



Anton Pellinen

# Leveämpien lokasuojien suunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

1.3.2021

# Tiivistelmä

Tekijä:	Anton Pellinen
Otsikko:	Leveämpien lokasuojien suunnittelu
Sivumäärä:	24 sivua
Aika:	1.3.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaajat:	Projektipäällikkö, Metropolia Juha Porvali Toimitusjohtaja, Arctic Trucks Finland Ville Viikari

---

Opinnäytetyön tavoitteena on Ford Ranger -ajoneuvon etulokasuojien levityksen suunnittelu, jotta leveämmät ja isommat renkaat mahtuvat ajoneuvoon. Lokasuojia joudutaan leventämään renkaiden koon muutoksen takia. Työ tehdään Sipoossa sijaitsevalle Arctic Trucks Finland Oy:lle

Suunnittelu toteutettiin 3D-skannaamalla alkuperäinen lokasuoja, johon suunniteltiin levitys 3D-suunnitteluohjelmalla. Osan valmistus tapahtuu koneistamalla uusi lokasuoja ja tekemällä siitä muotti. Muutos voidaan myös toteuttaa koneistamalla vain levitys ja liittämällä se jo olemassa olevaan lokasuojaan, josta saadaan tehtyä muotti. Opinnäytetyössä kuvataan muutosprojektin vaiheet ja vaatimukset. Lisäksi tarkastellaan kustannuksia, joita uuden lokasuojan muotin tekemisestä aiheutuu. Työstä on rajattu pois fyysisen muotin ja osan teko ja valmiin osan loppuun tekeminen ja asennus.

Työn tuloksena syntyi lokasuojasta tai pelkästä levityksestä valmis malli, joka saadaan vietyä koneistettavaksi. Lisäksi työssä on kuvattu muotin valmistusmenetelmä, joka sopii haluttuun käyttötarkoitukseen ja kuluihin.

Avainsanat: Etulokasuoja, Ford Ranger, 3D-skannaus, 3D-suunnittelu

## Abstract

Author: Anton Pellinen  
Title: Designing Wider Fenders for a Vehicle  
Number of Pages: 24 pages  
Date: 3 March 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Vehicle Engineering  
Professional Major: Automotive Design Engineering  
Supervisor: Juha Porvali, Project Manager, Metropolia University of Applied Sciences  
Ville Viikari, CEO, Arctic Trucks Finland

---

The objective of this Bachelor's thesis was to design wider front fenders for a Ford Ranger vehicle, so that wider and bigger tires can be fitted to the vehicle. The reason for the need to widen the fenders, is the change in tire size. This thesis was assigned by Arctic Trucks Finland Oy that is located in Sipoo, Finland.

The design work was carried out by 3D-scanning the original fender. After that a design to widen the original fender, was carried out using CAD software. The wider part was manufactured by machining a new fender and making it into a mould. This change could also have been accomplished by machining only the widened part of the the fender and by attaching it to the existing fender, which could then be moulded on it. This thesis describes the most important phases of the widening project and its requirements. In addition, the costs of making this new wider fender, are discussed in this thesis. The manufacturing of the mould and the wider part, as well as the finishing and installation of the new wider fender are not discussed in this thesis.

As a result of this thesis a new model of the fender and the widened part of it were designed. It is possible to machine this model. In addition, the manufacturing process of the mould is described and this mould meets the requirements of the use and the costs of the mould.

Keywords: Front fender, Ford ranger, 3D-Scanning, 3D-Design

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ajoneuvo ja lainsäädäntö	2
2.1	Ajoneuvo	2
2.2	Lainsäädäntö	3
3	Pohdintaa ennen työn aloittamista	3
4	3D-skannaus	4
4.1	3D-skanneri	4
4.2	Lokasuojan valmistelu	5
4.3	Lokasuojan 3D-skannaus	7
4.4	Skannatun datan käsitteleminen	9
5	Levityksen mallintaminen	11
5.1	Stl-tiedoston käsittely	11
5.2	Levityksen suunnittelu	12
5.3	Osa kiinteäksi kappaleeksi	16
5.4	Suuntaa antava kuva ajoneuvosta levityksellä	16
6	Muotin teko (avomuotti)	17
6.1	Mitä tarvitaan muotin tekoon	17
6.2	Muottimateriaali	18
6.3	Muotin koneistus	18
6.4	Lopullisen muotin teko	19
6.5	Valmis muotti	20
6.6	Muotin teko, käyttäen alkuperäistä lokasuojaa (halvempi)	20
7	Hinta	21
7.1	Cnc-koneistus	21
7.2	Lasikuitumuotti	21
7.3	Muut tarvikkeet	21
8	Loppusanat	22

8.1	Halvemman vaihtoehdon toteutus	22
8.2	Jatkotutkintaa	23
8.3	Lopputulokset	23
	Lähteet	1

## Lyhenteet

STL: "Standard Triangle Language" Tiedosto muoto, jota 3D-Suunnittelu ohjelmat tukevat.

STP: STEP 3D CAD-tiedosto muoto, luokiteltu 3D kuvatiedosto.

CNC: Computer numerical control, koneen ohjaamista yksiselitteisillä symboleilla. Käytetään koneistuksessa.

## 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena oli suunnitella leveämmät etulokasuojat Ford Ranger maastoajoneuvoon ja ottaa kantaa, millä menetelmällä muotit olisivat järkevää ja kustannustehokasta valmistaa Sipoossa sijaitsevassa Arctic Trucks Finland Oy:ssä. Leveämmillä lokasuojilla mahdollistetaan isompien ja leveämpien renkaiden käyttö ajoneuvossa.

Työssä olemassa olevat vakiolokasuojat 3D-skannattiin ja niihin liitettävät levitykset suunniteltiin. Arctic Trucks Finland Oy:lla on olemassa Toyota-merkkisen ajoneuvon lokasuojaan levitysosa, jota hyödynnettiin tässä projektissa. Tämän olemassa olevan levityspalan muotoa pyrittiin jäljittelemään tässä työssä esitettyyn ajoneuvoon.

Olemassa oleva ratkaisu on liittää erikseen tehty levitys auton alkuperäiseen lokasuojaan. Tähän kumminkin haluttiin löytää nopeampi ja helpompi ratkaisu asennusta ajatellen, levityksen kanssa kokonaan yhtenäinen lokasuoja. Tämä on nopeampi ja helpompi ratkaisu asentajalle.

Lokasuojan suunnittelun jälkeen valittiin parhain tapa tuottaa muotti, josta lokasuojan voi tehdä. Vaihtoehtoja on erilaisia, joista tässä työssä keskitytään avonaisen lasikuitumuotin valmistukseen.

## 2 Ajoneuvo ja lainsäädäntö

### 2.1 Ajoneuvo

Ajoneuvo, jota käytetään lokasuojien suunnittelussa, on vuoden 2021 Ford Ranger 4x4 (kuva 1).



Kuva 1. Ford Ranger -ajoneuvo

Ajoneuvossa on vakiona 255/70/16–275/45/21-rengaskoko, joka haluttiin kasvattaa isommaksi ja leveämmäksi, jopa yli 315/75/17. Suomen lainsäädännön takia ajoneuvon lokasuojia täytyy levittää, jotta saadaan rengaskuvio lokasuojan sisään. Myös leveyden muutos pitää ottaa huomioon lokasuojissa.



