



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# LÄMMITETTÄVÄN LIIMASÄILIÖN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

VM-Eristyspalvelu Oy

TEKIJÄ: Kari Tuhkanen  
EKK9SS

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Kari Tuhkanen			
Työn nimi Lämmitettävän liimasäiliön suunnittelu ja valmistus			
Päiväys	16.5.2013	Sivumäärä/Liitteet	21
Ohjaaja(t) yliopettaja Esa Hietikko			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) VM Eristyspalvelu Oy			
Tiivistelmä			
<p>Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja valmistaa lämmitettävä liimasäiliö ajoneuvokäyttöön. Säiliön tärkeimmiksi ominaisuuksiksi lukeutuvat lämmitys ja helppokäyttöisyys.</p> <p>Suunnittelu toteutettiin yhteistyössä VM Eristyspalvelun Oy:n työntekijöiden kanssa. Suunnittelussa käytettiin apuna Solidworks-mallinnusohjelmaa. Säiliö suunniteltiin asiakasyrityksen toiveiden mukaan, koska VM Eristyspalvelu Oy:n osatavoitteena on kehittää työssä tarvittavia apuvälineitä.</p> <p>Säiliö valmistettiin asiakasyrityksen tiloissa opinnäytetyön tekijän toimesta. Osa säiliön osista hankittiin alihankintayrityksiltä. Säiliön ulkopinta on maalattua teräslevyä, välissä on 50 mm polyuretaanieriste ja sisäpinta on polypropeenimuovia. Säiliön lämmitysenergian lähde on sähkövastus, joka lämmittää propyleeniglykoli-liuosta. Liuos pumpataan kupariseen putkilämmönvaihtimeen joka luovuttaa lämpöenergiaa liimaan. Liimaseoksen lämmittämällä estetään liiman jäätyminen sekä nopeutetaan liiman kuivumista.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin energiatehokas ja ominaisuuksiltaan räätälöity apuväline puhalluseristeen asennukseen.</p>			
Avainsanat: kuorma-auto, puhallusvilla, eristys, lämmitys, lämmönvaihdin			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Industrial Engineering and Management			
Author(s) Kari Tuhkanen			
Title of Thesis Heated glue tank			
Date	16.5.2013	Pages/Appendices	21
Supervisor(s) yliopettaja Esa Hietikko			
Client Organisation /Partners VM Eristyspalvelu Oy			
<p>Abstract</p> <p>Subject of this thesis was to design and manufacture heated glue tank for vehicle use. The tank's main features include heating and easy of use.</p> <p>The design was carried out cooperation with VM Eristyspalvelu Oy employees. The design was used for SolidWorks modeling software. The tank was designed to VM Eristyspalvelu. VM Eristyspalvelu Oy one of the targets of work is to develop the necessary tools.</p> <p>The tank has made customer's premises by the author of the thesis. Some of the components were purchased from different companies. Tank outer shell is made of painted sheet steel, with 50 mm thick polyurethane rigid foam and the inner surface of the polypropylene plastic. The tank heating source is an electrical resistance heater that heats the propyleneglycol liquid. The solution is pumped into the copper tube heat exchanger which transfers the heat energy to the adhesive. The adhesive mixture was heating to keep the adhesive from freezing in cold weather and for speeding up the adhesive drying.</p> <p>Thesis resulted in an energy-efficient and performance tool tailor-made for blowing the insulation installation.</p>			
Keywords: Transport, heating,blowing insulation, insulation			
Public			

## ALKUSANAT

Tahtoisin kiittää yliopettaja Esa Hietikkoa tämän opinnäytön ohjauksesta.

Tahdon kiittää myös VM Eristyspalvelu Oy:n toimitusjohtaja Heikki Mannista sekä hallituksenpuheenjohtaja Pekka Venäläistä yhteistyöstä ja mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyötä heidän yrityksensä tiloissa.

