

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Jouni Stranius

## **MOOTTORIN KIINNITYS KOEKÄYTÖN AJAKSI**

Työn ohjaaja DI Kari Järvinen  
Työn teettäjä AGCO SISU POWER Oy  
Tampere 2009

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Stranius Jouni                      Moottorin kiinnitys koekäytön ajaksi

Opinnäytetyö                      43 sivua + 5 liitesivua

Työn ohjaaja                      DI Kari järvinen

Työn teettäjä                      AGCO SISU POWER Oy

Joulukuu 2009

Hakusanat                      Hydraulikka, kiinnitys, värinä

### **TIIVISTELMÄ**

Opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa AGCO SISU POWERin tuotekehityksen uuteen moottorilaboratorioon moottorin koekäytön ja testausajon ajaksi paikalleen lukitseva hydraulinen järjestelmä. Moottori ja jarru tulivat sijaitsemaan samalla pedillä, ja erillisen nostopöydän tuli hoitaa moottorin lukitus hydraulisyntereillä. Toiminnan piti olla käyttövarma, koska moottorit voivat käydä ilman käyttäjän valvontaa useita tunteja ja joskus jopa yön yli.

Tehtaalle oli valmiiksi hankittu hydraulikoneyksiköitä, jotka piti muuttaa tuotekehityksen tarpeita vastaaviksi. Rahansäästö oli päätavoite toimintavarmuuden ohella. Lisäksi moottoripetissä olevien hydraulisynterien ja alakerrassa sijaitsevan hydraulikoneyksikön välille tuli suunnitella ja toteuttaa toimiva järjestelmä siirtämään ja ohjaamaan käyttöpainetta.

Moottorien käynnistä johtuva värinä piti ottaa työssä huomioon ja järjestelmän piti kuitenkin olla mahdollisimman yksinkertainen, jotta se voitiin helposti kytkeä irti jarrujen huollon ajaksi, ilman että viereisessä kopissa olevan moottorin toiminta häiriintyi. Suunnittelussa käytettiin apuna koneikon alkuperäistä käyttöohjekirjaa ja AutoCAD Inventor -ohjelmaa.

Järjestelmä tuli myös tarvitsemaan huolto-ohjeen ja vianhakukaavion toiminnan takaamiseksi pitkäaikaisessa käytössä.

TAMK University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering,

Modern Production systems

Stranius Jouni                      Attaching the Engine During Testing

Pages                                      43 pages, 5 appendices pages

Thesis Supervisor                      Kari Järvinen (MSc)

Co-operating Company                AGCO SISU POWER Inc.

December 2009

Keywords                                Hydraulics, attachment, vibration

## **ABSTRACT**

The aim of this engineering thesis was to build hydraulic system in the new laboratory of research and development department in AGCO SISU POWER Inc. The main goal was to make the engine attaching to the stand and to be still during testing and trial run, by using hydraulic pressure.

There were all ready acquired hydraulic units for the factory but they didn't work as well as they should in our needs, so they needed to be design and build for our demands. Saving the money was also one of critical design points.

Second part of thesis was to make hydraulic hose and connector system for the hydraulic cylinders below engine stand from the hydraulic units witch was located in down stairs in technical room. The vibration of the engine during testing was one of the troubles and the planning of the system was aiming to be reliable because sometimes the engines did run all night without anybody watching.

Because the engine stand needed to remove during brake overhaul, the hydraulic system had been design to be easy disconnecting without causing trouble with the engine test run in next test room.

Also there where need to be making working maintenance and troubleshooting guide for long period use.

## **ALKUSANAT**

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa keväällä 2008, kun olin mukana rakentamassa uutta tuotekehitysmoottorilaboratoriota työpaikallani AGCO SISU POWERilla (silloinen Sisu Diesel Oy). Olin tuolloin tekemisissä useiden eri moottorivarusteluun ja koekäyttöön liittyvien järjestelmien parissa ja lopulta juuri moottorin kiinnitys testauksen aikana osoittautui opinnäytetyön kannalla parhaimmaksi, koska olin sen kanssa tekemisissä alusta asti. Työtä oli onnistuneesti jo käytetty, järjestelmä toimivaksi todettu ja eteenpäin kopioitu, ennen kuin työn kirjoittaminen alkoi syksyllä 2009. Kiitän kaikkia, jotka ovat olleet osallisena tässä työssä ja antaneet teknistä tukea ja tietoa.

Tampereella 12.joulukuuta 2009

---

Jouni Stranius

# SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

|  |    |
|--|----|
| SISÄLLYSLUETTELO .....                           | 5  |
| 2 YRITYKSEN HISTORIA .....                       | 8  |
| 3 HYDRAULIIKKA.....                              | 11 |
| 4 HYDRAULIKONEYKSIKKÖ.....                       | 14 |
| 4.1 Muutokset koneikkoon.....                    | 15 |
| 4.2 Vaihdetut osat .....                         | 17 |
| 4.3 Ohjausventtiililohkot.....                   | 18 |
| 4.3.1 Alimmainen venttiililohko .....            | 20 |
| 4.3.2 Keskimäinen venttiililohko.....            | 22 |
| 4.3.3 Ylimmäinen venttiililohko .....            | 24 |
| 4.4 Käynnistys.....                              | 26 |
| 4.5 Koneikon paineensäätö .....                  | 26 |
| 5 HYDRAULIJÄRJESTELMÄN LETKUT JA LIITTIMET ..... | 28 |
| 5.1 Jic -liittimet .....                         | 28 |
| 5.2 Hydraulikkaletku .....                       | 31 |
| 5.3 Letkuasennelmat .....                        | 33 |
| 5.4 Paineakut.....                               | 35 |
| 5.5 Liitos- ja jakokappale.....                  | 36 |
| 5.6 Hydraulikkaöljy .....                        | 36 |
| 6 HUOLTO .....                                   | 38 |
| 7 VIANHAKU .....                                 | 41 |
| 8 PÄÄTELMÄT .....                                | 42 |
| LÄHTEET.....                                     | 43 |

LIITTEET

Vianhakukaavio

Hydraulikaavio

Hydraulikaavion osaluettelo

Liitos- ja jakokappaleen tekninen mittapiirros

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tutkimusmoottorien koekäyttöön liittyvää varustelua. Tässä työssä käsiteltiin vain yhtä varusteluun liittyvää osa-aluetta tarkemmin, koska moottorien varusteluun liittyy eri osa-alueita ja työ haluttiin rajata tarkemmin.

Kohteeksi valittiin moottorin koekäytön ajaksi paikalleen lukitseva hydraulikkajärjestelmä, joka piti saada tuotekehityksen omia tarpeita vastaavaksi. Valmiiden järjestelmien hyödyntäminen sellaisenaan, kuten esimerkiksi järjestelmä joka oli käytössä tuotannossa, ei tullut kustannuksien takia kysymykseen.

Tavoitteena oli suunnitella uudestaan ja tehdä toimivaksi jo tuotekehitysosastolle valmiiksi ostetut hydraulikoneyksiköt, joita oli kolme kappaletta ja jotka oli hankittu ohjaamaan kuuden jarrun tarpeita. Hankitut koneyksiköt monesta yrityksestä huolimatta eivät alkuperäisinä osoittautuneet omia tarpeitamme palvelevaksi, joten oli selvä, että ne tarvitsisivat muutoksia toimintaan.

Päätavoite oli rahansäästö, minkä vuoksi haluttiin vaihtaa mahdollisimman vähän osia koneikkoihin, ja siihen suunnittelutyö keskittyi. Järjestelmä oli tarkoitus suunnitella ensiksi kahden jarrun käyttöön ja sitten kopioida kuuden muun jarrun ohjaamiseksi. Viimeinen koneikko oli tarkoitus ostaa myöhemmin ja tehdä siitä valmiiksi toimiva.

Toinen osa työtä oli rakentaa toimiva järjestelmä, joka siirtäisi hydraulisen käyttöpaineen teknisestä tilasta kerrosta ylemmäksi koekäyttötilaan ja liittäisi paineen myös hydraulisylintereille. Järjestelmän suunnittelussa tuli ottaa huomioon myös, että koko moottori – ja jarrupeti olisi mahdollisimman helposti kytkettävissä irti hydraulijärjestelmästä ja peti siirrettävissä jarruhuollon yhteydessä.

Lisäksi tuli hoitaa dokumentointi jatkoa ajatellen ja tehdä mahdollisia ongelmatilanteita varten vianhakukaavio, jota ei ollut muutettuun koneikkoon saatavilla.

## 2 YRITYKSEN HISTORIA

AGCO SISU POWER Oy on vuonna 1943 valmistunut dieselmoottoritehdas, joka sijaitsee Nokian Linnavuorella. Tehdas oli valmistuessaan nimeltään Valtion Lentokonetehdas ja oli suunniteltu lentokonemoottorien valmistus-paikaksi lähelle Tamperetta ja rautatieyhteyksiä. Suojaisassa paikassa aloitettiin valmistamaan Myrsky-nimiseen hävittäjään moottoriosia. Sodan jälkeisinä vuosina valmistettiin mm. Atlas & Copco paineilmakompressoreja aina 60-luvulle asti sekä June-Munktell -voimalaitteiden moottoreita, joita Linnavuorella tehtiin sotakorvauksina. /1./

Vuonna 1946 Linnavuorella valmistui ensimmäinen dieselmoottori. Yhden sylinterin iskutilavuus oli 1,5 l ja näin ollen moottoriperhe sai nimekseen 15, johon lisättiin alkuun sylinterien lukumäärää ilmoittava numero (815). /1./ Nimeämistapa säilyi aina vuoteen 2003 asti, ja viimeinen vanhalla tapaa nimetty moottorimalli oli 612. Fortius-sarjan myötä moottoriperhe sai uuden nimeämistapansa kokonaislitratilavuuden mukaan. Suurin moottoriperhe on nykyään seitsemänsylinterinen 9,8 l eli moottoriperhe on siten nimetty 98:ksi.