## 2.2 Lainsäädäntö

Ajoneuvon leveyden muuttaminen on sallittu enintään 200 mm tai 1.1.1998 jälkeen rekisteröidyssä ajoneuvossa lisäämällä siihen tarkoitettu levitys sarja (Korin leveyden muuttaminen 2019: 10).

Tässä työssä tehty lokasuoja vastaa alkuperäistä poiketen levitysosan verran. Kiinnityspisteet ovat täsmälleen samat kuin alkuperäisessä. E-hyväksynnän hakeminen olisi tällöin helpompaa, jos näin halutaan.

## 3 Pohdintaa ennen työn aloittamista

Lokasuojien levitys pystytään toteuttamaan usealla tapaa muun muassa käyttämällä hyväksi jo olemassa olevaa lokasuojaa, johon liitetään levitys. Tässä tapauksessa työ on suuri ja joka levitys on käsityötä, eikä näin ollen aina täysin samanlainen.

Lokasuojan suunnittelu kokonaan hyödyntäen 3D-skannausta ja mallinnusta saadaan lokasuoja yhdeksi yhtenäiseksi osaksi, josta pystytään koneistamaan muotti ja tästä muotista tekemään aina samanlainen uusi lokasuoja. Tässä tilanteessa ylimääräisiä leikkaus-, sovitus- ja liittämistöitä ei tarvita. Osa on valmiina, ja se vain kiinnitetään auton vanhan lokasuojan tilalle.

Tällä menetelmällä saadaan asennusaikaa lyhennettyä ja vaadittavan työn tekeminen perusmekaanikolle sopivaksi. Osan viimeistely on nopeaa, koska valmis lokasuoja vain maalataan ja asennetaan paikalleen samalla periaatteella kuin alkuperäinen lokasuoja vaihdettaisiin.

## 4 3D-skannaus

Tässä luvussa kuvataan 3D-skannauksen eri vaiheet ja se, mitä tarvitaan tuottamaan laadukas malli jatkosuunnitteluun. Työssä käytetään valkovoalo-3D-skanneria. Skannausprosessi ei eroa suuresti muista 3D-skannausmenetelmistä. 3D-skannaus perustuu laitteen tuottamaan pistepilveen skannattavan osan pinnalla. Tällä pistepilvellä ohjelmisto luo mallin, josta saadaan muokattava malli lokasuojasta.

### 4.1 3D-skanneri

Projektissa käytettiin yhteistyössä Aipworks Oy:n skanneria Artec Eva (kuva 2). Tämä skanneri valittiin, koska se oli saatavilla ja minulla on aikaisempaa kokemusta kyseisestä laitteesta. Mielestäni tämä valkovoalokskanneri sopii työhön hyvin.

Skannerin 3D-tarkkuus 0,1 mm. Pienin malli, mitä tällä skannerilla voitaisiin skannata, on 10 cm, joten tässä tapauksessa tämä ei ole rajoittava tekijä. Skanneri on myös kevyt, jolloin sitä on helppo käsitellä myös isommissa projekteissa. (Artec Eva 3D-skanneri 2021: 1.)



Kuva 2. Artec Eva -3D-skanneri

## 4.2 Lokasuojan valmistelu

Osalle valittiin paikka, missä se on helpoin skannata, eli esteetön ympäristö. Tässä tapauksessa lokasuoja asetettiin paikkaan, jossa sen ympärillä pystyttiin työskentelemään vapaasti (kuva 3).



Kuva 3. Alkuperäinen lokasuoja

Lokasuojan pinta on "kiiltävä", joten lokasuojan pintaan ruiskutettiin ainetta, joka mattaa sitä ja luo epäsäännöllistä väriä ja kuvioita sileällä pinnalla skannauksen laadun ja tarkkuuden parantamiseksi. Tähän sopiva aine on Crick 130 -kehite, joka luo pinnalle kuvioita ja valkoista väriä. Tämä on alun perin tarkoitettu hitsaussaumojen halkeamien tarkasteluun. Se on myös helposti pestävissä tai pyyhittävä pois, kun skannaus on suoritettu. Eikä tämä vahingoita alkuperäistä pintaa. (Kuva 4.)



Kuva 4. Kehite skannauksen parantamiseksi

Viimeisenä vaiheena ennen skannauksen aloittamista peitetään isompia aukkoja, jotta reunan laatu olisi näissä kohdissa parempi (kuva 5). Tähän työvaiheeseen sopii esimerkiksi pahvinpalanen tai vastaava levy, myös teippiäkin voisi käyttää.



Kuva 5. Isojen reikien täyttö

### 4.3 Lokasuojan 3D-skannaus

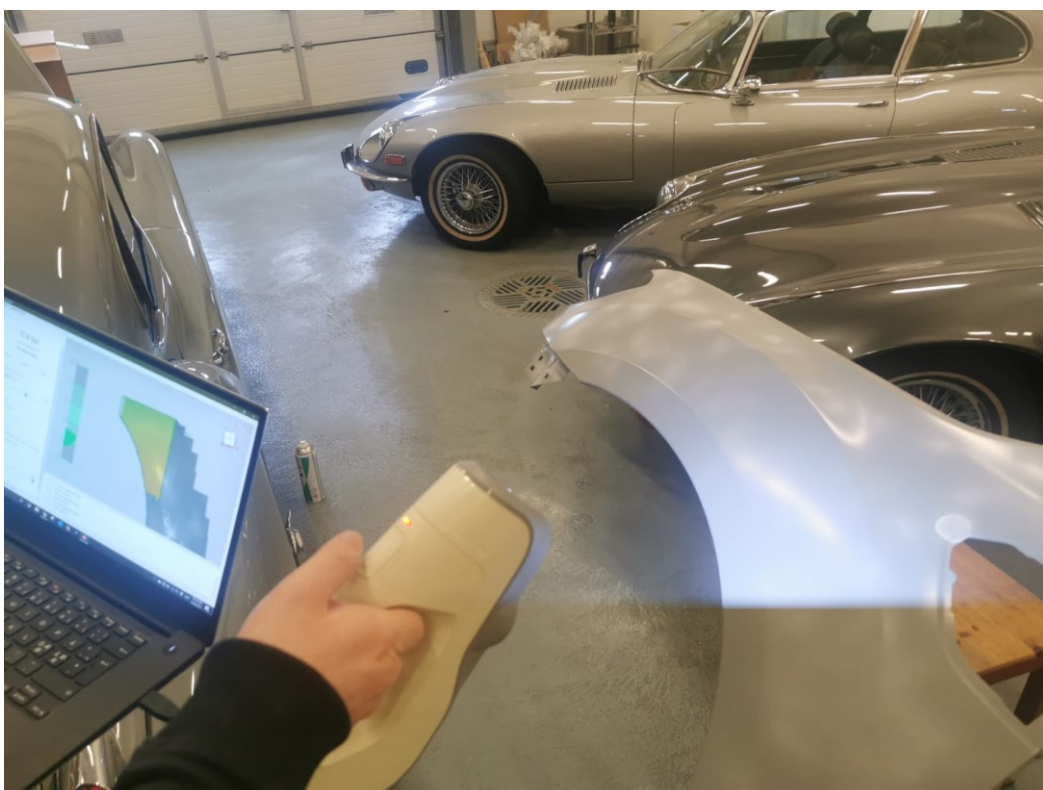
Skannaus aloitetaan valmistelemalla 3D-skanneri ja tietokone.

