

## Hydrauliikkasäiliötuoteperheen suunnittelu

Jani Karvonen

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Konetekniikka  
Insinööri(AMK)

KEMI 2013

## ALKUSANAT

Haluan kiittää LaVe Oy:n osapuolia ja toimeksiantajaa Markus Ahokasta, jotka olivat tekemisissä kanssani työtä tehtäessä. Koulun puolelta haluan kiittää opinnäytetyön valvojaa Lauri Kantolaa, joka tarmokkaasti kannusti minua opinnäytetyön aikana. Haluan myös antaa kiitokset Hydro Kemin väelle ansiokkaasta opastuksesta hydrauliiikan maailmaan.

## TIIVISTELMÄ

## KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Jani Karvonen
Opinnäytetyön nimi:	Hydrauliikkasäiliötuoteperheen suunnittelu
Sivuja (joista liitteitä)	51 (17)
Päiväys:	20.04.2013
Opinnäytetyön ohjaaja:	TkL Kantola Lauri
<p>Opinnäytetyön aihe saatiin kemiläiseltä vesileikkausyritykseltä LaVe Oy:ltä. Tavoitteena oli suunnitella yritykselle kattava hydrauliikkasäiliötuoteperhe. Työssä tuli kartoittaa olemassa olevaa asiakaskuntaa ja kerätä tietoutta hydrauliikkasäiliötuoteperheeseen liittyvistä asioista. Aihetta käsiteltiin valmistuksesta aina asiakkaaseen asti.</p> <p>Teoriaosassa käytiin läpi käyttäjäkunnan oletetut vaatimukset hydrauliikkasäiliöihin liittyen, käyttöympäristön vaatimukset sekä turvallisuus. Teoriaosiossa perehdyttiin myös hydraulijärjestelmien ongelmakohtiin, kuten kavitaatioilmiöön, korroosiolajeihin ja niiden ehkäisemiseen. Valmistukseen liittyen opinnäytetyössä perehdyttiin tuotteen turvallisuuteen, valmistusmenetelmiin, tuotteen pintakäsittelyyn ja kunnossapitoon.</p> <p>Tiedonkeruu toteutettiin etsimällä aineistoa internetistä ja alan kirjallisuudesta. Henkilöhaastattelut olivat tärkeässä asemassa työn alkupohjan luomisessa ja opinnäytetyön tekemisessä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin Excel-pohjaiset tilavuuskaaviot jokaiselle suunnitellulle säiliölle erikseen. Opinnäytetyön aikana suunniteltiin myös hydrauliikkasäiliöihin ja sen osiin liittyvät mittapiirustukset, joita voidaan käyttää apuna valmistuksessa.</p>	
Asiasanat: hydrauliikka, suunnittelu, hydraulijärjestelmät, tuotekehitys.	

## ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Mechanical and Production Engineering
Author(s):	Jani Karvonen
Thesis title:	Designing of Hydraulic Tank Family Product
Pages (of which appendixes):	51 (17)
Date:	20 April 2013
Thesis instructor(s):	Kantola Lauri, MSc (mech.eng)
<p>The topic for the final project came from LaVe Oy, which is a water jet cutting company. The objective was to design them a hydraulic container product family. The purpose was to survey the existing customer base and to gather knowledge about the hydraulic tank product family problem issues.</p> <p>The theoretical part comprehends expected requirements related to hydraulic tanks, the use of environmental requirements and safety. The theoretical section also focused on the hydraulic problems, like a cavitation phenomenon and the different types of corrosions, and how to prevent them: the final project also included the safety of the product, manufacturing processes, surface treatment and maintenance.</p> <p>Information was collected by searching the internet and exploring the information from literature. Personal interviews were valuable in the beginning and in the creation work of the final project.</p> <p>The final project resulted in Excel- based volume graphs for each tank individually as well as scale drawings associated with hydraulic tanks: Designs of the hydraulic tanks and components were created. They can be used during production.</p>	
<p>Keywords: hydraulic, layout, hydraulic systems, product development.</p>	

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ .....	3
ABSTRACT .....	4
SISÄLLYSLUETTELO.....	5
1 JOHDANTO .....	6
2 ESISELVITYS .....	7
2.1 Työn aloitus.....	7
2.2 Käyttäjäkunnan vaatimukset .....	7
2.3 Käyttöympäristön vaatimukset.....	7
2.4 Säiliöihin liittyvät vaatimukset .....	8
3 TURVALLISUUS.....	10
3.1 Kavitaatioilmiö.....	10
3.2 Säiliön koko ja tilavuusvirta.....	12
3.3 Paloturvallisuus .....	13
4. SUUNNITTELU .....	15
4.1 Pystysäiliö .....	15
4.2 Vaakasäiliö.....	18
4.3 Miehistöluukullinen säiliö.....	19
4.4 Miehistöluukuton säiliö.....	21
5. LUETTELO KÄYTETTÄVISTÄ OSISTA .....	23
5.1 Suodattimet .....	23
6. VALMISTUS .....	26
7. PINTAKÄSITTELY .....	28
7. PINTAKÄSITTELY .....	28
7.2 Kerrostumakorroosio.....	29
7.3 Valmistuksessa suositeltavaa .....	30
8. KUNNOSSAPITO .....	31
8.1 Tarkastus .....	31
8.2 Vaihto.....	31
9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	32
LÄHTEET.....	33
LIITELUETTELO .....	34

## 1 JOHDANTO

Tämä työ on tehty LaVe Oy:n toimeksiannosta Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelmassa. Toimeksiantaja näki aiheen tarpeelliseksi ja halusi teettää siitä opinnäytetyön. Työn ohjaajana oppilaitoksen puolelta toimi Lauri Kantola ja toimeksiantajan puolelta Markus Ahokas

LaVe Oy on Suomen pohjoisin vesileikkausta tekevä yritys. Toiminta on alkanut vuonna 2011. LaVe Oy on uusi toimija alallansa, mutta sen toiminta on aloittanut huiman nousun jo muutamassa vuodessa. Opinnäytetyön tekeminen tuli aiheelliseksi LaVe Oy:lle, kun he alkoivat suunnitella hydraulikkasäiliöiden valmistamista ja näin ollen sieltä löytyi opinnäytetyön aihe. LaVe Oy on lyhenne Lapin Vesileikkauksesta.

Yritys on perustettu vuonna 2011 ja sitä oli perustamassa kolme eri yritystä yhdessä. Yrityksen toiminta keskittyy suurimmaksi osaksi levynleikkauspalveluiden ympärille. Muita yrityksen tarjoamia palveluja on koneistus, hitsaus ja pintakäsittelytyöt. Lave Oy:n kiinnostus hydraulikkasäiliöihin heräsi, kun heille tuli sen valmistamisen mahdollistavat laitteet käyttöön, kuten vesileikkaukone ja hitsausrobotti. (LaVe Oy:n www-sivut 2012. Hakupäivä 12.02.2012)

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan maksimissaan 200 litran hydraulikkasäiliöitä. Rajaus tehtiin, jotta aihe ei olisi ollut liian laaja yhteen opinnäytetyöhön. Opinnäytetyössä käsitellään hydraulikkasäiliön suunnittelussa ja rakentamisessa huomioon otettavia asioita ja siihen sisällytetään muutamia valmiita kokoonpanokuvia hydraulikkasäiliöistä.

Suunnittelu tehtiin Autodeskin tarjoamaa Inventor-suunnitteluohjelmaa käyttäen. Inventor on 3D-tilavuusmallinnusohjelma, joka mahdollistaa suunnittelun suoraan helposti hahmotettavaksi kolmiulotteiseksi malliksi.

## 2 ESISELVITYS

### 2.1 Työn aloitus

Ensimmäisenä työssä oli tärkeää saada määritettyä säiliöiden käyttäjäkunnan vaatimukset tuotteille sekä mahdolliset muut asiat. Esiselvitys on tärkeä osa suunnittelua, koska se luo perustan tulevalle työlle.

Esiselvitys tehtiin haastatteluin. Haastateltavia olivat LaVe Oy:n tuotantopäällikkö ja insinööri Markus Ahokas ja muutama LaVe Oy:n asiakas. Esiselvityksen tuloksena saatiin rajat, joiden puitteissa opinnäytetyötä ja säiliöiden suunnittelua alettiin toteuttaa.

### 2.2 Käyttäjäkunnan vaatimukset

Esiselvityksen myötä löydettiin kohdealueeksi kuljetusalan yritykset ja niissä käytettävä kuljetuskalusto. Kuorma-autoissa ja rekoissa käytetään yleisesti pieniä hydraulikkasäiliöitä, jotka ovat kokoluokaltaan noin 200L tai pienempiä. Tämä oli syy, jonka ansiosta säiliöitä alettiin suunnitella juuri tälle kohdennetulle asiakaskunnalle, pois sulkematta kuitenkaan muitakaan asiakkaita. (Ahokas 2012, haastattelu 05.05.2012 )

### 2.3 Käyttöympäristön vaatimukset

Kuljetuskalusto on suurimmaksi osaksi ulkona, ja tämä tuo erittäin paljon vaatimuksia mm. kestävyydelle. Säiliötä kuormittaa pohjoisissa olosuhteissa vesisateet, kiveniskeymät, pakkanen, tärinä liikkeessa, mahdollisesti jopa tiensuolaukseen käytettävä tiesuola ja lämmönvaihtelut.

