

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Koneosasto

Tutkintotyö

Martta Hämylä

KOKOONPANOALUEEN LAYOUTIN ESISUUNNITTELU

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

Tampere 2006

Yliopettaja Marko Mäkilouko
Sulzer Pumps Finland Oy, valvojana tuotantopäällikkö Martti
Mäki

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Koneosasto, konetekniikan koulutusohjelma

Kone- ja laiteautomaation suuntautumisvaihtoehto

Hämälä, Martta

Kokoonpanoalueen layoutin esisuunnittelu

Tutkintotyö

41 sivua + 7 liitesivua

Työn ohjaaja

Marko Mäkilouko

Työn teettäjä

Sulzer Pumps Finland Oy, tuotantopäällikkö Martti Mäki

Helmikuu 2006

Hakusanat

Kokoonpano, layout, tuotannonohjaus

TIIVISTELMÄ

Tämä tutkintotyö on tehty Sulzer Pumps Finland Oy:n Mäntän tehtaalle. Sulzer Pumpsille on tullut valmistukseen uusi pumppumalli vuoden 2005 syksystä lähtien. Vuonna 2006 pyritään siirtymään kokonaan uuden A-mallin valmistukseen, minkä johdosta kokoonpanoalueen layoutmuutokset tulivat ajankohtaisiksi. Työn tavoitteena oli laatia Mäntän pumpputehtaalle suunnitelma sen kokoonpanoalueen järjestämisestä uuden pumppuversion kokoonpanoa tarkastellen.

Työssä ideoitiin uusia ratkaisuja kokoonpanoalueelle, pohjautuen tehokkuuteen ja joustavuuteen. Myös materiaalivirtojen kulku otettiin huomioon. Työssä pohdittiin kokoonpanon mahdollisuuksia kolmen layoutin avulla. Kussakin layoutissa tuotiin esille hieman erilaisia mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja. Kaikissa oli kuitenkin tavoitteena samat asiat, kuten työn helpottaminen, tavaroiden mahdollisen vähäinen liikuttaminen ja jononpitokyvyn parantaminen.

Teorian ja vaatimusten mukaan arvioiden paras layout-vaihtoehto Sulzer Pumpsin tarpeisiin oli kolmas layout. Kolmannella layout-vaihtoehdolla pystyttiin parhaiten ja toimivimmin toteuttamaan Mäntän pumpputehtaan kokoonpano uuden pumppumallin valmistuksessa kuten myös pitämään kiinni aiemmin määrätystä valmistusjärjestyksestä.

TAMPERE POLYTECHNIC

Machine department, mechanical and production engineering

Machine automation

Hämälä, Martta

Preliminary planning for layout of an assembly site

Final thesis

41 pages + 7 appendices

Supervisor

Marko Mäkilouko

Commissioned by

Sulzer Pumps Finland Oy, production manager Martti Mäki

February 2006

Key words

Assemblage, layout, production control

ABSTRACT

This thesis is made for Sulzer Pumps Finland Oy. The goal was to construct a better solution for the pumping area of Sulzer. Sulzer Pumps has developed a new and more efficient pump model, which made it current to find new solutions for the layout of assembly.

The thesis consists of a few new options for assembling area, based on an efficiency and flexibility. Also the material flow has been paid attention to. New options were thought through by three different kinds of alternatives. Diverse chances and options were considered in each alternative, although all of these three layouts were designed based on the same facts. The main aim was to make the manufacturing order certain. A very important thing was also the need to locate the parts as close to the assembling post as possible to make the work easier and faster than what it is at the moment.

Based on the theory and requirements the best layout alternative for Sulzer's need is the third layout. In that one the solutions were shown and executed in the best and the most realistic way.

ALKUSANAT

Tutkintotyöni on tehty Sulzer Pumps Finland Oy:lle Mänttään keväällä 2006. Työn aihe on ajankohtainen Sulzerilla tapahtuvien muutosten myötä.

Työ on ollut mielenkiintoinen ja haastava. Lausunkin parhaat kiitokseni työn valvojalle Martti Mäelle mahdollisuudesta kyseiseen tutkintotyöhön kuten myös hänen osallistumisestaan ja hyvistä ohjeista työnteon aikana. Lisäksi haluan kiittää Sulzer Pumpsin muuta henkilökuntaa, erityisesti Risto Lepistöä, joka on auttanut työn valmistumisessa.

Tampereen ammattikorkeakoulusta haluan puolestani kiittää työni ohjaavaa opettajaa Marko Mäkiloukoa saamistani ohjeista ja kannustuksesta työn valmistumisvaiheessa.

Tampereella 28.2.2006

Martta Hämylä

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO..... 5

1. JOHDANTO 7

2. SULZER PUMPS 9

2.1 YLEISTÄ..... 9

2.2 SULZER PUMPS FINLAND OY 9

2.3 MÄNTÄN PUMPPUTEHDAS 10

2.3.1 Historia..... 10

2.3.2 Yleistä 10

2.3.3 Mäntän pumpputehtaan toimintaperiaate 11

2.3.4 Tuotannon ohjaus ja alihankkijat 11

3. PUMPUN LAYOUT JA KOKOONPANO 14

3.1 TUOTANTO..... 14

3.1.1 Läpäisy aika..... 14

3.1.2 JOT- tuotanto..... 15

3.1.3 Erä tuotanto..... 16

3.2 VALMISTUSVIRTA 17

3.2.1 Funktionaalinen toimintatapa 17

3.2.2 Valmistuslinja 17

3.2.3 Solut 18

3.2.4 Välivarastot 19

3.3 MATERIAALIHALLINTA 19

3.3.1 Massaräätälöinti..... 20

3.3.2 Tuotannon ohjaus 21

3.4 KOKOONPANO	21
3.4.1 Kokoonpanon tehtävät.....	21
3.4.2 Kokoonpanon kehittäminen	23
3.5 LAYOUT.....	23
3.5.1 Yleistä	23
3.5.2 Laskut	24
4. LAYOUT-VAIHTOEHDOT	27
4.1 ENSIMMÄINEN LAYOUT- VAIHTOEHTO.....	29
4.2 TOINEN LAYOUT	32
4.3 KOLMAS LAYOUT.....	34
5. TULOSTEN TARKASTELU JA VALINTA	36
6. YHTEENVETO	38
LÄHDELUETTELO	40
LIITTEET	41

1. JOHDANTO

Sulzer Pumps on yksi maailman johtavista prosessipumppujen valmistajista. Työni keskittyy Sulzer Pumps Finland Oy:n Mäntän tehtaaseen ja sen kokoonpanolinjan layoutiin. Sulzerille on tullut viime syksyn tuotantoon uusi pumppumalli, jonka johdosta kokoonpanoalueen layoutmuutokset ovat tulleet ajankohtaisiksi.

Työn tavoitteena on laatia Mäntän pumpputehtaalle suunnitelma sen kokoonpanoalueen järjestämisestä uuden pumppuversion kokoonpanoa tarkastellen. Suunnitelmassa tulee huomioida osavalmistusrhymistä tulevien spiraalipesän, pesänkannen ja juoksupyörän ohjaus kokoonpanoon, kuten myös laakerointitehtaalta tulevan laakeroinnin ohjaus. Työssä keskitytään kokoonpanoalueen työn tekniseen järjestelyyn ja materiaalien sekä varastopaikkojen suunnitteluun. Kokoonpano tulee tehdä sille varatulla alueella, mutta työssä ei tarvitse noudattaa nykyisiä ratkaisuja.

Tavoitteena on kehittää kokoonpanoaluetta toimivammaksi ja käytännöllisemmäksi. Myös kokoonpanon läpäisyajan lyheneminen ja työnteon nopeuttaminen on eräs työn tavoitteista, tuotannonohjausta unohtamatta. Pumpputehtaalle tekeillä olevan diplomityön yhtenä tavoitteena on tuotantojärjestyksen päättäminen ja sitominen ennalta sovittuun ratkaisuun muutamia päiviä ennen valmistusta. Edellytyksenä näin ollen on toimittajien ja omien osavalmistuksen materiaalionojen saattaminen keskenään samaan järjestykseen ja aikatauluun. Tämän työn layoutratkaisulla tavoitellaan osaltaan myös jononpitokyvyn parantamista nykyisestä. Layouteilla pyritään edesauttamaan pakotettua valmistusjärjestystä.

Työssä ideoidaan uusia ratkaisuja kokoonpanoalueelle, pohjautuen tehokkuuteen ja joustavuuteen. Myös materiaalivirtojen kulku on otettu huomioon. Työssä pohditaan mahdollisuuksia kolmen layoutin avulla. Näillä ratkaisuilla pyritään helpottamaan ja nopeuttamaan kokoonpanon työskentelyä. Työn perimmäisenä tarkoituksena on kuitenkin löytää paras layout-vaihtoehto Sulzerin tarpeisiin ja samalla antaa mahdollisimman hyvät perustelut valintaan, jonka pohjalta suunnitelma voidaan tulevaisuudessa toteuttaa.

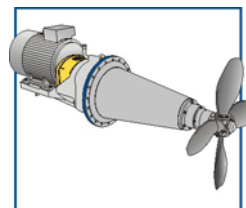
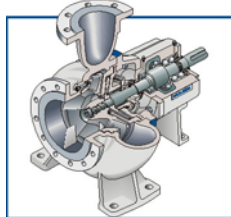
2. SULZER PUMPS

2.1 Yleistä

Sulzer Pumps on suurin Sulzerin viidestä divisioonasta. Sulzer pumps on maailmanlaajuinen konserni, jonka suurimmat liiketoimintasegmentit ovat öljyn ja kaasun tuotanto, öljyn jalostus sekä sellu- ja paperiteollisuus. Sulzer Pumps on maailman johtava keskipakopumppujen kehittäjä, valmistaja ja toimittaja. Vuonna 2004 yrityksen palveluksessa työskenteli noin 5000 henkilöä, ja sen liikevaihto oli noin 690 miljoonaa euroa. Sulzerilla on toimipisteitä ympäri maailmaa yli 150 maassa. Toimipisteisiin kuuluvat tuotanto- ja kokoonpanoyksiköt, myynti-, edustus ja huoltokeskusverkot (LIITE 1). Yrityksen pääkonttori sijaitsee Sveitsissä.

2.2 Sulzer Pumps Finland Oy

Sulzer Pumps Finland Oy toimittaa pumppuja ja sekoittimia sekä niiden huolto- ja huoltopalveluita pääasiassa sellu- ja paperiteollisuuteen, mutta myös elintarvike-, metalli- ja lannoiteteollisuuteen. Kuvissa 1 ja 2 esitetään Sulzer Pumps Finland Oy:n toimittaman pumpun ja massasekoittimen kuvat.



Kuva 1 Leikkauskuva APP-pumpusta/10/

Kuva 2 SL- massasekoitin/10/

Sulzer Pumps Finland Oy:n tuotantoyksiköt sijaitsevat Karhulassa ja Mäntässä. Karhulassa valmistetaan pumppuja asiakaskohtaisesti nykyaikaisilla tuotantomenetelmillä.

Karhulan pumpputehdas valmistaa pumppuja ja sekoittimia monille eri teollisuuden aloille. Karhulassa sijaitsee myös valimo, joka toimittaa valuja pääasiassa omille tehtaille Suomeen, mutta myös Saksan, Englannin ja USA:n tehtaille. Karhulan valimo on yksi suurimmista pumppu- ja sekoitinvaluihin keskittyneistä valimoista. Sulzer Pumps Finland Oy työllistää noin 700 henkilöä./10,11/

2.3 Mäntän pumpputehdas

2.3.1 Historia

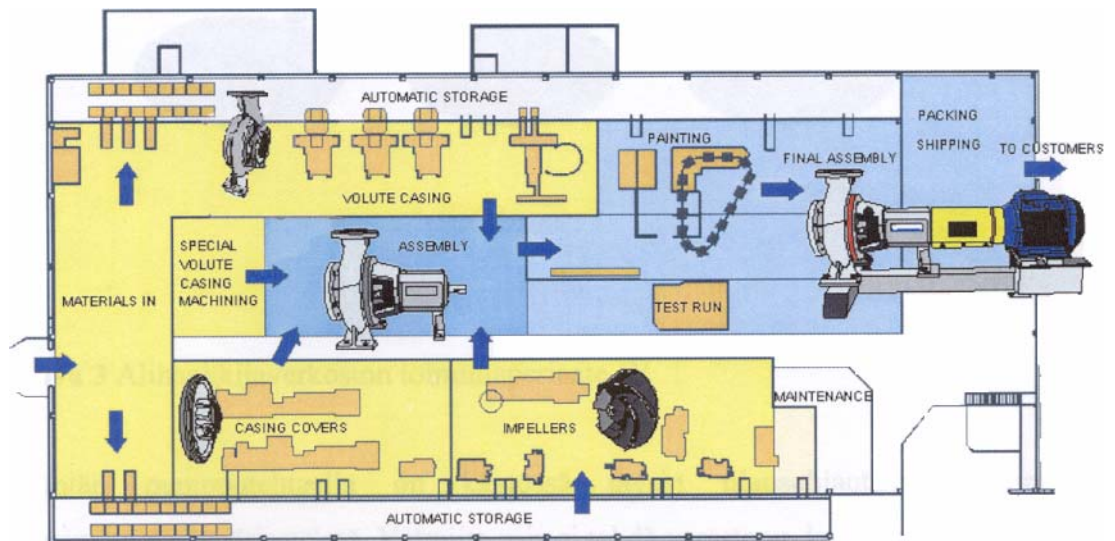
Mäntän tehtaan historia alkaa 1920-luvulta, jolloin se kehittyi omia tuotteita valmistavaksi tehtaaksi. Vuonna 1984 A.Ahlström Osakeyhtiö osti G.A Serlachius Oy:ltä Mäntän pumpputehtaan. Muutaman vuoden kuluttua uusi pumpputehdas valmistui Isoniemen teollisuusalueelle, missä tehdas toimii edelleen. Vuonna 2000 Sulzer AG osti Ahlström Pumppujen liiketoiminnot. Yrityskaupan yhteydessä Karhulan pumpputehdas, valimo ja huoltokeskus, kuten myös Mäntän pumpputehdas ja Salon sekoitintehdas siirtyivät Sulzer Pumps Finland Oy:n omistukseen./2,11/

