



# T700-autonpesulaitteen ulko- näön päivityksen suunnittelu

Eetu Neuvonen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2020

Konetekniikka  
Älykkäät koneet

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Älykkäät koneet

NEUVONEN, EETU:  
T700-autonpesulaitteen ulkonäön päivityksen suunnittelu

Opinnäytetyö 25 sivua  
Toukokuu 2020

---

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin Tammermatic Oy:n T700-autonpesulaitteelle ulkonäön päivitys. Tavoitteina oli saada kustannustehokas ratkaisu päivitettävälle osille. Työssä keskityttiin koneen ovalueen muutoksiin. Muutoksista laadittiin kustannuslaskelma päivitetyistä osista. Työssä hyödynnettiin Design for Six Sigma -työkalua, jota käytettiin parhaiden vaihtoehtojen valitsemiseen tuotesuunnittelussa.

Työssä suunniteltiin toimiva ratkaisu uudelle ulkonäölle. Uudet ovet toivat kustannustehokkuutta sekä modernimman ulkonäön koneelle. Oven saranointi muutettiin yksinkertaisemmaksi ja edullisemmaksi edelliseen verrattuna. Kattoharjasuojasta muokattiin enemmän harjan muotoja mukailevan näköinen. Päivityksellä saatiin alennettua koneen kustannuksia ja suunniteltua uusi ulkonäkö autonpesulaitteelle.

Suunnittelun kokonaisuuden avulla yritys voi edetä koneen päivityksessä seuraavaksi prototyyppivaiheeseen. Prototyypin rakentamisella voidaan tehdä konkreettisia testejä oven kestävyydestä. Ovia voidaan testien avulla kehittää tarpeelliseen suuntaan.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Intelligent Machines

NEUVONEN, EETU:  
Design of a facelift for the T700 Car Wash Machine

Bachelor's thesis 25 pages  
May 2020

---

The purpose of this thesis was to design a facelift for the T700 car wash machine. The aim was to make cost-effective parts for the facelift. The study focused mostly on the door area. The goal was to make a cost statement for upgraded parts. The Design for Six Sigma tool was used to evaluate and select the best solutions.

The work provided a usable solution for the new look. New doors brought cost-efficiency as well an updated look to the machine. Door hinges were made easier and cheaper to produce. The cover for the roof brush was modified to blend in better with the shape of the brush. The upgrade reduced machine costs and brought a new look to the car wash machine

With the help of the facelift design, the company will be able to move on to the prototype phase of the machine upgrade. By building a prototype, concrete tests can be made for the durability of the door. The tests allow the doors to be developed further.

---

Key words: product development, facelift, car wash machine

**SISÄLLYS**

1	JOHDANTO .....	5
2	YRITYSESITTELY .....	6
3	DESIGN FOR SIX SIGMAN KÄYTTÖ TUOTEKEHITYKSESSÄ .....	7
4	LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET .....	9
5	FACELIFTIN SUUNNITTELU .....	13
	5.1 Oven suunnittelu .....	13
	5.2 Saranoinnin suunnittelu .....	14
	5.3 Ikkunamateriaalin valinta .....	16
	5.4 Kattoharjasuojan suunnittelu .....	17
6	KOKOONPANO .....	19
7	KUSTANNUSLASKELMA .....	22
8	POHDINTA .....	23
	LÄHTEET .....	25

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Tammermatic Oy. Tammermatic valmistaa pesulaiteratkaisuja autoille, raskaille kalustoille, linja-autoille, kiskokalustolle sekä muille erikoislaitteistoille. Työn aiheena oli autonpesulaitteen ulkonäön uudelleensuunnittelu.

Työssä keskityttiin T700-autonpesulaitteen uudistukseen. Työllä haluttiin muuttaa koneen ovia, saranointia sekä kattoharjan suojausta kustannustehokkaammaksi. Oviin haluttiin myös lisätä näytöt, jotka tuli ottaa suunnittelussa huomioon.

Suunnittelun apuna hyödynnettiin AutoCAD-ohjelmistoja. Ohjelmistoilla saatiin simuloitua eri vaihtoehtojen toimivuutta suoraan T700-koneen CAD-malleihin. Ohjelmalla saatiin myös luotua tarvittavat tekniset piirustukset päivityksen valmistamiseen.

Tavoitteena oli, että opinnäytetyön tuloksena saatiin tehtyä toimiva kokonaisuus, jota voidaan alkaa hyödyntämään lähitulevaisuudessa. Työssä käytettiin Design For Six Sigma -työkalua, jonka avulla saatiin valittua toimivimmat ratkaisut opinnäytetyölle.

## 2 YRITYSESITTELY

Tammermatic Oy on vuonna 1966 perustettu korkean teknologian yritys, joka valmistaa henkilöautojen, linja-autojen, raskaan kaluston sekä erikoislaitteiden pesulaiteratkaisuja. Tammermaticin muita toimialoja ovat autokemikaalien ja pesuaineiden myynti sekä laitehuolto. Yrityksen suurimpia asiakkaita ovat huolto-, liikenneasemat sekä kauppakeskukset. Kuvassa 1 on Tammermaticin tuote T700-autonpesulaite, jonka päivitykseen opinnäytetyö keskittyi. (Tammermatic, 2020.)

Yritys työllistää noin 70 henkilöä ja pesulaiteratkaisuja on toimitettu yli 70 maahan. Liikevaihtoa yrityksellä oli 16,3 miljoonaa euroa vuonna 2017. (Tammermatic, 2020.)



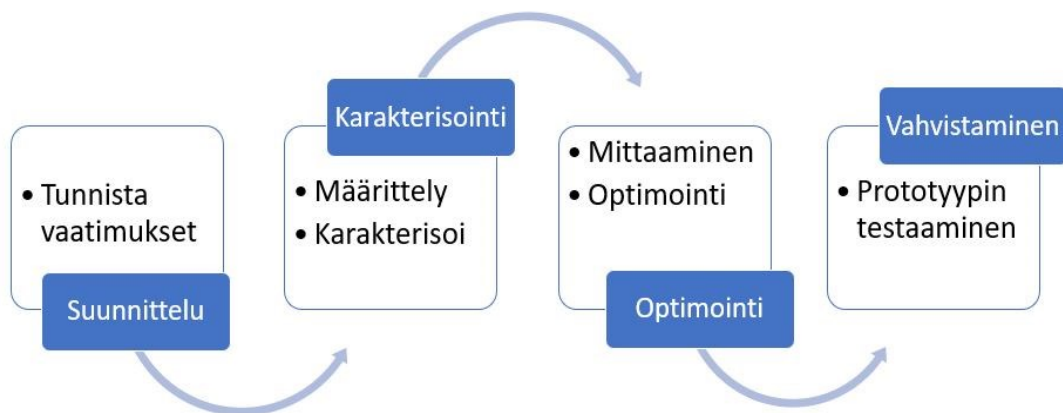
KUVA 1. T700-autonpesulaite (Tammermatic 2020)

