

**Sakari Martin**

**Maalauskaapin suunnittelu**

**Jauhemaalaukslinjan maalauskaapin suunnittelu ja piirustusten laadinta**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tuotantotalouden koulutusohjelma  
Maaliskuu 2016**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

Centria-ammattikorkeakoulu	<b>Aika</b> Maaliskuu 2016	<b>Tekijä/tekijät</b> Sakari Martin
<b>Koulutusohjelma</b> Tuotantotalous		
<b>Työn nimi</b> MAALOUSKAAPIN SUUNNITTELU. Jauhemaalaukslinjan maalauskaapin suunnittelu ja työpiirustusten laadinta.		
<b>Työn ohjaaja</b> DI Heikki Salmela		<b>Sivumäärä</b> 31 + 2
<b>Työelämäohjaaja</b> Marko Mikkilä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia suunnitelma jauhemaalaukslinjaan kuuluvan maalauskaapin uudistamisesta Premec Oy:lle. Suunnitelmat sisältävät kaapista tehdyn 3D- mallin ja kaapin eri osista tehdyt työpiirustukset. Kaikki suunnitelmat ja piirustukset tehtiin SolidWorks piirustus- ja mallinnusohjelmalla.</p> <p>Vanha kaappi oli liian pieni, mutta siinä oli kuitenkin erittäin hyvä ilmanvaihto, jota ei missään nimessä haluttu heikentää. Tämä toi omat haasteensa suunnittelutyöhön. Uuden kaapin tarpeita kartoitettiin kyselylomakkeella ja maalaamon työntekijöitä haastatteleamalla.</p> <p>Jauhemaalaukslinja tilana luokitellaan räjähdysvaaralliseksi tilaksi. Tämä piti ottaa suunnittelussa huomioon siten, että maalauskaapin asennustöissä ei voi käyttää kipinöiviä työmenetelmiä kuten hitsaamista.</p> <p>Suunnittelun alkuvaiheessa oli ajatuksena, että mahdollisuuksien mukaan vanhan maalauskaapin osia voitaisiin käyttää uudessa kaapissa. Tähän ei kuitenkaan lopulta jäänyt paljon mahdollisuuksia, koska uudesta kaapista oli tulossa kokonaan erilainen kuin vanhasta.</p> <p>Samassa yhteydessä päätettiin suunnitella uudet kulkuportaat maalauskaappiin.</p>		

<b>Asiasanat</b> Jauhemaalauks, jauhemaalaukslinja, maalauskaappi
--

**ABSTRACT**

<b>CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b> Ylivieska	<b>Date</b> March 2016	<b>Author</b> Sakari Martin
<b>Degree programme</b> Industrial Management		
<b>Name of thesis</b> DESIGNING OF THE PAINTING CABINET. Designing and devising the drawings for a powder painting cabinet.		
<b>Instructor</b> DI Heikki Salmela		<b>Pages</b> 31 + 2
<b>Supervisor</b> Marko Mikkilä		
<p>The purpose of this thesis was to plan a renewed painting cabinet for the powder painting production line for Premec Oy. The plans include a 3D model of the cabinet and drawings of different parts of the cabinet. All plans and drawings were made with the SolidWorks drawing and modeling program.</p> <p>The old cabinet was too small but it's ventilation system was very good, and the employees didn't want it deteriorated. This brought it's own challenges to the designing process. The needs of the new cabinet were surveyed by a questionnaire and by interviewing the employees.</p> <p>The powder painting line is classified as an explosive space, which had to be considered in the planning process. Therefore flammable working methods such as welding could not be used.</p> <p>In the beginning of the designing process the plan was to use parts from the old painting cabinet as much as possible in the new cabinet. In the end there weren't many possibilities for this, because the new cabinet was going to be completely different than the old one.</p> <p>It was decided to plan new steps for the painting cabinet as well.</p>		

<b>Key words</b> Painting cabinet, powder painting, powder painting line
---

## KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

ATEX	Yhteisnimitys Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY (laaitedirektiivi) ja 1999/92/EY (työolosuhdedirektiivi), jotka koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, niissä työskentelyä ja tiloissa käytettäviä laitteita.
Ex	Explosive, räjähtävä
EX-tila	Räjähdysvaarallinen tila
EX-laite	Räjähdysvaarallisessa tilassa käytettävä laite tai suojausjärjestelmä

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 PREMEC OY .....</b>	<b>3</b>
<b>3 JAUHEMAALAUUS .....</b>	<b>4</b>
<b>4 NYKYTILANNE.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Nykyisen maalauskaapin mitat .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2 Layout.....</b>	<b>6</b>
<b>4.3 Tilavuus ja aukkojen koko .....</b>	<b>7</b>
<b>5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Valaistus .....</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Maalauskaapin ilmanvaihto .....</b>	<b>10</b>
<b>5.3 Atex.....</b>	<b>11</b>
<b>5.3.1 Atex luokat.....</b>	<b>11</b>
<b>5.3.2 Atex- merkintä.....</b>	<b>12</b>
<b>6 SUUNNITTELU.....</b>	<b>14</b>
<b>6.1 Layout.....</b>	<b>14</b>
<b>6.2 Rungon suunnittelu .....</b>	<b>15</b>
<b>6.3 Peltiosat .....</b>	<b>18</b>
<b>6.3.1 Maalauskaapin pohja.....</b>	<b>18</b>
<b>6.3.2 Ritiätasot .....</b>	<b>19</b>
<b>6.3.3 Maalauskaapin sivuseinät .....</b>	<b>20</b>
<b>6.3.4 Maalauskaapin päätyseinät.....</b>	<b>21</b>
<b>6.3.5 Maalauskaapin katto .....</b>	<b>22</b>
<b>6.3.6 Maalauskaapin ovet .....</b>	<b>23</b>
<b>6.3.7 Portaat.....</b>	<b>25</b>
<b>6.3.8 Valmis maalauskaappi.....</b>	<b>27</b>
<b>6.3.9 Peltiosien erittely .....</b>	<b>28</b>
<b>7 UUDEN MAALAUSSKAAPIN MITAT JA PIIRUSTUKSET .....</b>	<b>29</b>
<b>7.1 Uuden maalauskaapin mitat .....</b>	<b>29</b>
<b>7.2 Rungon piirustukset.....</b>	<b>29</b>
<b>7.3 Leikkauskuvat .....</b>	<b>29</b>
<b>7.4 Levityskuvat.....</b>	<b>30</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>31</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>KUVAT</b>	
<b>KUVA 1. Premec Oy:n toimitilat Ylivieskassa .....</b>	<b>3</b>
<b>KUVA 2. Jauheen ruiskutus.....</b>	<b>4</b>

KUVA 3. Jauhemaalaukslinjan maalauskaappi .....	5
KUVA 4. Maalauskaapin ulkomitat.....	6
KUVA 5. Maalauskaapin sijainti maalauslinjalla.....	7
KUVA 6. Maalauskaapin kuljetinlaukko .....	8
KUVA 7. Räjähdyksvaarallista tilaa osoittava merkki .....	13
KUVA 8. Uuden maalauskaapin sijoittuminen maalauslinjalla .....	15
KUVA 9. Rungon pääty.....	16
KUVA 10. Rungon sivu.....	17
KUVA 11. Runko koottuna .....	17
KUVA 12. Maalauskaapin pohja .....	18
KUVA 13. Poistoilman jakopellit .....	19
KUVA 14. Lattian ritilätasot asennettuna.....	19
KUVA 15. Sivuseinät asennettu paikoilleen.....	20
KUVA 16. Letkuaukon läpivientikumi.....	21
KUVA 17. Maalauskaapin päätyseinät .....	22
KUVA 18. Maalauskaapin katto.....	23
KUVA 19. Liukuoven kiskon kiinnitys .....	24
KUVA 20. Ovi paikalleen asennettuna.....	25
KUVA 21. Portaat.....	26
KUVA 22. Maalauskaappi valmiina.....	27

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Peltiosien painot ja pinta-alat.....	28
--	----

## 1 JOHDANTO

Jauhemaalauksella on yleisesti teollisuudessa käytettävä kappaleiden pinnoitusmenetelmä. Erityisesti suurivolyymisissä ohutlevytuotteissa jauhemaalauksen edut tulevat esiin. Jauhemaalauksen menetelmä perustuu sähköstaattiseen varaukseen, jonka ansiosta ruiskutettava muovijauhe tarttuu maalattavaan kappaleeseen. Ruiskutuksen jälkeen maalatut kappaleet kuumennetaan jotta jauhemainen maali sulaa ja kiinnittyy kappaleeseen. Jauhemaalauksesta käytetään myös nimityksiä pulverimaalaus tai polttomaalaus.

Opinnäytetyö tehtiin Ylivieskassa sijaitsevalle Premec Oy:lle. Premec on ohutlevytuotteita valmistava yritys ja käyttää jauhemaalauksella tuotteiden pinnoittamiseen. Jauhemaalauksella isommassa mittakaavassa vaatii oman tuotantolinjan, jossa kappaleet liikkuvat kuljetinta pitkin eri vaiheiden läpi. Tässä työssä keskitytään vain Premecin jauhemaalaukselinjan maalauskaapin suunnitteluun.

Ennen varsinaista suunnittelutyötä tehtiin kysely maalaamon töntekijöille. Kyselyn tarkoituksena oli saada selville töntekijöiden toiveet uuteen maalauskaappiin. Kysely toteutettiin lomakkeella ja haastatellaan töntekijöitä paikanpäällä. Maalaamon töntekijät olivat innokkaina mukana uuden kaapin suunnittelussa ja toiveiden esittämisessä. Kaikki toiveet pyrittiin ottamaan huomioon mahdollisimman hyvin. Maalauskaapin sähkötyöt ja suunnitelmat rajataan opinnäytetyön ulkopuolelle. Kaikki suunnitelmat ja mallinnukset tehtiin SolidWorks- ohjelmalla, joka on myös Premecin käyttämä suunnitteluohjelma.

Tilaa rajoittavat tekijät huomioiden lähdettiin suunnittelemaan isompaa maalauskaappia linjalle. Pienillä muutostöillä uudelle kaapille saatiin tilaa niin, että sen kokoa voitiin kasvattaa metrillä sekä pituus- että leveys suunnassa. Kaapin sisäkorkeus kasvoi noin 50 senttimetriä. Maalauskaapin koon kasvattamisen lisäksi muita toiveita oli esimerkiksi valaistuksen lisääminen sekä se, että poistoilman teho ei saanut heikentyä. Tämä oli todella haastava asia, koska kaapin tilavuus tulisi kasvamaan, ja se vaikuttaa suoraan ilmanvaihdon tehokkuuteen.

Suunnittelussa pyrittiin huomioimaan maalauskaapin muunneltavuus. Toiveena oli, että maalauskaapin ovien paikat olisivat suhteellisen helposti siirrettävissä. Tämän seurauksena esimerkiksi ovien kiskojen kiinnittämisen tuli olla helposti muunneltavissa.

Suunnitelmista tehtiin 3D- mallinnus, jotta nähtiin suunniteltujen osien sopivuus toisiinsa nähden. Jauhemaalauslinja on räjähdysvaaralliseksi tilaksi luokiteltava tila ja tämä piti myös huomioida suunnittelutyössä. Käytännössä se tarkoitti sitä, että kaapin osat suunniteltiin niin, että kaapin kokoamiseen ei tarvitse käyttää kipinöiviä työmenetelmiä.



## 2 PREMEC OY

Premec Oy on ylivieskalainen, vuonna 2002 perustettu ohutlevymekaniikan valmistaja. Premecin ydinosaamisalueita ovat vaativat ohutlevymekaaniset kokonaisuudet, suunnittelu, tuotekehitys sekä verkosto-osaaminen. Premec Oy työllistää tällä hetkellä noin 80 työntekijää. Yrityksen vahvuuksia ovat osaava henkilökunta, toimitilat, nykyaikainen tuotantokoneisto, matala organisaatorakenne, liikenne- ja kuljetusyhteydet ja toimintaympäristö. Premecin asiakaskunnasta useat ovat sähkö- ja elektroniikkateollisuuden ja teollisuusautomaation toimijoita. (Premec, 2014.)

