

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Koneosasto

Tutkintotyö

Jari Palva-aho

PUMPPAUSPÄÄN HYDRAULIIKAN KOEAJO JA TESTAUS

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2005

Olavi Kopponen
Sulzer Pumps Finland Oy, valvojana tuotantopäällikkö Martti Mäki

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Koneosasto, konetekniikan koulutusohjelma

Kone- ja laiteautomaation suuntautumisvaihtoehto

Palva-aho, Jari

Pumppauspään hydrauliiikan koeajo ja testaus

Tutkintotyö

38 sivua + 3 liitesivua

Työn ohjaaja

Olavi Kopponen

Työn teettäjä

Sulzer Pumps Finland Oy, tuotantopäällikkö Martti Mäki

Maaliskuu 2005

Hakusanat

Prosessipumppu, pumpun koeajo, juoksupyörä, spiraalipesä

TIIVISTELMÄ

Tämä insinöörityö on tehty Sulzer Pumps Finland Oy:n Mäntän tehtaalle. Insinöörityön tavoitteena oli suunnitella toimivia ratkaisuja pumppauspään hydrauliiikan koeajoon ja testaukseen. Pumppauspään hydrauliiikka käsittää juoksupyörän ja spiraalipesän. Tarve suunnittelutyön tekemiseen tuli, kun uusi moduulirakenteinen pumppu tuodaan markkinoille. Pumppauspään hydrauliiikkaa on kehitetty tuottoarvoiltaan ja hyötysuhteeltaan huomattavasti paremmaksi. Uudet pumppauspään osat ovat yhteensopivia nykyiseen APP-pumppuun. Asiakkaalle voidaan toimittaa uudet kehittyneemmät pumppauspään varaosat jo tehtaalla olemassa olevaan vaihtoyksikköön. Vaihtoyksikkö tarkoittaa pumppua ilman juoksupyörää ja spiraalipesää.

Työssä selvitettiin ensin, mitä nykyinen kokoonpano ja koeajo pitävät sisällään. Sitä kautta tutkittiin, miten varaosien koeajo ja testaus olisi mahdollista toteuttaa. Työssä keskitytään siihen, miten testaus toteutettaisiin mahdollisimman helposti ja mitä muutoksia tarvitsee tehdä tavalliseen koeajoon ja kokoonpanoon verrattuna.

Pumppukokoja on yhteensä 10 kappaletta, joihin tulee uusia kehittyneempiä osia. Jokainen koko tarvitsee oman testivaihtoyksikkönsä, jotka varastoidaan tehtaalle. Vaihtoyksiköihin valitaan sopiva akselitiiviste. Työssä suunnitellaan miten osat kiinnitetään vaihtoyksikköön ja miten koeajo suoritetaan. Lisäksi tutkitaan, miten tuotannonohjaus suunnitellaan varaosien testauksessa. Työssä mietittiin myös tehtaan layout-muutoksia, vaihtoyksiköiden hyllyjä ja varaosien varastopaikkoja.

TAMPERE POLYTECHNIC

Machine department, machine engineering training program

Machine automation

Palva-aho, Jari

Test drive and testing of pumping head hydraulics

Final thesis

38 pages + 3 appendices

Supervisor

Olavi Kopponen

Commissioned by

Sulzer Pumps Finland Oy, production manager Martti Mäki

March 2005

Key words

Process pump, test drive, impeller, volute casing

ABSTRACT

The goal of this thesis was to construct functional solutions for test drive and testing of pumping head hydraulics. The hydraulics of pumping head include impeller and volute casing. Need for this planning work came, because Sulzer has developed new module build process pump. The hydraulics of pumping head are developed much better than old models. Productive values and efficiency rose substantially and new parts are compatible with present APP-pump. The customer can have new advanced spare parts for existing chance unit, which is a pump without impeller and volute casing.

The thesis begins by explaining what test drive and assembly include. Using that information is easy and quick solutions for testing of spare parts was researched. The thesis concentrate on what chances haw to be done compared with normal test drive and assembly.

Sulzer has ten different pump sizes, which will include more developed parts. Each size need it own test chance unit, which has to be stored on the factory. Furthermore, the right seal on test chance units has to be chosen. This thesis have been searched how parts can be fitted on the test chance unit and how test drive can be completed. Additionally, it was also searched how production management can be executed. Factory layout changes, shelving of test change units and storage of spare parts was also analysed.

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty tutkintotyönä Sulzer Pumps Finland Oy:lle Mänttään keväällä 2005.

Lausun parhaat kiitokseni työn valvojalle Martti Mäelle mielenkiintoisesta aiheesta ja hyvistä ohjeista työntekovaiheessa. Lisäksi haluan kiittää Sulzer Pumpsin muuta henkilökuntaa, joka on edesauttanut työni valmistumista.

Tampereen ammattikorkeakoulusta haluan kiittää työni ohjaavaa opettajaa Olavi Kopposta työni aikana saamistani ohjeistuksista.

Tampereella 23.3.2005

Jari Palva-aho

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	7
1.1 TYÖN TAUSTA.....	7
1.2 TEHTÄVÄNANTO JA TAVOITTEET	7
2 YRITYKSEN ESITTELY	8
3 MÄNTÄN PUMPPUTEHDAS.....	9
3.1 YLEISTÄ	9
3.2 HISTORIA.....	9
3.3 MARKKINA-ALUEET	9
3.4 MÄNTÄN TEHTAAN TOIMINTAPERIAATE	10
3.5 TUOTANNON OHJAUS JA ALIHANKKIJAT.....	10
4 PUMPUN KOKOONPANO JA KOEAJO	13
4.1 PUMPUN PERUSOSAT.....	13
4.2 SPIRAALIPESÄN KOEPONNISTUS.....	14
4.3 KOKOONPANO	15
4.4 KOEAJO	17
4.4.1 Tuottoarvot	18
5 PUMPPAUSPÄÄN HYDRAULIIKAN KOEAJO JA TESTAUS.....	19
5.1 JUOKSUPYÖRÄ	19
5.2 SPIRAALIPESÄ.....	20
5.3 VAIHTOYKSIKKÖ	20
5.4 TIIVISTEEN VALINTA VAIHTOYKSIKÖIHIN	21
5.4.1 Punostiiviste	21
5.4.2 Dynaaminen tiiviste	22
5.4.3 Mekaaninen tiiviste.....	23
5.5 TYÖVAIHEIDEN KIINNITYKSET	24

5.5.1 Juoksupyörän kiinnitys vaihtoyksikköön	25
5.5.2 Spiraalipesän kiinnitys vaihtoyksikköön.....	26
5.5.3 Tukijalat.....	27
5.5.4 Pumpun kiinnitys koeajossa	29
6 TUOTANNONOHJAUS	31
6.1 TUOTANNONOHJAUKSEN TEORIAA	31
6.2 TUOTANNONOHJAUS VARAOSIEN TESTAUKSESSA.....	32
7 LAYOUT	34
7.1 HYLLYT VAIHTOYKSIKÖILLE	34
7.2 KOEAJETTAVIEN OSIEN VARASTO	35
8 YHTEENVETO	36
LÄHDELUETTELO	38
LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Olen ollut töissä Sulzerin Mäntän tehtaalla kolmena kesänä 2002-2004. Suoritin kaikki ammattikorkeakouluajan työharjoittelut kyseisessä yrityksessä. Oli hyvin luonnollista että teen tutkintotyöni Sulzerille, koska tietoa yrityksen toimintatavoista, pumpun valmistuksesta ja toiminnasta oli varsin hyvin. Viimeisenä kesänä keskustelin asiasta tuotantopäällikkö Martti Mäen kanssa ja hän ehdotti minulle tätä työtä.

1.2 Tehtävänanto ja tavoitteet

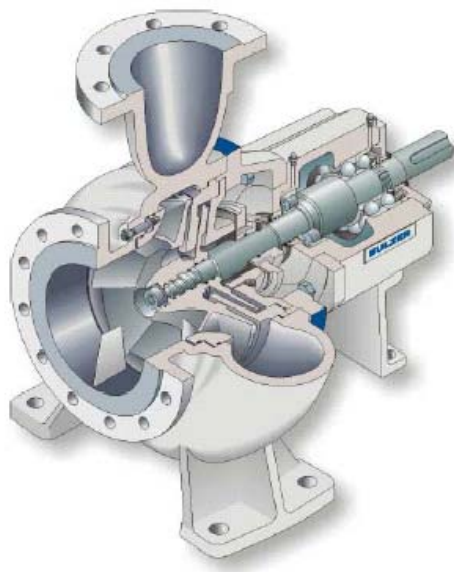
Työn tavoitteena on tehdä suunnitelma uuden moduulirakenteisen pumpputyypin pumppauspään moduulin testauksesta. Moduuli sisältää spiraalipesän ja juoksupyörän, se sopii vaihto-osana nykyiseen APP-pumppuun, mutta on tuottoarvoiltaan ja hyötysuhteeltaan huomattavasti kehittyneempi. Asiakas voi hankkia pelkän pumppauspään moduulin ja saa sen halutessaan koeajettuna ja siitä tulevilla dokumenteilla varustettuna. Työssä käsitellään ainoastaan APP-sarjan pumppuja. Muihin pumppuihin tulevia varaosia ei oteta huomioon.

Nykyään tehtaasta lähteviä varaosia ei testata lainkaan; varaosat asennetaan pumppuun, joka on jo valmistettaessa testattu. Asiakas tilaa uudet osat tehtaalta, ja ne lähetetään paikan päälle. Pumppuhuollon työntekijät käyvät asentamassa osat pumppuun. Työn tavoitteena on kehittää varaosien testaus sille tasolle, että se on kannattavaa yritykselle ja asiakas saa tarvittavat tiedot osista. Uudet juoksupyörämallit ja spiraalipesät tuovat paremmat tuottoarvot ja hyötysuhteen verrattuna nykyisiin malleihin. Testattujen uusien arvojen kautta asiakas voi alentaa pumppua pyörittävän moottorin tehoa tuottoarvot säilyttäen tai nostaa prosessinsa tuotantolukua parempia tuottoarvoja vastaavasti.