### 3 DESIGN FOR SIX SIGMAN KÄYTTÖ TUOTEKEHITYKSESSÄ

Design for Six Sigma (DFSS) on metodologia, jonka työkaluja voidaan käyttää tuotekehitykseen. ICOV-prosessi sisältää neljä vaihetta, jotka ovat;

1. Kartoita projektin vaatimukset (Identify).
2. Karakterisoi malli (Characterize).
3. Optimoi suunnittelu (Optimise).
4. Vahvista malli (Validate/Verify).

Design for Six Sigma on erityisen hyvä käytettäväksi tuotteen kehityksen alkuvaiheessa. Menetelmä hyödyntää neljää edellä mainittua vaihetta luoden optimoidun tuotekehityksen. Kuviossa 1 on lajiteltuna vaiheet. DFSS eri vaiheissa käytetään useita eri työkaluja, joista kerrotaan seuraavissa kappaleissa. (Sleeper 2008, 54-55, 91.)



KUVIO 1. ICOV-prosessin vaiheet (Europeanpharmaceuticalreview 2020)

Ensimmäinen vaihe ICOV-prosessissa on tunnistaa vaatimukset, jotka tuotteelle halutaan saada. Vaiheessa halutaan löytää tärkeimmät ominaisuudet, jotka tuovat asiakastytyvyyttä tuotteelle. Kerätyistä vaatimuksista luodaan analyysejä, joilla saadaan rajattua mihin vaatimukseen kehityksessä tullaan keskittymään. Yleisimpiä analyysejä ovat QFD eli Quality function deployment sekä Kano-analyysi. (Sleeper 2008, 91-93.)

Prosessin toisessa vaiheessa vaatimukset pyritään siirtämään tuotteen suunnitteluun. Usein määrättyjä vaatimuksia ei pystytä suoraan tuomaan tuotteen toiminnallisuuteen, jolloin näille täytyy luoda eri suunnitteluvaihtoehtoja. Vaihtoehdot arvioidaan ja sen perusteella päätetään, mitä vaihtoehtoa käytetään. Vaihtoehtojen arvioimisessa ja konseptin valinnassa voidaan käyttää pugh-matriisia apuna. (Sleeper 2008, 93-94.)

Pugh-matriisin luomista varten täytyy luoda tuotteelle kriteerit, joita tuotteen kehityksessä halutaan käytettävän. Kriteereille voidaan antaa eri painoarvot, jolloin eri kriteereillä on eri painotus kriteerien pisteytyksessä. Tämän jälkeen eri vaihtoehdot pisteytetään kriteereiden perusteella. Parhaan pisteytyksen saanut vaihtoehto on paras valinta kyseiseen tuotekehitykseen. Työssä hyödynnettiin pugh-matriisia (Luku 5.3) parhaan materiaalin valintaan. (Sixsigmastudyguide, 2020.)

Kolmannessa vaiheessa optimoidaan suunnittelukokonaisuus. Vaikka konseptisuunnittelu on viimeistely, on vielä paljon suunnitteluparametrejä, joita voidaan säätää ja muuttaa. Vaiheen tavoitteena on lyödä lukkoon tuotteen tarkat mitat, jolloin voidaan asettaa valmistustoleranssit. Jos suunnitteluparametrit eivät ole hallittavissa, voidaan joutua ICOV-prosessi aloittamaan alusta. Optimointia voidaan tehdä mm. CAD-ohjelmistoilla. (Sleeper 2008, 94-95.)

Viimeisessä vaiheessa varmistetaan, että tuote on vaatimusten mukainen ja tehdään testauksia prototyypillä. Prototyypillä varmistetaan, että halutut kriittiset ominaisuudet on saatu tuotua tuotteeseen. Onnistuneiden testausten jälkeen, voidaan tuote ottaa käyttöön. (Sleeper 2008, 95.)

Opinnäytetyössä käytettiin ICOV-prosessin ensimmäistä, toista ja kolmatta vaihetta. Ensimmäinen vaihe toteutettiin pohjatyö selvityksellä, mitä päivityksen tulee sisältää. Toisessa vaiheessa luotiin materiaalin valinnoille eri vaihtoehtoja, joista karsittiin parhaat vaihtoehdot. Kolmannen vaiheen hienosäätöä tehtiin 3D-mallissa, jossa saatiin hiottua ovien, saranoiden sekä kattoharjasuojan tarkat mitat koneeseen toimivaksi. Neljättä vaihetta arvioitiin opinnäytetyön pohdinta osiossa, koska prototyyppi vaiheeseen ei opinnäytetyössä menty.