Ohutlevymekaanisten kokonaisuuksien työvaiheet ovat aukotus, taivutus, inserttien kiinnitys, pulverimaalaus sekä kokoonpano. Suunnittelun työkaluina Premec käyttää ProEngineer 3D- sekä AutoCad ohjelmistoja. Premec Oy on edelleen yksityisessä omistuksessa ja sen omistajat osallistuvat yrityksen jokapäiväiseen toimintaan. (Premec, 2014)



KUVA 1. Premec Oy:n toimitilat Ylivieskassa.

### 3 JAUHEMAALAUUS

Jauhemaalauksen prosessi kuulostaa monimutkaiselta, mutta on aika yksinkertainen. Prosessissa jauhe leijutetaan säiliössä ruiskutukseen sopivaksi paineilman avulla. Tämän jälkeen jauhe pumpataan jauhepistoolille. Jauhe varataan samassa yhteydessä sähköisesti, ruiskuttamalla se sähkökentän läpi maalattavaa kappaletta kohden. Sähkökenttä sijaitsee pistoolissa. Maalattava kappale tulee olla maadoitettu, jotta pistoolissa olevan elektrodin kärjen ja kappaleen välille syntyy sähkökenttä. Jauhe ruiskutetaan syntyneen kentän läpi ja näin jauhe tarttuu elektrostaattisesti kappaleeseen (KUVA 2). (Aa-tekno, 2016.)

Kun jauhe on ruiskutettu, kappale kuumennetaan polttouunissa jotta jauhe polymerisoituu ja muodostaa toivotun pinnan maalattuun kappaleeseen. Jauhemaalauksen tyypillinen polttolämpötila on noin 180 – 200°C. Kuumennusaika on noin 12 minuuttia. Jauhemaalauksesta käytetään myös nimityksiä polttomaalaus tai pulverimaalaus. (Aa-tekno, 2016.)

Jauhemaalauksen hyviä puolia on se, että ohiruiskutettu jauhe voidaan ottaa talteen ja käyttää uudestaan. Jauhemaalauksella on edullista märkämaalaukseen verrattuna, sekä ympäristöystävällisempää. Jauhemaalauksella saavutetaan maalattavalle pinnalle erinomainen mekaaninen ja kemiallinen kestävyys. Jauhemaalauksella soveltuu monimutkaisten kappaleiden maalaamiseen hyvin, koska menetelmällä voidaan maalata myös kulman taakse. (Aa-tekno, 2016.)



KUVA 2. Jauheen ruiskutus.

#### 4 NYKYTILANNE

Ongelma, johon lähdettiin ratkaisua hakemaan, oli liian pieni maalauskaappi. Maalauskaapin kokoa haluttiin kasvattaa joka suunnassa. Ongelmaksi koettiin myös nykyiseen maalauskaappiin johtavat portaat, jotka myös haluttiin uuden maalauskaapin myötä turvallisemmaksi ja helppokulkuisemmaksi. Valaistukseen haluttiin myös parannusta uuden maalauskaapin myötä. Maalauskaapin sisään meneville letkuille haluttiin oma läpivienti seinän läpi. Nykyisessä maalauskaapissa letkut kulkevat oviaukosta.

Nykyisen maalauskaapin poistoilman teho koettiin hyväksi eikä siihen haluttu muutoksia huonompaan suuntaan. Maalauskaappia suurennettaessa vaarana on, että poistoilman teho heikkenee koska maalauskaapin tilavuus kasvaa. Kuvassa nykyinen maalauskaappi (KUVA 3).



KUVA 3. Jauhemaalaukslinjan maalauskaappi.

#### 4.1 Nykyisen maalauskaapin mitat

Nykyisen maalauskaapin mitat saatiin käymällä paikan päällä mittaamassa kaappi. Mittausten tarkoituksena oli saada selville kaapin todellinen koko sekä sijainti jauhemaalaukslinjalla. Kaapista ei ollut saatavissa piirustuksia, joita olisi voitu hyödyntää. Maalauskaapin mitat olivat seuraavat: pituus 2580 millimetriä, leveys 1900 millimetriä, maalauskaapin sisäkorkeus 1860 millimetriä sekä maalauskaapin lattian korkeus hallin lattiasta 700 millimetriä. Maalauskaapin lattiapinta-ala on 4,9 neliömetriä.

Maalauskaapin ulkomitat (KUVA 4).

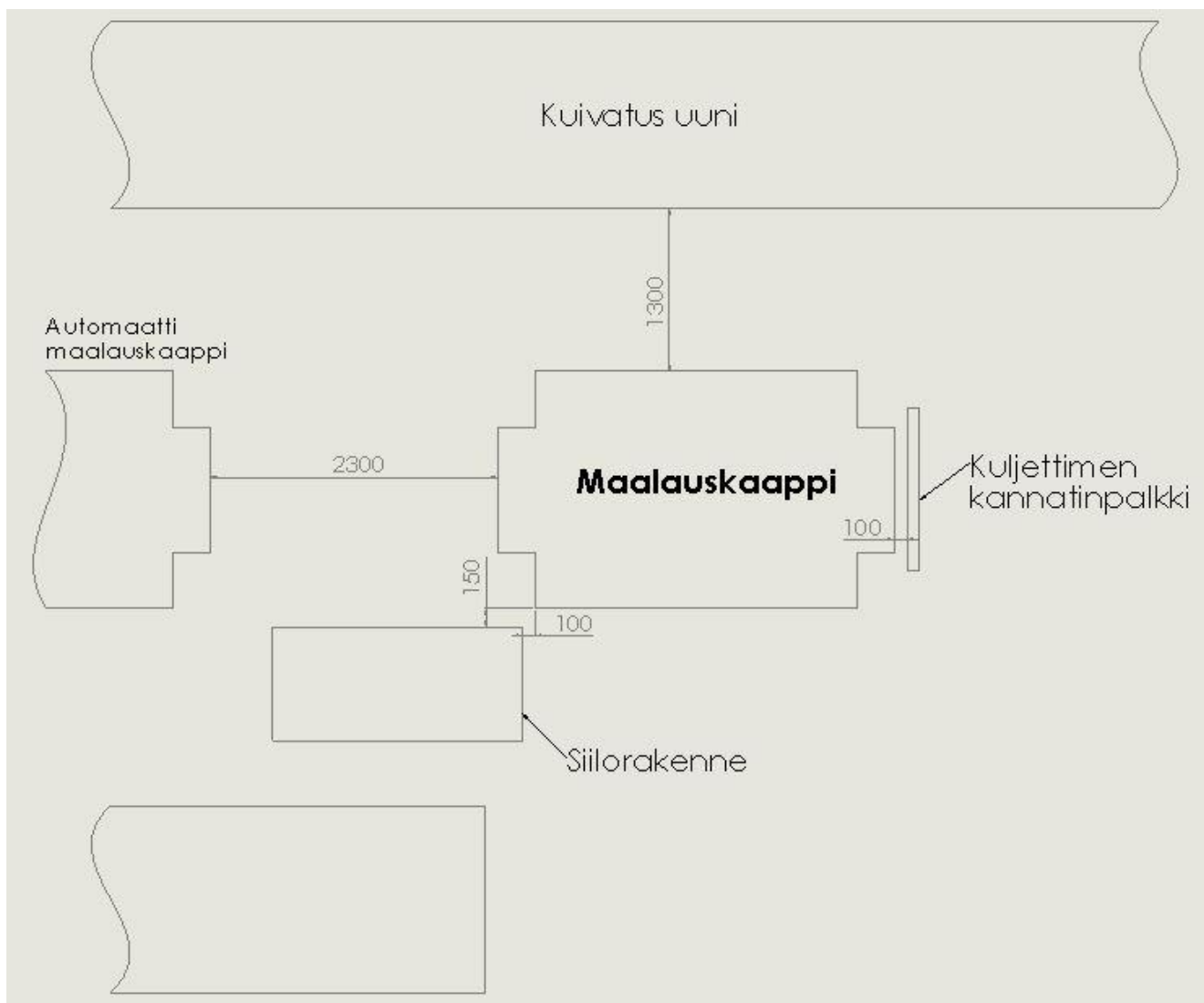


KUVA 4. Maalauskaapin ulkomitat.

#### 4.2 Layout

Nykyisen maalauskaapin läheisyydessä sijaitsevien rakenteiden mitat maalauskaappiin nähden mitattiin samassa yhteydessä. Maalauskaapin välittömässä läheisyydessä, vasemmalla takana sijaitsee siilorakenne. Siilorakenteen etäisyys pituussuunnassa on 100 millimetriä ja leveyssuunnassa 150 millimetriä. Maalauskaapin oikealla sivustalla on pitkä tunnelirakenne, jonka etäisyys maalauskaapin oikeaan sivuun

on noin 1200 millimetriä. Maalauskaapin takana, noin 2300 millimetrin etäisyydellä, on automaattimaalauskaappi. Maalauskaapin edessä on maalauslinjan kuljettimen kannatinrakenne, se sijaitsee 100 millimetrin etäisyydellä kaapista. Kuvassa kolme on esitetty maalauskaapin sijainti maalauslinjalla (KUVA 5).



KUVA 5. Maalauskaapin sijainti maalauslinjalla.

### 4.3 Tilavuus ja aukkojen koko

Maalauskaapin ilmanvaihdon kannalta tärkeitä asioita ovat maalauskaapin tilavuus ja erilaisten aukkojen koko. Maalauskaapissa olevien aukkojen määrä ja koko vaikuttavat kaapin ilmanvaihdon virtausnopeuteen. Maalauskaapin tilavuus puolestaan vaikuttaa ilmanvaihdon tehokkuuteen. Kaapissa olevat aukot:

kaksi oviaukkoa kooltaan 1000\*1600 millimetriä, aukot joista maalattavat kappaleet tulevat sisään ja menevät ulos kooltaan 1300\*1000 millimetriä, katossa oleva, koko kaapin mittainen kuljettimen aukko sekä valaisimien aukot joita on neljä kappaletta, kooltaan 1680\*208 millimetriä. Maalauskaapin tilavuus on 9,12 kuutiometriä. Kuvassa 6 näkyy nykyisen maalauskaapin suuaukko, josta maalattavat kappaleet kulkevat. Kuvan yläosassa näkyy myös kuljetin, joka kuljettaa maalattavia kappaleita linjalla.



KUVA 6. Maalauskaapin kuljetinaukko.

## 5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Suunnittelun lähtökohtana oli maalauskaapin koon kasvattaminen nykyiselle paikalleen, mahdollisimman pienillä muutostöillä maalauslinjan muissa rakenteissa. Uuden maalauskaapin tarpeita ja toiveita kartoitettiin ja selvitettiin kyselylomakkeella, sekä haastatteleamalla maalauslinjan työntekijöitä (LIITE 1). Maalaamossa työskentelee viisi henkilöä.

Alkuperäinen tarkoitus oli käyttää vanhaa maalauskaappia ja sen osia uuden kaapin suunnittelussa ja valmistuksessa mahdollisimman paljon, mutta tästä luovuttiin aika pian, koska havaittiin, että vanhasta maalauskaapista ei ole paljoa hyödynnettävissä. Vanhan maalauskaapin valaisimet voidaan hyödyntää uudessa maalauskaapissa. Tämän lisäksi valaistusta lisätään uusilla valaisimilla.

Runkorakenteita suunniteltaessa lattiarakenteesta toivottiin selkeää. Lattiaritilätason kiinnityskohtiin ei haluttu ylimääräisiä sokkeloita tai pölyä kerääviä koloja. Tämä sen takia, että maalauskaapin puhdistaminen on helpompaa ja nopeampaa. Lattiaritilätasot tulee olla irroitettavat.

Vanhan maalauskaapin runkorakenne kannattelee myös maalauslinjan kuljetinta. Uuden maalauskaapin suunnittelussa tätä ei kuitenkaan tarvitse ottaa huomioon, koska on tarkoitus rakentaa uusi, erillinen kannatin kuljettimelle. Tämän takia maalauskaapin runkorakenteen suunnittelussa ei tarvitse ottaa huomioon kuljettimen kannatinrakenteita. Tämä erillinen kannatinrakenne rajataan opinnäytetyön ulkopuolelle.

