

**Matti Ohvo**

**VETOLAITTEEN SUUNNITTELU JA RAKENTAMINEN**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tuotantotalouden koulutusohjelma  
Tammikuu 2019**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Tammikuu 2019	<b>Tekijä/tekijät</b> Matti Ohvo
<b>Koulutusohjelma</b> Tuotantotalous		
<b>Työn nimi</b> Vetolaitteen suunnittelu ja rakentaminen		
<b>Työn ohjaaja</b> Jari Kaarela ja Sakari Pieskä		<b>Sivumäärä</b> 15+14
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman yksinkertainen ja luotettava vetolaite, joka kykenee liikkumaan vedessä, maalla, lumessa ja suolla. Vetolaite helpottaa raskaiden taakkojen liikuttamista vaikeissa maasto-olosuhteissa. Vetolaitteen prototyyppiä rakennettaessa käytettiin mahdollisimman paljon jo olemassa olevia komponentteja ja kierrätystavaraa. Teoriaosuudessa käsitellään vetolaitteen prototyypin rakennusmenetelmiä ja vaiheita. Vetolaitteen prototyyppiä myös testattiin onnistuneesti opinnäytetyön aikana. Kuvat tuovat lisätietoa rakennusprojektin eri vaiheista.</p>		
<b>Asiasanat</b> Koneen suunnittelu, prototyyppi, vetolaite		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b> Ylivieska	<b>Date</b> January 2019	<b>Author</b> Matti Ohvo
<b>Degree programme</b> Industrial Management		
<b>Name of thesis</b> Engineering and constructing a towing machine		
<b>Instructor</b> Jari Kaarela and Sakari Pieskä		<b>Pages</b> 15+14
<b>Supervisor</b>		
<p>The purpose of the thesis was to engineer and construct a simple and surely working towing machine what can move in water, land, snow and deep mud. The towing machine will help to move heavy items in all terrains. A lot of recycled material was used extensively in constructing the prototype of the towing machine. On theory part the phases of the construction processes are elaborated and pictures provides more information on the different steps of the project. The prototype was already tested successfully during the thesis project.</p>		

<p><b>Key words</b> Mechanical engineering, towing machine, prototype</p>
---

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

Vetolaite Monipuolinen laite, joka auttaa alustasta huolimatta vetämään erilaisia taakkoja.

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 SUUNNITTELUVAATIMUKSET JA TAVOITTEET .....</b>	<b>2</b>
<b>3 VALMISTUSTEKNIIKAT.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Plasmaleikkaus .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 MIG- ja MAG-hitsaus.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3 Puikkohitsaus.....</b>	<b>5</b>
<b>4 SPIRAALEIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Keskispiraaleiden toteutus .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Päätyspiraaleiden suunnittelu ja toteutus.....</b>	<b>8</b>
<b>5 HYDRAULIIKKA SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1 Hydraulikkaöljysäiliön suunnittelu ja toteutus.....</b>	<b>9</b>
<b>5.2 Hydraulikka komponenttien suunnittelu ja toteutus .....</b>	<b>10</b>
<b>6 RUNGON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS .....</b>	<b>11</b>
<b>7 TULOKSET.....</b>	<b>12</b>
<b>7.1 Koe-ajo 1 .....</b>	<b>12</b>
<b>7.2 Muutostyöt .....</b>	<b>12</b>
<b>7.3 Koe-ajo 2 .....</b>	<b>13</b>
<b>8 POHDINTA .....</b>	<b>14</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>15</b>

**LIITTEET**

**LIITE 1**

- KUVA 1. Keskispiraalikierteen nousun hahmottelua
- KUVA 2. Keskispiraalikierteiden hitsaus
- KUVA 3. Pohjamaalaus ja teippaus
- KUVA 4. Valmiit keskispiraalit maalattuna
- KUVA 5. Päätyspiraaleiden kokoaminen
- KUVA 6. Päätyspiraali paikoillaan
- KUVA 7. Moottorin ja välilaiipan sapluunat valmiina
- KUVA 8. Välilaippa, jossa on moottorin ja pumpunjalan jako toisiinsa kiinnittämistä varten
- KUVA 9. Säiliöpohjan leikkaus taittoa varten
- KUVA 10. Pohjan taitto säiliöksi
- KUVA 11. Valmis säiliö
- KUVA 12. Kannen ja pohjan sovitus
- KUVA 13. Venttiilit

KUVA 14. Tukivarsien liikeratojen suunnittelu  
KUVA 15. Muutosholkit  
KUVA 16. Uusi pumppu vanhan vierellä  
KUVA 17. Korotusholkki  
KUVA 18. Laite kasattuna pumppumuutoksen jälkeen  
KUVA 19. Laitteen koekellutus

## **LIITE 2**

KAAVIO 1. Hydrauliiikka kaavio  
KAAVIO 2. Kaksoispumpun hydrauliiikka kaavio

## **LIITE 3**

TAULUKKO 1. Osaluettelo

## 1 JOHDANTO

Työn valinnan taustalla on käytännön tarve liikkua haastavissa maasto-olosuhteissa. Off –road-kilpailuharrastuksessa suot ja vesistöt ovat olleet pyörien tai telojen avulla liikkuvilla ajoneuvoilla ylitsepääsemättömiä sekä hirvenpyynnissä hirvenruhojen veto soisilta alueilta haasteellista. Talkootöinä tehtävissä kaislanniitto töissä potkurivauriot näyttelevät isoa osaa kustannuksista. Lisää tarvetta laitteelle ilmeni, kun olin työni puolesta valvojana öljyntorjuntaharjoituksessa. Laitteella voidaan parantaa huomattavasti työturvallisuutta öljyntorjuntapuomin vetotöissä liukkailla rantakivikoilla, eikä potkurivaurioita tarvitse pelätä. Työssä halusin kehittää apulaitteen näihin ongelmiin. Tavoitteena on rakentaa kelluvan vetolaitteen prototyyppi, jota voidaan käyttää taakkojen vetämisessä vaikeissa maasto-olosuhteissa ja vesistöissä.

Nähtyäni Youtubessa videon Fordson Major-traktorista , jossa oli renkaiden tilalla spiraalisylinterit, kiinnostukseni heräsi kyseiseen tekniikkaan. Laite näytti painavalta, mutta eteni kuitenkin hyvin lumessa. Tästä sainkin ajatuksen valmistaa keveämmän laitteen nykytekniikkaa käyttäen. Tavoitteeksi laitteelle asetin kompaktin koon, kelluvuuden, monikäyttöisyyden sekä kustannusten pysymisen samalla tasolla kuin esimerkiksi mönkijällä tänä päivänä on (Youtube).

Spiraalivetoisen laitteen historia yltää 1800-luvun loppuun, jolloin se on ensimmäisen kerran patentoitu ja tekniikalla yritettiin valloittaa Etelänapa. Myöhemmin vuonna 1923 Henry Ford patentoi tekniikan Fordson Major -traktorin ja T-Ford-auton pyörittämäksi. Vuonna 1936 myös Chrysler yritti patentoida saada tuotetta maastoajoneuvoksi. Kaikki hankkeet kaatuivat kalliiseen hankintahintaan ja korkeaan polttoaineen kulutukseen. Fordson-traktoreita valmistettiin vain 15 kpl ja osa toimitettiin Norjaan, Ruotsiin ja Alaskaan postilähettien ajoneuvoiksi. Paksussa pulverilumessa laite ei kuitenkaan liian painonsa vuoksi edennyt halutulla tavalla. (Koneviesti 3/2018.)

Ensimmäisessä luvussa esittelen työni suunnitteluvaatimukset ja tavoitteeni. Toisessa luvussa kerron tarkemmin laitteen valmistukseen käytetyistä menetelmistä. Sen jälkeen esittelen koneen käytännön toteutusta yksi suurempi kokonaisuus kerrallaan. Lopuksi esitän tulokset sekä pohdin saatuja tuloksia. Liitteessä 1 olevat kuvat tuovat lisätietoa rakennusprojektin eri vaiheista.

## 2 SUUNNITTELUVAATIMUKSET JA TAVOITTEET

Rakensin laitteen kotiolosuhteissa, joten käytössäni ei ollut kaikkia tarpeellisia työkaluja mittaukseen ja teräksen käsittelyyn. Vaihtoehtomenetelminä mittauksessa ja mallinnuksessa käytin pahvisapluunoita, harppia ja muotokampaa. Vaikeanmalliset kappaleet piirsin aina ensin pahville, joilla varmistin esimerkiksi liikevarat ja mahdolliset törmäykset ennen kappaleen leikkaamista teräksestä. Hitsauksessa käytin puikko- ja MAG-hitsausmenetelmiä ja kappaleiden muotoilussa kulmahiomakonetta ja karahiomakonetta. Kaikki liikkuvat osat hitsasin ensin pisteittäin kiinni liikkumisvarojen varmistamiseksi ennen lopullista kiinnittämistä.