Hydrauliikkaöljyä ja sen käyttöolosuhteita on tarkasteltava myös säiliöiden suunnittelussa, koska jotkin öljyt ovat erittäin myrkyllisiä tai haitallisia ympäristölle. Tämän takia ympäristönäkökohdat pitää ottaa huomioon suunniteltaessa. On pohdittava, miten säiliö saadaan turvallisesti suunnittelulla, ilman että valmistuksesta tai suunnittelusta aiheutuisi ylimääräisiä kustannuksia hydraulikkasäiliön käyttäjälle tai valmistajalle. Säiliön sisältämä hydraulikkaöljy on otettava käyttöympäristön puolesta huomioon. (Teollisuusvoitelu 2006,186)

## 2.4 Säiliöihin liittyvät vaatimukset

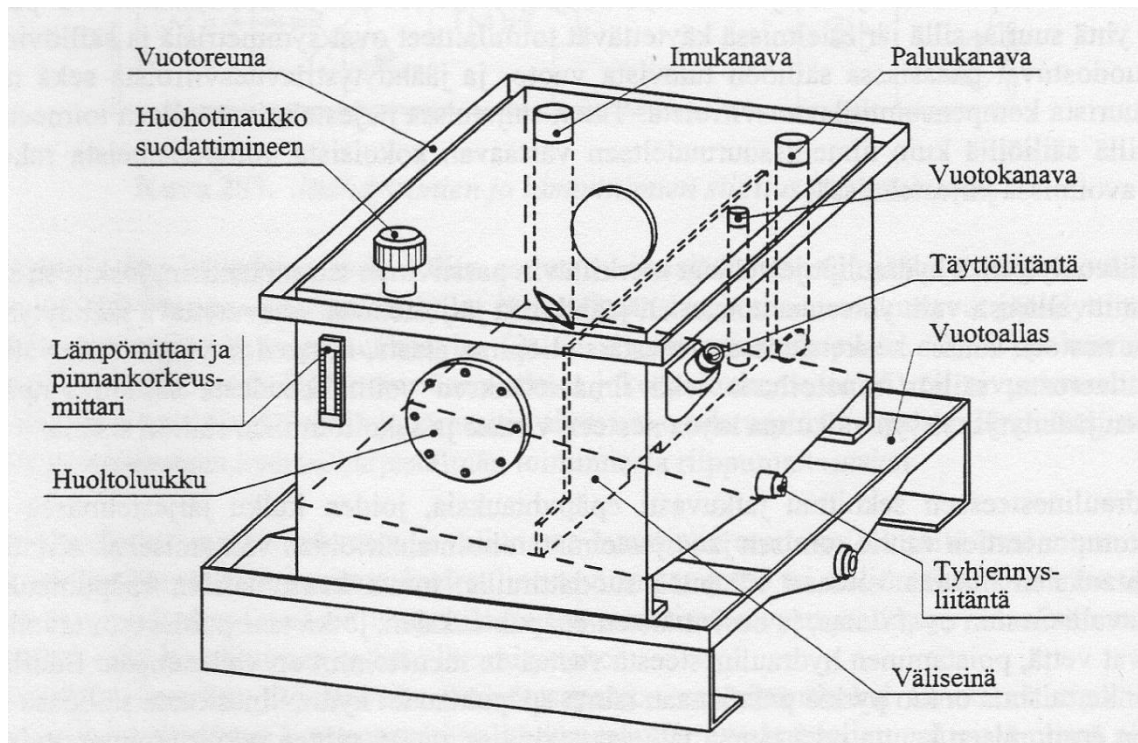
Hydrauliikkasäiliö toimii järjestelmässä samalla nestevarastona, lämmönsiirtimenä, nesteen epäpuhtauksien erottimena ja alustana, johon komponentit asennetaan. Nämä asiat on huomioitava hydrauliikkasäiliötä suunniteltaessa. (Kajanne, Kauranne & Vilenius 1999, 315)

Esimerkkikuva hydrauliikkasäiliöstä ja siihen liittyvistä osista on esitetty kuvassa 1. Imukanavasta hydrauliijärjestelmä ottaa käytettävän hydraulinesteen. Paluukanava on järjestelmästä palaavan nesteen takaisintuloaukko. Imu- ja paluukanavissa voi olla asennettuna suodattimet, jotka puhdistavat hydrauliikkaöljyä irtopartikkeleista.

Hydrauliikkasäiliötä suunniteltaessa vuotoallas voidaan jättää erilliseksi kokoonpanoksi, tai se voidaan ottaa tuotekatalogiin mukaan suoraan säiliötä myydessä valmistajasta tai myyjästä riippuen. Hydrauliikkasäiliön vuotoallas on tarkoitettu turvaamaan vuodon sattuessa säiliöstä tai sen järjestelmästä valuvan öljyn talteenotto. Vuotoaltaan avulla turvataan ympäristön likaantuminen ja saastuminen estämällä hydrauliöljyn pääseminen ympäristöön.

Vuotoreuna voidaan suunnitella sellaisiin hydrauliikkasäiliömalleihin, joihin se on mahdollista rakentaa (kuva1). Kaikkiin hydrauliikkasäiliömalleihin ei voida suunnitella vuotoreunaa, tai sitä ei voi hydrauliikkasäiliön asennuspaikan tai tilan vuoksi toteuttaa siihen. Ohutlevystä särmättävä hydrauliikkasäiliö on usein sellainen, joka ei sisällä vuotoreunaa. Vuotoreuna voidaan myös lisätä hydrauliikkasäiliöön erillisenä hitsattavana kokoonpanon, jos säiliön materiaali tai säiliökokoonpano sen mahdollistaa. Erikseen lisättävä vuotoreuna on huomioitu liitteessä 10 nähtävällä kiinnitystavalla.





**Kuva 1 Esimerkkimalli hydraulikkasäiliöstä (Hydraulitekniiikan perusteet; Kajanne, Kauranne & Vilenius 1999, 316, kuva 288)**

Nesteen höyrystyminen ja kuplien synty voidaan estää hydraulikkasäiliöön asennettavalla pienellä verkolla. Verkko voi olla tiheydeltään 0,3mm ja lankavahvuudeltaan 0,2mm. Verkko varmistaa, ettei kaasumainen pieni kupla kasva suuremmaksi, jolloin sen poistuminen säiliöstä vaikeutuisi. Verkko tulee olla asennettuna noin 30°:n kulmaan, jotta sen oikeaoppinen toiminta toteutuu. Oikeaoppinen sijoitus tulee olla säiliössä imu- ja paluupuolen keskivälille. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 211)

### 3 TURVALLISUUS

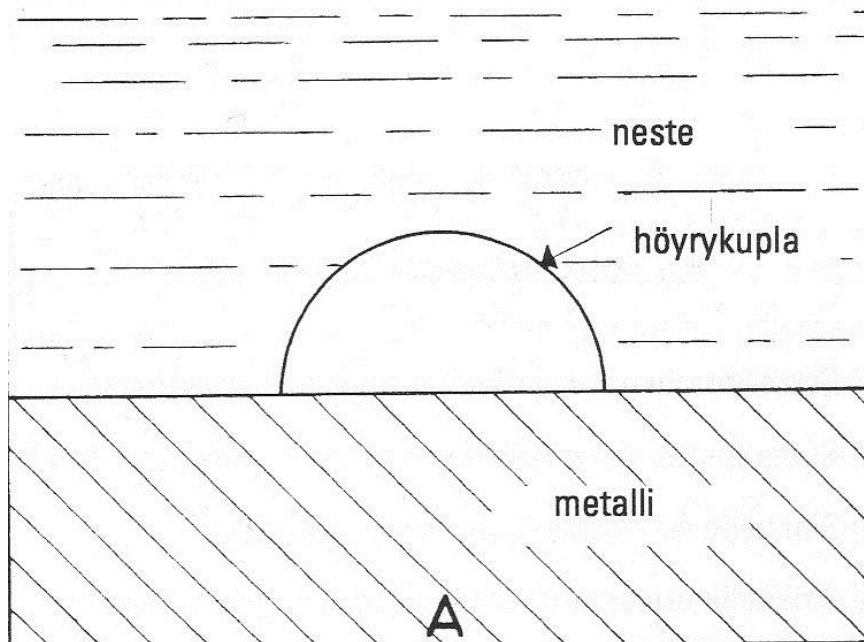
Tuotteiden turvallisuus on tärkeä osa nykyajan työelämää, ja sen takia se on otettava huomioon myös erilaisissa suunniteluissa. Ympäristötekijät ja käyttöturvallisuus nousevat pintaan puhuttaessa hydraulikan turvallisuudesta.

Suunnittelun tulee ottaa huomioon useita tekijöitä, jotta tuote olisi turvallinen käyttää ja se olisi tehty oikeanlaisista materiaaleista. Suunnittelun täytyy ottaa huomioon sekä käyttöympäristön että siihen liittyvät erilaiset olosuhteet. Huomioitavia asioita voivat olla esimerkiksi erilaiset kuormitukset, lämpötilan muutokset ja niiden vaikutukset, eri käyttäjien oikeaoppinen käyttö tuotteelle ja sen varmistaminen.