Skannerina käytettiin jo mainittua Artec Eva -skanneria ja Artec studio 15 -ohjelmaa (kuva 6). Ohjelmisto on tarkoitettu käytettäväksi saman valmistajan 3D-Skannerien kanssa.



Kuva 6. 3D-skannaukseen tarvittavat välineet

Skannaus suoritettiin useassa osassa, jotta saatiin mahdollisimman tarkkaa dataa. Myöhemmin osat liitettiin yhteen, josta muodostui lopullinen skannattu malli. Lokasuoja koon puolesta yhdellä skannausvedolla ei pysty saamaan tarpeeksi tarkkaa mallia, joten pinnasta otettiin monta pienempää ja isompaa skannausta. Yhdellä skannauksella voi syntyä virheitä, koska pinta on samankaltaista lokasuojassa ja tällöin rekisteröinti voi epäonnistua.



Kuva 7. 3D-skannaus

Kun kappaleesta on saatu kaikki tarvittava data taltioitua, skannaukset yhdistetään yhdeksi osaksi. Tässä tapauksessa oli otettu 10 eri skannausta. Kaikkia skannauksia ei tarvitse käyttää välttämättä, vain parhaat ja oleelliset skannaukset käytetään mallin luonnissa. Useammalla skannauksella varmistettiin myös, että kaikki on saatu skannattua. Tällöin ei joudu suorittamaan lisäskannauksia uudelleen. (Kuva 8.)

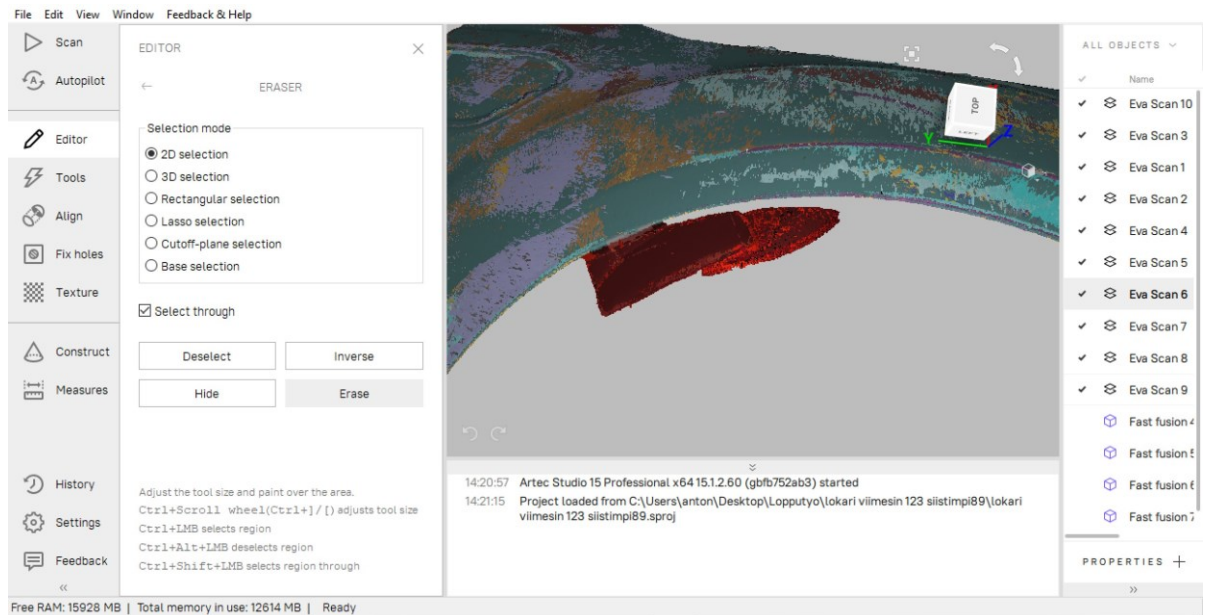


Kuva 8. 3D-skannattu data

#### 4.4 Skannatun datan käsitteleminen

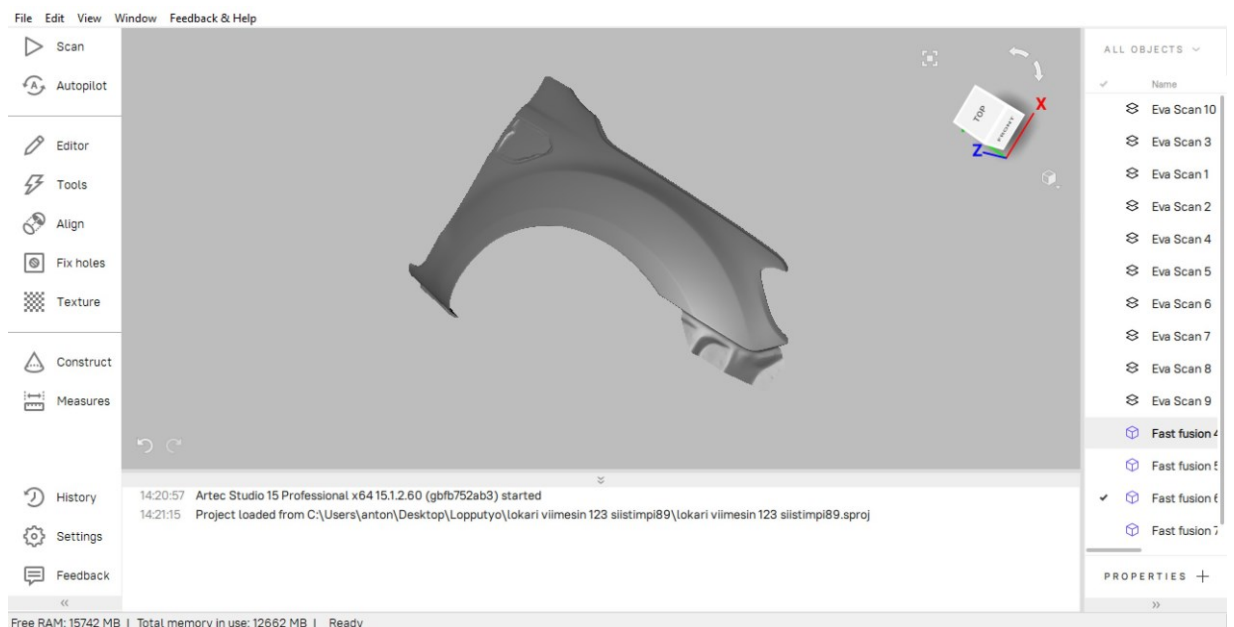
Kun osasta on saatu kaikki tarvittava data ja se on yhdistetty, lähdettiin siistimään mallista pois kaikki ylimääräinen, mikä ei lokasuojaan kuulu tai mitä ei haluta.

