oli skannerin käyttöä harjoiteltu tarpeeksi, oli seuraavana vuorossa ottaa skanneri mukaan työpaikalle ja jatkaa sen käyttöä siellä. Kuten kotiolosuhteissa, skannaus aloitettiin ensin pienistä kappaleista ja porrastetusti otettiin skannaukseen aina isompia kohteita.

Ensimmäisenä kohteena oli Opel Mantan etuajovalon kehys. Esihenkilöltä löytyi kyseinen kehys ylimääräisenä, ja totesimme, että siitä olisi hyvä aloittaa, sillä kappale on kohtuullisen kokoinen ja se sisältää hyvän määrän yksityiskohtia, joita olisi hankala alkaa mallintamaan vapaasti CAD-ohjelmistolla. Kappale laitettiin roikkumaan katosta metallilangan varaan, näin ollen skannauksen voisi suorittaa yhdeltä istumalta ja kappaletta ei tarvitsisi pyöritellä pöydällä eri asentoihin, vaan kappaleen ympäri voisi pyöriä skanneri kädessä.

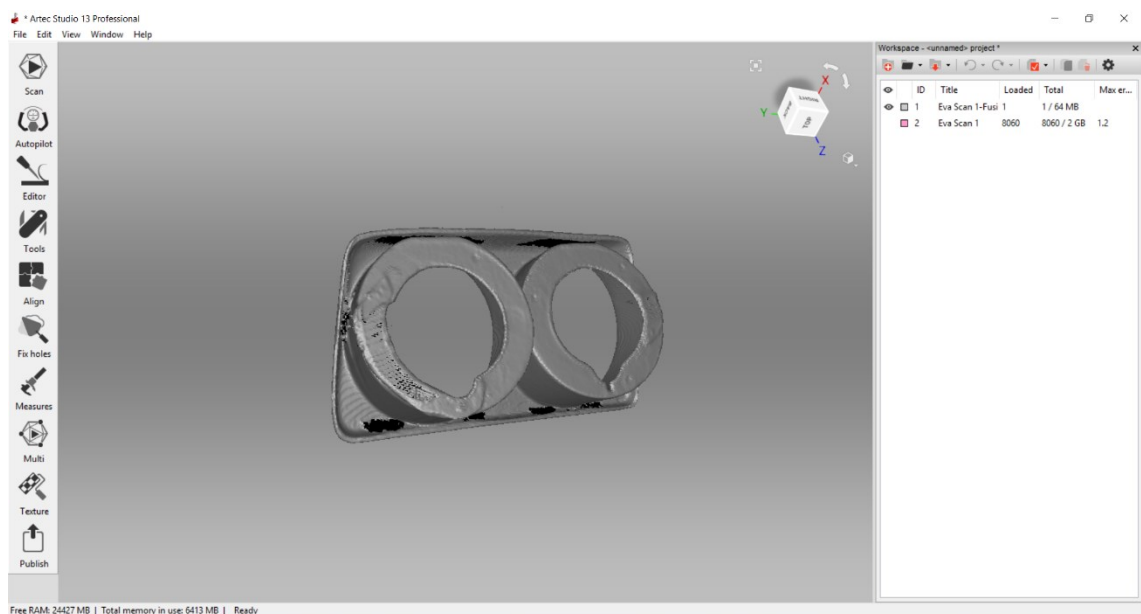
Skannaustulos oli yllättävän hyvä, tästä huolimatta epätäydellisyyksiä tuli kuitenkin ilmi, sillä kappaleen takapuolella oli tiukkoja välejä ja pinta oli musta, joten skannerilla oli vaikeuksia tarttua ahtaisiin väleihin ja sen yksityiskohtiin.