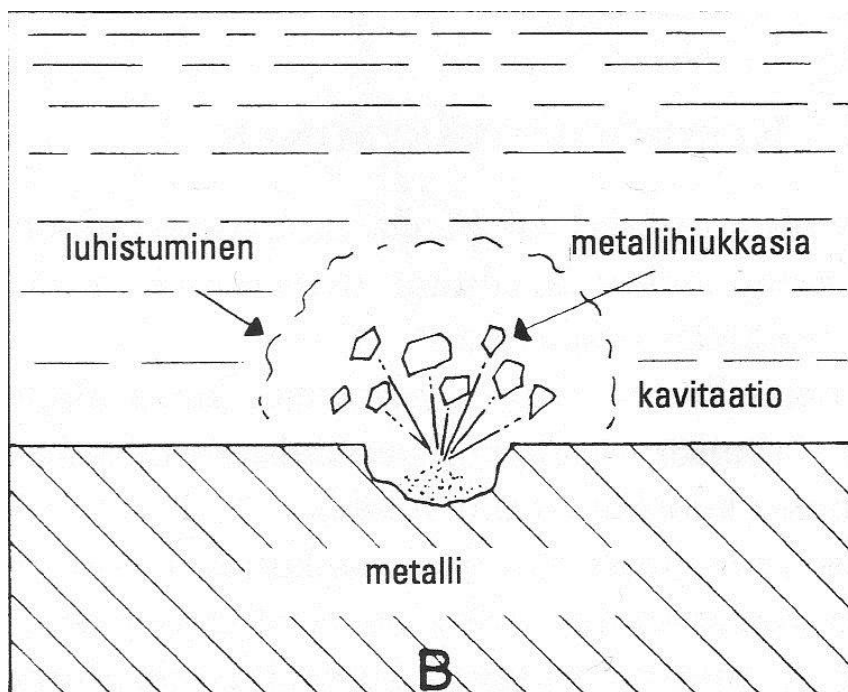
#### 3.1 Kavitaatioilmiö

Kavitaatioilmiö on ongelma, joka hydraulikassa usein esiintyy. Sopivissa olosuhteissa hydraulijöljy voi kavitoida. Kavitointia voidaan estää oikeaoppisella suunnittelulla. Kavitaatio aiheuttaa öljyssä fysikaalisia ja kemiallisia muutoksia. Fysikaalisia muutoksia ovat mm. rakenteiden ennen aikainen kulumisen (eroosio) ja näin ollen laitteiden rikkoutuminen, kun se irrottaa erikokoisia partikkeleita seinämistä ja rakenteista. (Karvonen, 6-7)

Kavitaatioilmiö johtuu siitä, että nesteeseen muodostuu kuplia liian alhaisen paineen johdosta ja niiden romahtamisesta. Haitallisin kavitaatioilmiö on kiinteän aineen ja nesteen väliseen tilaan syntyvien kuplien romahtaessa, kuten kuvassa 2 ja 3 on esitetty. Romahdus aiheuttaa paineaallon, joka voi kuluttaa ympäröivää pintamateriaalia ja aiheuttaa eroosiokulumista. (Karvonen, 6-7)



**Kuva 2 Höyrykupla seinämässä kiinni (Suomen Galvanotekninen yhdistys 1996)**



**Kuva 3 Höyrykupla luhistuu (Suomen Galvanotekninen yhdistys 1996)**

Kavitaatioilmiötä esiintyy yleisesti paikoissa, joissa hydraulikkaneeste siirtyy pienemmältä painealueelta suuremmalle. Kavitaatiota tapahtuu kun hydraulikkaneeste kriittinen minimipaine alitetaan. Se, mikä on kunkin hydraulikkaneeste kriittinen minimipaine, riippuu nesteestä. Kavitaatioilmiön aiheuttaa nesteen paineen aleneminen alle höyrynpaineen, jolloin hydraulineeste kupliintumista tapahtuu. Nesteen

kupliintumista ei kuitenkaan voi verrata kiehumiseen, jossa kupliintumisen aiheuttaa lämpötila. (Karvonen, 7-9)

Kavitaatioilmiötä voi tapahtua vakiolämpötilassakin. Suurin syy ilmiöön on paineenvaihtelu ja epäpuhtaudet hydraulikkaneesteessä. Vaikuttamalla paineen vaihteluun, epäpuhtauksien syntyyn ja niiden poistoon suodatuksella voidaan ehkäistä kavitaatioilmiön ilmenemistä. (Karvonen, 5)

Hydrauliikkajärjestelmissä kavitaatioilmiötä esiintyy säiliön seinämien reunoilla, putkistojen reunoilla ja järjestelmään kiinnitetyissä laitteissa. Kavitaatioilmiötä on mahdollisuus esiintyä siis jokaisessa paikassa, jossa hydraulikkaneesteen kulku ja samalla paine muuttuu. Kavitaatioilmiötä voi myös esiintyä hydraulikkajärjestelmään liitetyissä pyörivissä laitteissa, kuten moottoreissa ja pumpuissa. Pyörivissä laitteissa ilmenevää kavitaatiota sanotaan hydrodynaamiseksi kavitaatioksi. (Karvonen, 2010 5)

Hydrodynaamista kavitaatiota esiintyy paikoissa, joissa kiinteät partikkelit ja hydraulikkaneesteen omat partikkelit kohtaavat. Kaasukupla ja kiinteä irtopartikkeli muodostavat kohdan, jossa hydraulikkaneesteellä on mahdollisuus kupliintua paikallisen paineenalennemisen johdosta. (Karvonen, 5-6)

Kavitaatioilmiön ilmenemiseen on olemassa olevia laskentakaavoja, joiden avulla voidaan laskea eri kavitaatioilmiön ilmenemispaineita eri tilanteissa. Tähän opinnäytetyöhön en sisällytä laskentakaavoja aiheen laajuuden vuoksi. Aiheeseen voi tutustua lisää olemassa olevan kirjallisuuden ja tutkimuksien kautta.

### 3.2 Säiliön koko ja tilavuusvirta

Säiliön kooksi suositellaan noin 2-3 kertaa siihen liitetyn pumpun nimellisestä tilavuusvirrasta. Tilavuusvirran yksikkö on litraa per minuutti. Tilavuusvirta on yksi tekijä, joka vaikuttaa mm. siihen, kuinka suuri pumppuyksikkö säiliöön on suositeltavaa asentaa. Liian pieni säiliö aiheuttaa hydraulikkaneesteen liiallisen lämpenemisen ja tällä on taas suoraan vaikutusta viskositeettiin ja muihin ominaisuuksiin. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 210)

Eri pumpputyypin yleisimpiä tilavuusvirtoja ja tietoja nähdään kuvasta 4. Siitä ilmenee, kuinka eri pumpputyypin tilavuusvirrat vaihtelevat, joten eri pumpputyypit pitää ottaa hydraulikkasäiliövalmistajan huomioon pumppua valittaessa. (Fonselius, 1999 103)

Pumppu	Paine MPa	max MPa	Tilavuusvirta m <sup>3</sup> /s	Pyörimisnopeus r/min	Kokonaishyötysuhde
Hammaspyöräp.	0,5...20	32	0,06	1500...4000	0,7...0,95
Siipipumput	0,7...17	21	0,01	1000...3000	0,8...0,9
Ruuvipumput	0,7...17	20	0,1	1500...3500	0,6...0,8
Rivimäntäp.	2...100	100	0,06	100...600	0,7...0,95
Radiaalimäntäpumput	10...40	70	0,01	600...3000	0,8...0,95
Aksiaalimäntäpumput	10...35	50	0,03	600...4500	0,85..0,95

**Kuva 4 Eri pumpputyypin yleistietoja (Fonselius, Hydraulikka 1999, kuva 4.6, 103)**

### 3.3 Paloturvallisuus

Paloturvallisuus on otettava huomioon palavia nesteitä säilytettäessä. Osa hydraulikkaneesteistä on helpommin syttyviä. Yleisesti hydraulikkaneesteet ovat kuitenkin tässä suhteessa turvallisia.

Tulipalon sattuessa on kuitenkin hyvä ottaa huomioon hydraulikkasäiliön ja siinä olevan nesteen suojaaminen tulelta ja liialta lämmöltä. Säiliöitä voidaan suojella mm. pitämällä palonkestävä peite säiliön vieressä, ja tarpeen vaatiessa peittämällä säiliö sillä. Tämän jälkeen on tarpeellista pyrkiä sammuttamaan tulipalo mahdollisimman pian ensisammutusvälineillä, kuten palosammuttimella. Palon jälkeen säiliö tulee tarkastaa, ettei siihen ole tulipalosta johtuen tullut vaurioita. Mahdollinen vaurio voi aiheuttaa säiliöön vuodon, jonka takia säiliön sisältämä neste voi valua ympäristöön.