Tavoitteena työssä on hyödyntää mahdollisimman paljon kierrätysosia rungon ja tukirakenteiden osalta. Runko- ja spiraalisuunnitteluun vaikuttivat paljon jo varastosta löytyvät kierrätysmateriaalit. Laakerit, moottorin ja hydraulikkaosat ostin uusina kestävyys- ja pitkäikäisyyden varmistamiseksi. Prototyyppiin laitoin aluksi kustannusten vuoksi normaalit yleiskäytön hydraulikkaöljyt. Toimivuuden varmistuttua ne vaihdetaan vesistöihin sopiviksi eko-öljyiksi. Projektin haasteena oli valita prototyyppiin edulliset, keveät ja mahdollisimman vahvat materiaalit.

Kelluvuuden laskennassa käytin Arkhimedeen lakia. Tarkoitus oli saada vetospiiraaleille 500 litran tilavuus, jolloin sain kantavuuden 500 kg, vähennettynä laitteen omapaino öljyineen ja polttoaineineen. Kelluvuuden lisäksi suunnittelin laitteeseen valuma-altaan, jotta vesistössä ajettaessa ehkäistään mahdolliset laitteesta itsestään aiheutuvat öljyvahingot.

Maalauksessa huomioin suojauksen merivettä vastaan käyttämällä laivoissakin käytettävää sinkkimaalia osien hiekkapuhalluksen jälkeen. Pintamaalauksen suoritin paineilmaruiskulla käyttäen vesiohenteista automaalia ja 2- komponenttista autolakkaa.

Laitteen käyttömahdollisuudet ovat rajattomat. Pelastuslaitos voi vetää laitteella letkut ja painavimmat laitteet kohteisiin esimerkiksi maastopaloissa ja öljyntorjuntatehtävissä. Laitetta voi myös käyttää erilaisissa vesistöissä tapahtuvissa työtehtävissä, kuten kaislanniittojätteen siivoamiseen rannalle, pilkkimiseen heikoilla jäillä, sorsastukseen ja hukkuneiden etsintään matalissa vesissä. Vesilinnustuksessa laitteen voi naamioda kelluvaksi kallioksi tai ajaa passiin keskelle ruovikkoa, minne ei veneillä pääse. Kelluvuuden ansiosta hirvenpyynnissä hirvet saadaan vedettyä metsästä, suolta tai vaikka järvestä. Kallistettavuuden ansiosta laitteella voidaan ajaa myös esimerkiksi tievartta niitettäessä kuljettajan pysyessä vaakatasossa.



Laitteeseen asennettavalla lisähydrauliikalla voidaan operoida erilaisia lisälaitteita, kuten esimerkiksi kaislanniittoterää, kairaa, kelauslaitetta rannansuojamatolle ja öljyputoille.

Lähdemateriaaleina hydrauliikkasuunnittelussa käytin teosta Hydraulitekniikka (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013) sekä IKH-hydrauliikkaluetteloa (2018). Laskennassa käytin kaavoja kirjasta Insinöörin fysiikka osa 1 (Hautala & Peltonen 2014).

Itse tehty ja suunniteltu laite on prototyyppi, joka esitellään eri tahoille sen valmistuttua ja patenttiasioiden selvittyä. Laitteesta ei tehdä tässä vaiheessa tarkempia konepiirustuksia ja kaikkia työvaiheita ei kuvata yksityiskohtaisesti. Työn raportoin kuvin ja piirroksin työvaiheiden edetessä sisällysluettelon mukaisesti. Työvaiheiden edetessä päivitin myös osaluetteloa (LIITE 3).

Aloitin rakentamisen laitteen spiraaleista, koska materiaalit olivat helposti saatavilla. Spiraalien jälkeen kytkin hydrauliikkamoottorin ja lopuksi rakensin rungon, joka sopisi molempiin edellä mainittuihin. Kyseisistä osa-alueista kerron tarkemmin luvuissa 4, 5 ja 6.

### **3 VALMISTUSTEKNIIKAT**

Valmistuksessa käytin kappaleiden leikkaukseen ja muotoiluun plasmaleikkuria ja kulmahiomia sekä karahiomakoneita. Kappaleiden liittämisen toisiinsa tapahtui puikko- ja MAG-hitsaamalla.

#### **3.1 Plasmaleikkaus**

Plasmaleikkaus soveltuu kaikille sähköä johtaville materiaaleille. Plasmaleikkaus tarkoittaa, että plasmaleikkuri käyttää keskitettyä sähköistä valokaarta leikkausprosessissa. Sähköinen valokaari muodostaa erittäin korkean lämpötilan, joka saa metallin sulamaan. Sula metalli puhalletaan leikkauskohdasta pois kaasun avulla. Kaasuina voidaan käyttää esimerkiksi typpeä, happea, paineilmaa, argonia tai vetykaasua. Omassa työssäni käytin paineilmaa sen edullisuuden vuoksi.

Plasmaleikkauksen etuna ovat vähäiset lämpötilamuutokset leikattavissa kappaleissa sekä 5-7 kertaa nopeampi leikkausnopeus happi- tai kaasuleikkaukseen verrattuna. Kappaleen vähäisen lämpiämisen vuoksi odotusajat työstövaiheissa minimoituvat. Suurilla jopa 1000 A:n virroilla voidaan leikata jopa 160mm:n paksuista materiaalia.

Työskennellessäni huomasin, että kotiooloissa täytyi käyttää laadukasta vedenerotinta. Paineilman sisältämä vesi kantaa mukanaan niin paljon happea, että palotapahtuma kiihtyy ja lämpötila nousee, jonka vaikutuksesta suutin palaa herkästi. (ESAB Oy 2018.)

#### **3.2 MIG- ja MAG-hitsaus**

MIG- ja MAG-hitsaus on metallikaasukaarihitsausprosessi, jossa muodostetaan sähköllä palava valokaari ja siihen hitsauslaitteella syötetään suojakaasua sekä lisäainetta eli ohutta hitsauslankaa tasaisella nopeudella. Valokaari palaa suojakaasun ympäröimänä hitsauslangan ja työstettävän kappaleen välissä.

Silloin hitsauslanka sulaa. Sula metalli pyritään siirtämään pieninä pisaroina langanpästä suoraan hitsisulaan.

Kaasu voi olla joko aktiivi- tai inerttikaasua. Aktiivisen ja inerttikaasun erona on se, että sulassa metallissa olevat aineet reagoivat aktiivisen kaasun kanssa. Tällaisia kaasuja ovat puhdas hiilidioksidi tai argonin ja hiilidioksidin muodostama seoskaasu, 75%Ar+25%CO<sub>2</sub>. Edellä kuvattua hitsausta kutsutaan MAG-hitsaukseksi ja juuri tätä menetelmää käytin osaltaan työssäni.

MIG-hitsauksessa puolestaan käytetään inertti- eli reagoimattomia kaasuja, joita ovat argon ja helium. Pääjako näiden kahden hitsausmenetelmän välillä on, että MAG-hitsauksella hitsataan terästä ja MIG-hitsauksella ei-rautametalleja. Yleinen käsitys hitsausmenetelmistä on hieman väärä, kun autoja korjataan puhekielessä MIG-hitsaamalla, joka todellisuudessa on rautametallihitsaamista eli MAG-hitsaamista.

MIG- ja MAG-hitsaamisen etuja ovat katkeamaton lisäaineen eli langansyöttö sekä kuonan vähäinen muodostuminen. Esimerkiksi puikkohitsauksessa puikon eli lisäaineen syöttö katkeaa puikon loputtua ja liitoskohta on aina puhdistettava kuonasta, jota syntyy aina metallia sulatettaessa. Väliin jäänyt kuona heikentää aina liitoksen laatua. MIG- ja MAG-hitsauksessa palotapahtuma on suojakaasun ansiosta niin puhdas, että palotapahtuma on lähes kuonaton.