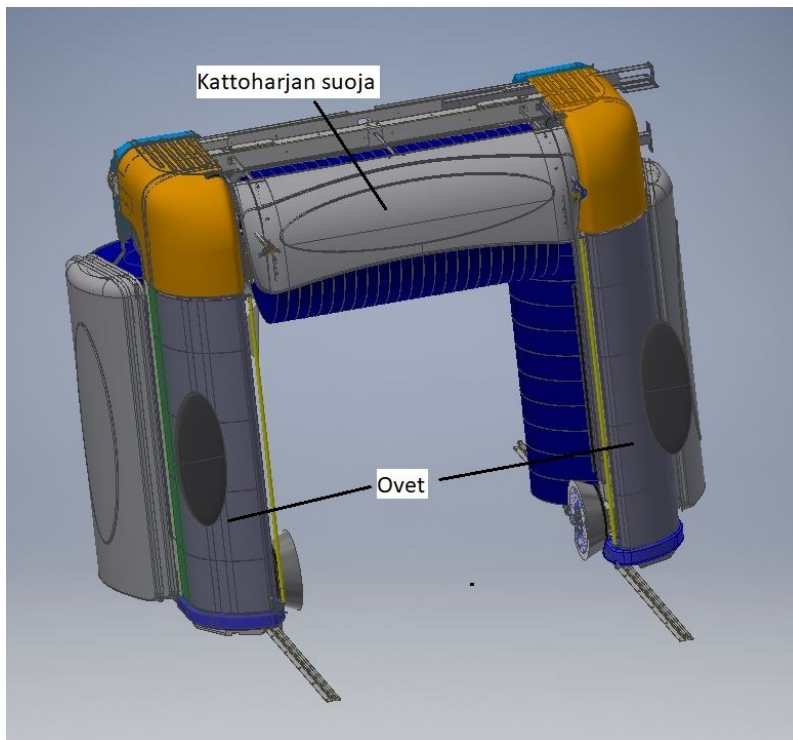


## 4 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

Lähtökohtana opinnäytetyölle oli suunnitella facelift (kosmeettinen uudistus) T700-autonpesulaitteelle. Pohjatyöksi täytyi selvittää, mitkä olivat tärkeimmät muutoksen kohteet ja miten niitä haluttiin muokata. Selvitys tehtiin yrityksen suunnittelupäällikön sekä muutaman työpaikan työntekijän kanssa. Koneeseen haluttiin erityisesti tehdä muutoksia sen ovirakenteeseen. Oven muotoa ja sara-  
nointia tuli muokata kustannustehokkaammaksi sekä oveen haluttiin lisätä ikkuna, jonka taakse voidaan laittaa LED-näyttöjä.

Toinen muokattava alue oli kattoharjan suoja. Suoja haluttiin siirtää harjan taakse. Suojan tuli mukautua harjan muotoihin, jolloin siitä voidaan saada näyttävä valaistuksen avulla. Kuviossa 2 on T700-autonpesulaitteen päivityksen lähtökohdat. Kuvassa näkyvät päivityksen kriittisimmät osat, eli ovet ja kattosuoja.

Työn lähtökohtana oli tehdä muutoksilla koneen rakentamisesta kustannustehokas ja asennushelppo. Lisäksi osien tuli olla helposti saatavilla olevia. Koneen leveys tai korkeus eivät saaneet suurentua muokkauksesta.



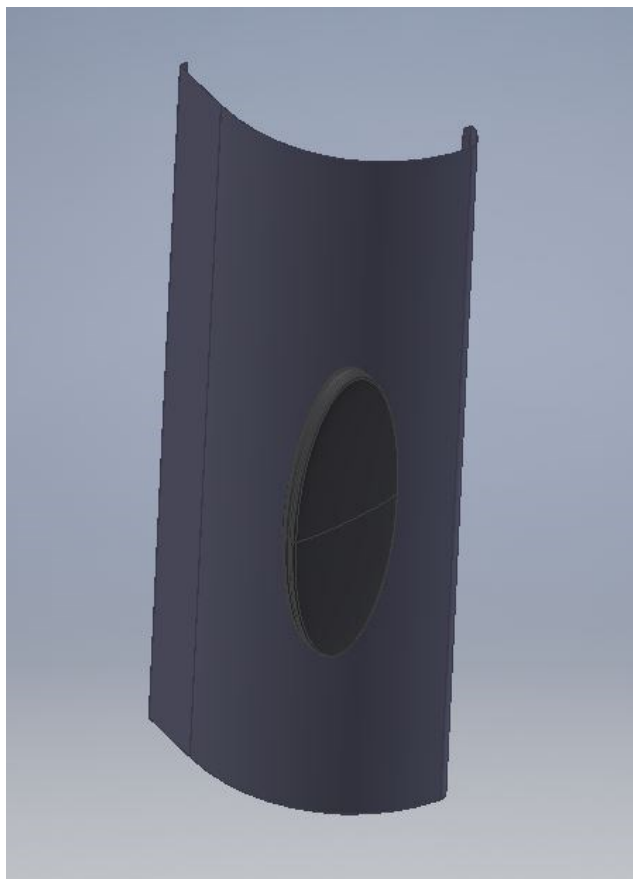
KUVIO 2. T700-koneen etupuolen lähtökohta

Oven muokkauksen seurauksena jouduttiin muokkaamaan monia muitakin osia. Opinnäytetyössä kuitenkin keskityttiin pelkästään edellä mainittuihin isompiin kokonaisuuksiin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään tarkemmin ikkunan, kattoharjan ja saranoinnin lähtökohtia.

### **Oven lähtökohta**

Eniten vaikeuksia tuottava osa tällä hetkellä on koneen kaareva ovi. Ovi on muoltaan vaikea tuottaa, oven saranointi on kallista sekä tilavuuden käyttö ei ole optimoitua. Oviratkaisua tuli lähteä miettimään erilaisten oviprofiilien kautta. Ovesta haluttiin tehdä suorakulmainen ja oveen haluttiin lisätä ikkuna, jolloin LED-näyttöjä voidaan tuoda oven taakse.

Aikaisempi ovi (kuvio 3) tehtiin ruostumattomasta teräksestä tehden siitä painavan ja vaikean asentaa. Tähän haluttiin tehdä muutos, joten oven painoa täytyi saada pienennettyä. Oven asennettavuus täytyi ottaa huomioon uuden oven suunnitteluvaiheessa.



KUVIO 3. Vanha ovimalli

Oven muutokset eivät saaneet muuttaa koneen kokonaisleveyttä tai -korkeutta. Suorakaiteenmuotoinen ovi tuo omat ongelmansa oven avattavuuteen kapeissa halleissa. Koneen sivulle täytyy päästä esteettömästi, jolloin oven tulee toimia taitto-oven tapaisesti. Jotta ovesta saatiin taitto-oven tapainen, tuli ovikokonaisuus rakentaa kahdesta yksittäisestä ovesta, pää- sekä sivuovesta. Pelkästään pääoveen tulee ikkuna. Ovet saranoidaan yhteen, jonka jälkeen ovikokonaisuus voidaan kiinnittää koneeseen.

### **Saranoinnin lähtökohta**

Aikaisemmin koneen ovien saranointi tehtiin erikoissaranoilla, joiden tuottaminen oli kallista sekä saatavuus huonoa. Saranointi haluttiin tehdä helposti saatavista saranoista. Saranat tuli suunnitella tarpeeksi vahvoiksi, jotta ne kestäisivät ovikokonaisuuden tuottaman painon. Lisäksi saranointi tuli tehdä niin, ettei saranointi näy koneen ulkopuolelle.

