



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# LÄPIMENOAIKA

Case: Halton Marine Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Tuotantopainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Eemeli Penna

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka

PENNA, EEMELI:

Läpimenoaika  
Case: Halton Marine Oy

Mekatroniikan opinnäytetyö, 21 sivua, 10 liitesivua

Kevät 2013

TIIVISTELMÄ

---

Tämä opinnäytetyö käsittelee tuotannon läpimenoajan selvittämistä sekä tarkastelee tuotannollisia näkökulmia. Toimeksiantajana oli tuotantopäällikkö Pekka Kyllönen.

Työn tarkoituksena oli saada läpimenoaika Halton Marine Oy:n uudelle tuotteelle. Tuote oli uudenlainen ilmastointilaite laivojen hyttitiloihin. Läpimenoajan tarkoituksena on selkeyttää hinnoittelua, kun tuotteeseen käytetyt työtunnit ovat selkeämmin tiedossa.

Tuotteen valmistus tapahtui tehtaalla monessa portaassa. Tutustuimme jokaiseen tuotantoportaaseen ja työvaiheeseen. Saimme kokonaiskuvan tehtävästä työstä ja jokaisen työvaiheen suorittamisesta. Tuotannon kellottamiseen saatiin hyvin apua työvaiheita suorittavilta työntekijöiltä.

Tuotannon kellottamisen jälkeen kaikki tiedot kasattiin excel- taulukkoon, jossa niistä koottiin tulkittavaa dataa.

Kirjallisessa osuudessa käsitellään DFM- menetelmää, riskianalyysijä sekä tuotantoteknisiä näkökulmia tehdastyön osalta.

Asiasanat: läpimenoaika, DFM, riskianalyysi

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

PENNA, EEMELI:

Lead time

Case: Halton Marine Oy

Bachelor's Thesis in Mechatronics

21 pages, 10 appendices

Spring 2013

## ABSTRACT

---

This bachelor's thesis concerns solving lead time of production and examines viewpoints of productivity.

The purpose of this study was to find out lead time for the new product of Halton Marine Oy. The product was a novel air conditioner for the cabins of ships. The purpose of lead time is to clarify pricing, since it helps to count working hours required to make the device.

After timing the production I collected all the information in the excel charts from which the data was interpreted.

In the literal part I examine the DFM method, risk- analysis and the viewpoints of production engineering according to the factory work.

Key words: Lead time, DFM, risk analysis

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TUOTTEEN JA TUOTANNON SUUNNITTELU	2
2.1	Projektin suunnittelu	2
2.2	DFM	4
2.2.1	Tehtaan layout (järjestys)	7
2.2.2	Työpisteet	8
2.3	DFM- menetelmän FCU projektissa	9
3	LÄPIMENOAIKA	10
3.1	Läpimenoajan selvittäminen	10
3.2	Laskelman selitys Osat	12
3.2.1	Laskelman selitys Kokoonpano	13
3.2.2	Laskelman selitys Yhteenveto	14
3.2.3	Laskelman selitys Materiaalit	14
4	RISKIANALYYSIT	16
4.1	Riskianalyysin menetelmät ja riskien luokittelu	17
4.2	Erilaiset riskianalyysit	17
4.3	Riskien luokittelu	19
4.4	Riskien huomioiminen FCU- projektissa	20
	LÄHTEET	23
	LIITTEET	24

## 1 JOHDANTO

Tuotantopäällikkö Pekka Kyllönen Halton Marine Oy:stä tiedusteli syksyllä 2011 olisinko kiinnostunut laatimaan läpimenoajan laskelman yhdelle tehtaan uusista tuotteista nimeltään FCU (fan coil unit). Kyseinen tuote oli uudentyyppinen ilmastointilaitte laivojen hyttitiloihin. Läpimenoajalla tuotteen hinta saataisiin määriteltyä paremmin, kun siihen käytettävät työtunnit olisivat selkeästi tiedossa.

Saadessani tehtävän FCU- yksikön tuotanto oli jo käynnissä. Tuotteen valmistus tapahtui monessa portaassa, joten läpimenoajan selvittämiseksi aloin tutustua kaikkiin tuotannon vaiheisiin.

Tuotannon työvaiheiden kellottamisen jälkeen kokosin kaikki saamani tiedot excel- taulukkoon, jossa niistä saatiin kasattua kokonaisuus. Taulukon tarkoituksena on jakaa tuotannon haarat selkeästi osiin, jolloin eri työvaiheiden viemää aikaa on helpompi tarkastella.

Läpimenoajan selvittämisen ohella tarkastelin myös FCU:n kokoonpanolinjaston ominaisuuksia ja toimivuutta.

Kirjallisessa osuudessa tutkin myös DFM- menetelmää, riskianalyysijä sekä tuotantoteknisiä näkökulmia tehdastyön osalta. Kyseisten kohtien huomioon ottaminen on tuotantoprojektissa erittäin tärkeää.

## 2 TUOTTEEN JA TUOTANNON SUUNNITTELU

Tuotteen suunnittelussa pystytään vaikuttamaan noin 60 %:iin tuotteen valmistuksessa ja kehityksessä syntyviin kustannuksiin. Suunnitteluvaihe on siis hyvin kriittinen vaihe tuotteen lopullisen hinnan muodostumisessa. Hyvän suunnittelun perustana on ottaa huomioon mahdollisimman monet tuotantotekniset sekä projektin rakenteeseen vaikuttavat seikat. Hyvällä suunnittelulla ja ennakkoinnilla saadaan mahdollisimman suuret säästöt materiaali ja tuotantokustannuksissa. (Anderson, P.E. 2008, 5.)

Työn helpottamiseksi on kehitetty avustava menetelmä Desing For Manufacturing eli DFM. DFM keskittyy tuotteen tehokkaaseen valmistettavuuteen ja sen huomioimiseen jo suunnittelussa. Menetelmällä pyritään suunnittelemaan tuotteen, että valmistusvaiheessa syntyvät kustannukset olisivat mahdollisimman pieniä. Kustannuksiin vaikuttavat monet tekijät joita voidaan ohjailta suoraan kappaletta suunniteltaessa. (Anderson, P.E. 2008, 5.)

Yhtä tärkeää kuin tuotteen suunnittelu hyvin valmistettavaksi on suunnitella tuotantoprosessi tehokkaaksi. Prosessin suunnittelussa täytyy ottaa huomioon työtä suorittavat työntekijät, jolloin ergonomia, turvallisuus, selkeys ja inhimilliset virheet esittävät suurta osaa.

### 2.1 Projektin suunnittelu

Huonolla projektin suunnittelulla voidaan pilata hyvinkin valmisteltu tuote. Vaikka itse valmistettava kappale tai tuote olisikin hyvä, saattaa sen valmistuksessa ilmenevät ongelmat pilata lopputuloksen. Siksi projektin hyvä suunnittelu ja kartoittaminen on tärkeää. (Anderson, P.E. 2008, 8.)

Projektin alussa tuote määritellään selkeästi. Määrittelyssä listataan tuotteelta haluttavat ominaisuudet. Vaihtuvat vaatimukset suunnittelun aikana tuottavat ongelmia ja hidastavat prosessia. Hyvällä esisuunnittelulla varmistutaan myös siitä, että lopputulos on vaatimusten mukainen. (Anderson, P.E. 2008, 8.)

Seuraavissa kohdissa käsitellään DFM- menetelmässä huomioitavia seikkoja, projektin suunnittelussa ja sen toteutuksen aikana.