Varhaisina dieselmoottorien valmistusvuosina oli tuotannossa neljä-, kuusi- ja kahdeksansylinteriset moottorit. Kahdeksansylinterinen 815D -moottori oli voimanlähteenä henkilöjunissa, jotka olivat lempinimeltään Lättähattuja. Yhdellä turboahtimella 12 l moottori tuotti veturissa 180 hv ja kahdella vierekkäin olevalla Bi-turbo-ahtimella, varavoimalakäytössä 250 hv. /1./ Linnavuorella valmistetut dieselmoottorit olivat jo 50-luvulla suoraruiskutteisia, mikä oli siihen aikaan vielä harvinaista, sillä muut moottorivalmistajat käyttivät kammioruiskutusrakennetta.



Tehtaan historian aikana on mm. edellisten dieselmoottoreiden lisäksi valmistunut n.15 000 kappaletta Vire-venemoottoria, jotka olivat nestejäähdytteisiä ja kaksitahtisia ja 20 hv:n ilmajäähdytteisiä Rapidex -moottoreita 1100 kappaletta. /1./

Fuusioituminen maailmanlaajuisen maatalouskoneiden valmistajan AGCO Corporationin kanssa nosti Sisu Diesel Oy:n maailmalla merkittäväksi dieselmoottoreiden valmistajaksi. Vuosina 2005–2007 tuotanto uudistettiin perusteellisesti. Nykyään tehdas toimii n. 680 henkilön työpaikkana ja valmistaa n. 30 000 moottoria vuodessa, joita myydään ympäri maailmaa. /1./

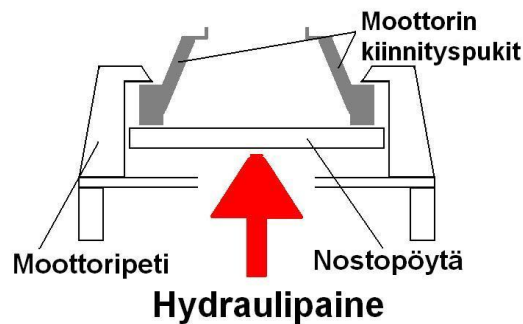
Tehtaassa valmistetut dieselmoottorit menevät pääasiassa työkoneisiin (off road), merimoottoreiksi ja aggregaatteihin. Lokakuussa 2008 tehtaan nimi vaihtui AGCO SISU POWERiksi. Moottoritehtaan uudet Citius -moottorimallit täyttävät uusimmat eurooppalaiset ja pohjoisamerikkalaiset Stage 3A -ja Tier3-päästövaatimukset ja hyödyntävät CommonRail-dieselruiskutustekniikkaa. Tuotanto käsittää nykyään moottorimallit kolmisylinterisestä seitsemänsylinteriseen ja tehot 44 – 367 kW.

Nykyisin dieselmoottorien tuotekehitystä ohjaavat kiristyvät ympäristömääräykset eli päästölainsäädäntö. Käytännössä on käytössä kaksi erilaista päästömääräyslainsäädäntöä, amerikkalainen US EPA ja eurooppalainen EU Stage. /2./ Nykyään ovat käytössä US EPA Tier3 ja EU Stage 3A. Vuodesta 2011 eteenpäin, kun EU Stage 3B -ja US EPA Tier4 -päästömääräykset astuvat voimaan, tarvitaan jonkinlainen pakokaasun takaisinkierätyjärjestelmä, ja käyttöön tulee NRTC (Non-Road Transient Cycle), joka on uusi emissiomittaustestisykli. /2./ Uusien 3B -moottorimallien kehittäminen vaati tuotekehityksen uuden moottorilaboratorion rakentamista, johon myös tämä opinnäytetyö liittyy.

Keväällä 2006 alkoi tuotekehitysosastolle valmistuneen laajennuksen myötä uuden moottorilaboratorion varustelutyö. Uusia koekäyttöpaikkoja tuli kaikkiaan kahdeksan kappaletta, joista ensimmäisessä vaiheessa valmistui kuusi. Moottori- ja jarrupedeiksi valittiin samantyyppiset, kuin tuotannossakin on nykyään käytössä, jotta voitiin käyttää samoja moottorinkiinnityspukkeja. Kesällä 2008 kaikki moottorikoekäyttöpaikat olivat käytössä ja opinnäytetyönä tehty hydraulijärjestelmä toiminnassa.

### 3 HYDRAULIIKKA

Moottorin kiinnittämisen testauksen ajaksi tuli hoitamaan hydraulisesti nouseva (747\*1712\*70) mm:n nostopöytä. Moottorin kiinnityspukit puristettiin nostopöydällä moottori – ja jarrupetiä vasten, jolla varmistettiin moottorin paikallaan pysyminen testiajon aikana. Järjestelmän periaate on esitetty kuvassa/1/.



**Kuva 1.** Moottorikiinnityksen periaatekuva

Järjestelmään sisältyi kaksitoimiset hydraulisyliinterit, hydrauliletkut ja -liittimet ja hydrauliiikkakoneikko, joiden tehtävänä oli tuottaa tarvittava käyttöpaine ja siirtää painetta järjestelmässä. Koneikko sisälsi hydraulioöljypumpun, pumppua käyttävän sähkömoottorin, sähköohjauskaapin pumpulle, öljysäiliön ja tarvittavan ohjausventtiilikoneiston.

Lisäksi järjestelmässä oli ns. kalvopainevaraajat (esisäädetty 90 bar.), jotka huolehtivat mm. hydraulioöljyn lämpölaajenemisesta ja letkuihin kohdistuvista paineiskuista. Moottoripetien alle, sulkuhanojen jälkeen jakokappaleeseen tuli painevahtikytkimet, jotka liitettiin moottorin valvontapiiriin, tarkkailemaan painetta testiajon aikana.

Hydraulisyliinterit, kuva/2/, joilla nostopöytä tultiin nostamaan, olivat malliltaan Roemheld 1555-160H25. /3./. Yhden sylinterin nostovoima 18.85 kN, eli nostopöydän kaikkien kuuden hydraulisyliinterien yhteenlaskettu puristusvoima 113 kN. Puristusvoima oli hyvinkin riittävä ja moottori pysyi hyvin paikallaan, mutta tosin vain silloin, jos moottori oli aivan keskellä nostopöytää.



**Kuva 2.** Roemheld 1550, kaksisuuntainen hydraulisyliinteri. /3./

Monissa tapauksissa moottori tuli todellisuudessa olemaan hieman edempänä keskilinjasta. Moottorin takapää pystyi liikkumaan ainoastaan 180 mm:n karaanin muutospituuden takia. Myös kolmisylinterisen moottorin kokonaispituus verrattuna seitsemänsylinteriseen oli huomattavasti vähemmän, joten oli selvää, että moottorit tulivat olemaan keskilinjaltaan eri kohdissa ja aiheuttivat näin erilaisen puristusvoiman kiinnityspukkeihin. Tämä aiheutti sen, että nostopöydän takapää, jossa ei ollut puristusvastinetta, puristi tyhjää vasten. Näin ollen takimmaisten kiinnityspukkien toimiessa tukipisteenä etummaiset sylinterit eivät enää pystyneet puristamaan täydellä voimallaan, tai pahimmassa tapauksessa kevensivät etummaisten sylinterien puristusvoiman nolnaan.

Tätä tilannetta korjattiin järjestelmässä olleilla virtausvastusventtiileillä, kuvassa/18/, osa 2. Laittamalla takimaiset venttiilit nostettaessa kiinni asentoon saatiin nostopöydän kallistumaa hillittyä, kuitenkin takimmaisten sylinterien puristusvoiman kustannuksella. Perusasetus oli  $\frac{1}{2}$  kierrosta auki, jolla nostopöytä nosti tasaisimmin.

Mahdollisesti ottamalla keskimmäiset sylinterit pois käytöstä, saataisiin tasaisempi nostovoima, mutta nostopöytään kohdistuva vääntövoima kasvaisi huomattavasti, ainakin kolmisylinterisellä moottorilla, jossa moottorinkiinnityspukit ovat kaikista lähimpänä toisiaan. Tässä työssä ei käydä syvällisemmin kyseistä asiaa läpi, koska toteuttaminen vaatisi todennäköisesti rakenteellisia muutoksia jo valmiisiin peteihin.

## 4 HYDRAULIKONEYKSIKKÖ

Sal-power -hydraulikoneyksiköt oli hankittu Insinööritoimisto SAL-tekniikka Oy:ltä. Hydraulikoneyksiköt olivat M-mallia, joka tarkoitti, että koneikko tuotti ennalta säädetyn maksimipaineen<sup>1</sup>. Kun paine tavoitettiin, koneikko pysähtyi. /4./. Paineen lasiessa alarajaan käynnistyi koneikko automaattisesti ja näin piti yllä itsenäisesti jatkuvaa painetta.

Hydraulikoneyksikön, kuva/3/, ohjausventtiileitä ohjattiin moottorin koekäyttötilasta, kuva/4/, jossa oli valittavissa vaihtokytkimellä aina kyseisen moottoripedin nostopöydän ylös- ja alas-asento ja kolme huomiovaloa kertomassa vallitsevasta painetilasta ja mahdollisesta koneikon toimintahäiriöstä.



**Kuva 3.** Muutettu ja käyttövalmis hydraulikoneyksikkö

---

<sup>1</sup> Ohje paineensäätöön osassa 4.5, Koneikon paineensäätö



**Kuva 4.** Hydrauliikan ohjauspaneeli ja huomiovalot koekäyttötilassa

Koneikon oma sähköohjauskaappi sisälsi hydraulipumppua käyttävän sähkömoottorin ohjauksen, käynnistys- ja pääkytkimen ja häiriöpiirin, mikä sammutti koneikon ennalta määrättyjen kriteerien perusteella, joita on käsitelty liitteessä/1/. Lisäksi häiriöpiiri sisälsi häiriövalon ja kuitauspainikkeen, jolla koneikko saatiin kuitattua päälle uudestaan. Alkuperäisen koneikon hydraulikaavio. /4./. Muutetun koneikon uusi hydraulikaavio ja uusi osaluettelo liitteenä.