Saranointiin tuli suunnitella kahdenlaiset saranat. Yhdet saranat tulivat pääoveen ja toiset sivuoveen. Pääoven saranointi tuli olla kestävämpi, koska se joutuu isomman rasituksen alaiseksi. Sivuovent saranointi tuli miettiä niin, että saranointi kestää sivuovent lisäämisen pääoveen. Sivuovent kääntyvyys tuli olla noin 150-astetta, joka tuli ottaa huomioon suunnittelussa.

### **Ikkunan lähtökohta**

Ikkunan valinnassa tuli miettiä käyttökohteen vaatimukset. Huomioon tuli ottaa muun muassa ikkunan kemikaalienkestävyys, UV-säteily, värjäntyminen, haurastuminen sekä yleinen turvallisuus ikkunan rikkoutuessa. LED-näyttöjen tuli näkyä hyvin ikkunan läpi.

Koneen pesut tuottavat erilaisia kemikaaleja, jotka rasittavat ikkunaa ajan saatossa. Kemikaalit eivät saa vaikuttaa ikkunan ominaisuuksiin. Ajan saatossa ikkunan tulee kestää UV-säteilyn sekä pesun aiheuttamat värjäytymät ja haurastumiset.

Ikkunan materiaalin valinta vaikutti myös käytettävään oviprofiiliin. Mitä painavampi ikkunasta tulisi, sitä vahvempi oviprofiilin tulisi olla. Ikkunan paksuus tuli optimoida painon, kestävyuden ja optisten ominaisuuksien kannalta.

### **Kattoharjan lähtökohta**

Katon harjasuojaa haluttiin muuttaa hillitymmäksi kokonaisuudeksi. Suoja tuli siirtää kattoharjan taakse. Suoja mukautuisi harjan muotojen mukaan, jolloin sitä voitaisiin valaista alapäin tuoden lisää näytävyyttä koneelle. Kattoharjan tuli olla tarpeeksi jämäkkä, jotta se ei värähtelisi koneen liikkuesssa.

## 5 FACELIFTIN SUUNNITTELU

### 5.1 Oven suunnittelu

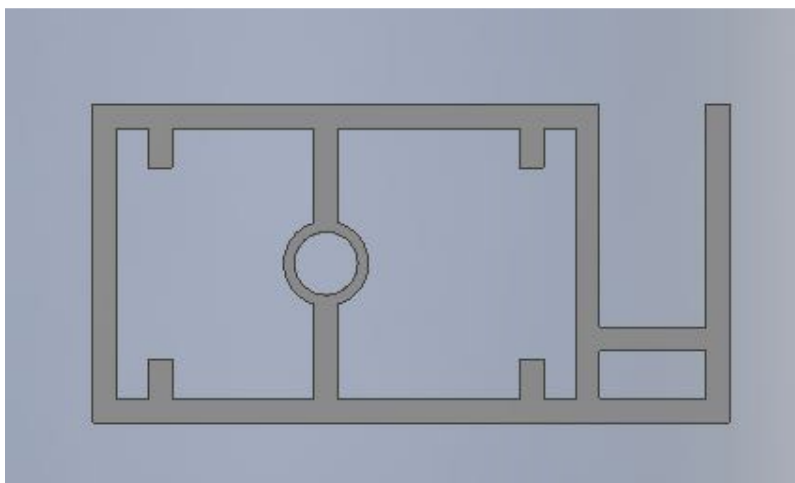
Uutta ovea aloitettiin tekemään asetettujen lähtökohtien perusteella. Oven tuli olla mahdollisimman kevyt, kestävä ja helposti tuotettava. Ikkunan pinta-ala tuli maksimoida, jotta sillä saataisiin eniten pelivaraa LED-näytöille. Profiilin tuli kestää ikkunan sekä LED-näyttöjen tuomat lisäpainot.

Näillä perusteilla ratkaisua aloitettiin miettimään oviprofiilista. Profiileista varten otettavimmat vaihtoehdot olivat joko alumiini tai teräs. Molemmissa olivat omat hyvät puolensa, joten ominaisuuksia oli hyvä vertailla.

Alumiinin tiheys on  $2,7\text{g/cm}^3$ , vetolujuus  $600\text{N/mm}^2$ , se on helposti työstettävää sekä sen korroosiokestävyys on luonnollisesti jo hyvä. Teräksen (S235) tiheys on  $7,85\text{g/cm}^3$ , vetolujuus  $500\text{N/mm}^2$ , työstettävyys vaikeampaa kuin alumiinin sekä teräksen korroosiokestävyys on heikompaa kuin alumiinin. (Mäkelä, Soininen, Tuomola & Öistämö, 2016.)

Aluksi oviprofiilista pyrittiin tekemään mahdollisimman ohut. Oviprofiiliin olisi tullut paksuutta vain sen verran, että siihen saataisiin ikkuna kiinnitettyä. Oven suuren koon vuoksi ohutta profiilia käyttäessä ovesta olisi tullut liian heiveröinen. Ohueen profiiliin olisi myös vaikeaa lisätä kiinnikkeitä näytöille. Oven profiilista tuli tehdä paksumpi, jotta se kestäisi ikkunan painon ja olisi tukeva rakenteeltaan. Lisäksi paksumpaan profiiliin on helpompi lisätä LED-näyttöjen kiinnikkeitä sekä saranoita.

Kuviossa 4 olevalla oviprofiililla tehty ovi alumiinisena olisi noin kymmenen kiloa, kun taas teräksestä tehtynä ovi painaisi 30 kg. Tämän suuren eron vuoksi päädyttiin oven teossa käyttämään alumiiniprofiilia.



KUVIO 4. Oviprofiilin mallinnus

Oviprofiilin suunnittelussa kannatti huomioida myös saranoinnin tarpeet. Kuviossa 4 nähtävä keskireikä voidaan hyödyntää saranoinnissa. Tekemällä kierteet keskireikään, pystytään tappisarana (luku 5.2, kuvio 5.) liittämään profiilin helposti ja samalla tappisarana tukisi oviprofiilin liitoksia.

## 5.2 Saranoinnin suunnittelu

Saranoinnin suunnittelu jaettiin kahteen osaan, pääoven sekä sivuoven saranointiin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään ensin pääoven saranointia ja sitten sivuoven saranointia.

### Pääoven saranointi

Pääoven saranointia aloitettiin miettimällä tavallisilla lehtisaranoilla. Lehtisaranat olisivat halpa ja helposti hankittava ratkaisu. Lehtisaranat olisivat kuitenkin hitaat asentaa ja saranointi näkyisi ulkopuolelle. Näistä syistä tämä ratkaisu päätettiin unohtaa ja ratkaisua lähdettiin hahmottelemaan tappisaranoilla.