2 YRITYKSEN ESITTELY

Sulzer Pumps on maailmanlaajuinen konserni. Sulzerilla on liiketoimintaa monilla sektoreilla. Yrityksen palveluksessa on noin 4500 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2003 oli noin 625 miljoonaa euroa. Eniten tilauksia segmenteittäin tuli öljyn- ja kaasuntuotannosta, öljynjalostuksesta ja sellu- ja paperiteollisuudesta. Sulzer Pumps on yksi maailman johtavista pumpun valmistajista. Kuvassa 1 leikkauskuva Sulzerin APP-pumpusta.

Sulzerilla on pumpun valmistustehtaita, myyntikonttoreita ja asiakastukia ympäri maailmaa Etelä- ja Pohjois-Amerikassa, Afrikassa, Lähi-Idässä ja Euroopassa (LIITE 1). Valmistus- ja kokoonpanoyksiköitä on yhteensä 14 maassa. Toimipisteitä yli 150 maassa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Sveitsissä. Suomessa Sulzerilla on tehtaita Karhulassa ja Mäntässä. Karhulan pumpputehdas valmistaa pumppuja ja sekoittimia eri teollisuuden aloille. Karhulassa sijaitsee myös tehtaan valimo, joka toimittaa valuja pääasiassa Sulzerin omille tehtaille Suomeen, Saksaan, Englantiin ja USA:han. Karhulan valimo on yksi maailman suurimmista pumppu- ja sekoitinvaluihin keskittyneestä valimoista. Suomessa Sulzerilla on noin 700 henkilöä palveluksessaan. Liikevaihto vuonna 2003 oli noin 103 miljoonaa euroa.



Kuva 1 Leikkauskuva Sulzerin APP-pumpusta

3 MÄNTÄN PUMPPUTEHDAS

3.1 Yleistä

Sulzer Pumps Oy:n Mäntän tehtaalla valmistetaan AHLSTAR™ pumppusarjan pieniä ja keskisuuria prosessipumppuja paperi-, metalli-, lannoite- ja elintarvikealoille. Myös varaosat ovat merkittävässä roolissa. Nykyään Mäntässä valmistetaan osia myös Sulzerin Easley'n tehtaalle USA:han. Mäntän pumpputehdas on moderni tuotantoyksikkö, jossa koneistetaan, kokoonpannaan ja testataan prosessipumppuja.

3.2 Historia

Mäntän tehtaan historia ulottuu 1920-luvulle, jolloin se kehittyi omia tuotteita valmistavaksi konepajaksi. Vuonna 1984 merkittävin kilpailija A. Ahlström Oy osti Mäntän pumpputehtaan. Vuonna 1986 Ahlström rakennutti uuden pumpputehtaan Isoniemen teollisuusalueelle, missä tehdas toimii edelleen. Vuonna 2000 Sulzer Pumps osti Ahlström Pump Oy:n Suomessa. Yrityskaupan yhteydessä kaikki pumpputeollisuuden Ahlströmin tuotantoyksiköt, Karhulan tehtaot, Salon sekoitintehdas ja Mäntän pumpputehdas siirtyivät, Sulzer Pumps Finland Oy:n omistukseen.

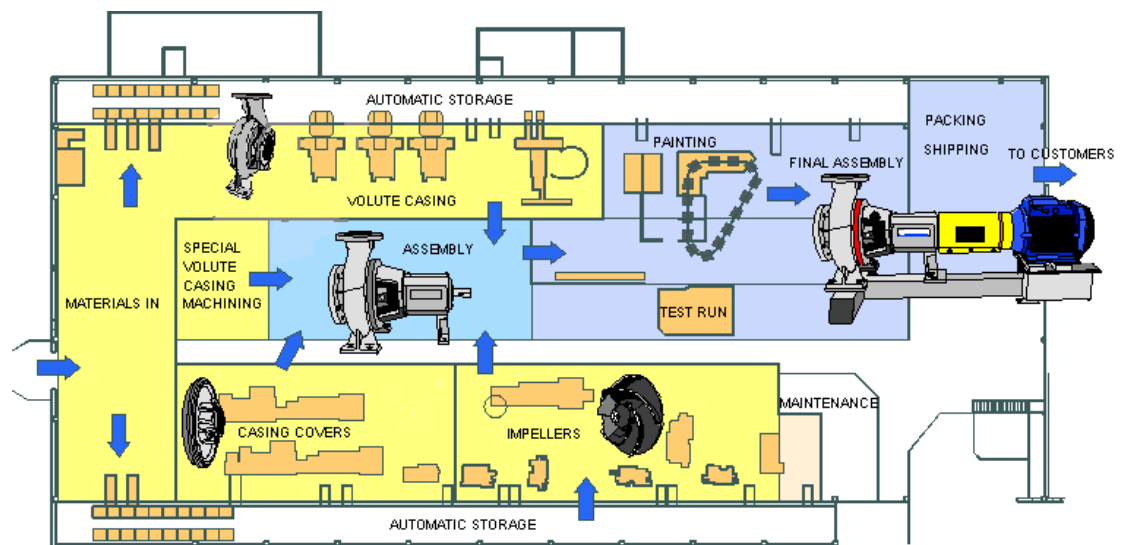
3.3 Markkina-alueet

Sulzer-pumppujen asiakaskuntaan kuuluu erilaisia yrityksiä paperi-, metalli-, lannoite- ja elintarviketeollisuuksista. Suurimmat myyntialueet ovat Eurooppa, Pohjois-Amerikka; Kiina ja muu Kaukoitää on voimakkaasti kasvava markkina-alue.

3.4 Mäntän tehtaan toimintaperiaate

Mäntän tehtaalla kaikki tavara toimitetaan tavaran vastaanottoon tarkastettavaksi ja varastoitavaksi. Tehtaan molemmilla seinillä on isot automaattivarastot. Spiraalipesän, pesänkannen ja juoksupyörän valuaihiot sijoitetaan automaattivarastoon, josta koneistaja ottaa oikean osan koneistukseen. Koneistuksien jälkeen osat ovat valmiita kokoonpanoon. Kuvasta 2 selviää, kuinka osat saapuvat kokoonpanoon ja kuinka kokoonpantu pumppu liikkuu siitä eteenpäin:

- kokoonpano
- koeajo
- maalaus
- loppukokoonpano
- pakkaus.

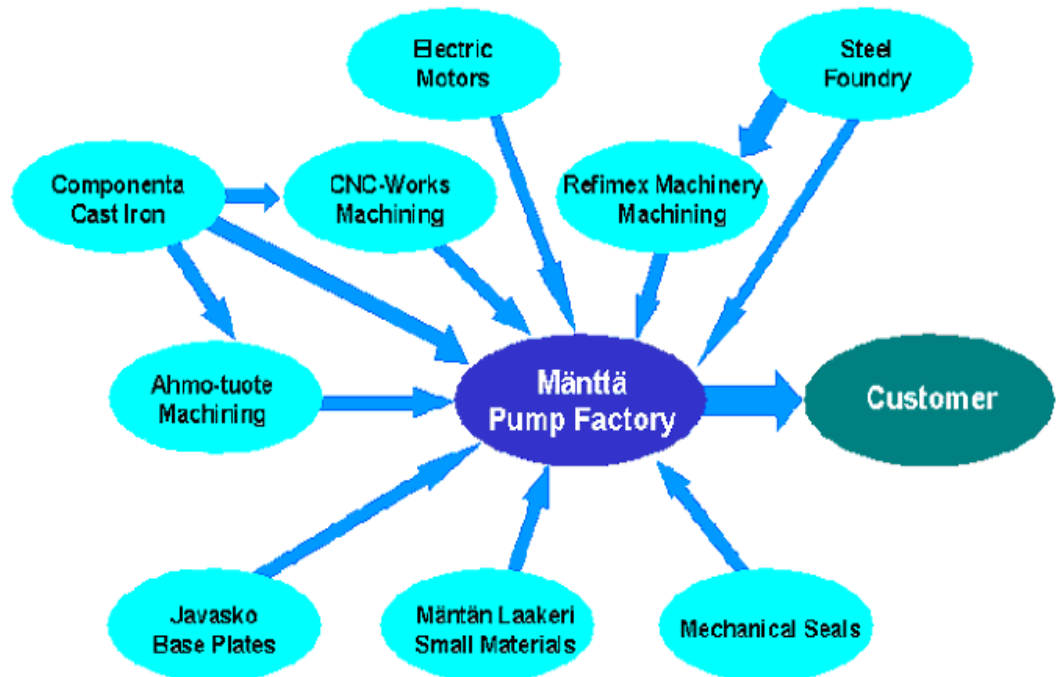


Kuva 2 Pumpputehtaan tuotannon layout /1/

3.5 Tuotannon ohjaus ja alihankkijat

Itse Mäntän tehtaalla pumppuun koneistetaan ainoastaan spiraalipesä, pesänkansi ja juoksupyörä. Pumppuihin tulevia laakerointeja valmistetaan vielä tällä hetkellä Mäntässä sijaitsevalla laakerointitehtaalla. Laakerointien koneistuksen

ulkoistamisesta neuvottelut ovat kesken. Muut osat tulevat eri alihankkijoilta. Joitain osia, kuten esimerkiksi akselitiivisteitä, valuaihioita ja pumppua pyörittäviä moottoreita, ostetaan eri alihankkijoilta. Kuvassa 3 on esitetty alihankkijaverkoston toimintaperiaate.



Kuva 3 Alihankkijaverkoston toimintaperiaate /2/

Mäntän pumpputehtaalla on käytössä täysin tilausohjautuvasti toimiva tuotannonohjausjärjestelmä. Valmiita osia ei tehdä varastoon, koska tuotevalikoima on niin suuri ja varastotila ei riittäisi. Tilausohjautuvuuteen perustuen liiketoiminnan ja tuotannon keskeisenä päämääränä on massaräätälöinti. Massaräätälöinnillä tarkoitetaan kykyä muokata tuotteita ja palveluita kustannustehokkaasti asiakkaiden henkilökohtaisten tarpeiden mukaan. Mäntän pumpputehtaan toiminnassa tämä tarkoittaa nopeaa reagointia asiakkaan tarpeisiin ja vaatimuksiin. Sen seurauksena toiminnallinen joustavuus paranee. /1/

Pumppuun tulevien perusosien, kuten ruuvien, mutterien, perustiivisteiden, kohdalla käytetään JOT-periaatetta (Juuri Oikeaan Tarpeeseen). JOT-periaatteen mukaisesti osia ei toimiteta varastoon, vaan osat toimitetaan niitä tarvitseviin työpisteisiin. Yleensä tavaran toimittaja, esim. Mäntän Laakeri, toimittaa osat suoraan oikeaan paikkaan. Työpisteissä käytetään kaksilaatikko-periaatetta perustuotteiden kanssa. Kun toinen laatikko on tyhjä, työntekijä tilaa kanban-viivakoodikortin avulla uuden laatikollisen osia ja ottaa käyttöön toisen laatikon. Tilaus menee suoraan toimittajalle, joka toimittaa uuden erän osia. JOT-erien suuruudet vaihtelevat paljon riippuen tuotteesta.