Kuva 3. Umpion kehys skannauksen aikana



Kuva 4. Umpion kehiksen skannattu 3D-malli



Kuva 5. Epämuodostumat skannauksessa

Ongelmista huolimatta, kappaleesta saatiin aikaan STL-tiedosto, josta saatiin 3D-tulostettua pienoismalli. Tulostuksessa ei ilmennyt sen suurempia ongelmia, joten seuraavaksi tulostimme 1:1 mallin. Malli oli sen verta kookas, että se piti halkaista kahteen osaan, sillä malli kokonaisuudessaan ei mahtunut 3D-

tulostimen pedille. Skannattua mallia muokattiin pienesti, jotta halkaistut puoliskot saatiin sopimaan toisiinsa.



Kuva 6. Tulostettu pienoismalli kehykseen verrattuna



Kuva 7. 1:1 tulostettu malli alkuperäiseen kehykseen verrattuna

Tämän onnistumisen myötä oli aika siirtyä ajoneuvojen pariin. Selkeästi paras päätös oli ottaa skannaukseen hallissa yleisimmin esiintyvät ajoneuvomallit. Nämä tulisivat olemaan Volkswagenin hyötyajoneuvomallit Transporter ja Crafter.

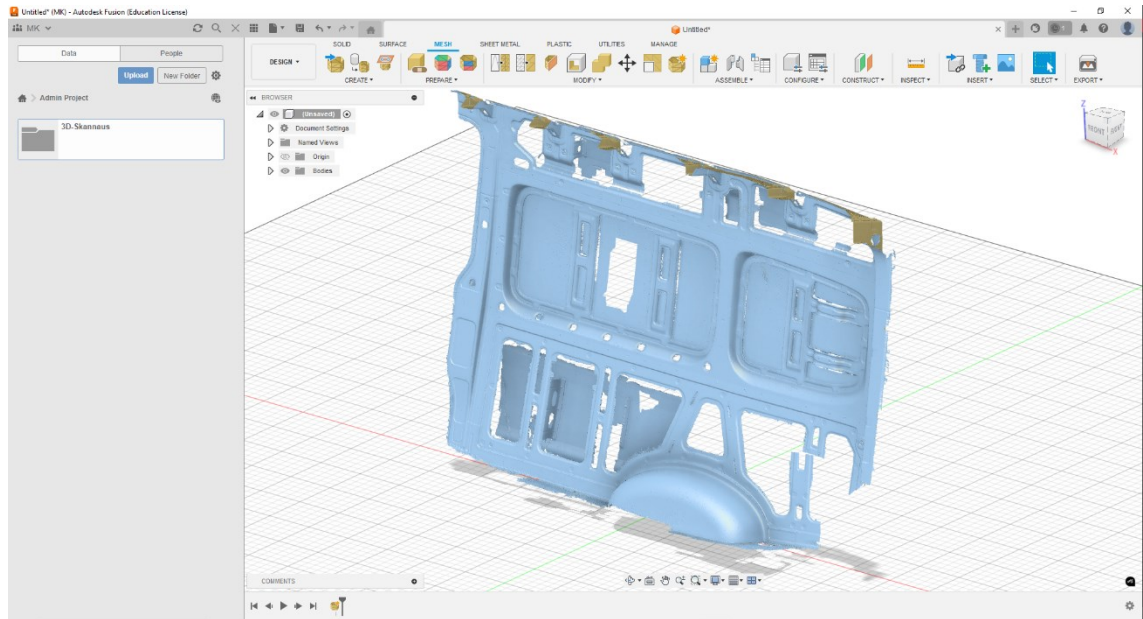
Molemmat mallit ovat pakettiautoja, joten takatilojen pinnat ovat tyyleiltään samantapaisia, Crafter ollen kokoluokassaan isompi kahdesta mallista. Pakettiautojen takatilojen muodot ovat kaarevia ja selkeiden kiintopisteiden puute haittaa niiden ympärille tehtävää tuotesuunnittelua.



