

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikan koulutusala Lappeenranta  
Kone- ja tuotantotekniikka

Lauri Salo

## **Venetuotannon työvaiheiden analysointi ja tehostaminen**

Opinnäytetyö 2013

## **Tiivistelmä**

Lauri Salo

Venetuotannon työvaiheiden analysointi ja tehostaminen, 48 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Opinnäytetyö 2013

Ohjaajat: lehtori Veli-Pekka Jurvanen, Saimaan ammattikorkeakoulu, Varatoimitusjohtaja Jonne Tynkkynen, Oy Esmarin Composites Ltd

Työn tarkoituksena oli tutkia Buster XXL Cabinin eri tuotantovaiheita ja mitata jokaiseen varustelun työvaiheeseen kulunut aika. Näiden aikojen ja työvaiheiden tutkimisen avulla selvitin mahdollisia hukka-aikoja sekä tuotannon parannusehdotuksia. Tukena työssäni käytin eri kirjoista saamaani tietoa tuotannon-tyypeistä ja eri vaiheista.

Keräsin tarkat ajat kellolla ja seurasin jokaista tuotantovaihetta koko veneen valmistuksen ajan. Keräämäni ajat ja muut huomiot listasin taulukkoihin, jotka toimivat työni tukena. Näistä ajoista pystyin laskemaan veneen varusteluun kuuluneen kokonaisajan sekä huomaamaan työvaiheet, jotka veivät liikaa aikaa.

Kaikki mahdolliset hukka-ajat ja tuotantoa nopeuttavat keinot listasin ylös ja raportoin ylemmälle johdolle. Etsin näihin parannuskeinoja tai mietimme muiden kanssa yhdessä, pystymmekö miten toimimaan paremmin. Näiden pohjalta teimme joitakin muutoksia tuotantoon sekä tuotantolinjan käytäntöön.

Hukka-aikoja ja parannusehdotuksia löytyikin huomattavan paljon. Kaikkiin ongelmiin emme pystyneet puuttamaan, mutta puutuimme niihin, mihin oli mahdollista. Tuotantotapoja ja tuotantolinjan toimintaa muuttamalla saimmekin huomattavaa hyötyä. Näiden muutosten avulla veneen tuotantolinjan läpimenoaika pienenee ja turhat työvaiheet saadaan karsittua pois.

Asiasanat: JIT-tuotantomalli, LEAN-tuotanto, Layout-tyypit, hukka-aika, varustelu

## **Abstract**

Lauri Salo

Analysing and improving boat production operations, 48 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Mechanical and Manufacturing Engineering

Manufacturing engineering and maintenance

Bachelor's Thesis 2013

Instructors: Mr. Veli-Pekka Jurvanen, lecturer, Saimaa UAS, Mr Jonne

Tynkkynen, executive vice president, Oy Esmarin Composites Ltd

The purpose of this thesis was to study different work phases and measure the time which went to manufacture the Buster XXL Cabin. With a help of researching the work phases and getting the work times I could find out the possible loss of times and proposals for improvement. To support my thesis I used information from different type of productions and phases which I gathered from technical sources.

I gathered the exact times with a watch and followed every work phase. The times and other observations that I gathered I listed on worksheets which act to support my work. On the basis of these times I was able to count the total manufacturing time of a boat and find the phases which took too much time.

Every possible loss of time and other observations which would speed up the production I listed up and reported to senior management. For these problems I looked up for improvements or think about how we can operate better. Based on these facts we made some changes in the production and the production line.

There were found remarkably many loss of times and proposals for improvement. We intervened for those problems which we could change. For changing the production habits and function off production line we achieved significant benefits. With these improvements the manufacturing time of a boat speeded up and all the unnecessary work phases can be eliminated.

Keywords: JIT-production model, LEAN-production, Layout-types, loss of time, equip

## Sisältö

1 Johdanto .....	5
2 Yritysesittely .....	6
3 Tuotannon tehostaminen ja kehittäminen .....	8
3.1 Tuottavuuden ja tuotannon mittarit .....	8
3.2 Tuotannonohjaus .....	9
3.2.1 JIT-tuotantomalli .....	10
3.2.2 LEAN-tuotanto .....	11
3.2.3 Varastointi .....	12
3.2.4 Tuotannonsuunnittelu .....	13
3.3 Tuotantomuodot .....	14
3.4 Layouttyypit .....	15
3.4.1 Tuotantolinja-layout .....	16
3.4.2 Funktionaalinen layout .....	17
3.4.3 Solulayout .....	18
3.5 Laatu järjestelmät .....	19
3.6 Alihankinnat .....	20
4 Buster XXL Cabin .....	23
5 Tuotantovaiheiden valmistelu ja varustelu .....	24
5.1 Työvaiheiden kellotus, mahdolliset hukka-ajat sekä niiden parannusehdotukset .....	24
5.1.1 Runko .....	24
5.1.2 Pohjamoduulin valmistelu .....	26
5.1.3 Pohjamoduuli .....	27
5.1.4 Kannen valmistelu .....	29
5.1.5 Kansi .....	30
5.1.6 Liitokset .....	32
5.1.7 Lasisto ja takaovi .....	33
5.1.8 Katon valmistelu .....	35
5.1.9 Katto .....	36
5.1.10 Muita työvaiheita .....	38
5.1.11 Yksittäisiä valmisteluja .....	40
5.1.12 Lisävarusteet .....	41
6 Työkalujen ja tarvikkeiden järjestely .....	44
6.1 Työkalupakit .....	44
6.2 Tarvikekaappi .....	45
7 Yhteenveto ja pohdinta .....	46
Kuvat .....	47
Taulukot .....	47
Lähteet .....	48

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on analysoida Buster XXL Cabin -veneiden tuotantoa ja etsiä mahdollisia tehostamiskeinoja. Tämä onnistuu poistamalla mahdollisia hukka-aikoja sekä löytämällä tuotannon parannuskeinoja.

Työn tavoitteena on löytää nämä kaikki liikaa aikaa vievät työosuudet ja poistaa tai keksiä niihin parannuskeino. Näiden avulla veneen läpimenoaikaa tuotannossa saadaan pienennettyä ja näin ollen tehostettua tuotantoa entisestään. Seuraan työssäni veneen varustelun kaikkia työvaiheita ja listaan huomioni ylös.

Työssäni kellotan jokaiseen työvaiheeseen kuluneen ajan ja mahdolliset muut huomiot. Nämä kaikki listaan ylös taulukoihin, jotta työtä on helpompi analysoida. Taulukoista käy ilmi veneen kokonaistuotantoaika, mahdolliset hukka-ajat sekä muut huomiot. Työssäni käyn läpi erillisissä luvuissa jokaisessa työvaiheessani tekemät havainnot.

## **2 Yritysesittely**

Oy Esmarin Composites Ltd on savonlinnalainen yritys, joka toimii jo yli 17 vuoden valmistuskokemuksella lujitemuoviteollisuudessa. Yritys toimii vapaa-ajan veneiden sopimusvalmistajana johtaville merkeille Suomessa sekä valmistaa lujitemuovituotteita eri teollisuuden alojen komponentti- ja tuotetarpeisiin. Valmistustoiminta on tällä hetkellä vahvassa kasvussa, jonka kehitystä vauhdittaa jatkuvasti kasvava tuotekehitys sekä suunnittelutoiminta.

### **Tuotekehitys**

Yrityksen yksi toiminnan pääasia on lujitemuovituotteiden kehittäminen. Ammatitaitoisen tuotekehittelyn ja -suunnittelun kautta lujitemuovilla on mahdollista korvata jopa kokonaan muista materiaaleista, kuten esimerkiksi metallista valmistettuja tuotteita ja komponentteja. Sopimusvalmistajana yritys pyrkii luomaan entistä parempia ratkaisuja mitä erilaisimpiin tuoteratkaisuihin.

### **Laatujärjestelmä**

Yrityksellä on käytössään asiakkaiden hyväksymät laatujärjestelmät. Tuotteet valmistetaan korkeatasoisista materiaaleista ja laatutuotteiden valmistus huomioidaan myös tuotantoprosesseissa muun muassa nykyaikaisin valmistustekniikoin. Kaikki yrityksen valmistamat veneet on varustettu CE-turvallisuuskilvillä ja valmistettu näin ollen alan vaatimien turvallisuusnormien mukaisesti.

### **Ympäristö**

Yrityksen tuotantolaitos sijaitsee luonnonkauniissa Savonlinnan kaupungissa, mikä edellyttää tarkkaa ympäristön huomiointia. Ympäristöasiat ovat osa laatustrategiaa, joten tuotantoprosessissa sekä materiaali- ja jätevirroissa noudatetaan asiaankuuluvaa järjestelmällisyyttä ja vaadittavia ympäristönormeja.