Säiliö voidaan varustaa tarvittaessa merkinnöillä, joista voidaan nähdä säiliön sisältämä neste ja sen sisältämät vaaralliset aineet. Merkintä voidaan tehdä tarroilla tai kyltillä. Riippuen minkälaisesta aineesta säiliössä on, voidaan kylttejä ja merkintöjä laatia erilaisia.

Suunnittelussa paloturvallisuus otetaan huomioon mm. oikeanlaisella materiaalivalinnalla. Materiaalina teräs on sellainen, ettei se syty tuleen. Teräs vaatii

suurta lämpötilaa rakenteellisiin muutoksiin. Tämän ansiosta se on valittuna säiliöiden pääasialliseksi rakennemateriaaliksi.

## 4. SUUNNITTELU

Säiliöiden suunnitteluosiossa käyn läpi omaa suunnittelutyötäni. Osio tulee sisältämään suunnittelukuvia eri säiliömalleista ja niihin liittyvistä osista sekä selitystä, miksi näihin ratkaisuihin on päädytty suunnittelun osalta. Suunnitteluosio on opinnäytetyön tärkein osio, koska siinä käydään läpi työn tuloksia ja johtopäätöksiä.

### 4.1 Pystysäiliö

Pystysäiliöitä käytetään pääosin liikennekalustossa, mutta se sopii sovellettavaksi muihinkin kohteisiin. Tässä työssä suunnitellun pystysäiliön markkina-alue on ajateltu olevan liikkuva kalusto. Säiliön sijoituspaikka liikkuvassa kalustossa on tavallisesti kuorma- tai rekka-autojen ohjaamon takaosassa tai runkoon kiinnitettynä. Ohjaamon takaosaan tai runkoon kiinnitetään tavallisesti säiliön mukana tuleva teline, johon säiliö asennetaan. Pystysäiliön maksimitilavuudeksi on määritelty 200L. Pystysäiliön tilavuutta voidaan muokata myös asiakkaan haluamalla tavalla. Tämä on otettu huomioon myös säiliön suunnittelussa.

Pystysäiliön valmistuksessa on otettava huomioon säiliön valmistusprosessi. Pystysäiliön suunniteltu valmistus alkaa ensin metalliosien, kuten pohjan, kannen, seinämien leikkauksella ja sen jälkeen tarkoituksena on taivuttaa säiliön seinämät oikeaan muotoon. Kuvasta 5 nähdään säiliön muoto, johon kannen seinämät tullaan taivuttamaan. Tarkemmat mittatiedot löytyvät valmistajalle annettavista työpiirustuksista. Liitteestä 3 ja liitteestä 16 nähdään asiakkaalle sopivan säiliön tilavuuden ja mitat. Säiliön kansiosaan tehdään tämän jälkeen poraukset ja tarvittavat kierteykset liitettäville osille. Säiliöön liitettäviä osia nähdään myös kuvassa 5. Näitä ovat lämpömittari, imupuolen suodattimen kiinnike, huohotin/täyttökorkki ja palloventtiili. Liitteessä 7 on nähtävissä mittapiirustus lämpötilamittarista ja sen muodosta. Liitteessä 8 on esitetty säiliöntäyttökorkin ja huohottimen tärkeimmät mitat.

Säiliön kierteytysten ja porausten jälkeen seinämät, kansi ja pohja hitsataan toisiinsa kiinni ja kaikki saumat tarkistetaan. Tarkastus on tärkeä osa valmistusta, koska saumojen pitää olla tiiviitä ja reiättömiä. Näin varmistetaan nesteen pysyminen säiliössä. Liitetään säiliöön kaikki loput siihen tulevat osat, kun kaikki tarvittavat saumat on hitsattu. Tyhjennysventtiili on yksi viimeisessä vaiheessa asennettavia osia,

ja sen tarkemmat tiedot on nähtävissä liitteessä 9. Osien kiinnittämisen jälkeen tehdään viimeinen tarkistus säiliölle täyttämällä se vedellä ja tarkistamalla ettei säiliön pintaan tule vesipisaroita, tai ettei nestettä valu pois säiliöstä. Kun tiiviys on tarkastettu, valutetaan vesi pois säiliöstä ja varmistetaan sen kuivuus. Tämän jälkeen säiliö maalataan ruosteenestomaalilla. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi Ferrex-ruosteenestomaalia. Maalauksen jälkeen odotetaan, että maali on kuivunut ja tämän jälkeen voidaan tarvittaessa tehdä vielä pintamaalaus. Pintamaalauksen avulla voidaan säiliölle saada haluttu väri. Joillakin asiakkailta voi olla tarvetta saada säiliö tietyn väriseksi, joka onnistuu pintamaalauksen avulla. Pintamaalauksen kuivumisen jälkeen on säiliö valmis toimitettavaksi asiakkaalle.

Tässä kappaleessa käydään läpi säiliöön liitettävät osat. Imupuolen suodattimen tarkoitus on suodattaa hydrauliikkanesteestä epäpuhtaudet ja näin ollen pitää huoli hydrauliikkajärjestelmän toimivuudesta. Huohotin ja täyttökorkki on integroitu , mikä mahdollistaa säiliön täyttämisen hydrauliikkanesteellä. Samalla huohotin reiät mahdollistavat korvaavan ilman kulkeutumisen säiliöön, kun säiliöstä imetään hydrauliikkanestettä järjestelmään käytettäväksi. Säiliöön liitettävä lämpömittari osoittaa hydrauliikkanesteen lämpötilan. Lämpötilaa seuraamalla voidaan varmistua, ettei se nouse liian korkeaksi. Liian korkea lämpötila aiheuttaa säiliössä olevan nesteen kupliintumisen, sekä höyrystymisen. Tästä puolestaan seuraa käytettävän hydrauliikkanesteen ominaisuuksien heikentyminen ja näin ollen laiterikon mahdollisuus kasvaa.





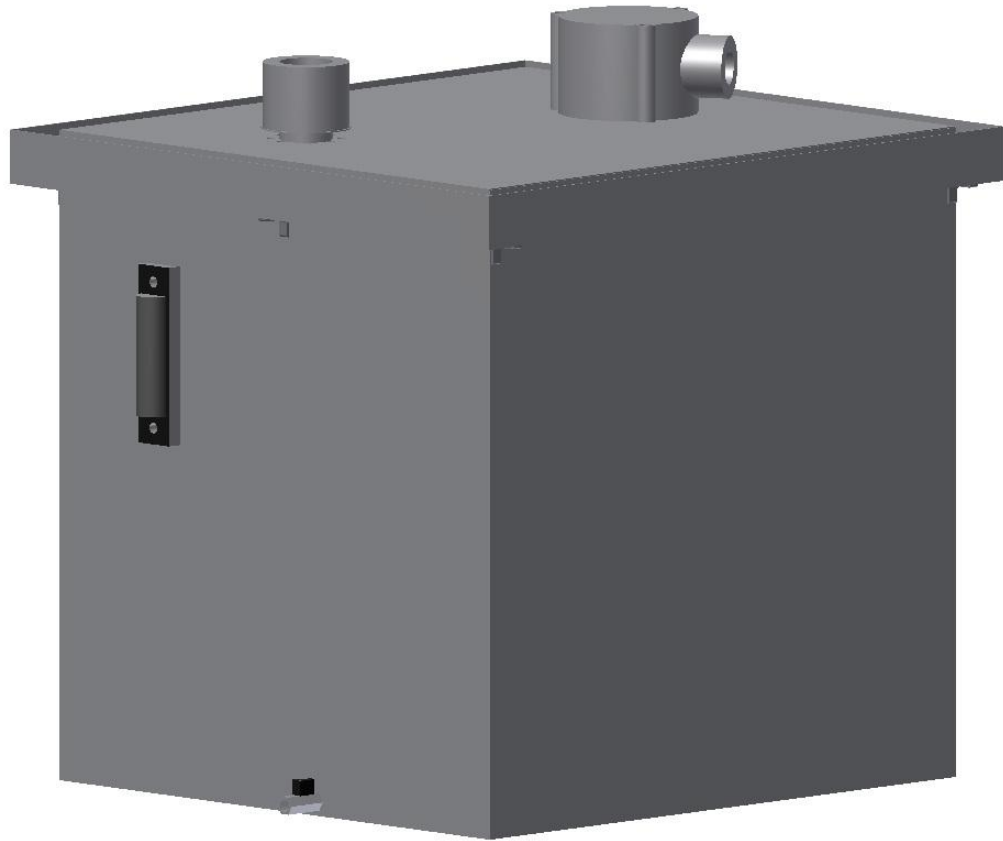
**Kuva 5 Pystysäiliömalli**

## 4.2 Vaakasäiliö

Vaakasäiliön suunniteltu maksimikoko on 200 litraa, ja siitä on mahdollisuus saada myös pienempiä kokoja aina 50 litraan asti. Vaakasäiliön suunnittelussa on otettu huomioon sen kiinnitysmahdollisuus kuorma-auton ja rekan runkoon, sekä mahdollisuudet käyttää sitä teollisuuden prosesseissa. Kun säiliötä käytetään teollisuudessa, voidaan siihen tarpeen vaatiessa liittää liitteessä 10 nähtävä vuotoreuna. Valmistaja voi asiakkaan erillisestä tilauksesta liittää vuotoreunan säiliöön. Kiinnitys tapahtuu hitsaamalla. Vaakasäiliö on muotonsa puolesta helposti asennettavissa, esimerkiksi pieneen öljyvoitelujärjestelmään tehdasympäristössä. Vaakasäiliö on monikäyttöinen säiliömalli, mikä antaa valmistajalle mahdollisuuden markkinoida tuotetta moninaiselle asiakaskunnalle. Kuvasta 6 ilmenee millainen suunniteltu säiliön muoto on. Liitteessä 17 on nähtävillä suunnitellut koot ja sitä vastaavat mitat säiliölle. Valmistajan on helppoa rakentaa vaakasäiliö liitteessä 4 annettujen normien mukaiseksi.