2.3.2 Yleistä

Sulzer Pumps Oy:n tehdas Mäntässä valmistaa AHLSTAR™ pumppusarjan pieniä ja keskisuuria prosessipumppuja. Pumppuja toimitetaan pääasiassa sellu- ja paperi- sekä elintarvike-, metalli- ja lannoiteteollisuuteen. Pumppujen lisäksi Mäntän pumpputehtaalla valmistetaan osia Sulzerin Easlyn tehtaalle USA:han. Tämän lisäksi varaosien valmistus on merkitsevässä osassa. Mäntän pumpputehtaalla, modernissa valmistusyksikössä, koneistetaan osia, kootaan ja testataan keskipakopumppuja. Sulzerin suurimmat myyntialueet ovat Eurooppa ja Pohjois-Amerikka. Kaukoita on puolestaan voimakkaasti kasvava markkina-alue./2,11/

2.3.3 Mäntän pumpputehtaan toimintaperiaate

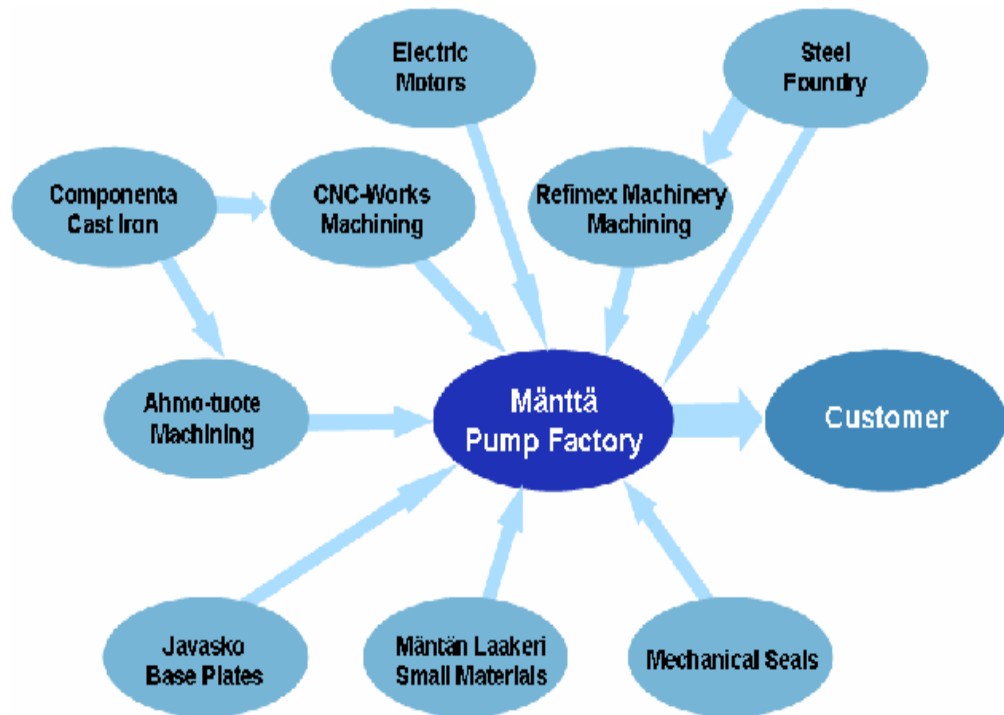
Mäntän tehtaalla alihankkijoilta tilatut tuotteet toimitetaan aluksi tavaran vastaanottoon, josta ne varastoidaan. Osalle tuotteista suoritetaan kuitenkin vastaanottotarkastus ennen toimitusta käyttöpaikalle. Tehtaan sivuseinillä on isot automaattivarastot. Spiraalipesä sekä pesänkannen ja juoksupyörän valuaihiot sijoitetaan kyseisiin varastoihin, josta ne on helppo ottaa koneistettavaksi. Koonpanoon osat ovat valmiita koneistuksen jälkeen. Kuvassa 3 on Mäntän tehtaan tämänhetkinen pohjapiirustus, josta selviää mistä osat saapuvat koonpanoon ja mihin valmis pumppu etenee koonpanon jälkeen. Koonpanosta seuraavat vaiheet ovat koeajo, maalaus, loppukokoonpano ja pakkaus. /2,11/



kuva 3 Mäntän tehtaan pohjapiirustus/11/

2.3.4 Tuotannon ohjaus ja alihankkijat

Spiraalipesä ja juoksupyörä tulevat Mäntän omalta tehtaalta. Myös ajatus laakerointiyksikön valmistuksen siirrosta päätehtaan tiloihin on tulevaisuudessa ajankohtainen akseleiden koneistuksen investointiselvityksen yhteydessä. Muut tarvittavat osat, kuten pesänkansi, kevennyspyörä ja tiivisteet tulevat eri alihankkijoilta. Kuvassa 4 on Mäntän tehtaan alihankkijaverkoston toimintaperiaate.



kuva 4 Sulzerin alihankintaverkosto/11/

Mäntän pumpputehdas käyttää täysin tilausohjautuvasti toimivaa tuotannonohjausjärjestelmää. Tilausohjautuvassa tuotannossa tuotteet valmistetaan aina asiakastilausten perusteella, jo olemassa olevista komponenteista. Valmiita osia ei varastoida, koska tuotevalikoima on suuri eikä varastotilaa ole riittävästi. Tilausohjautuvuuteen liittyen liiketoiminnan ja tuotannon päämääränä on massaräätälöinti. Massaräätälöinti tarkoittaa kykyä ja asiantuntevuutta muokata tuotteita ja palveluita kustannustehokkaasti asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Myös nopea reagointi asiakkaiden vaatimuksiin on olennaista. Edellisten periaatteiden johdosta toiminnallinen joustavuus paranee myös Mäntän tehtaalla. Valmistettavaan pumppuihin tulevien perusosien, kuten ruuvien ja muttereiden tapauksessa käytetään JOT- periaatetta (Juuri Oikeaan Tarpeeseen). Osia ei toimiteta varastoon, vaan ne toimitetaan niitä tarvitseviin työpisteisiin. /1,2/

Osa tavarantoimittajista, kuten Mäntän Laakeri, toimittaa valmistamansa osat suoraan oikeaan paikkaan. Mäntän tehtaalla käytetään kaksilaatikko-periaatetta perustuotteiden kohdalla. Ensimmäisen laatikon tyhjetessä työntekijä tilaa kanban-viivakoodin avulla lisää osia ja ottaa käyttöön täyden laatikon. Osien tilaus menee suoraan niiden toimittajalle, joka toimittaa jälleen uuden erän tehtaalle. JOT- erien suuruudet riippuvat paljon tuotteesta. /1,2/

3. PUMPUN LAYOUT JA KOKOONPANO

3.1 *Tuotanto*

Tuotanto on yksi yrityksen päätoiminnoista. Tuotannon kehitystavoitteina ovat palvelukykyä kasvattava nopeus ja joustavuus. Tuotannon tavoitteet määräytyvät palvelukyvyn ja kustannustehokkuuden pohjalta. Palvelutaso edellyttää toimituskykyä ja lyhyttä sekä varmaa toimitusaikaa. Tämän lisäksi tulisi pystyä vastaamaan asiakkaiden yksilöllisiin vaatimuksiin ja säilyttää laatutaso. Toimitusajan toteutumisvarmuus on nopeuttakin tärkeämpi vaatimus tuotannon palvelukyvyssä. Tuotannon palvelukyvyn yksi tärkeimmistä tavoitteista on joustavuus. Joustavuudella ymmärretään

- sopeutumista asiakasversioihin
- valmistusta asiakastilausten perusteella
- pienien erien taloudellista valmistuskykyä./4/

3.1.1 Lämpäisy aika

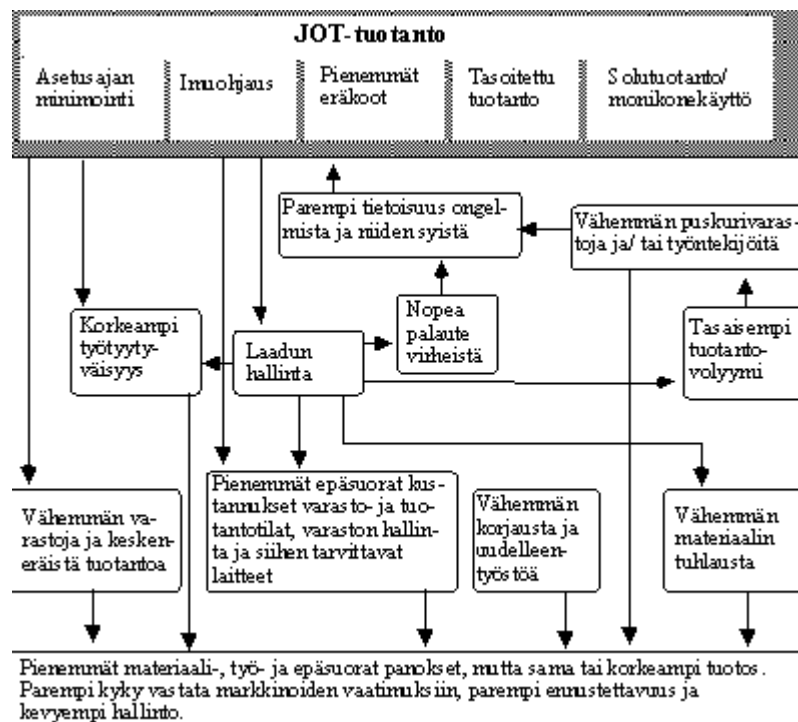
Lämpäisy aika on tuotantojärjestelmän tehokkuuden käsite. Lämpäisy aika kattaa ajan toimintakokonaisuuden alkamisesta sen valmiiksi tulemiseen. Lämpäisy aika määritellään usein erilaisille kokonaisuuksille, kuten koko tilaukselle tai kokoonpanolle. Lämpäisyajan määrittävät materiaalihankintojen vaatima aika ja valmistuksen lämpäisy aika. Valmistuksen lämpäisy aikkaa ohjaa vaiheen alkamiseen liittyvät odotukset. Lyhyt lämpäisy aika on mittari hyvin toimivasta, joustavasta ja tehokkaasta tuotantojärjestelmästä. Lyhyt lämpäisy aika antaa mahdollisuuden lyhyisiin toimitusaikoihin. /4/

Asiakasohjautuva tuotanto eli valmistus asiakastilauksen perusteella edellyttää, että valmistuksen lämpäisy aika on huomattavasti toimitusaikaa pienempi. Toimitusajan ja lämpäisyajan ollessa yhtä suuret kuormitus tehtaalla vaihtelee myynnin tahdissa. Asiakasohjautuvassa valmistuksessa tuotevarastoja ei tarvita, ja puoli-valmisteverastotkin voivat olla pieniä.

Valmistuksen läpäisy aika tuotannossa riippuu ensisijaisesti vaiheketjujen pituudesta ja eräkoosta. Kokoonpanon läpäisy aikaan pystytään vaikuttamaan jakamalla kokoonpanotyö osakokoonpanojen avulla ja kehittämällä osavalmistus ja osien ohjaus sujuvaksi ja häiriöttömäksi. /4/

3.1.2 JOT- tuotanto

Suuret varastot tehtaissa ovat riski ja usein piilottavat tuotannossa olevat ongelmat. Varastottomuuden takia valmistus ajoitetaan ajankohtaan juuri ennen tarvetta. Määrän ja ajan suhteen juuri oikeaan tarpeeseen valmistamista sanotaan JOT- tuotannoksi. JOT-periaatteen mukaisesti mitään ei valmisteta liian aikaisin, jotta varastot pysyvät mahdollisimman pieninä. Tuotanto toteutetaan tarkan ajoituksen ja suunnittelun avulla. Kuvasta 5 selviää JOT- tuotannon periaate.



kuva 5 JOT- toiminnan periaate/3/

JOT- tuotannon etuja ovat läpäisyajojen lyhentymisen ja laadun parantaminen. Se on menetelmä, joka ajaa yrityksen jatkuviin parannuksiin. JOT- tuotannossa prosessi paljastaa mahdolliset virheet välittömästi. JOT- tuotannon toimintatapa perustuu turhan työn eliminoimiseen ja täten prosessin yksinkertaistamiseen sekä visuaaliseen prosessin ohjaukseen, kuten myös kerralla valmiiksi- ja nolla- virhe- periaatteeseen. /3/

3.1.3 Erätuotanto

Toistuva erätuotanto on Suomen tärkein tuotantomuoto. Erätuotannon toiminta perustuu siihen, että suunnitteluvaiheessa valmiudet kehitetään tarpeeksi pitkälle, jolloin valmistusvaihe olisi pelkästään jalostavaa työtä ja se sujuisi häiriöttä. Tuotanto, jossa valmistetaan kappaleita yksittäin, mutta toistuvasti, on erätuotantoa.