### **Sopimusvalmistus**

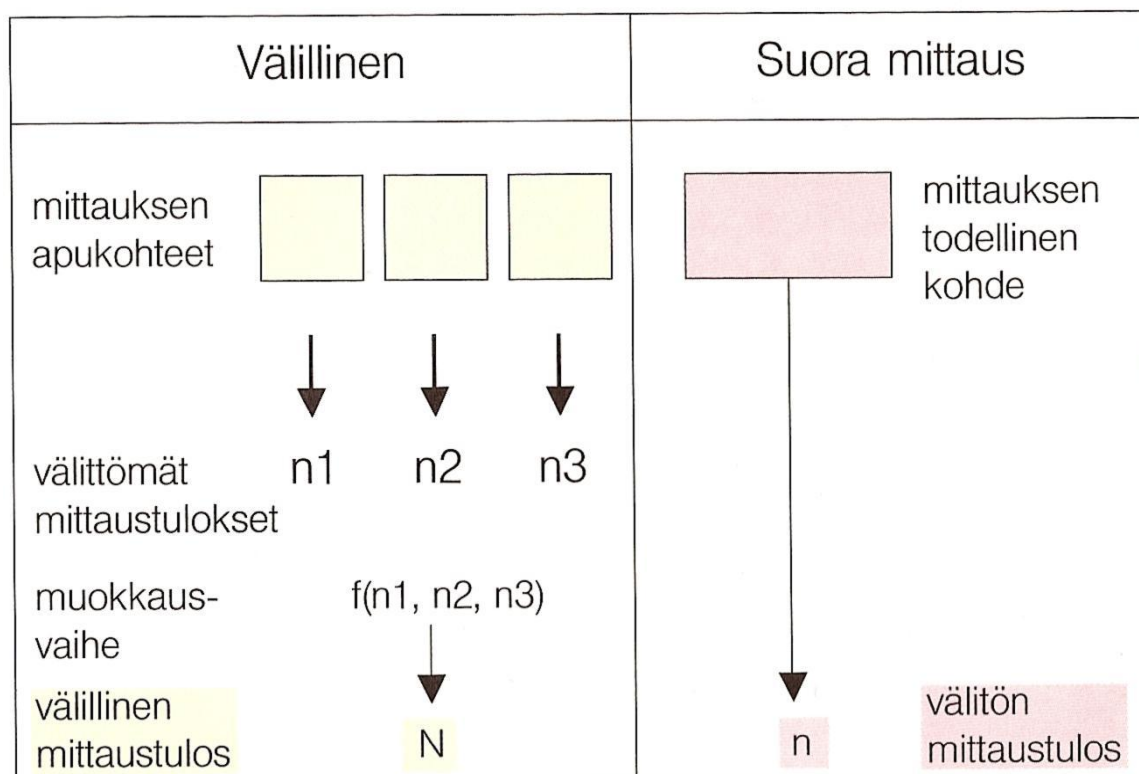
Yritys valmistaa yksilöllisiä lujitemuovituotteita eri teollisuuden alojen koneisiin ja laitteisiin sekä kuljetusvälineiteollisuuden tarpeisiin. Lisäksi tuotantoon kuulu-

vat erilaiset vapaa-ajan tuotteet, kuten veneet ja kylpyläpalvelutuottajien ve-  
sielämystuotteet. (1.)

### 3 Tuotannon tehostaminen ja kehittäminen

#### 3.1 Tuottavuuden ja tuotannon mittarit

Kokonaistuottavuus määritellään kaikkien panosten ja tuotosten väliseksi suhteeksi ja laskenta tehdään tietyltä tarkastelukaudelta. Tuotannon määrä riippuu kaikista siihen käytetyistä panoksista, eli työ-, pääoma- ja materiaalipanoksista sekä monista muista tekijöistä kuten esimerkiksi teknisestä tietämyksestä ja koulutuksesta. Kokonaistuottavuutta on teoreettisesti hyvin hankala laskea kokonaisuudessaan, joten tarkastelukohtetta on hyvä rajata. Tuotteiden ja tuoterakenteiden muuttaminen yleensä nolaa työn tuottavuuden seurannan ja silloin on lähdettävä seuraamaan tuottavuuskehitystä alusta. Tuottavuuden mittaamiselle voidaan käyttää joko suoraa tai välillistä mittaamista. Välillistä mittaamista käytetään yleensä silloin, kun suora mittaaminen ei ole mahdollista, mutta välillinen mittaaminen on epätarkempi. (2, s. 62-66.) Kuvassa 3.1 on välillisen ja suoran mittauksen havainnollistava kaavio.

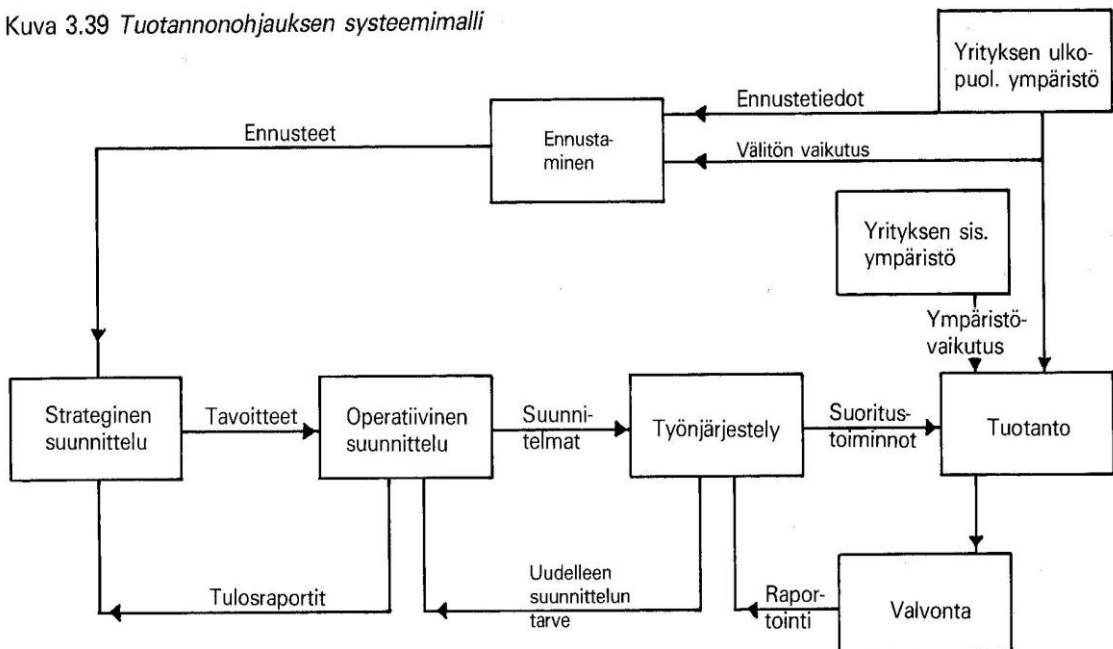


Kuva 3.1. Välillinen ja suora mittaustilanne, (2, s.65).

### 3.2 Tuotannonohjaus

Jokaisessa yrityksessä on oltava sen toiminnan laadulle ja laajuudelle sopiva ohjausjärjestelmä valvonta- ja suunnittelumekanismineen. Ohjausjärjestelmän ja tuotannon täytyy pystyä sopeutumaan toisiinsa yrityskohtaisesti. Tuotannonohjausjärjestelmä on kuin informaatiojärjestelmä, jonka tehtävänä on tuottaa kaikki tuotannonohjaukseen liittyvä informaatio. Näin ollen informaatiovirta toimii tuotannonohjauksen hermojärjestelmänä. Pääasiallisesti tuotannonohjauksen tulokset määräytyvät ohjauksen perustana olevan suunnittelun laadusta. Tuotannonohjauksen kolme tärkeintä tavoitetta ovat toimitusvarmuus, kapasiteetin hyödyntäminen ja sitoutuneen vaihto-omaisuuden minimointi. Tuotannonohjauksen ulkoisten ja sisäisten tavoitteiden ihannetilaan pyritään nykyisin JIT-tuotantofilosofialla. Periaatteessa tuotannonohjaus käsittää kaikki ne toiminnot, joiden avulla valmistus voidaan etukäteen toteuttaa tehdyn suunnitelman mukaisesti. (3, s. 110-112.) Kuvassa 3.2 on kaavio tuotannonohjauksen systeemimallista. Tässä kaaviossa tuotannonohjausta voidaan käsitellä teoreettisena ohjaussysteeminä.

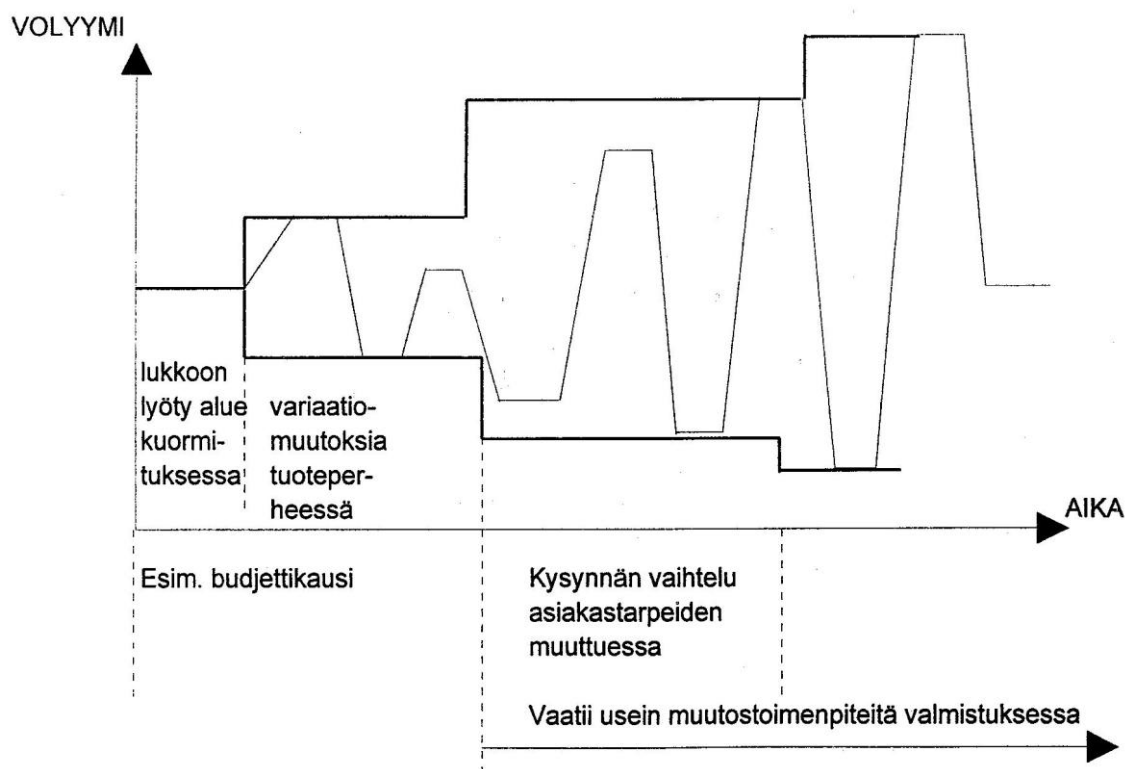
Kuva 3.39 Tuotannonohjauksen systeemimalli



Kuva 3.2. Tuotannonohjauksen systeemimalli, (3, s. 112).

