

**TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN TOIMIALA**

**Kone- ja tuotantotekniikka**

**tuotantotekniikka**

**INSINÖÖRITYÖ**

**Induktiokoneiden roottorinvalmistuksen tuotantolayoutin ja materiaalikäsittelyn  
suunnittelu kapasiteetin kasvattamiseksi**

**Työn tekijä: Pekka Virtanen  
Työn valvoja: Martti Linnoaro  
Työn ohjaaja: Antti Taskinen**

**Työ hyväksytty: \_\_. \_\_. 2007**

**Martti Linnoaro  
lehtori**



## ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin ABB Oy Helsingin Pitäjänmäen yksikölle. Haluan kiittää projektissa mukana olleita ohjaajaani DI Antti Taskista sekä valvojaa lehtori Martti Linnoaroa. Tämä työ eteni mukavasti ja kivisesti, mikä aiheutui omasta työpanoksestani. Haluaisinkin erityisesti kiittää avopuolisoani Anne Jallia, joka ansiokkaasti motivoi minua jatkamaan. Kiitokset kuuluvat myös DI Teemu Antolalle ja HX:n roottorivalmistuksen työporukalle. Kiitos myös luokkatovereilleni ideoista ja näkemyksistä.

Helsingissä 17.4.2007

Pekka Virtanen

## INSINÖÖRITYÖN TIIVISTELMÄ

Tekijä: Pekka Virtanen	
Työn nimi: Induktiokoneiden roottorinvalmistuksen tuotantolayoutin ja materiaalikäsittelyn suunnittelu kapasiteetin kasvattamiseksi	
Päivämäärä: 17.4.2007	Sivumäärä: 27 + 7 liitettä
Koulutusohjelma: Kone- ja Tuotantotekniikka Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotekniikka	
Työn valvoja: Lehtori Martti Linnoaro  Työn ohjaaja: DI Tuotannonkehitysinsinööri Antti Taskinen ABB Oy	
<p>Tämä insinöörityö on tehty ABB OY:n Pitäjänmäen tehtaalle ja käsittelee HX-roottorinvalmistuksen uuden layoutin suunnittelua.</p> <p>Työssä tarkastellaan läpimenoajan lyhentämistä ja kapasiteetin nostoa sekä varastointia ja materiaalivirtauksia. Työn pääpaino on kuitenkin uuden tuotanto-layoutin suunnittelussa.</p> <p>Suunnittelu aloitettiin projektin tunnusluvuista. Lisäksi ratkaisuihin keskusteltiin osaston työntekijöiden kanssa. Työn tuloksena syntyi kolme layout-vaihtoehtoa.</p> <p>Layout-suunnitelmassa keskeneräinen tuotanto pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi ja karsimaan takaisinpäin suuntautuvaa työskentelyä. Just-in-time-periaatteen mukainen ohjaus parantaa osastolla tarvittavien materiaalien hallintaa. Lisäksi tavaroiden setittäminen vähentää hyllytilan tarvetta ja helpottaa siisteyden ylläpitoa. Asetettuihin tavoitteisiin pääseminen edellyttää uusia konehankintoja.</p>	
Avainsanat: Kapasiteetinnosto, läpimenoaika, layout-suunnittelu, KET ja JIT.	

## ABSTRACT

Name: Pekka Virtanen

Title: Design for Production Layout and Material Process in Manufacture of Induction Machine Rotors to Increase Output Capacity

Date: 17 April 2007

Number of pages: 27 + 7

Department: Machine and Production Engineering  
Study Programme: Production Technic

Instructor: Martti Linnoaro, Senior Lecturer

Supervisor: Antti Taskinen, M. Sc., Development Engineer

The purpose of this final year project was to plan a new layout for the manufacture of an HX rotor machine. The main objective was to decrease throughput times and increase the output capacity. This study was carried out for ABB in Pitäjänmäki.

To achieve these objectives, the material flow and material storage had to be studied carefully. In addition, the study is based on the key figures of the process. The key figures allowed starting the planning work and interacting with the employees in order to find out their opinions about what should be done.

The layout plan followed a Work-in-Progress arrangement aiming at eliminating backward work. The manufacturing control is based on JIT. Arranging material into sets is important in order to better control the storage. Less space is needed on the shelves and it is easier to keep the manufacturing area tidy.

This study showed that in order to achieve the set figures it would be important to acquire new machines and change working habits.

Keywords: Output lift, JIT, WIP, Layout plan and material sets

# SISÄLLYS

## ALKULAUSE

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
1.1	ABB:n nykytilanne	2
1.2	Työn tavoitteet	3
1.3	Aineiston kerääminen	3
<b>2</b>	<b>ROOTTORIN VALMISTAMINEN</b>	<b>4</b>
2.1	Roottoripaketin ladonta ja puristus	4
2.2	Roottoripaketin uunitus ja krymppaus	5
2.3	Roottorin tangotus ja tuukkaus	6
2.4	Roottorin sorvaus ja kovajuotos	7
2.5	Roottorin tasapainotus	7
2.6	Roottorin valmistuksen erikoistyövaiheet	7
<b>3</b>	<b>VARASTON HALLINTA</b>	<b>8</b>
3.1	Materiaalin varastointitarve	8
3.2	Varastoinnin edut	9
3.3	Osien setitys	10
<b>4</b>	<b>TUOTANNON UUSI LAYOUT JA SEN TARKOITUS</b>	<b>11</b>
4.1	Yleistä	11
4.2	Karkeasuunnittelu	12
4.3	Hienosuunnittelu	13
4.4	Solun periaate	14
4.5	Uuden layoutin solut	15
4.6	Kapasiteetin nosto	16
4.7	Läpimenoajan lyhentäminen	17
4.8	Just-In-Time	18

4.9	Uusien koneiden merkitys	19
5	MATERIAALINVIRTAUS	20
5.1	Virtaus suunnat	20
6	ONGELMANRATKAISU	21
6.1	Tuotannon kehittäminen	21
6.2	Laadun parantaminen	22
7	LASKELMAT	23
7.1	Littlen laki	23
7.2	Kapasiteetti	23
8	TAULUKOT JA KUSTANNUKSET	24
8.1	Kuvaus	24
8.2	Kustannukset	25
9	LAYOUTIEN PLUSSAT JA MIINUKSET	26
9.1	Layout 1	26
9.2	Layout 2	26
9.3	Layout 3	26
10	YHTEENVETO	27
	VIITELUETTELO	28

LIITTEET:	Liite 1: Vuokaavio
	Liite 2: Layout1
	Liite 3: Layout 2
	Liite 4 : Layout 3
	Liite 5: Uudet solut
	Liite 6: Tunnusluvut
	Liite 7: Roottoreiden KET

## 1 JOHDANTO

Tämä työ käsittelee uuden roottorivalmistuksen tuotantotilan layoutsuunnittelua ABB Oy:n Pitäjänmäen tehtaalle HX-roottorivalmistukseen. Työn on tarkoitus saattaa valmiiksi heinäkuun aikana. Työn keskeisiä aiheita ovat KETin mukainen layout-suunnittelu ja läpimenoajan lyhentäminen. Työ keskittyy roottorivalmistukseen ja antaa kuvan, miten roottoreita periaatteessa tehdään. Työni tarkoituksena on kartoittaa eri layoutien käyttömahdollisuutta.

Työtä varten laadittiin kolme layout-vaihtoehtoa. Erilaiset layout-vaihtoehdot löytyvät liitteistä 2, 3 ja 4. Kun tarkastelee näitä eri layouteja tarkemmin, huomaa että koneiden järkevä sijoittelu on vaihteluineen hyvin vähäinen. Koska tuotantolinjasta halutaan eteenpäin virtaava, on erilaisten variaatioiden tekeminen mahdotonta. Tämän osaston uuden layoutin tulisi palvella siellä työskenteleviä.

## 1.1 ABB:n nykytilanne

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. ABB:n palveluksessa on 108 000 henkilöä noin 100 maasta. Itse olen työskennellyt ABB:n Pitäjänmäen tehtaalla moduulipuolen roottorinvalmistuksessa sekä loppukokoonpanossa noin 2 vuotta. ABB on haastavan tilanteen edessä, koska tuotannossa tehdään merkittäviä uudistuksia. Joitakin uudistuksia ovat Viron tehtaalle siirrettävä WTG-linja, jonka tyhjentyneelle alueelle siirretään HX-roottorinvalmistus. Muitakin uudistuksia tapahtuu, mikä antaa mahdollisuuden tehdä uusia organisaatiomuutoksia Pitäjänmäen tehtaalla.

ABB on mielenkiintoisen tilanteen edessä, koska tilauksia tulee lisää, mutta samalla toimitukset ovat myöhässä. Toimitusvarmuuden parantamiseksi on ABB:llä aloitettu useita eri projekteja, joista tämä, layout-suunnitelma on yksi.



## 1.2 Työn tavoitteet

Työni tarkoituksena on mahdollistaa läpimenoajan lyhentyminen sekä kapasiteetin nosto. Ongelmaksi on muodostunut kasvava myöhästymä, joka pakottaa muutoksiin tuotannonjärjestelyissä. Suunnittelulla ja ideoilla pyritään vaikuttamaan siihen, että ongelman ratkaisu olisi mahdollisimman helppo ja yksinkertainen. Suurimmaksi ongelmaksi on tullut tarve kasvattaa osaston kapasiteettia, ja tästä seurauksena on uusien koneiden investointi ja tuotannon uudelleen järjestely. Ongelman ratkaisuksi pyritään kehittämään toimivampia koneita ja jos mahdollista parantamaan nykyisiä työvaiheita nopeammiksi.

Tarkastellessa työn etenemistä pitää huomioida, että tilan vapautuminen ei tapahdu kerralla, vaan nykyinen WTG-linjan koekenttä vapautuu vasta vuodenvaihteessa. Tästä järjestelystä johtuen on tärkeää miettiä koneiden sijoittelu ja keskustella kokoonpanon kanssa mahdollisuudesta, siirtää tasapainotuskone vasta viimeisessä vaiheessa.

## 1.3 Aineiston kerääminen

Aloitin aineiston keräämisen tutkimalla aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Läpimenoaikojen määrittely sekä myöhästymätiedot löytyivät ABBn KET-mittarista. Hyviä neuvoja ja asiansa osaavia kommentteja tuli myös HX-roottorinvalmistuksesta. Työntekijöiden tietämys on ollut suuri apu työtä tehdessä. Työhön ovat osaltaan vaikuttaneet oma tieto ja taito, joita on karttunut niiden vuosien varrella, jotka olen työskennellyt ABBllä. Koska kyseisestä osastosta pitää tulla mahdollisimman tehokas, niin työntekijöiden ideat ovat tärkeitä.