Eräkoon tavoite on yhden lopputuoteyksikön tarve. Eräkoon pienentämistä puoltaa varastoiden pito mahdollisimman pieninä. Tavallisimmin eräkokoko on 1 - 100 kpl/erä ja toistuvuus 4 - 50 erää/vuosi. Asiakastilauksiin perustuva valmistus johtaa pieniin eräkokoihin, koska tilauksia ei voida ottaa vastaan toimitusaikojen vuoksi kovinkaan pitkältä ajalta. Hyvän toiminnan ja kehittämisen perusteena ovat seuraavat seikat:

1. Valmistuksen toteutus ainoastaan varman tilauksen pohjalta.
2. Eräkokoko on enintään näkyvässä oleva tarve.
3. Oman tekniikan kehitys siten, että olennaisia taloudellisia esteitä edellisten kohtien soveltamiselle ei ole.
4. Oman valmistuksen lyhyt läpäisy aika. /4/

3.2 Valmistusvirta

3.2.1 Funktionaalinen toimintatapa

Funktionaalinen organisaatio on toimintojen mukainen. Funktionaalinen toimintatapa perustuu samojen resurssien yhteen keräämiseen ryhmiksi, kuten kokoonpano ja sorvaamo. Erilaisten vaiheketjujen tuotteet ohjataan niitä tarvitseville työpaikoille.

Funktionaalisen systeemin etuja ovat tuotejoustavuus, kapasiteetin käytön tehokkuus ja ammattitaidon keskittyminen resurssiryhmään, mikä nostaa osaamistasoa. Funktionaalisen toimintatavan negatiivisin puoli on huono ohjattavuus. Ohjaus on työlästä ja läpäisy hidasta. Funktionaalisen systeemin huono ohjattavuus pahenee systeemin kasvaessa. Näin ollen tätä toimintatapaa suositellaankin käytettäväksi vain pieninä yksikköinä./4/

3.2.2 Valmistuslinja

Linjassa kaikkien tuotteiden työnkulku on samanlainen, joskin linjassa saattaa olla vaiheita, joita kaikki tuotteet eivät vaadi. Linjojen toimintaperiaate pakottaa ohjaamaan tuotantoa fifo- periaatteella. Fifo (first in - first out) – periaatteen mukaisesti tuotanto etenee sille määrättyssä järjestyksessä /8/. Ohjaustapa määrää työjärjestyksen. Pakkojärjestys ja selkeys tarkoittavat sitä, että läpäisyhallinta on erittäin varmaa, läpäisy aika on melko lyhyt ja suuretkin erät saadaan valmiiksi nopeasti.

Linjaa käytetään osavalmistuksessa tai kokoonpanossa. Linja muodostaa itseltään selkeän valmistusyksikön. Sisäisen ohjattavuuden takia linjaa suositellaankin käytettäväksi aina kun se on mahdollista. Linja on aina sidottu työnkulkuun.

Kokoonpanolinjassa henkilöstö joko jaetaan eri työvaiheisiin, jolloin jokainen työntekijä harjaantuu kokoamaan oman osa-alueensa varsin nopeasti, tai se toimii ryhmänä ja vastaa tuoteyksikön kokoonpanosta alusta loppuun.

Kokoonpanolinja, jossa työntekijät on jaettu eri työpisteisiin, soveltuu hyvin suurien erien valmistukseen ja joukkotuotantoon. Tarpeeksi pitkälle ositeltuna työskentely muistuttaa pitkälti liukuhihnatyötä. Toinen mahdollinen kokoonpanolinja, jossa henkilöstö on ryhminä, koostuu työasemista työväliseinien. Tällöin ryhmä kulkee tuotteen mukana ja suorittaa kaikki työvaiheet itse.

Kokoonpanolinjan layoutissa suurin ongelma on kokoonpanolinjan tasapainottaminen, toisin sanoen eri työasemien kapasiteetin käyttöasteen saaminen samaksi. Linjan tasapainottaminen ei ole helppoa vaan sitä joudutaan korjaamaan, kun linja on ollut jonkun aikaa käytössä. /4/

3.2.3 Solut

Solu on pieni itsenäinen valmistusyksikkö. Tuotannossa soluilla pyritään tilanteeseen, jossa määrätty tuotteiston osa valmistetaan yhdessä siihen erikoistuneessa yksikössä. Solussa yksittäiset työvaiheet yhtyvät yhdeksi. Tuotteet pyritään tekemään solussa mahdollisimman valmiiksi. Kokoonpanosolu soveltuu yksittäis- ja pienerätuotantoon. Solujärjestelmällä pyritään selkeään ohjattavuuteen ja lyhyeen läpäisy aikaan. Soluilla pystytään myös selkeyttämään layoutien rakennetta.

Solussa on yleensä useampia työpaikkoja kuin henkilöitä. Tämä antaa mahdollisuuden tasata solun sisäistä kuormaa työasemaa vaihtamalla. Solun toiminnalle olennaista onkin, että henkilöstö on monitoimista ja työn taseus tapahtuu solun sisäisinä tehtävien vaihtoina. Kokoonpanosolut kuten yhdistetytkin solut muodostetaan usein tuoteperusteisesti. Tällöin solu kokoaa lopputuotteen tai osakokoonpanon. /4/

3.2.4 Välivarastot

Välivarastoja tarvitaan toimituskyvyn turvaamiseen sekä eri työvaiheiden kytkemiseen toisiinsa. Varastot merkitsevät aina pääomakuluja ja kasvattavat laatuvirheiden määrää. Täten välivarastot tulisi pitää mahdollisimman pieninä. Välivarastoja on kolmea eri tyyppiä: vaiheiden väliset työkulkuvarastot, puolivalmistevarastot ja prosessivarastot.

Työkulkuvarastot toimivat valmistuksen osana, usein asiakastilauksen perusteella. Näin ollen ne eivät ole alttiita epäkuranttiusriskille. Työkulkuvarastojen tavoite on tehdä virtauksesta joustava, poistamalla liian tiukka työtahtisuus. Tällöin solut, koneet ja työasemat voivat työskennellä omassa tahdissaan. Selkeimmin työkulkuvarastot esiintyvät linjoissa tai linjatyyppisessä valmistuksessa työpisteiden välisinä puskureina.

Puolivalmistevarastoja käytetään, kun markkinoiden toimitusaika on lyhyempi kuin valmistuksen läpäisy aika. Puolivalmistevaraston suuruus on yhtä suuri kuin maksimikulutus aikana, joka on yhtä suuri kuin puolivalmisvaraston täydentämisen läpäisy aika. Puolivalmistevarastot sijoittuvat yleensä siihen valmistusyksikköön, joka niitä käyttää. /4/

3.3 Materiaalihallinta

Materiaalihallinta kattaa yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin, ja jakelun hallinnan. Materiaalinhallinnalla ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja toimittajilta aina asiakkaalle asti. Materiaalien hallinnan merkitys kasvaa jatkuvasti. Toimintojen aikojen lyheneminen sekä varastojen pienentyminen edellyttävät tehokasta ja toimivaa materiaalihallintaa. Toiminnan ohjaus ja koordinointi perustuu yritysten väliseen materiaalivirtojen hallintaan. /7/

Materiaalihallinnalla on kaksi keskeistä perustavoitetta: halutun palvelun ylläpito ja materiaalihallinnan kokonaiskustannusten minimointi. Materiaalihallinnon pitää pystyä ylläpitämään tiettyä ja haluttua palvelun tasoa. Lopputuote- ja puolivalmistevarastojen palvelutaso koostuu tuotteiden saatavuudesta ja toimitusajan pituudesta. Materiaalihallinnon toimintoja pitää kehittää siten, että tehtaen varastot pystyvät palvelemaan omaa tuotantoa, kuten myös asiakkaita halutulla tavalla. Materiaalien kokonaiskustannusten minimoinnissa puolestaan on otettava huomioon kaikki materiaalien yritykselle aiheuttamat kustannukset. Kustannuksia ovat muun muassa ostettavien materiaalien hinta, kuljetus, jakelukustannukset ja puutekustannukset. Kustannusten minimointiin liittyy kuitenkin ristiriita, sillä varastojen kasvattaminen nostaa varastointikustannuksia, mutta toisaalta pienentää puute- ja hankintakustannuksia. Varastoja suunniteltaessa tuleekin ottaa useita asioita huomioon. Oleellista on halutun palvelun ylläpito minimikustannuksin./7/

3.3.1 Massaräätälöinti

Massaräätälöinnissä olennaisessa osassa ovat asiakkaat. Pyritään toimimaan asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Tavoitteena on valmistaa mahdollisimman suuria määriä, mutta samalla räätälöidä asiakkaille heidän toiveidensa mukaisia tuotteita./6/

Nykyään ja varsinkin tulevaisuudessa asiakas on vaativa ja kärsimätön. Asiakas haluaa yksilöllisiä tuotteita, palveluita ja hyvää laatua. Tilaukset halutaan hoitaa vaivattomasti eikä viiveitä toimituksessa sallita. Massaräätälöinnillä voidaan vastata asiakkaiden asettamiin haasteisiin. Massaräätälöinnissä avainasemassa ovat nopeus ja muuttumiskyky. Monissa tapauksissa massaräätälöinnin eduista pääsee osalliseksi jo tuotannon uudelleen organisoinnilla ja uudella ohjaustavalla. Tärkeintä onkin aloittaa erilainen ja uusi kehityssuunta. Massaräätälöinti on ideaalinen toimintatapa. Sen periaatteita ja menetelmiä voidaan soveltaa ja toteuttaa kaikissa organisaatioissa, joissa yksilöllinen palvelu ja nopeus ovat tärkeitä. /9/

3.3.2 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjaus on yrityksen eri toimintojen ja tehtävien jokapäiväistä ohjausta. Tuotannonohjauksen yhteydessä saattaa esiintyä myös termi toiminnonohjaus, koska yrityksen toiminnan hallinta edellyttää myös muiden toimintojen, kuten myynnin ohjausta. Valmistuksen ohjaus puolestaan tarkoittaa tuotteiden valmistuksen suunnittelua ja ohjausta. Ohjaus on eri toimintoihin liittyvää suunnittelua, päätöksentekoa, toteutusta ja valvontaa.

Tuotannonohjauksen tavoitteena on järjestää ja ohjata toimintaa siten, että säästetään tuotannon tavoitteet parhaalla mahdollisella tavalla. Tuotannon ohjauksen keskeisimmät tavoitteet ovat kapasiteetin korkea kuormitusaste, vaihtominaisuuden minimointi, toimituskyky ja lyhyt läpäisy aika./2/

Tuotannonohjaus kokoonpanoalueen layouteja suunniteltaessa on ensisijaisen tärkeää. Tuotannonohjauksella pyritään varmistamaan tuotteiden oikea-aikainen valmistus ja saapuminen kokoonpanoalueelle. Tuotannonohjauksen tavoitteena onkin etukäteen määritelty valmistusjärjestys, joka toimiessaan helpottaa ja nopeuttaa työntekijöiden työtä. Etukäteen lukkoon lyödyn tuotantojärjestelmän ongelmana on vain se, että sitä pidetään itsestään selvyytenä, jolloin ongelmien esiintyessä läpimenoaikoihin syntyy hallitsematonta hajontaa./4,7/

3.4 Kokoonpano

3.4.1 Kokoonpanon tehtävät

Kokoonpano on omassa tehtaassa eri vaiheessa valmistettujen ja muualta hankittujen osien sekä komponenttien ja tarvikkeiden liittämistä toisiinsa toimivaksi tuotteeksi tai sen osaksi. Kokoonpano suoritetaan valmistavalla tehtaalla. Kokoonpano on edelleen pääasiassa käsityötä, vaikka muu valmistus onkin automatisoitunut suuressa määrin. Pienerätuotannon kokoonpanijat ovat erittäin ammattitaitoisia, itsenäiseen työskentelyyn pystyviä työntekijöitä.

Kokoonpanotekniikoita ovat: manuaalinen kokoonpano, jäykkä kokoonpanoautomaatio ja joustavasti automatisoitu kokoonpano. Käsitellen tässä työssä ainoastaan manuaalista kokoonpanoa. Manuaalisessa kokoonpanossa kokoonpanija kokoaa tuotteen osista ja tarvikkeista ohjeiden mukaisesti.

Kokoonpanoon sisältyy pääasiassa kappaleiden siirtämistä, käsittelemistä, varastointia, liittämistä, sovittamista ja tarkastamista. Periaatteessa vain liittäminen nostaa tuotteen jalostusarvoa. Muiden vaiheiden osuus pyritäänkin pitämään mahdollisimman pienenä, niiden aiheuttaman aikaviiveen ja kustannusten takia. Kokoonpanon kehittäminen on tärkeää suuren kustannus- ja tilankäyttöosuuden takia. Kokoonpanoajasta suurin osa kuluu yleensä osien siirtämiseen ja paikoilleen asettamiseen, eikä liittämiseen, jonka tulisi olla kokoonpanon tärkein tehtävä. Tutkimuksissa onkin selvinnyt, että alle kolmasosa käytettävissä olevasta työajasta kuluu itse tarkoitukseen eli tuotteen jalostamiseen. Organisoimalla kokoonpano riittävän hyvin esimerkiksi järjestämällä tarvittavat työkalut työpaikalle, pystytään tuotetta jalostavan työn osuutta kasvattamaan.