Kuopiossa 12.5.2013

Kari Tuhkanen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	TYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	7
3	SUUNNITTELU JA OSIEN VALMISTUS.....	8
3.1	Eristys.....	8
3.2	Lämmitys .....	9
3.3	Lämmityksen rakenne .....	11
3.4	Säiliön rakenne .....	12
3.4.1	Ulkokuori .....	12
3.4.2	Sisäsäiliö .....	14
3.5	Säiliön kannakkeet .....	15
3.6	Lisälaitteet.....	15
4	VALMISTUS.....	16
4.1	Maalaus.....	16
4.2	Kokoonpano .....	17
4.2.1	Sisäsäiliön kokoonpano.....	17
4.2.2	Eristeiden asennus .....	18
4.2.3	Ulkokuoren koonpano.....	19
5	YHTEENVETO.....	20
	LÄHTEET .....	21

## 1 JOHDANTO

Rakennustekniikan ekologisuus- ja energiatehokkuusvaatimusten kehittyessä on nähty tarpeelliseksi kehittää tehokas ja ekologinen eriste. Ekovilla Oy on vastannut kysyntään puukuitueristeellä. Ekovilla Oy:n valikoimissa on puhallettavaa ja levymuotoista puukuitueristettä, mutta tässä työssä keskitytään puhallettavaan eristeeseen ja sen asennuksessa havaittuihin ongelmiin.

Kun villaa puhalletaan pystysuorille pinnoille, tarvitaan sidonta-aineita. Sidonta-aineilla estetään villan painuminen ja varmistetaan energiatehokkuuden säilyminen. Sidonta-aineena käytetään vesipohjaista liimaseosta. Liimaseosta voidaan tarvita asennuskohteen laajuuden mukaan jopa 700 l työpäivän aikana.

Liima varastoidaan asennustyön ajaksi vanerista ja muovista rakennettuun säiliöön, joka on kuorma-auton kontissa. Kontti on varattu villan asennusaikaiseen varastointiin, joten hyötytilavuutta jää käyttämättä. Nykyisen liimasäiliön pahimpia puutteita ovat eristys, lämmitysratkaisut sekä iso tilavuus.

Liimasäiliön kehittäminen todettiin tarpeelliseksi VM Eristyspalvelu Oy:ssä jo muutamia vuosia sitten. Nykyisen säiliön ongelmat on tiedostettu jo yrityksen alkuvaiheessa, mutta resurssit suunnitella ja teettää uusi säiliö ovat olleet olemattomat

Tässä työssä oli tavoitteena suunnitella ja kehittää uusi paranneltu liimasäiliö, joka on asiakkaan vaatimusten mukainen. VM Eristyspalvelu Oy:n vaatimuksena on sisällyttää uuden säiliön rakentamiseen kaikki liiman käytössä tarvittavat laitteet: putket, letkut ja lämmitysyksikkö.

## 2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Työn lähtökohtana oli parantaa käytössä tarvittavaa liimasäiliötä tai suunnitella kokonaan uusi. Jo alkuvaiheessa kävi selväksi, että aloitetaan uuden säiliön suunnittelu. Säiliö piti saada pois kuorma-auton kontista, että saataisiin lisää tilaa villalle. Liima oli ennen lämmitetty hallilla ja asennuskohteeseen lähtiessä liimasäiliö oli nostettu kuorma-auton eristämättömään konttiin. Tästä syystä ongelmana pitkillä siirtymillä oli liiman jäähtyminen. Asennuskohteessa on yleensä ollut mahdollisuus lämmittää liimaa, mutta säiliön heikko eristävyys ja heikko lämmitys johtivat siihen, että liima ei lämmennyt riittävästi asennuspaikalla. Tämän seurauksena kovilla pakkasilla seiniä puhallettaessa liima pyrki jäätymään liimaputkistoon.

Vanha säiliö on tilavuudeltaan  $1 \text{ m}^3$ . Säiliöön on rakennettu uretaanista eristys, mutta siinä on paljon kylmäsiltoja. Vanhan säiliön lämmitys hoitui liimaseokseen upotettavalla vastuksella. Vastuksen pintalämpötila oli niin suuri, että liimaseos paloi vastukseen kiinni ja lämmitysteho heikkeni. Lisäksi liiman sekaan jäi palaneen liiman jäänteitä, mikä tukki liimanlevityssuuttimen.