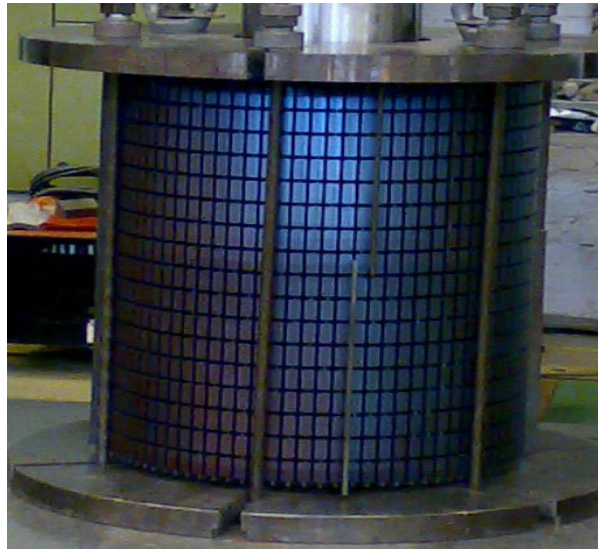
## 2 ROOTTORIN VALMISTAMINEN

Seuraavassa on esitetty esimerkki roottorin valmistuksesta.

### 2.1 Roottoripaketin ladonta ja puristus

Roottorin valmistaminen aloitetaan valitsemalla työkortti, josta roottorin tiedot löytyvät. Työkortista tarkastetaan tarvittavan tuurnan koko ja päätylevyjen valinta. Tuurna nostetaan ladontapaikalle ja päätylevy nostetaan tuurnalle. Seuraavaksi laitetaan työnumeron mukainen puristusrengas sekä sormilevy. Kun sormilevy ja puristusrengas on saatu kohdistettua samoin kuin roottorin pellit ja ilmasolalevyt, niin latominen voidaan aloittaa.

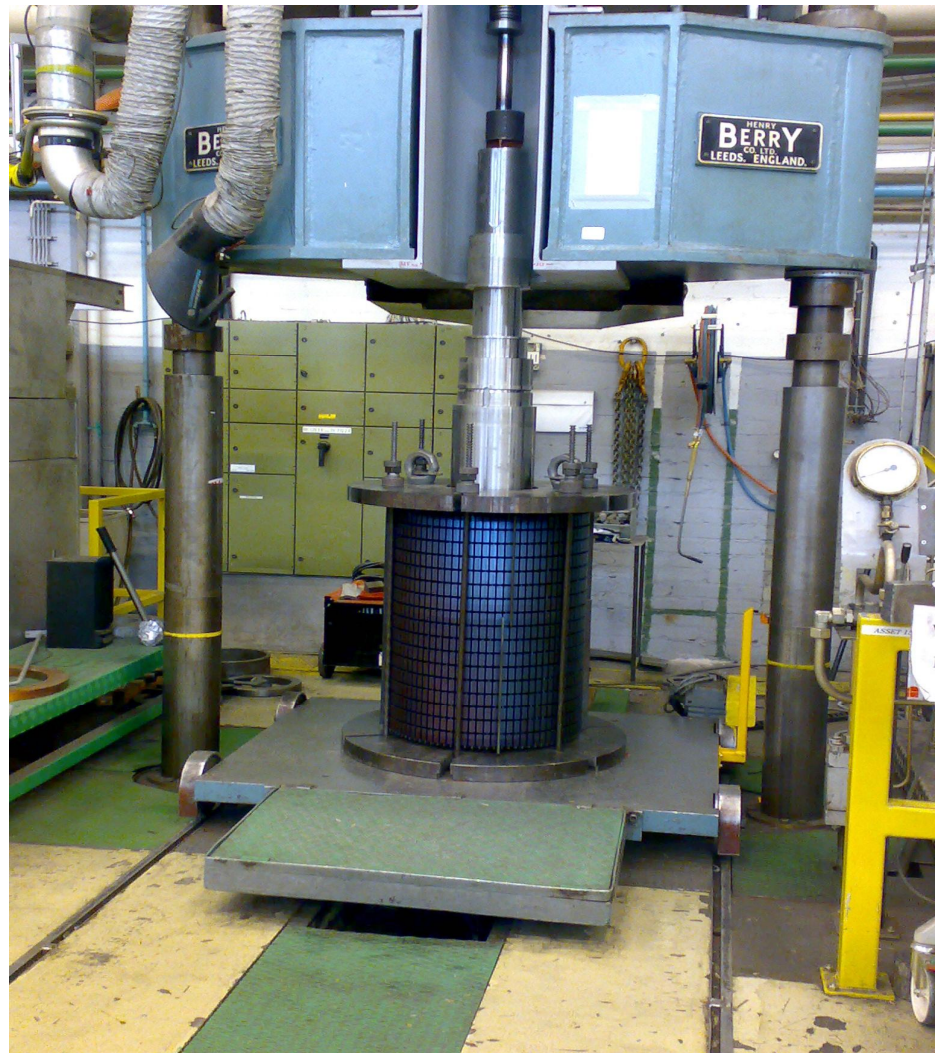
Tämä osio koskee vain AMA-roottoreita, joita ruvetaan valmistamaan HX-osastolla. Roottorilevyistä, jotka ovat 0,5 mm paksuja, muodostetaan 41,5 mm paksu nippu joka nostetaan tuurnalle. Jokaisen nipun jälkeen tulee ilmasolalevy. Ladonta etenee näin niin pitkään, että saadaan ladottua työkortin osoittama määrä peltinippuja sekä ilmasolapeltejä. Seuraavaksi nostetaan 5 mm paksu sormilevy paikoilleen, sitten puristusrengas ja aivan päällimmäiseksi päällilevy. Kun tämä on saatu tehtyä, niin ladottu tuurna nostetaan hydraulipuristimen alle, missä peltiniput puristetaan kasaan ja mitataan paketin mitta. Jos tässä vaiheessa on liikaa tai liian vähän peltiä, tehdään tarvittavat muutokset ja puristetaan paketti uudestaan kasaan ja mitataan. Kun paketti on oikean mittainen, paketti pidetään edelleen puristuksissa ja asennetaan lukitusruuvit paikoilleen ja kiristetään. Kun paketti on lukittu, se voidaan ottaa pois puristimesta. (Kuva 1.)



*Kuva 1. Puristettu roottoripaketti*

## **2.2 Roottoripaketin uunitus ja krymppaus**

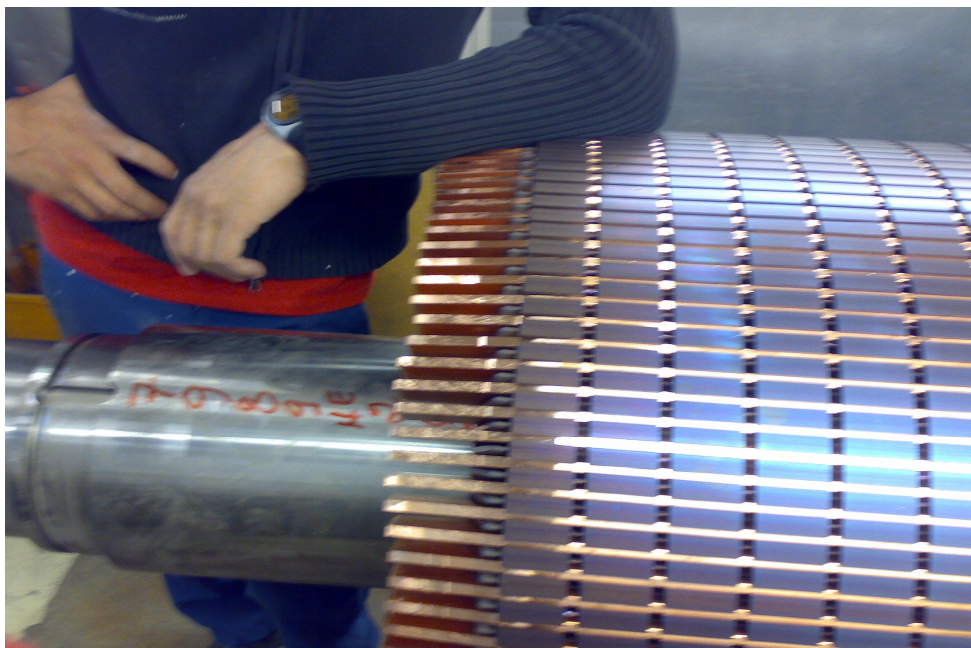
Roottoripaketti nostetaan pois tuurnalta ja laitetaan uuniin, missä sen annetaan lämmetä 300°C:n lämpötilassa. Kun roottoripaketti on vähintään 250-asteinen, se nostetaan pois uunista ja laitetaan hydraulipuristimen eteen, missä siihen krympataan (kuva 2.) työnumeron osoittama akseli paikoilleen. Kun akseli on laskettu roottoripaketin keskiöön, se laitetaan puristimen alle, missä sitä painetaan akselin päästä 1,5 h noin 30 tonnin voimalla. Roottori poistetaan puristuksista ja annetaan jäähtyä seuraavaa työvaihetta varten. Kun roottori on jäähtynyt, siitä poistetaan lukitusruuvit sekä päätylevyt.



*Kuva 2. Krympatyn rottorin puristusvaihe*

### **2.3 Roottorin tangotus ja tuukkaus**

Roottori kaadetaan tämän jälkeen maahan ja nostetaan tangotustyöpisteesseen, missä rottoriin asennetaan työkortin mukaiset tangot. Kun tangot on asennettu, ne laitetaan päistä tasoihin ja lukitaan paineilmavasaralla, tangon ja rottorin juuresta. Kun tankojen päädyt on lukittu, ne lukitaan vielä keskeltä. Lukituksen jälkeen rottori nostetaan tuukkauskoneelle, missä siitä tuukataan tangot pituussuunnassa. (Ks. kuva 3.)