MIG- ja MAG-hitsauksen haasteita kotiooloissa ovat kaasun tai langan yhtäkkinen loppuminen. Hitsatessa ei ehdi aktiivisesti seurata kaasun ja langan määrää. Puikkohitsauksessa näkee konkreettisesti koko hitsauksen ajan, montako puikkoa hitsaukseen on jäljellä. Siinä kaasu ja lanka loppuvat yhtä aikaa. Puikkohitsauslaitteistoon verrattaessa MIG-hitsauslaitteisto on monimutkaisempi ja sen huolto ja kunnossapito ovat suuremmassa roolissa.

MIG- ja MAG-hitsaus on tänä päivänä yleisin hitsausmuoto kotitalouksissa. Teollisuudessa sitä käytetään, koska menetelmässä on hyvä hyötysuhde lisäaineenkulutukselle. Lisäaineen pienen kulutuksen vuoksi lähes kaikki robotit hitsaavat teollisuudessa kyseisiä menetelmiä käyttäen sen hyvän hyötysuhteen vuoksi. (ESAB Oy 2018.)

### **3.3 Puikkohitsaus**

Puikkohitsaus on tunnetuin ja vanhin hitsausmenetelmistämme. Yleisnimitys puikkohitsaukselle ennen olikin kansankielellä sähköhitsaus ja metallikaarihitsaus. Puikkohitsauksen kehitti 1900-luvun alussa Oscar Kjellberg.

Puikkohitsaus perustuu MIG- ja MAG-hitsauksen tavoin sähköhitsauksen aiheuttamaan valokaareen. Puikkohitsauksessa erona esimerkiksi aikaisemmassa luvussa käsiteltyyn MIG- ja MAG-hitsaukseen on se, että hitsauspuikon päällä jo valmiiksi oleva lisääine korvaa suojakaasun palotapahtumassa. Lisääine suojaa palotapahtumaa ja muodostaa paksun kuonakerroksen sulametallin päälle. Puikkohitsaus on aina käsityötä, koska puikot ovat määrämittäisiä ja hitsauskohta puikon päätyttyä on aina puhdistettava mekaanisesti kuonasta. Puikolla voi hitsata muun muassa alumiinia, ruostumatonta terästä, tulen kestävästä terästä ja valurautaa. (ESAB Oy 2018.)

## 4 SPIRAALEIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Keskispiraaleiden suunnittelun lähtökohtana käytin varastooni jääneitä käytettyjä 200 litran kalvopaisuntasäiliöitä. Halkaisijaltaan 485 mm:n säiliöiden päälle aloitin suunnittelemaan spiraalikierteitä narua apuna käyttäen. Pyöritin narun tiukalle sylinterin päälle n. 150 mm:n kierrenousulla. Tällä menetelmällä saatiin mitattua kierteiden lukumäärä kyseiselle kappaleelle ja yhden kierteen kehämitta. Kaikki tässä luvussa esitetyt kuvaviittaukset liittyvät liitteen 1 kuviin.

(LIITE 1, KUVA 1).

### 4.1 Keskispiraaleiden toteutus

150 mm:n kierrenousu perustuu pyörimisnopeuteen 1000 rpm (rounds per minute). Tällä kierrosnopeudella saataisiin laskukaavalla  $0,15 \text{ m} * 1000 \frac{r}{min} = 150 \frac{m}{min} = 9 \frac{km}{h}$ . Tämä riittäisi jo tuplaamaan tarvittavan nopeuden vesistöissä tapahtuvaa työtä ajatellen.

Sisähalkaisijaksi sain narumittauksella 492 mm:n ja kierteet tehtiin 3mm:n teräspellistä plasmaleikkurilla.

Hitsausrakoa jäi noin 1,5 mm, joka on sopiva 3mm:n paksuiselle pellille. Kierteet hitsasin ESAB 2,5 mm \* 350 mm OK 48.00- puikoilla sylintereiden pintaan pienissä osissa välillä jäähdyttäen olomuutosten minimoimiseksi. (LIITE 1, KUVA 2).

Sylintereiden sisälle hitsattiin läpimenoakselille (25 mm) tarkkuusteräsputki, joka on sisähalkaisijaltaan 26 mm ja ulkohalkaisijaltaan 30 mm. Putken päässä on halkaisijaltaan 6mm:n reikä putkisokalle vedon välitystä varten. Liitoskohdat hitsattiin vedenpitäviksi. Putken päät jätin 20 mm sylintereitä pidemmäksi suunniteltua putkisokkalukitusta varten.

Pohjamaalauksen suoritin teollisuussinkkimaalilla pensseliä käyttäen (LIITE 1, KUVA 3)

, jonka päälle ruiskumaalasin vesiohenteisen hopeanvärisen automaalin. Hopean värin kuivuttua peitin sylinteriosan maalarinteipillä niin, että vain kierteet jäivät näkyviin punaista maalia varten. Maalikerroksen kuivuttua poistin teipit ja lakkasin keskispiraalirullan 2- komponenttisella autolakalla (LIITE 1, KUVA 4).

## 4.2 Päätyspiraaleiden suunnittelu ja toteutus

Aikomuksenani oli tehdä päätyspiraalit käytetyistä ja halkaisijaltaan hieman pienemmistä paisunta-astioista. Ensin yritin löytää 4 kappaletta samanlaisia paisunta-astioita metallinkierrätyksestä siinä onnistumatta. Tästä johtuen otin yhteyttä Saarijärven päätytuote Oy:hyn ja tilasin sieltä 8 kappaletta mitoiltaan sopivia säiliönpäätyjä, jotka on prässätty 2 mm:n ruostumattomasta peltilevystä. Halkaisijaltaan valitsin 20 mm pienemmät päädyt kuin keskispiraalit ovat. Tämän tein sen vuoksi, etteivät ne aiheuttaisi turhaa kitkaa tasaisella alustalla ajettaessa. Päädyistä hitsasin 4 kappaletta päätyspiraaleiden runkoja (LIITE 1, KUVA 5).

Ennen kuppimaisten puolikkaiden yhteen hitsaamista keskikohtaan piti tehdä reikä tarkkuusteräsputkelle joka on sisähalkaisijaltaan 26 mm ja ulkohalkaisijaltaan 30 mm. Tarkkuusteräsputkien päihin hitsasin ulkohalkaisijaltaan 60 mm:n teräsholkit 8mm:n kiilauralla. Holkit hitsattiin vesitiiviiksi putkeen. Keskikohdan merkkauksen tein asettamalla kupin pöydälle vatupassilla täysin vaakatasoon ja asettamalla keskelle 20 millilitraa jäähdytinnestettä. Jäähdytinnesteen pintajännityksen vuoksi pisara oli täysin pyöreä. Pisanan päälle maalasin mustaa spraymaalia. Maalin kuivuttua kaadoin jäähdytinnesteen pois ja maalittoman pisteen keskelle löin merkin pistepuikolla. Pisteen sijainnin varmistin vielä harpilla vertaamalla reunoihin.

Mitallistetun putken hitsasin 20 mm sylintereitä pidemmäksi tulevaa kiinnitystä varten. Spiraalit sylintereiden päälle muotoilin muotokampaa apuna käyttäen. Osat piirrettyäni leikkasin kappaleet irti levystä plasmaleikkurilla ja hitsasin ne paikoilleen (LIITE 1, KUVA 6).

## 5 HYDRAULIIKKASUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Työskentelyn alussa mietin, voisiko laitteen valmistaa polttomoottorilla ja täysin mekaanisella vaihteistolla ja voimansiirrolla. Mekaanisella voimansiirrolla laitteen paino nousisi liikaa kelluvuuden saavuttamiseksi, joten hylkäsin ajatuksen. Seuraavaksi tutkin sähkömoottoreita vaihtoehtona. Sähkömoottorissa positiivista olisi hiljainen käyntiääni ja portaaton nopeudensäätö. Kuitenkin laitteen käyttötarkoitusta ajatellen maastossa akkujen lataaminen on vaikeaa ja kovalla pakkasella toimintamatka jää liian lyhyeksi. Akustoa suurentamalla taas kelluvuus kärsii.

Lopulta päädyin hydrauliiikalla toimivaan voimansiirtoon, jossa polttomoottori pyörittää hydrauliiikkapumppua ja öljynpaine saadaan ohjattua venttiileillä hydrauliikkamoottoreille. Tällä saavutetaan portaaton nopeudensäätö ja paino saadaan pidettyä kelluvuuden asettamissa rajoissa. Hydrauliiikassa etuna on myös se, että tarvikkeet ja varaosat löytyvät nykyään kivijalkakaupasta ja niitä saa lähes joka paikkakunnalta. Laitteen valmistusmateriaaliksi valitsin teräksen, koska sitä on helposti ja edullisesti saatavilla sekä sen työstämiseen tarvittavat laitteet minulla oli jo ennestään hankittuna.