- ❖ Jos projektien valinnassa on vaihtoehtoja, otetaan ensisijaisesti vastaan niitä projekteja, jotka voidaan toteuttaa nopeasti ja tehokkaasti.
- ❖ Varmistetaan siitä, että kaikki tuotteen valmistukseen tarvittavat tekniikat, osat ja materiaalit ovat saatavilla ennen tuotannon aloittamista. Tuotannon aloittaminen vajailla resursseilla hidastaa tai pysäyttää tuotannon nopeasti.
- ❖ Tehdään realistiset aikataulut. Tarkastellaan markkinoiden tarvetta tuotteelle. Lasketaan läpimenoaika, jotta tiedetään kuinka pitkään tuotteen valmistamisessa kuluu. Oikein tehdyllä aikataulutuksella saadaan tuote valmisteltua rauhassa. Kiirehtiminen tuotteen valmistuksen aloittamisessa johtaa usein ongelmiin, niin tuotannossa kuin valmiissa tuotteessakin.
- ❖ Opitaan aikaisemmissa projekteissa tehdyistä virheistä, etteivät ne toistuisi. Uusiin ongelmiin tartutaan mahdollisimman ajoissa. Viivyttely ongelmien ratkaisussa pahentaa usein tilannetta ja johtaa pidempiin viivytyksiin.
- ❖ Työskennellään koko projektinajan ryhmänä. Pidetään kaikki projektissa mukana olevat henkilöt ajan tasalla projektin kehittymisestä ja tapahtumista. Kun kaikki tietävät mitä on tapahtumassa väärinymmärryksiä ja ristiin ajattelua tapahtuu vähemmän.
- ❖ Tehdään tarvittavat ostot ja hankinnat ajoissa. Materiaalin, osien, työkalujen tai työkoneiden puuttuminen tuotannon alettua pysäyttää koko prosessin.
- ❖ Projektin edetessä ei yritetä turhaan parantaa toimivia osioita, vaan keskitytään eniten ongelmia tuottaviin kohtiin.

- ❖ Yritetään pitää kaikki projektissa olevat avainhenkilöt mukana loppuun asti. Suoritetaan budjetointi alusta alkaen realistisesti, ettei pääoman puute johda henkilöstön vähentämiseen.
- ❖ Projektin hyvä dokumentointi on valmistuksen kannalta tärkeää. Puuttuvat piirustukset ja tiedot hidastavat tai teettävät virheitä tuotannossa.
- ❖ Vältetään tuotteen ennenaikaista markkinoille tuomista. Keskeneräinen tai kiirehditty tuote saattaa olla huonolaatuinen tai se ei toimi halutulla tavalla.
- ❖ Pyritään suunnittelemaan projekti mahdollisimman pitkälle vanhoilla toimivilla malleilla. Vanhojen toimivien mallien käyttäminen tuo projektiin varmuutta ja ennalta arvattavuutta.
- ❖ Vältetään pitkiä alihankintaketjuja. Riippuen alihankinnan osasta tuotannossa, saattaa koko prosessi pysähtyä alihankinnan ongelmien vuoksi. Kyseiset ongelmat ovat usein vaikeita ratkaista nopeasti. (Anderson, P.E. 2008, 8 - 10.)

## 2.2 DFM

DFM- menetelmässä kiinnitetään huomiota tuotteen suunnitteluvaiheessa valmistusteknisiin ratkaisuihin. Seuraavassa listassa DFM- menetelmässä esiintyviä ohjenuoria tuotteen suunnitteluun. (Anderson, P.E. 2008, 276.)

1. Valitaan tuotteelle sopivin valmistustekniikka. Hitsaaminen, koneistaminen, leikkaaminen, valaminen ja monet muut valmistusmenetelmät poikkeavat toisistaan, jolloin valitun tekniikan ominaispiirteet täytyy huomioida kappaletta suunniteltaessa.
2. Vältä oikea-/vasenkätisiä osia. Kappale tai tuote on hyvä suunnitella siten, että se toimii vasen- ja oikeakätisenä. Tämä vähentää valmistettävien kappaleiden vaihtelua.



3. Suunnitellaan kappale symmetriseksi ja siten, ettei asennusasennolla ole väliä. Symmetriset kappaleet on helpompi käsitellä kokoonpanossa. Asennusvirheiden määrä vähenee, kun osan asentaminen helpottuu symmetrisen asennussuunnan myötä.
4. Jos osista ei voida tehdä symmetrisiä, kannattaa ne suunnitella mahdollisimman poikkeavan mallisiksi. Osa suunnitellaan siten, että sen muoto tai väri estävät virheellisen asennuksen. Osat joilla on pieniä eroavaisuuksia on helppo asentaa väärin, tai sekoittaa toisiinsa.
5. Kappaleeseen suunnitellaan kohdat tartunnoille ja paikoitukselle. Jos kappale vaatii leikkausta tai koneistusta, täytyy siihen suunnitella kohdat, joista kappale saadaan kiinnitettyä tukevasti ja tarkasti koko työstön ajaksi. Myös hitsattaviin kappaleisiin tulisi suunnitella kohdat, joista se voidaan kiinnittää hitsausjigiin. Kappaleen vaatiessa liikuttelua, esimerkiksi koneelta toiselle, on siinä hyvä olla selkeät paikat imukupeille, koukuille, magneetille tai muulle kuljetus tai siirtomekanismille.
6. Minimoidaan koneistuksen tarve. Koneistus on kallista sekä vie paljon aikaa tuotantoprosessissa.
7. Käytetään oikeita toleransseja. Liian tarkat toleranssivaatimukset paikoissa, joihin niitä ei tarvita, lisäävät työn hintaa, koska hienotyöstö on hidasta ja työkalut ovat kalliita.

8. Tarkkaavainen laadunvalvonta ja virheentunnistus. Virheellisten kappaleiden pääsy tuotantoketjussa pitkälle tuottaa suuret kustannukset, kun virheellinen osa joudutaan vaihtamaan. Katso taulukko 1.

TAULUKKO 1. Korjauksen hinta

Tuotteen vaihe	Korjauksen tai vaihtamisen hinta
Osa itsessään	Hinta on x
Esikokoonpanossa	10*x
Loppukokoonpanossa	100*x
Jälleenmyyjällä/välittäjällä	1,000*x
Asiakkaalla	10,000*x