*Kuva 3. Tangotus, päitä ei vielä ole tasattu*

#### **2.4 Roottorin sorvaus ja kovajuotos**

Seuraavaksi roottori nostetaan sorviin, missä siitä sorvataan tankojen päät oikean mittaiseksi ja malliseksi. Kun sorvaus on suoritettu, niin roottori nostetaan kovajuotospaikalle, missä siihen juotetaan molempiin päihin oikosulkurenkaat. Juottamisen jälkeen roottorin annetaan jäähtyä ennen seuraavaa työvaihetta. Kun roottori on jäähtynyt tarpeeksi, se nostetaan sorville, missä siitä koneistetaan roottoripaketti sekä oikosulkurenkaat.

#### **2.5 Roottorin tasapainotus**

Kun koneistus on valmis, roottori siirretään tasapainotuskoneelle. Tasapainotuskoneella roottori painotetaan tasapainoon. Jos työkortti määrää, niin roottori tasapainotetaan tuulettimien kanssa. Tasapainotuksen jälkeen roottori on valmis siirrettäväksi kokoonpanoon.

#### **2.6 Roottorin valmistuksen erikoistyövaiheet**

Roottoria valmistettaessa tulee vielä lisäksi huomioida vielä, onko roottori hartsattava ja onko siinä hiottavia pintoja akselilla. Kaikki nämä lisäävät roottorin läpimenoaikaa.

### 3 VARASTON HALLINTA

#### 3.1 Materiaalin varastointitarve

Varastoinnin yleisenä tehtävänä on vaihteluiden tasoittaminen raaka-ainetoimitusten, valmistuksen, jakelun ja kulutuksen välillä. Toisin sanoen se toimii materiaalivirtauksen puskurina. /1, s. 239./

Roottorivalmistuksessa materiaalin varastointi tarve pitää laskea sen mukaan, että komponenttien puskurit kattaa viikon tarpeen kerrallaan. Materiaalien varastoinnin pääperiaate on, että ne seuraavat työnumerokohtaisesti tarvittavia materiaaleja. Materiaalien täydentäminen ja seuraaminen pitäisi olla mahdollisimman yksinkertaista. Materiaalit joita osastolle pitää pystyä varastoimaan ovat kupari- ja alumiinitangot, oikosulkurenkaat, tasapainokiekkot sekä pääty- ja sormilevyt.

Suunta on yleisesti pienempiin eräkokoihin, mihin syynä on mm. asiakasmyötäisyys- ja joustavuusvaatimusten lisääntyminen, automaation lisääntyminen, asetus- ja käsittelyaikojen lyhentyminen sekä pyrkimys mahdollisimman pieniin varastoihin ja keskeneräiseen tuotantoon sidotun pääoman pienentämiseen. /2, s. 22./

### 3.2 Varastoinnin edut

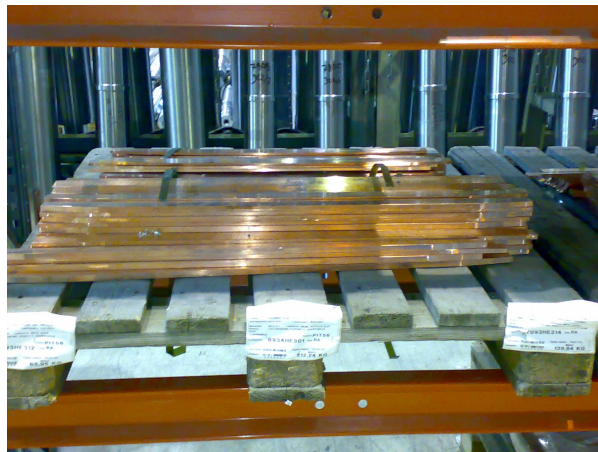
Materiaalin helpolla varastoinnilla pystytään hallitsemaan ja seuraamaan materiaalin ja varaston kulutusta. Hyvällä varastoinnilla saadaan osastolle paremmin tilaa ja järjestyksen ylläpitäminen on helpompaa. Hyvän varastoinnin edellytyksenä on riittävä hyllyjen ja kaappien määrä. Kun käytetään kaappeja työkaluille ja muulle tavaralle, saadaan pidettyä yleinen siisteys yllä osastolla. Koska toimivalla materiaalinvarastoinnilla pyritään lyhentämään läpäisyaikaa, on tarpeellinen hyllytila osastolla tarpeen. Kun materiaali saapuu osastolle oikeaan aikaan, valmistamisen eteneminen on joustavaa ja mutkatonta.



Kuva 4. Hyvin organisoitu varastohylly

### 3.3 Osien setitys

Varastotilan minimaalisella käytöllä on tarkoitus mahdollistaa tuotannolle mahdollisimman laaja lattiapinta-ala. Tämän tarkoituksen saavuttamiseksi on varastomateriaali setitettävä. Samaan settilavaan tulisi aina työnumerokoh-  
taisesti osat, kuten tangot ja oikosulkurenkaat. Setityksellä saavutetaan va-  
raston parempi hallinta ja osien oikea-aikainen saatavuus paranee, koska  
osat tulevat yhtä aikaa osastolle. Nykyisin tilanne on sellainen, että alihank-  
kija, joka toimittaa kuparitangot, toimittaa samalla lavalla useita eri työnume-  
roita. Koska tangot saapuvat näin, se hankaloittaa entisestään varaston hal-  
lintaa. Koska tarkoituksena on pyrkiä välttämään turhaa KETiä, osien oikea-  
aikainen saapuminen varastoon on elinehto. Tähän pyrkimykseen päästäk-  
semme pitää materiaalitoimittajat aktivoida toimittamaan tavarat oikeaan  
aikaan.



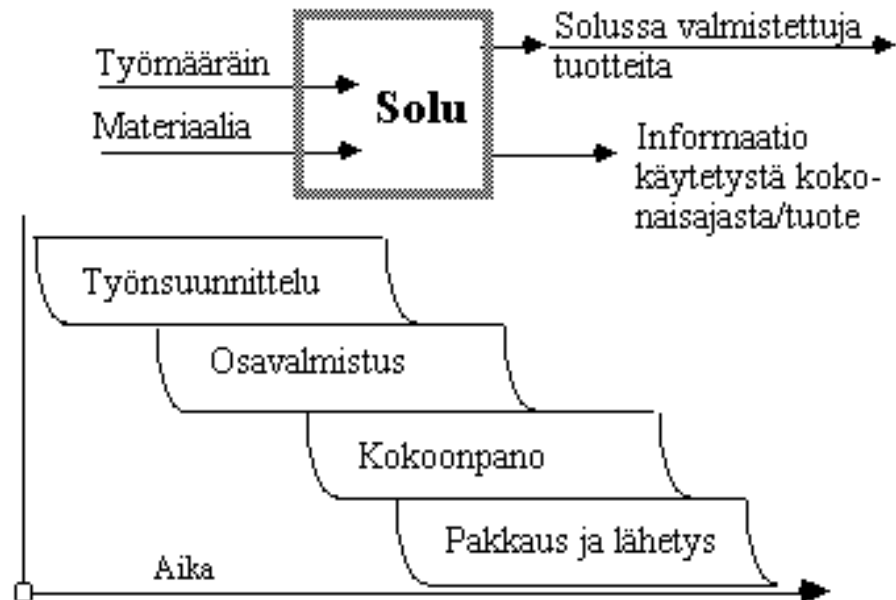
Kuva 5. Erilliset kuparitangot ja oikosulkurenkaat



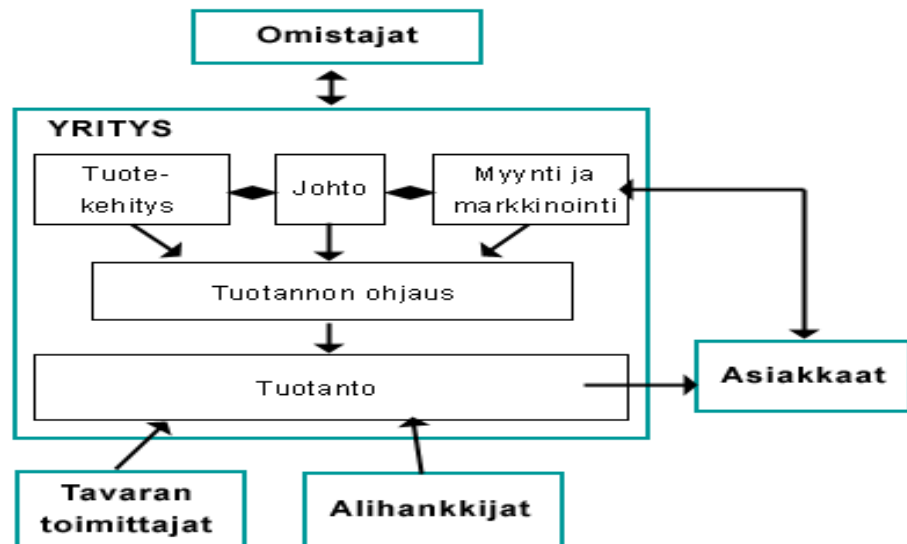
## 4 TUOTANNON UUSI LAYOUT JA SEN TARKOITUS

### 4.1 Yleistä

Suomen konepajoissa tuotantokaluston vallitsevana sijoitteluperiaatteena on funktionaalinen eli toiminnallinen järjestely. Se perustuu osastojakoon, joka merkitsee samantyyppisten toimintojen sijoittamista samalle alueelle. Valmistus tuotantolinjassa johtaa lyhyeen läpimenoon ja pieneen KETiin, mutta sen käyttö kannattavasti edellyttää suuria valmistuseriä. Solujärjestelmällä läpimenoajat saadaan lyhyiksi. Tästä seuraa pieni KET ja paremmat mahdollisuudet toimia asiakastilausten mukaan. /3, s.7-10./ (Kuva 6 ja 7.)



Kuva 6. Solun toimintaperiaate



Kuva 7. Funktionaalinen tuotannonohjaus

## 4.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelun tasolla tapahtuu pääpiirteissään se suunnittelu, jonka tuloksena on asetettujen tavoitteiden mahdollisimman hyvä toteuttaminen koko yrityksen kannalta. Karkeasuunnittelua voisi kutsua myös toiminnan suunnitteluksi, joka lähtee jo olemassa olevista tavoitteista, tilauskannasta ja resursseista ja määrittelee eri osastojen ja funktioiden osatavoitteet. Karkeasuunnittelun on otettava huomioon kaikki yrityksen toimitukset ja projektit, jotka on otettu tuotanto-ohjelmaan. /4, s. 142–143./

Tämän työn karkeasuunnittelu alkoi projektin ja suunnittelukohteen määrittämisestä. Tunnuslukujen mukaan alettiin suunnitella uutta layoutia, jonka sijoituspaikka oli jo tiedossa. Ensin tehtiin muutama karkea suunnitelma omasta näkemyksestä ja esitettiin ne työnohjaajalle, jonka kanssa se käytiin läpi ja tehtiin parannuksia. (Liite 2.)