Skannauksen aikana oli mukaan tullut esimerkiksi alustaa, jota vasten osa oli nojannut. Siistiminen onnistuu Artec studio 15-ohjelmalla suoraan. Tällä ohjelmalla malli muokattiin mahdollisimman siistiksi ennen kuin alettiin tekemään siitä itse 3D-osaa, jota pystyttiin muokkaamaan eteenpäin. Tähän käytettiin ohjelman "eraser"-komentoa ja maalattiin ylimääräiset pinnat, jotka haluttiin poistaa (kuva 9).



Kuva 9. 3D-skannauksen siistiminen

Kun osa on valmis ja kaikki halutut muokkaukset on tehty (kuva 10). Tallennetaan malli Stl Muotoon ja osa siirretään seuraavaan vaiheeseen, jossa osaan tehdään pinta. Mitä 3D-suunnittelu ohjelmalla voidaan käsitellä.



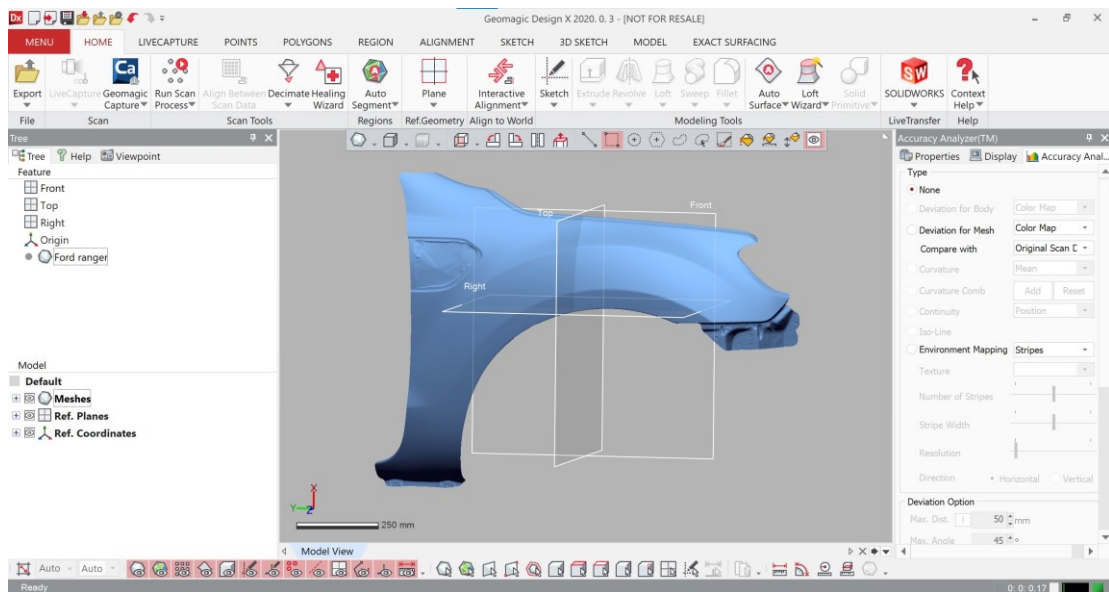
Kuva 10. Valmis 3D-skannattu malli



## 5 Levityksen mallintaminen

### 5.1 Stl-tiedoston käsittely

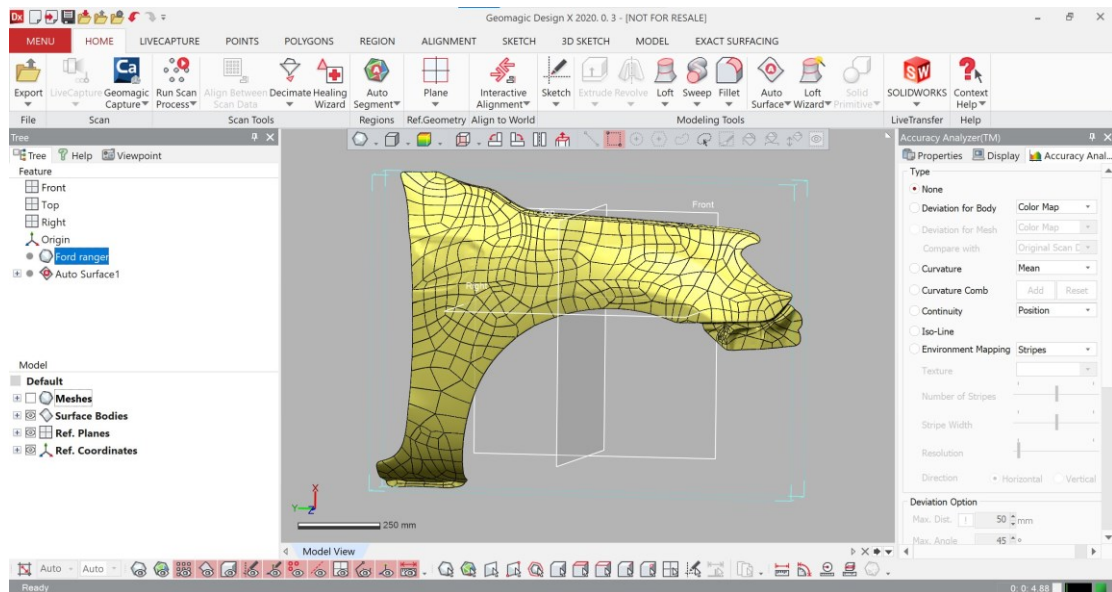
Osasta tehtiin stl-tiedosto, jossa mallin pinnat ovat tasokolmioita. Näiden perusteella tehtiin malliin pinnat. Tähän työvaiheeseen käytettiin Geomagic Design x -nimistä ohjelmaa. Tällä ohjelmalla pystytään muuntamaan osa stp-tiedostoksi, jota Solidworks tukee. Levitys tehtiin Solidworks-ohjelmalla. Solidworks tukee myös stl-tiedostoa, mutta tässä käyttötarkoituksessa nopeampi ja parempi vaihtoehto on käyttää reverse engineering -tarkoitukseen tehtyä ohjelmistoa, jolla saadaan valmis malli tehtyä helpommin.



Kuva 11. Stl-muodossa oleva malli

On muutama tapa, joita voisi käyttää pinnan luonnissa. Tässä tapauksessa onnistui käyttää automatisoitua tapaa eli Auto surface -toimintoa (kuva 12). Ohjelman algoritmit luovat stl-tiedoston pohjalta pinnan, joka siirretään step-tiedostona Solidworksiin. Toinen tapa olisi luoda osan pinnat manuaalisesti, mikä on

pidempi ja tässä tapauksessa haastavampi prosessi. Osassa ei käytännössä ole yhtään suoraa pintaa, ja kaikki pinnat ovat jollain tapaa kaarevia.