#### **4.1 Muutokset koneikkoon**

Heti ensimmäisten kokeilujen jälkeen tuli selväksi, että sellaisenaan hydraulikoneyksikkö ei tule toimimaan käyttötarkoituksessa. Jo yhden moottoripedin ohjaus aiheutti monesti järjestelmän käyttöpaineeseen vaihtelua ja hätäpysäytyksiä, joten oli selvää, että koneikon toimintaa tuli muuttaa. Alkuperäinen koneikko tuotti paineen kahden pöydän ylösnostoon ja paineen myös alas laskemiseen. Muutoksissa pyrittiin myös saamaan ohjaus kahdelle moottori – ja jarrupetille, jotta jokainen moottoripeti ei tarvitsisi omaa koneikkoa.

Aluksi paineella alas laskevasta venttiiliparista luovuttiin, koska ilman moottorin painoa nostopöydän omapaino (n. 700 kg) riitti jo laskemaan hydraulisylinterit ja nostopöydän ala-asentoon.

Samalla muutettiin toiminta niin päin, että nostopöydän ollessa ylhäällä ja järjestelmän ollessa paineellinen koneikon ohjausventtiilien solenoidit olivat virrattomia. Näin ollen virtakatkosten ja häiriöiden sattuessa ei paine pääsisi järjestelmässä laskemaan, nostopöytä pysyisi ylhäällä ja moottori lukittuna jarruun. Nämä muutokset tekemällä saatiin koneikon mahdolliset vikakohtat vähennettyä ja rakenne yksinkertaistettua.

Ongelma oli kuitenkin saada molemmat jarrupedit toimimaan toisistaan erillisinä. Jos toinen nostopöytä laskettiin, kun toinen oli ylhäällä, molemmista piireistä laski hetkellisesti paine. Tämä aiheutti sen, että järjestelmään, jossa nostopöytä oli ylhäällä, eli järjestelmä paineellinen, tuli painehälytys painevahdilta ja moottorinohjauksen turvajärjestelmä sammutti silloin hätäpysäytyksellä moottorin.

Ratkaisuna oli laittaa takaiskuventtiilit molempiin piireihin, jolloin ne eivät olleet tietoisia toistensa tilasta tai koneikossa valitsevasta paineesta. Rakenne piti toteuttaa ulkopuolisilla ratkaisuilla, koska ohjausventtiilit olivat jo hankittu koneikon oston yhteydessä ja niitä ei haluttu rahallisen säästön takia vaihtaa. Venttiililohkot purettiin, pääöljypiirit tukittiin R(G)<sup>1/4</sup>"- tulpilla ja paine ohjattiin ulkopuolelta venttiililohkoihin hydrauliletkuilla, takaiskujen ja erillisten kalvopainevaraajien kautta. Paluupiiri jätettiin avonaiseksi öljysäiliöön, ja sitä kautta hydraulisylinterit saivat korvausilmaa. Näin myös mahdollisesti sylintereistä ohi vuotava öljy pääsisi palaamaan säiliöön.

Lopputuloksena oli toimiva, ja ongelma oli ainoastaan takaisinvirtauksen kanssa nostopöydän laskiessa. Suodattimen tukkoisuutta mittaava paineanturi paluupiirissä sai nostopöydän laskiessa signaalin liian kovasta paineesta. Se saatiin kuitenkin säädettyä uudelle tasolle<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Paluuvirtausventtiilin uusi säätömitta mitattuna suojaruuvin tasosta oli 7,00 mm. Kuva/5/.



Kalvopainevaraajat olivat ainoat yksittäiset yli 100 € osat koneikoissa. Niitä tarvittiin jokaiselle piirille omansa. Entisen yhden sijaan molemmissa piireissä oli yksi ja pumpulla yksi. Mutta lopullinen säästö oli kuitenkin yhteensä yli 10 000 € verrattuna siihen vaihtoehtoiseen suunnitelmaan, jossa jokaisella jarrupetillä olisi ollut oma koneyksikkö ja koneikkoja tarvittaisiin siten neljän sijasta kahdeksan kappaletta. Yksi täydellinen hydraulikoneyksikkö maksoi n. 4 500 €.



**Kuva 5.** Takaisinvirtauspaineen säätöruuvi

## **4.2 Vaihdetut osat**

Hyvän suunnittelun johdosta muutoksiin ei loppujen lopuksi tarvittu paljoakaan uusia osia. Eniten kului R<sup>1</sup>/<sub>4</sub>” tulppia, joilla öljy saatiin ohjattua halutulla tavalla ohjauslohkoissa, mutta suurin osa niistäkin saatiin purkamalla vanhat venttiiliohjauslohkot. Yhden koneikon venttiiliohjauksen muutokseen tarvittu osat ja – tarvikkeet ovat taulukossa/1/. Muutetun koneikon täydellinen osaluettelo liitteenä.

Lisäksi jokaisesta kolmesta koneikosta jäi ylimääräiseksi yksi kappale ohjausventtiililohkoja ja ohjausventtiili solenoideineen, jotka kaikki voitiin hyödyntää viimeistä koneikkoa tehdessä. Sitä myöten viimeisen koneikon kokonaishintakin jäi alkuperäistä alhaisemmaksi.

**Taulukko 1.** Yhden koneikon ohjausventtiilien muutokseen tarvittut osat.

| Osan nimike                           | kpl<br>määrä | Osan tilausnumero <sup>3</sup>                 |
|---------------------------------------|--------------|--|
| Takaiskuventtiili R ¼”                | 2 kpl        | 0004 HVUR                                      |
| Kalvopainevaraaja<br>( 90 Bar.)       | 2 kpl        | ELM 0,32/210AF                                 |
| Muhvi R¼”                             | 4 kpl        | H7011-0404                                     |
| Tulppa R¼”                            | 2 kpl        | 29-6530-04                                     |
| L-liitin Jic-Sk R6XS 7/16”            | 1 kpl        | 29-123004-04-04                                |
| Perusliitin BSP ¼”-7/16”              | 2 kpl        | 29-6010-04-04                                  |
| Kulmaliitin 90° BSP<br>C40XS ¼”-7/16” | 6 kpl        | 29-6310-04-04                                  |
| Letkuasennelma <sup>4</sup>           | 2 kpl        | A50005-04-04 / 241T-04 /<br>A50005-04-04 L=630 |

### 4.3 Ohjausventtiililohkot

Ohjausventtiilienlohkot olivat alumiinista jyrskyttä kappaleita, joissa oli pääöljykanavat, painekanava (A) ja paluukanava (B), kuva/6/.

Venttiililohkot olivat päällekkäin pinottuja, jolloin pääöljykanavat osuivat keskenään automaattisesti kohdalleen ja öljy pääsi virtaamaan kaikille lohkoille.

<sup>3</sup> Osanumerot Dunlop HiFlex Oy, lähde/4/, ja Mansehydro Oy

<sup>4</sup> Sama letkuasennelma, kuin kuvassa/18, s.23/ oleva letku (b). Tilauskaava Dunlop HiFlex Oy, lähde/4/.

Lisäksi lohkon sisällä oli painepiirissä kaksi paineliitäntää, kuvassa/11/, takaiskuventtiilien paikat, jotka molemmat olivat suoraan koneikonkäyttöpaineessa, ohjausventtiilinkaran takana. Näin ollen ne olivat paineellisia vain silloin kuin venttiilinsolenoidi oli virraton (nykyinen toiminta). Lisäksi lohkossa oli paikka ohjausventtiilille, kuva/7/, UNF umpitulpan paikka.

Paineen ollessa yllä sai paineliitännöistä käyttöpaineen nostopöydän nostoa varten. Kun paine haluttiin laskea, niin venttiili ohjasi (solenoidi virrallisena) paineet pois paineliitännöistä paluukanavaa (B) pitkin virrallisena) paineet pois paineliitännöistä paluukanavaa (B) pitkin takaisin säiliöön. Venttiilinkara sulki paineyhteyden ja koneikon käyttöpaine jäi pääöljykanavaan.

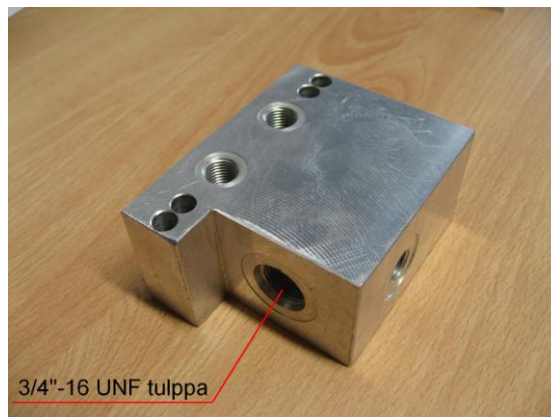


**Kuva 6.** Venttiililohkojen pääöljykanavat

Kaikki ohjausventtiililohko pestiin huolellisesti ennen takaisin asennusta, koska pienikin epäpuhtaus venttiilikaranvälissä aiheutti ohivuodon ja paineiden karkaamisen piiristä. Uusia venttiileitä jouduttiin heti alussa vaihtamaan kaksi kappaletta epäpuhtauksien takia takuuseen.

### 4.3.1 Alimmainen venttiililohko

Alimmainen venttiilinohjauslohko tuli uudessa kokoonpanossa pelkästään öljynohjaukseen ylimmille lohkoille. Koska uutta osaa ei haluttu tehdä, vaan suunnitelma oli käyttää vanhoja osia mahdollisimman paljon, niin ohjausventtiilinpaikka siten ensiksi tulpattiin umpeen umpitulpalla UNF  $\frac{3}{4}$ "-16, kuva/7/.

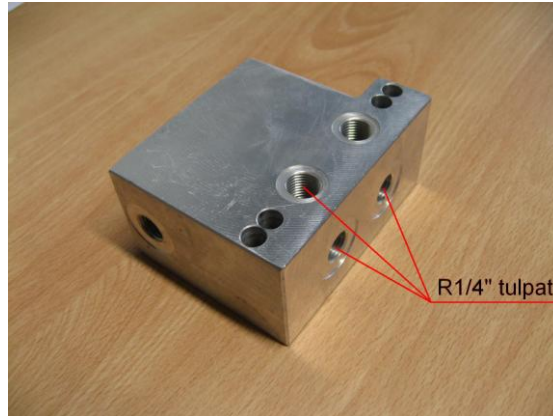


**Kuva 7.** Alimmainen venttiililohko, ohjausventtiilintulppa

Lisäksi öljy piti ohjata eteenpäin takaiskuventtiilien kautta, kuva/8/ jotta takaisin virtausta ei pääsisi enää venttiilien kautta tapahtumaan. Halutun painekiertoituksen takia piti avoimet öljykanavat tulpata, kuva/9/.