Tavoitteeksi asetettiin kontin ulkopuolelle sijoitettu säiliö, johon on integroitu nestekiertoinen lämmitys. Säiliön pitää omata hyvä eristyskyky ja sitä on oltava vaivaton käyttää. Säiliön pitää olla mahdollisimman helposti irrotettava ja trukilla siirrettävä. Säiliön pitää kestää maantien kemikaalikuormitus, liimaseoksen vaikutukset ja normaali väärinkäyttö. Säiliö täytyisi pystyä huoltamaan ja osat vaihtamaan. Säiliön ihannetilavuudeksi asiakas ilmoitti  $0,7 \text{ m}^3$ .

Opinnäytetyössä asiakasyrityksenä oli VM Eristyspalvelu Oy. VM Eristyspalvelu Oy on perustettu vuonna 2010. Yrittäjinä toimivat Heikki Manninen ja Pekka Venäläinen. Yritys toimii Ekovilla Oy:n palveluyrittäjänä Pohjois-Savon alueella. Asiakkaita ovat kotitaloudet, talotehtaat ja rakennusliikkeet

Muovituotteet toimitti Samplastic Oy. Terästuotteita ostettiin Pellesmäen autohuolto H&H Nissinen Ay:ltä, säiliön hiekkapuhalsi Suomen Pintapuhallus Oy, vastukset ja putkituotteet toimitti Onninen Oy ja tarvikkeita hankittiin Puuilo Oy:stä ja Motonet Oy:stä.

### 3 SUUNNITTELU JA OSIEN VALMISTUS

Säiliön suunnittelu aloitettiin mittaamalla säiliön sijoituspaikan tilavuus. Eristepaksuus optimoitiin ja muu rakenne suunniteltiin käyttöä kestäväksi. Kaiken suunnittelun perustana oli tila, johon säiliö oli tarkoitus sijoittaa. Tila piti käyttää tehokkaasti hyväksi, että saatiin asiakkaan vaatimukset täytettyä. Säiliöön ei haluttu ylimääräisiä poteroita tai ulokkeita, joiden avulla tilavuutta olisi voitu kasvattaa, syynä tähän oli kustannukset. Säiliön mallinnus ja piirustukset tehtiin Solidworks-ohjelmistolla. Säiliön lopullinen hyötytilavuus on 0,62 m<sup>3</sup>

#### 3.1 Eristys

Johtuminen ainekerroksessa

$$\phi = \frac{A\theta}{R} = \lambda A \frac{\theta}{d} \quad (1)$$

$\lambda$  = lämmönjohtavuus

$$[\lambda] = \frac{W}{m \cdot K} \quad (2)$$

$\theta = T_1 - T_2$  = pintalämpötilojen erotus

$d$  = ainekerroksen paksuus

$R = \frac{d}{\lambda}$  Ainekerroksen lämmönvastus

$$[R] = \frac{m^2 K}{W} \quad (3)$$

Uretaanieristeen lämmönjohtavuus  $\lambda = 0,026$  (Ekovilla 2013.)

Uretaanieristeen U-arvot eri eristepaksuuksilla.

$$[U] = \frac{W}{m^2 \cdot K} \quad (4)$$

$$50\text{mm} \quad 0,49 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$80\text{mm} \quad 0,28 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$100\text{mm} \quad 0,23 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Edellä esitetty eristepaksuuden vaikutus lämmönjohtavuuteen.