### 5.1 Valaistus

Maalaamon työntekijöiden toivomuksena oli valaistuksen parantaminen uuteen maalauskaappiin. Nykyisessä maalauskaapissa valaistus on toteutettu neljällä loisteputki valaisimella, jotka on sijoitettu maalauskaapin kattoon, kaksi kummallekin puolelle kaappia. Koska valo tulee vain yhdestä suunnasta, eli katolta, ongelmana on varjojen muodostuminen maalattavaan kappaleeseen. Varjojen muodostumiseen vaikuttavat tulevan valon suunta, maalattavan kappaleen muoto ja koko, ja maalauskaapissa työskentelevä henkilö voi myös aiheuttaa varjoja maalattavaan kappaleeseen. Varjot ovat haitallisia siksi, että maalari ei näe hyvin maalausjälkeä ja maalin määrää kappaleen pinnassa.

Varjojen muodostumisen ehkäisemiseksi uuteen maalauskaappiin päätettiin sijoittaa lisävalaisimia seinäin. Valaisimet tulitisiin sijoittamaan mahdollisuuksien mukaan niin lähelle maalauskaapin kulmia kuin mahdollista. Seinälle tulevat valaisimet sijoitetaan pystyasentoon. Vanhan maalauskaapin katossa olevat valaisimet voidaan hyödyntää uuden maalauskaapin seinävalaisimina. Pitkät valaisimet on järkevää sijoittaa seinälle, koska tällöin siitä tuleva valo tulee tasaisesti ylhäältä alas asti. Tämä vähentää varjojen muodostumista maalattavaan kappaleeseen. Maalauskaapin kattoon sijoitetaan kuusi kappaletta pienempiä valaisimia, kolme kappaletta kummallekin puolelle.

Valaisimien sijoittaminen maalauskaapin alareunaan tai lattiaritilätason alle ei ole järkevä vaihtoehto. Maalauskaapin poistoilma menee lattian kautta, jolloin valaisimet likaantuisivat nopeasti ja niiden huoltaminen olisi työlästä ja hankalaa.

Valaisimien aukot suunnitellaan siten, että valaisin ei kiinnity tiiviisti aukkoonsa, vaan niiden väliin jää noin kymmenen millimetrin rako. Rako jätetään sen takia, että raosta maalauskaappiin virtaava ilma pitää valaisimen puhtaampana kuin tiiviisti asennettu valaisin.

## **5.2 Maalauskaapin ilmanvaihto**

Maalaamon työntekijöiden toiveena oli, että maalauskaapin ilmanvaihto ei heikkenisi. Työntekijät olivat tyytyväisiä ja pitivät nykyisen maalauskaapin ilmanvaihtoa hyvänä. Ilmanvaihdon toimivuus on tärkeä jauhemaalaukslinjalla, koska maali on jauhemaista ja pölisee paljon. Ilman kunnollista ilmanvaihtoa maalaamossa oleskelu on hyvin epämiellyttävää ja epäterveellistä. Riittävä ilmanvaihto on tärkeää myös maalattavan kappaleen laadun takaamiseksi. Jos ilmanvaihto ei ole riittävä, niin maalin pöly jää leijumaan maalaustilaan ja haittaa maalarin näkyvyyttä.

Nykyisessä maalauskaapissa ilmanvaihto on toteutettu siten, että korvausilma tulee avonaisista ovista ja aukoista. Poistoilma menee maalauskaapin lattian kautta. Lattia on teräsritilärakenteinen. Tätä ei ole tarkoituksenmukaista lähteä muuttamaan, koska yleinen ja hyväksi havaittu maalaamojen ilmanvaihtojärjestelmä toimii nimenomaan ylhäältä alaspäin.

Ruiskumaalauksessa suositeltava ilmanvaihtokerroin on 250 (Työterveyslaitos, 2009). Nykyisen maalauskaapin poistoilmakoneen teho on 10 000 m<sup>3</sup>/h ja tilavuus 9,12 m<sup>3</sup>. Kun teho jaetaan tilavuudella, saadaan kaapin ilmanvaihtokerroin, joka näillä arvoilla on 1096 kertaa tunnissa. Uuden kaapin tilavuus



on 22 m<sup>3</sup> ja ilmanvaihtokertoimeksi samaa kaavaa käyttäen saadaan 454 kertaa tunnissa. Ilmanvaihtokerroin laskee huomattavasti, mutta on kuitenkin riittävä.

### 5.3 ATEX

ATEX- direktiivit otetaan suunnittelussa huomioon siltä osin kuin ne vaikuttavat maalauskaapin koamiseen maalauslinjalla.

ATEX-nimitystä käytetään Euroopan yhteisön direktiiveistä 94/9/EY ja 1999/92/EY. Molemmat direktiivit koskevat räjähdysvaarallisia tiloja, tiloissa työskentelyä sekä tiloissa käytettäviä laitteita. 94/9/EY on laitedirektiivi ja 1999/92/EY on työolosuhdedirektiivi, niiden tarkoituksena on suojella ATEX-tiloissa työskenteleviä ihmisiä. Direktiivit määrittävät myös ATEX-tiloissa käytettävien laitteiden turvallisuusvaatimukset. Direktiivien tarkoituksena on myös yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden ATEX tilojen säännökset sekä taata Ex-laitteiden vapaan kaupan. (Tukes, 2003.)

ATEX-työolosuhdedirektiivi koskee tuotantolaitoksia ja työskentelytiloja, joissa syttyvät nesteet, kaasut tai pölyt voivat aiheuttaa räjähdysvaaran (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2000). ATEX-laitedirektiivi koskee räjähdysvaarallisissa normaali-ilmanpaineisissa ilmaseoksissa käytettäväksi tarkoitettuja laitteita, joissa on syttymislähde (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2000).

#### 5.3.1 ATEX luokat

EX-tila on sellainen tila, jossa voi esiintyä vaarallista räjähdyskelpoista ilmaseosta sellainen määrä, että toimenpiteet työntekijöiden suojaamiseksi räjähdysvaaralta ovat tarpeen. Suojaustoimenpiteiden laajuuden määrittelyyn käytetään olemassa olevia Ex-tilojen luokittelua vaarallisten räjähdyskelpoisten ilmaseosten esiintymistodennäköisyyden mukaisiin vyöhykkeisiin. (Tukes, 2003.)

##### 1. Tilaluokka 0

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein (Tukes, 2003).

2. Tilaluokka 20

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy jatkuvasti, pitkäaikaisesti tai usein (Tukes, 2003).

3. Tilaluokka 1

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa oleva palavan aineen muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti (Tukes, 2003).

4. Tilaluokka 21

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostama räjähdyskelpoinen ilmaseos esiintyy normaalitoiminnassa satunnaisesti (Tukes, 2003).

5. Tilaluokka 2

Tila, jossa ilman ja kaasun, höyryn tai sumun muodossa olevan aineen muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan (Tukes, 2003).

6. Tilaluokka 22

Tila, jossa ilman ja palavan pölyn muodostaman räjähdyskelpoisen ilmaseoksen esiintyminen normaalitoiminnassa on epätodennäköistä ja se kestää esiintyessään vain lyhyen ajan (Tukes, 2003).

### 5.3.2 Atex- merkintä

Ex-tilat tai Ex-alueiden yhteydessä on tarvittaessa oltava räjähdysvaarallista tilaa osoittava merkintä. Merkin on oltava kolmion muotoinen, siinä on oltava mustat kirjaimet, keltainen tausta ja musta reunus. Keltaisen osuuden on peitettävä ainakin 50 prosenttia merkin alasta (KUVA 7).(Tukes, 2003).



KUVA 7. Räjähdyksvaarallista tilaa osoittava merkki.

Räjähdyksvaarallisessa tilassa työskenneltäessä, tulee työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden suojelemiseksi ryhtyä erilaisiin työn järjestelyä ja räjähdysuojausta koskeviin toimenpiteisiin. Työnantajan tulee laatia kirjalliset toimintaohjeet työntekijöille sekä opastaa heitä räjähdysuojaukseen liittyvissä asioissa. Lisäksi vaarallisissa töissä, kuten tulitöissä, tulee käyttää työlupajärjestelmää. (Tukes, 2003.)

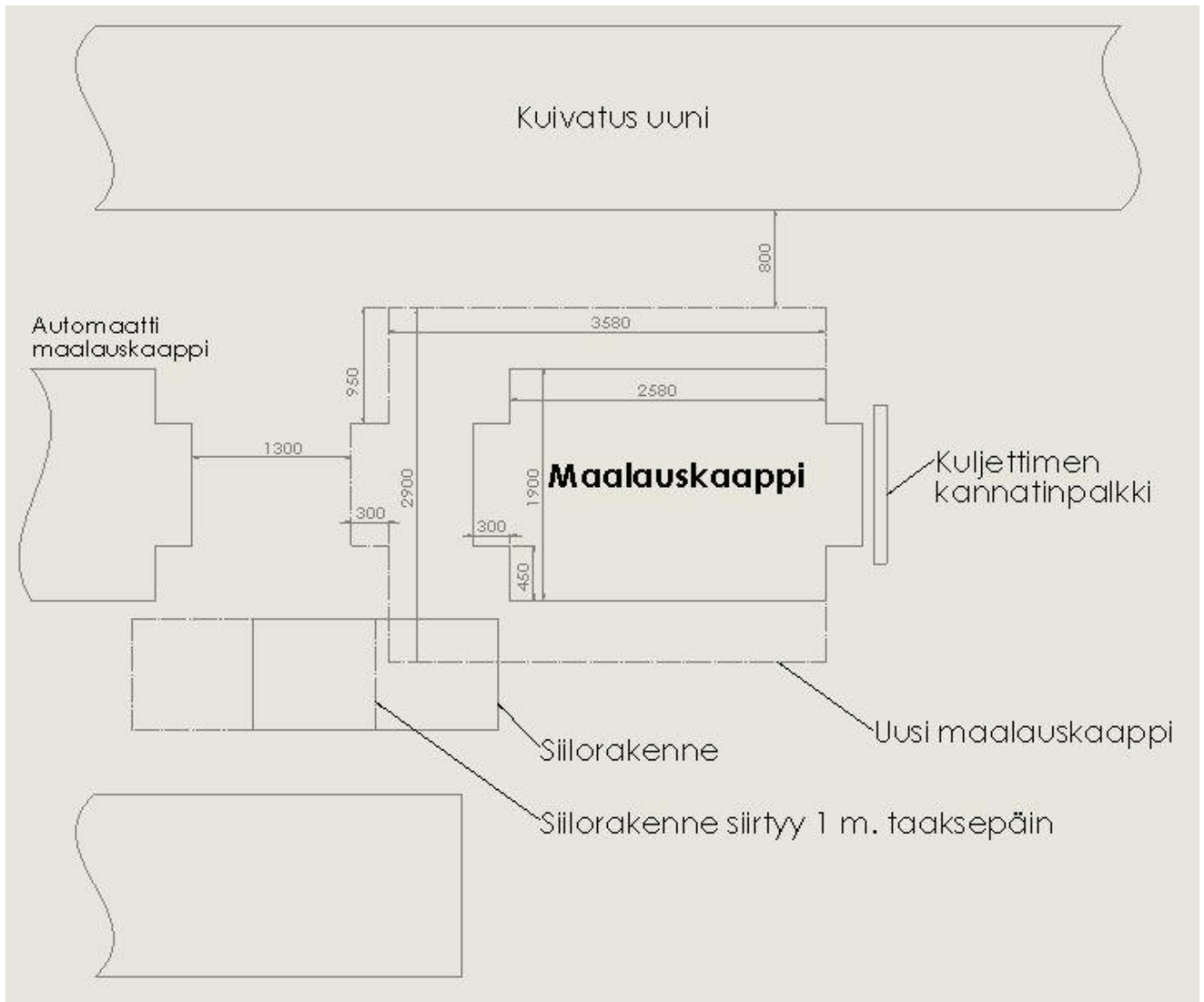
## 6 SUUNNITTELU

Haastattelujen ja kyselylomakkeen pohjalta lähdettiin suunnittelemaan uutta maalauskaappia. Tavoitteena oli saada kasvatettua maalauskaappia yhdellä metrillä pituus- ja leveyssuunnassa sekä muutamalla kymmenellä sentillä korkeussuunnassa. Maalauskaapin lattian korkeutta ei muuteta.