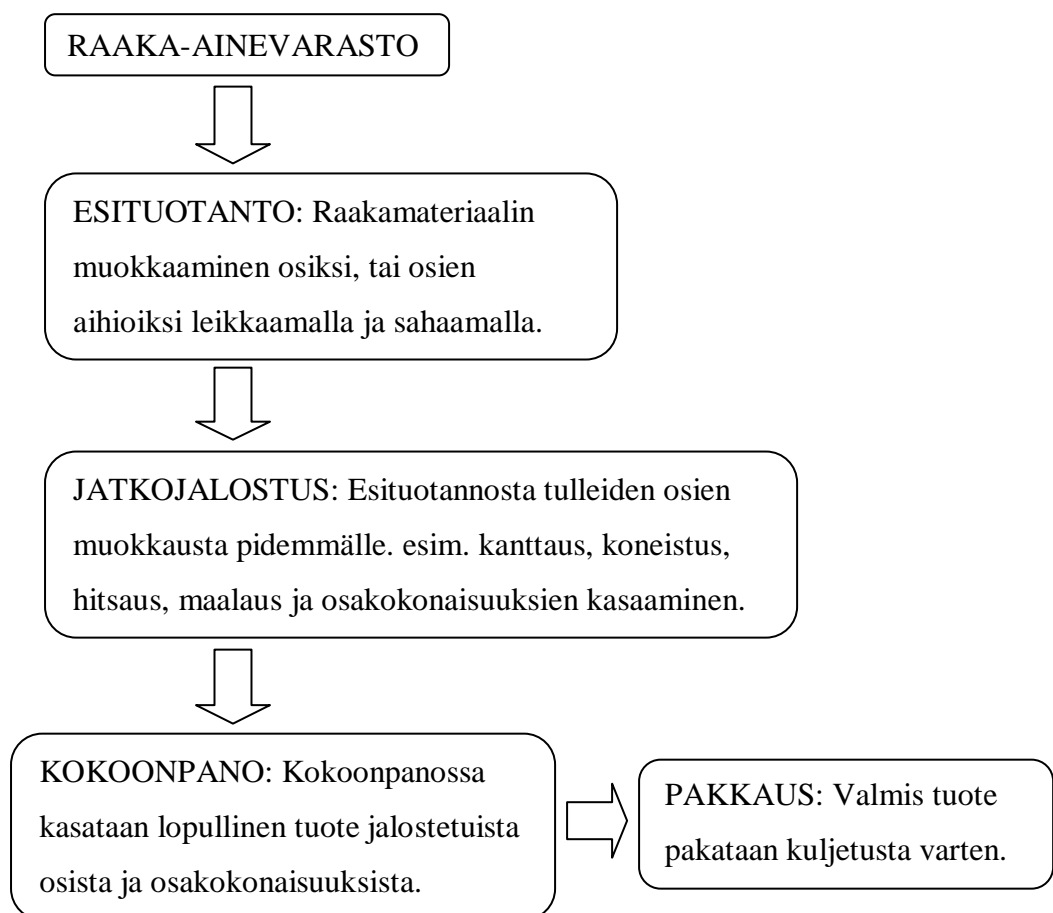
Virhe tai vika on aina halvempi korjata mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

9. Valitaan optimaalisin valmistustekniikka. Tekniikoita on monia, kuten koneistus, leikkaaminen, valaminen ja hitsaaminen. Kaikilla tekniikoilla on etunsa ja haittansa.
10. Käytetään raakamittoja silloin kun se on mahdollista. Tarkkuuden salliessa jätetään pinnat raakamitalle, tai suuremmalle toleranssille. Tämä vähentää kappaleen vaatimaa työstöä ja lyhentää valmistusaikaa.
11. Optimoidaan materiaalin raakamuoto ja toleranssit. Valitaan raaka-aine, jota tarvitsee muokata mahdollisimman vähän lopulliseksi tuotteeksi.
12. Suunnitellaan koneistettavat osat siten, että ne voidaan valmistaa mahdollisimman vähillä kiinnityksillä sekä työkaluilla. Yhtenäistäminen työstössä nopeuttaa prosessia, kun asetuksia ja työkaluja tarvitsee vaihtaa mahdollisimman harvoin.

13. Käytetään erikoistyökaluja vain silloin kun niistä saadaan riittävän suuri hyöty. Erikoistyökalut ovat kalliita, joten niiden käyttöä kannattaa harkita.
14. Suunnitellaan osien valmistusmenetelmät mahdollisimman yhtenäisiksi. Kun valmistustekniikka, materiaali ja työkalut ovat samoja useammalla eri tuotteella, saadaan tuotantoa nopeutettua, koska asetuksia ei tarvitse muuttaa niin useasti. (Anderson, P.E. 2008, 276 - 280.)

### 2.2.1 Tehtaan layout (järjestys)

Koneiden ja työpisteiden sijoittaminen oikeisiin paikkoihin tehtaan sisällä on tärkeää työnsujuvuuden, turvallisuuden ja tehokkuuden kannalta. Suunnitelma on hyvä tehdä siten, että tuote liikkuu raakavarastolta kohti pakkaamoa. Tämä tekee tuotteen ja sen osien siirtämisestä työpisteeltä toiselle selkeämpää. Katso kuvio 1.



KUVIO 1. Tehtaan tuotantosuunta ja layout

### 2.2.2 Työpisteet

Kokoonpanossa valmistelluista osista ja osakokoonpanoista aletaan koota lopullista tuotetta. Tuote voidaan koota valmiiksi yhdellä linjalla tai pisteellä. Monimutkaisemmat tuotteet tarvitsevat usein useamman kokoonpanoportaan.

Hyvin suunnitellussa tuotteessa on mietitty myös valmistusta ja kokoonpanoa. Kokoamisjärjestyksellä on suuri merkitys tuotannon suunnittelussa. Kun työvaiheista on valmiiksi hyvä käsitys, saadaan kokoonpanosta rakennettua heti mahdollisimman toimiva.

Silloin kun kokoonpanon suorittaa ihminen, on työpisteiden suunnittelu tärkeää työn sujuvuuden kannalta. Työpiste tulisi suunnitella siinä suoritettavan työn pohjalta.

- Työntekijän ulottuvilla tulee olla kaikki tarvittavat osat ja materiaalit. Osat tulisi sijoittaa siten, että ne ovat helposti saatavilla. Selkeä järjestys ja hyvät merkinnät helpottavat työn suorittamista.
- Tarvittavien työkalujen tulisi myös olla työntekijän ulottuvilla. Myös työkaluihin tarvittavat osat, kuten terät ruuvivääntimiin ja porakoneisiin olisi sijoitettava lähelle työpistettä. Kaikki virtajohdot sekä paineilmaletkut täytyisi sijoittaa siten, etteivät ne olisi tiellä tai aiheuttamassa työturvallisuusriskiä.
- Ergonomiset ja työskentelyyn sopivat tilat ovat työn suorittamisen kannalta erittäin tärkeitä. Jos tilat ovat liian ahtaat tai työtasot ovat väärän kokoiset ja korkuiset, hidastuu työn suorittaminen huomattavasti. Työpisteiden kunnollinen valaistus on tärkeää, varsinkin tarkkuutta vaativissa työvaiheissa. Tavarankäytön helpottavien nosturien ja rullien käyttäminen raskaiden osien siirtelyssä on tärkeää työturvallisuuden sekä työn suorittamisen kannalta.

- Tarvittavat jigat ja mittalaitteet tulisi myös sijoittaa työpisteelle. Jigat on hyvä suunnitella helposti vaihdettaviksi, jos niitä täytyy vaihtaa tai muuttaa. Työpisteellä voidaan myös suorittaa useampien osien kokoonpanoa, jos jigat ja muut välineet ovat helposti muunneltavissa.

### 2.3 DFM- menetelmän FCU projektissa

DFM- menetelmän käyttö tuotannollisissa projekteissa, kuten FCU- yksikön valmistamisessa, selkeyttää projektin rakenteen kehittämistä. Silloin kun tuotteen valmistusprosessi on lähellä vanhempien tuotteiden prosesseja, saadaan projektille rakennettua suoraan selkeä pohjalle. Tämä helpottaa tuotannon käynnistymistä sekä nopeuttaa tuotantolinjojen rakentamista. Samalla uuden tuotteen tuomat valmistusvaatimukset ja valmistusmenetelmät ovat helpompia tuoda mukaan ennalta tuttuun pohjaan.

Usein ongelmana on tuotteen ja tuotannon valmistamiseen tarvittavan ajan rajallisuus. Tämä pakottaa tuotteen valmistuksen aloittamisen keskeneräisillä tuotantotiloilla ja menetelmillä. Tuotantotiloja sekä laitteita on hyvä rakentaa eteenpäin niin, että ne pysyvät helposti muunneltavina. Näin helpotetaan linjojen ja kokoonpanopisteiden muuntamista tuotannon ollessa käynnissä.