### 4.3 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelun tavoite tuotannosuunnittelussa on täydentää ja tarkentaa karkeasuunnittelun avulla tehtyä toimintasuunnitelmaa, valvoa tehtyjen suunnitelmien toteutumista ja kerätä perustietoja toiminnan suunnittelun pohjaksi /4, s. 146./.

Hienosuunnittelulla sijoitetaan koneet layoutissa oikeille pakoille ja suunnitellaan sähköistys ja muut tarvittavat toimenpiteet. Koska hienosuunnittelu on viimeistelyä, niin karkeasuunnittelun hyvällä suunnittelulla voidaan poistaa turhat työvaiheet suunnittelussa. Kun karkeasuunnittelu oli saatu tehtyä, ruvettiin hiomaan layoutia ja mittaamaan koneiden tarkempia paikkoja. (Ks. liitteet 2, 3 ja 4.)

#### 4.4 Solun periaate

Solu on organisatorisesti oma yksikkönsä, joka toimii mahdollisimman itsenäisesti. Solun työntekijät muodostavat työryhmän ja solu toteuttaa mahdollisimman suuren kokonaisuuden valmistettavan tuotteen tai sen osan työvaiheista. Solulla on oma tuotantokalusto. Solulla on materiaalin vastaanottamiseksi yksi piste ja samoin tuotannon luovuttamiseksi. Lisäksi soluun tulee informaatiota tavoitteista ja luovutetun työn tuloksista. Ns. virtaustyyppinen solu muistuttaa tuotantolinjaa. Siinä valmistettavien osaperheiden työnvaihejärjestys on melkein sama. Virtaustyyppinen valmistus on sitä helpompi järjestettävissä, mitä vähemmän eri osaperheitä solu valmistaa. Koska läpimenoaika on tässä hyvin lyhyt, välivarastoja syntyy vähän ja tuotannonohjaus on helppoa, tulisi aina pyrkiä rakentamaan solut virtaustyyppisiksi.

Solu on tuotannon kannalta yksi ohjauspiste. Tästä johtuen tulee tuotannonohjaus yksinkertaisemmaksi ja helpommaksi. Solujärjestelmään siirtymisen edellyttää ainakin solujen osalta vanhasta ohjaussystematiikasta luopumista. Tärkeäksi muodostuvat ohjaus soluihin ja eri solujen välillä sekä eri solujen ja oston koordinointi siten, että kokoonpanosolut saavat tarvitsemansa osat oikeaan aikaan. Koska solun läpimenoaika on lyhyt vastaavan funktionaalisen toteutuksen läpimenoaika, on oston, tuotannonsuunnittelun ja työnsuunnittelun tiedostettava tämä ja toimittava sen mukaisesti. Solu tarvitsee materiaalit ajallaan ja ostosta, alihankkijalta ja eri puolilta omasta valmistuksesta tulevien komponenttien on oltava määräaikana käytettävissä, jotta solu voisi toimia itselleen ominaisella tehokkuudella. Solujen rakentamisen seurauksena kuljetusten määrä vähenee oleellisesti. Jäljelle jäävät kuljetukset voidaan antaa solujen vastuulle. Siten esimerkiksi osavalmistussolu kuljettaa valmistamansa tuotteet suoraan kokoonpanosoluille. /2, s. 7 - 10, 27, 30 – 31./

#### 4.5 Uuden layoutin solut

Uusi osasto on jaettu selkeästi kuuteen omaan soluun. Ensimmäisenä soluna toimisi ladonnasta roottorin krymppaukseen. Toisen solun muodostaa tangotus ja tuukkaus. Kärkisorvit muodostavat kolmannen solun. Alumiinihitsaus toimisi omana soluna, sekä kovajuotos olisi oma itsenäinen solu. Viimeisen solun muodostaisi tasapainotuskone. Solujen välinen kuljetus pitäisi saada karsittua mahdollisimman vähäiseksi. Ylimääräisillä nostoilla ja kuljetuksilla pidennetään läpäisyäikää. Koska solujen välisiä siirtoja tarvitaan, on yhdeksi vaihtoehdoksi tullut niin sanottujen rullaratojen päällä tapahtuvat siirrot. Rullaratojen ansiosta osaston layoutista tulisi mahdollisimman funktionaalinen ja takaisinpäin valmistaminen ei olisi mahdollista. Solujen välinen toiminta on saatava mahdollisimman joustavaksi, jotta työvaiheiden eteneminen olisi mahdollisimman suoraviivaista eikä KETiä syntyisi. (Ks. liite 5.)

#### 4.6 Kapasiteetin nosto

Tuotantolaitoksen kapasiteetilla tarkoitetaan sen määrällistä tuotantokykyä tietynä aikana. Kapasiteetti olisi käytettävä hyväksi mahdollisimman tarkoituksenmukaisesti. Tähän tarkoituksenmukaiseen käyttöön vaikuttaa kaksi osittain ristiriitaista tavoitetta. Ensinnäkin kapasiteetti olisi käytettävä mahdollisimman taloudellisesti. Taloudellisuus saadaan hyväksi silloin, kun kapasiteetin kuormitusaste on korkea ja tasainen. Toisaalta kapasiteetin käytön olisi oltava sellainen, että saataisiin aikaan mahdollisimman kannattava myynti. Se edellyttää ensinnäkin myyntimahdollisuuksien kannalta riittävää tuotantoa ja toiseksi kilpailukykyisiä toimitusaikoja ja riittävää toimitusten joustavuutta. /2, s.93./

Kapasiteetin noston keskeisenä ratkaisuna on uusien koneiden hankinta ja niiden sijoittaminen uuteen layout-suunnitelmaan. Kapasiteetin nostolla pyritään lisäämään tuotannossa valmistettavien roottorien kappalemäärää. Tuleva tämänhetkinen tavoite kappalemäärällisesti on 12 roottoria päivässä. Kun kapasiteetti on pystytty hyödyntämään maksimaalisesti, se palvelee tuotantoa parhaiten. Kun kapasiteetti on korkea, läpimenoajat ovat lyhyitä. Kapasiteetti on melkein aina rajoitettu. Ellei näin olisi, voitaisiin kaikki tilaukset panna työn alle välittömästi eikä suunnittelua tai kuormitusta tarvittaisi. (Ks. liite 6.)

#### 4.7 Lämpimenoajan lyhentäminen

Lyhyt läpäisy aika on seurausta hyvin toimivasta, joustavasta ja tehokkaasta tuotantojärjestelmästä. Läpäisy aikaa ei yksinkertaisesti saa lyhyeksi toimimalla huonosti. Lyhyt läpäisy aika antaa mahdollisuuden lyhyisiin toimitusaikoihin. Tämä merkitsee sitä, että töitä on vähemmän yhtä aikaa tekeillä ja hoidettavana, työn järjestely on helpompaa ja keskeneräiseen tuotantoon sitoutuva pääoma on pienempi. Keskeneräinen työn määrä on suoraan verrannollinen läpäisy aikaan. /4, s.55./

Tämänhetkinen läpäisy aika roottorin valmistuksessa on 7,3 päivää, ja tarkoitus olisi saada se lyhennettyä 4 päivään. Lämpimenoajan lyhentämisellä pyritään tuotannon volyymin kasvattamiseen. Toimitusvarmuus HX-roottorin valmistuksessa on tällä hetkellä 17,4%. Toimitusvarmuuden parantamiseksi on läpimeno aika saatava pienemmäksi, jotta kokoonpanoon saadaan enemmän roottoreita. Tämänhetkisen pullonkaulan tuotannossa muodostavat kärkisorvi sekä kovajuotos ja krymppaus. Kärkisorvin pitkäkestoisen työvaiheen muodostaa akselin laakeripintojen ja nevadapinnan hiominen timanttilaikalla. Tämä työvaihe vaatii tarkkuutta, ja siksi se on hidasta. Kovajuotoksen ja krymppauksen pidemmän ajan muodostaa roottorin jäähtymisaika. Läpäisy ajan lyhentämisessä on tärkeässä asemassa tuotannon ohjaus, ts. aloitettavien töiden järjestyksen ja ajankohdan suunnittelu.

Lämpimenoajan lyhentäminen onnistuu kun suunnitellaan eteenpäin virtaava tuotantolinja, jossa materiaalivirtaus on suoraviivaista eikä tee turhia takaisinpäinsiirtoja. Tämän saavuttamiseksi on ehdotettu että käytettäisiin rullaratoja. Rullaradoilla saadaan roottoreiden liike tuotannossa etenemään työpisteeltä toiselle ilman takaisinpäin suuntautuvia liikkeitä.

#### 4.8 Just-In-Time

Tämäntyyppisessä valmistuksessa pyritään välivarastot, materiaalipuskuri-varastot ja työn alla oleva työ mitoittamaan usein siten, että systeemin häiriöt ja epätasapaino voitaisiin tasoittaa. Jotta "just-in-time"-valmistus olisi mahdollista, pitää kunkin valmistusvaiheen pyrkiä pääsemään tilanteeseen, jossa voidaan valmistaa ainoastaan yhtä osaa, kuljettaa yhtä osaa kerrallaan ja pitää ainoastaan yhtä osaa puskurina sekä vaiheen sisällä, että valmistusvaiheiden välillä. JIT-valmistuksen voidaan sanoa sisältävän sen, että pyritään valmistamaan ainoastaan niin paljon kuin voidaan myydä tasapainottamalla toisaalta kysynnän muutoksia ja toisaalta pyrkimystä niin vähäisiin valmistuksen heilahteluihin kuin mahdollista. /7, s. 15 – 16./

JITin eli Just-In-Timen todellinen perusta on läpäisy aika. JIT kehitettiin Japanissa. Se on kaikista tuotantotekniikan suuntauksista elinvoimainen ja pitää sisällään kaiken olennaisen. JIT-ajattelussa halutaan minimoida varastoja ja sen mukaan tuotteet valmistetaan siten, että toimituspäivästä aletaan laskemaan taaksepäin, koska valmistuksen pitäisi alkaa, jotta tuote on valmiina toimituspäivänä. /6, s. 32./

Soveltaminen uuteen tuotantotilaan tapahtuu siten, että pyritään karsimaan turhat siirrot ja tällä periaatteella päästään saavutuksiin. Koska KETin pienentäminen on keskeistä tässä työssä, pitää toiminta mukauttaa JITin mukaiseksi. Kun osasto toimii suunnitellusti, niin osastolle ei pääse kertymään ylimääräistä tavaraa. Koska tavaraan sitoutuu aina pääomaa, joten sen hallitseminen todella tärkeää.