### 6.1 Layout

Uusi maalauskaappi saadaan mahtumaan suhteellisen pienillä muutoksilla linjassa, vaikka kaapin koko kasvaa pituus- ja leveyssuunnassa yhdellä metrillä. Lähinnä kaappia olevaa siilorakennetta joudutaan siirtämään yksi metri suoraan taaksepäin. Linjan muille laitteille ei tarvitse tehdä muutostöitä.

Kuvasta 8 nähdään uuden maalauskaapin sijoittuminen vanhaan kaappiin verrattuna. Kuvasta näkyy myös siilorakenteen siirtotarve. Kuvassa on katkoviivoilla esitetty uuden maalauskaapin ääri viivat sekä siilorakenteen uusi sijoittuminen linjalla.



KUVA 8. Uuden maalauskaapin sijoittuminen maalauslinjalla.

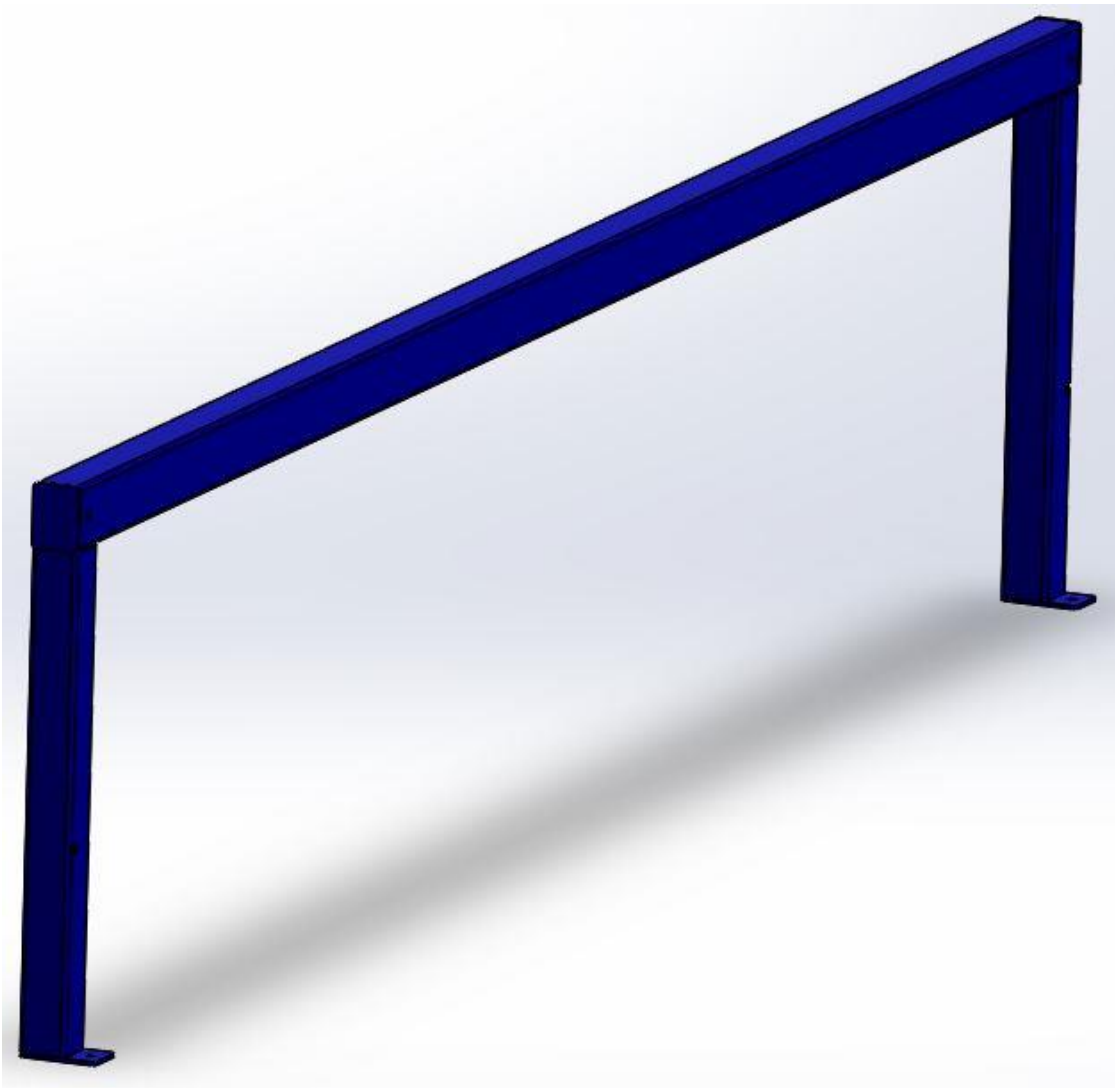
Seuraavissa alaotsikoissa on esitelty uuden maalauskaapin osat kokonaisuuksina kuten pohja, seinät katto jne. Otsikoinnin järjestys voisi olla myös kaapin kokoamis- ja asennusjärjestys. Tämä ei kuitenkaan ole kokoamisen kannalta välttämätön järjestys, vaan kaappi voidaan koota erilaisia variaatioita käyttäen.

## 6.2 Rungon suunnittelu

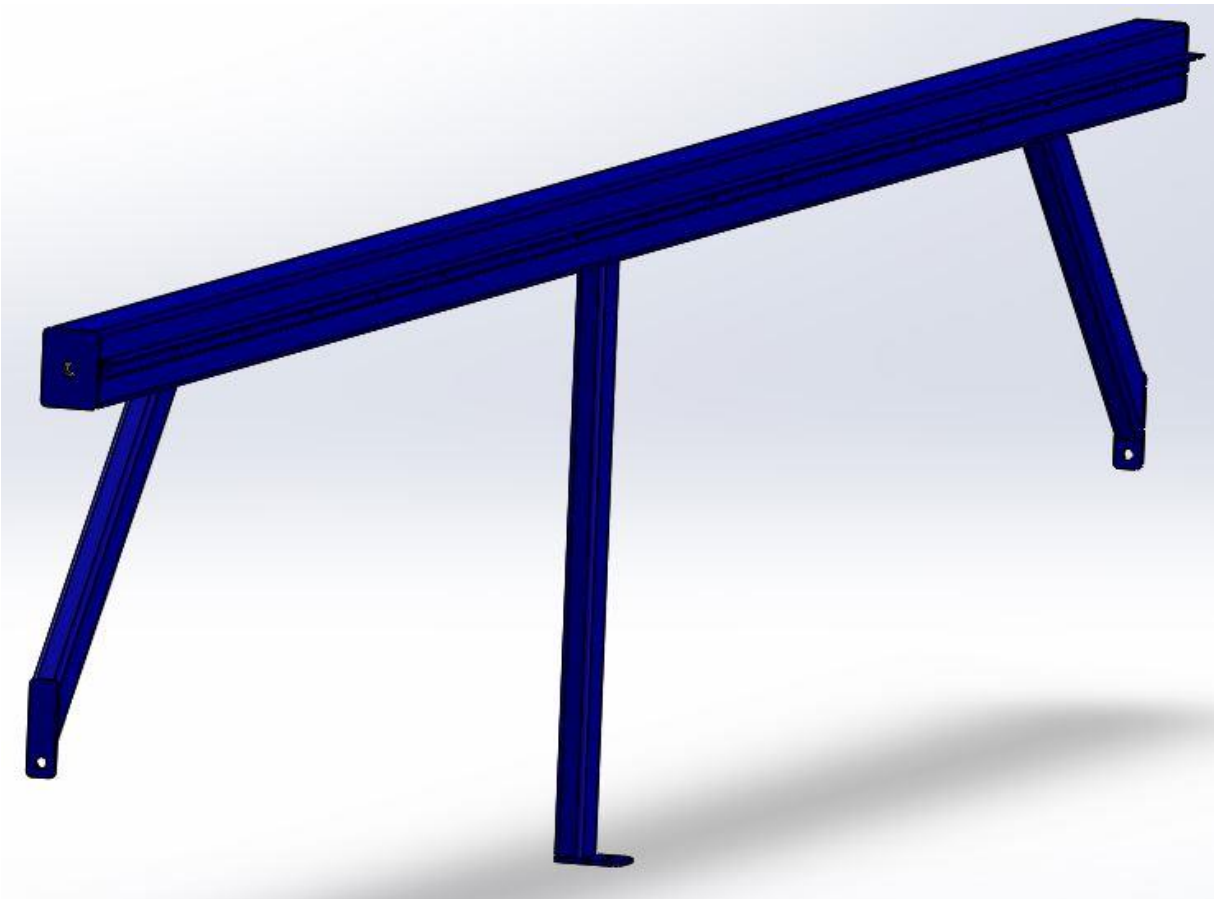
Maalauskaapin koon kasvattamisen takia vanhan kaapin rungon hyödyntäminen uudessa kaapissa ei ole mahdollista. Rungon suunnittelussa pyrittiin mahdollisimman yksinkertaiseen ratkaisuun etenkin lattiaritilätasojen kiinnityksien suhteen. Runkorakenteen suunnittelussa huomioitiin ATEX- määräykset siten, että rungon kokoamisessa ei tarvitse käyttää hitsaamista tai muita kipinöiviä työmenetelmiä.

Rungon materiaalina voidaan käyttää esimerkiksi Ruukin S420MH rakenneputkipalkkia mitoiltaan 60\*80\*3 millimetriä. Suunnitelma on tehty kyseiselle mitoitukselle, mutta muuttaminen on mahdollista, jolloin tulee huomioida mahdolliset muutokset peltiosien mitoitukseen.

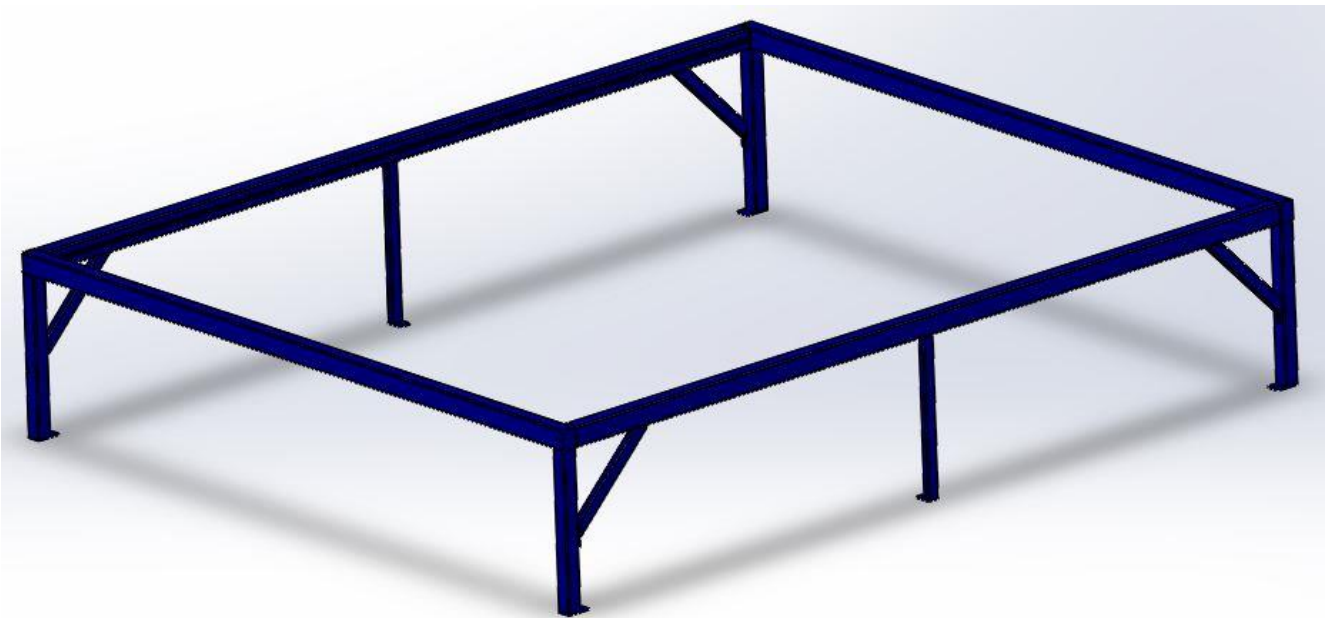
Runko valmistetaan kahdesta erilaisesta osasta, päätyosa ja sivuosa. Osat ovat identtiset, joten kumpiakin tarvitaan kaksi kappaletta kokonaiseen runkoon. Osat valmistetaan erillisessä paikassa, esimerkiksi konepajassa, jossa suoritetaan tarvittavat hitsaustyöt. Osat kootaan kokonaiseksi runkoksi asennuspaikalla pulttiliitoksilla. Kuvassa 9 on rungon päätyosa, kuvassa 10 on rungon sivuosa ja kuvassa 11 näkyy koko runko koottuna. Kuvassa 10 näkyy sivupalkissa kiinnitetty L-profiili joka kannattelee lattiaritilätasoja.