### 3.2.1 JIT-tuotantomalli

JIT-tuotantomalli on joukko periaatteita, menetelmiä ja työkaluja. Näiden avulla yritys pystyy tuottamaan ja toimittamaan pieniä määriä tuotteita ja lyhyillä läpimenoajoilla asiakkaan tarpeiden mukaan. Tämä malli on kehittynyt Toyotan tehtailla. Reagointi kysynnän päivittäisiin vaihteluihin on juuri se, mihin JIT:n voima perustuu. Lyhyesti sanottuna JIT toimittaa oikean määrän oikeita artikkeleita oikeaan aikaan. JIT on lyhennys sanoista just-in-time. JIT-toimintaan liitettiin myös amerikkalaisen laatupioneerin W. Edwards Demingin opetukset. Hänen opetuksissaan laajennettiin huomattavasti asiakkaan määritelmää sisältämään sekä ulkoiset että sisäiset asiakkaat. Tätä Demingin periaatetta kutsuttiin nimellä ”seuraava prosessi on asiakas”, jonka japaninkielisestä vastineesta tuli JIT:n yksi merkittävimmistä ilmaisista. Imuohjauksessa se tarkoittaa, että edeltävän toiminnan täytyy tehdä se, mitä seuraava toiminta vaatii, koska muuten JIT ei toimi. (4, s. 23.) Kuvassa 3.3 on esitetty tuotannon mukautuminen kysyntään pitkällä aikavälillä.



Kuva 3.3. Tuotannon mukautuminen kysyntään, (5, s. 86).

Toyotan tuotantojärjestelmän ”TPS-talokaaviossa”, JIT on toinen kahdesta ulkopilarista, joka on luultavasti TPS:n näkyvin ja tunnetuin ominaisuus. Talokaaviossa jokainen elementti on yksinäänkin tärkeä, mutta yhdessä elementit vahvistavat toisiaan. JIT tarkoittaa talokaaviossa tuotanto-ongelmien puskuroinnissa käytetyn varaston poistamista niin pitkälle kuin mahdollista. Ihanne yksiosaisessa virtauksessa on valmistaa yksi yksikkö kerrallaan asiakkaan kysynnän vauhdilla. Toyotan tuotannossa alihankkijat ovat olennainen osa JIT-filosofiaa sen toimiessa tasaisesti ja myös järjestelmän seisokin aikana. (4, s. 32, 201.)

### **3.2.2 LEAN-tuotanto**

Lean-toimintamallissa noudatetaan lean-ajattelua, joka on tietäntyyppinen johtamisfilosofia. Lean pyrkii siihen, että oikea määrä oikeanlaatuisia asioita saadaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan ja oikean laatuksena. Samalla pyritään vähentämään kaikkea turhaa sekä ollaan joustavia ja avoimia muutoksille. Lean-ajattelu on saanut nimensä 1990-luvun myyntimenestyksistä, Womackin, Jonesin ja Roosin kirjoittamasta kirjasta *The Machine That Changed the World* ja Womackin ja Jonesin kirjoittamasta *Lean Thinking* kirjasta. Lean-ajattelu pohjautuu TPS:ään eli Toyota Production Systemiin. (4, s. 7, 15.)

Arvoa tuottamattomiksi eli hukka-aikaa tekeviksi asioiksi lean-ajattelussa on määritelty kahdeksan eri ongelmaa. Ensimmäinen ongelma on ylituotanto, joka aiheuttaa tarpeettomia varasto- ja kuljetuskustannuksia sekä tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista. Toinen ongelma on odottelu, joka voi aiheutua esimerkiksi automaatiosta, seuraavan työvaiheen odottelusta tai varaston loppumisesta. Kolmantena ongelmana on tarpeeton kuljettelu, joka voi aiheutua esimerkiksi keskeneräisen työn kuljettamisesta tai valmiiden hyödykkeiden siirtelystä. Neljäs ongelma on ylikäsittely tai virheellinen käsittely, jonka voi aiheuttaa tarpeettomien työvaiheiden suorittaminen tai keho työkalu ja suunnittelu. Viidentenä ongelmana ovat tarpeettomat varastot, joissa on liikaa raakamateriaalia, keskeneräisiä tuotteita sekä valmiita hyödykkeitä. Tarpeettomat varastot aiheuttavat paljon erilaisia ongelmia, esimerkiksi pidentävät läpimenoaikoja, tuottavat enemmän kuljetus- ja varastokustannuksia sekä suuret varastot kätkevät paljon pieniä eri ongelmia. Kuudes ongelma on tarpeeton liikkuminen, joka aiheutuu kaikesta turhasta liikkeestä, jota työntekijän täytyy tehdä työnsä suorittamisen

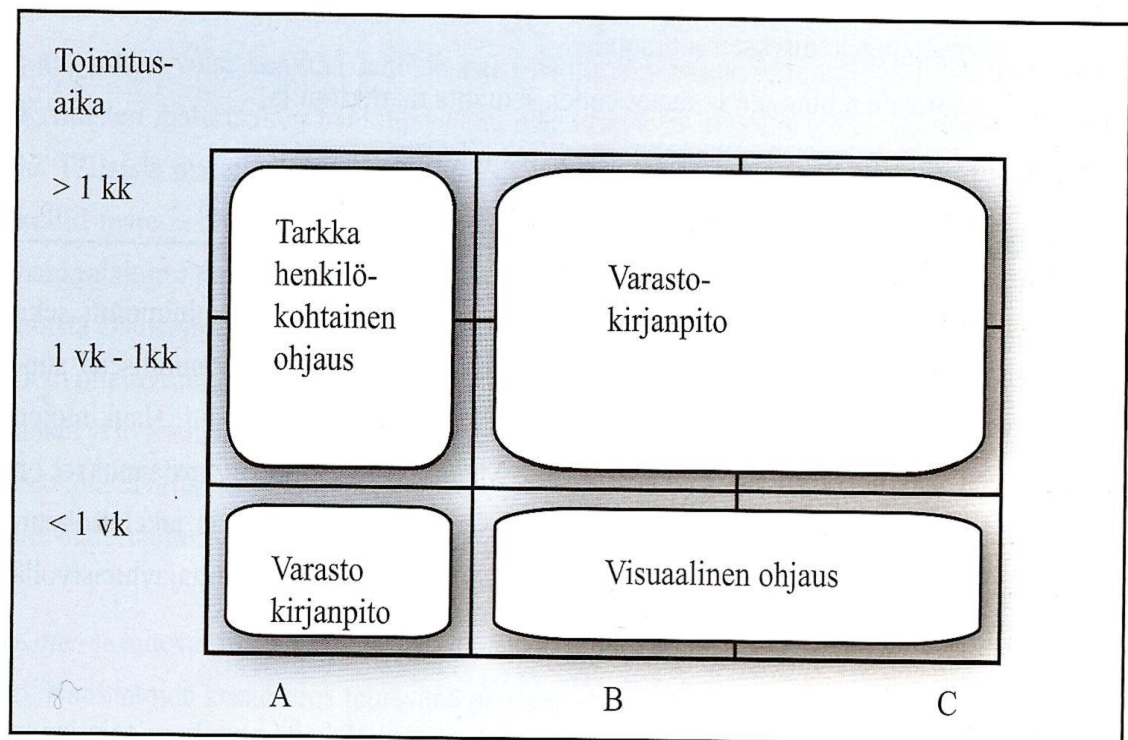
aikana. Seitsemäs ongelma on viat, jotka aiheutuvat viallisten osien tuottamisesta tai korjaamisesta ja nämä tarkoittavat hukattua aikaa ja turhaa työtä. Kahdeksas ongelma on työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen, koska työntekijää kuuntelemalla voidaan saada hyviä ideoita ja parannuksia. Nämä kaikki kahdeksan ongelmaa tuottavat hukka-aikaa. Eniten hukkaa aiheuttaa yli-tuotanto, koska se vaikuttaa niin moniin eri osa-alueisiin. (4, s. 28-29.)

### **3.2.3 Varastointi**

Jokaiselle yritykselle materiaali- ja tuotevarastot ovat välttämättömiä. Varastoja tarvitaan eri tuotannonvaiheisiin sekä toimituskyvyn turvaamiseksi asiakkaalle. Varastot muodostavat myös suuren riskitekijän, koska varaston arvo voi vaihdella suuresti tietyssä ajassa. Varastot sitovat myös paljon pääomaa, ja materiaalien käsittely sekä varastointi aiheuttavat kustannuksia. Varastotyyppejä on monenlaisia, tyypit riippuvat suuresti tuotannosta. Varastot mitoitetaan niin, että menekkitilanteessa pystytään saavuttamaan haluttu palvelutaso. Varastojen mitoituksessa otetaan aina huomioon hiljaisen menekin aika sekä myös kausivaihtelut. Varastonvalvonta on hyvin tärkeä rutiinitoimenpide, jonka avulla pystytään estämään ongelmat toiminnanohjauksessa ja vältetään suuret lisäkustannukset joita koituu huonosta varastonvalvonnasta. Varastonvalvonnassakin voidaan käyttää monia erityyppisiä menetelmiä. (6, s. 445-446, 449-450.)