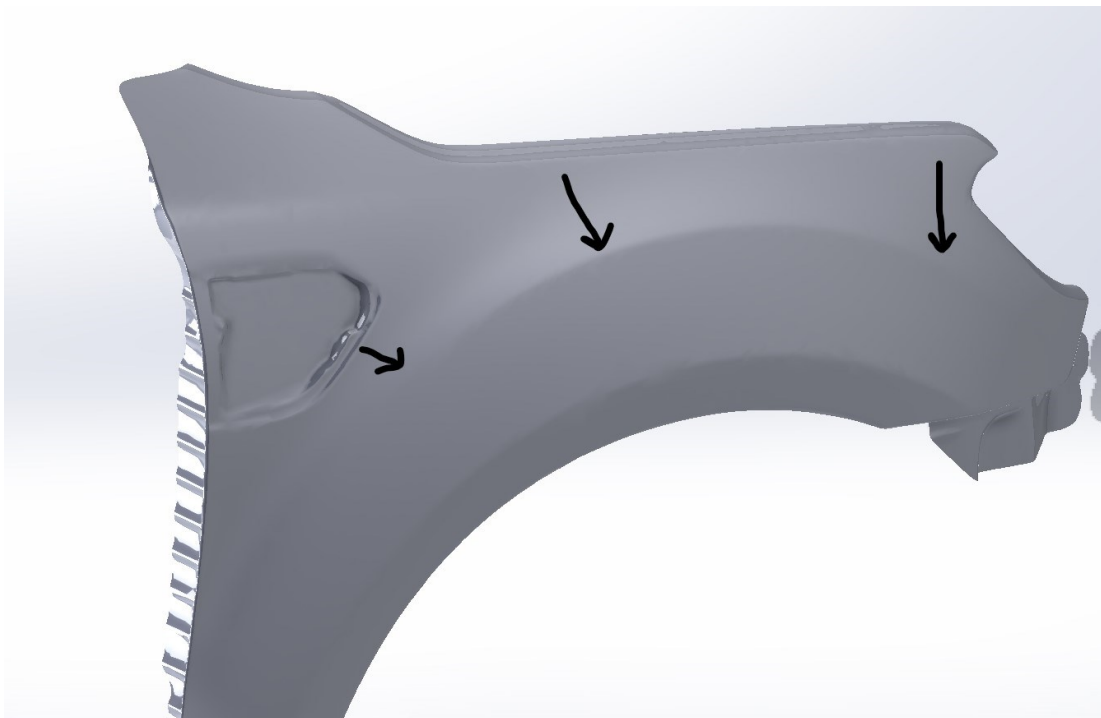
Kuva 12. Kappaleen pinnan luonti

Lokasuojan voisi jättää kokonaan, stl-muotoon ja suunnitella tähän levitys. Tätä vaihtoehtoa voisi käyttää, jos haluttaisiin vain pelkkä levitys koneistaa ja istuttaa olemassa olevaan lokasuojaan. Tällöin saataisiin leikattua lokasuojan muoto levitysosaan, joka istutettaisiin alkuperäisen lokasuoja päälle. Tässä projektissa kumminkin oli tarkoitus saada vaihtoehtona myös kokonaan koneistettava lokasuoja. Tällöin stl-tiedosto ei ole paras suunnitteluvaiheessa varsinkaan Solidworksia käytettäessä.

## 5.2 Levityksen suunnittelu

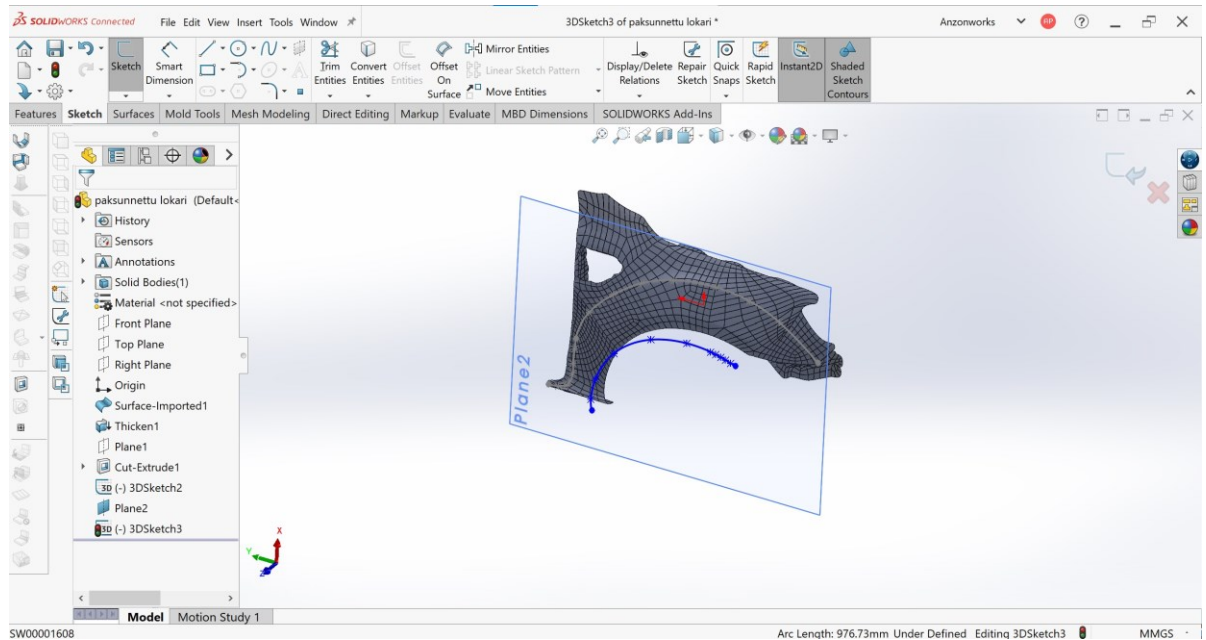
Kun osa on tuotu Solidworks-ohjelmaan step-tiedostona, lähdettiin suunnittelemaan itse levitystä. Levityksen leveyttä pystytään vielä muuttamaan jälkikäteen, mutta tässä vaiheessa päätettiin levityksen leveydeksi tulevan 100 mm. Tätä leveämpää ei voi tehdä Suomen lain mukaan ilman erikoislupaa. Koko ajoneuvon leveys muuttuu siis 200 mm leveämmäksi.

Levitys päätettiin pitää yksinkertaisena ja sen mukailevan ajoneuvon alkuperäisiä muotoja. Lokasuojassa on valmiina pyöritykset, joita pitkin lähdettiin suunnittelemaan muotoa levitykselle (kuva 13).