Eristeen läpi siirtyvä lämmitysteho ts. ylläpitolämmityksen vaatima teho erilaisilla eristepaksuuksilla.

$$\phi_{50\text{mm}} = UA(T_1 - T_e) = 0,49 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 6m^2 \cdot 80^\circ\text{C} = 235,2W$$

$$\phi_{80\text{mm}} = UA(T_1 - T_e) = 0,28 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 6m^2 \cdot 80^\circ\text{C} = 134,4W$$

$$\phi_{100\text{mm}} = UA(T_1 - T_e) = 0,23 \frac{W}{m^2 \cdot K} \cdot 6m^2 \cdot 80^\circ\text{C} = 110,4W$$



Eristeen läpi johtuva lämmitysteho ts. ylläpitolämmityksen vaatima teho laskettuna uretaanieristeen  $\lambda$  – arvoon perustuen.

$$\dot{Q} = \lambda A \frac{\theta}{d} = 0,026 \frac{W}{m \cdot K} \cdot 6m^2 \cdot \frac{85K}{0,05m} = 256,2W$$

Laskennassa ei ole huomioitu sisä- eikä ulkosäiliön erityiskykyä, joten todellinen eristyskyky on hiukan parempi



KUVA 1. Säiliön rakenne eliminoi kylmäsiltojen mahdollisuuden. (Kari Tuhkanen 2013.)

### 3.2 Lämmitys

Lasketaan lämpöenergian tarve kun 660kg liimaseosta lämmitetään 50°C astetta korkeampaan lämpötilaan.

$m$  = massa

$\Delta T$  = lämpötilan muutos

Veden ominaislämpökapasiteetti  $c = 4,19 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$

Lämpöenergia  $Q$

$$[Q] = J \tag{5}$$

$$[J] = 1kg \cdot \frac{m^2}{s^2} = 1Ws \rightarrow 1Ws \cdot 3600 = 1Wh$$

Tulos perustuu olettamukseen, että vesi-liima seoksen ominaislämpökapasiteetti on sama kuin vedellä.

Lämpöenergia  $Q$ ,

$$Q = mc\Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \cdot 660\text{kg} \cdot 50^\circ\text{C} = 138270\text{kJ}$$

Jaetaan lämpöenergia ajalla, saadaan tarvittu energiamäärä.

$$\frac{138270\text{kJ}}{3600\text{s}} = 38,41\text{kWh}$$

Lasketaan eristeen vuotama lämpöenergia:

$$235.2\text{W} \cdot 12\text{h} = 2822,4\text{Wh} \rightarrow 2,8\text{kWh}$$

Todellinen lämmitykseen käytettävä energiamäärä on

$$38,41\text{kWh} + 2,8\text{kWh} = 41,2\text{kWh}$$

Energiantarve jaettuna 12 tunnilla, joka on asiakkaan ilmoittama maksimilämmitys aika. Saadaan tarvittavaksi lämmitystehoksi

$$\frac{41,2\text{kWh}}{12\text{h}} \approx 3,43\text{kW}$$

Todellinen lämmitysvastuksen teho on oltava n.  $5\text{ kW}$ , koska laskennassa todellisten häviöiden huomioiminen on erittäin haastavaa.

Lasketaan lämmönvaihtimen mitoitus. Lämmönvaihdin 12mm kupariputkea, seinämänvahvuus 1mm.

Kuparin lämmönjohtavuus,  $\lambda = 393$

Lämmön johtuminen kupariputkessa

$$\phi = \lambda A \frac{\theta}{d} = 393 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot x \cdot \frac{60\text{K}}{0.001\text{m}} = 10000\text{W}$$

ratkaistaan putken pinta-ala

$$x = \frac{10000\text{W}}{393 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot \frac{60\text{K}}{0.001\text{m}}} = 0,000424\text{m}^2$$