Usein varastoja valvotaan ABC-analyysin avulla, joka on tekniikka, jolla varastonimikkeet voidaan luokitella valvontaryhmiin. Jokaiselle eri ryhmälle sovelletaan erilaista valvonta- ja ohjausperiaatetta. A-ryhmässä sovelletaan tilauspistejärjestelmää, jossa hankinta-aloite syntyy, kun varastomäärä on laskenut tilauspisteeseen. Tilauspisteeseen tullaan silloin, kun materiaali riittää keskimääräiseen kulutukseen uuden tavaran toimituksen ajaksi sekä käyttämättä jää materiaalia vielä varmuusvaraston verran. Tiluserän suuruus lasketaan yleensä Wilsonin kaavalla, jota käytetään optimaalisen ostoerän laskemiseksi. B-ryhmää valvotaan varastokirjanpidolla, jossa käytetään periodijärjestelmää, jossa kahden tilauksen välinen aika on vakio. Tiluserän suuruus kuitenkin vaihtelee, mutta se määrätään niin suureksi, että saavutetaan maksimivaraston arvo. Menetelmiä A ja B käytetään myös yhdessä, jolloin varastomäärät tarkistetaan taasisin väliajoin, mutta hankinta tehdään vasta varastomäärän laskiessa tilaus-

pisteeseen tai sen alle. Perinteisessä varasto-ohjauksessa eli ryhmässä C nimikkeitä valvotaan tarkemmin esimerkiksi nettotarvelaskennan avulla. Tarvelaskennassa tilaus jaetaan tuoterakenteen perusteella, jonka jälkeen lasketaan, kuinka paljon eri nimikkeitä tarvitaan ja milloin niitä tarvitaan. Kun varastosaldo laskee tilauspisteen alapuolelle, tehdään tällöin tilaus toimitusajan verran tarveajankohtaa aikaisemmin. Tarvelaskennassa alempien tasojen materiaalien tarve määräytyy ylempien tasojen tarpeen mukaan. Tarvelaskennan riittävän käytön mahdollistaa ainoastaan tietotekniikan käyttö. (3, s. 119, 121-122.) Kuvassa 3.4 on esimerkki materiaalihallintamenetelmien valinnasta ABC-luokan ja toimitusajan mukaan.



Kuva 3.4. Materiaalihallintamenetelmän valinta ABC-luokan ja toimitusajan mukaan, (6, s. 458).

### 3.2.4 Tuotannosuunnittelu

Tuotannosuunnittelun kolme tärkeintä tavoitetta ovat samat kuin tuotannonohjauksessakin, eli toimitusvalmius, kapasiteetin hyväksikäyttö sekä vaihtomaisuuden minimointi. Tuotannosuunnittelu vaatii tulosten valvontaa sekä tehtävien suunnittelua, niin kuin tuotannonohjauksinkin. Toisin sanoen, tuotannon-

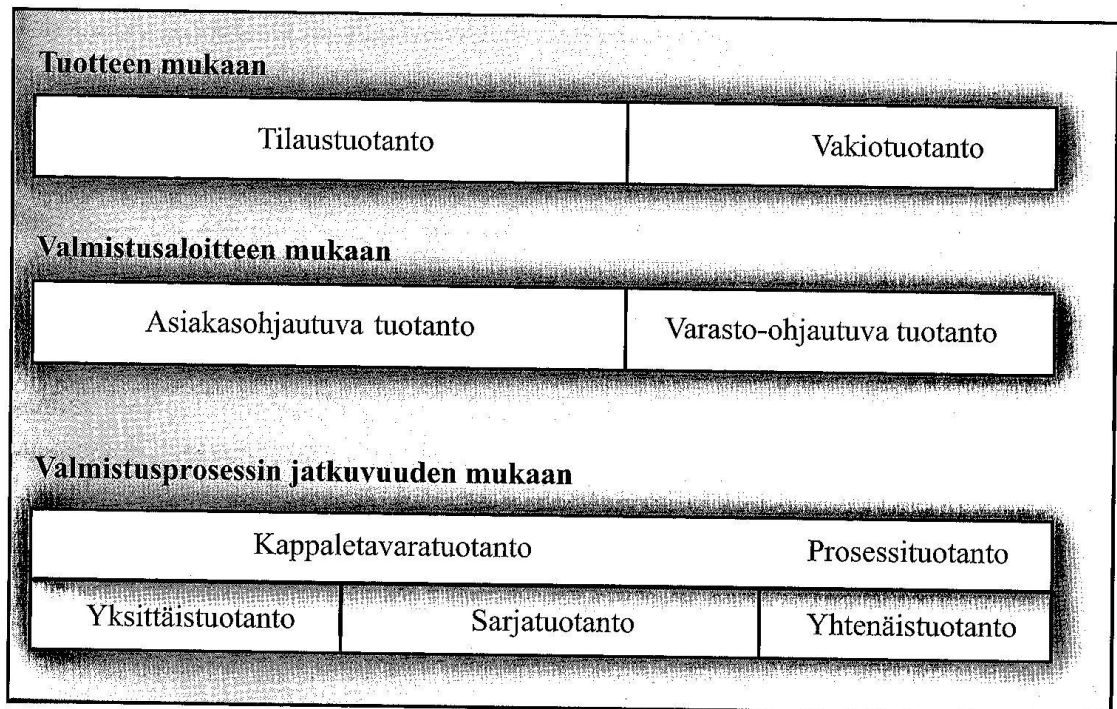
suunnittelu ja ohjaus ovat kytköksissä toisiinsa toimiakseen parhaimmalla tavalla. Tuotannosuunnittelun tavoitteena on markkinoiden tarpeiden ja tuotannon taloudellisten toimintamahdollisuuksien sopeuttaminen toisiinsa niin, että sovitut toimitusaikoja pystytään noudattamaan ja saadaan tuotantokapasiteetti kuormitettua mahdollisimman tasaisesti. Tuotannosuunnittelu alkaa jo toimitusaikojen määrittämisellä tuotteiden markkinointivaiheessa ja lopussa saadaan tulokseksi valmis tuotanto-ohjelma. Tuotannosuunnittelua voidaan tehdä monessa eri tasossa. Tasojen määrä määräytyy tuotantomuodosta, valitusta ohjausjärjestelmästä ja myös yrityskoosta riippuen. Suunnittelutasoja on esimerkiksi toiminnansuunnittelu, karkeasuunnittelu, materiaalisuunnittelu, hienosuunnittelu ja työnjärjestely. Usein edetään ajallisesti karkeasuunnittelusta hienosuunnitteluun. (3, s. 111, 115, 117-118.)

### **3.3 Tuotantomuodot**

Usein yrityksen tuotantojärjestelmän ominaisuudet sekä toiminnan ohjauksen ja toiminnan periaatteet määrittelevät tuotantomuodon. Tuotantomuoto määräytyy konstruktion, valmistustekniikan, jakelutien ja valmistusmäärien mukaan. Tuotantoprosessi perustuu harvoin vain yhteen tuotantomuotoon, koska tuotantojärjestelmän eri vaiheissa on erityyppistä tuotantoa. Suomalaiselle koneenrakennukselle tyypillisin tuotantomuoto on sekatuotanto, jossa osien valmistus tapahtuu sarjoina, mutta kokoonpano yksittäistuotantona. (6, s. 353, 355.)

Tuotantomuodot voidaan jaotella A- ja B-ryhmään. A-ryhmä jaotellaan tuotteen standardiluonteisuuden perusteella ja ne voidaan jaotella kahteen alaryhmään. Ensimmäinen on vakio- tai varastotuotanto, jossa tuotteisiin tehdään vain harvoin muutoksia. Valmistuserien aloituksen määräävät kulutus ja varastomäärät, toimitusaika on lyhyt ja varastoon sitoutuu pääomaa nostaen kustannuksia. Toinen alaryhmä on asiakas- tai tilaustuotanto. Tässä tuotevarasto pysyy pienenä, asiakkaan erikoistoivomukset pystytään täyttämään, toimitusajat ovat pitemmät kuin ensimmäisessä ryhmässä ja ohjausimpulssit saadaan tilauksesta. B-ryhmä jaotellaan tuotantomäärän ja tuotantoprosessin jatkuvuuden perusteella. Tämä ryhmä voidaan jaotella kolmeen alaryhmään. Ensimmäinen on yksittäistuotanto, jossa tuote valmistetaan asiakkaan tilauksesta ja tuotannonohjaus tapahtuu suurilla yksittäistuotteilla projektiohjauksena. Toinen alaryhmä on sarjatuotanto,

jossa valmistus tapahtuu usean kappaleen erissä. Valmistuserien suuruus määräytyy taloudellisin perustein ja tämä tuotanto mahdollistaa työmenetelmien ja välineiden kehittämisen taloudellisiksi. Kolmas alaryhmä on yhtenäistuotanto, joka jatkuu samanlaisena pitkiä aikoja. Automaatio on kehitetty tässä tuotannossa paljon pidemmälle kuin muissa tuotantomuodoissa. Tätä tuotantomuotoa voi kutsua myös prosessituotannoksi. (3, s. 82-83.) Kuvassa 3.5 on taulukko tuotantomuotojen pääryhmistä sekä niiden alaryhmistä.



Kuva 3.5. Tuotantomuodot, (6, s. 354).