4 PUMPUN KOKOONPANO JA KOEAJO

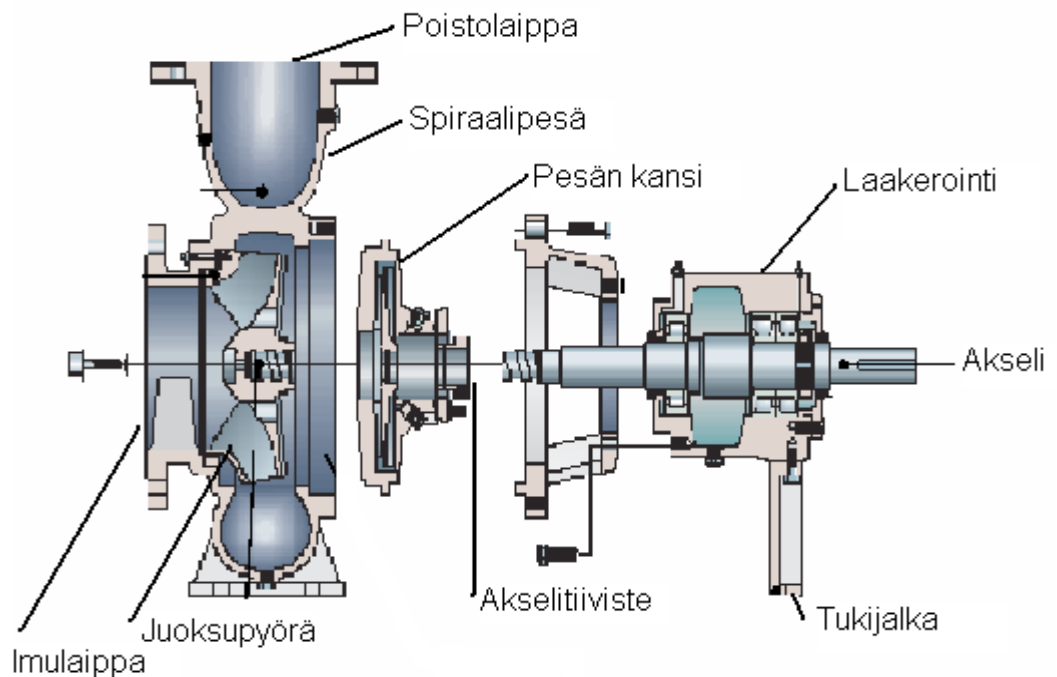
Tässä osiossa kerrotaan yleisesti pumppuun tulevista osista ja siitä mitä pumpun kokoonpano ja koeajo käsittää. Keskimäärin kahdessa vuorossa kootaan ja koeajetaan noin 20 pumppua. Nykyään kaikki tehtaassa koottavat pumput koeajetaan ja koeajopöytäkirjat toimitetaan asiakkaalle. Tulevaisuudessa, kun uusia moduuleja aletaan valmistaa, ei enää testata kaikkia pumppuja. Asiakas saa määrittää 20 pumpun sarjasta esimerkiksi 3-4 pumppua, jotka koeajetaan. Tietysti kaikki erikoisrakenteiset pumput testataan.

4.1 Pumpun perusosat

Pumpun pääosat ovat laakerointi, akselitiiviste, pesänkansi, juoksupyörä, sivulevy ja spiraalipesä. Laakerointeja on viittä eri kokoa APP1-APP5, ja asiakas voi valita laakerointiin joko rasva- tai öljyvoitelun. Vielä nykyään laakerointeihin asennetaan välikappale, johon spiraalipesä kiinnitetään. Tehtaalla on kehitetty uusi laakerointi, jossa laakerointi ja välikappale on yhdistetty. Yhteensä erikokoisia laakerointi-välikappale-yhdistelmiä on nykyään 16 kappaletta. Ne ovat: 10, 11, 20, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 44, 51, 52, 53. Uusia kokoja ovat 10 ja 20, jotka tulevat uusien laakerointien myötä. Koon 43 pumppu vaihdetaan tulevaisuudessa laakerointiin 5. Jos pumppu on kokoa 32–125, se tarkoittaa että pumpussa on kokoa 3 oleva laakerointi, ja että välikappale ja spiraalipesä ovat siihen sopivia toisen kokoluokan osia. Numero 125 ilmoittaa spiraalipesän painelaipan halkaisijan.

Akselitiiviste valitaan pumpattavan nesteeseen mukaan. Dynaaminen tiiviste on käytännöllinen paperitehtaassa toimiviin pumppuihin, joissa pumpataan esimerkiksi paperimassaa. Mekaaninen tiiviste on tarkoitettu vaikeammille aineille, jotka kuluttavat helposti tavallisia materiaaleja. Mekaanisessa tiivisteessä on erittäin tarkat hiilipinnat, jotka asennetaan yhteen ja tiiviste on valmis. Mekaanisia tiivisteitä on yksi- ja kaksipuolisia. Punostiiviste on halpa ja yksinkertainen tiiviste. Akselitiiviste asennetaan pesänkannen sisään, pesänkansi ja akselitiiviste pitävät

pumpattavan nesteen spiraalipesässä. Juoksupyörän avulla nestettä liikutetaan eteenpäin. Isoimmissa pumpuissa tilavuusvirta voi nousta jopa 2000 litraan sekunnissa. Pumpattava neste siirtyy eteenpäin spiraalipesässä, joka on muotoiltu niin että neste liikkuu siellä mahdollisimman jouheasti. Spiraalipesän sisällä on sivulevy, joka antaa juoksupyörälle tehokkuutta oikein säädettyinä. Kuvasta 4 selviää pumpun rakenne ja osien sijainti.



Kuva 4 Pumpun rakenne

4.2 Spiraalipesän koeponnistus

Kun spiraalipesä on koneistettu, se vielä koeponnistetaan ennen kokoonpanoa. Tehtaalla on oma testipaikka kyseiselle toimenpiteelle (kuva 5). Koeponnistuksessa tarkastetaan, ettei valuvaiheessa pesään ole jäänyt huokosia, joista se vuotaisi. Myös koneistuksessa saattaa tulla paikoitusvirheitä, jolloin spiraalipesän seinämät saattavat jäädä liian ohuiksi ja spiraalipesä voi haljeta. Koeponnistuspaine on puolitoistakertainen pumpun suunnittelupaineeseen verrattuna. Koeponnistuksessa spiraalipesä kiinnitetään hydraulipuristimilla koeponnistusalustalle. Imulaippa suljetaan oikean kokoisella laipalla ja kiinnitetään puristimilla. Spiraalipesän toinen

puoli suljetaan myös laipalla ja ruuvataan kiinni. Spiraalipesän pohjaan kiinnitetään letku, josta pesä paineistetaan. Ennen paineistusta spiraalipesä täytetään vedellä. Eri materiaaleille on annettu omat painerajansa, mutta yleisin paine on 24 baria. Valurautapesät ja isot haponkestävää materiaalia olevat pesät ponnistetaan paineella 15 bar. Kun pesässä on oikea paine, sitä pidetään yllä noin 10 minuuttia. Sinä aikana koeponnistaja tarkistaa pesän vuodot. Yleisimmät vuotokohdat ovat pesän tassujen kiinnityskohdissa. Kun vuotoja ei ole, spiraalipesästä lasketaan paine ja vedet pois, irrotetaan paineletku, puristimet ja laipat. Pesä on valmis kokoonpanoon.



Kuva 5 Koeponnistus tehtaalla

4.3 Kokoonpano

Kun pumpun kokoonpano aloitetaan, ensin pitää kaikkien osien olla saapuneina tehtaalle. Mäntän tehtaalla pumppuun koneistetaan spiraalipesä, juoksupyörä ja pesänkansi. Muut osat tulevat toimittajaverkostosta. Kun kaikki osat ovat löytyneet, aloitetaan kokoonpano. Ensin laakerointi kiinnitetään sylinterillä varustettuun kokoonpanotelineeseen ja laakerointiin asennetaan välikappale. Sitten alkaa akselitiivisteiden eli sovitteiden rakentaminen. Tiivistemalleja ja versioita on monia kymmeniä, mutta yleisimmät ovat mekaaninen, dynaaminen ja punostiiviste. Mekaaninen tiiviste ja punostiiviste rakennetaan pesän kannen sisään. Dynaamisessa tiivisteessä on hieman monimutkaisempi rakenne, ja siinä on lisäosina tiivistepesä ja kevennyspyörä. Kun tiiviste on rakennettu, pesän kansi

asennetaan välikappaleeseen kiinni ja tiiviste menee akselille. Tässä vaiheessa on koossa vaihtoyksikkö ilman tukijalkaa. Juoksupyörän kiinnitys tapahtuu tässä vaiheessa, kun vaihtoyksikkö on vielä kokoonpanotelineessä kiinni. Laakeroinnin akselissa ja juoksupyörässä on kierteet joiden avulla juoksupyörä kiinnitetään. Kun juoksupyörä on paikallaan, se lukitaan lukitusruuvilla.