Tappisaranoilla ovi saataisiin nopeasti asennettua ja saranoiden helppo saataavuus on plussaa. Lisäksi saranointi olisi ulkopuolelle lähes huomaamaton. Pääoven saranointia lähdettiin miettimään kuviossa 5 olevalla tappisaramalla. Tappisaranan suunnittelussa on mietitty asennuksen helppous.



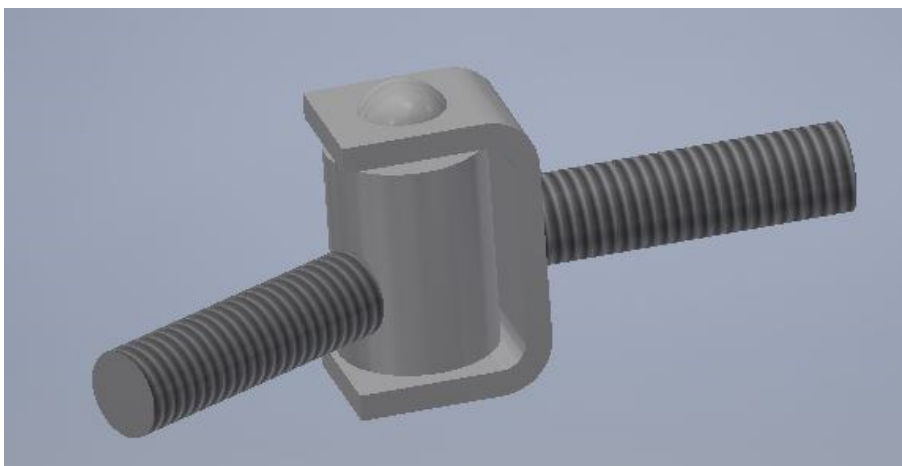
KUVIO 5. Tappisarana

Tappisaranan kierteet saadaan kiinnitettyä oviprofiilin ylä- ja alapuolelta. Pääoven saranointi siis tapahtuu pelkästään kahdella saranalla, jolloin näiden saranoiden tulee kestää oven paino. Isoin paino tulee alapuolen saranoinnilla, johon suurin voima kohdistuu. Tämän vuoksi sarana on tehty 8mm paksuisilla tapeilla, jolloin sen tulisi kestää oven painon. Tappisaranoilla ovi pystyy kääntymään vapaasti 360-astetta, joka vastaa asetettuja tavoitteita.

### **Sivuoven saranointi**

Sivuoven saranointia aloitettiin tekemään lehtisaranoilla. Lehtisaranoointi kiinnitettiin pääoven ja sivuoven profiiliin kiinni. Lehtisaranoointi tuo sivuovissa ongelmia ahtaissa halleissa. Oven kääntyvyys lehtisaranoilla on noin 90-astetta, kun oven tulisi kääntyä noin 150-astetta. Näin ollen ratkaisua lähdettiin jatkojalostamaan pulttisaranoilla.

Yksinkertaisella pulttisaramalla saataisiin sivuovi saranoitua pääoven profiiliin kiinni vaivattomasti. Kuviossa 6 on mallinnettuna pulttisarana, jolla oven avattavuus saavuttaa vaaditun astemäärän (150-astetta).



KUVIO 6. Pulttisaranointi

Pulttisaranat kannattelevat pelkkää sivuovea, jonka paino on noin 10kg. Näin ollen yksinkertainen saranointi oli toimiva ratkaisu. Pulttisaranan kiinnitys tapahtui sivuoven oviprofiiliin ja kiinnityksen toinen osa meni pääoven oviprofiiliin.

### 5.3 Ikkunamateriaalin valinta

Vaihtoehtoja ikkunan materiaalin valintaan on muutamia. Yleisimpiä ovat lasi sekä muovi, mutta joissain harvinaisissa tapauksissa voidaan käyttää myös komposiittia. Materiaaliehtokkaista tehtiin luvussa 3 esitelty pugh-matriisi (Taulukko 1). Matriisilla saatiin valittua paras materiaali ikkunalle.

#### **Karkaistu lasi**

Karkaistussa lasissa on monia hyviä puolia ikkunan valinnaksi. Se on kestävä, ei naarmuunnu helposti, kestää ympäristön muutokset hyvin (aurinko, kemikaalit,) ja on turvallinen käyttää. Pitkäaikaisestikaan lasiin ei synny venymää, eikä värjäytyymiä. Karkaistun lasin heikkouksena on sen suuri paino verrattuna muoveihin. (Structuralglass, 2020.)

#### **Muovi**

Muovin hyviä puolia ovat sen korkea läpinäkyvyys, keveys, hyvä sitkeys sekä iskunkestävyys. Heikkouksia ovat herkkyyys liuottimille ja alkaleille, materiaalin



helpohko naarmuuntuminen sekä ajan saatossa kappaleen värjäytyminen ja haurastuminen. Muovin tiheys on usein noin  $1,2\text{g/cm}^3$ , tehden siitä painon kannalta erinomaisen valinnan ikkunaksi. (Engineering plastics – The Manual.)

### Komposiitti

Komposiitti on kahden tai useamman materiaalin yhdistelmä. Usein komposiiteissa käytettävät materiaalit ovat metalli, puu, muovi sekä keraami. Muovikomposiittien etuna on sen hyvä kemiallinen kestävyys sekä iskunkestävyys. Komposiitilla on usein hyvä kestävyys erilaisille sääolosuhteille ja UV-säteilylle. Komposiitin heikkous on sen huono läpinäkyvyys. (Saarela, Airismaa, Kokko, Skrivars & Komppa 2007)