### 3.4 Layouttyypit

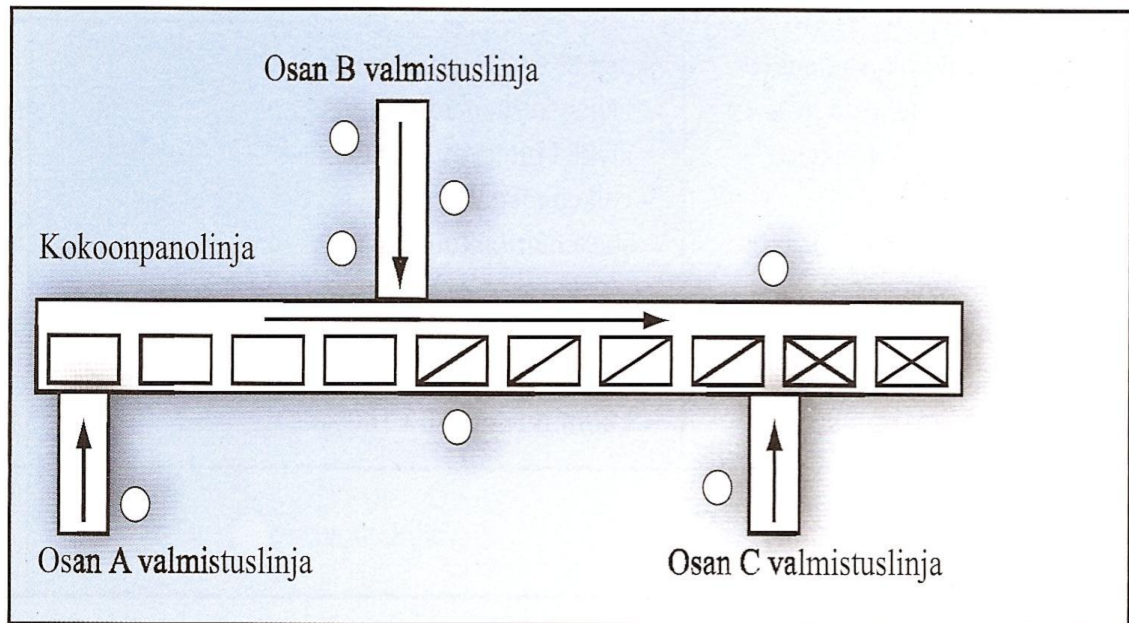
Layout on vakiintunut termi, jolla tarkoitetaan tuotantojärjestelmän fyysisten osien sijoittelua tehtaassa. Layoutsuunnittelu kattaa tehtaan koneiden, laitteiden ja materiaalivirtojen suunnittelun. Layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin työnkulun ja tuotantolaitteiden sijoittelun perusteella: tuotantolinja-layout, funktionaalinen layout ja solulayout. (6, s. 475.)

Layouttyypin valintaan vaikuttavat tuotevalikoiman laajuus sekä tuotettavien tuotteiden määrä. Layout voi myös vaihdella tuotantoprosessin eri vaiheiden mukaan. Layout on aina tuotantojärjestelmän kompromissi, koska kaikkien tekijöiden suhteen optimaalista ratkaisua ei yleensä ole. Layouttyyppiä valittaessa

voidaan käyttää arvioinnissa apuna hyötyarvomatriisia. Siinä pisteytetään jokainen painoarvo, jonka jälkeen myös eri ratkaisuvaihtoehdot pisteytetään ja kerrotaan painoarvolla. Kun pisteet ovat laskettu yhteen, nähdään taulukosta paras mahdollinen vaihtoehto. Layouttyyppiä valittaessa on otettava huomioon layoutsuunnittelun keskeinen tavoite eli materiaalivirtojen tehokas suunnittelu. Materiaalivirtojen kuljetuskerrat ja –matkat pyritään minimoimaan osastojen ja työpisteiden välillä mahdollisimman pieneksi. Layoutsuunnittelussa on otettava myös huomioon mahdolliset muutos- ja laajennustarpeet, koska layoutia pitää pystyä muuttamaan joustavasti tuotantomäärien ja tuotetyyppien muuttuessa. (6, s. 479-482.)

### **3.4.1 Tuotantolinja-layout**

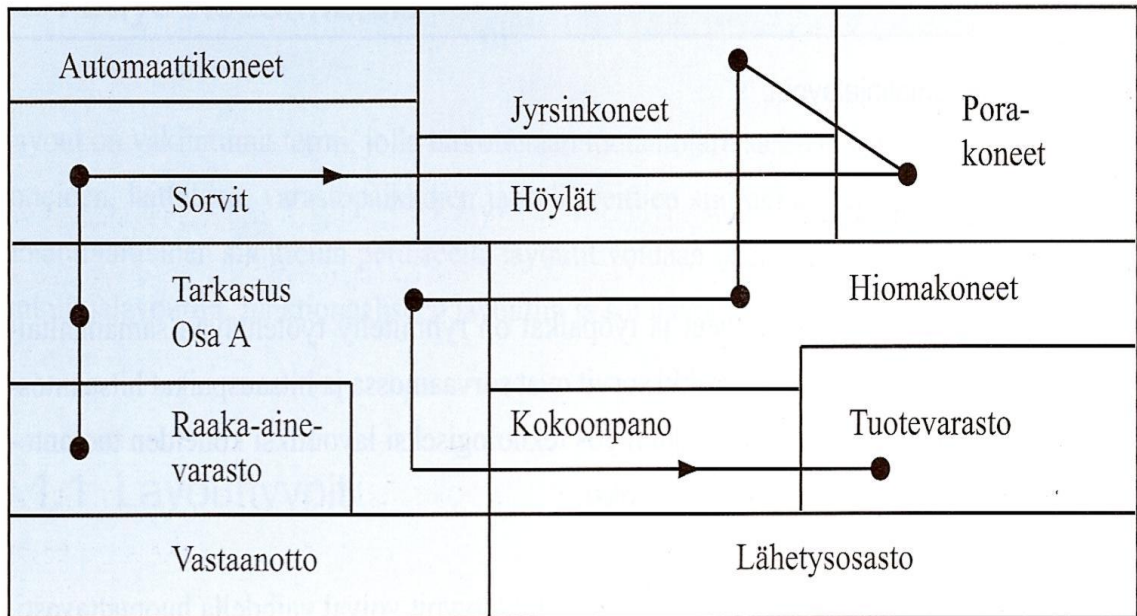
Tuotantolinjan ideana on, että koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työnkulun mukaisessa järjestyksessä ja ovat erikoistuneet tietyn tuotteen valmistamiseen. Työvaiheiden välillä voidaan käyttää mekaanisia kuljettimia ja valmistus ja kappaleenkäsittely on automatisoitua ja tehokasta. Jotta tuotantolinjalayout on toimiva, täytyy olla suuret tuotantomäärät ja korkea kuormitusaste. Tuotantolinjan työnkulku on selkeää, mutta rakentamiskustannukset ovat suuret. Suuret rakennuskustannukset kompensoituvat kuitenkin, koska tuotteen suurien valmistusmäärien ansiosta tuotteen yksikköhinta muodostuu alhaiseksi. Laadunvalvonta on todella tärkeää, koska tuotantolinja sietää huonosti häiriöitä ja pienikin häiriö vaikuttaa nopeasti koko linjan tuottavuuteen ja aiheuttaa suuria kustannuksia. Tuotantolinjassa tuotteen vaihtaminen toiseen vaatii pitkän asetusajan ja kapasiteetin kasvattaminen on vaikeaa linjan toteutuksen jälkeen. Tuotannonohjaus on kuitenkin hyvin helppoa, koska työnkulku on selkeää ja linja toimii käytännössä yhtenä kokonaisuutena. (6, s. 475-476.) Kuvassa 3.6 on esimerkkimalli tuotantolinjalayoutista.



Kuva 3.6. Tuotantolinja-layout, (6, s. 476).

### 3.4.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisen layoutin ideana on, että työpaikat ja koneet ovat ryhmiteltyinä työtehtävän samankaltaisuuden mukaan. Esimerkiksi kaikki hitsauspaikat ovat hitsaamossa. Funktionaalista layoutia voidaan kutsua myös teknologiseksi layoutiksi koneiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn takia. Laitteistot ovat yleensä monipuolisia yleiskoneita, joilla pystytään valmistamaan joustavasti erilaisia tuotteita sekä tekemään vaihtelevia tuotantomääriä. Automaatiota on hankala soveltaa, koska tuotteet valmistetaan sarjoina tai yksittäiskappaleina. Töiden ohjaus on hankalaa, koska tuotannonohjaus perustuu eri koneille jonottaviin töihin ja tämän myötä keskeneräisten töiden työjonot kasvavat sekä läpäisy aika pidentyy. Työvaiheiden välillä olevat suuret välivarastot vaikeuttavat laadunhallintaa sekä suurentavat kustannuksia. Hyviä puolia on, että erilaisten tuotteiden valmistaminen ja kapasiteetin kasvattaminen on helppoa ja joustavaa. Verrattuna tuotantolinjaan funktionaalisen layoutin tuottavuus on heikompi ja kuormitusaste jää matalaksi, mutta se on halvempi sekä helpompi toteuttaa. (6, s. 476-477.) Kuvassa 3.7 on esimerkkimalli funktionaalisesta layoutista.