sekä putken pituus,

$$0,01m \cdot \pi \cdot x = 0,000424m^2$$

$$x = \frac{0,000424m^2}{0,01m \cdot \pi} = 0,0135m \rightarrow 13,5mm$$

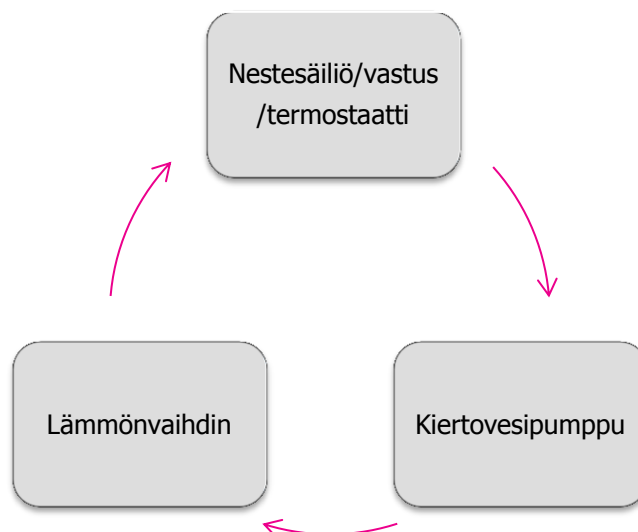
Koska lämmitettävän nesteen lämmönjohtavuus ei ole yhtä hyvä kuin kuparilla, ja nesteen määrä on iso, pyritään lämmönvaihtimen pinta-alasta saamaan mahdollisimman suuri. Jos laitetaan 30 m halkaisijalla 10 mm olevaa kupariputkea, saadaan pinta-alaksi

$$0,01m \cdot \pi \cdot 30m = 0,942m^2$$

### 3.3 Lämmityksen rakenne

Lämmityksen lämmönlähde on 4,5 kw Lämpöparoni sähkövastus joka siirtää jäähdytysnesteen välityksellä lämpöenergiaa liimaseokseen.

Vastus on 10l nestesäiliössä josta kiertovesipumppu kierrättää nestettä lämmönvaihtimeen ja lämmönvaihdin siirtää lämpöenergiaa nesteeseen. Vastus on varustettu termostaatilla ylikuumenemisen ehkäisemiseksi. Kiertovesipumppu pumppaa aina kun lämmitys on kytketty päälle, vastus saattaa joskus kytkeytyä hetkeksi pois nestesäiliön lämmitessä liikaa. Ideana on se, että nestesäiliössä on aina +90 °C asteinen neste, lämmönvaihtimeen ajetaan niin kuumaa nestettä kuin pystytään. Näin saadaan liima lämpiämään nopeammin. Lämmönvaihdin on halkaisijaltaan 12 mm kupariputkea, jota on säiliössä 25 m. (KUVA 2)



Kaavio 1. Lämmityksen periaate



KUVA 2. Lämmönvaihdin asennusvalmiina. (Kari Tuhkanen 2013.)

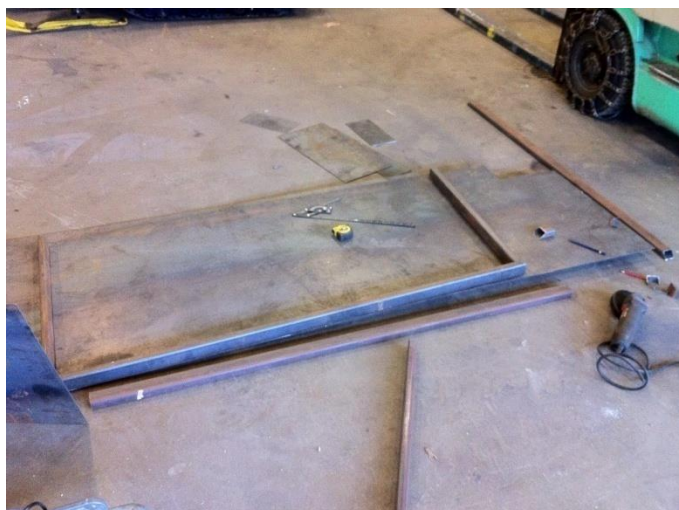
### 3.4 Säiliön rakenne

Rakenteen vaivattoman käytön kannalta päädyttiin kaksikuorirakenteeseen, jossa sisäsäiliö on hitsattu muovisäiliö. Ulkokuori on maalattua teräslevyä hitsattuna rakenteena. Säiliön etuseinä on irrotettava säiliön huoltoa varten. Kuorien välissä on eristeenä 50 mm polyuretaanilevy. Säiliön sisälle tulee osittainen tukirakenne neliöputkesta, millä minimoidaan säiliön elämistä ääritilanteissa. Putkikehikon rakenne eliminoi myös kylmäsiltojen mahdollisuuden. (KUVA 1)