Tässä vaiheessa spiraalipesä on nostettu hydrauliselle kääntöpöydälle valmiiksi. Spiraalipesän sisään on asennettu sivulevy ennen spiraalipesän koeponnistusta. Nyt vaihtoyksikkö ja juoksupyörä ovat valmiina nostettavaksi spiraalipesään. Nyt kokoonpanoteline, jossa vaihtoyksikkö on kiinni, käännetään toiseen asentoon vaihtoyksikön nostoa varten. Teline kääntyy hitaasti sylinterin avulla. Akseliin laakeroinnin päähän on kiinnitetty veivi, josta voi tarkistaa juoksupyörän pyörivyyden. Veivin yhteydessä on lenkki, josta vaihtoyksikkö voidaan nostaa spiraalipesään. Vaihtoyksikköä laskettaessa spiraalipesään on tarkistettava, että se menee pohjaan asti ja, että se on linjassa spiraalipesän jalkojen kanssa. Seuraavaksi kiinnitetään tukijalka laakerointiin ja vaihtoyksikkö laitetaan neljällä ruuvilla kevyesti spiraalipesään kiinni. Vaihtoyksikkö kiinnitetään spiraalipesään yleensä 12–16 ruuvilla pumppumallista riippuen. Pumppu käännetään kääntöpöytää vasten ja sitä käännetään noin 90 astetta. Sitten katsotaan, onko tukijalka spiraalipesän jalkojen suhteen suorassa, ja pumppu ruuvataan kokoon kunnolla paineilmapyssyllä. Pumppu nostetaan ilmaan painelaipan rei'istä, ja kääntöpöytä käännetään takaisin alkuasentoon. Sivulevy säädetään mahdollisimman lähelle juoksupyörää imulaipan takana olevista kolmesta säätöruuvista. Se parantaa pumpun tuottoarvoja. Kun säätö on tehty, tarkistetaan että juoksupyörä pyörii ja ettei se ota kiinni sivulevyyn. Kuvassa 6 on kääntöpöydällä oleva valmis pumppu.



Kuva 6 Koeajoon valmis pumppu

4.4 Koeajo

Kokoonpanosta pumppu tulee koeajoasemalle testattavaksi. Koeajaja nostaa pumpun oikealle kohdalle pöydälle. Hän tarkistaa spiraalipesän laippojen halkaisijat ja hakee oikean kokoiset putket makasiineista. Putkien kiinnitys tapahtuu hydraulipuristimien avulla. Makasiinien ohjaus on toteutettu Siemens S7-logiikalla. Osaluettelosta löytyvät pumpun tiedot, kuten pyörimisnopeus, teho, nostokorkeus, tilaavuusvirta ja hyötysuhde LIITE 2. Koeasemalla on kaksi erilaista moottoria, toinen pienille pumpuille ja toinen isoille pumpuille. Pumpun tehontarpeen mukaan valitaan oikea moottori ja kiinnitetään se pumpun akseliin kytkimen avulla. Kun moottori on kiinni ja pumpussa kaikki tarvittavat letkut kiinni, aloitetaan koeajo. Vesi kiertää prosessissa pumpun läpi. Koeasemalla on suuri vesiallas, jonka kautta vettä kierrätetään pumpun läpi. Pumpun pyörimisnopeus nostetaan oikeaan arvoonsa, ja koeajaja katsoo tietokoneen näytöltä pumpun tuottamia arvoja. Jos arvot täsmäävät pyydettyihin arvoihin, pumppu on valmis maalattavaksi ja koeajoon. Tietokoneelta tulostetaan koeajopöytäkirja, joka asiakkaan toivomuksesta toimitetaan muiden papereiden ohessa. Joskus saattaa käydä niin, että pumpun arvot eivät ole vaaditut. Esimerkiksi jos hyötysuhde on liian alhainen, silloin pumppu pitää avata ja juoksupyörän siipiä hieman jyrkentää hiomalla. Jos arvojen heitot ovat pieniä, jo pelkkä sivulevyn säätö voi tuoda toivotun tuloksen. /3/

4.4.1 Tuottoarvot

Pumpun eri arvoille on annettu omat toleranssinsa. Pyörimisnopeus saa vaihdella 20 % työkortissa mainitusta arvosta (LIITE 2). Eli jos työkortissa mainittu pumpun pyörimisnopeus on 1470 1/min, pumppua saa pyörittää välillä 1176...1764 1/min. Pumpun virtaus saa vaihdella $\pm 8\%$, nostokorkeus $\pm 5\%$. Pumpun hyötysuhde lasketaan kaavasta (1). Hyötysuhteen toleranssi on $\pm 3\%$. Pumpun lopullinen läpimeno tarkistetaan tietokoneen näytöltä, ja jos tilavuusvirta, nostokorkeus ja teho ovat toleranssissa, pumppu läpäisee koeajon. /5/

Hyötysuhde (η) lasketaan kaavasta

$$\eta = \frac{Q * H}{102 * P}$$

Kaava 1

jossa Q on tilavuusvirta l/s, H on pumpun nostokorkeus m, 102 on 1000/maanvetovoima 9.82 m/s² ja P on pumpun teho W.

5 PUMPPAUSPÄÄN HYDRAULIIKAN KOEAJO JA TESTAUS

Varaosien koeajo ja testaus tulee ajankohtaiseksi, kun uudet pumppauspään osat tulevat markkinoille. Asiakas tilaa tehtaalta vanhaan vaihtoyksikköönsä uuden pumppauspään hydrauliiikan, eli juoksupyörän ja spiraalipesän, joiden tuottoarvot ja hyötysuhde ovat paremmat. Periaatteessa asiakas voi uuden hydrauliiikan ansiosta ostaa kokoa pienemmät pumppauspään osat, jotka tuottavat samat arvot kuin vanhat, yhtä kokoa isommat osat. Eli jos asiakkaalla on pumppu kokoa 32–125, niin tulevaisuudessa samat arvot saavutetaan koon 32–100 pumpulla. Ja pumppukokoa pienentämällä asiakas saavuttaa huomattavat energiasäästöt tai nostaa prosessinsa tuottoarvoja.

5.1 Juoksupyörä

Nykyään pumppuihin on saatavana niin suljettu kuin avoin juoksupyörä (kuva 7). Uusissa tulevilla juoksupyörämalleissa on enää ainoastaan avoin malli. Aikaisemmin isolla suljetulla juoksupyörällä saatiin paremmat tuottoarvot. Pienemmissä juoksupyörissä eroa ei niinkään ole, koska pieni suljettu pyörä on sen verran ahdas. Uudet avoimet juoksupyörät ovat niin kehittyneitä, että ne antavat paremmat arvot kaikissa kokoluokissa. Tehonkulutus on myös suurempi suljetulla juoksupyörällä.



Kuva 7 Juoksupyörä avoin Ø420mm

5.2 Spiraalipesä

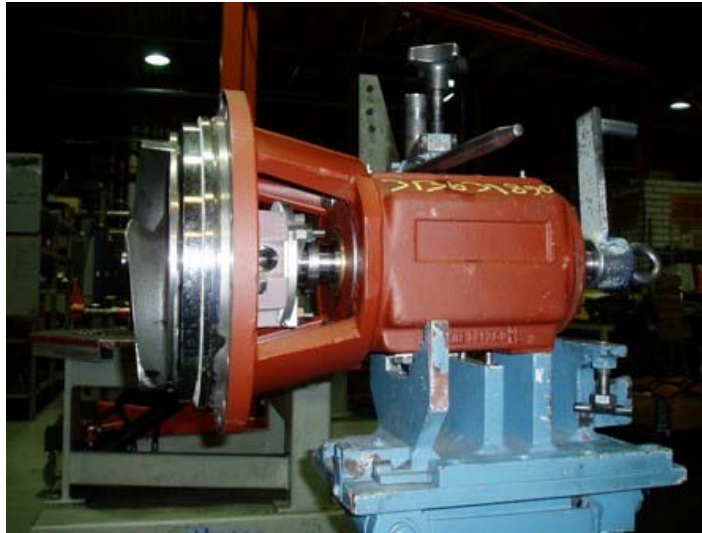
Suurin muutos uusissa spiraalipesissä (kuva 8) tulee olemaan imuaukossa. Imuaukon reiässä oleva "kieli" tulee poistumaan uusissa malleissa. Aikaisemmin imuaukon reikää ei ole voitu koneistaa pyöreäksi "kielen" takia. Nyt kun kieltä ei ole, voidaan imuaukon reikä koneistaa tarkalleen oikeaan mittaan ja pyöreäksi. Imuaukko on tarkalleen samankokoinen kuin prosessissa siihen liitettävä imuputki. Uusilla spiraalipesillä saadaan virtausvastuksia pienennettyä huomattavasti näillä uudistuksilla. Muuten spiraalipesien muodot pysyvät ennallaan.



Kuva 8 Spiraalipesä ja sivulevy

5.3 Vaihtoyksikkö

Kun uusia varaosia aletaan testata, kootaan hyllyyn valmiiksi vaihtoyksiköt jokaista kokoa yksi kappale. Vaihtoyksiköitä tulee hyllyyn yhteensä 10 kappaletta. Uudet koot 10 ja 20 eivät tarvitse vielä varaosien testausta, koska ne tulevat vasta markkinoille. Kokoa 5 olevat pumput jätetään tässä vaiheessa myös huomioimatta. Vaihtoyksikkö sisältää laakeroinnin, välikappaleen, akselitiivistein ja pesänsäntien (kuva 9).