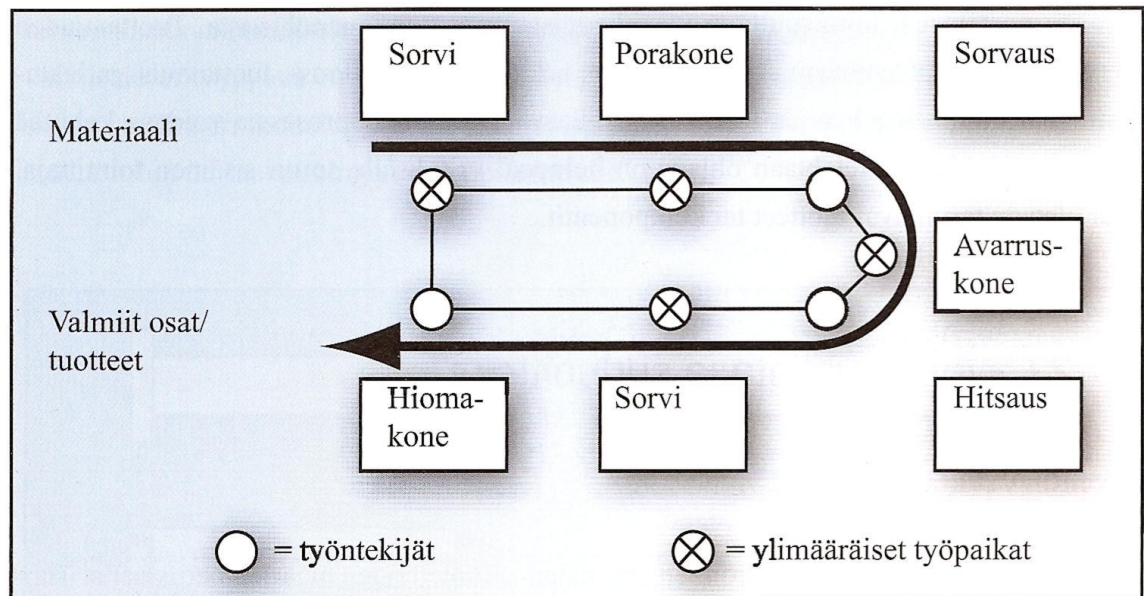


Kuva 3.7. Funktionaalinen layout, (6, s. 477)

### 3.4.3 Solulayout

Solulayoutin ideana on, että se on erikoistunut tiettyjen työvaiheiden tekoon ja tiettyjen osien valmistukseen. Periaatteessa se muodostaa eri työpaikoista ja koneista kootun itsenäisen ryhmän. Solulayoutia kutsutaan myös eräänlaiseksi välimuodoksi funktionaalisesta layoutista ja tuotantolinjasta. Solu on joustava tiettyjen tuotteidensa valmistuksessa ja asetusajtkin ovat hyvin lyhyet siirryttäessä tuotteesta toiseen. Solujen läpäisyajat ovat hyvin lyhyet, joten materiaali-  
virrat ovat selkeitä eikä sen takia esiinny välivarastojakaan. Tuotteita valmistetaan pieninä sarjoina tai yksittäiskappaleina, mikä mahdollistaa tehokkuuden oman tuoteryhmän puitteissa. Solun tuotannonohjaus on helppoa, joten tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella hyvinkin paljon. Solulayout on kuitenkin herkkä kuormituksen vaihteluille ja tuotevalikoiman voimakkaille muutoksille, jonka takia laitteiden ja koneiden kuormitusasteet voivat vaihdella huomattavasti. Soluvalmistusta on perusteltu tuottavuuden kasvulla, joka on varmasti totta, koska laadunvalvonta, virheiden löytäminen ja korjaaminen on helpompaa samalla alueella tapahtuvissa valmistusvaiheissa. Soluvalmistuksessa on myös huomattu työntekijöiden motivaation kasvu, koska ryhmä työskentelee itsenäisesti ja vastaa tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta. Työntekijät voivat

myös itse päättää omasta työnjaostaan. (6, s. 477-478.) Kuvassa 3.8 on esimerkkimalli solulayoutista.

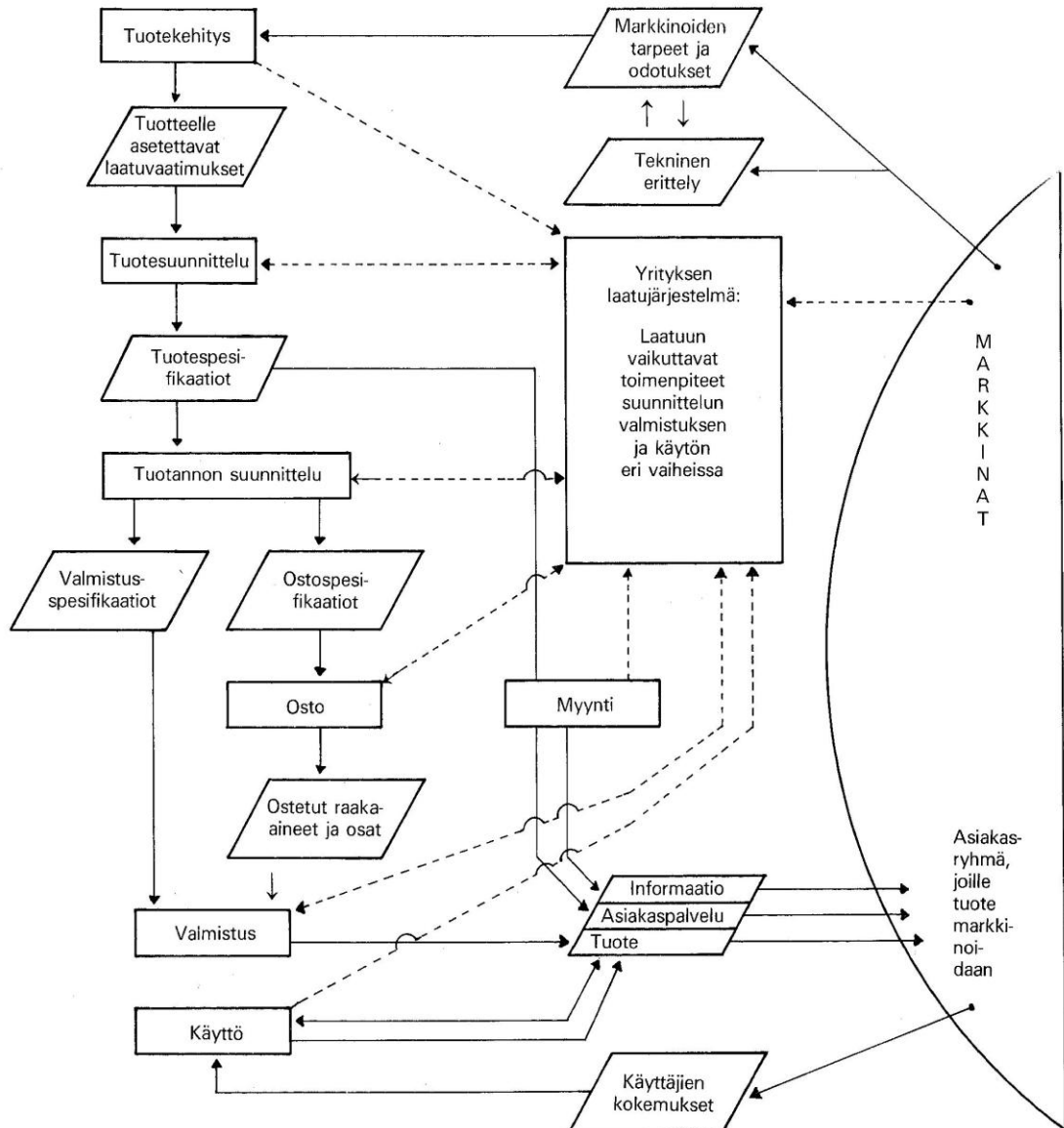


Kuva 3.8. Solulayout, (6, s. 478).

### 3.5 Laatu järjestelmät

Tuotteet kilpailevat markkinoilla hinnallaan, mutta myös laadullaan. Hyvän laadun aikaansaaminen vaatii valmistusprosessilta laaduntuottokykyä. Tämän kyvyn saavuttamiseksi koneiden ja laitteiden on oltava kunnossa sekä tuotannosta pitää saada poistettua inhimilliset erehdykset. Laadulla tarkoitetaan pääasiassa kykyä täyttää asiakkaan tarpeet, odotukset ja vaatimukset, jolloin pystytään täyttämään asiakkaan näkemys tuotteesta. (3, s. 127.) Laatu järjestelmä on järjestelmä, jota käytetään yrityksen laadun johtamisessa, hallinnassa ja kehittämisessä. Järjestelmä määrittää laadun toteuttamisessa vaadittavat prosessit, vastuut, menettelyohjeet, organisaation sekä resurssit. Laatu järjestelmässä käytetään yleensä kansainvälistä ISO 9001 -standardia, joka on tunnetuin laatu järjestelmä standardi. Tämä standardi asettaa laatu järjestelmälle tavoitteet ja sisällön, joita pitää noudattaa laadun valvonnassa ja varmistuksessa. Standardin mukaista laatu järjestelmää käytetään etenkin silloin, kun asiakkaat on vakuutettava tuotteen tai prosessin laadusta. Standardi näin ollen takaa, että tuotantoprosessi ja laadunvarmistus toimivat standardin mukaisesti. Käytännön toteutustavat määritellään jokaisessa yrityksessä erikseen ja sertifikaatin vah-

vistavat viranomaiset hyväksyvät viimeisenä käytettävät menetelmät. (6, s. 383-386.) Kuvassa 3.9 on esitetty laatujärjestelmän rakenne, jonka toimintamallia voi noudattaa kehittäessään laatujärjestelmää.