KUVA 9. Rungon pääty.



KUVA 10. Rungon sivu.



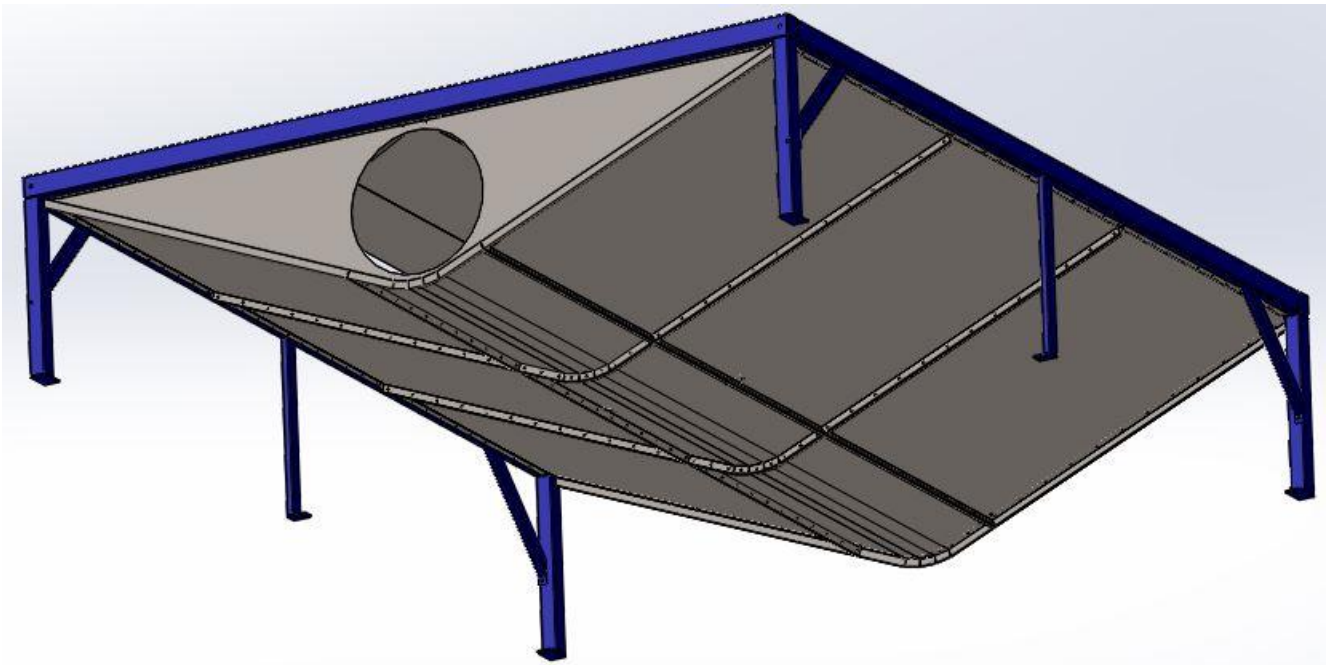
KUVA 11. Runko koottuna.

## 6.3 Peltiosat

Uuteen maalauskaappiin tulee kaikkiaan kaksikymmentäkuusi erilaista peltiosaa. Materiaaliksi valittiin kiiltohehkutettu ruostumaton teräspelti vahvuudeltaan 1,5 millimetriä. Peltiosien suunnittelussa piti ottaa huomioon se, ettei osista tule liian isoja. Osien kokoa rajoittaa peltiarkkien koko, josta peltiosat valmistetaan. Arkkien koko on 1500\*3000 millimetriä. Suunnittelussa pyrittiin pitämään osien koko sellaisena, että osien käsittelyyn ja kantamiseen ei tarvitsisi apuvoimaa kuten nostimia. Tämä helpottaa itse maalauskaapin kokoamista asennuspaikalla.

### 6.3.1 Maalauskaapin pohja

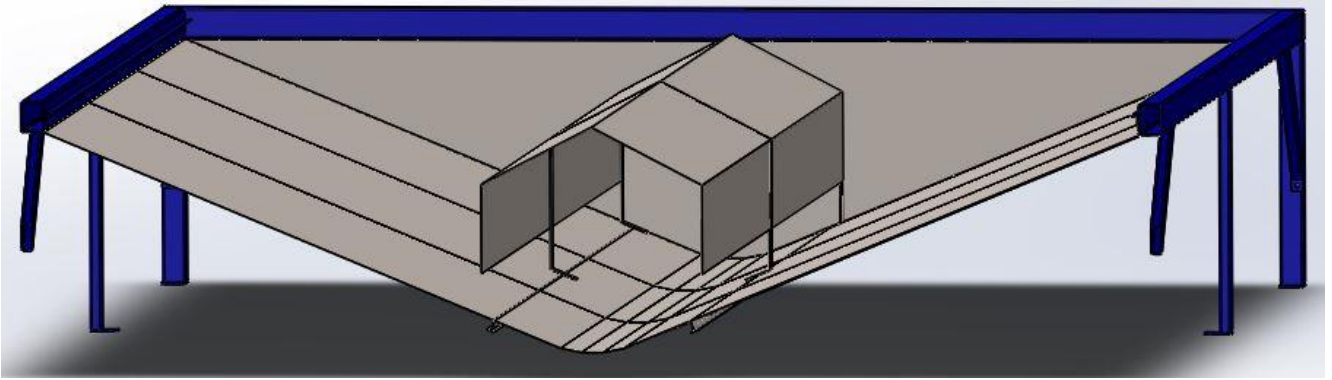
Maalauskaapin pohja koostuu kaikkiaan yhdeksästä erilaisesta osasta. Osia on kaikkiaan yksitoista. Kuvassa 12 nähdään maalauskaapin pohjapellit asennettuna runkoon. Pellit kiinnitetään runkoon esimerkiksi itseporautuvilla ruuveilla. Peltiosat liitetään toisiinsa pulttiliitoksella. Kuvassa näkyy myös maalauskaapin ilmanvaihdon poistoputken aukko.



KUVA 12. Maalauskaapin pohja.



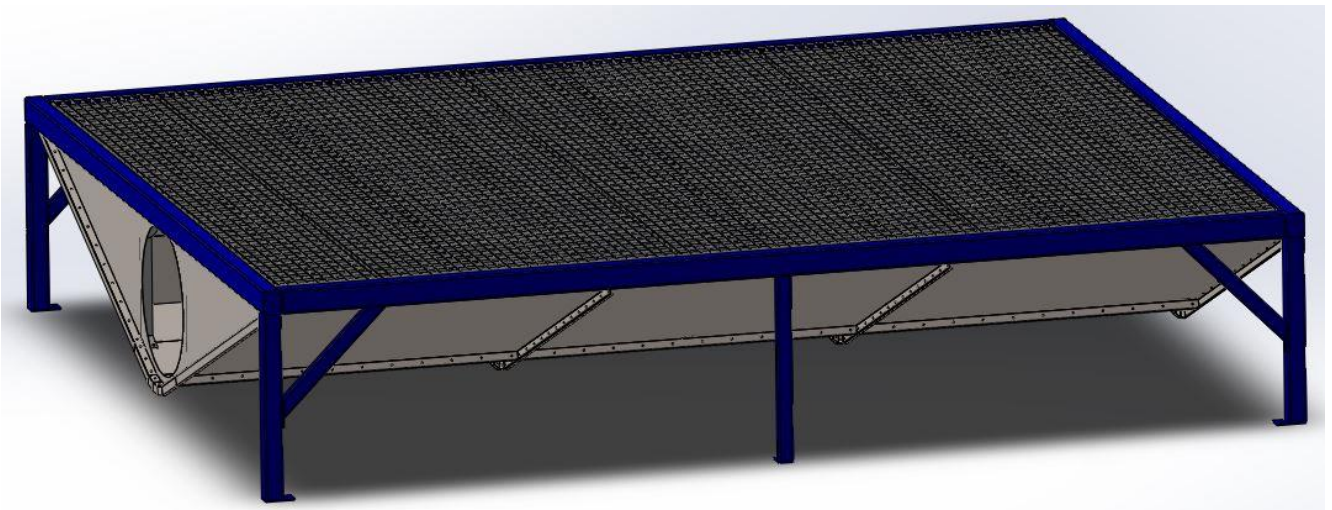
Kuvassa 13 nähdään kaapin pohjalla olevat poistoilman jakopellit, joiden tarkoituksena on jakaa poistoilman virtaus mahdollisimman tasaiseksi sekä jakaa imuteho koko kaapin pituudelle. Kuvasta on leikattu toinen pääty pois asian havainnollistamiseksi.



KUVA 13. Poistoilman jakopellit.

### 6.3.2 Ritiätasot

Maalauskaapin lattian ritiätasot tulevat valmiina kokonaisuuksina.

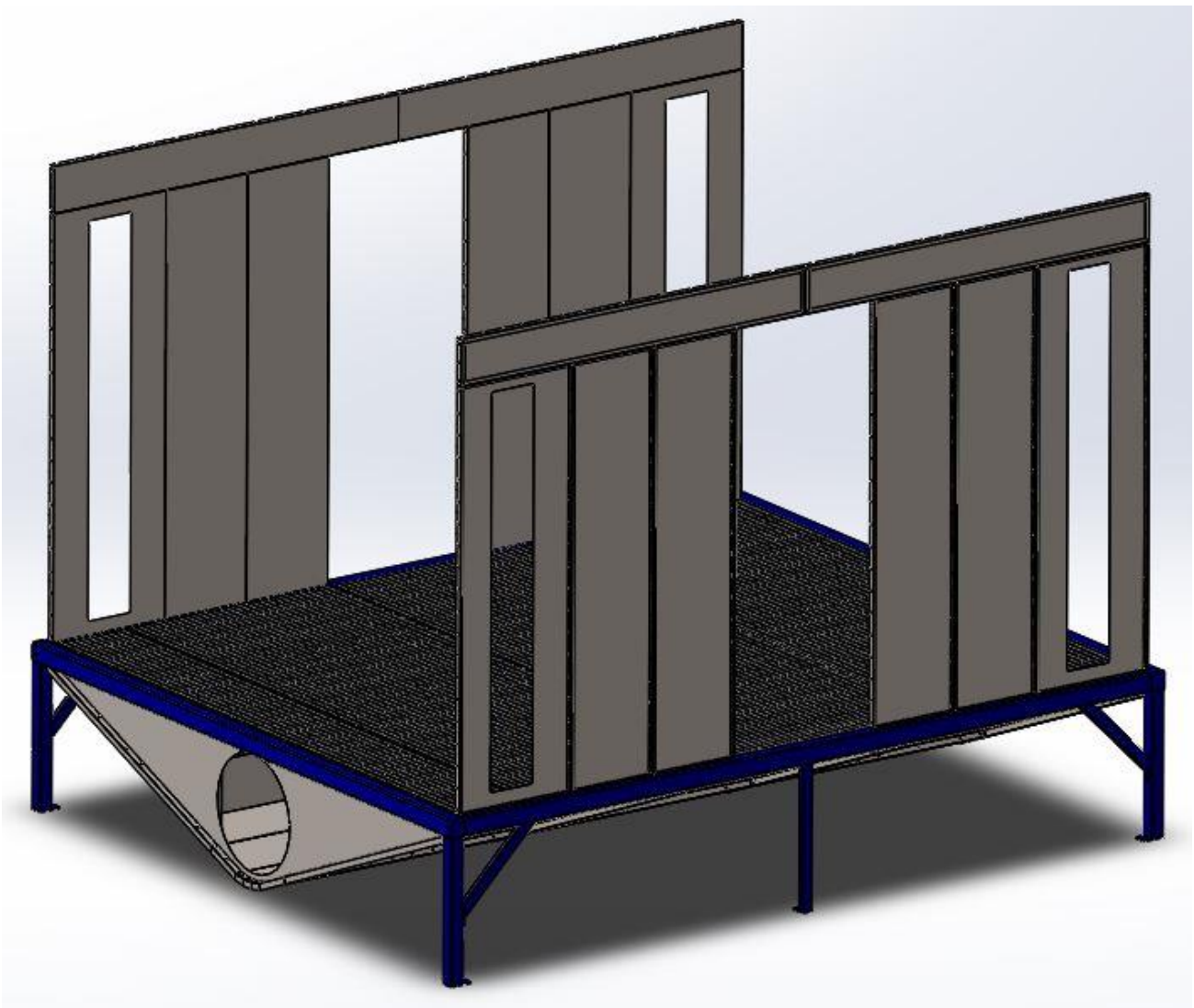


KUVA 14. Lattian ritiätasot asennettuna.