Vaakasäiliön valmistuksessa on suunniteltu seinäosien leikkaukset. Osiin leikkauksista tehdään tämän jälkeen poraukset ja kierteytykset, jonka jälkeen suoritetaan saumojen hitsaukset. Hitsaussaumot tarkastetaan, ja tämän jälkeen säiliöön liitetään muut tarvittavat osat. Osien kiinnittämisen jälkeen tehdään ruosteenestomaalaus esimerkiksi liitteessä 12 mainitulla Ferrex-ruosteenestomaalilla ja odotetaan ruosteenestomaalin lopullinen kuivuminen. Suojamaalauksen jälkeen suoritetaan pintamaalaus, jonka avulla voidaan myös vaikuttaa säiliön lopulliseen väriin. Tähän valmistus vaiheeseen asiakas voi tarvittaessa vaikuttaa. Säiliön lopputarkastus voidaan suorittaa valmistajan toimesta täyttämällä vaakasäiliö esimerkiksi vedellä, millä varmistutaan sen tiiveydestä. Tiiveyden tarkistuksen jälkeen vesi poistetaan säiliöstä, säiliö kuivataan ja tämän jälkeen säiliö on valmis toimitettavaksi asiakkaalle.

Säiliössä käytettäviä muita osia ovat lämpömittari, huohotin ja täyttökorkki integroituna, imupuolen suodatinkiinnike suodatinta varten ja palloventtiili säiliön tyhjentämistä varten. Kaikki osat ovat kiinnitettyinä paikoillaan kuvassa 6 ja liitteessä 4.



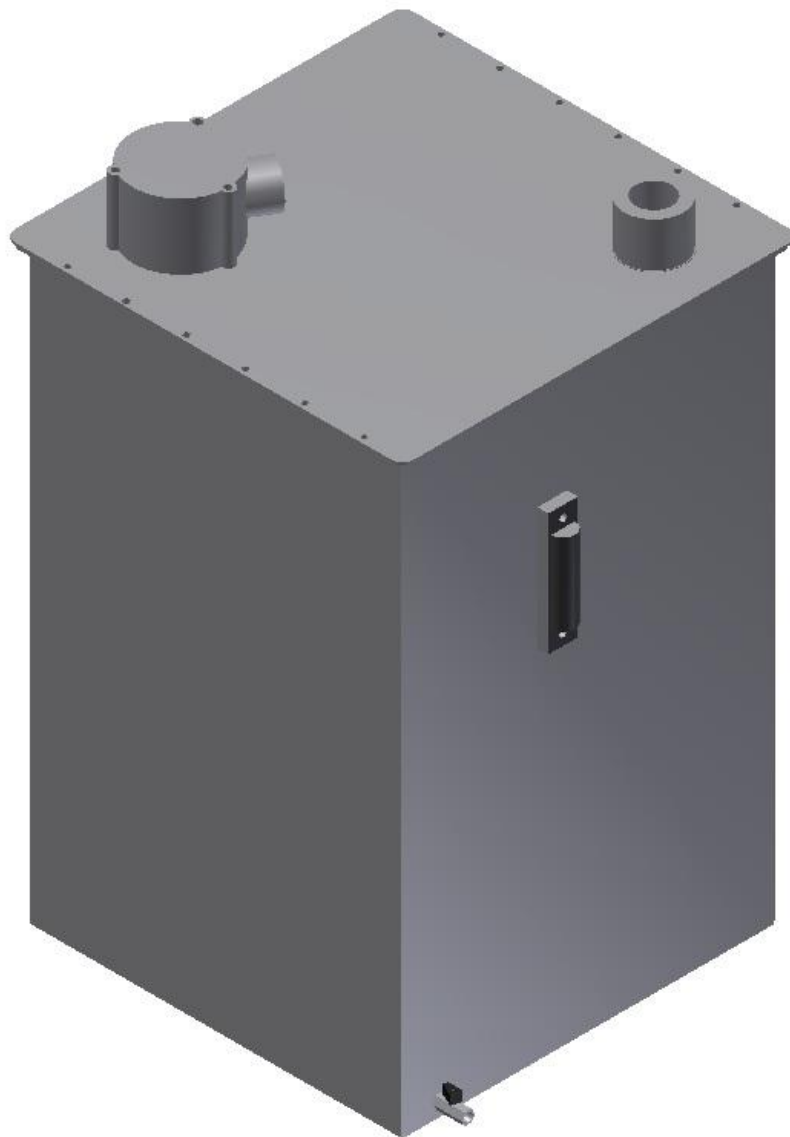
**Kuva 6 Vaakasäiliö**

#### 4.3 Miehistöluukullinen säiliö

Miehistöluukullinen malli mahdollistaa säiliön sisälle laitettavien osien kunnostamisen ja vaihtamisen. Miehistöluukkuna toimii kokonaan irrotettava kansi, joka on ruuvi kiinnitteinen. Kuvasta 7 näkee kannen ja sen helpon irrotettavuuden. Tämä antaa joustavuutta myös säiliön käyttömahdollisuuksille. Säiliöön voidaan lisätä osia eri käyttökohteeseen liittyvien tarpeiden mukaan. Liitteessä 15 on nähtävillä asiakkaalle suunniteltu tilavuusluokka ja säiliönkoko. Esimerkiksi hydraulikkaneesten kaasukuplien poistamiseen käytettävän verkon asentaminen säiliöön ja sen huoltaminen on mahdollista miehistöluukullisessa säiliömallissa irrotettavan kannen ansiosta, myös jälkikäteen asennettuna.

Valmistuksessa on suunniteltu ensimmäiseksi seinämäosien, kannen ja pohjan leikkaus. Tämän jälkeen suoritetaan poraukset ja kierteytyksien tekeminen tarvittaviin osiin. Liitteestä 2 ja kuvasta 7 on nähtävissä säiliön kannelle tehtävät poraukset ja

kierteetykset. Porauksien ja kiertetyksien tekemisen jälkeen, suoritetaan seinämäosien hitsaukset ja tämän jälkeen liitettävien osien kiinnitys. Osien kiinnityksen jälkeen tehdään ruosteen estomaalaus säiliölle, millä varmistetaan sen elinkaaren pituuden paraneminen. Ruosteenestomaalauksen jälkeen tehdään viimeinen pintakäsittelymaalaus, johon voidaan käyttää asiakkaan toiveista riippuen eri värejä. Joissakin työkohteissa voi olla mahdollista tarvetta erivärisille säiliöille. Pintakäsittelymaalauksen jälkeen suoritetaan säiliölle tiiviystesti. Testissä voidaan säiliömalli täyttää kokonaan vedellä, millä varmistetaan säiliön hitsausseamojen kestävyys. Jos säiliö ei vuoda nestettä ulos, voidaan neste poistaa ja tehdä lopullinen kuivaus, minkä jälkeen säiliö on valmis toimitettavaksi asiakkaalle.



**Kuva 7 Miehistöluukullinen säiliö**

#### 4.4 Miehistöluukuton säiliö

Miehistöluukuton säiliö on suunniteltu kuorma autojen ja rekkojen hytti osan taakse kiinnitettäväksi. Sen hyviä puolia on muotoilu, joka antaa joustavuutta mm. täytön suhteen. Kuvasta 8 on hyvin huomattavissa säiliön viisto kansimuotoilu. Viistoksi suunniteltu kansiosa hydraulikkasäiliössä helpottaa sen täyttämistä. Liitteessä 14 nähdään, kuinka eri mitta-arvoja muuttamalla saadaan hydraulikkasäiliön tilavuutta muutettua.

Säiliöön rakentamisessa tärkeimpiä huomioon otettavia asioita on valmistus. Ensimmäisenä vaiheena säiliön rakentamisessa aloitetaan metalliosien leikkaus ja hitsaus. Hitsattavat osat, kuten liitteessä 6 nähtävä paluuputki, on hitsattava tässä valmistusvaiheessa. Hitsauksen jälkeen saumat suositellaan tarkastettavaksi silmämääräisesti, jotta mahdolliset heikkoudet saumoissa voidaan vielä korjata. Liitteessä 1 on nähtävillä säiliönkannen vaativa muotoilu, joka täytyy ottaa huomioon valmistuksessa ja hitsauksessa.