**Kuva 8.** Takaiskuventtiili



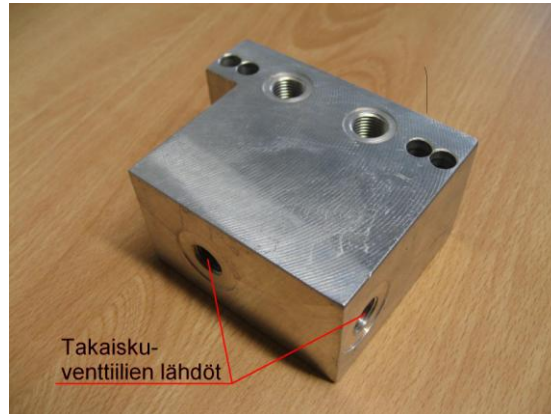
**Kuva 9.** Alimmainen venttiililohko, R1/4" tulppien paikat

Koska ilman ohjausventtiiliä pääsee öljy virtaamaan takaisin paluukanavaan, se tulpattiin M6 umpitulpalla. Venttiililohkoon tehtiin umpitulppaa varten M6 kierre sisälle, kuva/10/. Kierteen tilalla olisi voinut käyttää myös lyötävää 5,0 mm:n umpitulppaa, mutta työssä haluttiin säilyttää mahdollisuus palauttaa muutokset ennalleen ja hydraulilukitelemalla (Locktite 542) lukittu kierretulppa on pitkässä käytössä varmempi, kuin lyötävä tulppa.



**Kuva 10.** Alimmainen venttiililohko, M6 umpitulppa

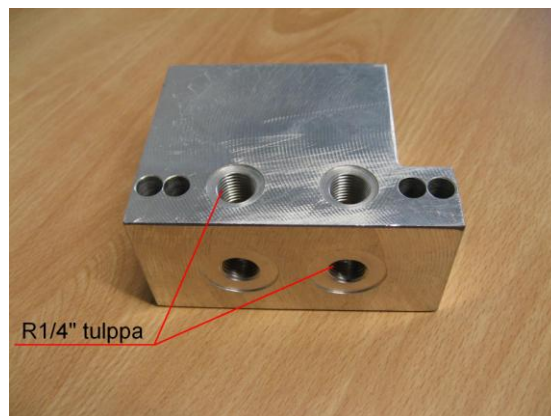
Takaiskuventtiilien lähtöliitännät, joita kautta käyttöpaine ohjattiin kahdelle muulle venttiililohkolle letkuasennelmia pitkin, kuva/11/.



**Kuva 11.** Alimmainen venttiililohko, takaiskujen lähtöliitännät

#### 4.3.2 Keskimmäinen venttiililohko

Keskimmäisen ohjausventtiililohkon ensimmäiset muutokset olivat estää paineen pääsy kanavaa (A), kuva/6/, pitkin ylimmälle lohkolle, kuva/12/, ja tulpata paluuvirtaus kanavasta öljyn pääsy ulkopuolelle.



**Kuva 12.** Keskimmäinen venttiililohko, R $\frac{1}{4}$ \"/>

Lisäksi lohkoon lisättiin BSP  $\frac{1}{4}$ \"/>



**Kuva 13.** Keskimmäinen venttiililohko, Jic -kulmaliittimen paikka

Lopuksi, keskimmäiseen venttiililohkoon piti vielä lisätä kalvopainevaraaja eli paineakku<sup>5</sup>, joka huolehti kyseisen piirin paineen tasaamisesta, kuva/14/. Paineakku piti sijoittaa R $\frac{1}{4}$ ” muhvilla lohkoista hieman etäämmälle, koska akun koko rajoitti sijoitusta. Paineakussa oleva R $\frac{1}{2}$ ” kierre oli supistajalla pienennetty R $\frac{1}{4}$ ” ja muhvin jatkeeksi laitettiin alkuperäisestä kokoonpanosta purettu R $\frac{1}{4}$ ” kaksoisnippa, joka oli kartiokierteinen ja siitä syystä se liimattiin Locktite 542 hydraulilukitteella.



**Kuva 14.** Keskimmäinen venttiililohko, kalvopainevaraajan liitäntä

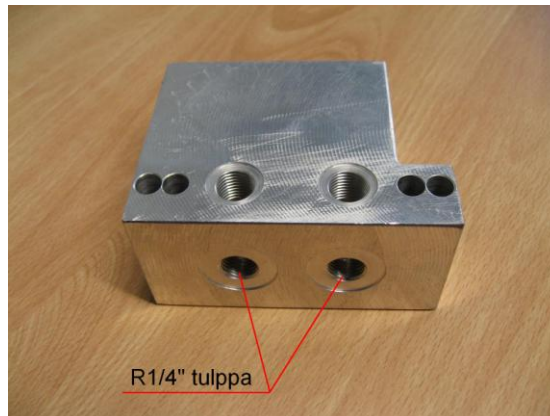
---

<sup>5</sup> Paineakuista lisää tietoa osassa/5.4/



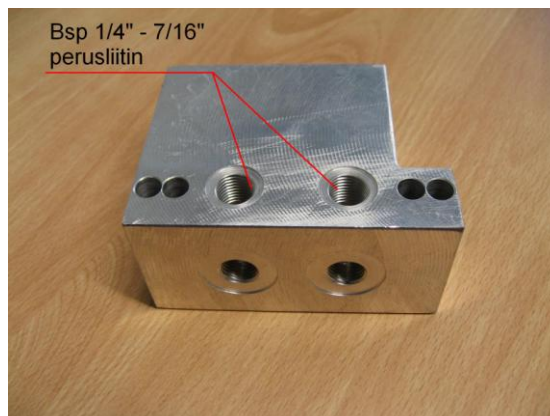
### 4.3.3 Ylimmäinen venttiililohko

Lopuksi ylimmäinen venttiililohko muutettiin omaan käyttöön sopivaksi. Ulospuolelle olevat liitännät, kuva/15/ tulpattiin R $\frac{1}{4}$ ” tulpilla.



**Kuva 15.** Ylin venttiililohko, R $\frac{1}{4}$ ” tulppien paikat

Pääöljykanavat varustettiin BSP  $\frac{1}{4}$ ” –  $\frac{7}{16}$ ” Jic-perusliittimillä, kuva/16/, joihin sopi suoraan letkuasennelmissa käytetyt  $\frac{7}{16}$ ” Jic-letkuliittimet. Lisäksi ylimmän lohkon paluuöljykanavaan, kuvassa/6/, liitäntä B/, laitettiin Jic T-liitin, johonka saatiin liitettyä molempien moottoripetien paluuöljyletkut.



**Kuva 16.** Ylin venttiililohko, BSP  $\frac{1}{4}$ ” –  $\frac{7}{16}$ ” perusliittimet



Viimeisenä ylimpään lohkoon kiinnitettiin liittimet lähtevälle öljylle, BSP 1/4" – 7/16" kulmaliitin ja liitosmuhvi kalvopaineakulle, kuva/17/. Nyt ohjausventtiilipaketit olivat valmiit ja paineet voitiin viedä lohkojen päällekkäin kasaamisen jälkeen ulkoisia letkuasennelmia pitkin. Valmis koneyksikkö on esitetty kuvassa/3/. Lohkojen keskinäiset ja hydraulikoneikon välit tiivistettiin Ø14\*1,5 mm O-rengas tiivisteillä.



**Kuva 17.** Ylin venttiililohko, kalvopainevaraajan- ja kulmaliittimen liitännät

Lohkojen läpi tuli M8 kierretangot, joilla lohkot kiristettiin toisiaan vasten. Kartiokierrelitoksissa käytettiin Loctite 542 hydraulilukiteliimaa varmistamaan liitosten tiiveys. Letkuliitoksissa käytettiin tavallista moottori- tai hydrauliiikkaöljyä.

#### **4.4 Käynnistys**

Ennen koneikon käynnistämistä tarkistettava seuraavaa:

- Sähkömoottorin oikea pyörintä suunta. /4./
- Hydraulikkaöljyn oikea määrä
- Liitetyt komponentit ja letkuasennelmat ovat puhdistettuja
- Liitosten kireys koneikossa ja moottoripetin alla
- Nostopöytä asetettu ”alas” asentoon molemmista moottoripeteistä valinta kytkimellä, kuten on esitetty kuvassa/4/.

#### **4.5 Koneikon paineensäätö**

Koneikon paineensäätö aloitettiin jousikuormitteisen maksimipaineenrajoitusventtiilin säädöstä, joka sijaitsee koneikon taustapuolella sähkömoottorin alapuolella. Ennen rajoitusventtiilin säätöä piti saada käyttöpaineensäätökytkimestä, kuva/18/, maksimipaine rajoitus pois. Kiertämällä punaisesta ruuvista (1) näyttämään osoitin suurinta painetta, kytkin ei rajoita painetta ja koneikon maksimipaine voitiin asettaa.

Maksimipaine asetettiin kiertämällä koneikon takaa jousikuormitteinen venttiili myötöpäivään ja maksimipaineeksi asetettiin 175 bar. Koneikon pumpun tuottama suurin paine oli 250 bar., mutta käyttöön riitti pienempikin paine. Säätökytkin säädettiin kiertämällä punaisesta ruuvista (1) painetta pienemmälle, kunnes koneikko pysähtyi. Tässä työssä käyttöpaine asetettiin 150 bar.

Seuraavaksi asetettiin paine-ero vihreää ruuvia (2) kiertämällä ja paine ero asetettiin pienimmällä mahdolliselle, jotta koneikko käynnistyisi mahdollisimman äkkiä paineen laskiessa. Takaisinvirtauspaineensäätö kerrottu osassa/4.1, Muutokset koneikkoon/.