#### 4.9 Uusien koneiden merkitys

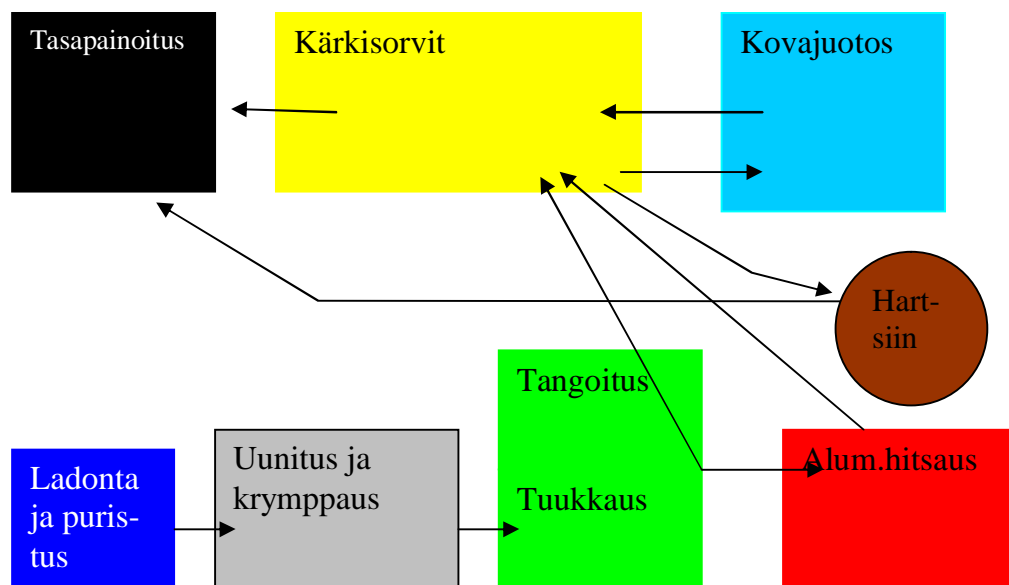
Läpivirtausuunin kapasiteetti olisi isoimpien roottoreiden kohdalla sellainen, että uunin kapasiteetti on kolme konetta kerralla ja uunista valmistuisi 2 h:n välein valmis kone krympattavaksi. Uunin läpi kulkisi neljä kappaletta ketjukuljettimia, siten että ulompien ketjujen väli olisi noin 1000 mm. Kuumien roottoripakettien krymppaukseksi ollaan hankkimassa neljää hydraulipuristinta, jotka puristavat neljää eri roottoria akselin päästä. Täten jos uunista tulee kaksi pienempää roottoria yhtä aikaa valmiiksi, niin ne pystytään molemmat krympaamaan samanaikaisesti.

Weiler-sorvin sijoitus osastolle nopeuttaisi roottorin valmistusta siten, että hx:n nykyisellä sorvilla sorvattaisiin paketit ja oikosulkurenkaat. Weiler-sorvin tehtäväksi jäisi laakeri- ja nevadapintojen hionnat. Hiontatyö on hidasta ja tarkkuutta vaativaa, minkä vuoksi ennen työt piti aloittaa siten että hartsattavat ja hiottavat roottorit aloitettiin ennen muita. Tästä johtuen voisi sanoa, että hiontatyö on yksi osaston pullonkauloista. Nyt kun uudelle osastolle sijoitetaan kaksi sorvia, niin se nopeuttaa ja helpottaa töiden aloittamisajankoh-  
taa.

## 5 MATERIAALINVIRTAUS

### 5.1 Virtaus suunnat

Virtaussuuntien huolellinen suunnittelu layout-suunnitelmaa laatiessa on hyvän suunnitelman lähtökohta. Tässä työssä virtaussuunnat toimisivat KETin mukaan, jolloin kun roottori aloitetaan, niin se menee sujuvasti koko prosessin läpi. KET eli keskeneräinen tuotanto pyritään saamaan mahdollisimman pieneksi ja poistamaan se uusilla järjestelyillä ja uudella layout-suunnittelulla. Vanhan osaston KETiksi muodostui 4 pv x 5 konetta, yhteensä 20 konetta. Uuden tuotantotilan kapasiteetiksi on laskettu 4 pv x 12 roottoria, yhteensä 48 roottoria. Roottorivalmistukseen erityispiirteet tuovat hartsattavat roottorit. Näiden roottoreiden oikea-aikainen aloittaminen on tuotannon suunnittelua tehtäessä tärkeää. Koska tuotantolayoutista tehdään U:n mallinen, se antaa mahdollisuuden hartsattavien roottoreiden poikkeamaan normaalista roottoreiden virtaussuunnasta kuva 9.



Kuva 9. Virtaussuunnat

## 6 ONGELMANRATKAISU

### 6.1 Tuotannon kehittäminen

Tuotannon parantamiseksi on hankittava uusia koneita ja pyrittävä parantamaan työergonomiaa. Ergonomian parantamisella pystytään vähentämään huomattavasti työuupumusta sekä sairaspotensiaaleja. Kun työntekijä viihtyy työpaikallaan, niin työn tekeminen on mielekkäämpää sekä työtahti ja joustavuus on parempaa. Työvälineiden säilyttäminen oikeilla paikoillaan parantaa tehokkuutta. Työvälineiden tarkat sijoituspaikat tulee merkitä osastolle ja niiden järjestyksen ylläpitäminen on koko osaston vastuulla. Tuotannon parantaminen helpottaa työn tekemistä, ja työvaiheiden välillä syntyvä kappaleiden tai osien etsimisaika saadaan eliminoidua pois. Kun työntekijän ei tarvitse etsiä työkaluja tai osia, hän pystyy keskittymään pelkästään työntekoon.



Kuva 10. Siistit ja järjestetyt kaapit

## 6.2 Laadun parantaminen

Sanalla laatu on suomen kielessä useita merkityksiä. Nykysuomen sanakirja antaa sille seuraavan merkityksen: laatu = ***ne ominaisuudet, jotka tekevät jonkin siksi, mikä se on, tai jotka olennaisesti kuuluvat johonkin.*** Teollisuudessa sana laatu voidaan määritellä seuraavasti: ***laatu on tuotteen kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja toivomukset.*** Laadunohjaus-termi voidaan määritellä seuraavasti: ***sarja toimenpiteitä täyttäviä tuotteita, joiden avulla yritys pyrkii luomaan asiakkaiden tarpeet ja toivomukset.*** /1,s. 206 – 207./

Jatkuvalla laadunparantamisella etsitään tuotannon kapeikkokohtia ja pyritään poistamaan se. Kun kapeikko on poistettu, tarkastellaan tuotantoa uudelleen ja poistetaan seuraava kapeikko. Kapeikkoja poistamalla pystytään parantamaan tuotannon laatua. Laadun parantamisen lähtökohtana on asiakastyytyväisyys, joka saavutetaan hyvällä laadulla ja oikea aikaisella toimituksella. Koska nykypäivänä laatu on suuri kilpailuvaltti, siihen panostaminen ja parantaminen on jatkuvaa työtä. Kun työntekijät saadaan vakuuttumaan laadun merkityksestä, sen ylläpitäminen on helpompaa. Hyvällä laadulla pystytään houkuttelemaan uusia asiakkaita ja uusien asiakkaiden myötä varmistetaan töiden jatkuvuus.

## 7 LASKELMAT

### 7.1 Littlen laki

Littlen laki tulee **John D. C. Littlen** kehittämästä matemaattisesta kaavasta.  $KET = \text{saanto/pv} \times \text{kiertoaika/pv}$ ,  $\text{kiertoaika/pv} = KET/\text{saanto/pv}$  /8, s. 223 – 225/

$$KET = 4 \times 6 = 20 \text{ (4 saanto/pv} \times \text{6 kiertoaika/pv)}$$

Saanto saadaan kun lasketaan tarvittavien roottoreiden määrä päivässä. Kiertoaika on roottorin läpimenoaika, kun se menee koko tuotannon läpi.

### 7.2 Kapasiteetti

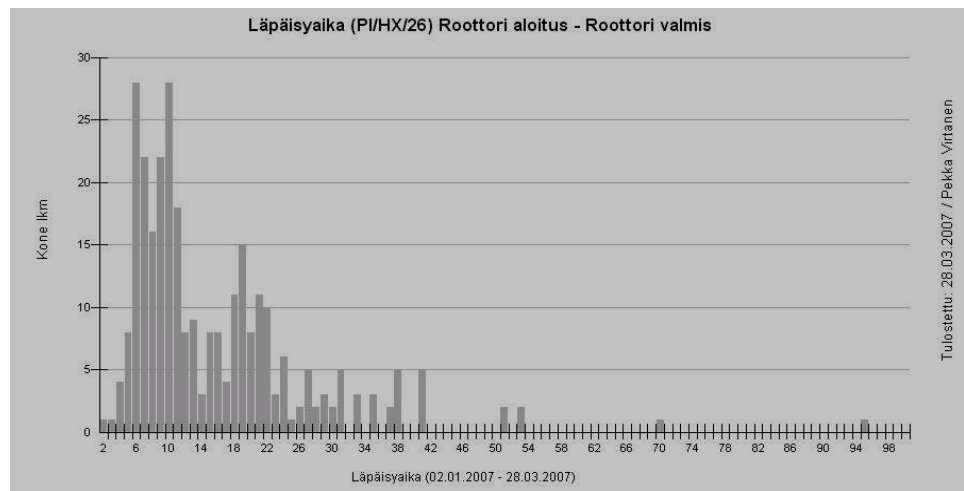
Läpivirtausuuni,  $3 \times 2 \text{ h} = 6 \text{ h}$ .  $8 \text{ h} = 4$  roottoripakettia isoja roottoreita. Pieniä roottoreita  $6 \times 2 \text{ h} = 12$ ,  $8 \text{ h} = 14$  roottoripakettia.