FCU- projektissa itse tuote oli suunniteltu mahdollisimman pitkälle samasta materiaalista. Materiaalivalinnalla helpotettiin erityisesti työkalujen ja asetuksien yhdenmukaistamista. Liitoksiin käytettävät niitit ovat myös samankokoisia jokaisessa osassa. Laitetta valmistettiin oikea- ja vasenkätisinä, jolloin erilaisten osien määrä kokoamispaikoissa kasvoi. Lähes kaikki alihankinnasta tulleet osat, kuten puhaltimet, jäähdytinpatterit ja lämmityskäsit, sopivat sekä oikea- että vasenkätisiin laitteisiin.

Osat valmistettiin isommissa erissä, jolloin työkalujenvaihdon viemää aikaa saatiin pienennettyä. Myös esikasatut ja alihankinnasta tulleita osia tehtiin pieneen välivarastoon. Tällä taattiin osien riittävyys silloin, kun FCU- yksiköiden runkoja koottiin suurempia erinä viikossa.

### 3 LÄPIMENOAIKA

Läpimenoaika tarkoittaa tuotteen valmistukseen käytettävää aikaa, johon lasketaan kaikki työvaiheet. Läpimenoajasta saadaan selville tuotteen valmistamiseen kuluva aika ja se kuinka sen eri osat liikkuvat tuotannon lävitse.

Tuotannon läpimenoajan lyhentäminen on yksi tuotannon suurista kannattavuutta parantavista tavoitteista. Läpimenoaika on yksi parhaista yrityksen toiminnan tehokkuutta kuvaavista mittareista, ja se sopii mihin tahansa tuotantoon.

Läpimenoajan lyhentämisellä saadaan vähennettyä tuotantoon sitoutuvan pääoman määrää. Saman tuotteen tekemiseen tarvitaan esimerkiksi vähemmän työtunteja. Välivarastojen määrää saadaan pienennettyä, jolloin puolivalmiin tavaran määrä vähenee.

Läpimenoajan lyhentämisellä saavutetaan myös parempi tuotannon ennustettavuus ja pystytään tuottamaan samansuuruisilla tai pienemmillä resursseilla enemmän tuotteita.

Tuotannossa ei saa olla pullonkaulakohtia ja yhteistyön on sujuttava eri vaiheiden välillä. Tehokkuutta saavutetaan myös automaatiota lisäämällä ja tuotantotilojen layoutin suunnittelulla.

Tuotannon prosessien kehittäminen ei tarkoita kehitystyötä vain oman yrityksen sisällä, vaan verkoston eri osat tulee saada toimimaan hyvin keskenään. Esimerkiksi alihankinta ja materiaalitoimitukset ovat avainasemassa tehokkuutta tavoiteltaessa.

#### 3.1 Läpimenoajan selvittäminen

Tässä työssä läpimenoaikaa tarkasteltiin ajallisen työmäärän kohdalta. Tuotteeseen menevät työtunnit eivät olleet vielä tarkasti selvillä, jolloin työn tarkoituksena oli saada tuotteeseen menevät työtunnit selville.

Tuotteen valmistus tapahtui monessa portaassa ja useassa työpisteessä. Ensimmäisen tutustuin jokaiseen tuotannon vaiheeseen. Sain hyvän kuvan

jokaisesta työvaiheesta ja niihin liittyvistä teknisistä ongelmista, jotka lisäävät tuotteen valmistusaikaa.

Tuotannon kellottamistyö aloitettiin jakamalla osat niiden valmistusmenetelmien ja osakokonaisuuksien mukaan ryhmiin. Tämän jälkeen kellotettiin eri osien valmistukseen kuluva aika.

Kellotus aloitettiin esituotannosta. Esituotannossa oli käytössä kaksi eri leikkausmenetelmää, laser ja levytyökeskus. Laserilla tehty työ on helpompi kellottaa sen pitkälle automatisoidun toiminnan ansiosta.

Kun esituotanto oli saatu kellotettua, siirryttiin tarkastelemaan osien jalostukseen kuluvaan aikaan. Monet osat kantattiin ennen kokoonpanoon siirtymistä.

Kanttaustyö osottautuikin monen osan kohdalla aikaa vieväksi prosessiksi.

Kanttauksen jälkeen osat siirtyvät kokoonpanopisteille, joissa niistä kasataan osakokonaisuuksia. Kokoonpanopisteillä osiin liitetään alihankinnasta tulleita tuotteita, kuten eristeitä, johdotuksia, läpivientiholkkeja, jäähdyntinpatteri, lämmityskämmelit sekä puhallin.

Osakokonaisuudet siirrettiin kokoonpanopisteiltä rungon kasaamiseen tarkoitetun linjaston luokse. Linjastolla osakokonaisuudet asennettiin runkoon, jolloin lopullinen tuote muodostui. Valmiit tuotteen kasattiin suoraan kuormalavoille.

Läpimenoaikaan laskettiin kaikki työ, mitä tuotteen valmistukseen kului tehtaalla. Saaduista kellotusajasta ja tulokset kasattiin excel- taulukkoon, jolloin pienistä paloista saatiin laskettua kokonaistyömäärä.

### 3.2 Laskelman selitys Osat

Laskelman ensimmäisellä sivulla on esituotannossa ja jalostuksessa osien valmistukseen kuluva aika.

- Proj.Piir.no. = Piirustuksen numero (LIITE 1).
  
- Osan nimi = Osan nimi tulee osan käyttötarkoituksesta tai asennuspaikasta (LIITE 1).
  
- Tarve = Kuinka monta kappaletta osaa tarvitaan yhteen tuotteeseen (LIITE 1).
  
- Materiaali = Mistä materiaalista osa on valmistettu (LIITE 2).
  
- Aihio = Raaka materiaalin ahiokoko, joka tuotteen leikkaamiseen menee (LIITE 2).
  
- Hukka% = Hukka mitä ahiosta jää käyttämättä (LIITE 2).
  
- Leikkaus Amada s. = Osan leikkaamiseen amadalla kuluva aika sekunteina (LIITE 2).
  
- Leikkaus Laser s. = Osan leikkaamiseen laserilla kuluva aika sekunteina (LIITE 3).
  
- Leikkauksen Säätolisä = Levynvaihtojen sekä muiden säätöjen tuoma ajallinen lisäys (LIITE 3).
  
- Kanttaus s. = Osan kanttaukseen kuluva aika (LIITE 4).
  
- Kanttauksen Säätolisä = Tavarantoimituksen sekä asetusten muuttamisen tuoma ajallinen lisä (LIITE 4).



- Valmistelu s. = Kappaleiden valmisteluun kuluva aika sekunteina. Valmistelussa kappaleeseen kiinnitetään esimerkiksi eristeitä, läpivientiholkkeja tai niittejä (LIITE 4).
- Valmistelussa tehtävä työ = Valmistelussa tehtävän työn kuvaus (LIITE 5).
- Valmistelun säätölisä = Osien noutamiseen ja työn valmisteluun kuluva aika (LIITE 5).
- Osto- osa = Alihankintana tullut osa/osakokonaisuus (LIITE 1).
- Osan asennuskohde = Kohta, johon osa liittyy tuotteessa. (LIITE 1).
- Osan valmisteluun kuluva aika = Osan valmisteluun kuluva aika (LIITE 1).

### 3.2.1 Laskelman selitys Kokoonpano

Toisella sivulla yksittäisten osien työn vaatima aika lisätään osakokonaisuuden kasaamiseen menevään aikaan. Tällä sivulla määritetään myös valmistettavan erän koko.

- Erän koko = Valmistettavan erän koko (LIITE 6).

Kaikki osakokonaisuudet on laskettu samalla kaavalla. Väriyty ilmoittaa, missä ryhmässä osa on leikattu.

Leikkaus, kanttaus ja valmistelu on laskettu pystysarakkeissa yhteen.