TAULUKKO 1. Pugh-matriisi

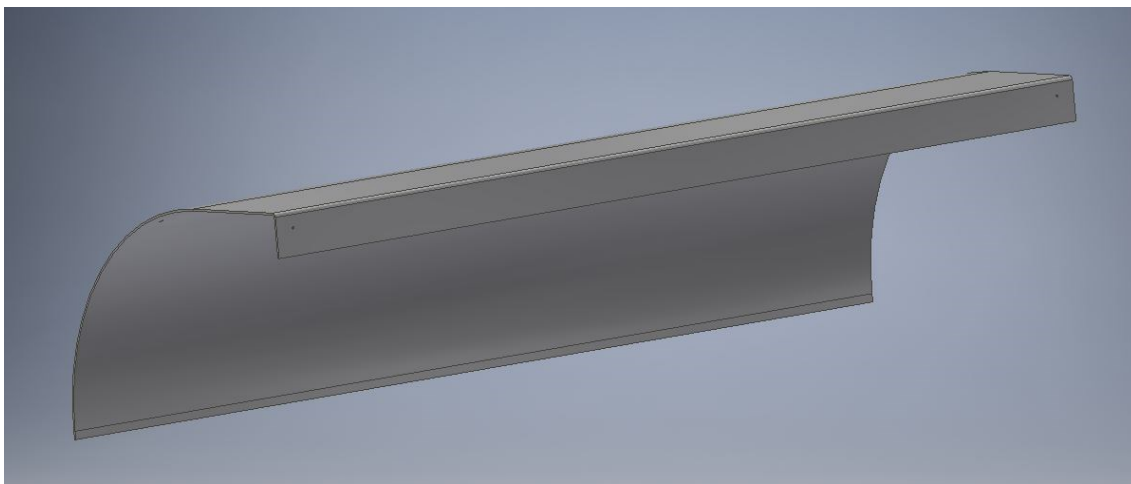
	Materiaalit		
Ominaisuus	Karkaistu lasi	Muovi	Komposiitti
Hinta	+	+	-
Iskunkestävyys	+	+	+
Kovuus	+	-	+/-
Kemikaalikestävyys	+	-	+
Läpinäkyvyys	+	+	-
Paino	-	+	+
Yht.	+4	+3	+1

Yllä olevasta pugh-matriisista nähdään, että karkaistu lasi on paras materiaali ikkunaan. Lasin ainoana heikkoutena on sen ominaispaino, mutta ikkunan kokonaispainoon voidaan vaikuttaa lasin paksuuden valinnalla.

### 5.4 Kattoharjasuojan suunnittelu

Kattoharjasuojaa lähdettiin muotoilemaan uudestaan harjan muotoja mukaillen. Näin ollen suojasta tuli kuvion 7 mukainen pyöreähkö muoto. Kattoharjan suoja tehtiin teräspellistä. Suojan tuli olla tarpeeksi jämäkkä, joten pellin paksuudeksi

valittiin 5mm. Lisää jämääkkyttä rakenteeseen saatiin lisäämällä kuviossa 7 näkyvä lippe. Lippe vähentää suojan mahdollista vääntymistä.