Kuva 9 Vaihtoyksikkö, kokoa 22

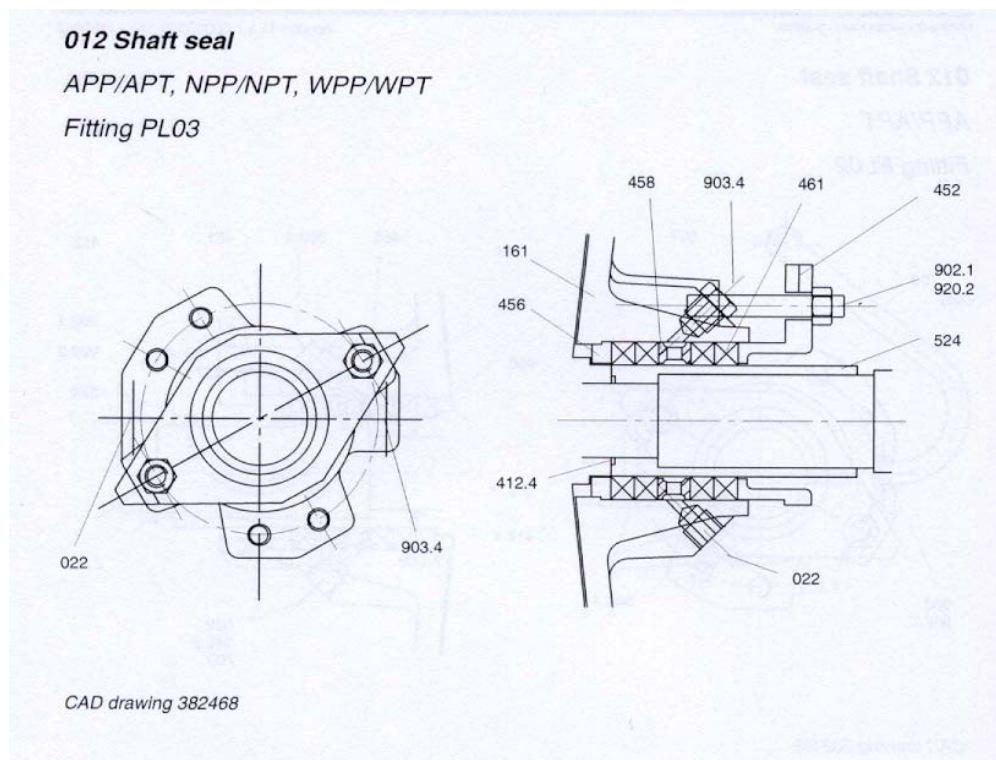
5.4 Tiivisteiden valinta vaihtoyksiköihin

Pumppuihin on saatavana paljon erilaisia tiivisteitä. Yleisimmät ovat mekaaninen, punos ja dynaaminen tiiviste. Myös näistä löytyy sitten monia erilaisia sovelluksia. Kaikkiin 10 vaihtoyksikköön valitaan sama tiiviste. Vaihtoehtoina ovat yksipuoleinen mekaaninen liukurengastiiviste MR03, punostiiviste PL03 ja dynaaminen tiiviste DS01. Valintaan vaikuttavat tiivisteiden kestoikä, hinta, tehonkulutus, soveltuvuus ja se, mitä tapahtuu jos vaihtoyksiköitä ei käytetä vähään aikaan. Vaihtoyksiköiden käyttö tulee olemaan kausiluonteista, käyttö riippuu tilauksista ja tuotannon ohjauksesta. On siis selvitettävä kuinka varaosien testaus sijoitetaan aikatauluihin, koska tavallisiakin pumppuja koeajetaan. /6/

5.4.1 Punostiiviste

Punostiiviste on yksinkertainen akselisolite. Siinä tiivistys tapahtuu pesänsäntien sisään asennettavilla neljällä neliömäisellä hiilikuitutiivisterenkaalla, jotka tulevat akselilla olevan tiivisteholkin ja pesänsäntien väliin. Tiiviste puristetaan paikalleen kaksiosaisella tiivisteholkilla. Tiivisteiden voitelu ja jäähdytys tapahtuu ulkoisella vedellä. Vesi menee pesänsäntien reiästä tiivisterenkaiden keskelle asennettuun vesirenkaaseen, jossa vesi voitelee ja jäähdyttää tiivistettä. Jos tiivisterenkaat

asennetaan liian tiukkaan, saattavat ne palaa kun pumpun akselia lähdetään pyörittämään. Koska varaosien koeajoja suoritetaan kausittain, voivat vaihtoyksiköissä olevat tiivisteet kuivua ja jämähtää kiinni hyllyssä ollessaan. Siitä syystä punostiiviste ei ole ehkä paras vaihtoehto tähän tarkoitukseen. Tehon kulutus punostiivisteellä on melko pieni. Kuvassa 10 on punostiivisteiden rakennekuva. Hinnaltaan punostiiviste on huomattavasti halvempi kuin muut. Pumpukokoon 32 tiiviste maksaa 336 euroa. /9/

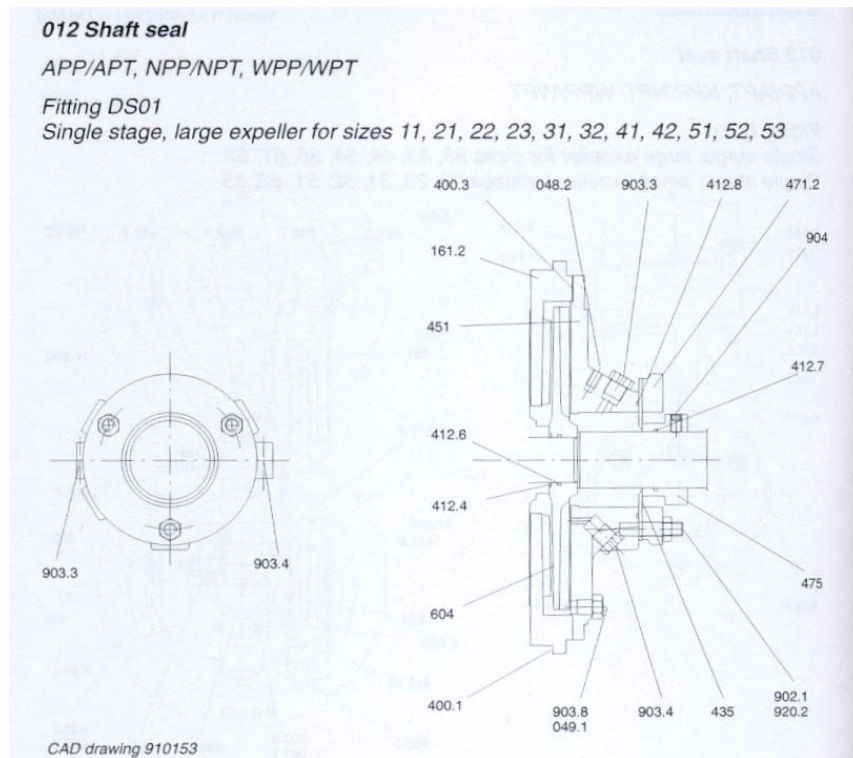


Kuva 10 Punostiivisteiden osat /12/

5.4.2 Dynaaminen tiiviste

Dynaaminen tiiviste on rakenteeltaan monimutkaisin, siinä on pesänkannen lisäksi tiivistepesä ja kevennyspyörä. Pumpattava neste pysyy pumpun sisällä seisontatiivisteiden ja vastarenkien avulla. Tiiviste ei tarvitse ulkoista jäähdytystä tai voitelua, sen suorittaa itse pumpattava neste. Kevennyspyörä liikuttaa nestettä tiivisteiden sisällä. Dynaaminen tiiviste on tarkoitettu vaikeille aineille, kuten paperimassalle. Tiiviste itsessään kuluttaa paljon tehoa, joten tehon laskeminen koeajossa pitäisi aina eritellä. Tarkkaa tehonkulutusta ei ole tiedossa tai se

vaihtelee pumppukoon mukaan. Pienemmissä pumpuissa dynaaminen tiiviste saattaa vaikuttaa myös juoksupyörän toimintaan ja tuottoarvoihin. Kun varaosien testauksessa pumpataan vettä, niin dynaaminen tiiviste on ehkä liian monimutkainen. Kuvassa 11 on dynaamisen tiivisteiden rakennekuva. Hinnaltaan dynaaminen tiiviste on melko kallis. Hintaa nostavat monet koneistettavat osat, kuten kevennyspyörä ja tiivistepesä. Osat on tehty vielä haponkestävästä raudasta, joka sekin maksaa. Pumppukokoon 32 tiiviste maksaa 523 euroa. /10/

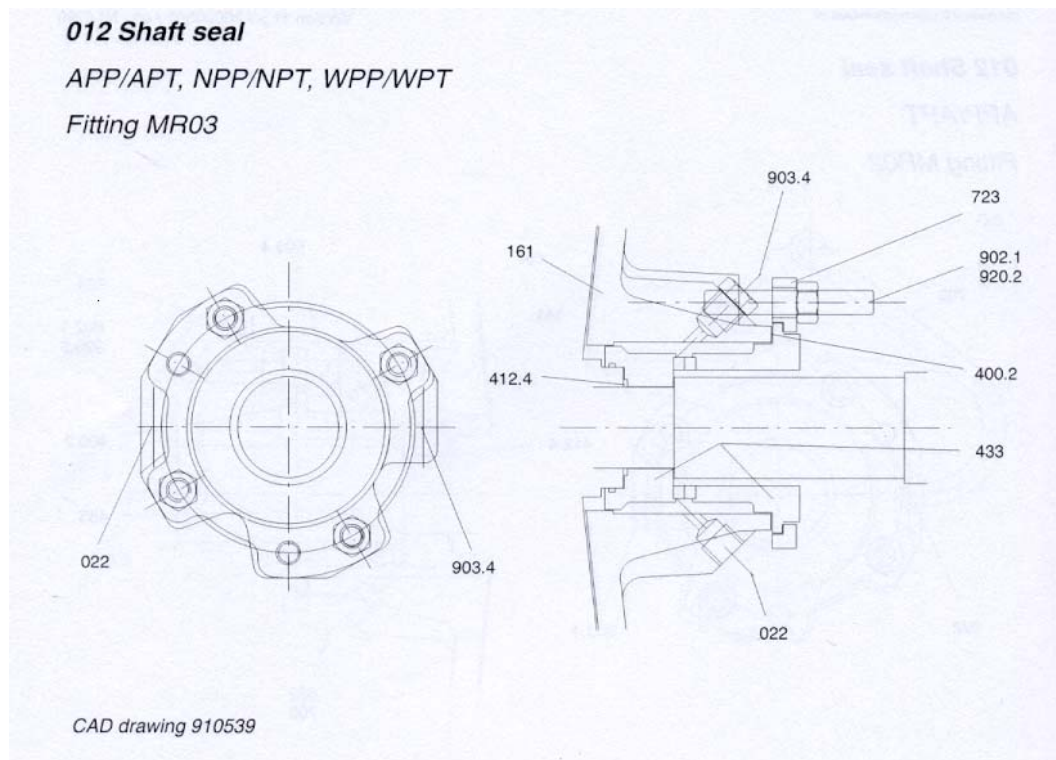


Kuva 11 Dynaamisen tiivisteiden osat /12/

5.4.3 Mekaaninen tiiviste

Mekaaninen tiiviste on helposti asennettava tiiviste. Se toimitetaan valmiina pakkettina ja se vain asennetaan pumpun akselille. Kiinnitys tapahtuu siihen kuuluvalla laipalla. Tiivisteessä on hiilipinnat, jotka ovat kiinni toisissaan. Kun pumppu on prosessissa, voitelu ja jäähdytys tapahtuu tiivisteiden sisään ulkoisesti tuodulla vedellä pesän kannen reiästä. Vesi menee hiilipintojen väliin ja vähentää kitkaa ja tekee tiivistyksen. /8/

Mekaaninen tiiviste MR03 on puhtaille ja voiteleville nesteille, esimerkiksi vedelle, öljyille ja liuottimille kehitetty tiiviste. MR03-tiiviste on suunniteltu erityisesti Sulzerin APP-pumppu sarjalle. Tyypillisesti tiiviste asennetaan pumppuihin, joita käytetään paperi- ja kartonkitehtaissa. Mekaaninen tiiviste soveltuu hyvin veden pumppaamiseen, joten se olisi hyvä tässä koeajoprosessissa. Mekaaninen tiiviste ehkä hieman jumittuu kauan seisoessaan, mutta pumpun saa kyllä helposti pyörimään, ja hiilipinnat eivät vahingoitu. Kuvassa 12 on mekaanisen tiivisteiden rakennekuva. Hinnaltaan mekaaninen tiiviste on kallis, pumppukoon 32 tiiviste maksaa 536 euroa.