Suunnittelun lähtökohtana oli varastossani lojunut hydrauliikkakoneikko. Koneikossa oli 4kw:n pysty-akselisähkömoottori, jonka pyörimisnopeus oli  $1540 \frac{r}{min}$  ja hydrauliikkapumppu tuotoiltaan  $23 \text{ dm}^3/min$ . Irroitin koneikosta pumpun kauluksineen, huohottimen sekä imu- ja paineletkut tulevaa käyttöä varten. Vetolaitteen moottoriksi valitsin Briggs & Stratton 12.5 hv (9.2 kw) -pystyakselimoottorin hinta / laatusuhteen vuoksi ja koska halusin laitteeseen enemmän tehoja.

Ensimmäinen työ oli sovittaa moottori ja pumppu toisiinsa välilaitan avulla. Työssä käytin pahvista tiivistepaperia, jonka naputtelin laippoja vasten nailon vasaralla saadakseni näkyviin reunat ja reikäjaon (KUVA 7). Sapluunoiden keskireiät kohdakkain asettelemalla sain piirrettyä ja valmistettua välilaitan teräspellistä ja korokerenkaan muovista (LIITE 1, KUVA 8). Kaikki tässä luvussa esitetyt kuvaviittaukset liittyvät liitteen 1 kuviin.

### 5.1 Hydrauliiikkaöljysäiliön suunnittelu ja toteutus

Öljysäiliön suunnittelun lähtökohdaksi otin malliksi koneikon vanhan kannen ja leikkasin 5 mm:n teräslävystä kanteen verrattuna saman kokoisen 470 mm \* 600 mm palan. Uuteen kanteen on helppo mitoittaa

moottori ja hydraulikkakomponentit haluamilleni paikoille. Säiliön pohjan tein 2 mm:n paksuisesta teräslevystä mitoittamalla sen 1000 mm leveään peltiin hukkapalojen ja turhan leikkaamisen välttämiseksi. (LIITE 1, KUVA 9). Pellinkanttauskoneen puuttuessa leikkasin taitoskohdat lähes läpi asti taittamisen helpottamiseksi (LIITE 1, KUVA 10).

Taittamisen ja ruosteiden puhdistamisen jälkeen taitoskohdat hitsasin MAG-hitsaamalla ja tein pohjalle kauluksen 8 mm\*50 mm- kokoisesta lattaraudasta, johon tein M10- kierteet kannen kiinnittämistä varten. Säiliön pohjaan asensin loiskelevyt varalta pulttikiinnityksellä, jos niitä tulevaisuudessa joutuu muuttamaan jostain syystä. Säiliön päätyyn asensin myös pinnankorkeusmittarin, lämpötila-anturin, syvennyksen kondenssiovedelle ja tyhjennystulpalle. Tyhjennystulpaksi valitsin työkaluttoman tyhjennystulpan, johon kierretään vain letku kiinni ja jolla pystytään valuttamaan vain tarvittava määrä öljyä pois hallitusti. Pohjamaalauksen suoritin sinkkimaalilla ja pintamaalauksen 2-komponenttisella automaalilla (LIITE 1, KUVA 11). Kannen ja pohjan väliin asensin teollisuuskäyttöön tarkoitettua tiivistenauhaa (LIITE 1, KUVA 12).

## 5.2 Hydraulikka komponenttien suunnittelu ja toteutus

Ensin piirsin hydraulikka kaavion (LIITE 2, KAAVIO 1). Lähtökohtana oli hydraulikkapumppu vanhasta koneikosta. Pumpun tuotto on  $23 \frac{l}{min} / 1500 \frac{rpm}{min}$ .

Tulevan moottorin kierrosluku on maksimissaan  $3000 \frac{rpm}{min}$ , joten valitsin komponentit tilavuusvirran  $46 \frac{l}{min}$  mukaan. Paineeksi säädetään 120 bar, jolla valitsemani Danfoss OMP 315 -moottorit pitäisi pyöriä.

Järjestelmä rakennetaan ensiksi yhdellä hydraulikkapumpulla ja pumpun jälkeen asennetaan valinta-venttiili, jolla valitaan, halutaanko paine ohjattua moottoreille vai levityssylintereille. Valinta-venttiilin jälkeen on paineentasausventtiili, jotta molempiin piireihin saadaan sama paine. Tasausventtiileiltä paine ohjautuu proportionaalisuunta-venttiileille, joilla saadaan aikaiseksi portaattomat liikkeet hallitusti sylintereille ja moottoreille (LIITE 1, KUVA 13). Moottoreilta veto välittyy alumiinisen hakakytkimen kautta 1/2" kettinkiä myöten spiraaleille 1/1-vetosuhteella. Tässä vaiheessa jätin ketjuille tilaa mahdollista tulevaa välityksen muutosta varten. Kaikki akselit mitoitin samalle 25 mm:n vedetylle teräsakselille ja 8 mm:n kiilauralle. Hammasrattaat ja kytkimet lukitaan 8 mm:n top-ruuvilla kiilan päältä.



## 6 RUNGON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Runko- ja tukivarsimateriaaliksi valitsin 40 \* 40 \* 4 mm:n putkipalkin, koska materiaali oli kestävä, työtä ajatellen sopivan kokoista ja sitä oli valmiina varastossani. Runkokehikon tein öljysäiliön mittojen mukaan, jotta saan öljysäiliön kiinnitettyä sen päälle liukuvaksi painopisteen hakemista varten. Tukivarsien UCF 205-laippalaakerointia varten leikkasin 3 mm:n teräslevystä 150 \* 250 mm:n palaset joihin porasin reiät laakerin kiinnitystä, akselin läpimeno-reikä ja rungon läpimeno-reikä varten. Tukivarsien kiinnitysleikat hitsasin 45 asteen kulmaan runkoon nähden, koska tukivarsien liikevaraksi tarvittiin 90 asteen liikevara (LIITE 1, KUVA 14).

Tukivarsien laakeripedit laitoin 70 mm ristikkäin, jotta vetolaitteen ollessa kapeimmassa asennossa spiraalit menevät limittäin ja saavutetaan alle 1200 mm:n leveys, niin laite mahtuu yleisimpiin markkinoilla oleviin peräkärriihin. Runko tuettiin 60 \* 8 mm:n lattateräksillä jäykkyyden saavuttamiseksi. Tukivarsien päähän hitsasin 8 \* 40 mm:n lattateräksen UCP 205 NH -pukkilaakerin kiinnitystä varten. Vetovarsiin hitsasin samanlaiset teräspellit kuin runkoonkin ketjunkturin ja hydraulikkamoottorin laakerointia varten. Veto- ja tukivarsien väli mitoitettiin keskispiraalin pituuden mukaan ja väliin hitsasin 35 \* 35 \* 2 mm:n teräsputkipalkista ristikkorakenteen riittävän tukevan rakenteen saavuttamiseksi. Ristikkorakenteen päälle kiinnitin vielä 4 mm:n alumiinisen kantatun kyynellevyn, joka myös jäykistää rakennetta ja toimii samalla astinlautana ja roiskesuojan kiinnityspisteinä.

Tukivarren päähän porasin 16 mm:n reiän tulevaa hydraulisynterin kiinnitystä varten. Reiän sijainnin laakerin keskeltä mitoitin sylinterille, joka on 200 mm:n iskunpituudella. Laskin reiän paikan kaavalla

$$\frac{200\text{mm} * 2}{3.14} = 127.3 \text{ mm. Näin saadaan liikevaralla } 90^\circ \text{ mitaksi } 127 \text{ mm.}$$

Kaikki tässä luvussa esitetyt kuvaviittaukset liittyvät liitteen 1 kuviin.

## 7 TULOKSET

Kaikki tässä luvussa esitetyt kuvaviittaukset liittyvät liitteen 1 kuviin.

### 7.1 Koe-ajo 1

Ensimmäisen koe-ajon suoritin jäisellä ja lumisella pihalla. Laite liikkui suunnitellusti ja keveästi sivusuunnassa, mutta eteenpäin ajaessa hydrauliiikkapumpusta loppui voima ja keskispiraaleiden putkisokkakiinnityspisteet vetoakseleille repesivät irti ja laite pysähtyi. Pakoputken suuntaus oli myös väärä, koska se puhalsi kuumat pakokaasut liian lähelle hydrauliiikkaletkuja.