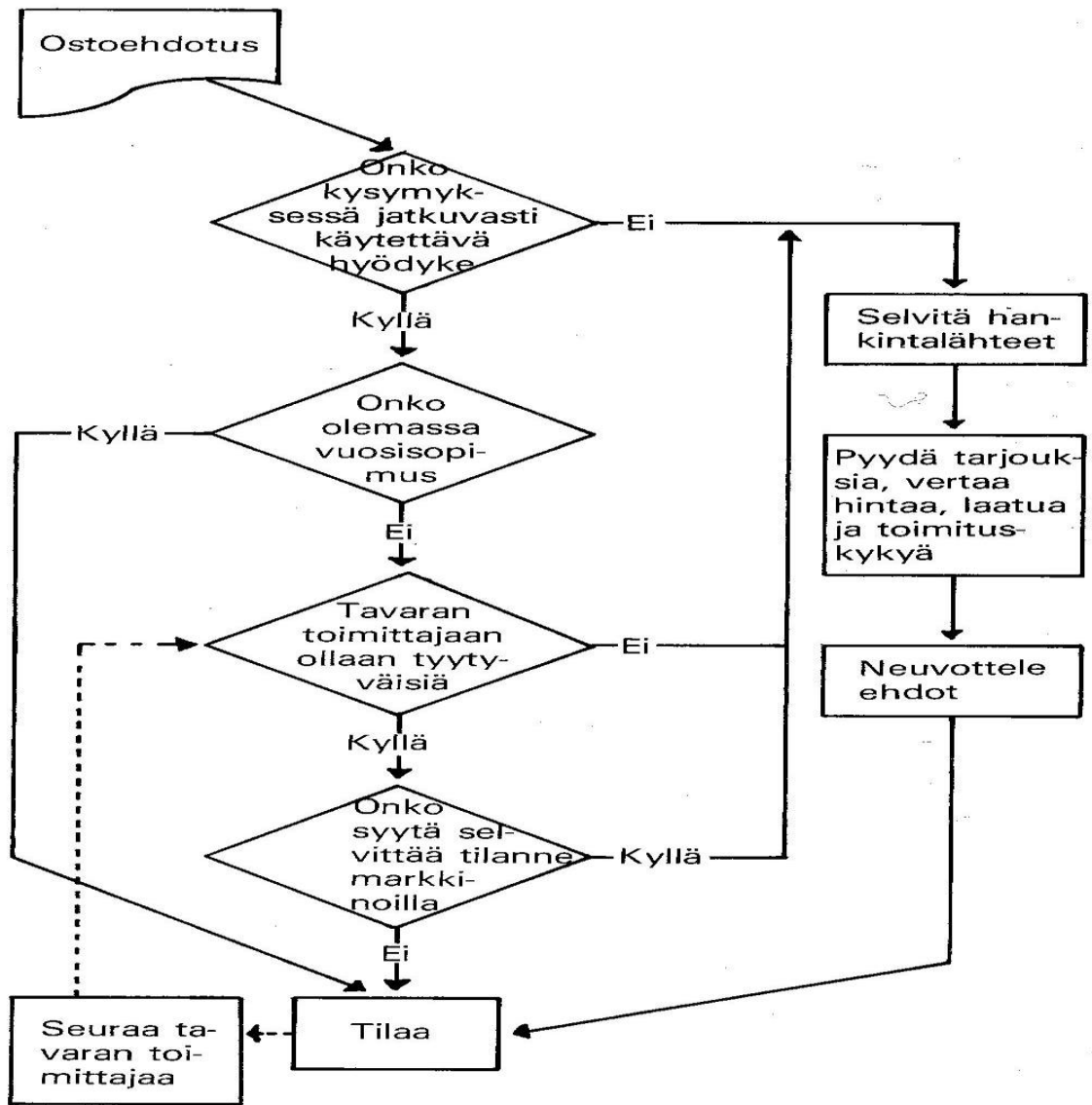


Kuva 3.9. Laatujärjestelmän rakenne, (3, s. 128).

### 3.6 Alihankinnat

Usein joudutaan päättämään, kannattaako osa valmistaa vai ostaa. Jokaista osaa olisi hyvä tutkia kustannus- ja investointilaskelmien avulla, jotta tiedetään, kannattaako osa tilata alihankkijalta. Yrityksen työllisyys ja laatu politiikka vaikuttavat myös päätökseen. Alihankkijateollisuus on pääasiassa pienteollisuutta,

mutta alihankinnan kenttä on koko ajan luonteeltaan monipuolistumassa sekä laajenemassa. Selvänä alihankintana voidaan pitää, kun itse suunniteltu komponentti valmistetaan toisessa yrityksessä. Kustannussyiden lisäksi alihankinnan muita syitä ovat, oman kapasiteetin riittämättömyys sekä tieto taidon puuttuminen, eli ei ole erikoistuttu siihen osaamiseen. Alihankintaa on kuitenkin hankala saada yhtä joustavaksi kuin oma tuotanto. Alihankinta lisää myös painetta laadunvalvonnassa, tuotannonohjauksessa sekä tuotesuunnittelussa. Alihankinnan avulla pystytään keskittymään omaan osaamiseen ja ydinalueeseen ja näin ollen ulkoistamaan muut suoritteet. Alihankkijoiden valinnassa tärkeimpiä perusteita ovat hinta, laatu ja toimitusten varmuus. Alihankkijoiden olisi hyvä myös osallistua yrityksen tuotekehitykseen ehdottamalla omia ideoitaan. On myös hyvä pyrkiä mahdollisimman paikalliseen toimittajaverkkoon, jotta kuljetusajat pienenevät, puuteriski pienenee, laatuongelmat selviävät nopeasti sekä saavutetaan monia muita etuja. (3, s. 122-123, 6, s. 25-26.) Tavarantoimittajaa valittaessa voi apuna käyttää kuvassa 3.10 olevaa ostoprosessikaaviota.



Kuva 3.10. Ostoprosessi, (3, s. 124).

## 4 Buster XXL Cabin

Buster on Pohjoismaiden suosituin moottorivenemerkki, joka tarjoaa monentyyppisiä veneitä, jotka voidaan räätälöidä itse omanlaisekseen tilausta tehdessään. Elämysten pohjana toimii merialumiinirunko ja Euroopan suurimman alumiiniveneiden valmistajan osaaminen ja kokemus. Pohjan parhaita puolia ovat helppohoitoisuus, turvallisuus sekä kestävyys. Paras tapa räätälöidä Buster omanlaisekseen onnistuu varustepakettien valinnalla. (7, s. 2-4.)

Buster XXL Cabin on näyttävä, hyvin varusteltu ja vaativissakin meriolosuhteissa pärjäävä vene. Vene sopii monipuoliseen hui-, harrastus- ja yhteiskäyttöön. Veneen valttina ovat avara, läpikuljettava keskihytti, jossa riittää tilaa suurenkin seurueen matkantekoon. Vene kulkee kokoluokkaansa nähden taloudellisella moottoriteholla sekä käyttäytyy johdonmukaisesti ja vakaasti, jonka takaa viimeistely runko. Pitkän matkan veneilyn takaa kiinteä 155 litran polttoainesäiliö. Kaiteet valmistetaan ruostumattomasta teräksestä ja helpottavat veneessä kulkemista sekä nousemista. Veneen kulutuspinnot ovat kestäväää ja pitävää alumiinilevyä ja veneen ylärakenne on lujitemuovia. Näiden ominaisuuksien ansiosta XXL Cabinia kutsutaankin joka sään huolettomaksi yhteysveneeksi. (7, s. 14-15.) Kuvassa 4.1 on Buster XXL Cabinin teknisiä tietoja.

<b>Buster XXL Cabin</b>	
Suurin pituus	6,60 m
Vesilinjapituus	5,05 m
Suurin leveys	2,40 m
Vesilinjaleveys	1,95 m
Paino	1085 kg*
Vapaalaita, kuormaton	0,79 m
Syväys	0,35 m
V-kulma	20 astetta
Henkilömäärä/kantavuus	7/525 kg**
Suurin moottoriteho	150 hv
Peräpeilin korkeus	635 mm
Moottorin rikipituus	Erikoispitkä
Suunnittelukategoria	C***

Kuva 4.1. Buster XXL Cabin, (7).

## **5 Tuotantovaiheiden valmistelu ja varustelu**

Buster XXL Cabinin tuotantovaiheiden valmistelu ja varustelu koostuvat monista eri vaiheista. Valmisteluun kuuluvat lujitemuovista tehtyjen osien, esimerkiksi katon leikkaus oikeaan muotoonsa sekä tarvittavien reikien tekeminen ja hionta. Valmisteluvaihe takaa pääasiassa sen, että veneen varustelu olisi mahdollisimman nopeaa ja saumatonta. Valmistelulla pyritään siihen, että varustelun aikana ei enää tarvitsisi muokata reikiä eikä osan muotoa vaan se olisi käyttövalmis. Varustelu koostuu veneen eri osien liittämisestä toisiinsa sekä niiden osien varustelusta. Varusteluun kuuluu esimerkiksi kaiteiden asennus. Valmistelun ja varustelun vaiheet käydään tarkemmin läpi vaiheittain sekä taulukkojen avulla. Itse seurasin näitä työvaiheita ja kellotin niiden aikoja. Aikojen sekä työvaiheiden analysoinnin avulla pyrin etsimään mahdollisia hukka-aikoja ja parannusehdotuksia niihin. Tuotantoa seuratessani pyrin myös löytämään mahdollisia muita huomioita, joilla pystyisi parantamaan tuotantoa tai jotka ovat tärkeää tietoa tuotannon suunnittelijoille vastaisuudessa.

### **5.1 Työvaiheiden kellotus, mahdolliset hukka-ajat sekä niiden parannusehdotukset**

Työvaiheiden kellotuksessa kirjaimellisesti otin kellolla aikaa, kuinka pitkään minkäkin työvaiheen tekemisessä kuluu. Työvaiheita oli monia, joten aikojen saamisessa meni hyvin pitkän aikaa. Kun kaikki valmistelun ja varustelun työvaiheet olivat kellotetut, niin tuloksena oli valmis vene. Veneen tuotantolinjan läpäisyyn meni aikaa noin viisi työpäivää tehtäessä kahdeksan tunnin työpäiviä. Näiden työvaiheiden kellotuksien yhteydessä etsin ja kellotin myös mahdollisia tuotannon hukka-aikoja. Tuotannossa olevat hukka-ajat täytyi saada poistettua, joten pyrin löytämään niihin mahdollisia parannuskeinoja. Näitä parannusehdotuksia kävimmekin läpi tuotannon johdon kanssa ja pyrimme poistamaan ne, jos suinkin mahdollista.

#### **5.1.1 Runko**

Busterin runko on valmistettu merialumiinista ja se toimitetaan Esmarinille valmiina. Runkoon pitää kuitenkin lisätä tarvittavat reiät sekä letkut ja valmistella runko muita veneen osia varten. Rungon varusteluun kuuluvat esimerkiksi tyh-

jennysputkien, trimmilevyjen sekä polttoainesuodattimen asennus. Taulukosta 5.1 käy ilmi tarkemmin, mitä kaikkea kuuluu rungon varusteluun. Runko varustellaan täysin valmiiksi ennen pohjamoduulin ja kannen liittämistä runkoon. Rungon varusteluun kului yhteensä aikaa noin 3 h 15 min pääasiassa kahdelta työntekijältä, josta eniten kului aikaa trimmilevyjen asennukseen.