Kuva 12 Mekaanisen tiivisteiden osat /12/

5.5 Työvaiheiden kiinnitykset

Uusien varaosien testauksessa on tärkeää, että se on helposti toteutettavissa ja nopeasti tapahtuva toiminto. Vaihtoyksiköiden tulee sijaita koemasin välittömässä läheisyydessä, jotta koeajaja saa oikean vaihtoyksikön hyllystä koemasinilla olevalla nosturilla. Vaihtoyksikön välikkappaleeseen porataan reikä ja kiinnitetään

lenkki. Lenkin tulee olla oikeassa kohdassa välikappaletta, jotta se voidaan nostaa siitä tasapainossa hyllystä kokoonpanopukkiin.

Kun juoksupyörä ja spiraalipesä on koneistettu, ne toimitetaan koeasemalle niille varattuun paikkaan. Kun esimerkiksi kolme samaan vaihtoyksikköön käyvää juoksupyörä-spiraalipesä paria on valmiina, voidaan suorittaa koeajo. Varaosien koeajo kannattaa suorittaa sarjoina, koska vaihtoyksikön haku hyllystä vie aina vähän aikaa.

5.5.1 Juoksupyörän kiinnitys vaihtoyksikköön

Kun varaosien koeajo aloitetaan, koeajaja nostaa hyllystä oikean kokoisen vaihtoyksikön ja nostaa sen siirrettävään kokoonpanopukkiin (kuva 13). Vaihtoyksikkö kiinnitetään pukkiin ja haetaan koeajettavat varaosat paikalle.



Kuva 13 Siirrettävä kokoonpanoteline

Juoksupyörä nostetaan laakeroinnin akselille ja pyörytetään paikalleen. Juoksupyörä kiinnitetään kuusiokoloruuvilla (kuva 14); jokaisessa laakerointikoossa on erikokoinen kierrereikä kiinnitysruuville. Juoksupyörässä on kierrereiän vieressä pienet kolot, joilla kuusiokoloruuvilla voidaan pyörä lukita akselille. Lukitus tehdään siltä varalta, että asiakas pyörittää pumppua vahingossa väärään suuntaan tehtaalla. Silloin juoksupyörä irtoaisi akselilta. Kun varaosia testataan, toimenpidettä ei tarvitse tehdä. Koeajoasemalla moottori

pyörittää pumppua aina oikein päin, ja koeajo on aika lyhyt prosessi. Lukituksen jälkeen pyörä olisi vaikea irrottaa akselilta. Välikappaleen ja spiraalipesän väliin tarvitaan tasotiiviste, joka asennetaan pesänkannen ympärille. Tasotiivisteet ovat aika kalliita, joten varaosien testauksessa voidaan käyttää myös ohuita O-renkaita.



Kuva 14 Juoksupyörä kiinnitettynä vaihtoyksikköön

5.5.2 Spiraalipesän kiinnitys vaihtoyksikköön

Kun juoksupyörä ja O-rengas on kiinnitetty vaihtoyksikköön, käännetään vaihtoyksikkö kokoonpanotelineessä pystyasentoon ja nostetaan nosturilla akselin päästä ilmaan. Spiraalipesä on nostettu kääntöpöydälle valmiiksi. Tarkistetaan, että spiraalipesässä on oikea sivulevy paikallaan. Vaihtoyksikkö lasketaan spiraalipesään. Spiraalipesä kiinnitetään vaihtoyksikköön kuusiokoloruuveilla. Kiinnitys tapahtuu vain joka toisesta reiästä. Kiinnitys on riittävä, koska se on väliaikainen. Normaalisti spiraalipesä kiinnitetään vaihtoyksikköön 12-16 ruuvilla, tässä tapauksessa kiinnitys tapahtuu 6-8 ruuvilla. Kiinnitysruuvit pysyvät kiinni vaihtoyksikössä, siihen hitsatuilla muttereilla. Kuvassa 15 on kiinnitysruuvien asemointi vaihtoyksikköön.



Kuva 15 Spiraalipesän kiinnitysruuvit

5.5.3 Tukijalat

Asiakkaalle toimitettavassa uudessa pumpussa on asianmukainen tukijalka (kuva 16), joka kiinnitetään laakerointiin kahdella kuusioruuvilla. Jokaiselle pumppukoolle on eri mittainen tukijalka. Esimerkiksi jos pumppu on kokoa 32-100 ja toinen pumppu on kokoa 32-125, niiden tukijalat ovat erimittaiset. Spiraalipesät ovat hieman erikokoisia, joten tukijalankin korkeus muuttuu.



Kuva 16 Normaali tukijalka

Varaosien testauksessa normaali tukijalka ei olisi käytännöllinen, koska vaihtoyksikkö paikoitetaan kokoonpanopenkkiin tukijalan kiinnitysreikien avulla. Sitä jouduttaisiin sitten kiinnittämään ja irrottamaan, ja aikaa kuluisi. Lyhytkestoisessa koeajossa voidaan käyttää erikokoisia säädettäviä tukijalkoja (kuva 17). Jokaiselle laakerointikoolle olisi oma tukijalkansa, josta löytyisi säätövaraa tarpeen mukaan. Tukijalka on kaksiosainen, ja sen pituutta säädetään siinä olevan kierteen avulla. Säädettävän tukijalan molempiin päihin liimataan pienet kumimatot vaimentamaan koeajossa syntyvää värinää. Tukijalka pysyy kiinni kierretapilla, joka ruuvataan normaalin tukijalan kiinnitysreikään. Kiinnitystapa on helppo ja riittävä, koska koeajossa pumppu voidaan kiinnittää spiraalipesän jaloista. Koeasemalle tehdään kirjallinen lista tukijalkojen pituuksista. Kun koeajo aloitetaan, koeajaja katsoo listasta pumppukoon tukijalan pituuden ja säätää sen valmiiksi.



Kuva 17 Säädettävä tukijalka pumpussa

Säädettäviä tukijalkoja tarvitaan neljä kappaletta, jokaista laakerointikokoa varten yksi. Tukijalat valitaan siten, että niissä riittää säätövara jokaiselle pumppukoolle. Kuvassa 18 laakerointikokoon APP1 sopiva tukijalka. /6/



Kuva 18 Säädettävä tukijalka

5.5.4 Pumpun kiinnitys koeajossa

Kun koeajaja on saanut kiinnitettyä juoksupyörän, spiraalipesän ja oikeankokoisen tukijalan, pumppukokonaisuus nostetaan koeajopaikalle. Oikeat putket valitaan makasiineista ja kohdistetaan pumppuun. Oikea moottori laitetaan kohdalleen ja asennetaan kytkimen välityksellä pumppuun kiinni. Normaalissa koeajossa pumppu kiinnitetään tukijalasta koeajopaikalla. Mutta varaosien testauksessa tukijalasta ei voi pumppua kiinnittää. Niinpä pumppu kiinnitetään spiraalipesän jalasta samalla tavalla kuin se kiinnitettäisiin tukijalasta, eli hydraulipuristimella. Pumppu pysyy samalla tavalla kiinni koeajon ajan. Myös spiraalipesän laippoihin kiinnitetyt imu- ja paineputki pitävät pumppua paikallaan. Muutoin kiinnitys tapahtuu samoin ohjein kuin tavallisen pumpun ajossa. Kuvassa 19 on pumppu kokoa 21 kiinnitettyä koeasemalla ja valmiina koeajoon.



Kuva 19 Pumpun kiinnitys koeajossa

Kun varaosat on koeajettu, irrotetaan puristimet, letkut ja paineputket pumpusta. Pumppu nostetaan koeseaman kääntöpöydälle, ja vaihtoyksikkö irrotetaan spiraalipesästä. Vaihtoyksikkö nostetaan takaisin kokoonpanopenkkiin, ja irrotetaan juoksupyörä. Jos samalle vaihtoyksikön koolle on enemmän osia, voidaan hakea uudet osat ja jatkaa koeajoa tästä helposti. Yleensä varaosapiraalipesä maalataan oikean väriseksi ennen asiakkaalle toimitusta. Kun spiraalipesä on maalattu, se toimitetaan varaosien lähetyspaikalle.

6 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan yrityksen eri toimintojen ja tehtävien jokapäiväistä ohjausta. Tuotannonohjauksesta käytetään nykyään myös käsitettä toiminnanohjaus, koska yrityksen toiminnan hallinta edellyttää tuotannon lisäksi muidenkin toimintojen, esim. myynnin, tuotesuunnittelun, jakelun ja hankintojen ohjausta. Jos puhutaan käsitteestä valmistuksen ohjaus, silloin viitataan tuotteiden valmistuksen suunnitteluun ja ohjaukseen.

6.1 Tuotannonohjauksen teoriaa

Yrityksen toiminta on monipuolinen kokonaisuus, joka koostuu monista osatoiminnoista ja tehtävistä. Ohjaus on eri toimintoihin liittyvää suunnittelua, päätöksentekoa, toteutusta ja valvontaa. Tuotannonohjauksen tavoitteena on järjestää ja ohjata toimintaa siten, että tuotannon tavoitteet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. Tuotannonohjauksen tavoitteet perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin. Tavoitteissa keskitytään kustannusten minimoimiseen, hyvään aikakilpailukykyyn, hyvään laatuun sekä joustavuuteen. /11, s. 342-349/

Tuotannon ohjauksen keskeisimmät tavoitteet ovat:

Kapasiteetin korkea kuormitusaste

Tuotantolaitteisiin, koneisiin ja tuotantotiloihin sitoutuneen pääoman kasvu on sitä parempi, mitä suurempi tuotantomäärä on. Tuotantoerät suunnitellaan siten, että saadaan koneet ja henkilökunta mahdollisimman tehokkaasti käyttöön.