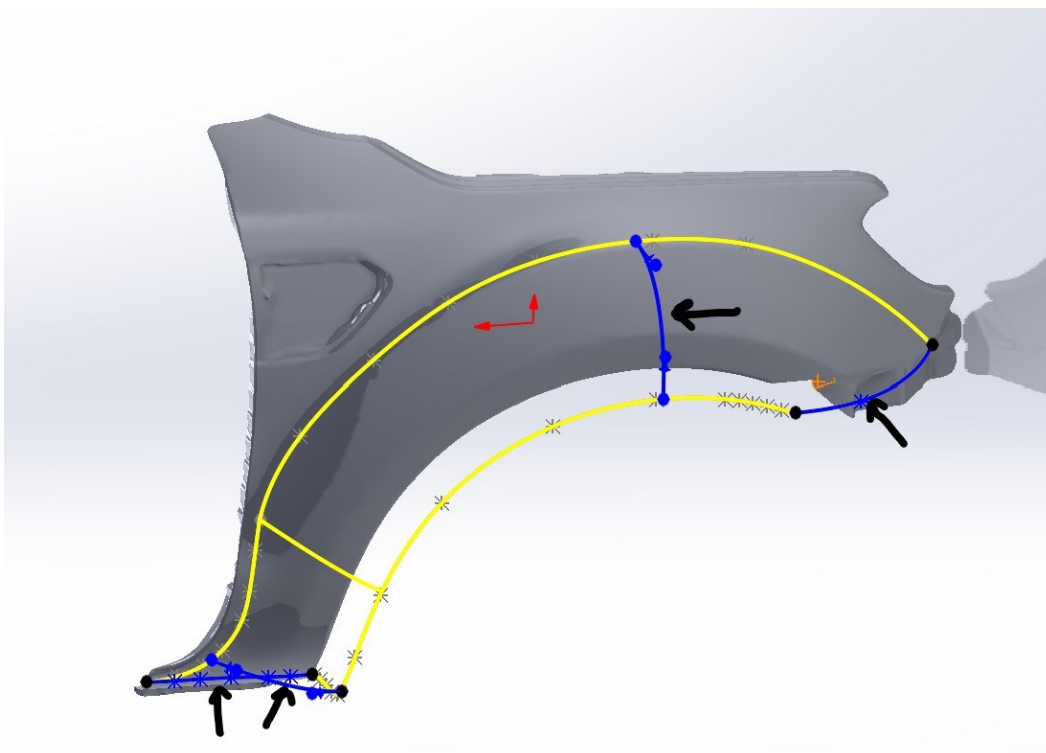
Kuva 13. Lokasuojan linjat

Lokasuojan omaa linjaa pitkin piirrettiin muodot, joista levitys lähtee ulkone-  
maan.



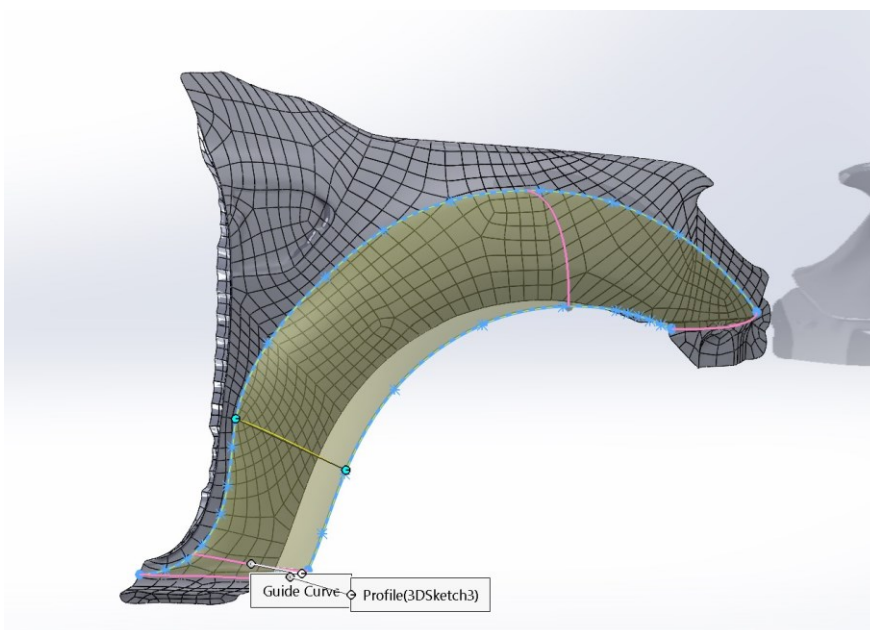
Kuva 14. Lokasuojan linjojen käyttö levityksen suunnittelussa

Seuraavaksi käytettiin pyöränkaarta muotona, joka toistetaan levityksen uudessa pyöränkaaressa (kuva 14). Tämä kopioitiin ja siirrettiin 100 mm:n päähän lokasuojasta. Seuraavaksi suunniteltiin itse levityksen muoto ja kaarevuus. Olemassa olevien viivojen väliin piirrettiin apuviivat, joita pinta mukailee (kuva 15).



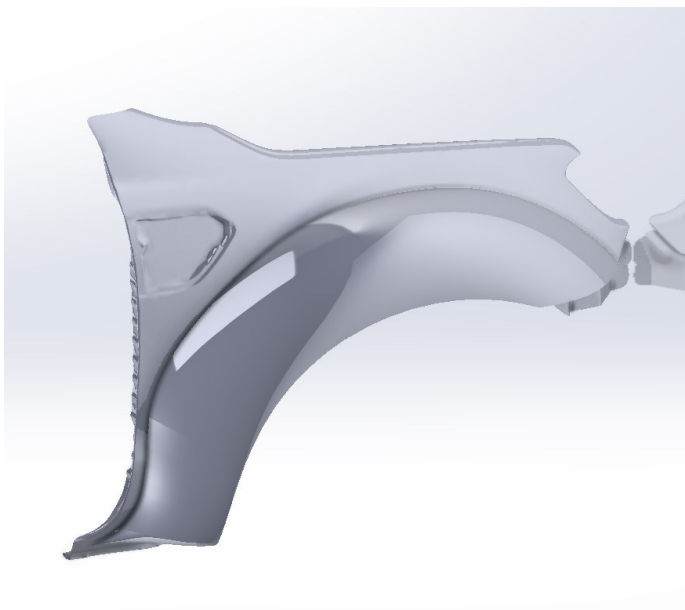
Kuva 15. Muodon suunnittelu

Levityksen "luuranko" oli valmis ja päästiin itse pinnan tekemiseen, joka toteutettiin Solidworksin surface -toiminnolla (kuva 16).



Kuva 16. Levityksen pinnan luonti

Tämän jälkeen saatiin kuva siitä, miltä tuleva lokasuoja tulee näyttämään (kuva 17).



Kuva 17. Valmis levitys

### 5.3 Osa kiinteäksi kappaleeksi

Osa oli nyt tuntematonta pintaa, jolle täytyi määrittää paksuus. Näin ohjelma tietää, että kyseessä on "Solid part" eli kiinteä kappale.

Tämä toteutettiin Solidworksin thicken -toiminnolla, jolla määritetään paksuus osalle. Kun paksuus oli määritetty, voi lokasuojan ja levityksen yhdistää yhdeksi kiinteäksi osaksi, josta saadaan luotua tiedosto muotin koneistusta varten.

### 5.4 Suuntaa antava kuva ajoneuvosta levityksellä

Alla näkyy suuntaa antava kuva, miltä ajoneuvo tulee näyttämään, kun levitys on kiinnitetty ajoneuvoon. Kuva on tehty tietokoneella ja tulee muuttumaan todellisuudessa. (Kuva 18.)



Kuva 18. Suuntaa antava kuva ajoneuvon ulkonäöstä

## 6 Muotin teko (avomuotti)

Suunnitellusta lokasuojasta tullaan tekemään muotti, josta saadaan tuotettua uusia lokasuojia. Materiaalina käytetään alkuun lasikuitua ja myöhemmin voidaan käyttää myös hiilikuitua, ABS-muovia tai metallia. Jos halutaan valmistaa lokasuoja ABS-muovista tai metallista, joutuu muotin kumminkin tekemään eri menetelmällä. Lasikuitumuotti on pääsääntöisesti sopiva erilaisista kuiduista tehtävään työhön.