Tavoitteenani oli, että laite liikkuisi ensimmäisellä koe-ajolla edes 1 metrin. Lopputulos oli 27 metriä, joten olin tyytyväinen, vaikka korjauskohteita ilmenikin. Ongelmakohtat päätin korjata hankkimalla uuden hydrauliikkakaksoispumpun (LIITE 2 KAAVIO 2) vahvistamalla spiraaleiden lukituksen akseliin teräsholkeilla ja kiilauralla. Pakoputken suuntausta täytyi myös muuttaa.

### 7.2 Muutostyöt

Muutostyöt aloitin suunnittelemalla teräsholkit spiraaleiden ja akselin väliin. Materiaalina käytin normaalia terästä, jonka ulkohalkaisija oli 60mm, pituus oli 60mm ja keskireikä oli 25,5mm. Keskireiän mitoitin 0,5mm isommaksi akselin tulevaa asennusta helpottaakseni. Lukitusta varten holkkeihin jyrситiin 8mm:n kiilaura, joka lukittiin 8mm:n top-ruuvilla (LIITE 1, KUVA 15).

Hydrauliikkapumpun korvasin kaksoispumpulla, joka helpottaa laitteen liikkeiden hallintaa yhtäaikaaisesti. Pumppu 1, joka on suurempi, käyttää ajomoottoreita ja pienempi käyttää laitteen levityssylintereitä ja mahdollista tulevaa lisähydrauliiikkaa (LIITE 1, KUVA 16).

Uusi pumppu on 70mm korkeampi kuin vanha, joten jouduin tekemään korotuslaipan pumpunkauluksen ja säiliön väliin (LIITE 1, KUVA 17). Samalla korotuksella ratkesi myös pakoputken suuntausongelma. Kuvassa 18 laite on valmiina muutostöiden jälkeen (LIITE 1, KUVA 18).

### 7.3 Koe-ajo 2

Toisen koeajon suoritin laskemalla laitteen pieneen lampeen, koska testasin laitteen liikkuvuutta vedessä sekä kelluvuutta. Nostin laitteen traktorilla pieneen lampeen valmiiksi levitettynä ajoasentoon (LIITE 1, KUVA 19). Laite kellui suorassa, mutta kallistui hieman liikaa mennessäni kulmasta laitteen päälle. Liikkeet toimivat moitteetta ja laite liikkui vedessä suunnitellusti. Ongelmakohtaksi tuli moottorivika, koska se ei ottanut täysiä kierroksia. Soitin moottorin maahantuojalle ja totesimme vauhtipyörän kiilan luistaneen ja sytytyksen menneen hieman liian aikaiselle.

## 8 POHDINTA

Laitteen suunnittelun ja rakentamisen suoritin rinnakkain omien ideoiden pohjalta. Positiivista tässä toimintatavassa lopputulosta ajatellen oli se, että liikkuvien komponenttien väliset törmäykset jäivät todella vähäisiksi. Esimerkiksi tukivarsien liikeradoissa ainoastaan muutama pultinkanta törmäsi ääriliikkeellä runkorakenteeseen. Vähäisellä työstöllä sain liikeradat toimimaan.

Laitteen rakentaminen onnistui kokonaisuudessaan yllättävän vaivattomasti ajatellen käytettyjä perustyökaluja ja mittausmenetelmiä. Kelluvuuslaskelmat täsmäsivät täysin suunnitelmaani, vaikka laitteesta tulikin hieman suunnittelemaani painavampi.

Laitteen kelluvuustasapainossa on hieman kehitettävää, koska joskus vesistöissä joudutaan operoimaan aivan laitteen nurkalla seisten, ja siihen se on hieman epästabiili. Tämän olen suunnitellut korjaavani kelluttavilla muovisilla varustelaatikoilla, jotka sijoitetaan sekä laitteen eteen että taakse. Lisäksi laitteeseen on suunnitteilla vesitiiviit katteet, jotka valmistetaan lasikuidusta ja ne liitetään vesitiiviisti valumaaltaaseen. Tämä tehdään vasta sitten, kun laitteella on suoritettu tarpeeksi koeajoja ja se on todettu todella toimivaksi. Lisäksi olen alustavasti suunnitellut laitteeseen erinäisiin töihin soveltuvia lisälaitteita, joita en tässä työssä avaa tarkemmin.

Laitteesta ovat olleet kiinnostuneita muun muassa pelastuslaitos, puolustusvoimat, vartiointi yritykset ja Knorring Oy. Olen tehnyt myös uuden yrityksen kustannuslaskelmat laitteen valmistuksesta myyntiin ja niitä olemme alustavasti katsoneet yrityksen perustamisen näkökannalta ammattilaisten kanssa. Laitteen patentointiasiat ovat suunnittelussa ja siihen pohditaan parhaillaan rahoitusta yritysneuvojan kanssa.

**LÄHTEET**

Fordson Majorin lumiajoneuvo. 1929. Saatavilla: [https://www.youtube.com/watch?v=Fo31\\_3UzTTY](https://www.youtube.com/watch?v=Fo31_3UzTTY)  
Viitattu 23.12.2018.

Hautala. M, & Peltonen. H. 2014. Insinöörin fysiikka osa 1. 11., painos. Lahden Teho-Opetus Oy.

ESAB 2018 .Saatavilla: [www.esab.fi](http://www.esab.fi) Viitattu 22.12.2018.

Isojoen konehalli Oy:n (IKH) hydraulikka luettelo. Saatavilla: [https://issuu.com/ikh.fi/docs/ikh\\_hyd-rauliikkaluettelo?e=25078916/40324765](https://issuu.com/ikh.fi/docs/ikh_hyd-rauliikkaluettelo?e=25078916/40324765) Viitattu: 23.12.2018.

Kauranne.H, Kajaste. J, & Vilenius. M. 2013. Hydrauliteknikka. 2., uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kotta, K. 2018. Lumikenttien kutsuun. Koneviesti 3/2018, 128–129.



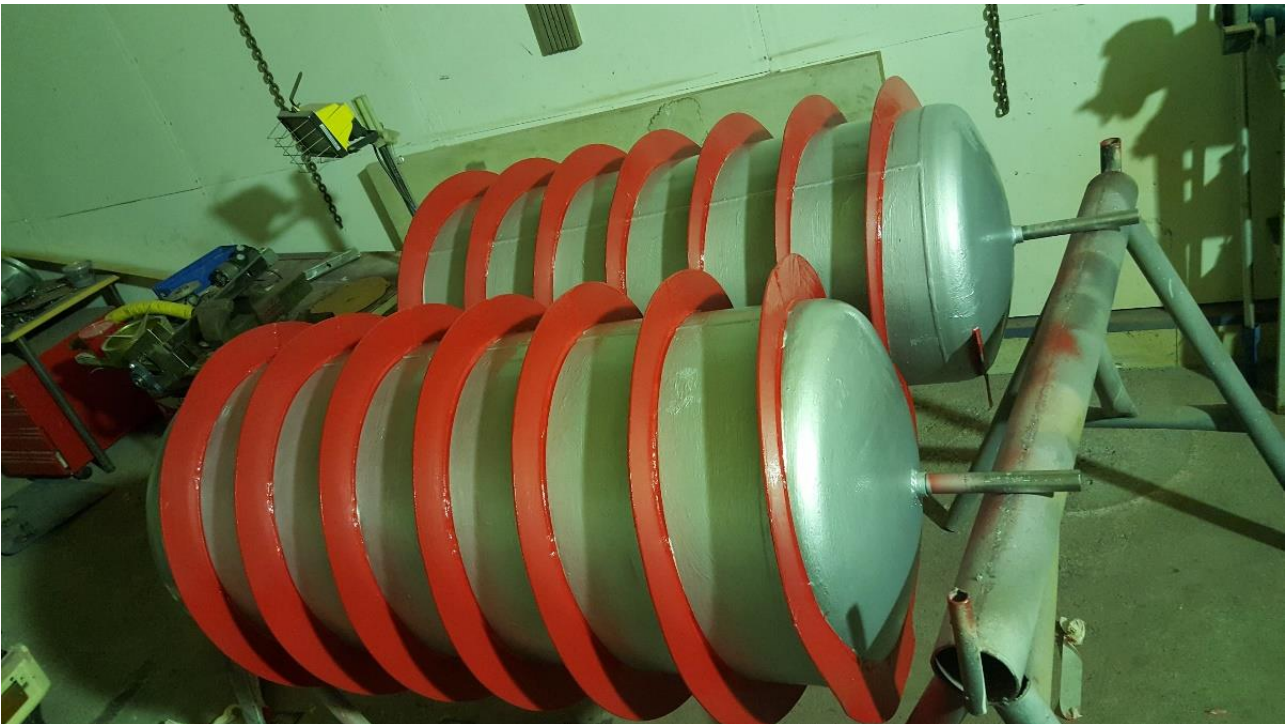
KUVA 1. Keskipiraalikierteen nousun hahmottelua (Ohvo 02-18)