Vaihto-omaisuuden minimointi

Vaihto-omaisuus on suuri osuus yrityksen pääomasta. Valmistusta ja materiaalitoimintoja pitää ohjata siten, että sitoutetaan mahdollisimman vähän pääomaa raaka-aineisiin, keskeneräisiin töihin ja lopputuotevarastoihin.

Toimituskyky

Sovituista toimitusajoista on pidettävä kiinni sekä on ylläpidettävä valmiutta toimittaa tuotteita asiakkaiden tarpeiden mukaisesti.

Lyhyt läpäisy aika

Tuotannonohjaus pitää suunnitella siten, että tuotteiden läpäisyajat ovat mahdollisimman lyhyet. Lyhyt läpäisy aika vähentää keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, parantaa toimituskykyä ja helpottaa tehtaan kapasiteetin suunnittelua.

Tuotannonohjauksen toimivuutta vaikeuttaa suuresti neljän perustavoitteen ristiriitaisuus. Hyvä toimituskyky vaatii toimiakseen vaihto-omaisuuden säilyttämisen. Myös koneiden ja laitteiden kuormitusasteen pitäminen korkealla vaatii vaihto-omaisuutta. Myös tuotteiden erikoisversiot vaikeuttavat ja häiritsevät kapasiteetin tehokasta käyttöä. Läpäisyajojen lyhentäminen on yksi hyvä tapa parantaa tuotannonohjauksen tavoitteiden toteuttamista. Läpäisyajoja lyhentämällä pystytään pienentämään toimintaan sitoutunutta pääomaa ja pitämään yllä hyvää toimituskykyä. Asiakasohjautuvassa tuotannossa läpäisyajaa lyhentämällä saadaan tuotteet nopeammin asiakkaalle. /11, s. 342-349/

6.2 Tuotannonohjaus varaosien testauksessa

Jotta varaosien koeajo ja testaus saataisiin mahdollisimman kannattavaksi, tuotannonohjaus pitäisi suunnitella järkevästi. Samalle vaihtoyksikkökoolle olisi hyvä saada peräkkäisiä koeajoja. Silloin vaihtoyksikköä ei tarvitsisi nostella turhaan hyllyn ja koeaseman välillä. Asia riippuu tietysti asiakkaan tilauksista ja aikatauluista. Asiakkaan tehtaalla olevaan vaihtoyksikköön tilaamat osat koeajetaan parina ja osille annetaan yhteinen ”missinumero”, eli osat on korvamerkattu samalle työlle. Missinumero on tehtaan oma numerointijärjestelmä, jolla seurataan osien kulkua.

Kun asiakas tilaa spiraalipesän ja juoksupyörän vaihtoyksikköonsä, vapautetaan osat tuotantoon kolme vuorokautta ennen toimitusta. Joskus pumppujen toimitus saattaa viivästyä, esimerkiksi jos alihankkija ei saa toimitettua tarvittavia komponentteja tehtaalle. Tässä kohtaa toimitusvarmuuden pitäisi olla taattu, koska osat koneistetaan tehtaalla ja valuja on aina varastossa. Kun osat on vapautettu, viedään työmääräimet koneistusryhmiin odottamaan. Spiraalipesä ja juoksupyörä ovat aina tilausohjattuja komponentteja. Spiraalipesä porataan oikeilla laippaporausilla ja porausyhteillä ja koneistetaan mittoihinsa. Juoksupyörä koneistetaan oikeaan halkaisijaan. Vapautettujen komponenttien etenemistä seurataan SAP-järjestelmästä, joka toimii tehtaalla tuotannonohjausohjelmana. Sieltä näkee, milloin spiraalipesä ja juoksupyörä ovat valmiita testattaviksi.

Koeajettavien komponenttien työmääräimiin täytyy tulla selvä merkintä siitä, että ne testataan ennen asiakkaalle toimittamista. Juoksupyörä toimitetaan suoraan koneistuksesta koeajopaikalle hyllyyn, ja spiraalipesä koeponnistetaan vielä ennen koeajoa. Koeponnistuspaikalla on aina trukkilava, johon siirretään koeajettaviksi menevät spiraalipesät. Kun spiraalipesät sitten viedään trukilla koeasemalle, etsitään sieltä jokaiselle spiraalipesälle oikea juoksupyöräpari ”missinumeron” mukaan. /4/

7 LAYOUT

Tehtaassa ei tarvitse tehdä suuria muutoksia varaosien koeajoa varten. Koeponnistuspaikalle varataan alue, johon mahtuu trukkilava koeasemalle meneviä spiraalipesiä varten. Vaihtoyksiköille valitaan tarvittavat hyllyt lähelle koeasemaa. Hyllyjen pitää sijaita koeaseman nosturin etäisyydellä. Myös koeajettaville osille tarvitaan asianmukainen varasto/odotuspaikka.

7.1 Hyllyt vaihtoyksiköille

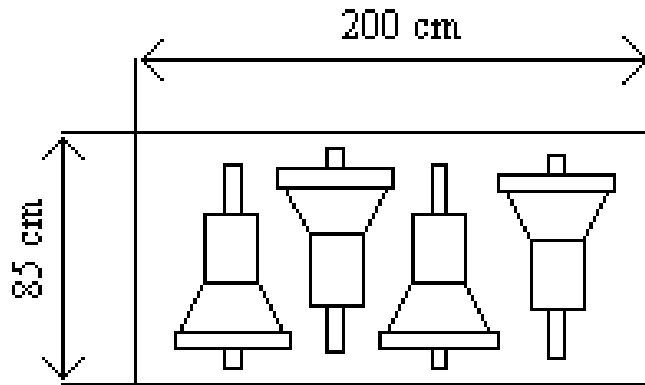
Vaihtoyksiköitä on siis yhteensä kymmenen kappaletta. Taulukosta 1 selviävät eri vaihtoyksikköjen mitat. Hyllytilaa ei siis erityisen paljon tarvita, vaihtoyksiköt menevät aika pieneen hyllyyn. Ongelma tulee ainoastaan vaihtoyksikköjen painon suhteen. Jos käytettäisiin liukuhyllyjä, rakenteiden tulisi olla erittäin vahvoja, koska isoimmat vaihtoyksiköt painavat todella paljon.

Taulukko1 Vaihtoyksikköiden mitat

Vaihtoyksikköiden mitat			
Vaihtoyksikkö koko	Vaihtoyksikkön mitat /cm	Vaihtoyksikkö koko	Vaihtoyksikkön mitat
11	28x40	32	42x55
21	28x51	33	49x55
22	33x51	41	45x70
23	41x51	42	44x70
31	38x55	44	49x70
Mitoissa ensimmäinen arvo on vaihtoyksikkön halkaisija ja toinen on pituus			

Hyvä vaihtoehto on, että vaihtoyksiköt sijoitetaan kahteen tasoon. Isoimmat vaihtoyksiköt 33, 41, 42 ja 44 sijoitetaan lattiatasolle ja loput yläpuolelle laidoilla varustetulle tasolle. Alataso olisi pyörillä varustettu taso, jonka pystyy vetämään ylätasoa alta pois. Rakenteiden ei tarvitsisi olla niin vahvoja, koska vaihtoyksiköt

eivät rasittaisi hyllyjä. Ylätasoa varustetaan laidoilla, etteivät vaihtoyksiköt putoa sieltä. Siitä ne olisi helppo nostaa koemasalle, eikä liukuhyllystä tarvita. Syvyys suunnassa hyllyt vievät tilaa noin 85 cm. Hyllyn pituus olisi noin kaksi metriä, koska vaihtoyksiköitä voi sijoittaa limittäin hyllyyn, kuten kuvassa 19 on esitetty.



Kuva 20 Isojen vaihtoyksiköiden sijoitus hyllyyn

Tehtaan layout tulee muuttumaan uuden pumppusarjan mukana. Muutoksista ei ole vielä päätetty. Mutta käytännöllinen hyllyn paikka olisi koemasman vieressä nosturietäisyydellä (LIITE 3). Liitteessä 3 on kuvattu tehtaan layout koemasman läheisyydestä.

7.2 Koeajettavien osien varasto

Kun koeajettavat spiraalipesät ja juoksupyörät ovat valmiita testattaviksi, ne toimitetaan koemasalle. Varastopaikka voisi olla koemasman vieressä olevissa hyllyissä. Nykyisin hyllyssä säilytetään moottoreita yms. Jos layout muuttuu, siihen voisi tehdä tilaa koeajettaville varaosille (LIITE 3). Tilan tarve riippuu tietysti siitä, kuinka paljon koeajettavia varaosia sitten tilataan. Jos tulevaisuudessa ei kaikkia pumppuja enää koeajeta, niin siinä vaiheessa osat ehditään testata välittömästi, kun ne ovat tulleet koeajopaikalle. /7/

8 YHTEENVETO

Jos uusien pumppauspään osien testaaminen aloitetaan tehtaassa, ei sen puolesta tarvitse tehtaassa isoja muutoksia tehdä. Suurin tehtävä on vaihtoyksiköiden kokoaminen ja varastoiminen. Tuotannon ohjausta tietysti voisi parantaa, mutta siinä on monia ongelmia. Tuotannon layoutiin ei suuria muutoksia tarvitse tehdä. Tietysti tämä varaosien koeajo on osa suurempaa projektia, jossa tuodaan markkinoille kokonaan uusi pumppusarja.

Pumppauspään hydrauliiikan koeajon ja testauksen tuomat muutokset tehtaalle ja normaaleihin toimintatapoihin:

-Vaihtoyksiköt

- Vaihtoyksiköiden kokoaminen

- Tiivisteen valinta; paras vaihtoehto tiivisteeksi olisi joko mekaaninen tiiviste tai punostiiviste. Hinnaltaan punostiiviste on 200 euroa halvempi kuin mekaaninen tiiviste. Mekaaninen tiiviste olisi kuitenkin pitkäikäisempi ja kestäisi varastointia paremmin.