Kokoonpanotyön osuus tuotteen kokonaistyöajasta on usein jopa 20 – 40 %. Kokoonpano vaatii ison osan tuotannon tiloista. Koska kokoonpanotiloja käytetään usein vain yhdessä vuorossa, saattaa kokoonpano sitoa pääomaa keskeneräiseen tuotantoon ja varastoon. Ottamalla kokoonpano huomioon suunnittelussa voidaan kokoonpanokustannuksissa säästää huomattavasti. Tavoitteenahan on nopein ja edullisin tapa koota tuote. Kokoonpanon laajat toiminnalliset yhteydet markkinointiin, tuotesuunnitteluun, ostoon ja moneen muuhun asiaan edellyttävät keskitettyä toimenpiteiden suunnittelua. Tärkeimpänä suunnittelussa tuleekin ottaa huomioon aikatekijät. Kokoonpanossa korostuu oikea-aikainen informaatio. Kokoonpanon tärkeimmät dokumentit ovat osaluettelo ja kokoonpanopiirustukset. Piirustukset selvittävät kokoonpanon lopputuloksen, ja osaluettelosta selviävät tuotteeseen tarvittavat osat. /4,5/

3.4.2 Kokoonpanon kehittäminen

Varsinainen kokoonpanon kehittäminen jakaantuu kahteen osa-alueeseen: turhan työn poistamiseen ja tarpeellisen työn kehittämiseen. Turhalla työllä tarkoitetaan työtä, joka ei jalosta tuotetta. Kokoonpano järkevillä ja parhailla tavoilla ratkaistuna tarkoittaa puolestaan tarpeellista työtä.

Työmenetelmiä kehitetään seuraavilla menetelmillä: lyhyet etäisyydet, helppo tarttuminen, suorat liikeradat ja samanaikainen työskentely kahdella kädellä.

Kokoonpanon materiaalihuollon lähtökohtana on oikeiden materiaalien saaminen oikea aikaisesti kokoonpanopaikalle. Lisäksi materiaalien toimittaminen työpaikalle, niiden pitäminen järjestyksessä ja sopivasti erillään ovat olennainen osa materiaalihuoltoa. Materiaalihuolto voi olla ohjattua tai itseohjautuvaa. Materiaalihuollon voivat hoitaa kokoonpanijat itse tai ulkopuolinen henkilöstö. Turhan materiaalmäärän välttämiseksi pyritään toimimaan JOT (Juuri Oikeaan Tarpeeseen) – periaatteen mukaisesti. Tämä edellyttää tarkkaa ajoitusta ja toimituksia tarve-erittäin. Materiaalihuollon ongelmina saattavat ajoituksen lisäksi olla liian suuret nimikemäärät ja volyymit. Kokoonpanopaikoilla varastointi tarvitsee tilaa, mistä johtuen kokoonpanon tarvitsema pinta-ala kasvaa ja etäisyydet pitenevät. Toimiva varastointiratkaisu onkin usein paternoster-varasto, jonne mahtuu suuret nimikemäärät ja volyymit. /4,5/

3.5 Layout

3.5.1 Yleistä

Layout-suunnittelu on solujen ja valmistusyksiköiden sekä kuljetusväylien ja varastojen sijoittelua tiloihin. Layout tarkoittaa joko pelkkää sijoittelua tai laajemmin ilmaistuna koko sijoittelun perustana olevan järjestelmän suunnittelua. Työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinja-layoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin.

Layout valitaan tuotevalikoiman laajuuden ja tuotettavien määrien perusteella. Tehtaan layout muodostuu erilaisista osalayouteista. Yhdistelemällä riittävä määrä eri tuotteita samaan valmistusprosessiin voidaan saavuttaa riittävä tuotantomäärä solun tai tuotantolinjan muodostamiselle.

Layout-suunnittelu on monimutkainen prosessi, johon vaikuttavat useat eri tekijät. Hyvän layoutin ominaisuudet ovatkin seuraavat:

- materiaaleja liikutetaan niin vähän kuin mahdollista
- valmistus etenee selkeänä virtana
- kaikki tila on tehokkaasti käytetty
- työturvallisuus ja -tyytyväisyys on otettu huomioon
- layout on helposti ja joustavasti muutettavissa
- kaikki layoutiin vaikuttavat tekijät on otettu huomioon.

Layoutien tai työmenetelmien kehittäminen ei saisi liikaa keskittyä jo olemassa oleviin tuotantojärjestelmiin ja -tiloihin, koska tällöin on vaara juuttua jo entuudestaan tuttuun ratkaisuun. Parempi tapa on luoda uusia ideoita ja valita niistä toteutuskelpoiset tarkempaan käsittelyyn./4,7/

3.5.2 Laskut

Layoutia suunniteltaessa tulee ensin laskea työpisteiden määrä. Selvitetään tehtajan perusteella työvaiheen toteuttamisessa tarvittavien samanlaisten työpisteiden määrä.

Työntekijöillä on vuodessa teoriassa 1680 työtuntia, mutta käytännössä tilanne on hieman toinen. Työntutkimuksella selvitetään oikeat työmäärät. Teholliseksi työajaksi on nyt laskettu 5 h 30 min kahdeksan sijaan. Työskenneltäessä kahdessa vuorossa, kuten Sulzerilla, tehollinen työaika on siis 11 tuntia. Virallisten työpäivien määrä on 210 päivää.

$$11 \text{ h} \cdot 210 \text{ kpl} = 2310 \text{ h/vuosi} \quad (1)$$

Näin ollen työtuntien määräksi saadaan 2310 tuntia vuodessa laskettuna kahdessa vuorossa kaavalla 1. Pumpputehtaan kapasiteetti on tällä hetkellä 5500 kpl/vuosi, ja kokoonpano-aika tässä laskussa on 1 h eli keskikokoisen pumpun kokoonpano-aika. Erikokoisten pumppujen kokoonpanoajat löytyvät liitteestä kaksi (LIITE 2). Tästä saadaan työpisteiden laskennallinen määrä käytännössä kaavalla 2 ja teoriassa kaavalla 3.

$$\frac{5500 \text{ kpl} \cdot 1 \text{ h}}{2310 \text{ h}} = 2,4 \text{ kpl} \quad (2)$$

$$\frac{5500 \text{ kpl} \cdot 1 \text{ h}}{2 \cdot 1680 \text{ h}} = 1,6 \text{ kpl} \quad (3)$$

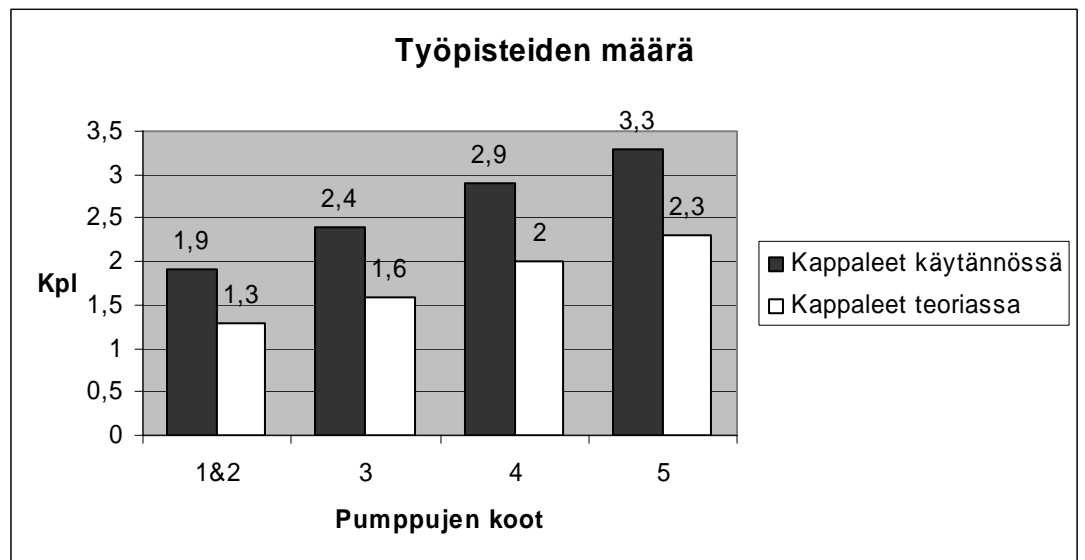
Oikeaksi kokoonpanopisteiden määräksi Sulzerille saadaan kolme työpistettä koon 3 pumppujen kokoonpano-aikojen mukaan. Työpisteiden teoreettinen kapasiteetti on laskettu kaavalla 4.

$$\frac{2 \cdot 1680 \text{ h} \cdot 3 \text{ kpl}}{1 \text{ h}} = 10080 \text{ kpl} \quad (4)$$

Teoreettinen kapasiteetti on suurin mahdollinen pumppumäärä, joka kyseisellä työpistemäärällä ja työtunneilla voidaan vuodessa koota. Teoreettinen kapasiteetti on kuitenkin erittäin vaikea toteuttaa pitkälläkään aikavälillä. Teoreettista kapasiteettia tavoitellessa huomioon tulee ottaa mahdolliset odotusajat ja pumppujen mallivaihdosten aiheuttamat asetusajat, kuten myös monet muut kokoonpanoon ja materiaalivirtoihin liittyvät asiat.

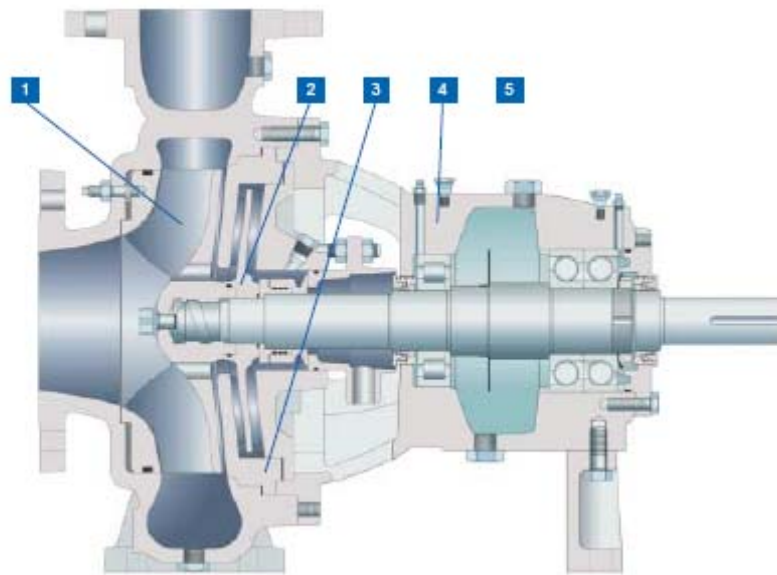
Taulukossa 1 on esitetty tarvittavien työpisteiden määrä laskettuna erikseen 1-5 koon pumpuilla. Taulukon mukaan työpisteiden määrä tulisi olla kolme käytännössä ja kaksi teoriassa. Laskujen perusteella olen valinnut toteutettavaksi kolme työpistettä, joka on realistinen määrä toteutettavaksi Mäntän pumpputehtaalla, suhteutettuna tulevaisuudessa tähtäimenä olevaan kapasiteettiin ja työntekijöiden määrään/vuoro.

Taulukko 1 Työpisteiden määrä



4. LAYOUT-VAIHTOEHDOT

Sulzer Pumpsille on tullut valmistukseen uusi pumppumalli vuoden 2005 syksystä lähtien. Vuonna 2006 pyritään siirtymään kokonaan uuden A-mallin valmistukseen. Uudesta mallista johtuen kokoonpanoalueen layoutia halutaan muuttaa käytännöllisemmäksi. Kuvassa 6 on esitelty uuden pumppumallin rakenne ja muutokset aiempaan malliin verrattuna.



Kuva 6 Uuden pumppumallin parannukset /12/

Parannukset aiempiin pumppumalleihin verrattuna ovat:

1. spiraalipesä, joka säästää energiaa
2. tiiviste, joka ei vaadi erillistä tiivistenestettä
3. pumpun ilmanpoistokohta, jonka ansiosta pumppu pystyy kierrättämään nestettä, joka sisältää paljon ilmaa tai kaasua ja jonka ansiosta pumppu toimii, vaikka imuputki on ajoittain tyhjä
4. laakerointiyksikkö, jossa laakerointi ja välikappale ovat yhdistettynä
5. ympäristöystävällisyys.

Tällä hetkellä kokoonpano tapahtuu yhdessä työpisteessä, jossa on mahdollista valmistaa kahta pumppua yhtäaikaaisesti. Pumppujen osat ovat lattialla ja ne vievät paljon tilaa, kuva 7. Lisäksi etäisyydet ovat melko pitkiä, mikä hidastaa kokoonpanijoiden työskentelyä.

Kokoonpano tapahtuu solussa niin, että sama työntekijä tekee koko tuotteen kerällä valmiiksi. Tällä hetkellä Sulzerilla ei pystytä toteuttamaan toimivaa materiaalivirran kulkua. Huono ohjattavuus onkin yksi funktionaalisen toimintatavan, jonka mukaan Sulzerkin toimii, haitoista. Kokoonpanolla ei ole ohjattua pumppujen valmistusjärjestystä. Uusilla layouteilla pyritäänkin parantamaan funktionaalisen toimintatavan ohjattavuutta. Kokoonpanoalueella hyväksi on todettu kääntöpöydät, vaihtoyksikön kokoonpanopukki ja työkaluhyllyt.