KUVA 2. Keskipiraalikierteiden hitsaus. (Ohvo 02-18)



KUVA 3. Pohjamaalaus ja teippaus. (Ohvo 02-18)



KUVA 4. Valmiit keskispiraalit maalattuna. (Ohvo 02-18)

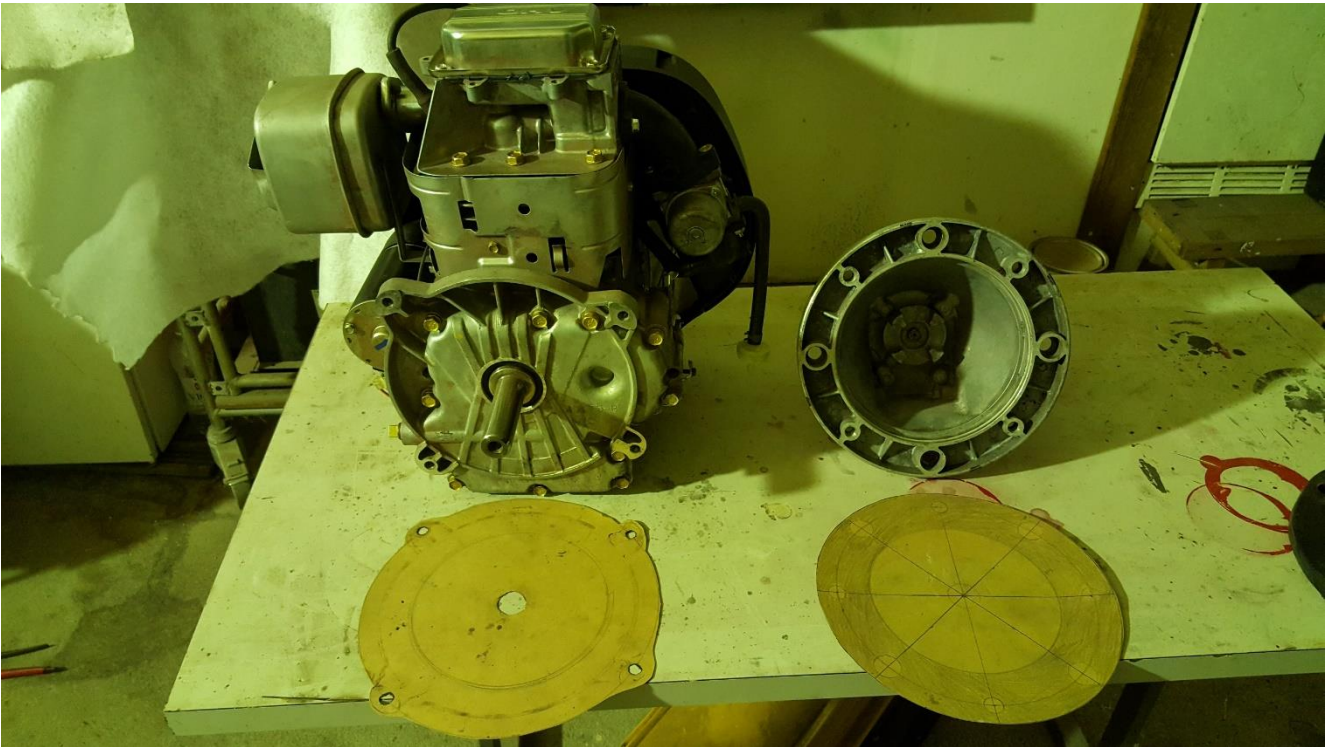


KUVA 5. Päätyspiraaleiden kokoaminen. (Ohvo 02-18)

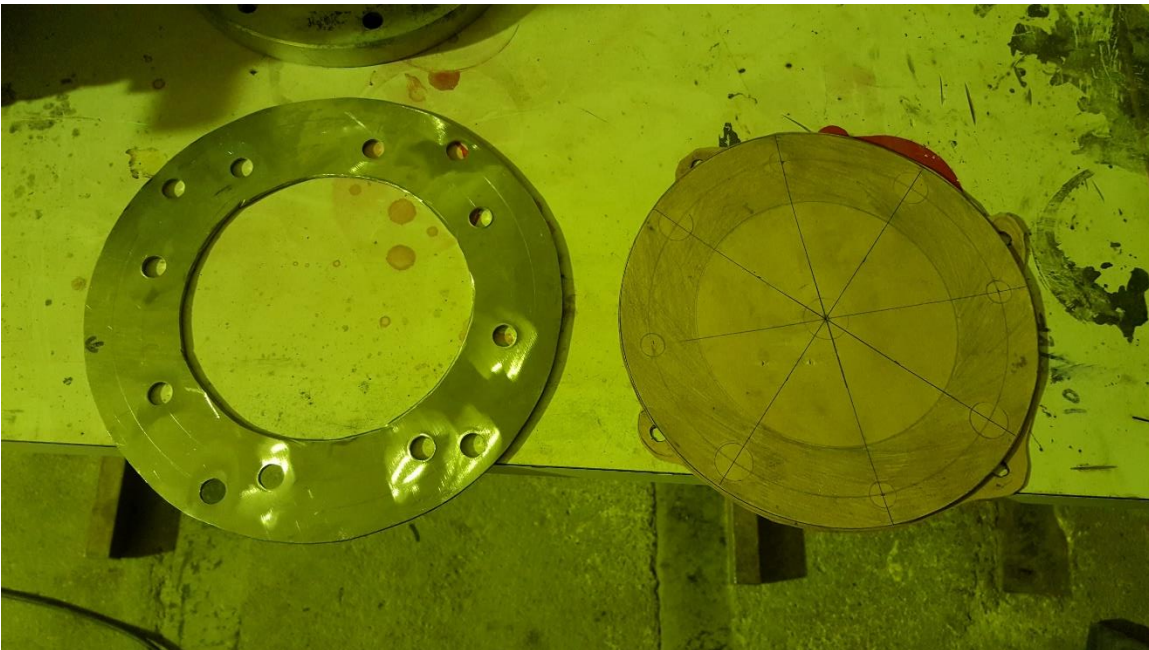


KUVA 6. Päätyspiraali paikoillaan (Ohvo 02-18)





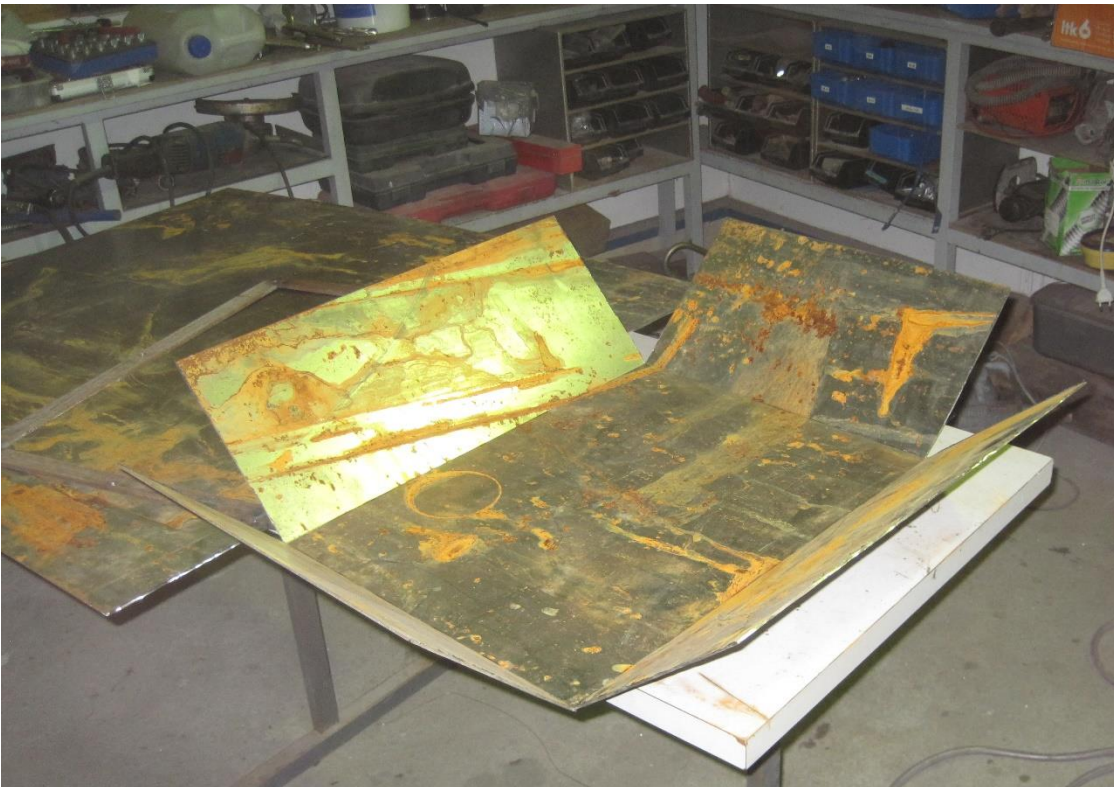
KUVA 7. Moottorin ja väliläipan sapluunat valmiina (Ohvo 02-18)