Kuva 8. Volkswagen Crafterin oikea takaseinä

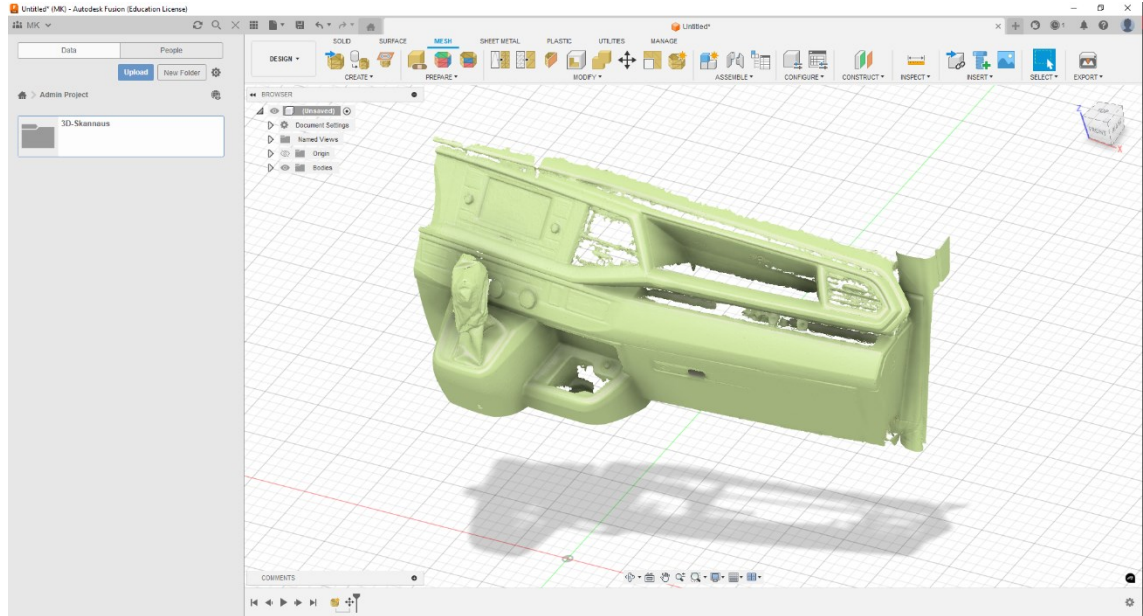
Osastolla asennetaan useita eri lisävarusteita hyötyajoneuvoihin, nämä työt vaativat ajoittain tuotesuunnittelua osastolta itseltään ja hankalimmat muodot löytyvät ajoneuvon takaosasta, joten loogisin paikka aloittaa skannaustyöt oli ajoneuvojen takatiloista.

Hyvin nopeasti kävi ilmi, että skanneri ei suoriutunut kovin hyvin, kun vastaan tuli pitkiä osuuksia tasaisia pintoja, jotka eivät sisältäneet paljon yksityiskohtia. Tämä tarkoitti sitä, että skannatessa piti keskittyä erityisen paljon siihen, mitä skanneri näkee ja miten se reagoi eri pintoihin, jotta skannaus ei mene pilalle kesken kaiken. Tähän auttaisi erikseen myytävät kohdistustarrat ja auton pinnalle levitettävät aineet, jotka tekisivät siitä mattapintaisen, joka edistäisi skannerin kohdistusta. Tästä huolimatta, skannerin tuottamat tulokset olivat hyviä.