Kuva 7 Osien sijoittuminen tänään

Uuteen pumppumalliin muutamat osat tulevat omalta tehtaalta. Mäntän pumpputehtaalla valmistetaan pumppuihin spiraalipesä, juoksupyörä ja tulevaisuudessa mahdollisesti myös laakerointiyksikkö. Ulkoistettuna ovat pesänkannen ja kevennyspyörän valmistus. Alihankkijoilta tulevat myös kaikki muut pienemmät osat, kuten tiivisteet. Tiivistevaihtoehdot ovat mekaaninen ja dynaaminen tiiviste sekä punostiiviste.

Sulzerilla pumput maalataan kokoonpanon jälkeen kokonaisina. Tulevaisuudessa pyritään kuitenkin komponenttien maalaukseen jokaisessa työpisteessä erikseen, minkä johdosta kokoonpanoaluetta voidaan suurentaa poistamalla maalaamo. Tekemissäni layouteissa on kuitenkin otettu huomioon tulevaisuudessakin tarvittava maalaamon tila.

Olen kehittänyt kolme erilaista vaihtoehtoa Sulzerin kokoonpano-layoutiksi. Layouteilla on tarkoitus pyrkiä kehittämään tämänhetkisiä hyviä ratkaisuja ja poistamaan huonoja. Jokaisessa layoutissa perusolettamuksena on sama määrä työntekijöitä. Sulzerilla työskennellään kahdessa vuorossa, ja työntekijöitä on pääasiassa 2 - 3 koko ajan. Liitteenä 3 on Sulzerin koko tehtaan nykyinen layout selventämässä muutoksia, joita olen tehnyt kokoonpanoalueelle.

4.1 Ensimmäinen layout- vaihtoehto

Ensimmäinen layout on toteutettu linjaperiaatteella (LIITE 4). Layoutilla pyritään saavuttamaan suunnitelmalle asetetut tavoitteet sekä parantamaan ja nopeuttamaan kokoonpanon työtahtia.

Ensimmäinen layout pohjautuu pitkälti kokoonpanoalueen läpäisevään kuljettimeen. Kuljetin alkaa koeponnistuspaikalta, kulkee kokoonpanon ja koeajon ohi ja jatkaa siitä loppuasennuspaikalle. Myös materiaalivirta kulkee siis koeponnistuksesta kokoonpanoon sieltä koeajoon ja lopulta loppuasennukseen. Kuljettimen tarkoitus on siirtää aluksi pumpun osia eteenpäin kohti kokoonpanoa ja sen jälkeen itse pumppua kokoonpanosta eteenpäin. Kuljetinta pystyy ohjaamaan ensimmäisestä kokoonpanon työpisteestä. Tällä hetkellä melkein kaikki pumput koeajetaan. Tulevaisuudessa pumpuista koeajetaan mahdollisesti vain muutamia ja vain asiakkaan pyynnöstä. Koeajon jälkeen pumppu siirtyy loppukokoonpanoon, johon kuuluu nupin varustelu. Nupin varustelu käsittää suuntanuolen ja kilven asennuksen, kuten myös suojiin ja mahdollisesti kytkimen asennuksen.

Tässä, kuten muissakin layouteissa, spiraalipesän, pesänkannen, juoksupyörän ja laakeroinnin tulo kokoonpanoon on suunniteltu sen pohjalta, että tuotannon ohjaus toimii. Spiraalipesä siirretään suoraan koeponnistuksesta sen ohi kulkevalle kuljettimen lavalle. Juoksupyörälle, laakeroinneille ja pesänkansille puolestaan on omat hyllyt/työnkulkumarastot kokoonpanolinjan ensimmäisessä pisteessä. Hyllyissä on n. 1 - 1,5 päivän osat kerrallaan, millä pyritään saavuttamaan entistä paremmin JOT- periaatteen mukainen toiminta.

Linja on jaettu kahteen eri työpisteeseen. Ensimmäisessä pisteessä pumppu kootaan laakeroinnin ja tiivisteiden sekä pesänkannen ja juoksupyörän osalta. Kuvassa 8 pumppu on ensimmäisessä työvaiheessa.



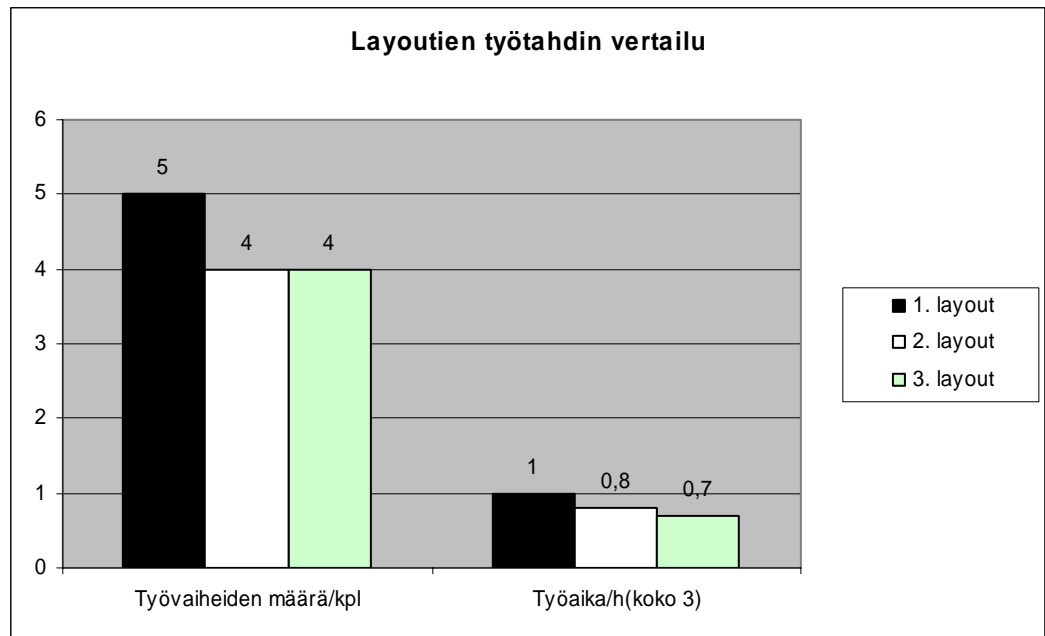
Kuva 8 Laakeroinnin, tiivisteiden, pesänkannen ja juoksupyörän liittäminen

Ensimmäisen vaiheen jälkeen pumppu asetetaan takaisin kuljettimelle, joka vie sen seuraavaan kokoonpanopisteeseen. Jälkimmäisessä pisteessä pumppuun liitetään spiraalipesä. Kokoonpanon jälkeen pumppu kulkee koeajoon ja siitä loppuasennukseen. Loppuasennus on kuljettimen toisessa päässä. Kuittauspiste, jossa kuitataan tehty pumppu tehtaan järjestelmään, on sijoitettu toisen kokoonpanopisteen yhteyteen.

Korjauspiste, jonka työntekijä selvittää vastaantulevat ongelmat, on puolestaan täysin erillään muista kokoonpanon pisteistä. Se on sijoitettu suorakulmion muotoisen kuljettimen kauemmalle sivulle loppukokoonpanon jälkeen. Erillinen korjauspiste nopeuttaa kokoonpanijoiden työskentelyä.

Layoutien vertailussa on tärkeää ottaa huomioon myös jokaisessa layoutissa tarvittavien nostojen määrät ja kokoonpanoon kuluva aika. Taulukossa 2 esitetään eri layout vaihtoehtojen vaatimat nostureilla suoritettujen nostojen määrät ja sen myötä kokoonpanossa kuluva aika. Edellä mainittujen määrien selvittäminen on suoritettu keskikokoiselle pumpulle eli koolle 3. Jokaisessa layoutissa nostureiden sijainti ja määrä on tarkoin määritelty sen mukaan, mitä työvaiheet vaativat. Kaikkien pumppukokojen työaikojen suhde on sama, ja sen takia tässä esitelläänkin ainoastaan yhden koon työvaiheita ja nopeuksia eri layouteilla. Työaika määritettäessä on otettu huomioon nostojen vaatimat ajat, osien hakemiseen kuluva aika, kuten myös liittämiseen kuluva aika.

Taulukko 2 Layoutien työvaiheiden määrät ja kokoonpanoajat



Ensimmäisenkin layoutin hyvänä puolena on se, että eri osille, kuten spiraalipesälle, ei tarvitse varata varastotilaa, vaan se sijoitetaan suoraan kuljettimelle, josta se kulkee eteenpäin. Myös kokoonpanon jako kahteen työpisteeseen nopeuttaa ja helpottaa työskentelyä. Työntekijät voivat näin ollen erikoistua juuri oman pisteen työtehtäviin.

Toisaalta eri pisteet varmistavat myös sen, että työntekijät ovat ammattitaitoisia ja pystyvät tarpeen tullen toimimaan myös eri työpisteissä ja tehtävissä. Radalla ja spiraalipesien järjestyksellä pystytään myös säättämään pumppujen kokoonpanojärjestystä. Huonona puolena on se, että kuljettimen hajotessa koko kokoonpano pysähtyy. Ongelmia saattaa aiheuttaa myös se, että materiaalivirran katketessa toisia osia täytyy sijoittaa lattialle odottamaan, jolloin kulkureitit tukkeutuvat. Tässä layoutissa monet ihmiset työskentelevät saman radan yhteydessä, jolloin yhden pisteen työtahdin hidastuminen hidastaa myös seuraavien työntekijöiden työtahtia. Ja kuten taulukosta 2 selviää, ensimmäinen layoutvaihtoehto vaatii eniten nostureilla suoritettavia nostoja/pumppu, jolloin kokoonpanoaika on kaikkein hitain.

4.2 Toinen layout

Toisena vaihtoehtona on soluihin perustuva layout (LIITE 5). Myös tämän layoutin tavoitteena on tuotannon kulun helpottaminen ja nopeuttaminen kokoonpanovaiheessa.

Toisessa layoutissa on pyritty varmistamaan pumppujen ohjattavuus entistä paremmin. Linjoilla halutaan pakottaa pumppujen kokoonpanojärjestys ennalta määräytyksi. Suorien kokoonpanoalueen linjojen toiminta perustuu painovoimaan. Linjat lavoineen ovat hieman kallellaan kokoonpanopistettä kohti, jolloin pumput tulee valmistaa linjallaolojärjestyksessä. Linjoilla on lavoja, jonne spiraalipesät sijoitetaan. Layoutiin on sijoitettu kaksi uutta hyllyä sivulevyille, kuten myös hyllyjä laakeroinneille, tiivisteille, pesänkansille ja juoksupyörille. Tämän layoutin kokoonpanossa on kaksi linjaa ja kolme solua. Ensimmäinen ja pisin linja on tarkoitettu 3 ja 4 koon pumppujen kokoonpanoon, koska niitä valmistetaan eniten. Toinen linja on pienille, eli 1 ja 2 koon pumpuille.

Suurimmille eli 5 koon pumpuille, joita valmistetaan nykyään yhä vähemmän, ei ole tarpeellista sijoittaa omaa linjaa pienen volyymin takia. Koon 5 pumpuille on kuitenkin oma kokoonpanopiste, jonka läheisyyteen on sijoitettu tarpeelliset osat. Laakeroinnit ja pesänkannet suurimpiin pumppuihin saadaan automaattivaraustoista, muut osat ovat hyllyissä. Työpisteen yhteyteen on sijoitettu myös pumppujen korjauspiste. Korjauspisteen työntekijä selvittää kokoonpanoalueella vastaan tulevat ongelmat. Jokaisessa kokoonpanosolussa on tarvittavat kääntöpöydät ja työkalu- sekä pienosahyllyt. Pumppujen kokoonpano kuitataan linjojen perässä olevassa kuittauspisteessä. Tämän jälkeen valmiit pumput sijoitetaan kokoonpanosta sähköiselle kuljettimelle, joka vie pumput koeajettavaksi.

Koeajon jälkeen pumput siirretään seuraavalle linjalle ja siitä edelleen loppukokoonpanoon. Koeajon pumput tulevat eri linjaa kuin mistä ne lähtevät eteenpäin loppuasennukseen. Layoutilla numero 2 pyritään siihen, että työntekijät voivat keskittyä osien liittämiseen toisiinsa sen sijaan, että aika kuluisi pääasiassa osien siirtämiseen. Edellä mainituilla ratkaisuilla saadaan kokoonpanosta mahdollisimman nopea ja edullinen työvaihe.

Tämänkin layoutin toimiminen perustuu siihen, että materiaalihuollon hoitaa ulkopuolinen henkilöstö, joka tuo tarpeelliset osat niille kuuluville paikoille ajallaan. Toisessa layoutissa on pyritty vähentämään nostureilla tehtävät nostot mahdollisimman pieniksi. Taulukosta 2 selviää, että tarvittavia nostureilla tehtäviä nostoja on neljä, mistä johtuen kokoonpanoaikakin nopeutuu hieman ensimmäisen layoutin kokoonpanoon verrattuna. Nosturit on sijoitettu siten, että niiden runko ei ole tiellä ja että aivan nosturin juuressa ei ole tarpeellista suorittaa nostoja. Layout on suunniteltu siten, että materiaalivirtojen kulku olisi myös mahdollisimman selvä ja helposti toteutettavissa. Layoutiin on sijoitettu käytäviä trukki liikennettä varten.