Krymppaus,  $4 \times 1,5 \text{ h} = 6 \text{ h}$ . Kun uunista valmistuu joka 2 h:n välein roottori, krymppausaika on 1,5 h. Siitä voidaan päätellä, että jäähdytyspaikkoja tarvitaan enemmän kuin puristimia, jotta puristettu roottori voidaan siirtää prässin alta pois ja uusi tilalle. Koska roottoreiden ladontaan kuitenkin kuluu aikaa, niin todellinen valmistusmäärä on todellisuudessa pienempi. Uunin tehoa nostamalla ja uusia koneita hankkimalla pystytään nostamaan kapasiteettia.

## 8 TAULUKOT JA KUSTANNUKSET

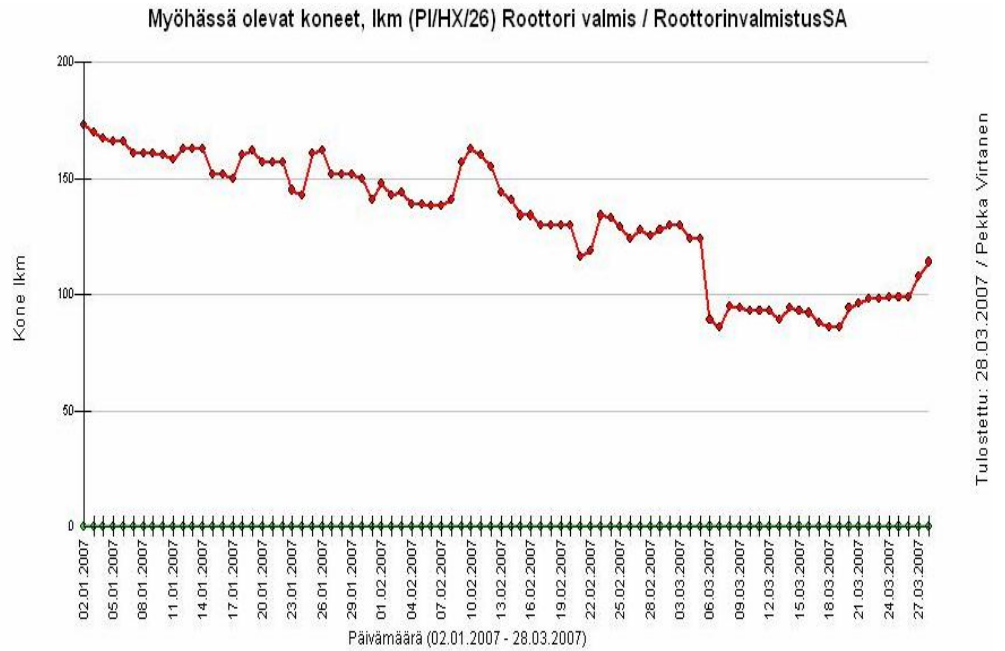
### 8.1 Kuvaus

Kuva 11 esittää tämänhetkisen läpäisyajan, ja sen pohjalta pyritään pienentymään tätä aikaa ja nostamalla kapasiteettia. Kun nämä tulokset saavutetaan, voidaan olla tyytyväisiä tehtyyn työhön ja sen tuomaan kokemukseen ja tuloksiin. Kyseinen projekti on haastava ja siihen liittyy monia sivuprojekteja. Huomattavana projektina on saada toteutettua uuteen layoutiin tarkat koneiden perustusten paikat.



*Kuva 11. Läpäisy aika*

Tämänhetkinen myöhästymä aikavälillä 2.1.2007 – 28.3.2007 on noin 114 konetta. Tarkoituksena olisi saada myöhästymä kokonaan pois ja uudeksi kapasiteetiksi 60 konetta per viikko. Koneet ovat myöhässä, mikä sitoo pääomaa, koska koneita ei ole pystytty toimittamaan ajoissa. Kuva 12 havainnollistaa tämänhetkisen tilanteen. Taivoitearvo myöhästymälle on 0 konetta myöhässä. Lisäksi liite 7 selventää tarkemmin, mistä myöhästymät johtuvat.



Kuva 12. Myöhästymä

## 8.2 Kustannukset

Kaarihalliin tehtävä uusi layout tarvitsee perustusten tekemisen sijoitettaville koneille. Kalleimmaksi toimenpiteeksi on arvioitu tasapainotuskoneen perustusten teko. Muita tehtäviä perustustöitä olisi jäähdytysuran teko ja kovajuotoskopin vesialtaan upotus maahan, jonka upotussyvyys on 2 m. Vaativa toimenpide on myös weiler-sorvin perustusten teko. Kustannuksia syntyy myös lattian uudelleen pinnoittamisesta ja koneiden paineilma-, sähkö- ja lvi-töistä. Kustannusten säästämiseksi on mietitty mahdollisuutta hyödyntää vanhoja koneita mahdollisimman tehokkaasti.

Taulukko 1. Kustannusarvio

<b>Perustusten kustannusarvio</b>		
<b>Sijoitettava kone</b>	<b>Kustannusarvio</b>	
<b>Tasapainotuskone</b>	<b>50 000</b>	<b>€</b>
<b>Koneiden siirto</b>	<b>26 000</b>	<b>€</b>
<b>Weiler-sorvi</b>	<b>30 000</b>	<b>€</b>
<b>Kovajuotoskopin vesiallas</b>	<b>20 000</b>	<b>€</b>
<b>Jäähdytysura</b>	<b>15 000</b>	<b>€</b>

## 9 LAYOUTIEN PLUSSAT JA MIINUKSET

### 9.1 Layout 1

Tässä layoutissa suunniteltiin uusi karuselli uuni, jonka kapasiteetti oli 8 rootoria. Tällä uunilla olisi saavutettu huomattava kapasiteetin nosto. Suurimpänä haittapuolena oli, että uunin kustannukset olisivat nousseet liian korkeiksi. Tämän layoutin toteutuksessa ei olisi pystytty hyödyntämään mitenkään rullaratoja. Tilan tarve uunille olisi myös ollut liian suuri, ja se olisi sitonut siltanosturin käytön aina, kun uunia tyhjennetään tai täytetään.

### 9.2 Layout 2

Tämän layoutin lähtökohtana oli läpivirtausuuni, joka mahdollistaa läpimenoaikojen lyhentymisen ja kapasiteetin noston. Toisena merkittävänä uudistuksena edelliseen layoutiin on sorvisolujen muodostaminen. Kovajuotoksen oma nosturi on jätetty vanhan kokoiseksi, joten sen tilan tarve on suurempi kuin layout 1:ssä. Tämän layoutin uuniratkaisu on todettu halvemmaksi ja toimivaksi yksiköksi. Tässä layoutissa pystytään paremmin toteuttamaan rullaratojen käyttömahdollisuutta.

### 9.3 Layout 3

Tämän layoutin lähtökohtana on että siinä on jätetty kokonaan pois WTG-linjan koekentän alue, joka vapautuu vasta vuoden vaihteessa. Tässä läpivirtausuuni on kapeampi ja lyhyempi edelliseen layoutiin nähden, ja tästä johtuen kustannukset ovat alhaisemmat. Sorvisolu on hajotettu ja sorvit on sijoitettu erilleen toisistaan, koska niiden yhtäaikainen käyttö yhden työntekijän toimesta on mahdotonta. Tämän layoutin toimivin ratkaisu on sen joustavuus tuotannon muutoksia ajatellen.



## 10 YHTEENVETO

Työn tekeminen aloitettiin lokakuun lopulla, jolloin selvitettiin työn sisältö ja aikataulu. Mielestäni työ on edennyt hyvin ja erilaisten layout-suunnitelmien mahdollisuuksia on tutkittu. Tärkeimpänä kriteerinä työlle oli KETin mukainen suunnittelu, jolla saataisiin läpimenoaikaa pienennettyä ja kapasiteettia nostettua. Työn aikataulu on haastava, koska perustusten tekeminen pitäisi aloittaa jo heinäkuussa. Mielestäni olisi viisasta kouluttaa uudet työntekijät osastoilla, siten että he pystyisivät työskentelemään useammalla koneella. Näin saataisiin kasvatettua osaston kapasiteettia.

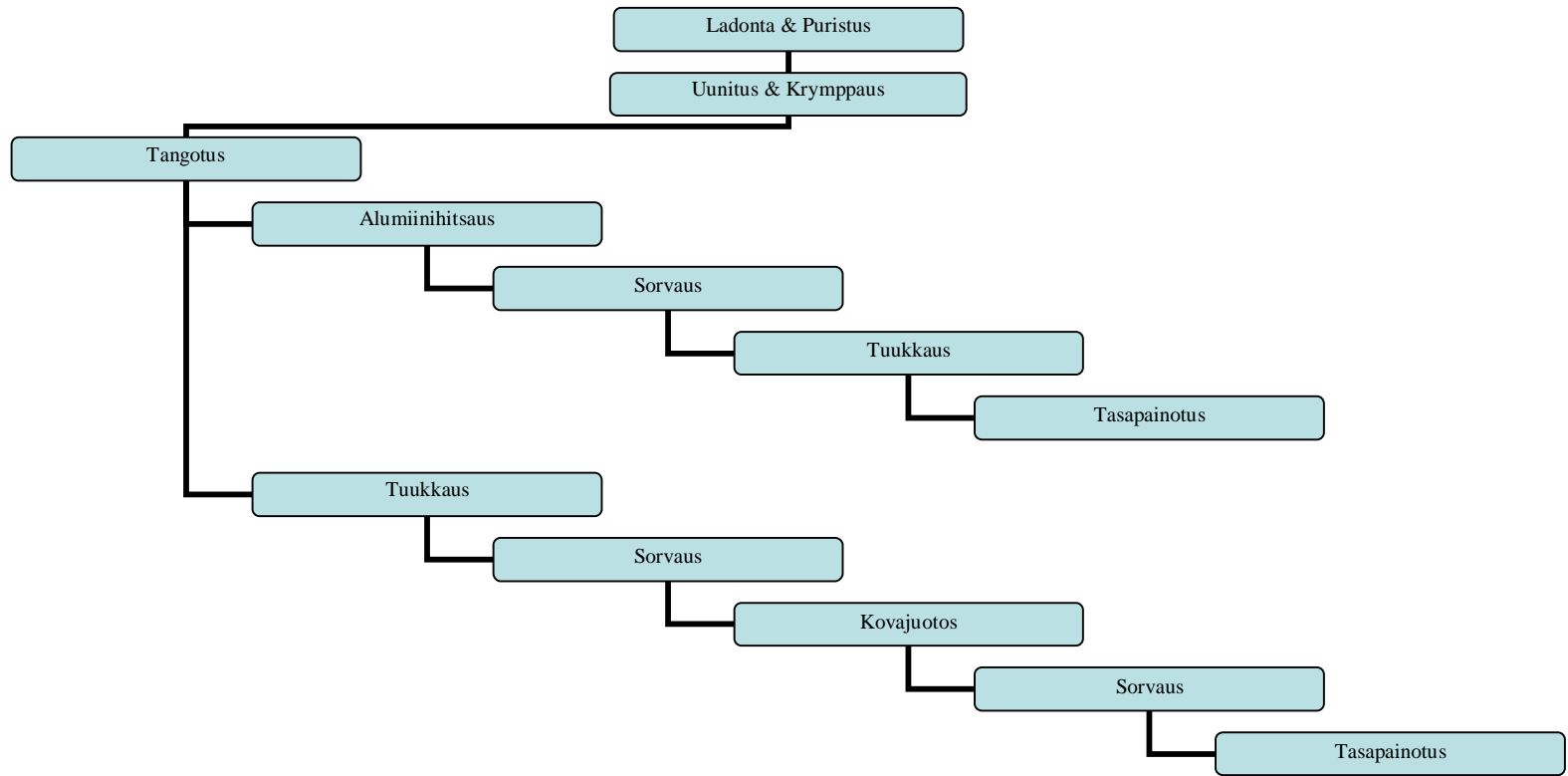
Yritykselle työstä koitua hyöty on esitettyjen layoutien vaikutus tuotannon suunnittelussa ja uusien konehankintojen merkitys tuotannon kasvattamisessa. Olen liittänyt työhöni kolme layout vaihtoehtoa, joiden pohjalta on karsittu eri koneiden sijoittelu vaihtoehdot pois. Haastavimmaksi projektissa osoittautui saada toteutettua toimiva kokonaisuus. Erilaiset layout-suunnitelmat on esitetty liitteissä 2, 3 ja 4.