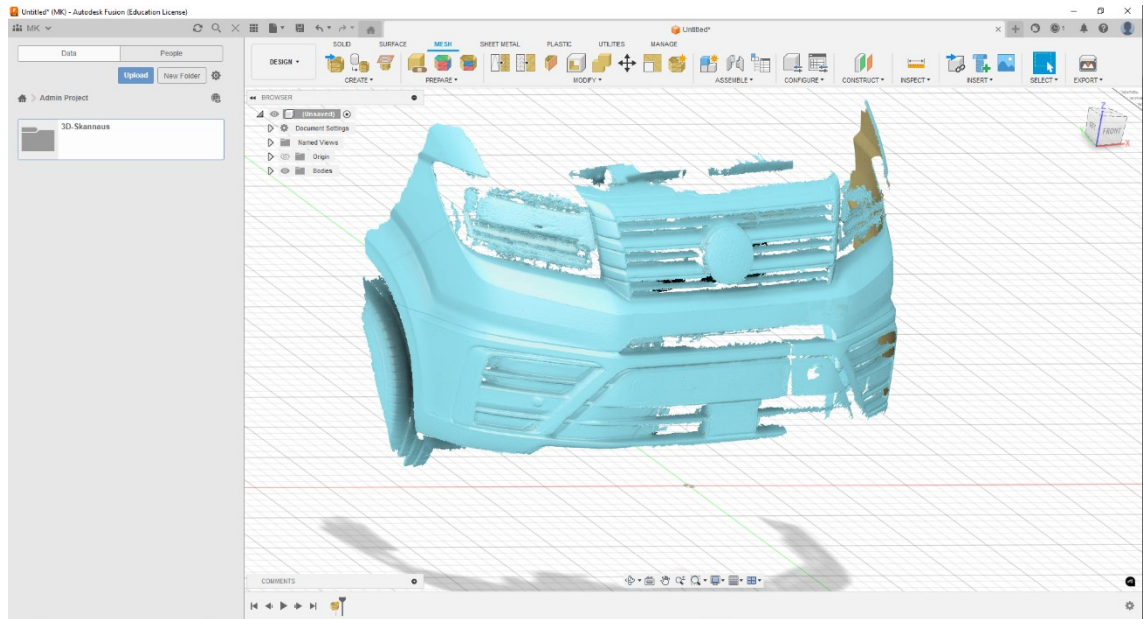
Kuva 9. Volkswagen Crafterin osittain skannattu oikea takaseinä

Kun takatiloja oli skannattu, todettiin että olisi myös hyvä pyrkiä skannaamaan ajoneuvojen ohjaamoja, sillä niihin myös tehdään asennuksia, etenkin kojelautaan. Skanneri suoriutui hyvin ohjaamosta, sillä yksityiskohtia oli runsaasti mihin tarrautua. Ongelmakohdiksi muodostuivat esimerkiksi ilmastointikanavien ritilät ja muut syvennykset kojelaudassa. Skanneri alkoi muodostamaan joko epämääräisitä geometriaa, tai se jätti geometriaa kokonaan skannaamatta näiden alueiden ympärillä.



Kuva 10. Volkswagen Transporterin osittain skannattu kojelauta

Näiden osien lisäksi skannattiin autojen ulkopuolelta löytyviä osia. Etupuskuriin asennetaan usein esimerkiksi tasovilkkuja, sekä LED-lisävalopaneeleita. Skannauksen laatu oli yllättävän hyvä, vaikka kyseessä oli musta ja epätasainen muovipinta. Tästä huolimatta, kun puskurin oli saanut puoleenväliin skannattua, skanneri alkoi menettämään kohdistustaan ja skannauksesta tuli epämuodostunut, jonka lisäksi kirkkaita ja läpinäkyviä muoviumpioita skanneri ei tahtonut tunnistaa laisinkaan. Jälleen kerran, kohdistustarroilla voisi koittaa tätä ongelmaa korjata ja näin ollen saada täydellisen skannauksen etupuskurista. Edellä mainittujen asioiden lisäksi, yksi iso huomio oli myös se, kuinka paljon enemmän aikaa etupuskurin skannaukseen meni, skannauksen aikana olisi realistisesti pitänyt pitää taukoja, jotta kädet eivät väsy niin paljon ja skannauksen laatu pysyisi mahdollisimman tasaisena.



Kuva 11. Volkswagen Crafter osittain skannattu etupuskuri

4.3 Artec Studio 13 Professional

Jotta skannerilla saa mitään jälkikäsiteltävää 3D-mallia, on skannauksen kuljettava läpi skannausohjelmistosta. Tähän työhön käytössä oli skanneri valmistajan oma sovellus Artec Studio 13 Professional ja ilman sovellusta skanneri ei toimi.