Toisessa layoutissa on useita hyviä puolia. Tällä ratkaisulla materiaaleja liikutetaan mahdollisimman vähän ja valmistus etenee selkeänä virtana, jolloin läpäisyaikakin pienenee.

Tämä layout ei myöskään ongelmien aiheutuessa yhdessä linjassa pysäytä kokoonpanoa täysin. Yhden solun ja kuljetuslinjan ongelmista huolimatta kaksi muuta pistettä toimivat edelleen. Tämän layoutin eduksi katsotaan myös se, että sähköinen kuljetusrata tekee valmiiden pumppujen siirtämisen seuraavaan työpisteeseen helpoksi.

Suurimpana ongelmana on kuitenkin edelleen materiaalien oikea-aikainen saaminen kokoonpanoalueelle. Myös materiaalien sijoittelu ja linjalle asettelu on ongelma-kohta.

4.3 Kolmas layout

Kolmannessa layoutissa toteutetaan linjamaisuutta (LIITE 6). Siinä pyritään yksinkertaistamaan kokoonpano uudistuksilla, mutta toisaalta tekemään sitä vanhan ja totutun kokoonpanotyylin pohjalta. Kolmannessa layoutissa on eniten yhteneväisyyksiä tehtaan tämänhetkiseen layoutiin ja tapaan työskennellä. Tämä layout voitaisiin ottaa käyttöön vaikka heti, siitä huolimatta että maalaamo on edelleen vanhalla paikallaan, kuten myös yksi layouteista poistettavista työstökoneista.

Viimeisessä suunnitelmassa on yksi pitkä, suora kuljetin keskellä kokoonpano-alueella. Kuljettimella siirretään ainoastaan spiraalipesää toiseen pisteeseen. Kuljetin on painovoimalla toimiva suora kuljetin. Pumppuihin tulevat osat on sijoitettu erilaisiin hyllyihin kokoonpanopisteiden lähelle, mistä työntekijät hakevat ne itse. Linjassa on kolme eri työpistettä. Ensimmäisessä liitetään laakerointi, tiiviste, pesänkansi ja juoksupyörä toisiinsa ja toisessa pisteessä liitetään spiraalipesä muuhun pumppuun. Toisen työpisteen yhteydessä on myös kuittauspiste. Kolmas piste on korjauspiste, joka on hieman muista erillään ja eri puolella kuljetinta kuin kaksi muuta työpistettä. Korjauspiste on sijoitettu niin, että pumput on helppo siirtää korjaukseen koeajonkin jälkeen. Toisin kuin edellisissä layouteissa, tässä käytetään hyväksi tämänhetkisen maalaamon kuljetinta. Kuljetin liikkuu myötäpäivään. Pumppu sijoitetaan koeajosta kuljettimelle, josta se kulkee korjauspisteen ohi ja siitä loppukokoonpanoon.

Hyvänä puolena tässä layoutissa on erilliset työpisteet kuten ensimmäisessäkin vaihtoehdossa. Pumppujen kokoaminen on jaettu kahteen osaan, jolloin työntekijät voivat perehtyä paremmin omaan tehtäväänsä. Kahden pisteen välillä on suora nostoyhteys, mikä nopeuttaa työskentelyä. Erilliset hyllyt ja varastot eri osille mahdollistavat tuotannon jatkuvan toiminnan. Hyllyillä ja varastoilla pysytään varmistamaan myös se, että osia ei ole lattialla hidastamassa työntekijöiden työtä. Tässä layoutissa kaikki osat ovat melko lähellä kokoonpanopisteitä, jolloin työ nopeutuu ja helpottuu. Taulukosta 2 selviää, että nostojen määrä on mahdollisimman pieni ja kokoonpanoaikakin on nopea. Huonona puolena puolestaan on se, että linjan vahingoittuessa tuotanto kokoonpanon osalta vaikeutuu. Tällä ratkaisulla myös materiaalien oikeaoppinen sijainti on vaikeampi toteuttaa.

5. TULOSTEN TARKASTELU JA VALINTA

Vertailussa oli kolme erilaista ja hieman eri näkökulmasta tehtyä layoutia. Kussakin layoutissa yritin tuoda esille hieman erilaisia mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja. Kaikissa oli kuitenkin tavoitteena samat asiat, kuten työn helpottaminen, tavaroiden mahdollisen vähäinen liikuttaminen ja jononpitokyvyn parantaminen. Jokaisella layoutilla pyritään tukemaan valmistusta tietyssä järjestyksessä.

Layouteja vertaillessa ensimmäisen layoutin, kuten myös kolmannen layoutin, hyvänä puolena on pumppujen vaiheittainen valmistus, joka varmistaa työntekijöiden ammattitaitoisuuden työtehtäväänsä kohtaan. Vaiheittaisella valmistuksella varmistetaan myös se, että osat ovat mahdollisimman lähellä työpistettä. Layouteissa olevien kuljettimien avulla mahdollistetaan puolestaan tietty tuotantjärjestys. Toinen layout on koottu useasta eri linjasta, jotka selkeyttävät kokoonpanoa, koska tietyssä solussa valmistetaan vain ennalta määrätyn kokoisia pumppuja. Näin ollen kunkin solun lähettyville tuodaan ainoastaan vaaditun kokoisia osia, jolloin eri kokoja ei sekoiteta toisiinsa. Toisen layoutin varsin merkittävänä ominaisuutena on myös se, että kaksi suoraa linjaa on toteutettu painovoiman avulla, ilman sähkö- ja automaatoratkaisuja. Kokoonpanijoiden ei tarvitse säädellä kyseisiä kahta linjaa, koska linja etenee työntekijöiden työtahdin vauhdissa. Myös se, että toisessa layoutissa on yksi kuljetin, joka vie pumput koeajoon ja toinen, joka vie ne siitä edelleen loppuasennukseen, on tuotannon kannalta kannattava ja helppo ratkaisu. Erilliset kuljettimet mahdollistavat sen, että koeajajan ja loppuasentajien työtahti ei täysin määräydy kokoonpanijoiden työskentelytahdistä.

Kolmas layout on helpoin toteuttaa käytännössä, jos vain tuotannon ohjaus toimii niin kuin sen on suunniteltu toimivan. Kolmannenkin layoutin toteutus on tehty useampaan eri linjaan perustuen, mikä helpottaa hieman työntekijöiden työskentelyä. Tämän layoutin kokoonpanokuljetin on myös painovoimalla toimiva.

Kolmas layout onkin todella varteenotettava vaihtoehto, koska se on jo nyt osittain toteutettavissa ja siinä voidaan hyödyntää nykyisiä ratkaisuja. Kolmannen layoutin valttina on myös hyvin järjestetty tilankäyttö, kuten myös nopea kokoonpanoaika.

Ensimmäisessä ja kolmannessa layoutissa ongelmia aiheuttaa kuitenkin yksi kokoonpanoalueella oleva kuljetin, joka vahingoittuessaan pysäyttää kokoonpanon täydellisesti. Tätä ongelmaa ei esiinny toisessa layoutissa, jolloin yhden linjan ongelma ei keskeytä muiden linjojen/solujen toimintaa. Toisessa vaihtoehdossa ongelmia saattavat kuitenkin aiheuttaa kokoonpanon jälkeiset linjat, jotka ovat automaatiolla toimivia. Toisen layoutin huonona puolena on myös tilanjako. Kyseinen ratkaisu vie kaikkein eniten tilaa ja koostuu todella monesta eri komponentista. Toinen ratkaisuvaihtoehto vaatii myös kaikkein suurimpia muutoksi tehtaalle ja sen toteutus vaatii nykyisen maalaamon ja pegardin poistoa. Toinen layout voitaisiin siis toteuttaa vasta muutaman vuoden kuluttua.

Edellä mainittuihin seikkoihin, teoriaan ja vaatimuksiin perustuen paras layout-vaihtoehto Sulzerin Pumpsin tarpeisiin on kolmas layout. Kyseisellä ratkaisulla pystytään mahdollisimman hyvin pitämään kiinni aiemmin määrätystä valmistusjärjestyksestä. Tällä layoutilla kokoonpano saadaan tehokkaaksi ja läpäisy-aika pieneksi. Myöskään välivarastojen ja työnkulkuvarastojen määrä ei ole merkittävässä osassa hidastamassa tuotantoa, vaan ainoastaan helpottamassa kokoonpanijoiden työskentelyä. Kolmannella layout-vaihtoehdolla pystytään parhaiten ja toimivimmin toteuttamaan Mäntän pumpputehtaan kokoonpano uuden pumppumallin valmistuksessa. Tämän layoutin kuljettimesta on pyydetty tarjous (LIITE 7). Kuljettimena parhaaksi on todettu painovoimalla toimiva suora keskiraskas rullakuljetin.

6. YHTEENVETO

Sulzer Pumps on maailman johtava keskipakopumppujen kehittäjä, valmistaja ja toimittaja. Sulzerilla on toimipisteitä ympäri maailmaa yli 150 maassa. Sulzer Pumps Finland Oy:n tuotantoyksiköt sijaitsevat Karhulassa ja Mäntässä. Sulzer Pumps Finland Oy:n tehdas Mäntässä valmistaa AHLSTAR™ pumppusarjan pieniä ja keskisuuria prosessipumppuja. Mäntän pumpputehtaalla, modernissa valmistusyksikössä, koneistetaan osia, kootaan ja testataan keskipakopumppuja. Mäntän pumpputehdas käyttää täysin tilausohjautuvasti toimivaa tuotannonohjausjärjestelmää.

Sulzer Pumpsille on tullut valmistukseen uusi pumppumalli vuoden 2005 syksystä lähtien. Vuonna 2006 pyritään siirtymään kokonaan uuden A-mallin valmistukseen., minkä johdosta kokoonpanoalueen layout-muutokset ovat tulleet ajankohtaisiksi. Työn tavoitteena oli laatia Mäntän pumpputehtaalle suunnitelma sen kokoonpanoalueen järjestämisestä uuden pumppuversion kokoonpanoa tarkastellen. Suunnitelmassa tuli huomioida osavalmistusrhymistä tulevien, spiraalipesän, pesänkannen ja juoksupyörän ohjaus kokoonpanoon, kuten myös laakerointitehtaalta tulevan laakeroinnin ohjaus. Työssä on ideoitu uusia ratkaisuja kokoonpanoalueelle, pohjautuen tehokkuuteen ja joustavuuteen. Myös materiaalivirtojen kulku on otettu huomioon. Työssä on pohdittu kokoonpanon mahdollisuuksia kolmen layoutin avulla.

Layout- suunnittelu on solujen ja valmistusyksiköiden sekä kuljetusväylien ja varastojen sijoittelua tiloihin. Layout tarkoittaa joko pelkkää sijoittelua tai laajemmin ilmaistuna koko sijoittelun perustana olevan järjestelmän suunnittelua. Layout valitaan tuotevalikoiman laajuuden ja tuotettavien määrien perusteella.

Vertailussa oli kolme erilaista ja hieman eri näkökulmasta tehtyä layoutia. Kussakin layoutissa yritin tuoda esille hieman erilaisia mahdollisuuksia ja vaihtoehtoja. Kaikissa oli kuitenkin tavoitteena samat asiat, kuten työn helpottaminen, tavaroiden mahdollisen vähäinen liikuttaminen ja jononpitokyvyn parantaminen.

Teoriaan ja vaatimukseen perustuen paras layout-vaihtoehto Sulzerin Pumpsin tarpeisiin on kolmas layout. Kyseisellä ratkaisulla pystytään mahdollisimman hyvin pitämään kiinni aiemmin määrätystä valmistusjärjestyksestä. Tällä layoutilla kokoonpano saadaan tehokkaaksi ja läpäisy aika pieneksi. Myöskään välivarastojen ja työkulkuvarastojen määrä ei ole merkittävässä osassa hidastamassa tuotantoa, vaan ainoastaan helpottamassa kokoonpanijoiden työskentelyä. Kolmannella layoutvaihtoehdolla pystytään parhaiten ja toimivimmin toteuttamaan Mäntän pumpputehtaan kokoonpano uuden pumppumallin valmistuksessa.