### 6.3.3 Maalauskaapin sivuseinät

Maalauskaapin seinien suunnittelun ideana oli muunneltavuus, etenkin sivuseinien. Ajatuksena oli, että oviaukkojen paikkaa pystyttäisiin muuttamaan ilman suuria purkutöitä. Tämä toteutettiin siten, että sivuseinät tehtiin samankokoisista paneeleista. Ainoastaan sivuseinien nurkkapalat jäävät kiinteärakenteisiksi koska niihin tullaan kiinnittämään sivuseinän valaisimet. Sivupaneelien yläpuolelle tehdään kahdesta osasta rakenne, johon kiinnittyy ovien liukukiskot. Ovien kiinnittämistä kuvataan myöhemmin.

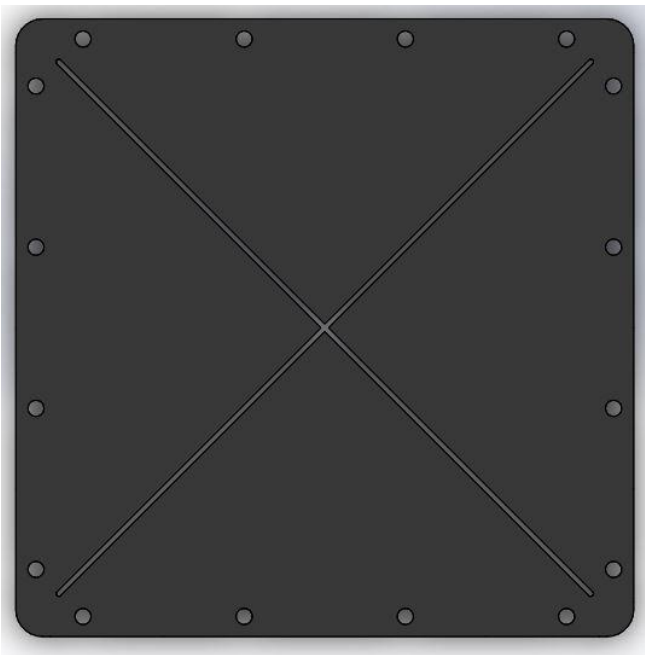
Kuvassa 15 nähdään sivuseinäpaneelit asennettuna paikoilleen, sekä valaisimien paikat sivupaneeleissa. Pystyvalaisimina voidaan käyttää esimerkiksi Malux nLLK 09058/58 valaisinta, tai vanhassa kaapissa olevia valaisimia. Voidaan käyttää muitakin valaisimia jotka on räjähdyssuojattu. Valaisimen valinnan jälkeen tulee valaisinaukkojen mitat tarkistaa ja suunnitella valaisimien kiinnitys kyseisen valaisimen mukaan.



KUVA 15. Sivuseinät asennettu paikoilleen.

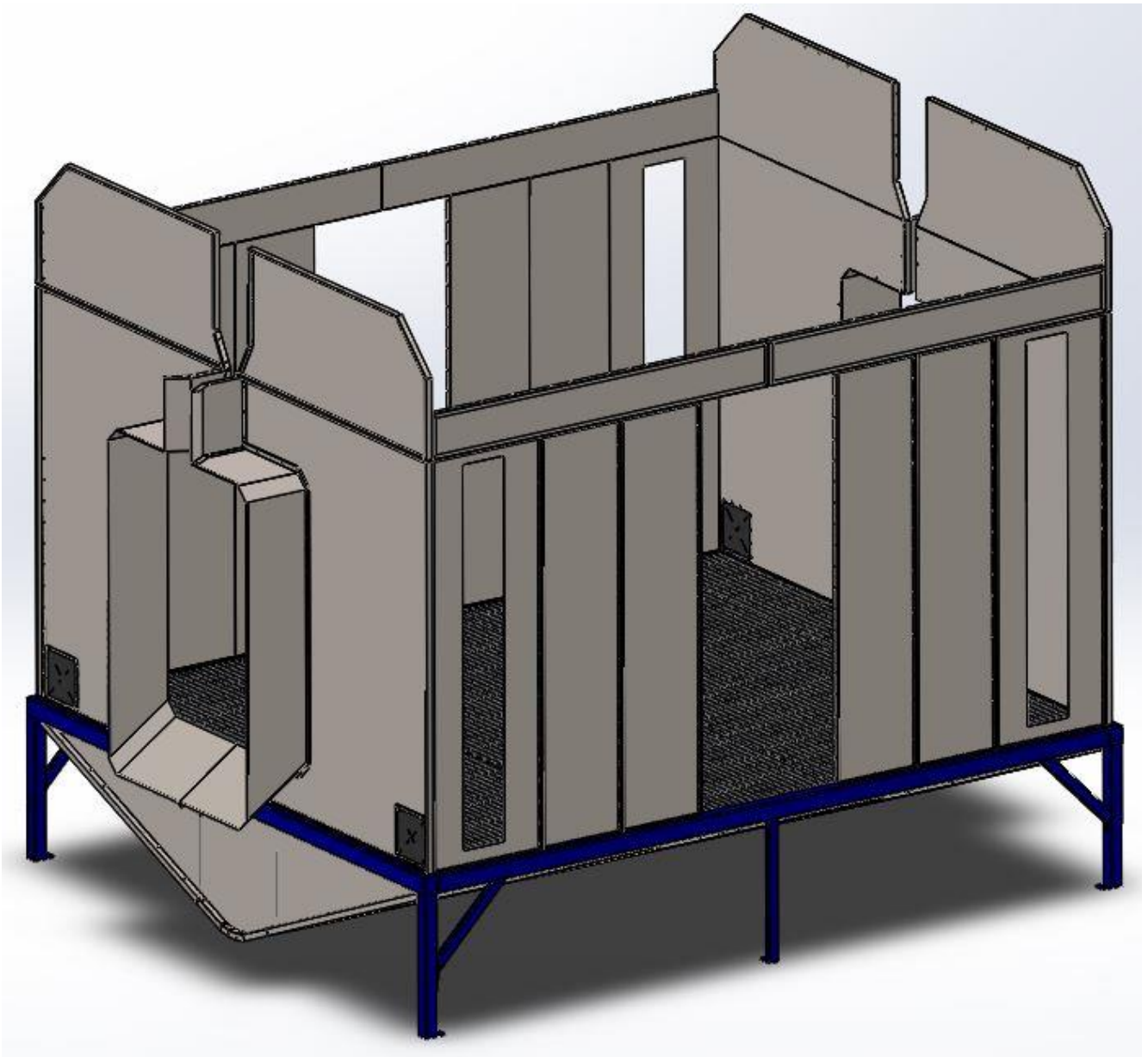
### 6.3.4 Maalauskaapin päätyseinät

Maalauskaapin päätyseinät koostuvat kuudesta eri osasta. Maalauskaapin sisään meneville letkuille ha-  
luttiin oma aukko. Vanhassa kaapissa letkut kulkevat oviaukosta. Koska sivuseinän paneelit ovat suunniteltu siirrettäviksi, ei niihin ole järkevää sijoittaa aukkoa letkuille. Ainut järkevä sijoituspaikka letkujen aukkoille on päätypellin alareuna, mahdollisimman lähelle nurkkaa. Letkujen aukko peitetään kumilevyllä, joka leikataan molemmista kulmista ristiin halki. Näin letkut saadaan aukosta sisään ja aukko ei jää avonaiseksi. Kuvassa 16 on esitetty kumilevy jolla, aukot peitetään.



KUVA 16. Letkuaukon läpivientikumi.

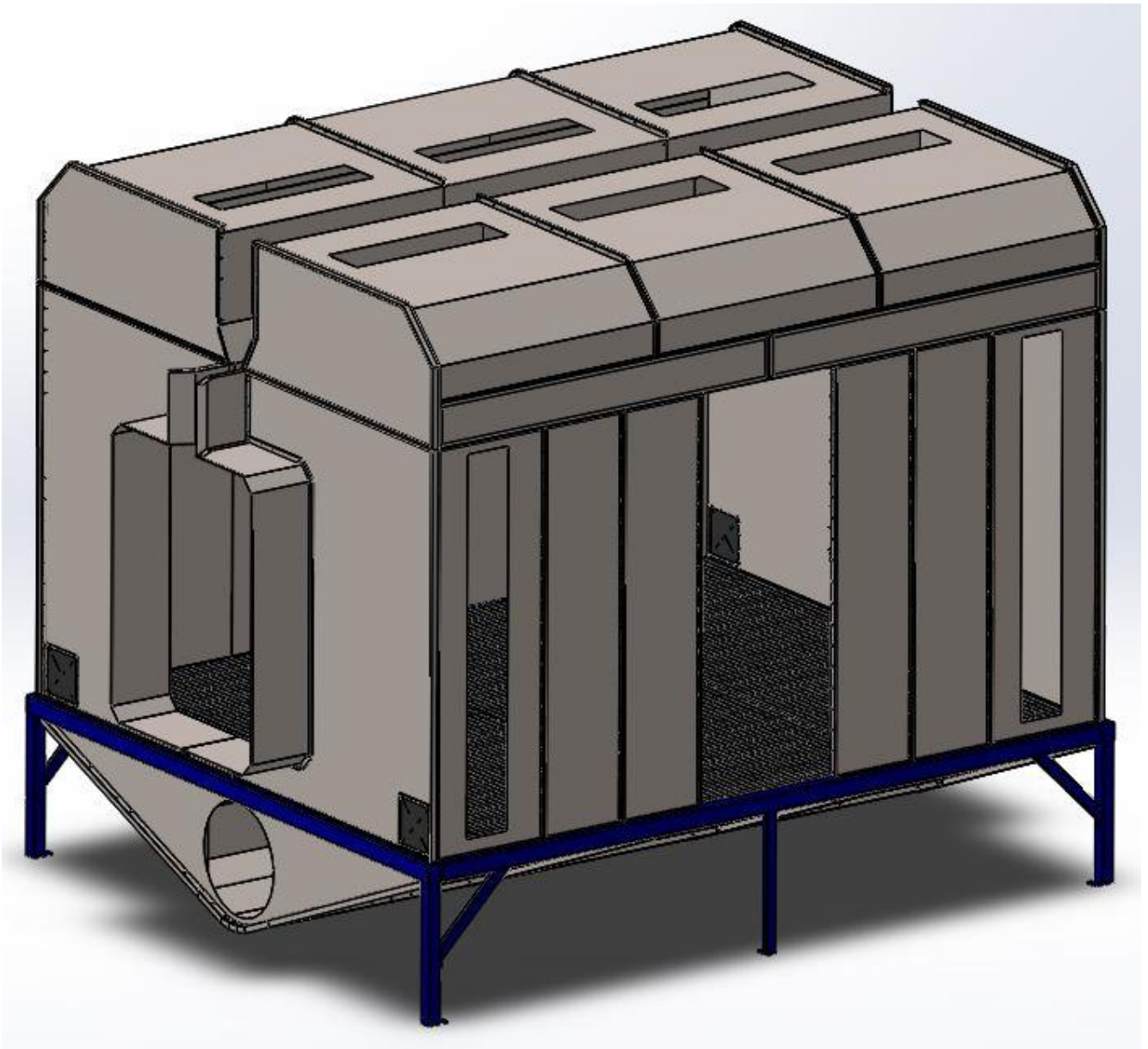
Kuvassa 17 nähdään maalauskaapin päätyseinät paikalleen asennettuna, sekä suuaukkojen pellit joista maalattavat kappaleet kulkevat kaapin sisään ja ulos. Kuvassa etualalla oleva aukko on kappaleiden poistoaukko. Tämän aukon reunapeltien alapuolet on taitettu 56 astetta alaspäin. Tämä sen takia, että pitkät maalattavat kappaleet voivat osua suuaukon pellin alareunaan koska kuljetin lähtee laskeutumaan pian maalauskaapin jälkeen. Tulopuolella suuaukon pellit ovat suorat. Kuvassa näkyy myös päätypel-  
leissä olevat letkujen sisäänmeno paikat.