Sovelluksen perusteet olivat itsessään intuitiivisia, liitä skanneri tietokoneeseen, ohjelma havaitsee skannerin ja skannauksen voi aloittaa. Tämän jälkeen muuta ei tarvinnut tehdä kuin aloittaa skannaus ja tarkkailla ruudulta, mitä skanneri havaitsee ja millaista mallia se piirtää näytölle.

Suurin haaste oli skannauksen jälkeen kappaleen jälkikäsitteily. Työkaluja oli useita, mukaan lukien sovelluksesta löytyvä autopilot-työkalu. Autopilot suoritti parhaansa mukaan mallin jälkikäsitteilyn, hyödyntäen kaikkia työkaluja, jotta skannerin käyttäjä saisi nopeasti haluamansa mallin nopeasti käytettäväksi. Oman kokemukseni mukaan, tämä ei kuitenkaan aina toiminut läheskään niin hyvin kuin olisi toivonut, ja manuaalisesti työkalujen käyttö olisi ollut parempi vaihtoehto. Työkalujen käyttö oli kuitenkin kovin työlästä ja jos sinulla oli

esimerkiksi yhdestä kappaleesta useampi skannaus, niiden kohdistus ja liittäminen toisiinsa oli erittäin hankalaa. Tätäkin ongelmaa olisi voinut skannausvaiheessa helpottaa jollain kohdistavilla ominaisuuksilla, kuten yhteneväsillä muodoilla ja kohdistustarroilla skannattavan kappaleen pinnalla.

Yhteenvedona skannausohjelmistoon voisi sanoa, että sen käyttöönotto on helppoa, mutta sen syvempi käyttäminen vaatisi huomattavasti enemmän opiskeluaikaa käyttäjältä. Tässä olisi myös hyvä ottaa huomioon, että käytettävissä oleva sovellus on vanha versio ja Artec studio on vuosien varrella päivittynyt, tuoden mukanaan uusia ominaisuuksia, ominaisuuksia joita olisi ollut mielenkiintoista päästä hyödyntämään tähän työhön.