**VIITELUETTELO**

- /1/ Ryti, Henrik ym. *Tekniikan käsikirja 10*, Jyväskylä: K. J. Gummerus Oy. 1975.
- /2/ Tekninen tiedotus 18/81, *Solut suomen metalliteollisuudessa*, Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 1982.
- /3/ Ryti, Henrik ym. *Tekniikan käsikirja 7*, Jyväskylä: K. J. Gummerus Oy. 1978.
- /4/ Lapinleimu, Ilkka – Kauppinen, Veijo - Torvinen, Seppo. *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*, Porvoo: WSOY. 1997.
- /5/ Aaltio ja Olkkonen. *Ekonomia-sarja*, Weilin+Göös, s.197-198.
- /6/ Peltonen, Aarne. *Tuottava tehdas*, Helsinki. 1997.
- /7/ Tekninen tiedotus 23/81, *Valmistuksen ja materiaalivirtauksen hajautettu ohjaus*, Metalliteollisuuden Kustannus Oy. 1981.
- /8/ Wallace J. Hopp, Mark L. Spearman, *Factory Physics second edition*, Published by Irwin/McGraw-Hill. 2000

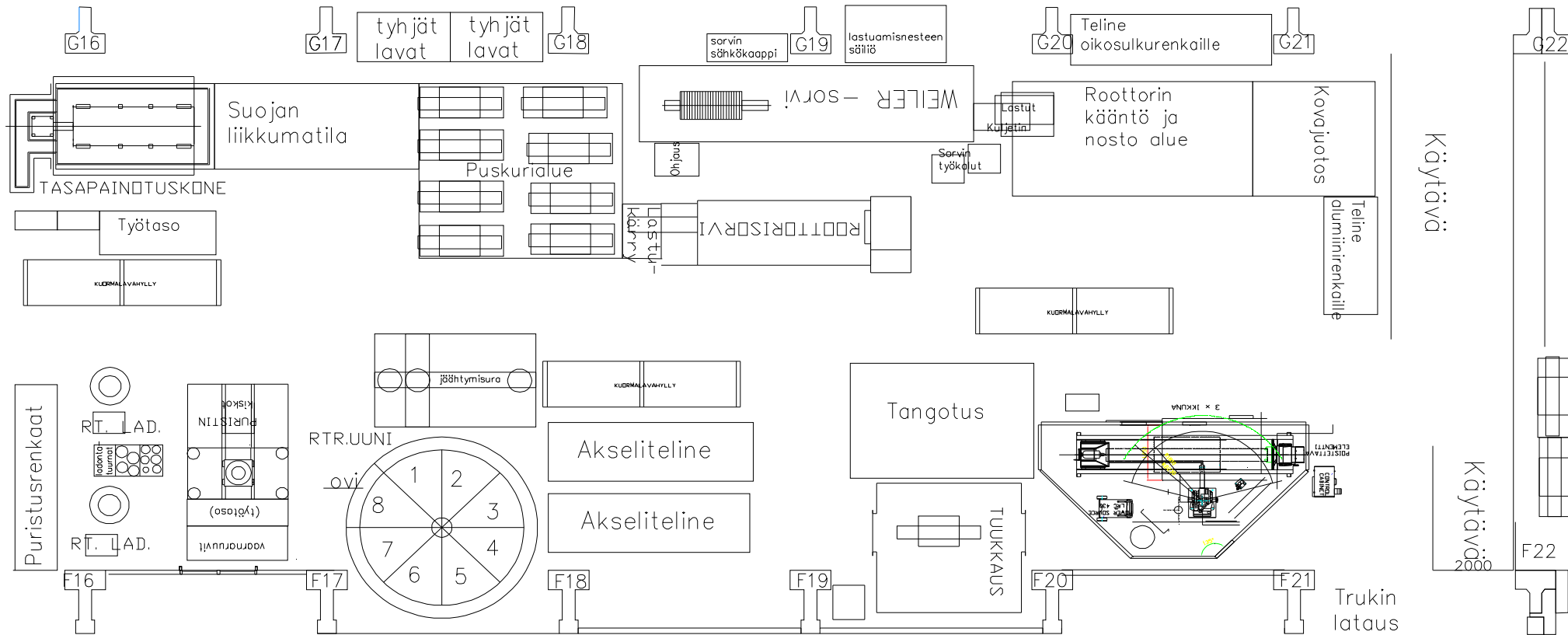


Vuokaavio



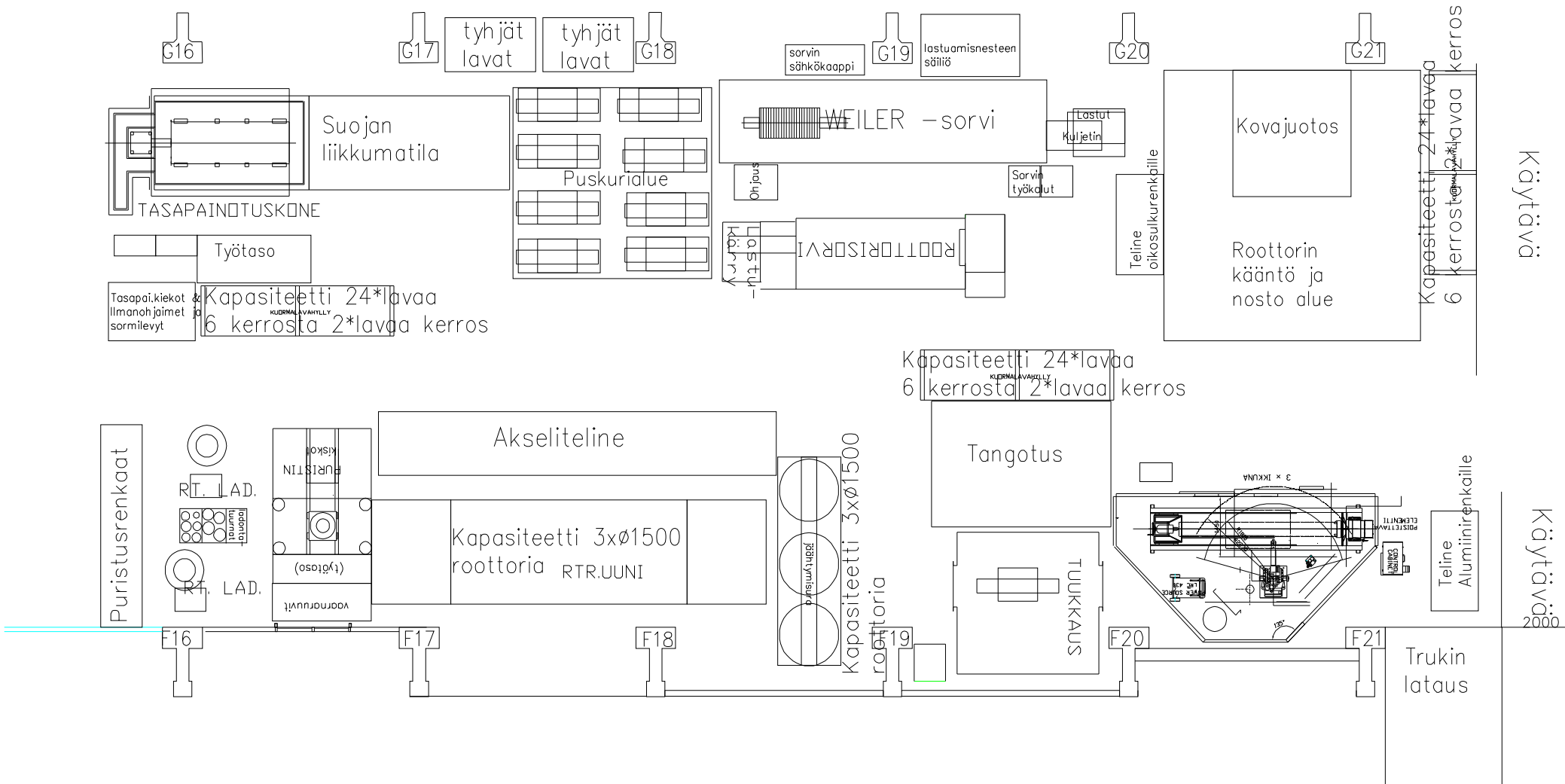
# Layout 2

# Liite 2



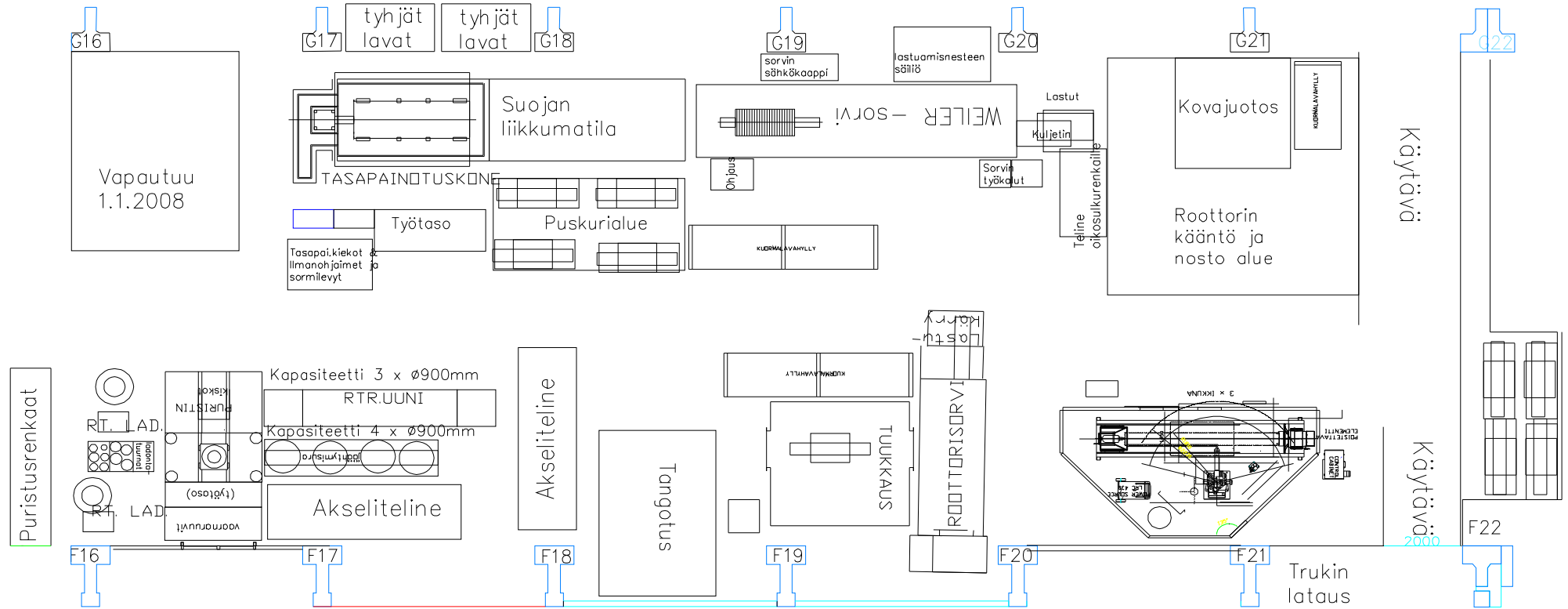
### Layout 3

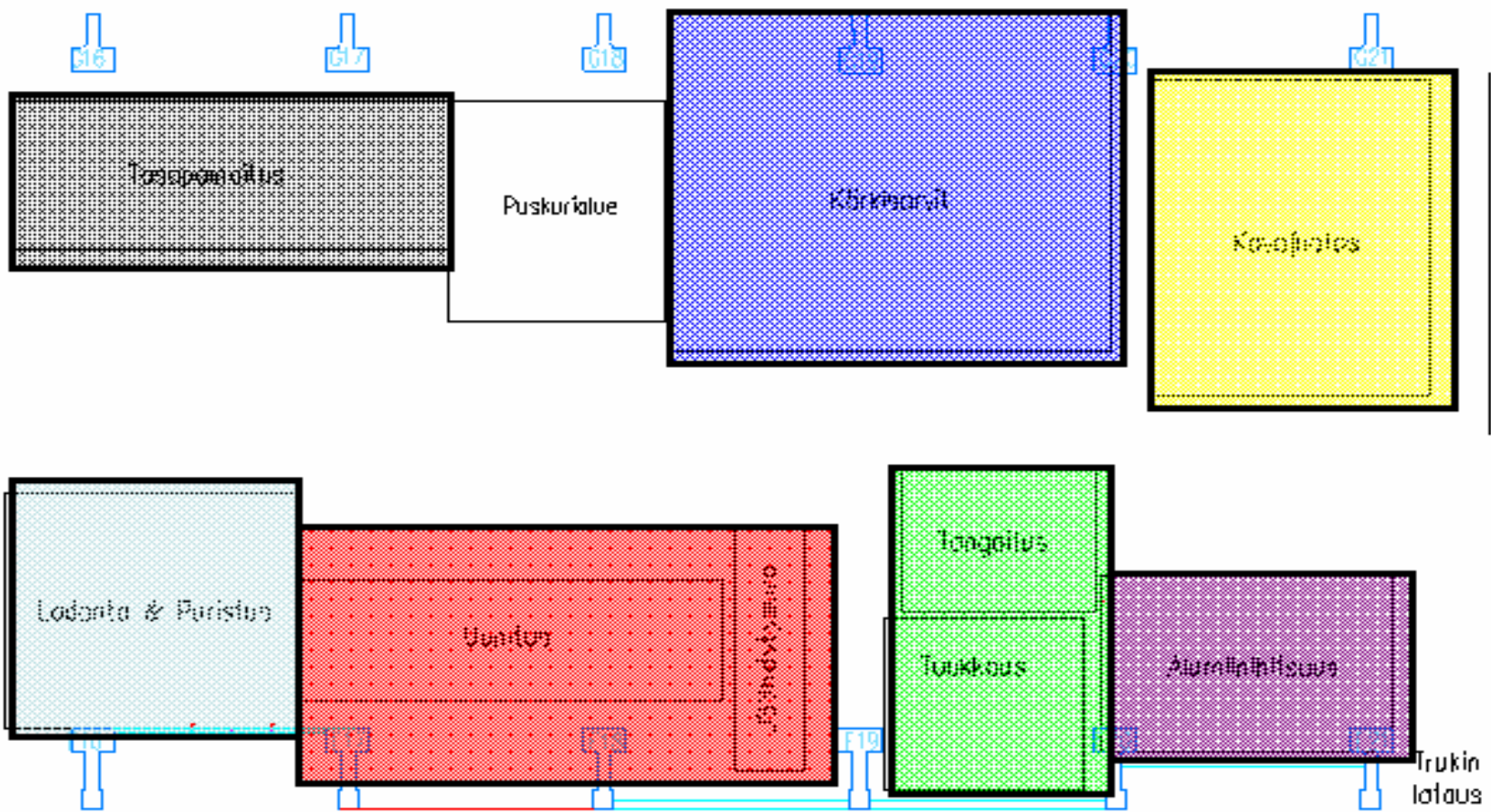
### Liite 3



### Layout 3

### Liite 4





Käyttävä

Roottorin solut

Käyttävä

Lite 5



## Kapasiteettiluvut

## Liite 6

2007/Q4

2008 vuosikapasiteetti (layout)

AMA kokoonpano

180kpl/kvartaali 15kpl/vko (2006 KA9,5 kpl/vko)  
3kpl/pv (arkipäivä) 705kpl ( 446 kpl 2006)

HX-kokoonpano

420kpl/kvartaali 35kpl/vko (2006 KA 24 kpl/vko)  
7kpl/pv (arkipäivä) 1645kpl ( 1145kpl 2006)

Summa 2350kpl (vuonna 2006 1591kpl)

# Roottoreiden KET tilanne 8.1.2007

Liite 7

Kone	Lajimerkki	Syy
7970HE300/1	HXR 500LK14	kovajuotto
7970HE300/2	HXR 500LK14	kovajuotto
8297HE302/1	HXR 400LC4	Valmis
7970HE301/1	HXR 450LF14	Kovajuotto, D-pää juotetaan PIT46
7970HE301/2	HXR 450LF14	Kovajuotto, D-pää juotetaan PIT46