**Kuva 18.** Koneikon käyttöpaineensäätökytkin

## 5 HYDRAULIJÄRJESTELMÄN LETKUT JA LIITTIMET

Jokaiseen hydraulijärjestelmään liittyvät osat, jotka siirtävät hydraulikoneikon tuottaman paineen haluttuun kohteeseen. Ne ovat suunniteltu kestämaan kovia paineita, paineiskuja ja tärinää. Tavallisia putkiliittimien ei missään tapauksessa saa tulla käyttämään hydraulijärjestelmän kovissa paineissa, vaan asentajan tulee olla varmistunut osien paineenkestävyydestä ja, että ne ovat juuri kyseiseen käyttöön soveltuvat. /5,6./. Liitinsarjoja ja paineletkutyyppäjä oli monia erilaisia ja tässä osassa käsitellään käyttöön valittuja liittimiä ja letkuja.

Kansainvälinen Dash -mitta, jota tässäkin työssä on hyödynnetty, on hydraulijärjestelmissä yleisesti käytetty lyhenne, joka ilmoittaa liittimien koon. Lyhenne tulee murtoluvusta, jossa osoittaja on aina 16:sta jaollinen ja näin ollen -04 liitin on 4/16” eli kooltaan 1/4 ”. Dash mitat ovat lyhenteitä ja ne ovat pääasiassa tarkoitettu helpottamaan osien koon tunnistusta. /5./.

### 5.1 Jic -liittimet

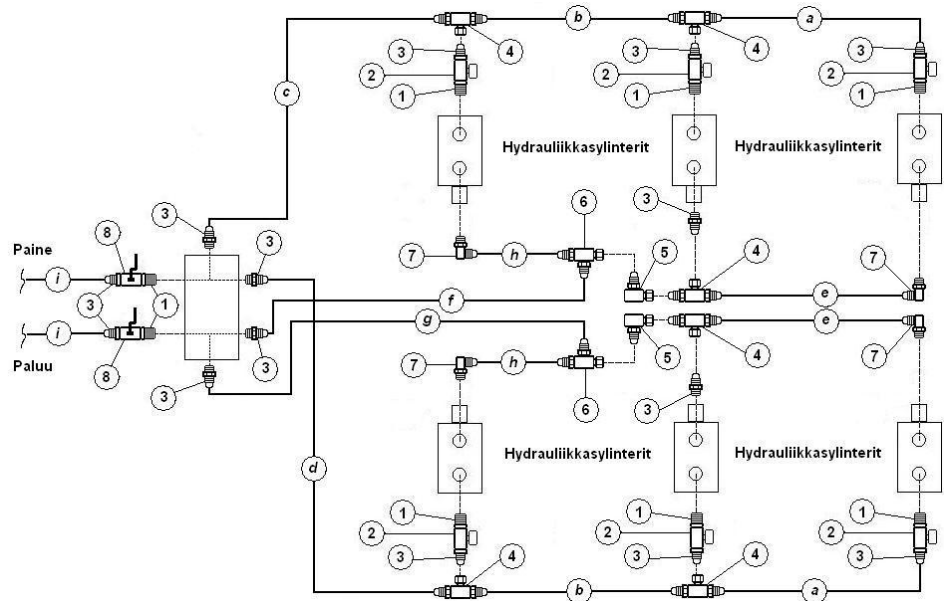
Hydraulijärjestelmän perusosiksi valittiin Jic -putkiliittimet, koska ne takasivat hyvän paineenkeston ja tiiviyden jatkuvassa tärinässä. Tämän lisäksi Jic -putkiliittimien mallisto on riittävän kattava kyseiseen tarkoitukseen. Jic -liitostapa ei myöskään aiheuta virtaus- tai painehäviöitä, lähde/5/. Järjestelmässä käytetyt kierteet olivat putkikierteitä, jolla oli monta eri nimitystä samasta kierretyypistä. Yleisemmät nimitykset kyseisestä putkikierteestä: BSP, R ja nykyiseltä nimitykseltään G -kierre.

*”Jic -liitin on Society of Automotive Engineering (SAE):n määrittämä 37° kartiopinnalla oleva liitin ja on suunniteltu käytettäväksi korkeapaineisten hydrauliletkujen ja – putkien kanssa. Jic 37° sopii käytettäväksi ainoastaan samanlaisen kartiopinnan omaavan liittimen kanssa”, lainaus lähteestä/5/.*

Kuva/19/, esittää moottorialustan alle tehtyä letku- / liitinjärjestelmää. Paksulla mustalla viivalla ja kirjaimilla merkityt ovat letkuasennelmat, joista tarkemmat tiedot taulukko/3/, numeroilla liittimet ja muut osat, taulukko/2/, ja katkoviivalla suoraan toisiinsa kiinni tulevat osat.

Paluupuolella liikkui muutoksen jälkeen enää pelkästään ilma, koska alusta laskee nyt omalla painollaan, kun järjestelmästä päästetään paine pois. Vaikka normaalisti paluupuoli oli paineeton, niin sekin tehtiin kestävämmän hydraulipainetta, koska mahdollisen sylinteritiivisteiden rikkoutuessa paine purkautuu paluupuolelta ulos. Nyt paine saatiin kyseissä tapauksessa ohjattua takaisin hallitusti öljysäiliöön ja sitä kautta saadaan häiriöilmoituksen myötä tieto viallisesta toiminnasta.

Painehanat tulivat sijaitsemaan alustan takaosassa ja ne sulkemalla voitiin jatkaa moottorin testiajoa ja tehdä samalla huoltoa hydrauliyksikköön. Hydraulisyntereiden yhteydessä käytettiin mahdollisimman paljon Jic - kulmaliittimiä, jotta hydrauliletkut saataisiin asennettua mahdollisimman edulliseen asentoon rasiusten välttämiseksi.



**Kuva 19.** Hydrauliikkajärjestelmän liitin- / letkukaavio, moottoripetin alla

**Taulukko 2.** Liittimien tiedot kuvassa/19/

| Osan nro.<br>Kuvassa/<br>19/ | kpl | Liittimen tai<br>osan nimi             | Osien<br>tilausnumerot<br>Dunlop HiFlex<br>Oy |
|------------------------------|-----|--|---|
| 1                            | 8   | ¼" kaksoisnipa                         | 26-04030-04                                   |
| 2                            | 6   | Virtausvastusventtiili ¼"              | FT125 ½ -01 –<br>¼ <sup>6</sup>               |
| 3                            | 14  | Perusliitin BSP F50XS ¼"-7/16"         | 29-6010-04-04                                 |
| 4                            | 4   | T-liitin Jic-Sk S6XS 7/16"             | 29-124004-04-04                               |
| 5                            | 2   | Liitin 45° Jic-Sk V6XS 7/16"           | 29-1420-04-04                                 |
| 6                            | 2   | L-liitin Jic-Sk R6XS 7/16"             | 29-123004-04-04                               |
| 7                            | 4   | Kulmaliitin 90° BSP C40XS ¼"-<br>7/16" | 29-6310-04-04                                 |
| 8                            | 2   | Sulkuhana ¼"                           | 24-BKN-04                                     |

<sup>6</sup> Virtausvastusventtiilit toimitti Sal-teknikka Oy

## 5.2 Hydraulikkaletku

Tässä kyseissä tapauksessa erittäin tärkeä kriteeri letkun valinnassa oli hyvä tärinän sietokyky. Putkia ei voitu tässä työssä käyttää mm. sen takia, koska hydraulijärjestelmä oli viimeinen asennettava järjestelmä ja kaikki muut putket oli jo laitettu paikalleen, joten ei ollut enää tilaa laittaa tarvittavia putkistoja paikalleen. Pitkissä putkissa voi lisäksi helposti ilmetä ns. resonassi-ilmiö. /6./. Näin ollen ainoaksi vaihtoehdoksi jäi asentaa hydrauliletkut, huolimatta letkujen kalliimmasta hankinta hinnasta.

Kyseisessä järjestelmässä hydraulikkaöljy ei tee jatkuvaa kiertoa, joten letkujen painehäviö ei ollut merkittävä ja kuluminen oli vähäisempää. Käyttöön valittiin kulutuksen kestävä Dunlop Hiflex 241T-04 super slimline, joka oli kaksoisteräskudosletku ja sisähalkaisijaltaan 6 mm, eli ¼". ”Rakenteeltaan kevyt ja kompaktiletku, jolla pienet taivutussäteet ja korkeat työpaineet. Letku ylittää DIN 20022 normin asettamat vaatimukset 2SN letkuille”, lainaus lähteestä/5/.

Kyseisen järjestelmän normaali käyttöpaine oli vain 150 bar. ja hetkellinen maksimi käyttöpainepaine oli 175 bar., jonka hydraulikoneyksikkö rajoitti jousikuormitteisella säätöventtiilillä<sup>7</sup>. Käyttöön valittu letku kesti käyttöpainetta 450 bar., joka ylitti kolminkertaisesti käytetyn paineen, ja kesti lisäksi räjähdyspainetta 1800 bar.

Letkun taivutus-säde oli 51.0 mm, joka oli myös tärkeä kriteeri kolminkertaisen painekestävyyden ja hinnan ohella letkua valittaessa, koska paikat olivat ahtaita ja liitokset lähellä toisiaan.

---

<sup>7</sup> Säätö kerrottu osassa 4.5, Koneikon paineensäätö

Mahdollisimman paljon liittimiä valikoimalla saatiin suoria letkuliitoksia, jolloin ei tullut taivutuksia liittimien jälkeen. Taivutukset rasittaisivat eniten tärinän ohella puristusliitoksia ja aiheuttavat letkuja kuluttavaa hankausta ja vuotoja. /6./.

Letkut tuettiin moottoripetin alla toisiinsa muovisilla putkenkiinnittimillä ja takaa petin pohjaan, tärinöiden vähentämiseksi. Koneikon ja petin väliset letkut, kerroksesta toiseen, tuettiin myös kiinnikkeillä seinään ja kattoon. Suositus oli laittaa hydrauliiikkaputkistoon tukia vähintään metrin välein, jota suositusta myös työssä käytettiin. /6./.

Hydrauliletkut tulisi vaihtaa viimeistään silloin kun letkut alkavat hikoilemalla vuotaa öljyä tai letkun kylkeen ilmestyy pullistumia. Letkut tulisi tarkistaa silmämääräisesti puolenvuoden välein.