KUVA 17. Maalauskaapin päätyseinät.

### 6.3.5 Maalauskaapin katto

Maalauskaapin katto koostuu kuudesta osasta. Katto olisi mahdollista tehdä myös neljästä osasta, mutta silloin osien koko ja paino kasvaisi aika isoksi ja olisi hankalaa ilman nostoapuvälineitä asentaa katto paikalleen. Kuvassa 18 näkyy katossa olevat kuusi aukkoa uusille valaisimille. Uudet valaisimet voivat olla esimerkiksi Malux nLLK 09018/18 valaisin. Valaisinaukkojen koko tulee tarkistaa valaisimen valinnan jälkeen ja suunnitella niiden kiinnitys.

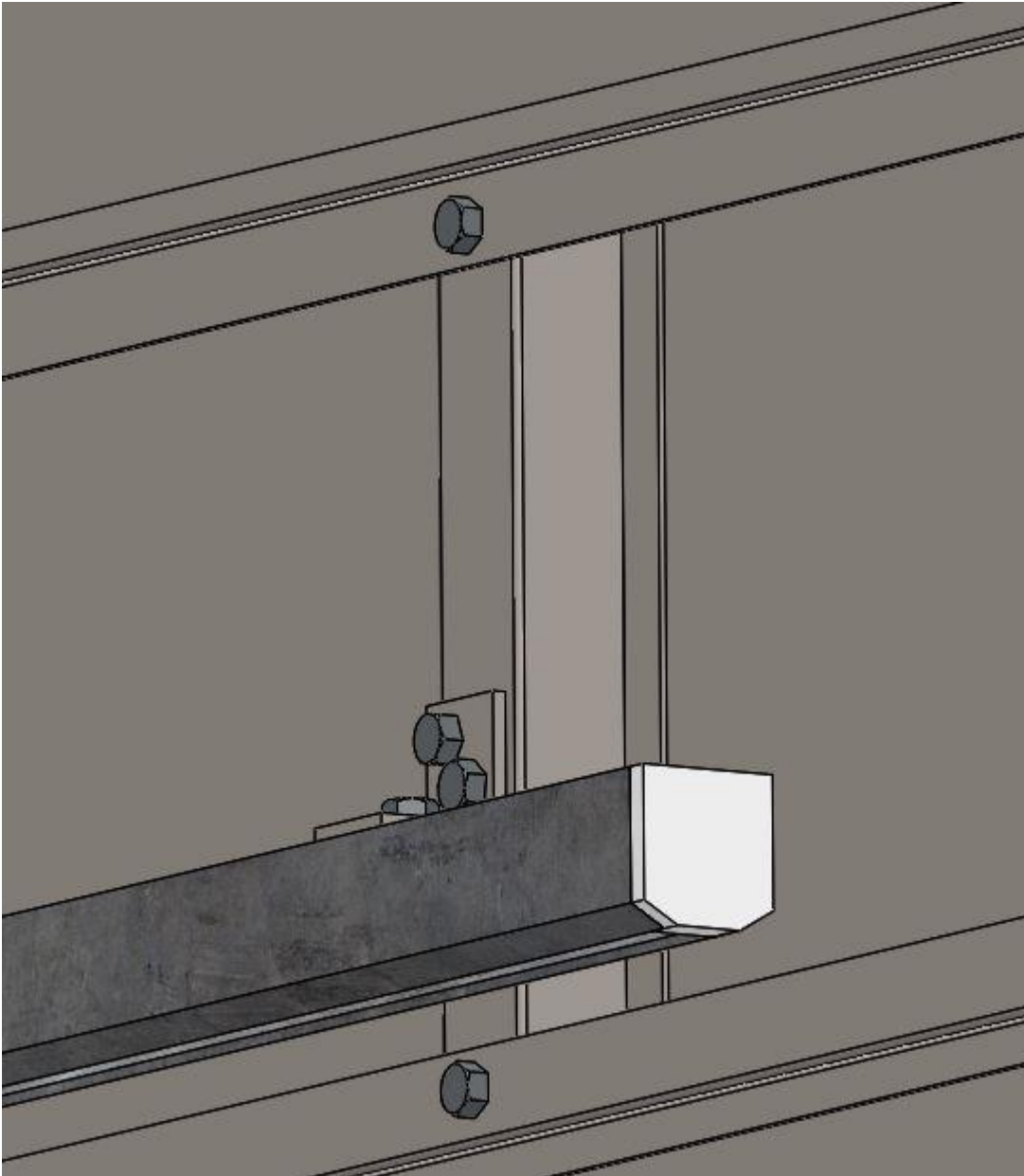


KUVA 18. Maalauskaapin katto.

### 6.3.6 Maalauskaapin ovet

Maalauskaapin ovien kiinnitykset suunniteltiin myös helposti liikuteltaviksi. Sivuseinissä ylhäällä olevat kapeat seinäelementit toimivat liukuoven kiskon kiinnityspaikkana. Tähän elementtiin kiinnitetään erikseen valmistettu kiinnityspala, joka menee pitkän paneelin pokkausten sisäpuolelle ja kiinnitetään ulkopokkauksesta, esimerkiksi itsestään porautuvalla ruuvilla. Kiinnityspalat voidaan asentaa pituussuun-

nassa mihin kohtaan tahansa. Tämä mahdollistaa oven asentamisen koko maalauskaapin sivun pituudelle, sen mukaan mihin kohtaan oviaukko halutaan. Kuvassa 19 nähdään kiinnityspalan kiinnitys ja liukuoven kiskon kiinnitys.



KUVA 19. Liukuoven kiskon kiinnitys.

Kuvassa 20 nähdään ovi paikalleen asennettuna. Oven liukukisko voi olla mitaltaan mikä tahansa, koska kiinnityksen muunneltavuus sekä pituus- että korkeussuunnassa on mahdollista. Tässä mallissa on käytetty yhden rautakaupasta löytyvän liukukiskon mitoitusia. Kuvassa ovi on asennettu vasenkätisesti, mutta se voidaan asentaa myös oikeakätiseksi.



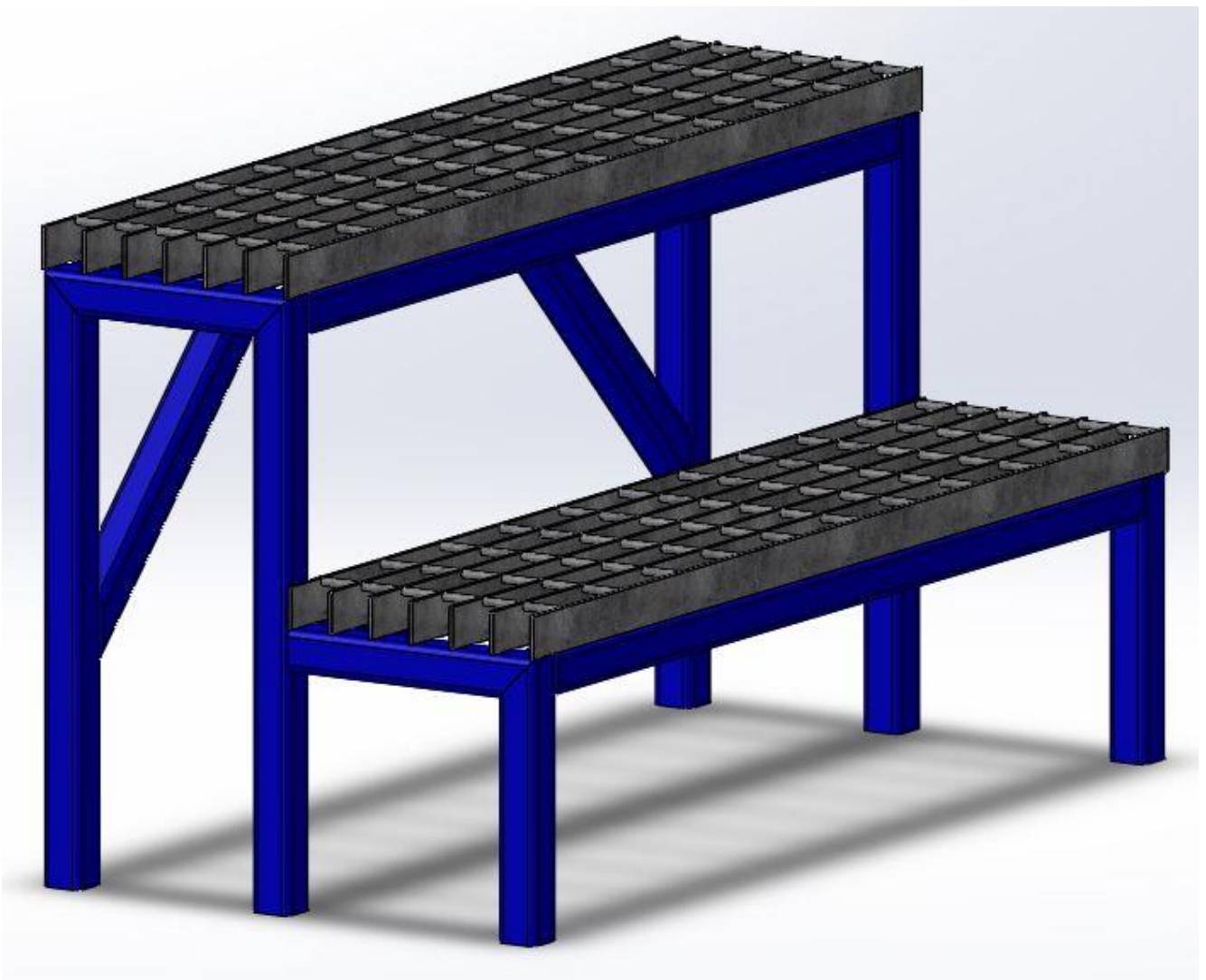
KUVA 20. Ovi paikalleen asennettuna.

### 6.3.7 Portaat

Yleisohje portaiden mitoitukseen on, että portaiden nousu ei saisi ylittää 190 millimetriä ja etenemän tulisi olla yli 250 millimetriä. Teollisuusrakentamisessa määräykset eivät ole aivan yhtä tiukat. Yleisesti pidetään portaiden mielekästä kulkemista, eli askelrytmiä tärkeänä. Askelrytmin laskemiseen löytyy yksinkertainen kaava jolla voidaan laskea mikä tulisi olla portaiden etenemä suhteessa nousuun. Kaava on  $2 * \text{nousu} + \text{etenemä} \approx 630 \text{ mm}$ . Ulkoportaissa ja teollisuudessa luku voi olla suurempikin, ei kuitenkaan yli 660 millimetriä. (Finlex, 2001.)

Portaat pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisina ja kevyinä jotta niiden mahdollinen siirtäminen olisi helpompaa. Portaista tulee kaksi askelmaiset ja niiden kokonaiskorkeus on 460 millimetriä. Jos portaiden tai huoltotasojen korkeus ylittää 500 millimetriä, on niihin suunniteltava ja rakennettava kaikeet (Finlex, 2001).

Kuvassa 21 on esitetty maalauskaappiin tulevat irralliset portaat. Portaiden etenemä on 200 millimetriä ja nousu 230 millimetriä. Sijoitetaan arvot kaavaan  $2 * 230\text{mm} + 200\text{mm} = 660\text{mm}$ . todetaan, että askelrytmi on sopiva.