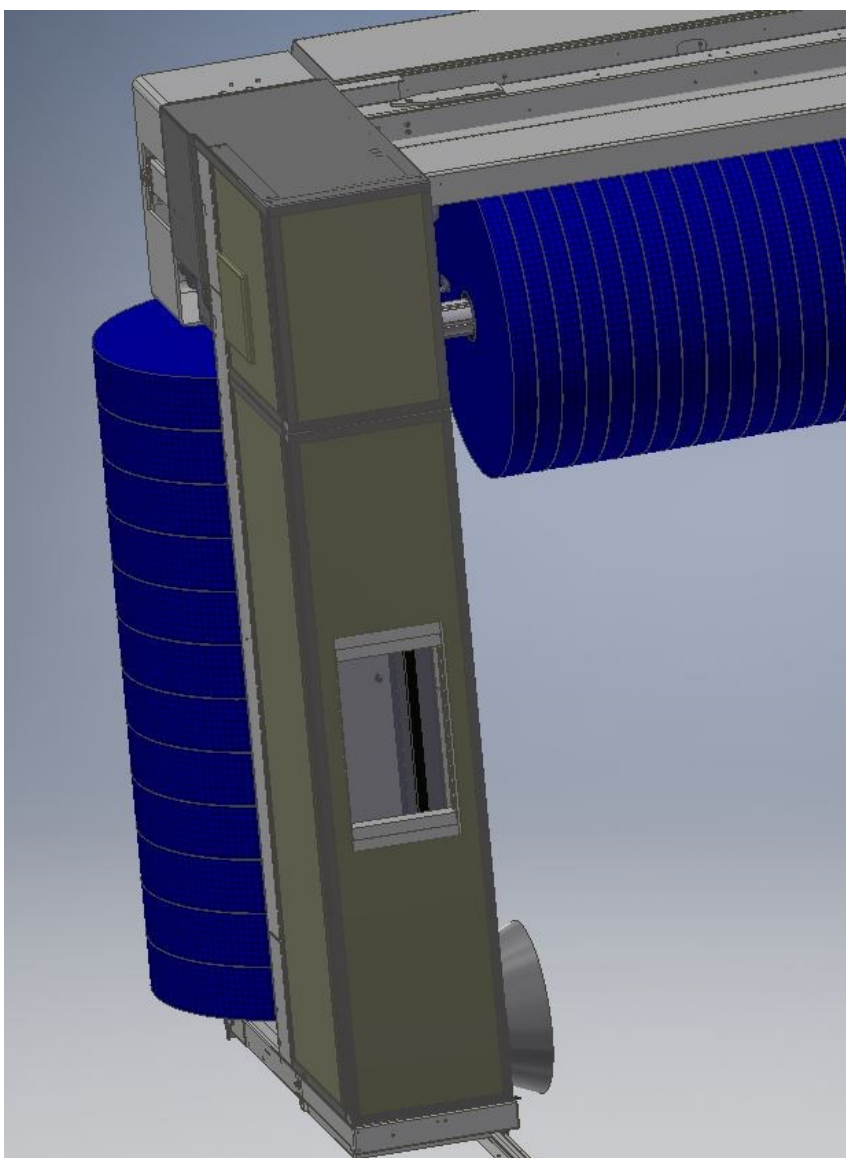


KUVIO 7. Kattoharjasuoja

## 6 KOKOONPANO

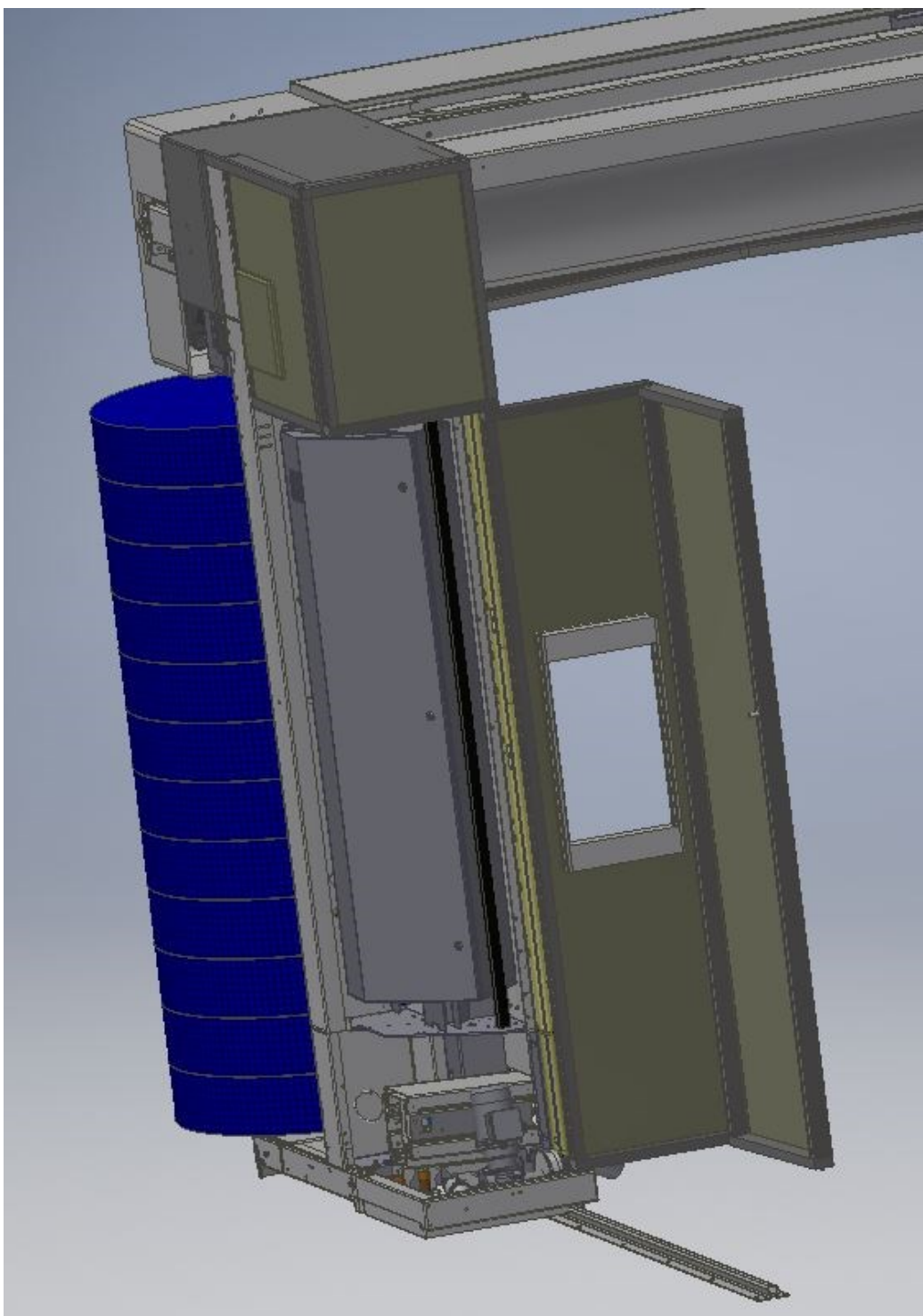
Valmiissa faceliftissä (kuvio 8) käytettiin ohutta alumiiniprofiilia, joka mahdollisti ison ikkunapinta-alan (kuviossa 8 oliivinvihreät osat). Ovesta saatiin muokattua kaarevuus pois, eikä oven avattavuus kärsinyt prosessissa. Kattoharjasuoja saatiin muokattua kattoharjaa mukailevaksi.

Oven korkeus pysyi samana kuin vanhassa mallissa. Oven leveys suurentui hieman, millä saatiin lisää pinta-alaa ikkunoille. Ovet levenivät koneen sisälle päin, joten koneen kokonaisleveys tai -korkeus eivät muuttuneet faceliftissä, mikä oli työn tavoitteena.



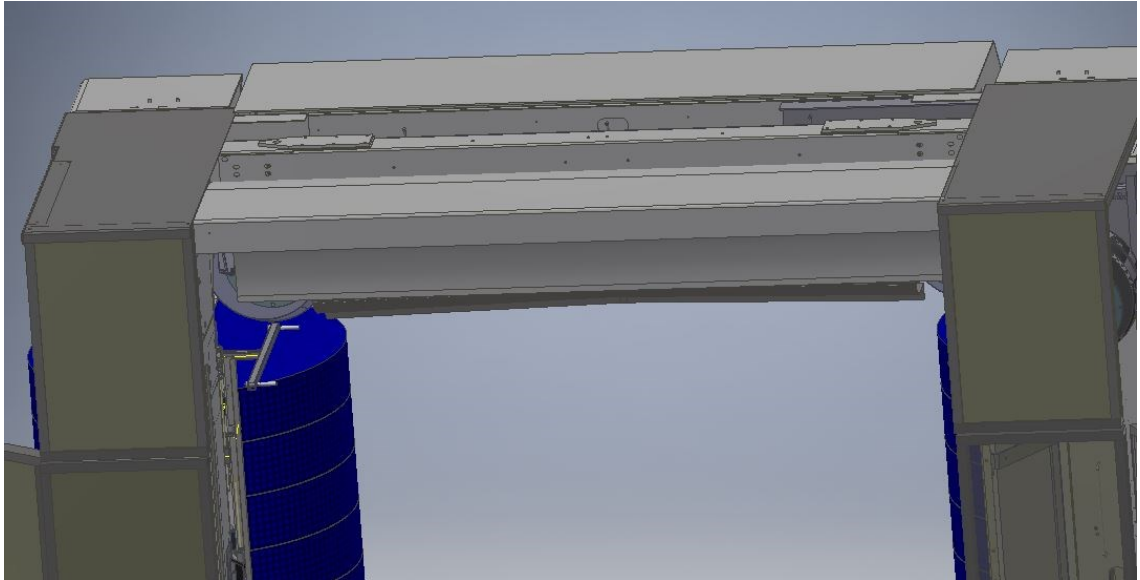
KUVIO 8. Suunniteltu facelift

Pääovi sarakoitiin tappisaranoilla koneeseen kiinni ja sivuovi kiinnitettiin pulttisaranoilla pääoven profiiliin. Päivitykseen saatiin luotua tavoitteiden mukaisesti sarakointi, joka mahdollisti oven avaamisen kapeissakin halleissa. Kuviossa 9 ovi on avautunut tappisaranoilla ja sivuovi tulee oven pulttisaranoiden mukana. Sivuoven pulttisarakointi mahdollistaa oven kääntämisen molempiin suuntiin.