#### 3.4.1 Ulkokuori

Ulkokuoren materiaaleja mietittäessä nousi teräs ainoaksi vaihtoehdoksi. Teräksinen ulkokuori valmistetaan 3mm levyistä, koska tällä ainevahvuudella päästään tarvittavaan jäykkyyteen painon suuremmin kärsimättä. Ulkokuoren painoksi Solidworks laskee 265 Kg. Teräskuori on korjattavissa kohtuullisin kustannuksin, koska sen korroosionestokäsittelyyn ja hitsaukseen soveltuvat välineet ovat helposti saatavissa.

Säiliön tilavuus pyrittiin maksimoimaan sille varattuun tilaan. Säiliön muoto on hyvin funktionaalinen, koska se on kustannustehokkaampi ja helpompi valmistaa.



KUVA 3. Leikatut teräslevyt. (Kari Tuhkanen 2013.)

Teräskuoren rakenne koostuu levyleikkurilla leikatuista teräslevyn osista. (KUVA 3) Osat hitsataan MAG-hitsausmenetelmällä suunnitelmien mukaisesti. Osa hitsausliitoksista olisi voitu korvata särmäyksillä, mutta valmistettaessa yksittäiskappaletta se oli tarpeetonta. Kuoren etuseinä jää irrotettavaksi siten, että se kiinnitetään ruuveilla tukirakenteeseen ja tiivistetään liimamassalla. Näin sisäosien irrotettavissa ja huollettavissa.

Teräksen huonoihin puoliin kuuluu herkkyys korroosiolle, mutta rakenne on pyritty suunnittelemaan ja valmistamaan niin, että tarpeettomia ja ylimääräisiä liankerääntymiseen sopivia koloja ei tulisi. Liankerääntyminen lisää korroosioalttiutta. Pintakäsittely tehdään maalaamalla. Esikäsittelyä teräskuorelle tehdään hiekkapuhallus.



KUVA 4. Säiliön teräsosat sovitettuna toisiinsa. (Kari Tuhkanen 2013.)





KUVA 5. Liimasäiliön sisäsäiliö koesovituksessa. (Kari Tuhkanen 2013.)

### 3.4.2 Sisäsäiliö

Sisäkuoren materiaalin vaatimuksena oli hyvä korroosionkesto käsittelemättömänä, keveys ja helppo muovattavuus. Loppuvaiheessa valinta piti tehdä ruostumattoman teräksen ja muovin välillä. Vaikka ruostumattomasta teräksestä valmistetussa säiliössä olisi ollut monta hyvää puolta verrattuna muovista valmistettuun säiliöön. Tarjouspyynnön jälkeen valinnassa oli helppo päätyä Samplastic Oy:n toimittamaan muovisäiliöön. Muovinen säiliö on kevyt, kemiallisesti kestävä ja ylimääräinen eristyskykykin on toivottu asia.

Samplastic valmisti säiliön 3 mm paksusta polypropeenilevystä. //KUVA 6// Säiliö valmistettiin hitsaamalla leikatut levyt säiliön muotoon. Säiliö voitiin valmistaa ohuesta 3 mm levystä, koska sitä ei tarvitse käyttää ilman ulkosäiliön tukea. Säiliön pintaan tehtiin iso huoltoluukku, joka helpotti lämmönvaihtimen asennusta säiliön pohjaan. Huoltoluukku kiinnitettiin ruuveilla ja tiivistettiin liimamassalla. Säiliön täyttöaukko on halkaisijaltaan 125 mm kierrekorkki.

Eristeen muodostama levymäinen tuki sisäsäiliön ulkopinnassa takaa nesteen painevaikutuksen eliminoinnin.