Edellä mainitun valmistusvaiheen jälkeen säiliöön liitetään kiinnitettävät osat, kuten lämpömittari, suodatin, täyttökorkki ja huohotin ja viimeisenä palloventtiili, joka toimii tyhjennysventtiilinä säiliölle. Kaikki edellä mainitut osat on helposti nähtävissä liitteestä 1 ja kuvasta 8. Kolmantena vaiheena valmistuksessa säiliölle suoritetaan puhdistus, jonka jälkeen se maalataan Ferrex- ruosteenestomaalilla. Ferrex-ruosteenestomaalin tuotetiedot on nähtävillä liitteessä 12. Ruosteenestomaalin kuivuttua voidaan suorittaa lopullinen pintamaalaus asiakkaan haluamalla värillä.

Viimeisenä valmistusvaiheena säiliölle suoritetaan lopputarkastus. Säiliö voidaan lopputarkastuksessa täyttää vedellä. Täytetty säiliö tarkastetaan, ettei kosteutta löydy pintapuolelta tai vuotokohtia. Kun lopputarkastus on tehty, tyhjennetään säiliö vedestä ja kuivataan. Kuivumisen jälkeen säiliö on valmis toimitettavaksi suoraan asiakkaalle.



**Kuva 8** Miehistöluukuton malli

## 5. LUETTELO KÄYTETTÄVISTÄ OSISTA

### 5.1 Suodattimet

Suodattimet ovat tärkeä osa hydraulijärjestelmää, ja tämä on myös otettava huomioon hydraulisäiliöitä suunniteltaessa. Suodatin poistaa hydraulikkajärjestelmästä irtopartikkeleita, toisin sanoen epäpuhtauksia, joita joutuu nesteeseen sekään mm. käyttölaitteen rappeutumisen, järjestelmän korjauksen, kavitaatioilmiön tai muun ulkopuolisen lähteen kautta. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 203)

Suodatin pitää huolen järjestelmän puhtaudesta, jolla vähennetään tarvetta korjauksille ja muulle huollolle. Oikeanlaisella suodatuksella saadaan pidennettyä järjestelmän ikää, sekä parannettua laitteiden toimivuutta pidemmällä aikavälillä mitattuna. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 203)

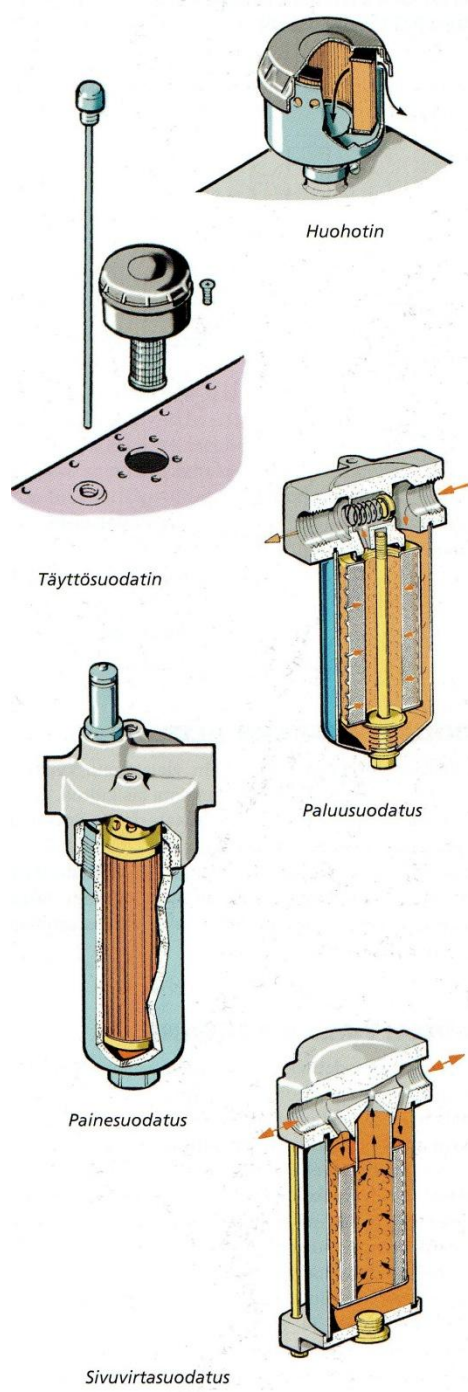
Suodattimen avulla ei kuitenkaan voida poistaa kaasumaisia tai nestemäisiä aineita, jotka ovat lienneet valmiiksi hydraulinesteen sekaan. Nämä pitää yrittää poistaa muilla tavoilla järjestelmästä, kuten hydraulinesteen vaihdolla. Luonnollinen erottuminen on helpoin tapa poistaa kaasuja. Nesteessä olevat kuplat nousevat pikku hiljaa pintaan, jolloin ne saadaan pois hydraulikkaneesten seasta. Ylimääräiset nesteet voivat ajan kuluessa kertyä säiliön pohjalle tai pinnalle riippuen siitä, minkälainen viskositeetti vieraalla aineella on. Vieraiden nesteiden poisto on mahdollista toteuttaa imemällä tai valuttamalla aine pois. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 203)

Tärkeimpiä aineita, joita halutaan poistaa hydraulikkajärjestelmästä on vesi. Liuenneena vesi aiheuttaa vähemmän vahinkoa, mutta liukenemattomana se on vaarallista järjestelmälle ja sen toimivuudelle. Vesi voi aiheuttaa pahimmillaan laitteen voitelun heikkenemisen ja siten vaikuttaa järjestelmän kulumiseen ja korroosioon, joka taas on kytköksissä irtopartikkeleiden määrään hydraulikkaneesteessä. Vesi voi myös aiheuttaa käytettävän hydraulikkanesteen liian aikaisen vanhenemisen. Tämä taas lisää riskiä irtopartikkeleiden määrän lisääntymiseen, koska se vaikuttaa suoraan nesteen voiteluominaisuuteen. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 203)

Suodatintyyppiä on erilaisia, kuten huohotus-, täyttö-, imu-, paluu-, paine- ja sivuvirtasuodattimet. Hydraulikkasäiliössä yleisimpiä käytettäviä suodattimia ovat täyttö-, huohotin, imu- ja paluusuodatin (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 204-205). Varsinkin edellä mainituista täyttö- ja huohotinsuodatin ovat suosituimpia valintoja eri säiliönvalmistajasta riippumatta. Imu- ja paluusuodattimet voidaan myös liittää säiliöön kiinteästi. Kiinteäksi liitettäessä suodattimien runko, joka on nähtävissä liitteessä 5, kiinnitetään säiliönkanteen tai se täytyy ottaa muuten suunnittelussa huomioon. Imu- ja paluusuodattimella voidaan suodattaa suoraan säiliöstä lähtevää ja siihen palaavaa nestettä, mikä vähentää kiinteitä partikkeleita.

Kuvasta 9 nähdään, minkälaisia suodatinmalleja ja muotoja on olemassa. Kun halutaan jokin suodatin kiinteäksi, pitää siitä tietää tarkempia tietoja. Valmistajalle tärkeitä suodattimen tietoja on nähtävissä liitteessä 11. Suunnittelussa pitää tietää suodattimen asennuspaikka, jonka suunnittelija päättää asiakkaan toivomusten perusteella. Säiliöiden valmistajalla tärkeimpiä tarvittavia tietoja eri suodatin valmistajilta on maksimi tilavuusvirta ja -paine. Säiliössä käytettävä hydraulinesteen viskositeetti ja tiheys ovat eräitä suodattimen valintaan vaikuttavia tekijöitä, ja ne pitää tarkistaa suodattimen yhteensopivuuden kannalta käyttökohteen mukaan. Asiakkaalta tarvittavia tietoja ovat järjestelmän ympäristöolosuhteet, järjestelmän käyttölämpötila ja vaadittava puhtausluokka. Nämä asiat huomioimalla voidaan vaikuttaa oikeanlaisen suodattimen valintaan. Jos käytettävissä ei ole tarkkoja tietoja, silloin säiliön suunnittelijalla täytyy jonkinlainen olettaus asiakkaiden tarpeista. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 204-205)





**Kuva 9 Suodatinmallit (Keinänen& Kärkkäinen 2005, 205)**

## 6. VALMISTUS

Vesileikkurin toiminta perustuu korkeapaineisen veden käyttämiseen materiaalin leikkauksessa. Vesileikkauksessa apuna käytetään myös leikkausjäljen parantamiseksi abrasiivihiekkaa, jonka avulla saadaan huomattavasti nopeampi leikkaus aikaiseksi esim. koville materiaaleille. Abrasiivihiekkaa voidaan käyttää, myös pehmeille materiaaleille. Pehmeissä materiaaleissa abrasiivihiekka nopeuttaa työtä ja parantaa leikkausjälkeä. Vesileikkaus tapahtuu siis veden ja abrasiivihiekan yhteistyöllä tai pelkästään veden avulla. (Ahokas 2012. haastattelu 05.05.2012 )