7997HE302/1	HXR 400LF4	
7839HE304/1	HXR 400LD4	
7839HE304/2	HXR 400LD4	
7839HE304/3	HXR 400LD4	
7970HE301/2	HXR 450LF14	
7746HE301/1	HXR 450LM8	Valmis
7746HE301/2	HXR 450LM8	Valmis
7746HE301/3	HXR 450LM8	Valmis
7968HE301/1	HXR 400LD2	
7968HE301/2	HXR 400LD2	
7267HE301/1	HXR 450LK6	Tasapainoitus
7267HE301/2	HXR 450LK6	Tasapainoitus
7267HE301/3	HXR 450LK6	Tasapainoitus
7267HE301/4	HXR 450LK6	Tasapainoitus
7359HE301/1	HXR 450LK6	Kovajuottaminen
7359HE301/2	HXR 450LK6	Kovajuottaminen
7550HE304/1	HXR 400LG8	
7550HE304/2	HXR 400LG8	
7788HE301/1	AMA 400S2W BAIH	tangon päitten lukitus
7788HE301/2	AMA 400S2W BAIH	tangon päitten lukitus
7638HE300/1	HXR 450LH4	Tangotus
7638HE300/2	HXR 450LH4	Tangotus
7894HE301/1	HXR 450LM8	
7604HE300/1	HXR 400LJ6	Tasapainoitus
7604HE300/2	HXR 400LJ6	Tasapainoitus
7604HE300/3	HXR 400LJ6	Tasapainoitus
7604HE300/4	HXR 400LJ6	Tasapainoitus
7635HE300/1	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7635HE300/2	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7635HE300/3	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7635HE300/4	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7635HE300/5	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7635HE300/6	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7635HE300/7	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7635HE300/8	HXR 500LJ12	Tangot 10mm liian lyhyet
7862HE301/1	HXR 450LM8	Tuukkaus
7862HE301/2	HXR 450LM8	Tuukkaus
7556HE300/1	HXR 450LH6	Jäähtymässä
7556HE300/2	HXR 450LH6	Jäähtymässä
7556HE300/3	HXR 450LH6	Jäähtymässä
7473HE301/1	HXR 355LA4	Kovajuottaminen
7473HE301/2	HXR 355LA4	Kovajuottaminen
7473HE301/3	HXR 355LA4	Kovajuottaminen
7473HE301/4	HXR 355LA4	Kovajuottaminen
7789HE300/1	HXR 560LN6	
8008HE300/1	HXR 450LF8	