### 6.1 Mitä tarvitaan muotin tekoon

Tässä tilanteessa on jyrstittävä muotti cnc-koneella. Koska olemassa olevaa osaa ei ole, josta voitaisiin valmistaa muotti. Tarvitaan cnc-jyrsin, joka on tarpeeksi iso muotin koneistukseen. Minimityöskentelyala (pituus, leveys, korkeus) noin 1400 x 1050 x 350 mm.

Tässä tilanteessa osan koneistus kannattaa tehdä suoraan osaksi eli oikein päin koneistus, ja tällöin voidaan viimeistellä osa hiomalla ja tarkastamalla, että pinta on sileä ja halutun muotoinen muottia varten. Tästä koneistetusta kappaleesta valmistettaisiin lasikuituinen muotti.

## 6.2 Muottimateriaali

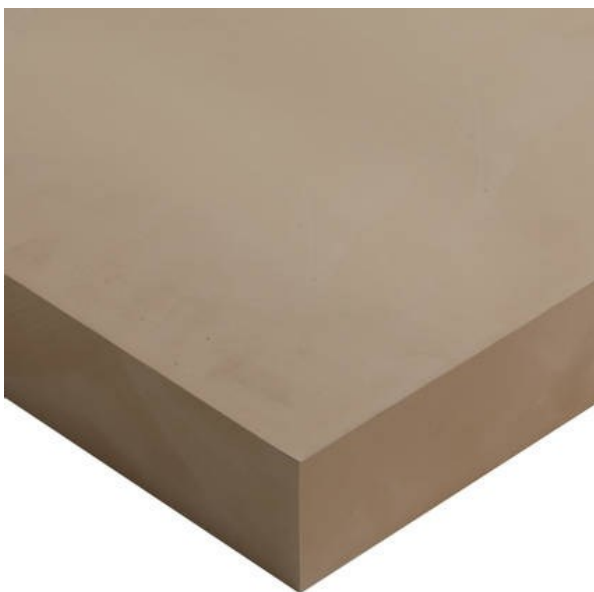
Osan koneistukseen käytetään yleisesti hyväksi todettua polyuretaania, josta tehdään itse muotti käyttämällä Gelcoatia, lasikuitua ja hartsia.

Muotinvalmistukseen tarkoitettu polyuretaanilevy tai -pala koneistetaan cnc-koneella muotoonsa, joka viimeistellään ennen muotin tekoa. Itse muotti tehdään lasikuidusta, jolloin kustannukset myös pysyvät matalina ja muotista tulee pitkäkestoinen. Jos muotin pitäisi olla kestävämpi, se tehtäisiin esimerkiksi alumiinista. Tällöin koneistus tehtäisiin suoraan valmiiksi muotiksi.

## 6.3 Muotin koneistus

Polyuretaanilevy (kuva 19) koneistetaan lokasuojan mallin mukaan (Polyurethane model board 2022: 1).





Kuva 19. Polyuretaanilevy

Kun koneistus on valmis, tarkastetaan pinnan sileys ja tasaisuus. Tässä vaiheessa hiotaan vielä malli käsin ja tarkastetaan, että kaikki kohdat ovat halutun mukaisia. Kun kappale on viimeistelty, pitää pinta käsitellä tiiviiksi muotin tekoa varten, niin että lasikuitumuotti saadaan irti. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi ”mould sealer” -ainetta, jota saa muun muassa Easycomposties-yritykseltä. Tällä aineella myös saadaan samalla muotin pinta sileäksi ja kiiltäväksi.

#### 6.4 Lopullisen muotin teko

Kun polyuretaanista valmistettu lokasuoja on valmis, tehdään itse muotti.

Muotin teko tapahtuu käsittelemällä cnc-koneistettu pinta irrotusaineella, jotta osat saadaan erotettua toisistaan. Kun pinta on kuivunut, levitetään gelcoat kappaleen pintaan. Tämän annetaan kuivua niin että gelcoattia ei tartu koskettaessa pintaa mutta kumminkin sormen jälki jää näkyviin. Kun gelcoat on valmis, levitetään polyesterilaminointiaine, jonka päälle asetetaan lasikuitumattoa. Tämä toimenpide toistetaan vähintään neljän kerroksen verran. Pitää kuitenkin muistaa, että kovettuessa polyesteri kuumenee, joten kutistumisen välttämiseksi voidaan levittää kolme kerrosta ja odottaa, kunnes muotti on kuivunut kokonaan

ja levittää viimeisen kerros tämän jälkeen. Jos tahdotaan lujempi muotti, voidaan tämä vaihe toistaa tarvittava määrä kertoja muistaen kolme kerrosta kerrollaan. Kuivumisajat yleensä aineen valmistaja ilmoittaa. (Mallit ja muotit - Komposiittirakenteet 2019: 5.2.3.)

## 6.5 Valmis muotti

Muotin valmistuttua irrotetaan lasikuitumuotti polyuretaani lokasuojasta. Muotin pinta tarkastetaan ja korjataan pienet virheet vielä hiomalla tai täyttämällä koloja. Kun muotin pinta on valmis, se kiillotetaan. Näin saadaan lopullisesta osasta suoraan sileäpintainen.

Kun muotinpinta on kiiltävä ja sileä siihen levitetään irrotusaine, jotta tuleva uusi lokasuoja saadaan irrotettua muotista.

## 6.6 Muotin teko, käyttäen alkuperäistä lokasuojaa (halvempi)

Muotti pystytään valmistamaan myös hyödyntäen olemassa olevaa lokasuojaa. Tällöin materiaalien määrä pienenee koneistuksessa. Pelkkä levitys koneistetaisiin ja liitettäisiin olemassa olevaan lokasuojaan. Tästä saadaan sitten valmistettu muotti uudelle lokasuojalle. Tässä tapauksessa tämä on varteenotettava vaihtoehto, koska lokasuojaan ei tule mitään muutoksia muuten kuin levitysoasa. Tässä koneistustarvikkeet ja työ maksavat vähemmän ja olemassa oleva lokasuoja on tehtaan valmistama ja istuu näin ollen täydellisesti ajoneuvoon.

Tämän voi toteuttaa muutamalla tavalla. Levitys koneistetaan molemmin puolin ja liimataan lokasuojaan. Toinen tapa on liimata koneistettavaa materiaalia suoraan lokasuojaan ja tämän jälkeen asentaa lokasuoja cnc-jyrsimeen ja jyrsiä muoto tähän. Tällöin levitystä ei tarvitse koneistaa kuin ulkopuolelta, mutta materiaalin liittäminen lokasuojaan joudutaan tekemään käsin ensin.

Tällä menetelmällä voidaan testata osan ulkonäköä ajoneuvossa ennen muotin lopullista valmistusta ja varmistaa ulkonäöllinen sopivuus. Jos levitystä joudutaan muokkaamaan, se on vielä järkevää tässä vaiheessa joko käsin hiomalla tai muokkaamalla mallia ja koneistamalla lisää.