- Vaihtoyksiköihin nostolenkit välikappaleeseen. Saadaan helposti nostettua vaihtoyksikkö varastosta tasapainossa kokoonpanopenkkiin.

- Juoksupyörä kiinnitetään siirrettävässä kokoonpanopenkissä ruuvilla. Normaalisti ruuvi lukitaan, mutta tässä tapauksessa se ei ole tarpeellista, koska kiinnitys on väliaikainen.

- Spiraalipesä kiinnitetään vaihtoyksikköön kuusiokoloruuveilla, jotka ovat valmiina vaihtoyksikössä. Kiinnitys vain joka toisesta reiästä.

- Normaalin tukijalan sijaan käytetään säädettäviä tukijalkoja, jokaiselle laakerointi koolle omansa, eli neljä kappaletta.

- Koeasemalle lista tukijalkojen pituuksista

- Koeajossa pumppu kiinnitetään spiraalipesän tassuista, normaalin tukijalkakiinnityksen sijasta.

-Tuotannonohjaus

- Spiraalipesä- juoksupyöräparille yhteinen "missinumero", osat siis testataan aina pareina.

- Työkortteihin selvä merkintä tulevasta koeajosta, sekä juoksupyörille että spiraalipesille. Osien toimitus juoksupyöräryhmästä ja koeponnistuspaikalta koeasemalle selkiytyy.
- Saman kokoiselle vaihtoyksikölle tulevia osia peräkkäin tuotantoon, jos tilaukset sallivat sen myöden.
- Tehtaan layout
 - Hyllyt vaihtoyksiköille, tarvittavat elementit hyllyihin.
 - Hyllyjen paikka LIITE 3.
 - Koeajettavien osien varasto lähelle koeasemaa. Varastoalueen koko riippuu tulevista tilauksista LIITE 3.

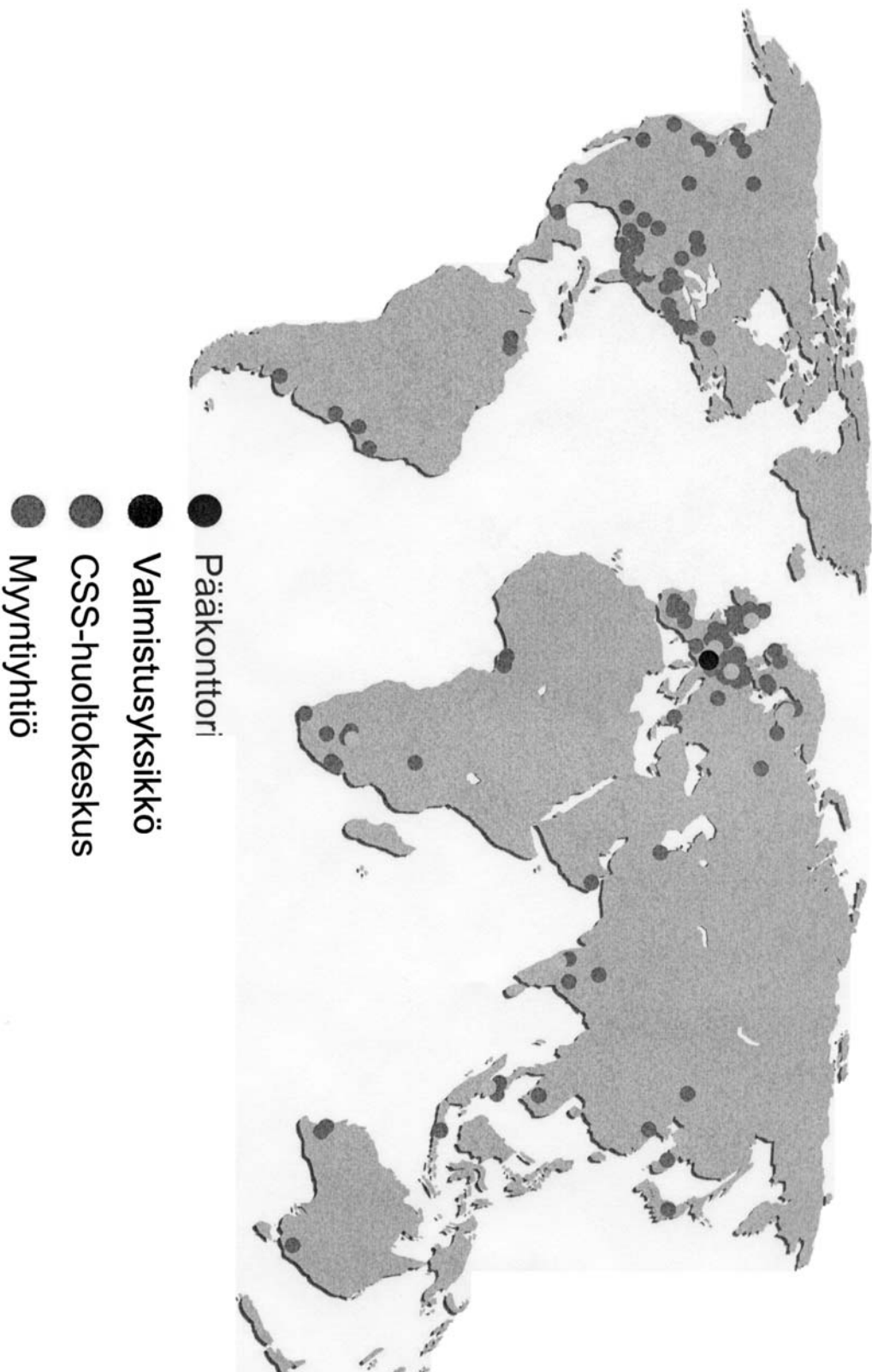
Lähdeluettelo

1. Jarva, Terhi, Yhtenäisin toimintamallin kehittäminen pumpputehtaan ja toimittajayrityksen välille. Diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Materiaalitekniikan osasto. Tampere 2000. 78s. + 6 liites.
2. Ahola, Arttu, Teräsvalukappaleen koneistaminen ideaalitehtaassa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Konetekniikan osasto. Tampere 2002. 185s + 3 liites.
3. Laukka, Jorma, koeajaja. Haastattelu 17.2.2005. Sulzer Pumps Finland.
4. Joensalmi, Ari, työnjohtaja. Haastattelu 17.2.2005. Sulzer Pumps Finland.
5. Teiskonen, Tuomo, asentaja. Haastattelu 18.2.2005. Sulzer Pumps Finland.
6. Jokijärvi, Timo, asentaja. Haastattelu 18.2.2005. Sulzer Pumps Finland.
7. Lepistö, Risto, menetelmäsuunnittelija. Haastattelu 18.2.2005. Sulzer Pumps Finland.
8. John Crane. [www-sivu]. [viitattu 20.1.2005] Saatavissa:
http://www.johncrane.co.uk/Prod_ProdPage_Layout.asp?r=no&l=fi&objectItemID=88&element=Prod_ProdPage_Seals_1
9. Finn Seal Oy. [www-sivu]. [viitattu 21.1.2005] Saatavissa:
<http://www.finnseal.fi/content.php?&id=230&mid=2>
10. Sulzer Pumps. [www-sivu]. [viitattu 18.2.2005] Saatavissa:
http://www.sulzerpumps.com/map/SulzerDocuments/DocumentsImages/Document s/Pumps/Products/SingleStage/DynamicSeal_E00530.pdf
11. Uusi-Rauva, Erkki, Haverila, Matti, Kouri, Ilkka, Miettinen, Asko, Teollisuustalous. Infacts Johtamistekniikka. Tammer-paino, Tampere 2003. 438 s.
12. Sulzer Pumps Finland Oy. Sectional drawings. Finland 2001. 176 s.

LIITE 1

Sulzer Pumps Maailmanlaajuinen toiminta

SULZER



LIITE 2

SULZER

Nimikenumero 011-APP-0120	Revisio	TYÖKORTTI	
Kuvaus PUMPPU KOKOONPANO APP	Määrä 1 KPL	Myyntitilaus 37250 / 40	
Toimitustiedot Päätilaus 1290088	Suunn. tehdas 0120	Tilausnumero 1290087	Järjestys 912
Tuotetilaus			

Konfiguraatio			
Versio	11		
Luokitus	B		
Yksiköt	SI		
Toimittaja	Mantta		
Maalausmenetelmä	Epoksi		
Värisävy	NCS 1700		
Tuottokäyrä	K15038		
Pumpun pyörimisnopeus	1740 rpm		
Tilavuusvirta Q vesi	30,0 l/sek		
Nostokorkeus H vesi	26,8 m		
Hyötysuhde vesi	72 %		
Pumpun tehontarve P vesi	12,1 kW		
MM_BARE	PU+APP+22-80+41		
MM_DYNA	DS+22+DS01+41		
Valmistaja	Mantta		
Pumppukoko	22-80		
Laippaporaus	JIS B2238 10K		
Juoksupyörän nro	283874, O 22-80 22-8S 22-3		
Juoksupyörän muoto	Avoin		
Juoksupyörän halkaisija	260 mm		
Juoksupyörän max.halkaisija	266 mm		
Juoksupyörän tasapainoreiät	On		
Pesän materiaali	A890 3A		
Tasotiiv. materiaali	Klinger SIL-4430		
O-rengas materiaali	EPDM		
Akselitiiviste sovitus	DS01 Dynaaminen tiiv.SS		
Dynaamisen tiivisten tyyppi	Yksivaih. Suuri Kevennuspyörä		
Dynaamisen tiiv.materiaali	A890 3A		
Vuotokaukalo 749	On		
Pumpun tyhjennysyhde 040	On		
Tiiv.tilan tyhjennysyhde 049	Ei		
Paineputken yhde 027	On		
Paineen mittausyhdeet 036	Ei		
Lämpötilan mittausyhdeet 048	Ei		
Laakeroinnin voitelu	Öljyvoitelu		
Laakeroinnin malli	04, 52 / 33 / NSs / Met		
Laakerin mittaussnipa 699	On		
Merkintä	CE merkintä		
Valhe 0010		Allekirjoitus	
Työpiste		Valmis	Vahvistus
PP01100	Koeponnistus	10.01.2005	0000657173
Dokumentit			
K15038EN	Tuottokäyrä		
Komponentit vaiheelle 0010			