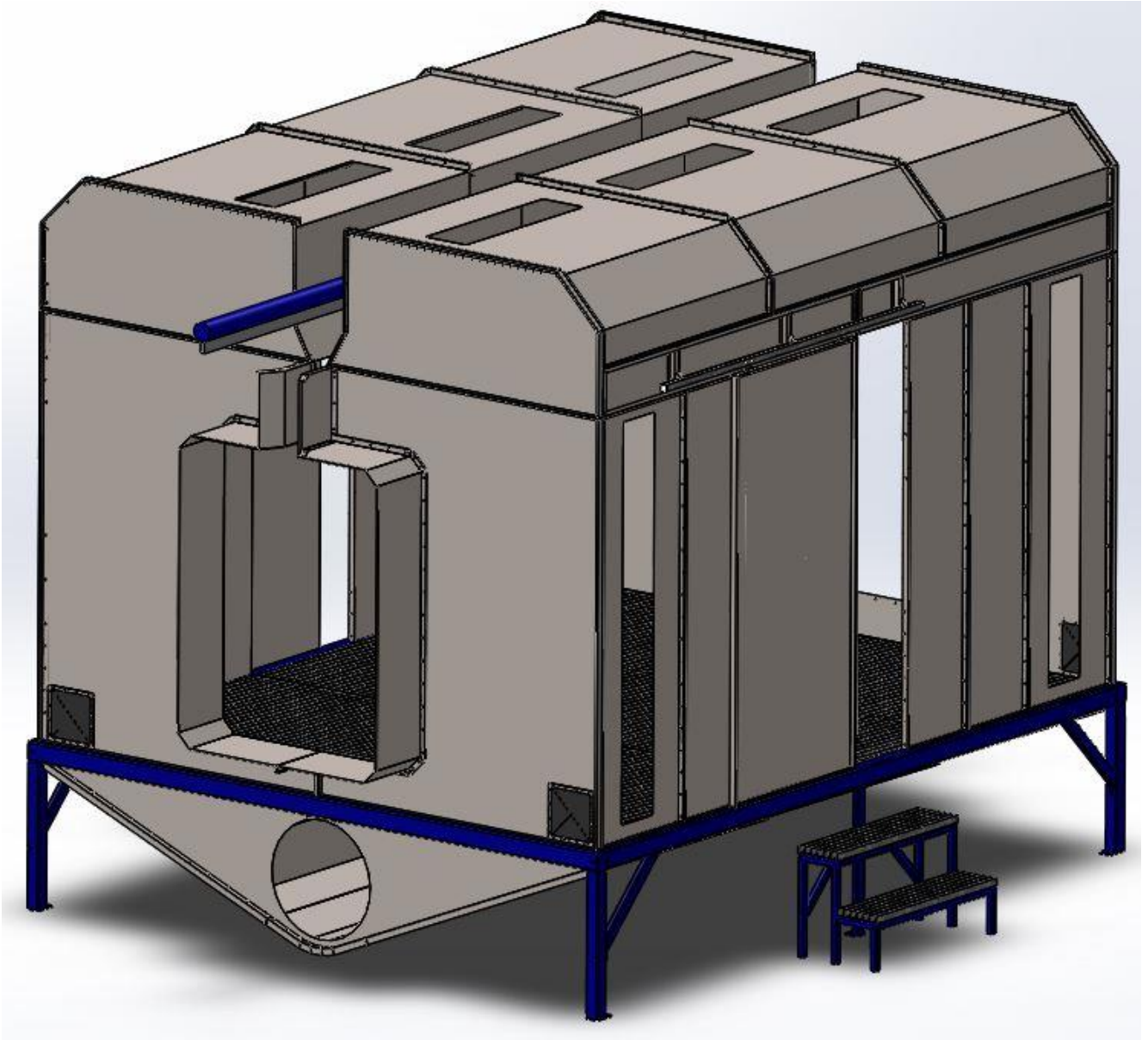


KUVA 21. Portaat.



### 6.3.8 Valmis maalauskaappi

Kuvassa 22 maalauskaappi on valmis. Kuvaan on lisätty myös kuljetinta havainnollistava osa, joka näkyy kuvassa maalauskaapin ylhäällä, keskellä.



KUVA 22. Maalauskaappi valmiina.

### 6.3.9 Peltiosien erittely

Taulukosta 1 nähdään kaikki peltiosat, niiden pinta-alat ja painot. Peltiosien pinta-alat on saatu suoraan SolidWorks ohjelmasta, joka laskee ne automaattisesti. Laskuissa ei ole otettu huomioon hukkaneliöitä. Painon laskennassa on käytetty ruostumattoman teräksen ominaispainoarvoa, joka on 7,9 kg/dm<sup>3</sup>.

Nimike	m <sup>2</sup> /kpl.	kg./kpl.	kpl.	m <sup>2</sup> /yht.	kg./yht.
Kattopelti 1	2,3431	27,77	4	9,3724	111,06
Kattopelti keski	2,3530	27,88	2	4,7059	55,77
Kitapelti	0,1223	1,45	4	0,4890	5,80
Letkuaukon kehys	0,0124	0,15	4	0,0495	0,59
Liukukiskon kiinnityspala	0,0205	0,24	6	0,1232	1,46
Ovi	1,6305	19,32	2	3,2609	38,64
Pohja 1 keski	1,5734	18,64	2	3,1468	37,29
Pohja 1 O ja V	1,5852	18,78	4	6,3409	75,14
Pohja 2	0,7276	8,62	2	1,4553	17,24
Pohja 2 keski	0,7216	8,55	1	0,7216	8,55
Poistoilman jakopellin tuki	0,0567	1,34	3	0,1701	2,02
Poistoilman jakopelti	1,8322	21,71	2	3,6644	43,42
Päätypelti ala	0,9596	11,37	1	0,9596	11,37
Päätypelti ala i	0,7633	9,04	1	0,7633	9,04
Päätypelti O ja V	2,0357	24,12	4	8,1429	96,49
Päätypelti ylä O ja V	0,8681	10,29	4	3,4725	41,15
Sivuseinä 400	0,8796	10,42	8	7,0367	83,39
Sivuseinä 500	0,8112	9,61	4	3,2449	38,45
Sivuseinän yläosa O ja V	0,5113	6,06	4	2,0453	24,24
Suuaukon pelti O ja V	0,7658	9,07	2	1,5315	18,15
Suuaukon pelti viist. O ja V	0,8227	9,75	2	1,6454	19,50
<b>Yhteensä</b>			<b>66</b>	<b>62,34</b>	<b>738,76</b>

TAULUKKO 1. Peltiosien painot ja pinta-alat.

## **7 UUDEN MAALAUSSKAAPIN MITAT JA PIIRUSTUKSET**

Suunnitelluista osista tehdään työpiirustukset valmistusta varten. Kaikki piirustukset tehdään Solid-Works ohjelmalla. Peltiosista tehdään levityskuvat ja leikkauskuvat. Leikkauskuvat ovat kaksiulotteiset kuvat pokkaamattomista peltiosista ja levityskuvat ovat ohjeet leikattujen peltiosien särmäämiseen. Rungon osista tehdään työpiirustukset konepajalle osien valmistamista varten.

### **7.1 Uuden maalauskaapin mitat**

Uuden maalauskaapin mitat ovat: pituus 3500 millimetriä, leveys 2900 millimetriä ja korkeus lattiatasosta 3078 millimetriä. Uuden kaapin sisämitat ovat: pituus 3380 millimetriä, leveys 2780 millimetriä ja korkeus ritilätasosta 2348 millimetriä. Kaapin tilavuudeksi tulee  $3,38 \text{ m} \times 2,78 \text{ m} \times 2,348 \text{ m} = 22 \text{ m}^3$ .

Uuden maalauskaapin aukkojen kokonaismäärä kasvaa  $7,23 \text{ m}^2$ :stä  $7,67 \text{ m}^2$ :iin. Vaikka kaapin aukkojen lukumäärä kasvaa uusien kattovalaisimien myötä, aukkojen pinta-alalla mitattava kasvu ei ole kovin iso, koska oviaukot pienenevät huomattavasti.

### **7.2 Rungon piirustukset**

Rungon osia koskevissa piirustuksissa on esitetty osien valmistamista varten kaikki tärkeät mitat ja hitsausaummat, sekä osaluettelot. viimeinen piirustus on kokoamisohje jossa ei ole esitetty mittoja. Työn tilaaja haluaa salata yksityiskohtaiset piirustukset.

### **7.3 Leikkauskuvat**

Leikkauskuvista löytyy peltiosien tarkat leikkausmitat. Työn tilaaja haluaa salata yksityiskohtaiset piirustukset.

## 7.4 Levityskuvat

Levityskuvista löytyy leikattujen peltiosien särmäysmitat, -kulmat ja -suunnat. Työn tilaaja haluaa salata yksityiskohtaiset piirustukset.

## LÄHTEET

Aa-tekno, 2016. Jauhemaalauus, pulverimaalaus, polttomaalaus. Saatavissa: <http://www.aa-tekno.fi/jauhemaalauuslaitteet/jauhemaalauus/>. Viitattu 18.5.2016.

Premec, 2014. Yhteistyökumppaniksi korkealaatuisessa ohutlevymekaniikassa. Saatavissa: [http://www.premec.fi/Premec\\_esite\\_2014/#/1/](http://www.premec.fi/Premec_esite_2014/#/1/). Viitattu 15.4.2016.

Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2001. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen käyttöturvallisuudesta. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/6376-F2.pdf>. Viitattu 10.5.2016.

Tukes, 2003. ATEX räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus. Saatavissa: [http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset\\_aineet/esitteet\\_ja\\_opaat/ATEX\\_opas.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/vaaralliset_aineet/esitteet_ja_opaat/ATEX_opas.pdf). Viitattu 18.4.2016.

Työ- ja elinkeinoministeriö, 2014. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/34/EU. Saatavissa: [https://www.tem.fi/files/31939/ATEX-direktiivi\\_%282%29.pdf](https://www.tem.fi/files/31939/ATEX-direktiivi_%282%29.pdf). Viitattu 20.4.2016.

Työterveyslaitos, 2009. Ruiskumaalaus ja -lakkaus. Saatavissa: [http://www.ttl.fi/fi/malliratkaisut/ris-kienhallinnan\\_malliratkaisut/metalli\\_ja\\_autoala/Documents/Malliratkaisu\\_Ruiskumaalaus\\_ja\\_lakkaus.pdf](http://www.ttl.fi/fi/malliratkaisut/ris-kienhallinnan_malliratkaisut/metalli_ja_autoala/Documents/Malliratkaisu_Ruiskumaalaus_ja_lakkaus.pdf). Viitattu 17.5.2016

Uuden maalauskaapin suunnittelu.

Sakari Martin

0500 431208

Tarkoituksena on opinnäytetyönä suunnitella linjallenne uusi maalauskaappi.

Kerro mielipiteesi vanhasta kaapista ja toiveita uuden kaapin suhteen.

1. Toiveet uuden kaapin suhteen?

VALAISTUS : SIROSEINÄ JA KATTO  
poikallinen radan pysäytys nappi  
korkeampi oviaukko  
REIKÄ KETKUILLE JA MAALIRUISKULLE  
MAHDOLLISUUS LASKEA LATTIAA

2. Vanhassa kaapissa hyvää / huonoa?

IMU on hyvä

3. Muita havaintoja / toiveita joita pitäisi suunnittelussa ottaa huomioon?

KOHOKOHTA (PORTAAT / TASAUNE)

Uuden maalauskaapin suunnittelu.

Sakari Martin

0500 431208

Tarkoituksena on opinnäytetyönä suunnitella linjallenne uusi maalauskaappi.

Kerro mielipiteesi vanhasta kaapista ja toiveita uuden kaapin suhteen.

1. Toiveet uuden kaapin suhteen?

Hyvä valaistus että mahdollisimman vähä  
täll's varjostamia.

2. Vanhassa kaapissa hyvää / huonoa?

ima hyvä Pienuus huonoa kaapissa

3. Muita havaintoja / toiveita joita pitäisi suunnittelussa ottaa huomioon?

seinistä läpiviennit paineilma letkulle