- Kasaukseen kuluva aika = Osakokonaisuuden kasaamiseen kuluva aika (LIITE 6).

Suodattimen kehikkoon kuluva aika = Tähän kohtaan on laskettu yhteen leikkaamiseen, kanttaamiseen, valmisteluun ja kasaukseen kuluva aika. Sama kaava toistuu jokaisen osakokonaisuuden kohdalla.

- Osto-osien valmisteluun kuluva aika = Osto-osien erän valmisteluun kuluva aika (LIITE 6).
- FCU Yksikön kasaamiseen kuluva aika = Tuotteen kokoamiseen ja testaamiseen kuluva aika (LIITE 6).

### 3.2.2 Laskelman selitys Yhteenveto

Kolmannella sivulla on yhteenveto erän kasaukseen kuluva ajasta. Sekunteina käsitellyt ajat on muunnettu myös minuuteiksi ja tunneiksi.

- Leikkaus = Erän kaikkien osien leikkaamiseen kuluva aika (LIITE 8).
- Kanttaus = Erän kaikkien osien kanttaamiseen kuluva aika (LIITE 8).
- Kokoonpano = Erän kaikkien osien kokoonpanoon kuluva aika (LIITE 8).
- Osto-osien valmisteluun kuluva aika = Erän kaikkien osto-osien valmisteluun kuluva aika (LIITE 8).
- Sarjan kasaamiseen kuluva aika = Erän kasaamiseen kuluva aika (LIITE 8).
- Osakokonaisuudet = Eri osakokonaisuuksien valmistamiseen menevä aika. Siihen sisältyvät leikkaus, kanttaus, valmistelu sekä kasaus (LIITE 8).
- Erän valmistukseen käytetty aika = Erän valmistukseen kulunut aika. Tästä kohdasta saadaan katsottua työhön kulunut aika, jolloin tuotteen hinta voidaan määrittää helpommin (LIITE 8).

### 3.2.3 Laskelman selitys Materiaalit

Materiaalit sivu sisältää kappaleiden materiaalit ja raakamateriaalin aihiot.

- Määrä  $\text{mm}^2$  = Osaan menevä materiaali neliö millimetreinä (LIITE 10).

- Erään menevä materiaali = Valmistettavaan erään menevä materiaali neliö millimetreinä ja metreinä (LIITE 10).
- Hukka = Osaryhmän keksimääräinen hukkaprosentti (LIITE 10).

#### 4 RISKIANALYYSIT

Tuotantoprojekti on pitemmällä aikavälillä tapahtuva prosessi, jonka aikana saattaa ilmetä monenlaisia ongelmia. Näitä ongelmia saattavat olla muun muassa projektiin varatun budjetin ylittyminen, tärkeiden henkilöiden sairastuminen, tiedostojen häviäminen, väärin suunniteltu aikataulu, jolloin projektia ei ehditä toteuttaa ajoissa, tai pitkällä välillä lama-aika.

Kaikkiin poikkeamiin liittyy riski, riskinotto ja riskin realisoituminen. Riskeihin liittyy tilanteiden etenemisen hajonta ja tilanteiden vaihtelu, vaikka kaikki riskit ja niiden todennäköisyydet olisivatkin tiedossa. Riskien ratkaisussa onkin kysymys ihmisten ja yritysten vapaudesta valita erilaisia lähestymistapoja sekä toimenpiteitä. Tämä tuo suurtakin vaihtelua samoista ongelmista kärsivien toimijoiden välillä. (Kuusela & Ollikainen 2005, 28.)

Jos edellä mainittuihin, sekä muihin mahdollisesti esiintyviin poikkeamiin, jotka vaikuttavat projektin etenemiseen, tai toteutumiseen ei varauduta riittävällä vakavuudella saattaa niistä selviäminen vaatia paljon resursseja, kuten rahaa ja aikaa. Liian vaikeaan tilanteeseen joutuminen, tai pitkittynyt ongelmatilanne saattaa vaarantaa koko projektin, jolloin lopputuloksena saattaa olla tuotannon keskeyttäminen. (VTT 2012a.)

Riskianalyyseillä pyritään löytämään ja ennakoimaan mahdollisimman monet häiriön mahdollistavat tekijät laitteissa, ihmisissä tai ympäristöolosuhteissa. Riskianalyysissä tarkastellaan tapahtumia viidellä eri tasolla: riskien tunnistaminen, niiden toteutumisen todennäköisyys, poikkeamien ilmentymisen ehkäisy, toimenpiteet poikkeaman sattuessa sekä tapahtuman vaikutus projektin aikatauluun ja budjettiin. Riskien tarkastelussa saattaa ilmetä riskejä, jotka pystytään eliminoimaan ennalta. Niille riskeille, joita ei pystytä poistamaan ennaltaehkäisevillä toimilla, on tärkeää olla sovittuna käytännöt, joilla näistä mahdollisesti ilmenevistä ongelmista selvittää. (Malèn & Wessberg 2008.)

Riskien ennalta kartoittaminen on ensisijaisen tärkeää, riskianalyysijä on hyvä tehdä myös projektin edetessä. Muuttujat joiden pohjalta ensimmäiset riskianalyysit on tehty, saattavat muuttua, kun projektissa edetään. Eri aikoina ja eri tilanteissa tehdyt analyysit saattavat poiketa toisistaan huomattavasti asetettujen tavoitteiden, kattavuuden ja laajuuden suhteen. Riskianalyysi on aina projektikohtainen, mutta toimivia malleja voidaan käyttää samantyyppisille projekteille. Riskien ja niiden toteutumisen vähentäminen ja ennaltaehkäisy vaatii kuitenkin ensin relevantteihin riskien tunnistamista. Riskien tunnistamiseen ja analyysin toteuttamiseen on monia eri tapoja sekä järjestelmiä. (VTT 2012a.)

#### 4.1 Riskianalyysin menetelmät ja riskien luokittelu

Riskien analysoimiseen ja tunnistamiseen on kehitetty useita erilaisia menetelmiä. Ei ole yhtä menetelmää jolla voitaisiin suoraan käyttää kaikentyyppisiin projekteihin ja kaikkien virheiden löytämiseen. Kattavan analyysin tekemiseen tulisi käyttää parhaiten tilanteeseen ja kohteeseen soveltuvia menetelmiä.

Analyysijä on myös hyvä kohdentaa, kuten yksi analyysi tarkastelee kokonaiskuvaa riskeistä ja toinen pelkkiä teknisiin järjestelmiin liittyviä riskejä. Riskianalyysissä on hyvä tarkastella seuraavia asioita kuten, teknisiä, taloudellisia, oikeudellisia sekä ympäristöllisiä kohtia. Pienemmissä projekteissa riittää monesti karkea riskien luokittelu ja tarkastelu. Isommissa projekteissa riskit on hyvä jakaa osiin, jolloin riskejä voidaan paremmin yksilöidä ja tehdä tarkemmat suunnitelmat tapahtumien varalle. Hankaluutena on valita sopivat menetelmät projektissa mahdollisesti esiintyvien muuttujien tarkasteluun. (VTT 2012a.)

#### 4.2 Erilaiset riskianalyysit

Riskianalyysin menetelmät voidaan jakaa vaarojen tunnistamismenetelmiin, onnettomuuksien mallintamismenetelmiin sekä seurausanalyysihin (VTT 2012b).