KUVIO 9. Suunniteltu facelift ovet auki

Kattoharjasuojan leveys kasvoi hieman päivityksen johdosta. Suojan leveyttä lisättiin niin, että suoja peittää kuvion 10 mukaisesti ovien välisen matkan. Kattoharjasuojan muotoja saatiin muokattua harjan muotoja mukailevaksi, joka oli suojan muokkauksen tavoitteena.



KUVIO 10. Päivitetty kattoharjasuoja koneessa

## 7 KUSTANNUSLASKELMA

T700-autonpesulaitteen päivityksestä laadittiin kustannuslaskelmat koneen päivityksestä. Kustannuslaskelmassa vertailtiin vanhojen ja uusien osien hintoja keskenään, josta saatiin toteutunut kustannusmuutos. Arviosta jätettiin pois asennuskustannukset.

Alumiiniprofiilit, ikkunat sekä saranat tilataan valmiina pakettina alihankkijalta. LED-näytöt sekä kattoharjasuoja tilataan erikseen toiselta alihankkijalta. Toimitajien hinnat on saatu tarjouspyynnöillä. Faceliftiin tilattavat osat pyritään tilaamaan mahdollisimman valmiiksi kokoonpantuina. Saranoiden tai kattoharjasuojan hintoja ei ollut tarjouspyynnöissä, joten hinnat otettiin markkinoilla löydetyistä hinnoista suuntaa antaviksi.

Faceliftin tuomalla muutoksilla koko ovipaketin hintaa saatiin pudotettua noin 10%. Kattoharjasuojan muutoksella saatiin suojan hintaa alaspäin noin 25%. LED-näyttöjen vaihtaminen toi lisähintaa nykyiseen verrattuna moninkertaisesti. Syynä tähän oli uuden led-näytön tarjoama tarkempi kuva sekä monipuolisemmat ominaisuudet.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ulkonäön päivitys T700-autonpesukoneelle. Faceliftistä oli tarkoitus tehdä päivitetyt osat 3D-malliin, josta yritys pystyy jatkamaan prototyypivaiheeseen. Opinnäytetyön tuloksena syntyi päivitetystä osista toimiva kokonaisuus. Kaarevat ovet saatiin muokattua suorakulmaiseksi, oven saranointi saatiin suunniteltua yksinkertaisemmaksi sekä kattoharjansuoja päivitettyä mukautumaan harjaan. Lopuksi tehtiin myös kustannuslaskelma, josta nähtiin päivityksen vaikutus kustannuksiin.

Vaikeuksia suunnitteluun tuotti se, ettei suunniteltuja osia valmistettu vielä työn aikana prototyyppiä varten. Näin ollen käytännön kokeilut jäivät työstä kokonaan pois. Toinen haaste oli saada kaikki muutokset toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Suunnitelmat muuttuivat useasti työn aikana, kun esim. oviprofiilia päätettiin vaihtaa, jolloin muitakin osia täytyi muuttaa.

Työssä perehdyttiin DFSS-metodologiaan, jota käyttämällä saatiin valittua parhaat materiaalit ikkunaan. DFSS-metodologia oli hyvä käytettäväksi tässä opinnäytetyössä, koska suunnitteluvaiheessa oli useita eri vaihtoehtoja ja DFSS-työkalut auttoivat rajaamaan parhaat vaihtoehdot. Erityisesti seuraamalla työssä käytettyä metodologian ICOV-prosessia, pystyttiin työssä etenemään johdonmukaisesti ja tarvittavat vaatimukset käytiin läpi vaihe vaiheelta.

Materiaaleista päädyttiin käyttämään oviprofiilina alumiinia ja ikkunaksi valittiin karkaistua lasia. Materiaaleiksi valittiin mielestäni parhaat vaihtoehdot, koska kyseiset materiaalit ovat pitkällä aikavälillä kestävimät materiaalit. Koneen tulee kestää useita vuosia käyttöä, jolloin on hyvä, että ikkuna kestää naarmuuntumista ja profiili pysyy ruosteettomana.

Uusien osien testaamisen pois jäämisen vuoksi, jatkokehityksenä osia voidaan kehittää testauksien perusteella. 3D-malleihin tehtyjen prototyyppiosien tulisi ainakin kooltaan olla oikean kokoisia koneeseen. Oven toiminnallisuus tulisi varmistaa testauksilla. Prototyyppi tulisi ehdottomasti rakentaa ja näin pystyisi var-

mistamaan osien toimivuuden sekä yhteensopivuuden oikeassa koneessa. Testien pohjalta tulisi tehdä suunnitelma jatkojalostuksesta. Toinen jatkojalostus voisi olla oven kokonaispainon pudottaminen. Esimerkiksi oven painoa voisi keilla vähentää vaihtamalla ikkunamateriaaliksi muovia ja tehdä testejä onko se varteen otettava vaihtoehto karkaistun lasin tilalle. Ovikokonaisuutta voisi myös suunnitella uudestaan yhdeksi osaksi, nykyisen kahden oven suunnitelman tilalle.



## LÄHTEET

Airasmaa, I. Kokko, J. Komppa, V. Saarela, O. Skrifvats, M. 2007. Komposiit-tirakenteet. 2.painos. Muoviyhdistys.

El-Haik, B. & Yang, K. 2008. Design for Six Sigma: A Roadmap for Product De-velopment. 2. painos. McGraw-Hill.

Ensinger. Engineering plastic. Luettu 20.3.2020  
<https://www.ensinger-pc.com/docs/literature/Ensinger%20Manual.pdf>

Europeanpharmaceuticalreview. ICOV. Luettu 25.3.2020  
<https://www.europeanpharmaceuticalreview.com/article/2174/an-eight-step-six-sigma-toll-gate-approach-to-pat-implementation/>

Sixsigma. Pugh-matriisi. Luettu 28.3.2020  
<https://www.sixsigmastudyguide.com/pugh-analysis/>

Soininen, L. Mäkelä, M. Tuomola, S. Öistämö, J. 2017. Tekniikan kaavasto 16.painos. Bookwell Oy.

Structuralglass. Glass properties. Luettu 28.3.2020  
<https://www.structuralglass.org/single-post/2016/11/26/Glass-Physical-Properties>

Tammermatic. Yritysesittely. Luettu 20.3.2020  
<http://www.tammermatic.com/fin/Yritys>