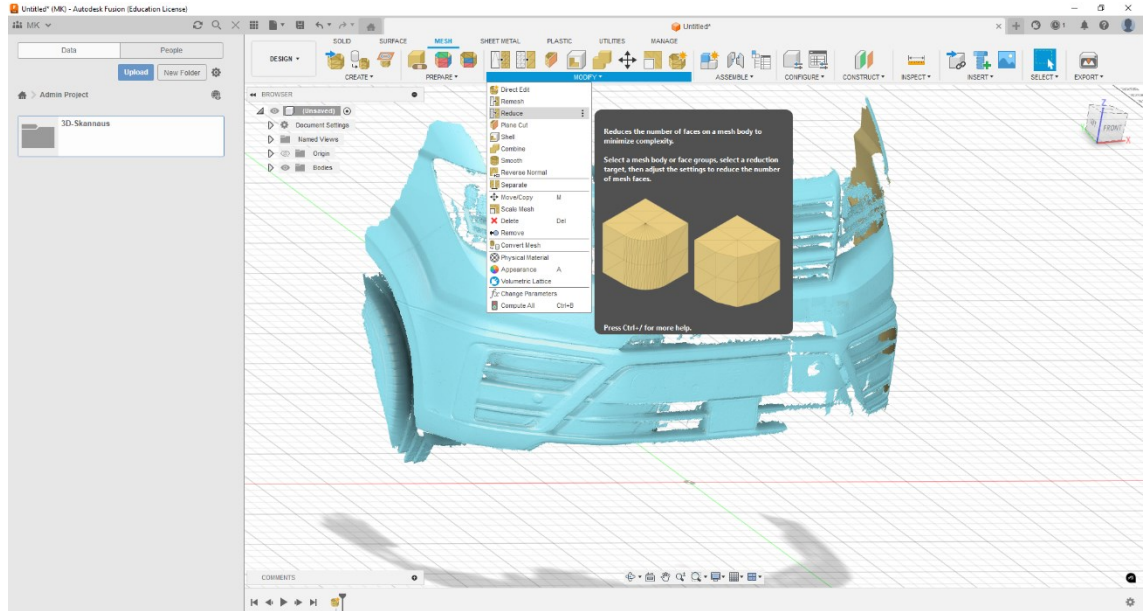
4.4 Fusion 360

Skannaus on saatava käytettävään muotoon CAD-sovellukseen ja tähän opinnäytetyöhön se sovellus tulisi olemaan Autodeskin Fusion 360. Fusion on käytettävissä tämän opinnäytetyön aikaan työpaikallani, sekä kotona koulun lisenseillä, joten se oli selkein vaihtoehto, sillä se on todennäköisin sovellus, jolla skannattuja malleja tultaisiin jälkikäsittelemään tulevaisuudessa työpaikalla.

Ensimmäinen havainto skannatuista malleista oli, kuinka suuria ja vaativia tiedostoja ne olivat. Skannaukset voivat muodostua jopa sadoista tuhansista kolmioista ja mitä enemmän kolmioita on, sitä suurempi ja raskaampi tiedosto on tietokoneelle. Lyhyen tutkiskelun jälkeen kävi ilmi, että Fusion 360-ohjelman mukavuusalue kolmioiden suhteen olisi noin 50 tuhatta. 50 tuhatta kolmoita mesh-rakenteessa on edelleen todella paljon, mutta tässä pitää ottaa huomioon, että mitä enemmän kolmioita poistaa skannauksesta, sitä epätarkemmaksi se muuttuu, ja tässä tarkoituksessa kappaleen mittatarkkuutta ja ominaisuuksia ei voi loputtomiin poistaa, sillä siitä tulee käyttökelvoton suunnitelutöiden suhteen.

Ratkaisuksi tietojen raskauteen oli selkeästi pudottaa kolmioiden määrää mesh-rakenteessa. Mesh rakenteen yksinkertaistamisen voi suorittaa jo skannausohjelmassa tai jälkikäteen Fusion 360-ohjelmassa. Tämän

yksinkertaistamisen jälkeen tiedosto oli edelleen raskas, ja jokaisen muokkauksen jälkeen joutui odottamaan todella kauan, ennen kuin mitään tapahtui.