Mahdollisia vuotokohtia ja letkurikkojen syitä :

- Vanhan letkun ”hikoileminen”
- Korkean lämpötilan aiheuttama halkeama<sup>8</sup>
- Hankaantuminen moottoripetin alla tärinässä, eli mekaaninen kuluminen.
- Liittimen irtoaminen
- Kylkeen ilmestynyt pullistuma, paine on päässyt kudosten väliin.

---

<sup>8</sup> Katso vikataulukko, liite/1 ja kohta korkealämpötila/



### **5.3 Letkuasennelmat**

Letkuasennelmat olivat valmiiksi hydraulikkaliikkeessä valmistettuja letku, liitin ja puristusholkki kokonaisuuksia, jotka olivat valmiita paikalleen asennettaviksi. Valmiina tilattujen letkuasennelmien etuna oli niiden nopea paikalleen laitto, jolloin saadaan järjestelmässä moottorijarrujen seisokkiajat mahdollisimman lyhyeksi, letkurikkojen sattuessa. Puristettava liitos oli halvempi ja kestävämpi, kuin esimerkiksi kierrettävä liitos. /5./ Paksut letkut täytyi yleensä kuoria, mutta tässä työssä käytetty letku ei tarvinnut kuorintaa ja oli näin helpompi myös koota letkuasennelmaksi. Letkuissa oleva T-merkintä tarkoittaa yleensä, että sitä ei tarvitse kuoria liitoksia tehdessä.

Kaikilla yrityksillä, varsinkin pienemmillä, ei ole käytössä omaa hydraulikkaletkujen letkuleikkuria ja puristeholkkien vaatimaa putkityökonetta, jolla tehdään korkeaa painetta kestäviä letkuasennelmia. Tästä johtuen yrityksen on helpompi ja turvallisempi käyttää valmiiksi tehtyjä letkuasennelmia ja tilata ne toimittajalta omilla kuhunkin käyttökohteeseen eritetyillä tilausnumerokoodeilla. Yleisimmin rikkoutuvia ja kuluvia letkuasennelmia yrityksen kannattaa pitää varalla varastossa. Letkut tulee säilyttää suojassa auringonvalon haitalliselta UV-säteilyltä, joka haurastuttaa letkuja.

Ensimmäinen asennelman tilausnumerosarja sisältää liittimen mallin ja koon (A50054-04-04), toinen numerosarja letkun tyyppin ja koon (241T-04), kolmas sarja pitää sisällään letkuasennelman toisen pään liittimen tiedot (A50054-04-04).

Lopuksi ilmoitetaan letkuasennelman pituus (L) millimetreinä liittimien juuresta mitattuna, Dunlop Hiflex:n ohjeiden mukaan ja liittimien keskinäinen kulma. /5./ ( esim. 180° ), jos molemmissa päissä on joko 45° tai 90° kulmaliitin. /5./ Näin toimimalla estetään letkun haitallinen kiertyminen asennuksessa.

**Taulukko 3.** Käytetyt letkuasennelmat, kuvassa/19/, ja niiden tilausnumerot

| Letkuasennelman kirjain kuvassa/19/ | kpl | Letkuasennelmien tilauskaavat Dunlop HiFlex Oy        |
|-------------------------------------|-----|---|
| a                                   | 2   | A50054-04-04 / 241T-04 /<br>A50005-04-04 L=660        |
| b                                   | 2   | A50005-04-04 / 241T-04 /<br>A50005-04-04 L=630        |
| c                                   | 1   | A50064-04-04 / 241T-04 /<br>A50054-04-04 L=1425, 0°   |
| d                                   | 1   | A50064-04-04 / 241T-04 /<br>A50005-04-04 L=1370       |
| e                                   | 2   | A50064-04-04 / 241T-04 /<br>A50005-04-04 L=645        |
| f                                   | 1   | A50054-04-04 / 241T-04 /<br>A50005-04-04 L=2020       |
| g                                   | 1   | A50054-04-04 / 241T-04 /<br>A50054-04-04 L=2065, 180° |
| h                                   | 2   | A50064-04-04 / 241T-04 /<br>A50064-04-04 L=595, 0°    |
| i                                   | 2   | A50005-04-04 / 241T-04 /<br>A50005-04-04 L=4800       |

**Taulukko 4.** Edellisessä taulukossa/3/, olevien letkuasennelmien sisältämät osat ja käytetyt kappalemäärät

| Liittimen- tai osan nimike                   | kpl määrä | Osan tilausnumero<br>Dunlop HiFlex Oy |
|--|-----------|---------------------------------------|
| Letkuliitin Jic-Sk Unf 7/16”                 | 14 kpl    | A50005-04-04                          |
| Letkuliitin 45° 7/16”                        | 8 kpl     | A50064-0404                           |
| Letkuliitin 90° 7/16”                        | 6 kpl     | A50054-0404                           |
| Hydrauliikkaletku ¼”<br>450 bar.             | n.21 m    | 241T-04                               |
| Din 20022 2SN<br>puristeholkit letkulle 241T | 28 kpl    | 08-580000-04                          |

#### 5.4 Paineakut

Järjestelmässä käytettiin kaasulla toimivia paineakkuja tasaamaan ja ylläpitämään käyttöpainetta. Koneikon hydraulipumpulle asennettiin yksi akku tasaamaan pumpun paineiskuja ja lisäämään näin pumpun käyttöikä. Molemmille painepiireille oli myös omat paineakut tasaamaan nostopöydän aiheuttamia paineiskuja, lisäämään letkujen kestoikää ja kompensoimaan hydraulisylinterien männänvarsien ohivuotoa.

Paineakut varmistivat käyttöpaineen lisäksi tilanteessa, jossa hydraulikoneikko sammui ja ei näin pystynyt enää tuottamaan käyttöpainetta. Paineakkujen koko valittiin Sal-tekniikan toimittaman koneikon paineakun koon mukaan, joka oli 0,32 l. /4./. Paineakut esisäädettiin 90 bar:n paineeseen, joka oli 60 % käyttöpaineesta ja oli juuri riittävä pitämään nostopöydän ylhäällä ajonaikana.

## **5.5 Liitos- ja jakokappale**

Moottori – ja jarrupetin alla oleva letkujärjestelmä, kuva/19/ liitettiin hydraulikoneikolta tuleviin paine- ja paluuletkuihin liitos- ja jakokappaleen avulla. Tarvittavasta kappaleesta tehtiin tekninen mittapiirros, käyttäen apuna AutoCAD Inventor -ohjelmaa. Valmis liitoskappale hitsattiin pohjaan moottoripetin takaosaan. Näin meneteltiin, koska oli tärkeää saada letkut helposti irti moottoripetin siirtoa varten, jarruhuollon yhteydessä. Liitos- ja jakokappaleen mittapiirros liitteenä.

Lisäksi kappaleen toinen tehtävä oli saada jaettua paineet molemmille puolille moottoripetiä ja paras ratkaisu oli tehdä se samaan liitoskappaleeseen. Ennen liitos- ja jakokappaletta laitettiin vielä korkeapainehanat, jotta hydraulikoneikko voidaan kytkeä irti järjestelmästä huoltoja varten. Jakokappaleeseen lisättiin myös painevahtikytkin<sup>9</sup> painehanojen jälkeen. Painekeytkin sammutti moottorin siinä tapauksessa, että paineet karkaisivat nostopöydästä ja moottori ei enää olisi lukittuna petiin.

## **5.6 Hydrauliikkaöljy**

Hydrauliikkajärjestelmään kuuluu yleisesti öljy, joissakin järjestelmissä mahdollisesti myös vesi, oleellisena osana järjestelmän toimintaan. Öljyllä on monia vaatimuksia eri järjestelmissä niiden toimintatavasta, rakenteesta ja sijoitus paikasta riippuen. Hydrauliöljyn päätehtäviä olivat tässä järjestelmässä energian siirtäminen, osien voitelu, kitkan ja kulumisen vähentäminen ja syöpymisen estäminen.

---

<sup>9</sup> Painekeytkin osaluettelossa osa 34, liite

Kuten edellä oli jo todettu, niin tässä järjestelmässä ei kierrä öljy jatkuvasti, joka ei näin ollen aiheuta öljynlämpenemistä ja omalta osaltaan näin vähensi öljyalaadun vaatimuksia. Lisäksi voideltavia osia ei ollut itse koneikon lisäksi, kuin sylinterien männänvarret, jotka eivät kovaa laatuvaatimuksia öljylle myöskään asettaneet.

Koneikon toimittaja oli asettanut vaatimuksen järjestelmän öljyalaadulle, joten sitä noudatettiin. Valittu öljyalaatu ja merkki, jota myös koneikon toimittaja suositteli, oli Mobil DTE 24, joka on ISO VG 32 luokan hydraulikkaöljyä.

Mobil DTE 24 öljyllä ”on pitkä käyttöikä ja hyväsuodatettavuus, vaikka järjestelmään olisi päässyt vettä. Täyttävät seuraavat vaatimukset viskositeetiluokasta riippuen, Vickers I-286 S, Vickers M-2950 S ja Denison HF-O”, lainaus lähteestä/7/. Lisäksi yksi merkittävä syy öljyn valintaan oli, että sitä oli jo valmiiksi tehtaassa muualla käytössä ja näin ollen ei tarvinnut erikseen hankkia toista laatua varastoon.

Koneikon toimittajan ilmoittamat hyväksyttävät viskositeetiluokat olivat HLP32 DIN 51524 ja ISO VG 32. ISO VG – luokitus antoi tietoa viskositeetistä ainoastaan lämpötilassa +40 °C, joka sopi hyvin kyseiseen tapaukseen, koska koneikot olivat tasalämpöisessä tilassa ja öljynlämpötila pysyi käytössä tasaisena. ISO VG 32 luokan kinemaattisen viskositeetin raja-arvot, (min. 28.8 – max. 35.2) cSt<sup>10</sup>, keskiarvon ollessa 32.0 cSt / +40 °C, joita voidaan käyttää hyväksi analysoitaessa käytössä ollutta öljyä ja vaihtoväliä öljylle määritettäessä. /7./.