Vesileikkauksen etuna on se, että sillä voidaan leikata useita erilaisia materiaaleja (mm. vaneri, lasit, kumi, muovi, kivi, jää, erilaiset metallit, teräkset, ja muita erikoismateriaaleja kuten titaani). Vesileikkaus tarjoaa ratkaisun myös sellaisten materiaalien leikkaustavaksi, joita ei muilla tavoilla voida leikata. Vesileikkauksen kannattavuus voidaan arvioida eri materiaaleille riippuen niiden kovuudesta ja paksuudesta. Esimerkiksi metalleille tai teräksille voi olla joissain tapauksissa kannattavampaa leikkaus vesileikkauksen avulla, koska niitä ei tarvitse erikseen jälkikäsitellä leikkauksen jälkeen. Vesileikkauksen jälkeen voidaan suoraan aloittaa kappaleen jälkikäsitely, kuten hitsaus. Vesileikkauksen hyvänä puolena on, ettei metalliin tule lämpötermisiä muutoksia. Termiset muutokset voivat aiheuttaa työstettävässä kappaleessa taipumista, vääntymistä tai leikkausreunan tummumista. (Ahokas 2012. Haastattelu 05.05.2012; LaVe Oy:n www-sivut 2012. Hakupäivä 07.12.2012)

### Plasmaleikkaus

Plasmaleikkaus on leikkaustapa, jossa käytetään valokaarta, korkeaa lämpöenergiaa ja plasmakaasun kineettistä energiaa sähköä johtavan materiaalin leikkaukseen. Leikkausmateriaali sulaa lämmön ja kineettisen energian avulla, milloin se ohjautuu pois leikkauskohdasta, jolloin se tekee tarkan ja hyvän leikkausjäljen. Menetelmällä voidaan leikata kaikkia sähköä johtavia materiaaleja, kuten seostamatontaterästä, ruostumatontaterästä tai alumiini. ( ESAB:in www-sivut 2013. Hakupäivä 15.01.2013)

## Hitsausrobotti

Hitsausrobotin avulla varmistetaan nopea ja laadukas hitsaus. Säiliöiden hitsaussaumojen täytyy olla laadukkaita, koska niiden täytyy olla tiiviitä, jolla estetään nesteen pois pääsy säiliöstä. Hitsausrobotin avulla voidaan myös mahdollistaa nopea valmistus, koska esiopetettu robotti tekee tarvittavat hitsaukset ihmistä nopeammin ja tasalaatuisemmin. Hitsausarvoja voidaan tarvittaessa muuttaa, jos hitsisauma ei ole tarkoituksen mukainen.

Hitsausrobotteja käytetään myös mm. autoteollisuudessa runko-osien hitsauksessa ja tämä mahdollistaa nopean hitsauksen, mikä puolestaan nopeuttaa tuotantoa. Samat asiat säästävät kustannuksia nopeuden kautta.

## 7. PINTAKÄSITTELY

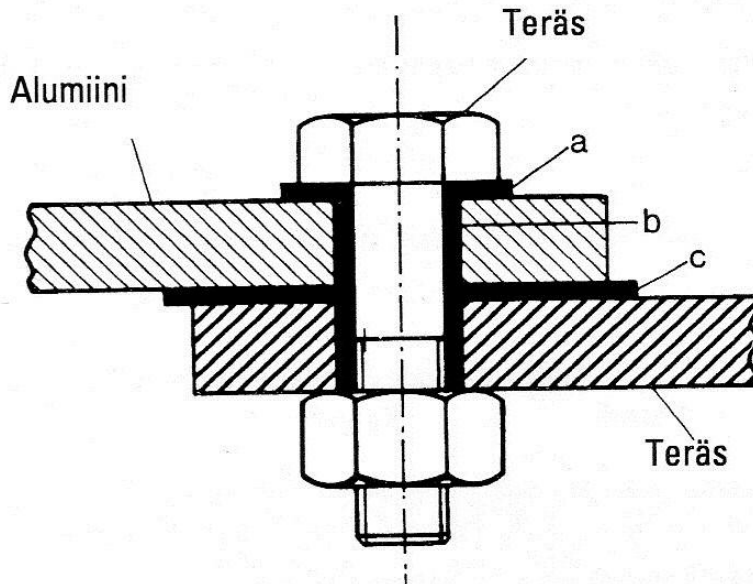
Pintakäsittelyllä saadaan estettyä eroosion ja korroosion syntymistä. Oikeanlainen pintakäsittely kasvattaa näin hydraulikkasäiliöiden elinkaarta ja on siksi tärkeä tehdä. Pintakäsittelymenetelmiä on monia. Pinnoitus voi tapahtua kemiallisesti tai sähkökemiallisesti. Oikeanlaisen pintakäsittelymenetelmän valintaan vaikuttaa tuotteen käyttöympäristö, jokin halutun ominaisuuden saavuttaminen mm. ulkonäön parantaminen, korroosiolta suojaaminen ja monet muut syyt. Liitteessä 13 on myös selitetty korroosion vaikutuksia tarkemmin. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 1996 266-267)

### 7.1 Hydraulikkasäiliöissä esiintyviä korroosiota

Hydraulikkasäiliön käyttöympäristö voi olla tehtaan sisällä tai ulkona riippuen, minkälaisen hydraulikkajärjestelmän osaan se kuuluu. Näin ollen on hyvä tietää muutamia eri korroosion esiintymismuotoja. Korroosio tarvitsee aina avukseen jonkin elektrolyytin, joka käynnistää sen. Elektrolyytinä voi toimia esim. vesi johon on liuennut suoloja. Esimerkiksi talvisin maantiesuola yhdistettynä veteen voi aiheuttaa korroosioriskin. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 1996 68-69)

Eri jalousasteisten metallien korroosiota esiintyy, kun kaksi eri metallilaatua ovat kiinni toisissaan. Kahta eri metallia yhdistettäessä tuotteeseen tai laitteeseen toinen metalleista toimii katodina ja toinen anodina. Katodina toimiva metalli syövyttää tällöin anodina toimivaa metallia. Syöpymissyvyyteen vaikuttaa se, kuinka isolta pinta-alalta katodi ja anodi ovat toisiaan vasten. Toisena vaikuttava tekijänä on myös katodin ja anodin jalousasteen suhde toisiinsa nähden. Alumiini yhdistettynä nikkelin, kuparin, tai muiden jalometallien kanssa aiheuttaa riskin metalliparikorroosiolle (Kuva 10) . (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 1996 69)

Ajoneuvojen pakokaasussa voi syntyä nokihiukkasia, ja nämä voivat synnyttää korroosiota. Nokihiukkasen hiilestä voi tulla katodipinta säiliön teräkselle, jolloin teräs syöpyy metalliparikorroosion myötä. Oikeanlaisella eristyksellä voidaan kuitenkin helposti ehkäistä metalliparikorroosiota ja sen syntyä. Kuvassa 10 nähdään, miten eri jalousluokan metalleja voidaan käyttää, kunhan ne eristetään toisistaan. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 1996 69)



**Kuva 10 Erijalousluokan metallit eristettynä, eristävä väliaine merkitty kirjaimilla a, b ja c. (Suomen Galvanotekninen yhdistys 1996,69)**

## 7.2 Kerrostumakorrosio

Kerrostumakorrosiota syntyy, kun metallin pinnalla on likaa, kuten lehtiä, hiekkaa tai jotain muuta hieman kosteaa kiinteää ainetta, joka estää ilmanpääsyn pois materiaalin pinnalta. Tällöin metallin ja kiinteän aineen välille syntyy happirikastuma, joka toimii elektrolyytinä korroosion alkamiselle. Tämä voidaan estää puhdistamalla metallin kosketuksessa oleva kerrostuma pois metallin päältä. Tätä korroosiotyyppi voi esiintyä myös sisätiloissa, jos kosteutta ja likaa on metallin pinnalla tarpeeksi pitkään. Suurin todennäköisyys hydraulikkasäiliöllä on kuitenkin altistua tälle korroosiotyypille ulkona, missä esiintyy sadetta ja ilman epäpuhtauksia. Tuulen vaikutuksesta vesi ja lika voivat ajautua hydraulikkasäiliön pinnalle muodostaen kerrostumia. (Suomen Galvanotekninen yhdistys, 1996 69-70)

### 7.3 Valmistuksessa suositeltavaa tehtäväksi

Hydrauliikkasäiliöiden valmistuksessa suositeltavaa on tehdä säiliöille pintakäsittelynä vähintään maalaus, joka estää korroosion syntymisen säiliön pintaan. Tähän voidaan käyttää ruosteenestomaalia, kuten Ferrex-merkkistä ruosteenestomaalia, jonka tiedot on nähtävissä liitteestä 12. Maalaukseen on saatavilla myös monia muitakin mahdollisia ruosteenestomaaleja eri valmistajilta. (Tikkurilan www-sivut 2013. hakupäivä 28.1.2013; Teknos-groupin www-sivut 2013. hakupäivä 28.1.2013)

Ennen maalauksen aloittamista säiliön metallipinta pitää esipuhdistaa. Puhdistukseen voidaan käyttää tinneriä, tärpättiä tai aromaattisia hiilivetyjä kuten ksyleeni ja tolueni. Tärpätti ja tinneri ovat yleisimpiä käsipuhdistuksessa käytettäviä esipuhdistusaineita. Esipuhdistus on tärkeää, koska sillä estetään rasvan ja muiden epäpuhtauksien jääminen metallipinnan ja maalikerroksen välille. Rasva ja muut epäpuhtaudet voivat pahimmillaan edesauttaa korroosion alkamista lyhentäen säiliön elinikää huomattavasti. Esipuhdistus myös varmistaa ruosteenestomaalille hyvän tarttumapinnan. (Tikkurilan www-sivut 2013. hakupäivä 28.1.2013; Teknos-groupin www-sivut. hakupäivä 28.1.2013)