Vaarojen tunnistamismenetelmät:

- ❖ Poikkeamatarkastelu (HAZOP)
- ❖ Potentiaalisten ongelmien analyysi (POA)
- ❖ Reaktiomatriisi
- ❖ Riskien arviointi työpaikalla -työkirja
- ❖ Satunnaispäästöriskianalyysi (SARA)
- ❖ Toimintovirheanalyysi (TVA)
- ❖ Työn turvallisuusanalyysi (TTA)
- ❖ Työtapojen analyysi
- ❖ Vaarallisten skenaarioiden analyysi (HAZSCAN)
- ❖ Vika- ja vaikutusanalyysi (VVA).

Vaarojen tunnistamismenetelmillä voidaan tutkia yksityiskohtaisesti rajattuja kohteita. Poikkeamantarkastelu on eniten käytetty tunnistusmenetelmä prosessiteollisuudessa ja se on todettu hyväksi yleismenetelmäksi tämän kohteen vaaratekijöiden tunnistamisessa. (VTT 2012b.)

Onnettomuuksien mallintamismenetelmät:

- ❖ Syy-seuraus-kaavio
- ❖ Tapahtumapuuanalyysi
- ❖ Vikapuuanalyysi
- ❖ Kemikaalien tulipalot.

onnettomuuksien mallintamismenetelmät taas kuvaavat yksityiskohtaisesti tapahtumien kulkua ja mahdollistavat onnettomuuksien todennäköisyyden arvioinnin. (VTT 2012b.)

Seurausanalyysit:

- ❖ Satunnaispäästöriskianalyysi (SARA)
- ❖ Toimintovirheanalyysi (TVA)
- ❖ Työn turvallisuusanalyysi (TTA).

Seurausanalyysillä arvioidaan mahdollisten onnettomuuksien välittömiä seurausvaikutuksia. (VTT 2012b.)

#### 4.3 Riskien luokittelu

Riskien tunnistamiseksi ja yhteyksien havaitsemiseksi kannattaa riskit luokitella osakokonaisuuksiin. Riskit jaetaan riskilajeihin sekä niiden luonteen, että sen mukaan, mihin toimintoihin ne voivat vaikuttaa. Riskilajit menevät kuitenkin osin päällekkäin, ja sama riski voi kuulua useampaan eri riskilajiin. Riskien lajittelu voidaan tehdä seuraavalla tavalla: projektiriskit, henkilöriskit, liikeriskit, tietoriskit, tuoteriskit, ympäristöriskit, sopimus- ja vastuuriskit, paloriskit ja rikosriskit. (VTT 2000-2012.)

Riskejä voidaan myös luokitella dynaamisiin ja staattisiin riskeihin. Dynaamiset riskit muuttuvat sen mukaan, millaisia muutoksia olosuhteissa ja suhdanteissa tapahtuu. Dynaamisia riskejä kutsutaan myös spekulatiivisiksi riskeiksi, koska toimija voi riskinottonsa määrällä vaikuttaa niihin. Staattiset riskit ovat dynaamisista poiketen muuttumattomia, joten niiden todennäköisyys on helpompi arvioida. Staattisista riskeistä voi seurata vain menetyksiä ja ne ovat tahdosta riippumattomia. Staattisia riskejä voidaan kutsua myös puhtaiksi riskeiksi, koska ne liittyvät tilanteeseen, jossa vaihtoehtona on tilanteen säilyminen ennallaan tai menettämisen mahdollisuus. (Kuusela & Ollikainen 2005, 34.)

Riskit voidaan jakaa myös ulkoisiin ja sisäisiin riskeihin. Ulkoisiin riskeihin ei projektin puitteissa voida vaikuttaa. Niitä ovat esimerkiksi markkinariskit kuten kilpailu, valuuttakurssit sekä poliittiset tekijät. Sisäiset riskit ovat riippuvaisia projektin toteuttamismallista.

#### 4.4 Riskien huomioiminen FCU- projektissa

Riskien huomioiminen tehdään sisällä projektissa, kuten FCU- yksikön valmistaminen tulee keskittyä erityisesti tuotteen alihankinnallisiin ja valmistusteknisiin ongelmiin. Suurimmat ongelmat ilmenevät monesti alihankinnassa sekä tuotannossa tapahtuvista virheistä ja viivytyksistä.

Ongelmat alihankinnan osalta ovat usein vaikeampia ratkaista mikä johtuu siitä, ettei siihen tuotannon osa-alueeseen pystytä vaikuttamaan suoraan. Riskien kartoittaminen ja ennakointi on tärkeää projektin osissa, joihin alihankinta vaikuttaa. Ongelmat saattavat koskea tavaran toimituksen myöhästymistä, laadullista tai rakenteellista puutetta. Tällaisiin ongelmiin pystytään helpoiten vaikuttamaan pitämällä välivarastossa niitä tuotteita, joiden hankinnassa ilmenevät ongelmat aiheuttaisivat suurimman vaikutuksen tuotannon kulkuun.

Tuotannossa ilmenevät ongelmat ovat usein avainasemassa olevan laitteen hajoaminen tai työntekijöiden äkillinen menettäminen sairauden tai tapaturman takia. Koneiden hajoamiseen tulisi varautua ennaltaehkäisevästi huoltamalla laitteita tarvittavin väliajoin, ettei yllättäviä konerikkoja pääsisi syntymään. Jos avainasemassa oleva kone hajoaa kesken tuotannon, tulisi sen korjaus saada suoritettua mahdollisimman nopeasti. Paras vaihtoehto olisi kuitenkin se, että tuotetta voitaisiin valmistaa väliaikaisesti jollain toisella koneella tai metodilla, kunnes pääasiallinen laite on saatu takaisin käyttöön. Koneen vaihtaminen oli tehtaalla helppoa, koska jokaisella koneella ohjelmat pystyttiin hakemaan sisäisestä verkosta.

Työntekijöiden osalta tietoa tuotteen kokoamisesta ja eri työvaiheista pitäisi jakaa mahdollisimman paljon kaikkien työtä suorittavien henkilöiden kesken. Tällä estetään tiedon katoamista, jos työntekijä menetetään projektista väliaikaisesti tai kokonaan. Kaikki projektin kokoonpanossa olleet työntekijät osallistuivat vuorollaan eri osien ja osakokonaisuuksien valmistamiseen, jolloin tarvittava tieto ja tekniikat saatiin kaikille työntekijöille.

Kaikissa ongelmatapauksissa tärkeintä on kuitenkin mahdollisimman nopea ja konkreettinen reagointi. Ongelman ratkaisun pitkittyessä kasvavat kustannukset



nopeasti. Ratkaisujen etsinnässä ja toteuttamisessa projektin johdolla on suurin rooli viedä asiaa eteenpäin.

## 5 YHTEENVETO

Työssä ilmeni läpimenoajan selvittämisen monta porrasta ja työvaihetta vaativissa tuotteissa olevan hankalaa suurten ajallisten vaihteluiden takia. Vaihtelua lisäsi se, että prosessi oli suurilta osin manuaalista työtä eikä automatisointia ollut kuin alkutuotannossa.

Laskelmalla saatiin eriteltyä työvaiheiden ajallinen tarve. Samalla selkeytettiin, missä järjestyksessä työvaiheet tulisi tehdä, ettei tuotantoprosessi joutuisi odottamaan kriittisiin pisteisiin tarvittavia osia.

Laskelmaa tehdessäni tuli projektien valmistelun ja toteuttamissuunnitelman laatimisen tärkeys esille. Tämän takia etsin tietoa projektin valmisteluun ja suunnitteluun liittyvistä kohdista, kuten riskianalyyseistä ja tuotantoteknisistä seikoista.

Työn tehtävänä oli laatia FCU- yksikön valmistuksesta läpimenoaika ja tämä tavoite saavutettiin. Lisäksi työn ohessa selvitettiin tuotannon kehittämismahdollisuuksia. Tuotannon kehittämisen määrää itse tuotteen menekin kehittyminen, jolloin kaikkia ideoita ei siirretty toteutukseen.