KUVA 8. Väliläippä, jossa on moottorin ja pumpunjalan jako toisiinsa kiinnitystä varten (Ohvo 02-18)



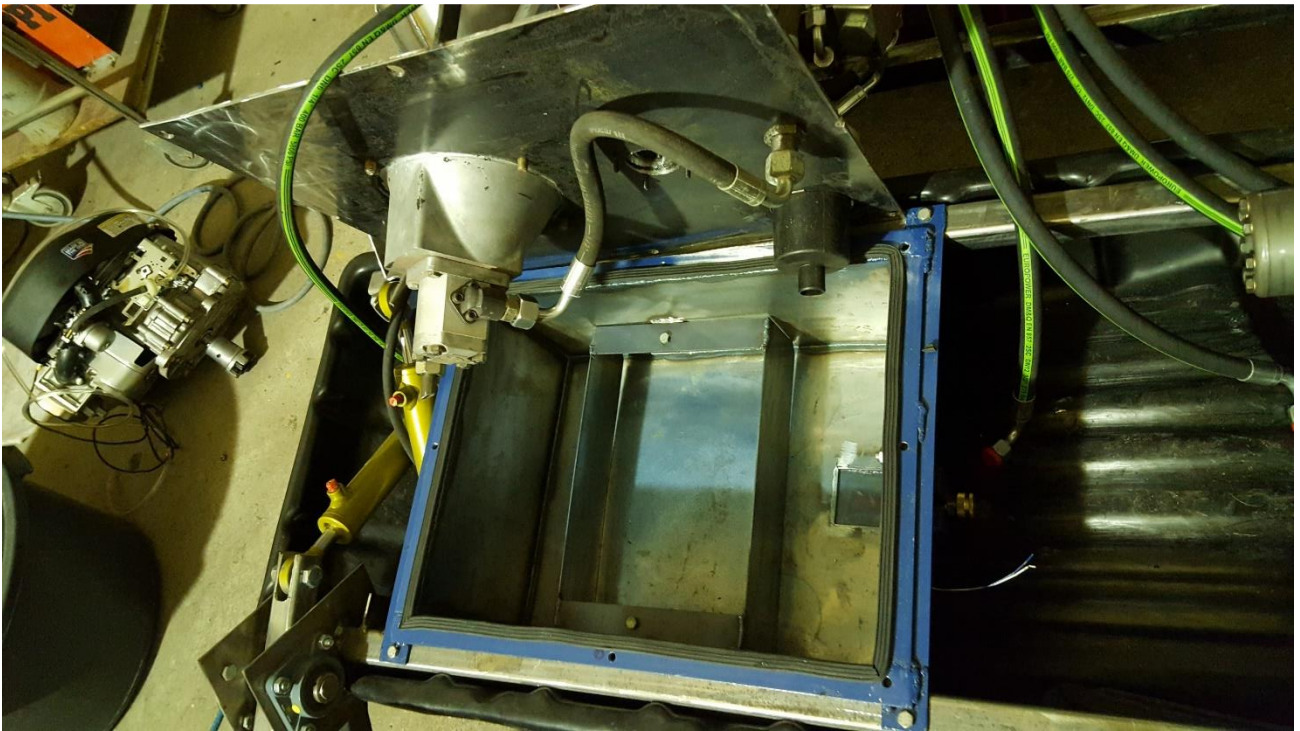
KUVA 9. Säiliöpohjan leikkaus taittoa varten (Ohvo 02-18)



KUVA 10. Pohjan taitto säiliöksi (Ohvo 02-18)



KUVA 11. Valmis säiliö (Ohvo 2/2018)



KUVA 12. Kannen ja pohjan sovitus (Ohvo 2/2018)



KUVA 13. Venttiilit (Ohvo 12/2018)



KUVA14. Tukivarsien liikeratojen suunnittelu (Ohvo 12/2018)



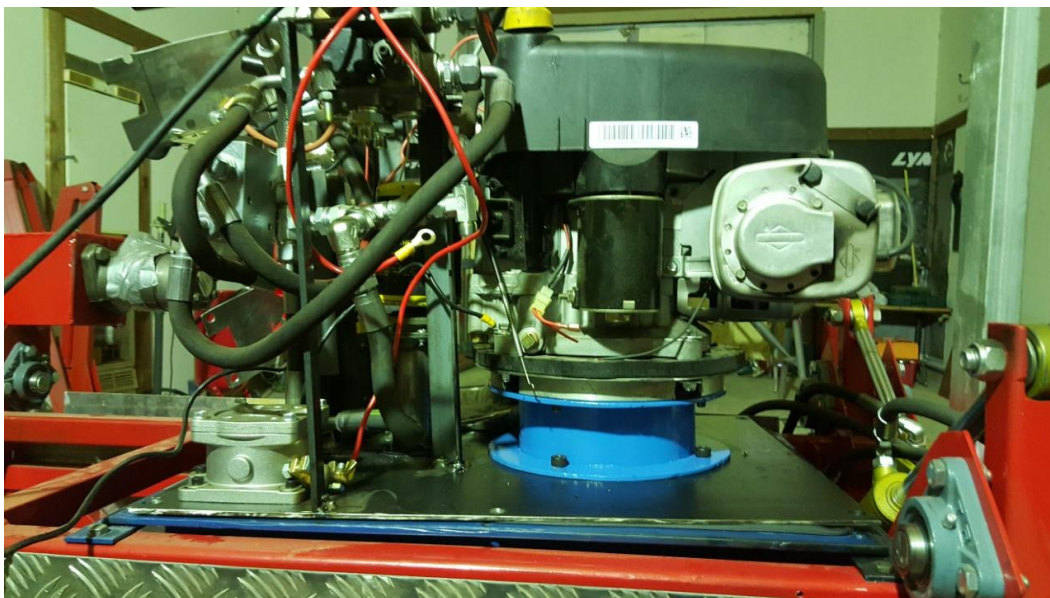
KUVA 15. Muutosholkit (Ohvo 12/2018)



KUVA 16. Uusi pumppu vanhan vierellä (Ohvo 12/2018)



KUVA 17. Korotusholkki (Ohvo 12/2018)