LÄHDELUETTELO

1. http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4_9karkeasuunnittelu.htm(12.12.2005)
2. Palva-aho Jari, Pumppauspään hydrauliiikan koeajo ja testaus. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Konetekniikan linja. Tampere 2005
3. <http://www.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html#8>(11.1.2006)
4. Lapinleimu, Ilkka, Kauppinen, Veijo, Torvinen, Seppo, Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät, WSOY, Porvoo 1997
5. Luosmala, Tatujussi, Pienkuormaimien kokoonpanolinjan kehittäminen. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Koneosasto. Tampere 1999
6. Peltonen, Aarne, Tuottava tehdas, Hakapaino Oy, Helsinki 1997
7. Uusi-Rauva, Erkki, Haverila, Matti, Kouri, Ilkka, Miettinen, Asko, Teollisuustalous. Infacts Johtamistekniikka. Tammer-Paino, Tampere 2003
8. Neilimo, Kari, Uusi-Rauva, Erkki, Johdon laskentatoimi, Oy Edita Ab, Helsinki 1999
9. http://www.massaraatalit.fi/index2.php?option=content&do_pdf=1&id=3(01.02.2006)
10. <http://www.sulzerpumps.com/eprise/SulzerPumps/Sites/main.htm>(12.12.2005)
11. Mänttä_Pump_Factory.ppt, PPI-Suomi.ppt
12. http://speed.sulzer.com/map/SulzerDocuments/DocumentsImages/Documents/PumpsNet/Publications/Brochures/PulpAndPaper/AHLSTARup_E00624.pdf

LIITTEET

LIITE 1 Kansainvälinen Sulzer

LIITE 2 Pumppujen kokoonpanoajat

LIITE 3 Sulzerin tämänhetkinen layout

LIITE 4 Layout 1

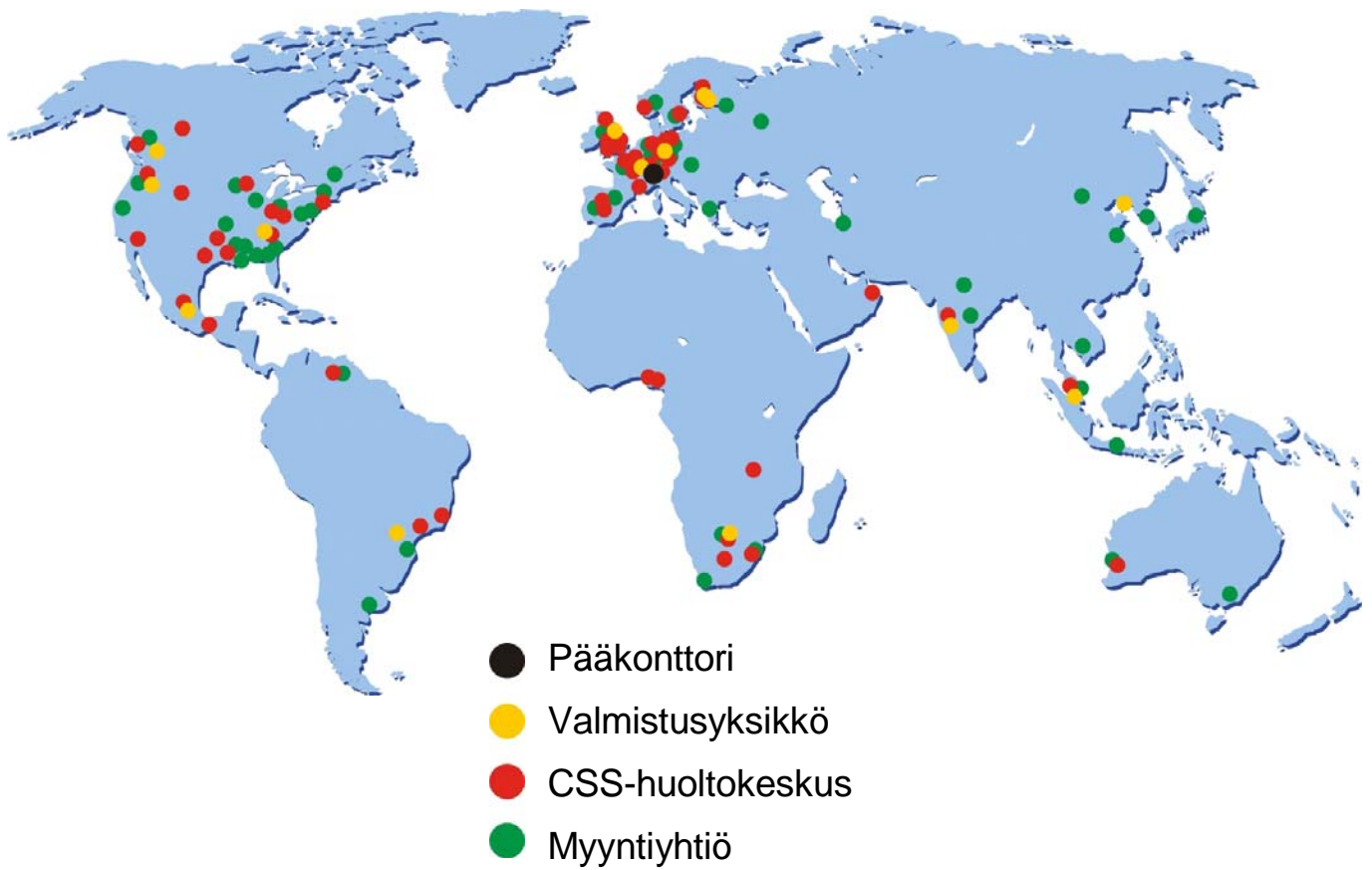
LIITE 5 Layout 2

LIITE 6 Layout 3

LIITE 7 Tarjous kuljettimesta

Sulzer Pumps Maailmanlaajuinen toiminta

SULZER



Material 011-APP-0120 PUMP ASSEMBLY APP Grp.Count1

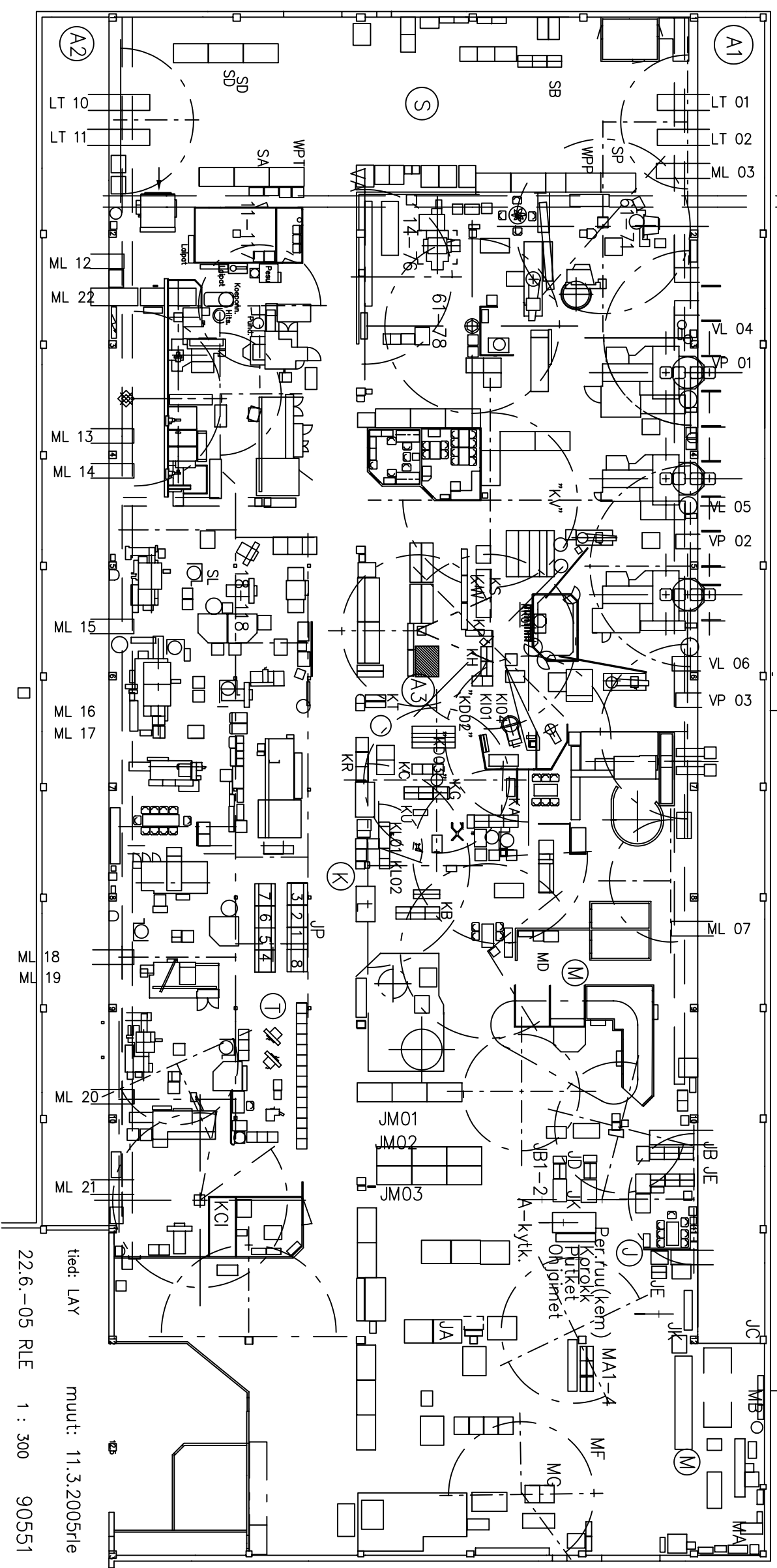
Sequence 0

Operation Overv.																			
Op...	SOp	Work ce...	Plnt	Co...	St...	Description	L...	P...	Cl...	O...	P...	C...	S...	B...	U...	StdValuTxt1	U...	Activit...	Labor /h
0010		PP01100	0120	ZP08		Koeponnistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,400
0015		PP01115	0120	ZP01		Kokoonpanon osat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				
0016		PP01115	0120	ZP01		011-Varustelu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				
0020		PP01110	0120	ZP01		Kokoonpano 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,800
0030		PP01110	0120	ZP01		Kokoonpano 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,800
0040		PP01110	0120	ZP01		Kokoonpano 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				1,000
0050		PP01110	0120	ZP01		Kokoonpano 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				1,200
0055		PP01110	0120	ZP01		Kokoonpano 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				1,400
0060		PP01120	0120	ZP01		Koeajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC	0,600	H	105	0,600
0070		FFRC	0110	ZP13		NPSH testi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				
0080		FFRC	0110	ZP13		Pulssitesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				
0090		PP01130	0120	ZP01		Pesu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC	0,500	H	105	0,500
0100		PP01130	0120	ZP04		Maalaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC	0,500	H	105	0,500
0101		PP01130	0120	ZP01		Maalaus (pakkauksen yhteydessä)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC	0,500	H	105	0,500
0110		PP01021	0120	ZP04		Pakkaus 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,400
0120		PP01022	0120	ZP04		Pakkaus 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,600
0130		PP01023	0120	ZP04		Pakkaus 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,600
0140		PP01024	0120	ZP04		Pakkaus 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,600
0150		PP01025	0120	ZP04		Pakkaus 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				0,600
0160			0120				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				
0170			0120				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	PC				

JOT-VARASTOT

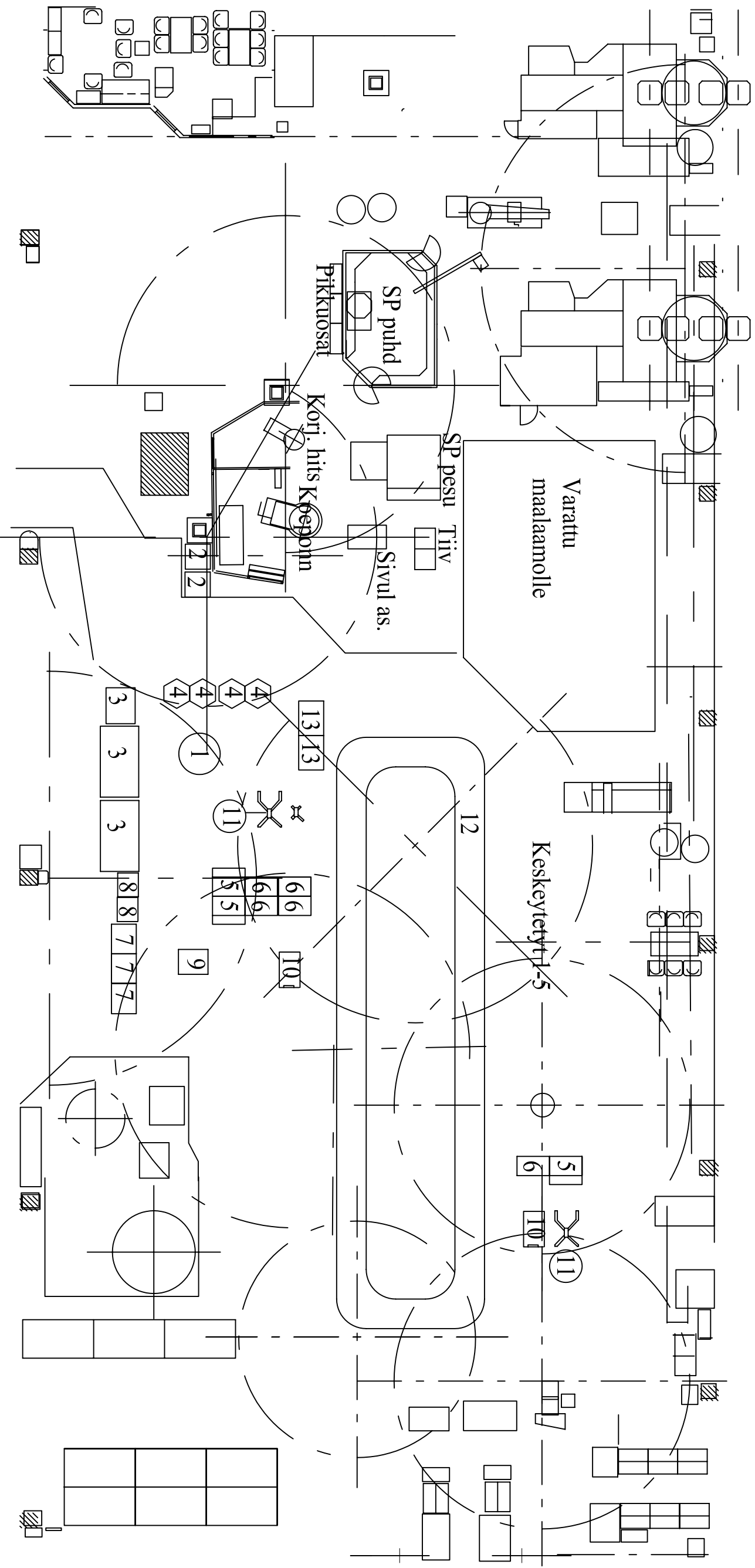
LIITE 3

- L = LAAKEROINTI
 K = VAHTYKSIKÖN KOKOONPANO
 J = PERUSTUSLEVYLLE ASENNUS
- L
 KA, KB, KC, KD, KH, KI01, KI04
 KJ, KI01, KI02, KP, KR, KS, KT, KV, KW
 JA, JB, JC, JD, JE, JF, JM, JK
- M = PAKKUS LÄHETYS MG
 MA, MB, ME, MF
 MC, MD
- A = AUTOMAATTIVARASTO
 A1 = ylivarasto
 A2 = alavarasto
- S = SAAPUVA TAVARA
 U = ULKOVARASTO
 WPP/WPT= WP-SETIT
- T = TYÖKALUVARASTO
 V = VARAOSAT VA