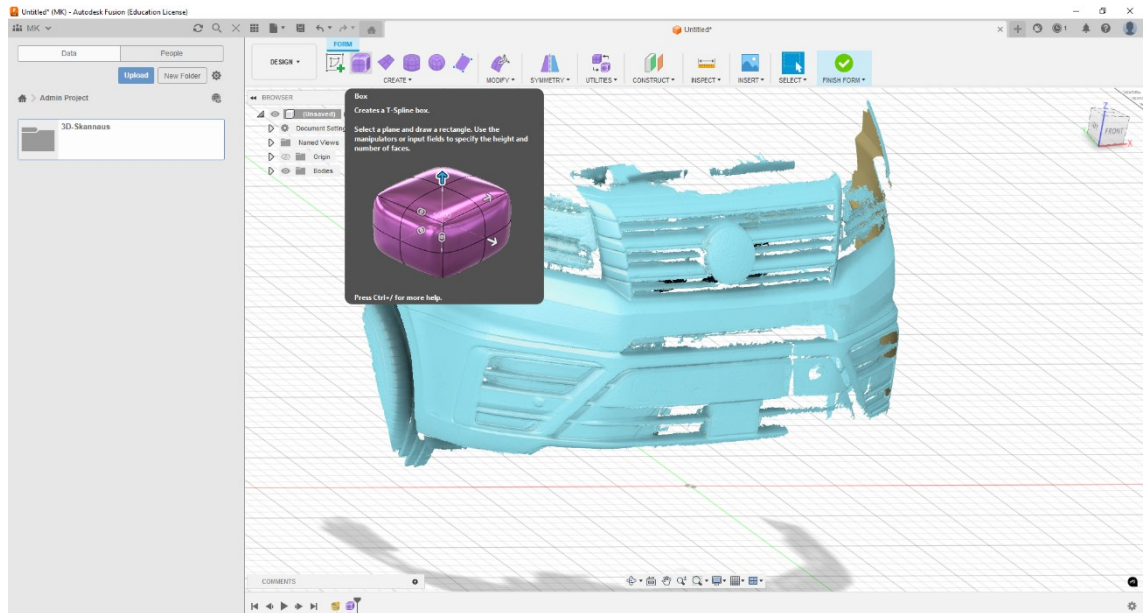


Kuva 12. Mesh vähennys työkalu Fusion 360-ohjelmassa

Tiedostojen jälkikäsitteily ja niiden päälle mallintaminen osoittautui hankalammaksi, kuin mitä osasi odottaa. Fusion-ohjelmassa oli työkaluja mesh-malleja varten, mutta tähän käyttöön neköän eivät antaneet varsinaisesti helpotusta. Tavoitteena olisi saada täysin kiinteä malli, jonka pintaan voisi alkaa mallintamaan omia tuotteita, mutta koska tiedostot ovat niin raskaita ja yksityiskohtaisia, niin ohjelmalla oli ongelmia luoda täysin sileää ja kiinteää mallia.

Autodeskillä on erillinen työkalu olemassa, nimeltä meshmixer, joka tekee samoja asioita kuin 3D-skannausohjelma Artec studio. Meshmixer omaa enemmän työkaluja, kuin Artec studion vanha versio joka oli käytettävissä ja näillä työkaluilla pystyy muokkaamaan mesh-tiedostoja, mutta tämäkin olisi vaatinut huomattavan määrän itseopiskelua, johon tässä opinnäytetyössä ei ollut yksinkertaisesti aikaa. Mikäli aikaa itsenäiselle opiskelulle olisi ollut enemmän, Fusion-ohjelmassa on myös Forms-työkalut. Forms-työkalut antavat

käyttäjän tehdä täysin vapaasti muotoja, käytännössä se on muovailua. Näiden työkalujen avulla pystyisi muovailemaan suoraan skannatun kappaleen päälle ja näin luoda joko kopion skannatusta mallista, tai kokonaan uuden kappaleen, jonka sijoittaa esimerkiksi mukailemaan skannatun kappaleen muotoja.



Kuva 13. Forms työkalut Fusion 360-ohjelmassa

Kaiken tämän jälkeen, selkein opittu asia on ollut, että on parempi käyttää aikaa itse skannaukseen ja sen hiomiseen, sillä hyvä skannaus voi säästää todella paljon aikaa prosessin loppupäässä.

5 Loppupäätelmät

Nyt kun skanneri on päässyt tositoimiin ja CAD-ohjelmistoilla on päästy kokeilemaan miten skannatut mallit toimivat, on aika käydä havaintoja läpi.

Selkeimmät ongelmakohdat skannaustöissä olivat langallisen skannerin kaapelit jotka vaikeuttivat liikkumista, kohdistuksen menettäminen kesken skannauksen ja isompien skannausten tiedostokoko. Nämä eivät kuitenkaan ole mahdottoman isoja korjauksia vaativia asioita, sillä mikäli skanneri päädytään hankkimaan osastolle, se tulisi mitä luultavimmin olemaan langaton, juurikin paremman liikkuvuuden vuoksi. Toisekseen, mikäli skanneri hankitaan, sen lisäksi olisi hyvä hankkia kohdistustarroja samassa tilauksessa, jotta tarpeen vaatiessa niitä olisi hyllyssä valmiina skannaustöitä varten. Tiedostokokojen suhteen ei paljon muuta pysty tekemään, kuin vähentämään mesh-verkon kolmioiden lukumäärää mahdollisimman alas, jotta tiedostokoko pysyy järkevänä ja kappale säilyisi mahdollisimman mittatarkkana.