KUVA 6. Polypropeenista valmistettu sisäsäiliö (Kari Tuhkanen 2013.)

### 3.5 Säiliön kannakkeet

Säiliön kannakkeiksi valikoitui hyvän saatavuuden vuoksi 80 x 80 x 5 RHS-palkki, joille tehtiin tupet säiliön yläpintaan. Näitä liukuja pitkin säiliö saadaan helposti irrotettua kuorma-autosta. Säiliön teräsrungon tukirakenne liittyy näihin tuppeihin, joten teräskuoren ei tarvitse kannatella koko kuormaa.

### 3.6 Lisälaitteet

Säiliön rakenteeseen integroitiin liiman levityksessä käytettävä paineensäädin, letkukela ja liimapumppu. Laitteet siirretään uuteen säiliöön vanhasta liimasäiliöstä. Liimasäiliö toimii omana yksikkönään, joka voidaan tarvittaessa siirtää vaikka toiseen autoon ilman mittavia muutostöitä.

## 4 VALMISTUS

Säiliön levyosat leikkautettiin Pellesmäen autohuolto H&H Nissisellä Etelä-Kuopiossa. Säiliön hiekkapuhallus teetettiin Suomen Pintapuhallus Oy:ssä. Säiliön hitsauskokoontaminen, kokoontaminen ja maalaus suoritettiin VM Eristyspalvelun hallitiloissa opinnäytetyön tekijän toimesta. Levyosat leikattiin levyleikkurilla ja muutamat kaarevat kohdat leikattiin kulmahiomakoneella. Teräsosat hitsattiin MIG/MAG-menetelmällä. Säiliö on räätälöity komponenteille ja testattu ennen hiekkapuhallusta ja maalausta. Tällä voitiin varmistua osien sopivuudesta. //KUVA 5.// Jos säiliö olisi massatuotannossa, se kannattaisi suunnitella valmiiksi ja valmistaa suoraan sopivaksi kokoontamiseksi varten.

Säiliön teräsosat hitsattiin MIG/MAG-menetelmää käyttäen. Hitsauskaasu oli AGA:n argonin ja hiilidioksidin seos, kauppanimeltään Mison. Hitsauslanka oli 0,8 mm paksu, ja hitsauskone oli Kemppi MinarcMig.

### 4.1 Maalaus

Rakenteeseen haluttiin hyvä korroosionkestokyky, joten päädyttiin käyttämään Pellesmäen autohuollon suosittelemaa menetelmää säiliön pintakäsittelyssä. (Eero Tuhkanen.)

1. Säiliön hiekkapuhallus
2. Epoksipohjamaali
3. Polyuretaanipintamaali

Pellesmäen autohuolto käyttää tätä menetelmää kuorma-autojen lava- ja runkorakenteiden pinnoituksessa.

Menetelmän toimivuus perustuu epoksimaalin hyvään kosteuden hylkimiskykyyn, kun taas monet henkilöautoissa käytettävät ovat akrylipohjamaalit ovat hygroskooppisia eli vettä itseensä imeviä. Epoksipintamaali maalataan paksuksi kerrokseksi ja se kestää erinomaisesti iskuja ja mekaanista kulutusta.

Menetelmällä on saatu hyviä ja kestäviä tuloksia.





KUVA 7. Pohjamaalattu teräs rakenne. (Kari Tuhkanen 2013.)

## 4.2 Kokoonpano

Kokoonpano suoritettiin valmiille osille, kokoonpanovaiheessa joitan kiinnikkeitä piti räätälöidä komponenttien vaihduttua.