---

<sup>10</sup> cSt, ”senttistoke”, mm<sup>2</sup>/s

## 6 HUOLTO

Järjestelmän huolto tuli olemaan vähäistä, koska ensinnäkin hydraulioöljy ei tee jatkuvaa kiertoa ja näin ollen pumppu ei käy jatkuvasti. Pumpun käyttöpaine mitoitettiin yleisen ohjeen mukaan, 40 % alemmaksi, kuin koneikon maksimipaine<sup>11</sup>, mahdollisimman pitkän käyttöiän takaamiseksi. /6./.

Jatkuvaa kiertoa kun ei ollut, niin öljykin kesti pitempään ja letkujen kuluminen tuli näin olemaan vähäistä. Epäpuhtauksia Öljyn sekaan suljetussa järjestelmässä tulee esim. hydraulisylinterien männänvarsia pitkin ja ”*turhaa öljyn vaihtoa tulee välttää, koska jokaisen öljynvaihdon yhteydessä järjestelmään tulee epäpuhtauksia ja uusi öljy sisältää enemmän partikkeleita kuin vanha*”, kuten Antti Ylinen toteaa tekemässään tutkintotyössä. /8./.

Öljynvaihtoväli tulee selvittää öljyanalyysin kautta, jotta turhilta vaihdoilta säästyttäisiin. Viskositeetin noustessa yli 10 %, tulee öljy vaihtaa. /8./ Käyttöön valitun öljyn, Mobil DTE24:n viskositeetti arvo VG 32 on 32 cSt / +40 °C. Öljysäiliöt sijaitsevat suhteellisen tasalämpöisessä tilassa +20 °C ±2 °C, joten kondessivettä ei pääse muodostumaan öljyn sekaan, mikä sinänsä lisää myös öljyn käyttöikä.

Suodattimen tukkoisuutta valvoo takaisinvirtauspainekeytkoneikossa, joka antaa häiriö ilmoituksen suodattimen tukkeutuessa. Öljyn vaihto tulee suorittaa kuitenkin vähintään yhden vuoden välein. Uusi suodatin, tilausnumero FT4664 (25 µm), suodattimet toimittaa Sal-tekniikka Oy.

---

<sup>11</sup> Koneikon maksimi paine 250 bar., käyttöpaine 150 bar. Säätö osassa 4.5, Koneikon paineensäätö

Hydraulisylinterit eivät tarvitse huoltoa, koska työtila on puhdas ja epäpuhtauksia ei pääse muodostumaan sylinterinvarsiin ja kuluttamaan tiivisteitä. Lisäksi sylinterit ovat moottoripetin sisässä ja näin suojassa mekaanista kulumista vastaan.

Ennen huoltoja itse koneikkoon, sammuta aina koneikko pääkytkimestä, laske nostopöydät ala-asentoon ja tarkista, että koneikon paine on 0 bar. Jos koeajossa olevan moottorin takia ei ole mahdollista laskea nostopöytiä, niin painehanat tulee sulkea moottoripetin takaa. Sammuta koneikko ja laske sen jälkeen paineet pois koneikosta.

#### Viikoittaiset tarkistukset

- Silmämääräinen tarkistus moottoripetin alla olevien liitosten öljyvuodoista.
- Hydraulikoneyksikön öljynmäärä.
- Hydraulikoneyksikön ulkoiset vuodot, säiliön valumaallas.

#### Puolenvuoden välein tehtävät tarkistukset

- Letkujen silmämääräinen tarkistus. Jos letku hikoilee öljyä, tai siinä havaitaan pullistumia, se tulee vaihtaa uuteen.
- Letkuliittimien kireyden tarkistaminen.
- Virtausvastusventtiilien säädön tarkistus, ( ½ -kierrosta auki ).
- Sähkömoottorin jäähdytysripojen puhtauden tarkistus.
- Ohjausventtiililohkojen kiinnitysmutterien kireyden tarkistus.
- Öljyn viskositeetin tarkistus.

- Hydraulikoneyksikön rajapainekeytkimen säädön silmämääräinen tarkistus, koneikko sammuu, kun n. 150 bar. paine saavutetaan ja koneikko käynnistyy viimeistään n. 50 bar. kohdalla.

#### Vuosittain tehtävät huollot

- Öljyn vaihto, Sal-tekniikka Oy:n suositus. /4./. Suositellaan tekemään öljyanalyysi ennen vaihtoa, jotta voidaan määrittää tarkka vaihtoväli.
- Suodattimen vaihto.
- Rajapaineen ja käyttöpainekeytkimen säätö<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Painekeytkimien säätö osassa/4.5/ Koneikon paineensäätö



## 7 VIANHAKU

Hydraulikoneyksikön heikoimmat kohdat ovat ohjausventtiililohkojen väliset O-renkaat, jotka epäilemättä tulevat aikaa myöten kovenemaan ja sitä myöten myös aiheuttamaan sisäisiä ja ulkoisia vuotoja. Lisäksi ohjausventtiilit ovat arkoja epäpuhtauksille ja venttiilien tiivistysistukat kuluvat käytössä, joten aikaa myöten myös niihin voi tulla sisäisiä vuotoja

Ilman aiheuttamat ongelmat järjestelmässä esiintyvät tässä tapauksessa nostopöydän kallistumisena tai kovana äänenä nostopöytää nostettaessa. Ilmaus tulisi suorittaa kauimmaisista sylintereistä, paineliitintä hieman raottamalla, nostopöydän ollessa ylhäällä. Ilmausta ei tule suorittaa moottorin käydessä valvonta päällä, koska painetaso saattaa hetkeksi laskea ja aiheuttaa vika ilmoituksen ja sitä seuraavan hätäpysäytyksen moottorille. Jos ilmaa esiintyy usein, saattaa se olla merkinä pumpun imuvuodosta.

Letku- ja liitinrakennelmat ovat vikojen osalta helppoja, koska yleisin ja käytännössä ainoa vika on vuoto ja niiden korjaaminen onnistuu helposti vaihtamalla uusi osa viallisen tilalle. Letkurikon sattuessa tulee koneikko välittömästi sammuttaa ohjauskaapin pääkytkimestä. Koneikko sammuu myös itseksensä, mutta vasta kun nestepinnan alaraja hälytys aktivoituu. Työssä käytetyt letkuasennelmat tilausnumerokoodeineen, löytyvät kappaleesta/5/, HYDRAULIIKKAJÄRJESTELMÄN LETKUT JA LIITTIMET.

Värinöistä aiheutuvat vuodot, liitosten löystymiset, ovat tässä kyseisessä tapauksessa, jossa värinä on jatkuvaa, varmasti ylisempiä vikojen aiheuttajia ja ne ovat otettu huomioon huolto kappaleessa/6/.

## 8 PÄÄTELMÄT

Koneikkojen uudelleen suunnittelussa tuli erityisesti esille se, että kuinka tärkeää on selvittää toimittajalle koneikon tarkka käyttökohde. Kyseisessä koneikossa oli turhaan alas laskevat ohjausventtiilit, koska nostopöydän oma paino jo riitti laskemaan hydraulisylinterit ala-asentoon. Tilauksen yhteydessä tehty toimintaselvitys olisi antanut toimittajalle mahdollisuuden suunnitella koneikko sopimaan paremmin meidän tarkoitukseemme ja jättämällä pois ylimääräiset venttiilit olisi myös koneikon hinta todennäköisesti laskenut.

Nostopöydän kallistus ongelmat nostettaessa johtuivat suurelta osin siitä, että moottorit ovat eripituisia ja eivät useinkaan asettuneet keskelle nostopöytää. Muuttamalla sylinterien lukumäärän kuudesta neljään jakautuisi nostovoima tasaisemmin ja kallistusta ei pääsisi tapahtumaan. Keskimäinen sylinteripari toimi nyt lähinnä nivelpisteenä ja uloimmat sylinterit pääsivät aiheuttamaan kallistumaa. Neljä sylinterin nostovoima riittäisi hyvin pitämään moottorit paikallaan, mutta ilman isoja muutoksia rakennetta ei voida toteuttaa luotettavasti.

Nykyiseen rakenteen muuttamisen neljälle sylinterille voisi mahdollisesti toteuttaa paineputkistoja muuttamalla. Jättämällä pois painesyötöt keskimmaisilta sylintereiltä olisivat reunimmaisiet sylinteriparit enää käytössä. Muutos voisi kuitenkin aiheuttaa suuria vääntövoimia nostopöytään ja yhdessä jatkuvan värinän kanssa murtaa nostopöydän. Kuitenkin kallistus ongelmien jatkuessa se voisi olla tutkimisen ja testaamisen arvoinen asia.

## LÄHTEET

1. AGCO SISU POWER [www-sivu]. [Viitattu 29.9.2009]. Saatavissa: <http://www.agcosisupower.com/suomi/yritys/historia/>
2. Euroopan Unioni. [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/26/EY]. Strasbourg 2004.
3. Roemheld GmbH. Hydrauliikkatuotteet.[sähköinen dokumentti]. [Viitattu 23.11.2009]. Saatavissa: <http://www.roemheld.com/en/roemheld.aspx?cmd=PDFS&csid=11>
4. Insinööritoimisto Sal-teknikka Oy. [Sal-power hydraulikoneyksikön P40910-07-33 käyttöohjekirja]. Tampere 2006.
5. Dunlop Hiflex Oy. Hydrauliikkatuotteet. [sähköinen dokumentti]. [Viitattu 1.10.2009]. Saatavissa: <http://www.dunlophiflex.fi/upload/?id=b04d1db98c6dcf82d2dccf2964fc3219>
6. Fonselius Jaakko. Rinkinen Jari. Vilenius Matti. Hydrauliiikka 2. [Opetushallitus]. Helsinki 1997.
7. Mobil Tuoteluettelo. [sähköinen dokumentti]. [Viitattu 13.10.2009]. Saatavissa: [http://www.mobil.fi/Finland-Finnish/LCW/Files/Mobil\\_product\\_catalogue.pdf](http://www.mobil.fi/Finland-Finnish/LCW/Files/Mobil_product_catalogue.pdf)
8. Ylinen Antti. Hydrauliikkajärjestelmien kunnossapito M-Real Kyron kartonkitehtaalla. [Tutkintotyö]. Tampere 2005.