Osastolla oltiin yksimielisiä sen suhteen, että skannerin tuottamat mallit olivat erittäin hyviä, vaikka osa niistä oltiinkin otettu nopeammalla tahdilla. Kappaleista pystyi erottamaan selkeitä yksityiskohtia ja Artec studion, sekä Fusion360-ohjelman sisältä löytyvillä mittatyökaluilla, pystyttiin varmistamaan, että skannattu kappale todella oli oikeissa mitoissaan. Kuten aiemmin mainittiin, yhdestä skannatusta mallista päädyttiin tekemään 3D-tulostettu kappale. Tästä tulostetusta Opel Mantaan etu-umpion kehyksestä tuli mittatarkka ja se säilytti kaikki oleelliset muodot ja yksityiskohdat. Tulostettu kappale ei kuitenkaan ollut täydellinen, sillä skannattua kappaletta ei siistitty 3D-maailmassa täydelliseen kuntoon. Näistä sivuseikoista huolimatta tulostetusta kappaleesta tuli sen verta hyvä, että sen voisi halutessaan asentaa sellaisenaan kyseisen ajoneuvon keulaan.

Skannattujen mallien jälkikäsitteily vaati pelkästään tätä opinnäytetyötä varten kohtuullisen paljon itsenäistä opiskelua ja lisää opiskelua tarvittaisiin edelleen rutkasti, jotta skannerin ja 3D-mallien kanssa työskentely olisi jouhevaa. Kyseessä ei siis ole nopeasti opittava asia, joten tämä tulisi ehdottomasti ottaa

huomioon, mikäli osasto päättää skannerin hankkia, sillä mitä enemmän aikaa käyttää näiden asioiden opiskeluun ja harjoitteluun, sitä nopeammin ja paremmin saa osastolle käyttökuntoisia 3D-skannauksia tuotekehitystä varten.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää pystyisikö 3D-skannauksella edistämään osaston tuotekehitystä ja voisiko se ratkaista ongelmia sen ympärillä.

Muutaman kuukauden tutkiskelun jälkeen, voi sanoa, että 3D-skannaus olisi ehdottomasti hyödyllinen työkalu osastolle tuotekehityksen yhteydessä, etenkin kun nykyaikaisten skannerien hinnat ovat tulleet kohtuulliselle tasolle.

Esihenkilöiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella, he ovat samalla kannalla. Mitä enemmän kävimme asiaa läpi, sitä enemmän löysimme syitä skannerin hankinnan puolesta kuin sitä vastaan. Osastolla voi tulla vastaan erityisiä tarpeita, joissa skanneri voisi tuottaa laadukkaita tuotteita ja ratkaisuja asiakkaiden ajoneuvoihin ja skanneri voisi olla erinomainen työkalu, jonka lisätä osaston hyllyyn, auttamaan tulevaisuuden projekteissa.

Lähteet

Pellinen, J. 2021. Mitä 3D-skannaus on. Aipworks. Viitattu 13.12.2024.

<https://aipworks.fi/2021/06/08/3d-skannaus-esittelyssa-artec-3d-skannerit/>.

Lehtiranta, V. 2021. 3D-skannerin hankinta ja käänteinen suunnittelu. Viitattu 13.12.2024

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/495781/Lehtiranta_Valtteri.pdf?sequence=2

Keitaanniemi, A. 2021. Mikä on pistepilvi ja mihin sitä käytetään talonrakentamisessa. Buildingpointfinland. Viitattu 13.12.2024

<https://buildingpointfinland.fi/mika-on-pistepilvi-ja-mihin-sita-kaytettaan-talonrakentamisessa/>

Santaluoto, O. 2012. 3D-skannaukseen perehtyminen. Viitattu 29.12.2024

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/45691/3D-skannaukseen+perehtyminen.pdf?sequence=1>