## LÄHTEET

Dr. David M. Anderson, P.E., FASME, CMC. 2008 Desing for Manufacturability & Concurrent Engineering. California: CIM Press.

Kuusela, H. & Ollikainen, R. 2005. Riskit ja riskienhallinta. Yliopistopaino-Juvenes. Tampere: Print Oy.

Malèn, Y. & Wessberg, N. 2008. Vaarojen tunnistaminen [viitattu 21.10.2012]. Saatavissa: <http://www.nbcsec.fi/spt/artikkeleita/art-02.pdf>

VTT. 2000-2012. Pk-yrityksen riskienhallinta. Riskilajit [viitattu 19.10.2012]. Saataviss: <http://www.pk-rh.fi/riskilajit>

VTT. 2012a. Hyvä riskianalyysi [viitattu 5.12.2012]. Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/riskianalyysit/indexe5b3.html>

VTT. 2012b. Riskianalyysin menetelmät [viitattu 11.12.2012]. Saatavissa: <http://virtual.vtt.fi/virtual/riskianalyysit/index273b.html>

# LIITTEET

## LIITE 1. Osat a.

Proj.Piir.no.	Osan nimi	Tarve
1	VAIPPA	1
2	POISTOPUOLEN_PAÄTY	1
3	ILMAKAMMIOIDEN_POHJA	1
4	JAKOLEVY_1	1
5	SUODATTIMEN_KEHIKKO	1
6	SUODATTIMEN_VAIPPA	1
7	SUODATTIMEN_LISTA	1
8	SUODATTIMEN_PORRAS	1
9	OVI	1
10	PÄÄTY	1
11	SUODATTIMEN_L-TUKI	2
12	VAIPAN_TUKI	1
13	KOUKKU	4
14	LÄMMITTIMEN_VALISEINÄ	1
15	ILMAKAMMIOIDEN_KANSI	1
16	JAKOLEVY_4	1
17	OHJAUSPALA_OVEEN	2
18	SUODATTIMEN_TUKI	1
19	MOOTTORIN_TUKI	1
20	RIPUSTUSPALA	2
21	PUTKIEN_TUKI	1
22	PUTKIEN_LÄPIVIENTI	1
23	PATTERIN_ALATUKI	1
24	PATTERIN_KIINNIKE	1
25	PATTERIN_KIINNIKE_VASEN	1
26	PATTERIN_PÄÄTY_VASEN	1
27	PATTERIN_PÄÄTY_OIKEA	1
28	PATTERIN_KIINNIKE_OIKEA	1
29	KONDENSAATIO_ALLAS	1

Osto-osa	Osan asennuskohde	Osan valmisteluun kuluva aika
Kupari putket	Patteri	460
Johdotukset	Vaippa	420

LIITE 2. Osat b.

Materiaali	Aihio		Hukka%	Leikkaus Amada s.
K.Sink s=1.0	952	1016	20 %	120
K.Sink s=1.0	234	522	30 %	27
K.Sink s=1.0	280	873	30 %	45
K.Sink s=1.0	219	273	30 %	11
K.Sink s=1.0	171	522	30 %	19
K.Sink s=1.0	82	766	30 %	17
K.Sink s=1.0	81	488	30 %	11
K.Sink s=1.0	95	498	30 %	10
K.Sink s=1.0	532	879	30 %	32
K.Sink s=1.0	235	522	30 %	15
K.Sink s=1.0	30	125	25 %	
K.Sink s=1.0	19,4	514,7	25 %	
K.Sink s=1.0	9	76,6	25 %	
K.Sink s=1.0	200	217	30 %	10
K.Sink s=1.0	296,9	490	25 %	
K.Sink s=1.0	199	465,9	25 %	
K.Sink s=2.0	32	86	26 %	
K.Sink s=2.0	140	435		
K.Sink s=2.0	24	213,1		
K.Sink s=2.0	45	99,1		
AISI 316 s=1.0	100	113	25 %	
AISI 316 s=1.0	90	214		
AISI 316 s=1.0	168,5	499		
AISI 316 s=1.0	128,1	380		
AISI 316 s=1.0	74	235,6		
AISI 316 s=1.0	245,9	328		
AISI 316 s=1.0	268,6	365		
AISI 316 s=1.0	105	235,6		
AISI 316 s=1.0	465	535,8		

LIITE 3. Osat c.

Leikkauksen Säätlöisä	Leikkaus Laser s.	Leikkauksen Säätlöisä
40		30
	53 sarjan ajo 40min kpl kerroin	
	45	
	1,5	
	110/218 sarjan ajo 2h 10min	30
	kappale kerroin	
	71	
	53 sarjan ajo 1h	
	kappale kerroin	
	68	
	26	

LIITE 4. Osat d.

Kanttaus s.	Kanttauksen säätilisä	Valmistelu s.
135	900	300
42		500
36		
33		
43		
36		
36		
24		
130		300
45		30
5	600	
36		30
2	600	
30		600
43		
48		
	600	
		30
5		
2		
12	900	
36		360
45		120
42		
39		
12		
12		
39		
45		1380

LIITE 5. Osat e.

Valmistelussa tehtävä työ	Valmistelun säättölisä
Villojen laitto	60
Kaulukset ja villat	
Villat ja lukot	30
Villat	
Koukkujen kiinnitys	
Lämmitysvastuksen kasaus	10
Suodattimen asennus	60
Kumien ja putkien kiinnitys	
Eristeen liimaus	
Hitsaus ja eristeen liimaus	



LIITE 6. Kokoonpano a.

Ajat sekunteina jos toisin ei mainita.

Erän koko  
100

Erän kokoa voi muuttaa

Osakokonaisuuksien työtunnit

Suodattimen kehikko				
Proj.Piir.no.	Osan nimi	Leikkaus	Kanttaus	Valmistelu
5	SUODATTIMEN KEHIKKO	5900	5200	
6	SUODATTIMEN VAIPPA	5700	4500	
7	SUODATTIMEN LISTA	5100	4500	
8	SUODATTIMEN PORRAS	5000	3300	
11	SUODATTIMEN L-TUKI	!	1100	
12	SUODATTIMEN_TUKI	!		4000
13	KOUKKU	3300	1000	
		25000	19600	4000
Kasaukseen kuluva aika		Suodattimen kehiköön kuluva aika		
1kpl		300	78600	
Koko erä		30000		

Väliseinä				
Proj.Piir.no.	Osan nimi	Leikkaus	Kanttaus	Valmistelu
3	ILMAKAMMIOIDEN POHJA	8500	4500	
4	JAKOLEVY 1	5100	4200	
16	JAKOLEVY 4	7500	5700	
19	MOOTTORIN_TUKI	!	1100	
14	LÄMMITTIMEN_VÄLISEINÄ	5000	3900	66000
		26100	19400	66000
Kasaukseen kuluva aika		Väliseinään kuluva aika		
1kpl		360	147500	
Koko erä		36000		

Osto-osien valmisteluun kuluva aika  
88000

FCU Yksikön kasaamiseen kuluva aika  
5100

LIITE 7. Kokoonpano b.