### 4.2.1 Sisäsäiliön kokoonpano

Muovisen sisäsäiliön mekaanisen kulutuksenkesto on huono. Lämmönvaihtimen asennuksen yhteydessä piti varmistua lämmönvaihtimen hankauksen minimoimisesta normaalikäytössä. Säiliön pohjalle asennettiin kiskot, joiden päälle putkilämmönvaihdin on taivutettu. Lämmönvaihdin on kiinnitetty muovikiskoon ruostumattomasta teräksestä valmistetulla pannalla sähkökemiallisen korroosion minimoimiseksi. //KUVA 8//

Sisäsäiliön läpiviennit on tehty messinkisillä putkiliittimillä joihin lämmönvaihdinputki kiinnittyy helmi-liitoksella. Sisäsäiliön ulkopuolelle jää letkuyhteet. //KUVA 9// Nämä letkuyhteet liittyvät lämmitystesäiliön letkuyhteisiin joustavalla kumiletkulla.



KUVA 8. Lämmönvaihdin asennettuna sisäsäiliöön. (Kari Tuhkanen 2013.)



KUVA 9. Letkuyhteiden asennus sisäsäiliön pintaan. (Kari Tuhkanen 2013.)

#### 4.2.2 Eristeiden asennus

Eristeiden tiiviys vaikuttaa rakenteen energiatehokkuuteen eniten. Uretaanilevy leikattiin tarkasti määrämmitoihin ennen asennusta. Uretaanilevyt liimattiin rakenteeseen uretaanivaahdolla riittävän tiiviiden aikaansaamiseksi. //KUVA 10//



KUVA 10. Eristelevyjen liimaus. (Kari Tuhkanen 2013)

#### 4.2.3 Ulkokuoren koonpano

Säiliön ulkokuori estää epäpuhtauksien pääsyn valmiin rakenteen sisään. Kokoonpanovaiheessa liitosten tiivistys ja tiiviiden tarkistus oli ensiarvoisen tärkeää. Säiliön etuseinä kiinnitettiin ruostumattomasta teräksestä valmistetuilla ruuveilla. Rakenteen rungon ja irrotettavan kannen väliin levitettiin liimatiivistemassa estämään veden pääsy rakenteen sisälle. Täyttöaukon kaulus tiivistettiin käyttämällä joustavaa liimatiivistemassaa.



Kuva 11. Säiliön kokoonpano. (Kari Tuhkanen 2013.)

## 5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytön tuloksena VM Eristyspalvelu Oy sai sille räätälöidyn laadukkaan liimasäiliön. Toivottavasti useiksi vuosiksi eteenpäin. Säiliön käyttöönoton myötä VM Eristyspalvelu Oy pystyy lisäämään puhallusvillan varastointikapasiteettia kuorma-autossa.

Lopullinen pintakäsittely suoritetaan täysin valmiille rakenteelle, mukaan lukien kuorma-auton muutokset.

Osa laitteista on sijoitettu ahtaasti koska nykyinen tila on rajallinen, mihin säiliö on mahdollista sijoittaa. Säiliön muodon monimutkaistaminen olisi antanut mahdollisuuden väljempään sijoitteluun.

Muodon monimutkaistaminen olisi johtanut kustannusten nousuun ja nykyistä suurempaan työmäärään. Kun alkuvaiheessa suunniteltiin säiliön sisäistä layout:ia, päätettiin pysyä mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa.

Säiliön komponentit on pidetty ns. rautakauppatavarana. Syy tähän on osien helppo saatavuus tulevaisuudessakin ja niiden edullisuus.

Kokoinaisuutena projekti on antanut lisäkokemusta ja ymmärrystä suunnittelun tarpeesta. Projekti on auttanut ymmärtämään, että perehtymällä tehtävään saa sellaisen tuloksen kuin haluaa.

## LÄHTEET

Finnfoam 2013 . Lämmöneristävyys. [verkkajulkaisu] Finnfoam Oy. [viitattu 27.5.2013]

Saatavissa: <http://www.finnfoam.fi/index.php?page=eba221feb039468465a6654be-2d8f96>

TUHKANEN, Eero 2013-01-29. Opiskelija. [haastattelu] [viitattu 27.5.2013] Kurkimäki: Sopenmäki

Tammertekniikka. Tekniikan kaavasto 2008. 6 uudistettu painos. Tampere: AmkKustannus Oy