## **LIITTEET**

## Liite 1. Vianhakukaavio

| Vika  | Mahdollinen syy                                     | Korjaus  |
|---|---|--|
| Koneikko sammuksissa, Päävirtakytkin I-asennossa. Häiriövalo palaa.       | Häiriö sähköverkossa sammuttanut koneikon.          | Kuittaa koneikko päälle häiriönkuittaus napista.   |
|   | Säiliön nestepinta liian alhaalla.                  | Lisää nestettä säiliöön ja kuittaa koneikko päälle.  |
|   | Nesteen lämpötila liian korkea.                     | Anna nesteen jäähtyä, kuittaa koneikko päälle ja tarkista, että koneikko sammuu kun esisäädetty paine saavutetaan. |
|   | Suodatin tukossa.                                   | Vaihda uusi suodatin, tarkista nesteen pinta ja kuittaa koneikko päälle.   |
| Koneikko jää päälle, vaikka rajapaine ( 150 bar. ) saavutetaan.           | Painekytkimen säädöt virheelliset.                  | Säädä painekytkin <sup>13</sup> .  |
| Koneikko jää päälle, nesteen lämpötila nousee jatkuvasti liian korkeaksi. | Vuotava hydraulisyylinteri, neste kiertää tankissa. | Jos hydraulisyylinteri lämpimää käytössä, vaihda sylinteri.  |
| Koneikko päällä, paine ei nouse   | Painehanat kiinni alustan takana.                   | Avaa molemmat hanat.   |
|   | Letku rikko / vuotava liitos.                       | Vaihda rikkiäinen letku / kiristä vuotava liitos.  |
|   | Vuotava ohjausventtiili.                            | Vaihda vuotava venttiili uuteen, tai puhdistaa venttiili   |

Jatkuu seuraavalla sivulla

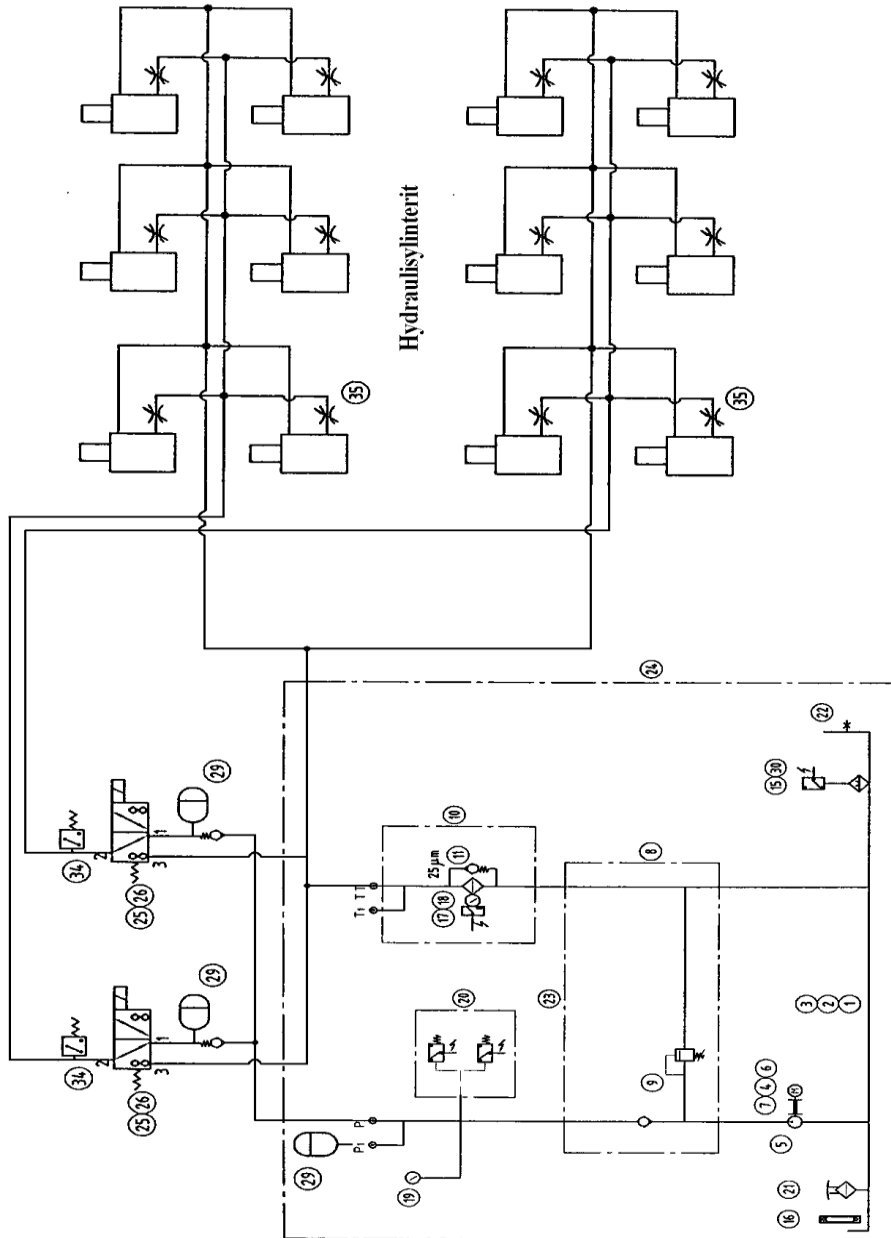
<sup>13</sup> Painekytkimensäätö, osiossa 4.5, s.22

Vianhakukaavio jatkuu edelliseltä sivulta

| Vika  | Mahdollinen syy  | Korjaus   |
|---|--|---|
| Koneikko sammuu, kun moottori lasketaan alas.   | Liian suuri takaisinvirtauspaine, suodatin tukossa tai paineventtiili viallinen. | Vaihda uusi suodatin, tai vaihda uusi paineventtiili ja säädä takaisinvirtauspainekeytkin.  |
| Koneikko käy, mutta paine liian alhainen ( alle 100 bar. ) ja koneikko käy kokoajan.  | Venttiili viallinen / roskia venttiilissä.                                       | Vaihda venttiili uuteen, puhdista venttiili.  |
| Moottori ei nouse kunnolla.   | Ilmaa järjestelmässä.  | Ilmaa järjestelmä. Ilmaa etummaisista sylintereistä.  |
| Järjestelmää joutuu ilmaamaan usein.  | Imupuolella vuoto.   | Tarkista pumpun imuliitännät.   |
| Moottori ei laske.  | Painehanat kiinni alustan takana   | Avaa molemmat hanat   |
|   | Solenoidi ei saa virtaa  | Tarkista solenoidin liittimelle tuleva jännite, 24 V.   |
|   | Venttiili jumissa / solenoidi rikki  | Vaihda uusiventtiili / solenoidi  |
| Koneikon paine ei laske 0 bar. vaikka molemmat nostopöydät ovat alhaalla. ( huollot <sup>14</sup> ym. toimenpiteet koneikolle ) | Venttiilikara jumittaa   | Irrota toisen tai molempien venttiilien solenoidit ( 19 mm avain ) ja vedä solenoidit hitaasti irti virran ollessa päällä. ( nostopöydät alhaalla ) |

<sup>14</sup> Huollot käsitelty tarkemmin kappaleessa/6, s.31-.32/

Liite 2. Hydraulikaavio<sup>15</sup>



<sup>15</sup> Kaavion laatimissa käytetty apuna Sal-teknikka Oy:n alkuperäistä toimintakaaviota, lähde/3/

**Liite 3.** Hydraulikaavion osaluettelo<sup>16</sup>

| OSALUETTELO, Liitteeseen/2/               |     |                            |                           |
|---|-----|----------------------------|---------------------------|
| Osa                                       | kpl | Nimitys                    | Tyyppi                    |
| 1   | 1   | Säiliö                     | CF 016 GC 22 L            |
| 3   | 1   | Allaskansi                 | CF 016 GC P30595          |
| 3   | 1   | Sähkömoottori              | VTA 100L4B34S 2,2 kW/400V |
| 5   | 1   | Pumppu                     | PO-0205.V 3,64/5,0 L      |
| 6   | 1   | Sovitelaippa               | F4                        |
| 7   | 1   | Välilytkin                 | GN9                       |
| 8   | 1   | Keskusyksikkö              | C3                        |
| 9   | 1   | Paineensäätöventtiili      | 2F, 35-210 bar            |
| 10  | 1   | Keskuslaatta               | LC-F1,2 ja 3 P20430       |
| 11  | 1   | Paluusuodatin              | FT4664, 25 µm             |
| 15  | 1   | Pinta / lämpötila-anturi   | IEG-N1F+T70-200           |
| 16  | 1   | Mittasi + lämpömittari     | LVA 2-T-A                 |
| 17  | 1   | Painekytin                 | PMC10, 0.5 – 10 BAR       |
| 18  | 1   | Visuaalinen indikaattori   | MPF-VR40-V1 1/8"          |
| 19  | 1   | Painemittari               | 711 –300 BAR ¼"           |
| 20  | 1   | Painekytin                 | XML B300D2S11             |
| 21  | 1   | Täyttötulppa               | TA46FL10                  |
| 22  | 1   | Tulppa                     | VSTI 1076-R3/8"           |
| 24  | 1   | Ohjauskaappi               | OK4-M2,2 P30580           |
| 25  | 3   | Venttiilirunko             | P20915 V4 (SV38-38)       |
| 26  | 3   | Istukkaventtiili           | SV38-38 (24v)             |
| 29  | 3   | Paineakku 0,32 L / 210 BAR | ELM 0,32/210 AF           |
| 30  | 1   | Koroterengas               | P40730                    |
| 34  | 2   | Painekytin (valvonta)      | DS117-150                 |
| 35  | 12  | Virtausvastusventtiili     | FT125 ½ -01 – ¼           |
| Ohjausventtiilien osat, taulukko/1, s.14/ |     |                            |                           |

<sup>16</sup> Alkuperäinen osaluettelo Sal-tekniikka Oy, lähde/3/



**Liite 4.** Liitos- ja jakokappaleen tekninen mittapiirros