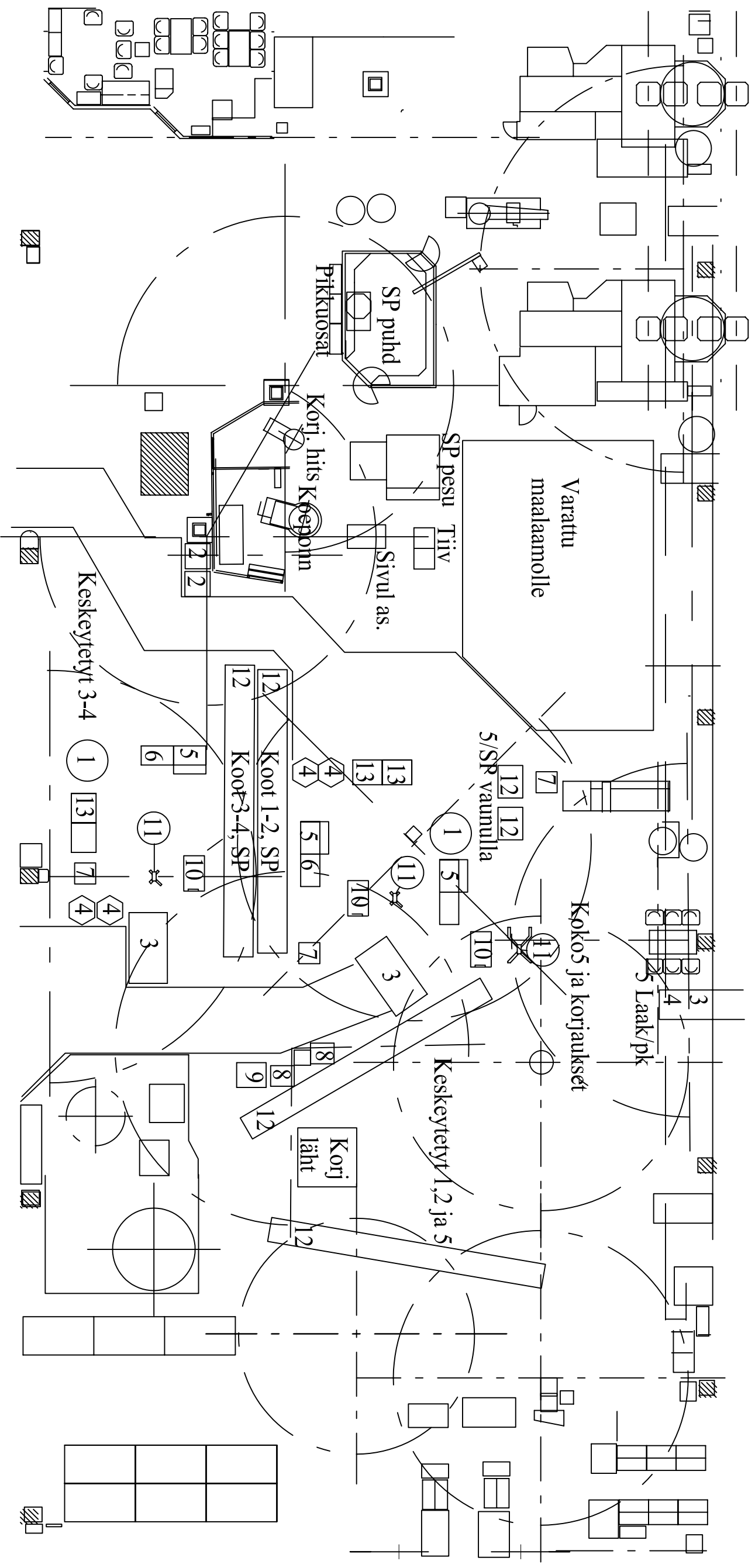
Sulzer Pumps Finland Oy		Piirustuskäytti: AutocAD	
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö ja mitakaava	
Koko tehdas		Layout	1:350
suunn.	MH	Piirustussuunnitelman numero	Muutos
		Päiväys	14.02.2006

tied: LAY
 muut: 11.3.2005rle
 22.6.-05 RLE 1 : 300 90551



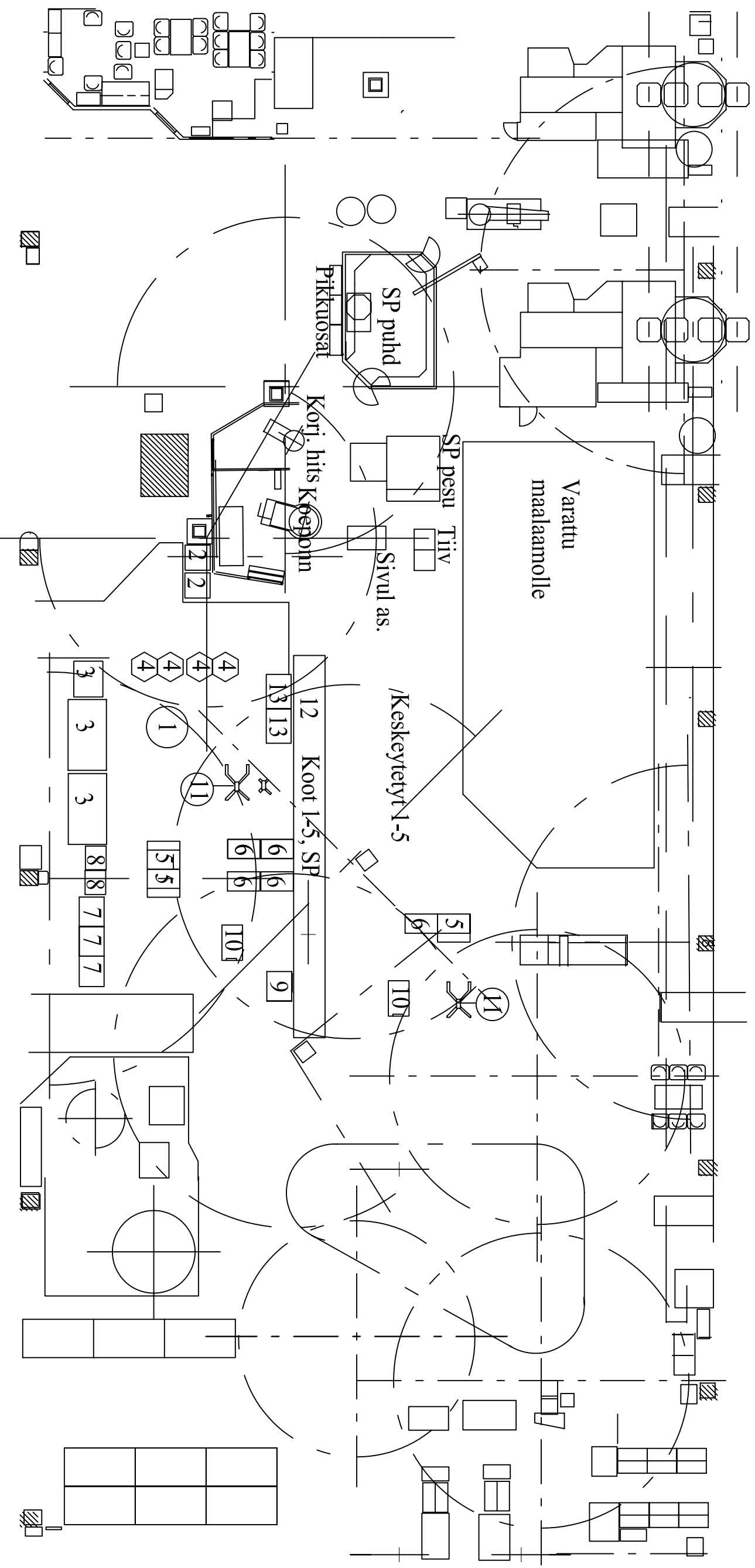
Järjestysnumero		Osaluettelo		Kohde
Määrä		Määrä		Thivisteline
1	1	1	1	Sivulevytelineet
2	2	2	2	Laakeroinnit
3	3	3	3	Pesäkammet
4	4	4	4	Työpöytä
5	3	3	3	Työkalle- ja pienosahylly
6	3	3	3	Tukijalkateline
7	3	3	3	Tasotivisteily
8	2	2	2	Kuittauspiste
9	1	1	1	Kääntöpöytä
10	2	2	2	Vaihtoyksikön kokoonpanopuikki
11	3	3	3	Painovoimalla toimiva kuljetin/Spiraalipesät
12	1	1	1	Juoksupyöräteline
13	2	2	2	

Sulzer Pumps Finland Oy		Piirustuslaji	AutocAD
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö ja mittakaava	Layout 1
Kokoonpanoalue		Mittakaava	1:150
Suunnittelija: Marta Hämylä marta.hamyla@me-ipu.fi		Piirustusnumero	1
suunn. MH		Päiväys	14.02.2006
		Muutos	



Järjestyksennumero	Osaluettelo	Määrä	Kohde
1		2	Tiivisteteline
2		2	Sivulleveytelimet
3		2	Laakeroinnit
4		4	Pesäinammet
5		3	Työpöytä
6		3	Työkätilä- ja pienosahtily
7		3	Tukijalkateline
8		2	Tasotrivistehyly
9		1	Kuittauspiste
10		3	Kääntöpyyri
11		3	Vahntoyskiskon kokoonpanopuikki
12		2	Painovoimalla toimiva kuljetin
13		4	Juoksuhyöriteline

Sulzer Pumps Finland Oy		Pitustuslaji AutoCAD	
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Pitustuksen sisältö ja mitatkaaava	
Kokoonpanoalue		Layout 2	
Suunnittelija: Marta Hämylä marta.haamy@me.tpu.fi		1:150	
suunn.	MH	Pitustusnumero	Muutos
		2	
Päiväys 14.02.2006			



Järjestysnumero	Osaluettelo	Määrä	Kohde
1		1	Tiivisteteline
2		2	Sivulveiytelmeet
3		3	Laakeroinnit
4		4	Pesätkannet
5		3	Työpöytä
6		3	Työkälu- ja pienosahyily
7		3	Tukijalkatelme
8		2	Tasoinvitehyily
9		1	Kuittauste
10		2	Kääntöpöytä
11		3	Vahtoyksikön kokoonpanopuuki
12		1	Painovoimalla toimiva kuljetin
13		2	Juoksupöytätelme

Sulzer Pumps Finland Oy		Piirustuslaji: AutoCAD
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustuksen sisältö ja mittakaava
Kokoonpanoalue		Layout 3
Suunnittelija: Marta Hämylä marta.hamy@me.fpu.fi		Piirustusnumero 3
suunn. MH		Muutos
14.02.2006		1:150

:

Puh. nro 041-5447746

e-mail: martta.hamyla@me.tpu.fi**Martta Hämylä**

Kohde: Mäntän pumpputehdas, kokoonpanolinja.

Viite: puh. kesk. Hämylä – Sirviö 2006-02-13

RULLAKULJETTIMET

Kiitämme kyselystänne ja tarjoamme teille rullakuljettimia seuraavasti.

Lähtötiedot:

Tuotteet ovat tasolevyllä kuljettimen päällä, missä niille tehdään tarvittavat siirrot ja työvaiheet. Kuljetusalusta on tasainen ja riittävän jäykkä, esim. fanerilevy. Tuotteiden paino levyllä on alle 200kg ja muodostaa tasaisen kuorman. Levyn koko n. 850mmx850mm.

Pos.1	1kpl, vapaa rullarata	
	-pituus	15m (5x3m=15m)
	-runkoleveys	1073mm
	-teräsrullat Ø	50x2mm
	-rullajako	75mm
	-runkopalkit valmistettu	3mm:n sinkitystä teräslevystä
Pos.2	11kpl tukijalkayksiköitä	
	-tukijalat 1,5m:n jaolla	
	-kuljettimen korkeus	750mm, säätö +- 50mm

Hinta 6420eur alv.0%

Toimitusaika Sovitaan tilattaessa

Toimitusehto Vap. var. Plusconilla pakkauksetta

Maksuehto 30% tilattaessa verollisesta kauppasummasta

70% kun laitteet ovat toimitusvalmiit tehtaallamme

14pv netto, viivästyskorko 11% . Muilta osin noudatamme TKL96 ehtoja.

Toivomme tarjouksemme vastaavan vaatimuksianne ja johtavan tilaukseenne.

YSTÄVÄLLISIN TERVEISIN

PLUSCON OY / Lauri Sirviö