## 7 Hinta

Hinnat sisältävät arvolisäveron. Hinnat ovat viitteellisiä ja voivat vaihdella toimitajan ja valmistajan mukaan. Työn osuutta laskuissa ei ole huomioitu, vaan ainoastaan materiaalit ja cnc-koneen käyttö, jotka vaihtelevat tapauskohtaisesti.

### 7.1 Cnc-koneistus

Cnc-koneistuksen hinta muodostuu seuraavasti:

- polyuretaanilevy (1500 x 500 x 100 mm) n. 315–400 euroa
- epoksiliima polyuretaanilevyjen yhteen liimaamiseen 38 euroa
- polyuretaanilevyn pinta-aine 250 ml 77 euroa
- cnc-koneistustyö yli 80 euroa tunti.

### 7.2 Lasikuitumuotti

Easycompositen oma muotintekopaketti Uni-Mould Tooling System, joka sisältää tarvittavat aineet 3,3 m<sup>2</sup> muotin tekoon. Hinta tälle on kirjoitushetkellä 377,77 euroa (Easycomposites 2022). Perinteisellä menetelmällä tehtävä lasikuitumuotti on hieman halvempi, noin 200–300 euroa.

### 7.3 Muut tarvikkeet

Lisäksi tarvitaan seuraavat välineet:

- suojavälineet (käsineet, hengityssuojain) 100 e
- pensselit ja levittimet 10 e
- mitta-astiat 20 e.

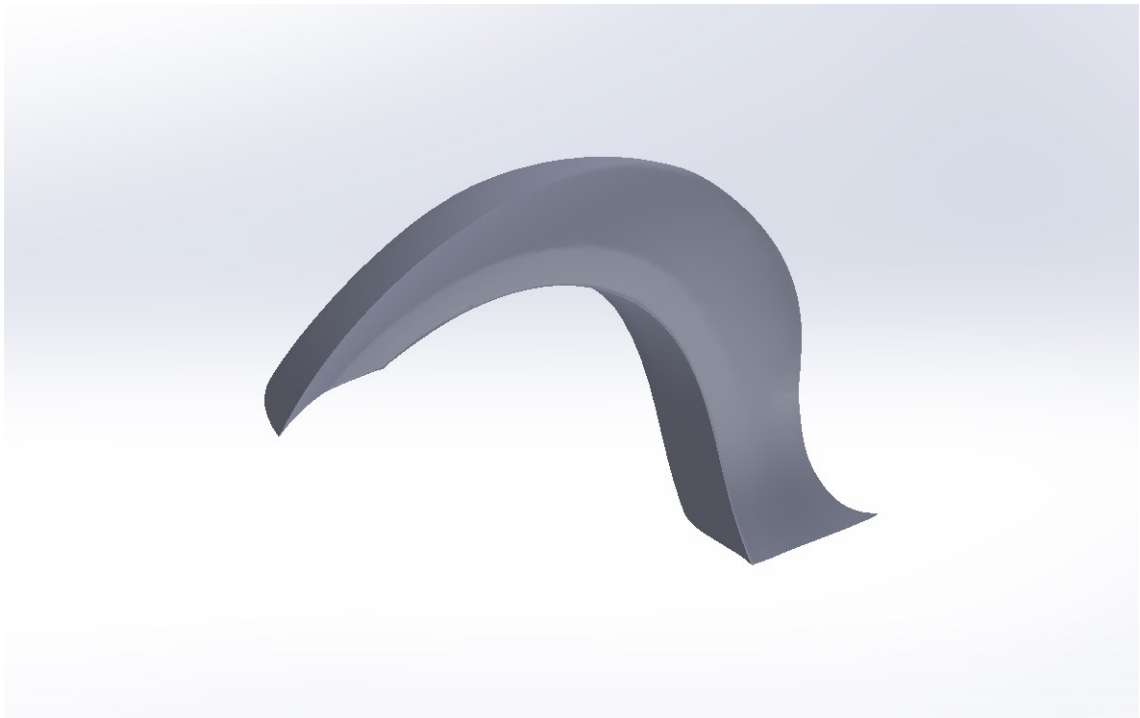
## 8 Loppusanat

### 8.1 Halvemman vaihtoehdon toteutus

Halvemman vaihtoehdon voisi toteuttaa koneistamalla pelkkä levitysosa, ja tämä liitettäisiin olemassa olevaan lokasuojaan, minkä jälkeen tehtäisiin muotti. Kuvassa näemme pelkän levityksen toisen puolen, joka kiinnitetään alkuperäiseen lokasuojaan (kuva 20).

Kun koneistettu levitys on asennettu alkuperäiseen lokasuojaan liimaamalla, tästä saadaan tehtyä muotti. Tämä vaihe säästää rahaa varsinkin pientuotannossa.

Polyuretaanilevyn hinnasta saadaan tällä tavalla pois noin 2/3. Koneistustyöaika myös pienenee. Tässä toki joudutaan koneistamaan kummatkin puolet tai jos materiaali on liimattu lokasuojaan, niin vain ulkopuolen muoto koneistettaisiin.



Kuva 20. Levitys, jossa toinen puoli muotoiltu istumaan lokasuojaan

## 8.2 Jatkotutkintaa

Työstä oli rajattu pois fyysisen muotin ja osan teko sekä valmiin osan loppuun tekeminen ja asennus. Tästä voisi tutkia, miten ja missä tämä kannattaa valmistaa ja toteuttaa. Tarpeen ovat myös tarkemmat laskelmat kuluista, joita syntyy, ennen kuin lokasuoja on asennettu autoon. Näitä olisivat esimerkiksi maalaus-työ ja työtunnit osan valmistuksessa. Lisäksi tulee selvittää lopullisen osan yhteenlaskettu hinta yritykselle valmistaa ja asentaa kyseinen lokasuoja ajoneuvoon.

## 8.3 Lopputulos

Lokasuojasta tai pelkästä levityksestä on valmis malli olemassa, joka saadaan vietyä koneistettavaksi. Koneistusradat saadaan tehtyä koneistajan puolella. Lisäksi työssä on kuvattu muotin valmistusmenetelmä, joka sopii haluttuun käyttötarkoitukseen ja kuluihin.

## Lähteet

- Artec Eva 3D-skanneri. 2021. Verkkoaineisto. Aipworks Oy.  
<<https://aipworks.fi/3d-skannaus/artec-eva-3d-skanneri/>>. Luettu 11.1.2022.
- Easycomposites. 2022. Verkkoaineisto. Easy composites Ltd.  
<<https://www.easycomposites.eu/>>. Luettu 1.12.2021.
- Korin leveyden muuttaminen. 2019. Verkkoaineisto. Traficom. <1  
<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/regulation/Rakennemuutosm%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%20-%20ULKKOISELLE.docx>> Luettu 10.2.2022.
- Mallit ja muotit - Komposiittirakenteet. 2019. Verkkoaineisto. Kevra Oy.  
<<https://www.lujitemuovi.fi/valmistustekniikka/5-2-mallit-ja-muotit/>> Luettu 6.3.2022.
- Polyurethane model board. 2022. Verkkoaineisto. Easy composites Ltd.  
<<https://www.easycomposites.co.uk/pu-high-density-model-board>>. Luettu 11.1.2022.