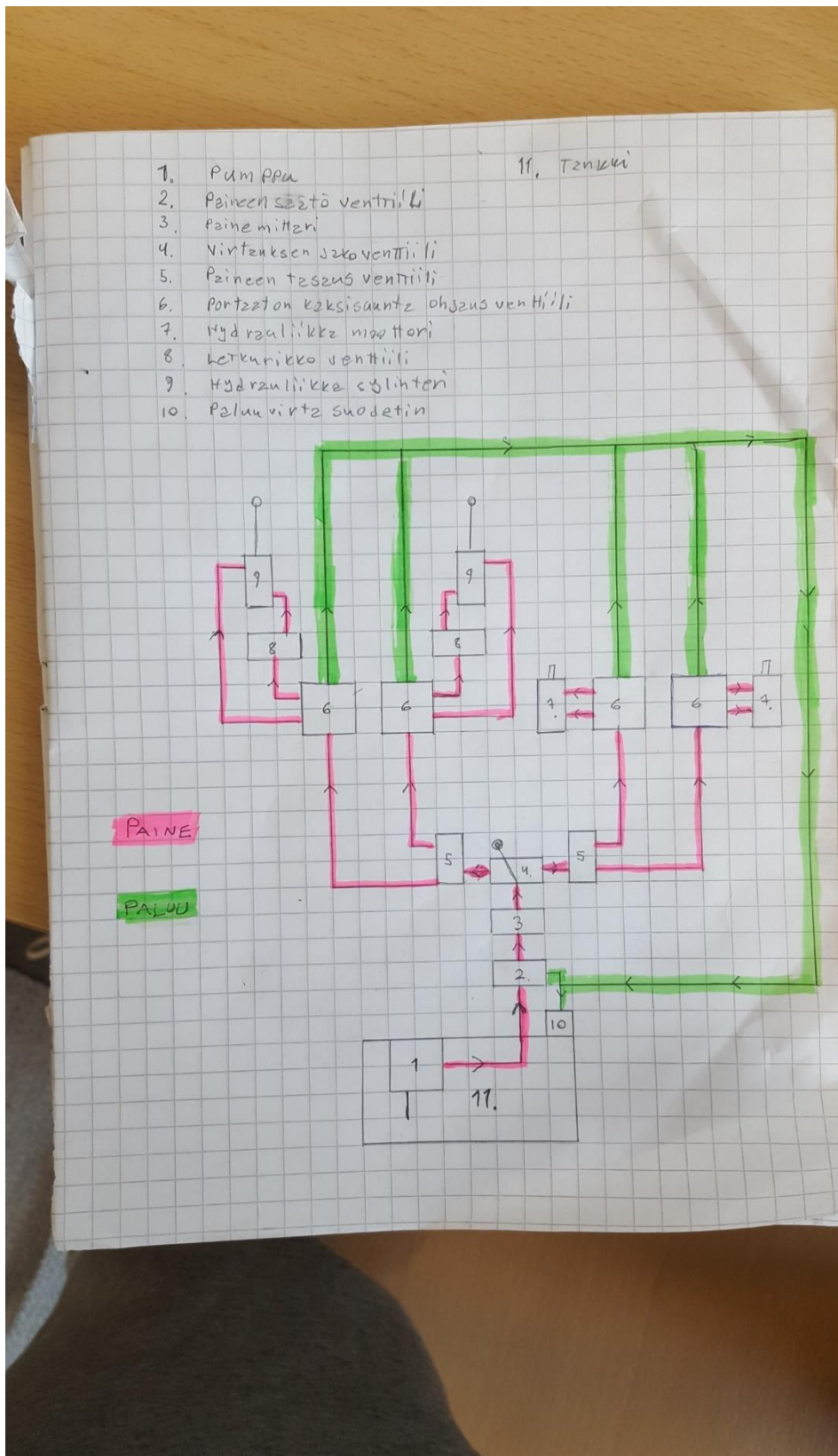
KUVA 18. Laitte kasattuna pumppumuutoksen jälkeen (Ohvo 12/2018)



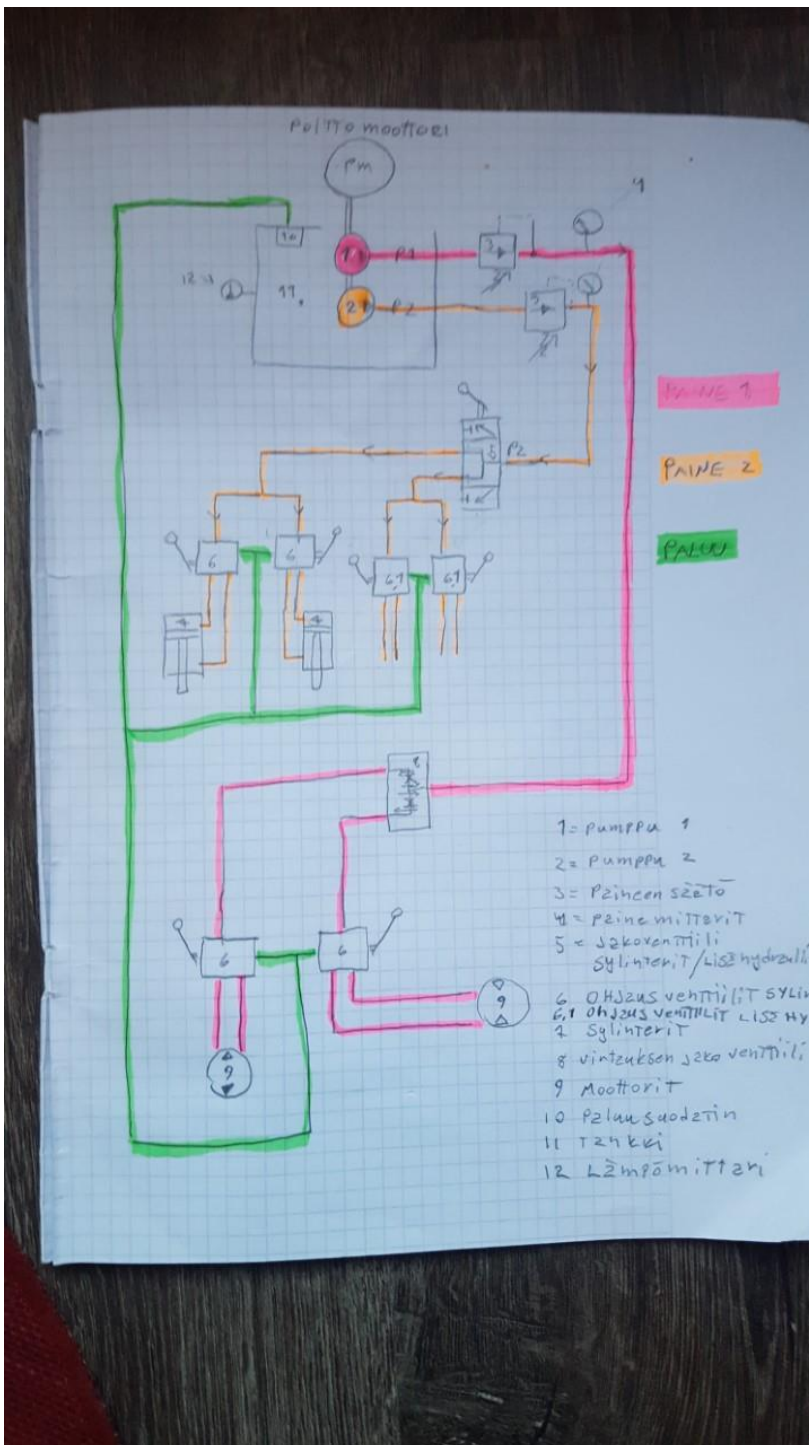
KUVA 19. Laitteen koekellutus (Ohvo 12/2018)



## KAAVIOT



KAAVIO 1. Hydraulikka kaavio



KAAVIO 2. Kaksoispumpun hydraulikka kaavio (Ohvo 12/2018)

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Osaluettelo

OSA	TYYPPI	MALLI	LUKUMÄÄRÄ	OSANUMERO	HINTA
moottori	Briggs/stratton	210000	1	1	508
hydraulipumppu	Bosch	23	1	2	365
kytkin		25/25/70	1	3	50
imuputki	omavalmiste		1	4	1
letku	omavalmiste		1	5	12
säiliö	omavalmiste		1	6	0
huohotin	omavalmiste		1	7	0
letku	omavalmiste		1	8	0
ohjausventtiili		Galtech 45	4	9	590
hydraulimoottori		Danfoss OMP315	2	10	348
runko	omavalmiste		1	11	0
vetovarren runko	omavalmiste		2	12	0
laakeri		UCF205	12	13	45
ketjupyörä		16 hammasta	4	14	22
holkki	omavalmiste		4	15	0
top ruuvi		m8/15	4	16	1
kiila		m8	8	17	10
ketju		1/2"x5/16"	2	18	75
tukivarren runko	omavalmiste		2	19	0
laakeri		UCP205NH	2	20	50
laakeri		UCFA205	4	21	50
vetoakseli	omavalmiste		2	22	25
kiila	omavalmiste		2	23	8
murtosokka		m6x60	6	24	4
päätyspiraali	omavalmiste		4	25	560
keskispiraali	omavalmiste		2	26	138
valuma allas	Biltema		1	27	65
hydrauliikka sylinteri		PAP40-20-200	2	28	240
öljynlämpö mittari	Biltema		1	29	20
tuntimittari	Biltema		1	30	30
volttimittari	Biltema		1	31	20
virtalukko	Biltema		1	32	10
hätäseis kytkin	Biltema		1	33	10
kytkin napa		28AL 25+8P9+m8	2	34	56
kaasuvaijeri		ajoleikkurit	1	35	45
polttoainepumppu			1	36	30
paluuvirta suodatin			1	37	20
mittalasi			1	38	15
virtauksenjakoventtiili			2	39	194