Patteri				
Proj.Piir.n	Osan nimi	Leikkaus	Kanttaus	Valmistelu
21	PUTKIEN_TUKI	9800	2100	
22	PUTKIEN_LAPIVIENTI		4500	42000
23	PATTERIN_ALATUKI		5400	18000
24	PATTERIN_KIINNIKE		5100	
25	PATTERIN_KIINNIKE_VASEN		4800	
26	PATTERIN_PAÄTY_VASEN		2100	
27	PATTERIN_PAÄTY_OIKEA		2100	
28	PATTERIN_KIINNIKE_OIKEA		4800	
29	KONDENSAATIO_ALLAS		5600	5400
		15400	36300	204000
Kasaukseen kuluva aika		Patteriin kuluva aika		
1kpl	840	339700		
Koko erä	84000			

Runko				
Proj.Piir.n	Osan nimi	Leikkaus	Kanttaus	Valmistelu
1	VAIPPA	16000	14400	36000
2	POISTOPUOLEN_PAÄTY	6700	5100	56000
9	OVI	7200	13900	36000
10	PAÄTY	5500	5400	6000
12	VAIPAN_TUKI	!	4500	6000
13	KOUKKU	3300	1000	
15	ILMAKAMMIOIDEN_KANSI	!	5200	
17	OHJAUSPALA_OVEEN	10100		
20	RIPUSTUSPALA	!	800	
		48800	50300	140000
Kasaukseen kuluva aika		Runkoon kuluva aika		
1kpl	450	284100		
Koko erä	45000			

LIITE 8. Yhteenveto

Ajat sekunteina jos toisin ei mainita.

Erän koko
100

	Leikkaus	Kanttaus	Kokoonpano
	115300	125600	414000
min.	1921,7	2093,3	6900,0
h	32,0	34,9	115,0

Osto-osien valmisteluun kuluva aika	
	88000
min.	1466,7
h	24,4

Sarjan kasaamiseen kuluva aika	
	510000
min.	8500,0
h	141,7

Osakokonaisuudet				
	Suodattin	Patteri	Väliseinä	Runko
	78600	339700	147500	284100
min.	1310,0	5661,7	2458,3	4735,0
h	21,8	94,4	41,0	78,9

Erän valmistukseen käytetty ai	
	1447900
min.	24131,7
h	402,2
1kpl Valm	4,02 h

LIITE 9 Materiaalit a.

Proj.Piir.no.	Osan nimi	Tarve	Materiaali	Aihio		Hukka%
1	VAIPPA	1	K.Sink s=1.0	952	1016	20 %
2	POISTOPUOLEN PÄÄTY	1	K.Sink s=1.0	234	522	30 %
3	ILMAKAMMIOIDEN POHJA	1	K.Sink s=1.0	280	873	30 %
4	JAKOLEVY 1	1	K.Sink s=1.0	219	273	30 %
5	SUODATTIMEN KEHIKKO	1	K.Sink s=1.0	171	522	30 %
6	SUODATTIMEN_VAIPPA	1	K.Sink s=1.0	82	766	30 %
7	SUODATTIMEN LISTA	1	K.Sink s=1.0	81	488	30 %
8	SUODATTIMEN PORRAS	1	K.Sink s=1.0	95	498	30 %
9	OVI	1	K.Sink s=1.0	532	879	30 %
10	PÄÄTY	1	K.Sink s=1.0	235	522	30 %
11	SUODATTIMEN L-TUKI	2	K.Sink s=1.0	30	125	25 %
12	VAIPAN_TUKI	1	K.Sink s=1.0	19,4	514,7	25 %
13	KOUKKU	4	K.Sink s=1.0	9	76,6	25 %
14	LÄMMITTIMEN VALISEINA	1	K.Sink s=1.0	200	217	30 %
15	ILMAKAMMIOIDEN_KANSI	1	K.Sink s=1.0	296,9	490	25 %
16	JAKOLEVY 4	1	K.Sink s=1.0	199	465,9	25 %
17	OHJAUSPALA_OVEEN	2	K.Sink s=2.0	32	86	20 %
18	SUODATTIMEN_TUKI	1	K.Sink s=2.0	140	435	
19	MOOTTORIN_TUKI	1	K.Sink s=2.0	24	213,1	
20	RIPUSTUSPALA	2	K.Sink s=2.0	45	99,1	
21	PUTKIEN_TUKI	1	AISI 316 s=1.0	100	113	25 %
22	PUTKIEN LAPIVIENTI	1	AISI 316 s=1.0	90	214	
23	PATTERIN_ALATUKI	1	AISI 316 s=1.0	168,5	499	
24	PATTERIN_KIINNIKE	1	AISI 316 s=1.0	128,1	380	
25	PATTERIN_KIINNIKE_VASEN	1	AISI 316 s=1.0	74	235,6	
26	PATTERIN_PÄÄTY_VASEN	1	AISI 316 s=1.0	245,9	328	
27	PATTERIN_PÄÄTY_OIKEA	1	AISI 316 s=1.0	288,6	365	
28	PATTERIN_KIINNIKE_OIKEA	1	AISI 316 s=1.0	105	235,6	
29	KONDENSAATIO_ALLAS	1	AISI 316 s=1.1	465	535,8	

LIITE 10 Materiaalit b

Proj.Piir.no.	Osan nimi	Tarve	Materiaali	Määrä mm <sup>2</sup>
1	VAIPPA	1	K.Sink s-1.0	967232
2	POISTOPUOLEN PÄÄTY	1	K.Sink s-1.0	122148
3	ILMAKAMMIOIDEN POHJA	1	K.Sink s-1.0	244440
4	JAKOLEVY 1	1	K.Sink s-1.0	59787
5	SUODATTIMEN KEHIKKO	1	K.Sink s-1.0	89262
6	SUODATTIMEN VAIPPA	1	K.Sink s-1.0	62812
7	SUODATTIMEN LISTA	1	K.Sink s-1.0	39528
8	SUODATTIMEN PORRAS	1	K.Sink s-1.0	47310
9	OVI	1	K.Sink s-1.0	467628
10	PÄÄTY	1	K.Sink s-1.0	122670
11	SUODATTIMEN L-TUKI	2	K.Sink s-1.0	7500
12	VAIPAN TUKI	1	K.Sink s-1.0	9985,18
13	KOUKKU	4	K.Sink s-1.0	2757,6
14	LÄMMITTIMEN VÄLISEINÄ	1	K.Sink s-1.0	43400
15	ILMAKAMMIOIDEN KANSI	1	K.Sink s-1.0	145481
16	JAKOLEVY 4	1	K.Sink s-1.0	92714,1
				2524654,88

Erään menevä materiaali	Hukka
252465488 mm <sup>2</sup>	
252,47 m <sup>2</sup>	28 %

17	OHJAUSPALA OVEEN	2	K.Sink s-2.0	5504
18	SUODATTIMEN TUKI	1	K.Sink s-2.0	60900
19	MOOTTORIN TUKI	1	K.Sink s-2.0	5114,4
20	RIPUSTUSPALA	2	K.Sink s-2.0	8919
				80437,4

8043740 mm <sup>2</sup>	
8,04 m <sup>2</sup>	26 %

21	PUTKIEEN TUKI	1	AISI 316 s-1.0	11300
22	PUTKIEEN LÄPIVIENI	1	AISI 316 s-1.0	19260
23	PATTERIN ALATUKI	1	AISI 316 s-1.0	84081,5
24	PATTERIN KIINNIKE	1	AISI 316 s-1.0	48678
25	PATTERIN KIINNIKE VASEN	1	AISI 316 s-1.0	17434,4
26	PATTERIN PÄÄTY VASEN	1	AISI 316 s-1.0	80655,2
27	PATTERIN PÄÄTY OIKEA	1	AISI 316 s-1.0	98039
28	PATTERIN KIINNIKE OIKEA	1	AISI 316 s-1.0	24738
29	KONDENSAATIO ALLAS	1	AISI 316 s-1.1	249147
				633333,1

63333310 mm <sup>2</sup>	
63,33 m <sup>2</sup>	25 %