Esipuhdistuksen jälkeen varmistetaan että metallinpinnalta on lähtenyt kaikki epäpuhtaudet pois ja, että pinta ei ole vioittunut ennen maalauksen aloittamista. Tärkeää on myös varmistaa pinnan kuivuus. Märkä pinta heikentää maalauksen laatua. Itse maalaus on hyvä suorittaa sisätiloissa, joissa lämpötila on yli +5°C, jotta maalin kuivumisteho ja maalauksen onnistuminen varmistetaan. (Tikkurilan www-sivut 2013. hakupäivä 28.1.2013; Teknos-groupin www-sivut 2013. hakupäivä 28.1.2013)

## 8. KUNNOSSAPITO

Hydrauliikkasäiliöitä on välillä huollettava, minkä vuoksi ne on suunniteltava siten, että ne voidaan tarvittaessa tyhjentää ja suorittaa sisäosien puhdistus. Tätä varten säiliössä on oltava tyhjennystulppa, joka mahdollistaa säiliön tyhjenemisen nesteestä kokonaan. Huoltoa, kuten puhdistusta varten on säiliössä oltava huoltoluukku tai irrotettava kansiosa. Tämä mahdollistaa sen, että säiliö voidaan tarkastaa tarvittaessa sisäpuolelta. (Keinänen & Kärkkäinen 2005, 210)

### 8.1 Tarkastus

Tarkastuksessa huomioon otettavia seikkoja ovat irtopartikkeleiden määrä säiliössä eli likaisuus. Likaisuus vaikuttaa hydrauliikkajärjestelmän toimivuuteen ja näin ollen on tärkeää, että se olisi mahdollisimman puhdas. Säiliöstä on myös tarkastettava sen kuluneisuus materiaalin osalta. Jos säiliössä on päässyt syntymään ruostetta, tämä aiheuttaa lisäongelmia itse hydrauliikkajärjestelmälle. Jossain vaiheessa pinnan kulumiskohtaan voi tulla mahdollisesti reikäkohta, josta pahimmassa tapauksessa hydrauliikkasäiliön sisällä oleva neste valuu maahan ja sitä kautta ympäristöön aiheuttaen ongelmia.

### 8.2 Vaihto

Hydrauliikkaneste tulisi vaihtaa ainakin kerran vuodessa. Vaihtoehtoisesti voidaan mitata irtopartikkeleiden määrän hydrauliikkanesteessä, jolloin saadaan tietää siinä olevien kiintoaineiden määrän ja koko. Jos hydrauliikkanesteessä on suuri määrä irtopartikkeleita, se voidaan vaihtaa ja näin ollen turvataan hydrauliikkajärjestelmän kestävyys ja pitkäikäisyys.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella hydraulikkasäiliötuoteperhe LaVe Oy:lle, jotta he saisivat lisää tuotteita myytäväksi. LaVe Oy oli valmistanut jo muutamia hydraulikkasäiliöitä asiakkaille, joten tässä opinnäytetyössä saadut tulokset ovat vahvistamassa olemassa olevaa tuotekategoriaa. Opinnäytetyön toimeksiantaja Markus Ahokas oli erittäin hyvin apuna myös esitiedonantajana opinnäytetyötä tehtäessä. Koulun puolesta Lauri Kantola oli hyvänä tukena opinnäytetyön etenemisen tarkkailussa. Koulun puolelta saamani tieto työhön liittyen oli myös apuna opinnäytetyön loppuun saattamisessa.

Haastavinta työssä oli perehtyä ja päivittää hydraulikkatietous itselleni ajan tasalle. Suunnittelussa tuli vastaan muutamia ongelmakohtia, mutta niistä selvittiin hyvin aikaisemman suunnittelukokemuksen ja hyvien tukihenkilöiden neuvoja kuuntelemalla. Työn teorian keruussa apuna oli Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulun kirjaston kattava valikoima eri hydraulikka-alan kirjallisuutta. Suunnittelussa tietotaidon apuna oli siihen liittyvä kirjallisuus sekä toimeksiantaja Markus Ahokas että ohjaava opettaja Lauri Kantola.

Mielestäni työ oli kattava ja sen avulla LaVe Oy tulee saamaan hyvää lisätietoa olemassa olevan tuotevalikoiman kehittämiseksi hydraulikkasäiliöiden osalta. Työn aikana tuotettu katalogi säiliöiden eri kokoluokista ja se, miten niiden tilavuutta voidaan muuttaa oli mielenkiintoinen pohdittava ja osittain haasteellinen. Turvallisuusnäkökohta pyrittiin pitämään suuressa roolissa koko opinnäytetyön ajan. Turvallisuus tulee huomioida sekä suunnittelussa että valmistuksessa. Opinnäytetyön aikana mittapiirustuksia suunnitellessani sain myös päivitettyä omaa osaamistani suunnittelun osalta.

Aihe oli itselleni hieman tuttu, mutta opinnäytetyön ansiosta hydraulikka-ala kokonaisuudessaan tuli enemmän tutuksi ja se nostatti mielenkiintoa koko alaa kohtaan.



## LÄHTEET

- Ahokas, Markus, tuotantopäällikkö/ -insinööri, LaVe Oy. Haastattelu 05.05.2012
- ESAB Cutting systemsin www-sivut 2013. Plasmaleikkaus. Hakupäivä 15.01.2013  
<<http://fi.esab-cutting.net/index.php?id=102>>,
- Fonselius, Jaakko 1999. Hydraulikka, painos 8.-9. Helsinki: Edita
- LaVe Oy:n www-sivut 2012. Hakupäivä 12.10.2012.  
< <http://www.lapinvesileikkaus.fi/>>
- Kajaste, Jyrki & Kauranne, Heikki & Vilenius, Matti 1999. Hydraulitekniikan perusteet.  
2 painos. Porvoo: WSOY
- Karvonen, Seppo. Kavitaation havainnointi ja mittaaminen, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Kandidaattityö 113, Oulun yliopisto, Oulu
- Keinänen, Toimi & Kärkkäinen, Pentti 2005. Automaatio-järjestelmien hydraulikka ja pneumatiikka. Helsinki: WSOY.
- Sallhydron www-sivut 2012. OMTF-suodattimet. Hakupäivä 19.11.2012.  
<<http://www.salhydro.fi/files/PDF/omtf.pdf>>
- Suomen Galvanotekninen yhdistys 1996, Kemiallinen ja sähkökemiallinen pintakäsittely osa 1, Julkaisu No 5, Vantaa: Suomen Galvanotekninen yhdistys
- Teknos-groupin www-sivut 2013. Ferrex- ruosteenestomaalin tuoteseloste. Hakupäivä 19.04.2013. <[http://www.teknos-group.com/tseloste.nsf/%28\\$All%29/A4FB641B53C93767C225796C0029E930/\\$File/FI\\_1\\_Tuoteseloste.pdf?OpenElement](http://www.teknos-group.com/tseloste.nsf/%28$All%29/A4FB641B53C93767C225796C0029E930/$File/FI_1_Tuoteseloste.pdf?OpenElement)>
- Teollisuusvoitelu 2006, Kunnossapidon julkaisusarja numero 8. Helsinki: KP-Media Oy
- Tikkurilan www-sivut 2013. Metallipintojen teollinen maalaus. Hakupäivä 19.04.2013.  
<[http://www.tikkurila.fi/files/5017/Metallipintojen\\_teollinen\\_maalaus\\_2009.pdf](http://www.tikkurila.fi/files/5017/Metallipintojen_teollinen_maalaus_2009.pdf)>

## LIITELUETTELO

- Liite 1. Miehistöluukutonsäiliö-mittapiirustus
- Liite 2. Miehistöluukullisensäiliö-mittapiirustus
- Liite 3. Pystysäiliö-mittapiirustus
- Liite 4. Vaakasäiliö-mittapiirustus
- Liite 5. OMTF-suodatin-mittapiirustus
- Liite 6. Paluuputki-mittapiirustus
- Liite 7. Lämpötilamittari-mittapiirustus
- Liite 8. Säiliöntäyttökorkki ja huohotin-mittapiirustus
- Liite 9. Tyhjennysventtiili-mittapiirustus
- Liite 10. Vuotoreuna-mittapiirustus
- Liite 11. OMTF- Suodattimien tiedot
- Liite 12. Ferrex- ruosteenestomaali-tekniset tiedot
- Liite 13. Tikkurila kotisivu- korroosion ilmenemismuodot
- Liite 14. Luukuttoman säiliömallin-tilavuustaulukko
- Liite 15. Luukullisen säiliömallin-tilavuustaulukko
- Liite 16. Pystysäiliömallin-tilavuustaulukko
- Liite 17. Vaakasäiliömallin-tilavuustaulukko