<b>Runko</b>		<b>Hukka-ajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<b>Työvaihe</b>	<b>Työaika</b>	<b>Mihin käytettiin</b>	<b>Hukka-aika</b>	<b>Mitä</b>
Tarvikkeiden haku	<b>5min</b> (1+1)			Rungon saanti hallin toisesta päästä aikaa vievää
Trimmilevyjen asennus	<b>1h</b> (1+1)			n.5min trimmimoottorin täyttö nesteellä
Etutyhjennysputkien asennus	<b>20min</b> (1+1)	Terän etsintä	<b>5min</b>	Voisiko runkoon tehdä valmiiksi reiät, jotta ei tarvitsisi enää porailla. Sama taakse
Takatyhjennysputkien asennus	<b>35min</b> (1+1)			Olisiko valmiina oikean kokoista standardi putkea, jotta ei tarvitsisi lyhentää molemmista päistä
Äänieristematot	<b>15min</b> (1+1)	Äänieristemattojen haku	<b>5min</b>	
Polttoainesuodattimen asennus	<b>10min</b> (1+1)			
Nappien asennus pohjamoduulia varten	<b>8min</b> (1)			
Akkukaapeleiden asennus	<b>15min</b> (1+1)			
Pehmusteiden asennus teräviin reunoihin	<b>12min</b> (1+1)			Onko muuta vaihtoehtoa, kuin nippuside kiinnitys pehmusteille
Imurointi	<b>5min</b> (1)			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>3h 15min</b>		
<b>Rungon työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>3h 5min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	<b>10min</b>
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.1. Runko

Rungon varustelun hukka-ajat koostuivat enimmäkseen tarvikkeiden sekä työkalujen hakemisesta ja etsimisestä. Näihin kului yhteensä aikaa 10 minuuttia

rungon varustelun ajasta. Näistä hukka-ajoista päästäisiin helposti eroon, kun vain pidettäisiin työkalut järjestyksessä sekä tarvikkeet lähettyvillä. Rungon varustelussa löytyi kuitenkin paljon muuta huomioitavaa, joilla voisi säästää aikaa runsaasti. Rungon siirto tuotantolinjan loppupäästä alkupäähän nosturilla vei useita minutteja ennen kuin päästiin varsinaisiin työvaiheisiin. Tähän etsimme ratkaisua sillä, että olisimme saaneet ulkopuolisen toimittamat rungot alkupään ovesta sisään tuotantolinjalle, mutta tämä ei ollut mahdollista rungon suuren koon takia. Tämän takia rungot on otettava aina sisään loppupäästä, jossa on suuret nosto-ovet ja siirrettävä nosturilla alkupäähän. Aikaa vei myös paljon tyhjennysputkien asennusreikien poraaminen runkoon. Tätä ei kuitenkaan tehdä valmiiksi jo tehtaalla, koska samaa merialumiinirunkoa käytetään Esmarinilla muihinkin veneisiin, joihin reiät joudutaan poraamaan eri kohtiin. Takatyhjennysputkien asennuksessakin ilmeni aikaa vievä ongelma, jossa joudutaan lyhentämään tyhjennysputkia molemmista päistä. Tähän ongelmaan ehdotin ratkaisuksi, että tilattaisiin suoraan oikean kokoista standardiputkea. Tämä ei ollut kuitenkaan mahdollista, koska sen kokoista putkea juuri oikealla kulmalla ei ollut saatavilla. Huomioni kiinnittyi myös pehmusteiden asentamiseen teräviin reunoihin pohjamoduulia varten, jotta pohjamoduuli ei repeä liitettäessä. Pehmusteet jouduttiin asentamaan poraamalla reiät teräviin reunoihin ja kiristämään ne nippusiteillä. Parannusehdotukseksi ehdotin tilattavaksi suoraan pehmustetta, jonka toinen puoli olisi varustettu liima- tai tarrapinnalla. Tämän myötä pehmuste tarvitsisi painaa vain kiinni runkoon, eikä tarvitsisi porata reikiä. Pääasiassa rungon varustelu sujui hyvin jouhevasti, eikä liikaa hukka-ajoja ilmennyt. Näillä joillakin ehdottamillani muutoksilla säästettäisiin kuitenkin aikaa ja pidemmän päälle se näkyisi tuotannon nopeutumisenä, jos muutokset vain olisivat mahdollisia tehdä.

### **5.1.2 Pohjamoduulin valmistelu**

Ennen kuin pohjamoduulia päästiin varustelemaan, niin se täytyi valmistella. Valmisteluun kuuluivat tarvittavien reikien ja leikkausten piirtäminen, leikkaus ja hionta sekä säilytyslokeroiden leikkaus. Säilytyslokerot liitetään lopuksi pohjamoduuliin. Pohjamoduulin valmisteluun kului aikaa yhteensä 1 h 15 min yhdeltä työntekijältä, jonka jälkeen päästiin tekemään varsinaista varustelua. Valmiste-

lussa ei ilmennyt lainkaan hukka-aikoja eikä muitakaan huomioita, jotka hidastaisivat tuotantoa. Taulukossa 5.2 käy tarkemmin ilmi, minkä verran aikaa mikäkin työvaihe vei.

<b>Pohjamoduulin valmistelu</b>		<b>Hukkaajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<i>Työvaihe</i>	<i>Työaika</i>	<i>Mihin käytettiin</i>	<i>Hukka-aika</i>	<i>Mitä</i>
Reikien ja leikkausten piirtäminen	10min (1)			
Leikkaus ja hionta	45min (1)			
Säilytyslokeroiden leikkaus	10min (1)			

<b>Työn kokonaisaika</b>	1h 5min		
<b>Työvaiheiden kokonaisaika</b>	1h 5min	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.2. Pohjamoduulin valmistelu

### 5.1.3 Pohjamoduuli

Pohjamoduuli varustellaan sen valmistelun jälkeen ja varustelun jälkeen se on valmis liitettäväksi yhteen rungon ja veneen kannen kanssa. Pohjamoduulin varustelu koostui pääasiassa ohjauskaapeleiden ja sähköjohtojen vedosta, äänieristeiden asennuksesta sekä tuuletinsuulakkeiden asentamisesta. Taulukosta 5.3 käy ilmi tarkemmin, mitä jouduttiin asentamaan ja minkä verran nämä veivät aikaa. Pohjamoduulin varusteluun kului aikaa yhteensä 1 h 50 min pääasiassa kahdelta työntekijältä, joista eniten aikaa vei juuri sähköjohtojen ja ohjauskaapeleiden vetäminen.

<b>Pohjamoduuli</b>		<b>Hukkaajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<i>Työvaihe</i>	<i>Työaika</i>	<i>Mihin käytettiin</i>	<i>Hukka-aika</i>	<i>Mitä</i>
Tarvikkeiden haku	5min (1)			Joutui pidentämään joitakin sähköjohtoja, koska ei riittänyt pituus esim. kaiutinjohto

Äänieristeet	<b>20min</b> (1)			Hyvä kun äänieriste- matot ovat valmiiksi leikatut oikeaan muo- toonsa. Säästää aikaa
Sähköjohtojen ja ohjauskaapeleiden veto	<b>40min</b> (1+1)	Sähköjohdot juutuivat put- keen	<b>5min</b>	Voisiko moduulin put- ket olla halkaisijaltaan isompia, olisi helpompi vetää johdot ja kaapelit
Suulakkeiden asennus	<b>15min</b> (1)	Poran, terien ja liimatiiviste- massan haku	<b>5min</b>	
Webaston valmius putket ja suulakkeet	<b>20min</b> (1+1)			Liitettiin suoraan we- baston moottoriin, kos- ka veneeseen oli tilattu webasto. Voisiko olla valmiina oikean pituiset putket webastolle

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>1h 50min</b>		
<b>Pohjamoduulin työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>1h 40min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	<b>10min</b>
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.3. Pohjamoduuli

Hukka-ajat koostuivat pohjamoduulissakin samoista asioista kuin rungossa eli tarvikkeiden ja työkalujen hakemisesta, jotka olivat joko kadoksissa tai piti muuten hakea jostain muualta. Hukka-aikoja kertyi yhteensä noin 10 minuuttia. Hukkaan meni myös aikaa, kun joitakin johtoja ja kaapeleita jäi jumiin pohjamoduulin putkiin, joiden läpi nämä vedettiin. Tähän mietimme ratkaisuksi, olisiko mahdollista mahdollistaa pohjamoduuliin halkaisijaltaan suuremmat putket, jotta olisi helpompaa vetää johdot ja kaapelit läpi. Tämä ajatus jäikin muhimaan ja ruvettiin selvittämään, olisiko tämä mahdollista. Hukkaan meni myös aikaa joitakin sähköjohtoja vedettäessä, esimerkiksi kaiutinjohtoja jouduttiin jatkamaan, jotta niiden pituus riittäisi kaiuttimille asti. Johdotukset tulevatkin valmiina paketteina Esmarinille, joten selvitimme, mitä johtoja jouduttiin pidentämään, ja ilmoitimme siitä valmistajalle. Valmistaja korjaa tämän virheen ja pidentää näitä johtoja, joten jatkossa vältetään johtojen pidentämiseltä ja säästetään aikaa. Jokaiseen veneeseen vedetään myös valmiiksi putket webastolle, jotta jälkeenkäynnin asennus olisi helpompaa. Tätä operaatiota nopeuttaisi, jos putket olisivat valmiiksi sopivan mittaisia, mutta valmistaja ei pysty tätä tekemään, koska se toimittaa samoja sarjoja myös monille muille yritysille. Itse tätä työvaihetta pys-

tyy nopeuttamaan sillä, että kun tuotannossa tulee hiljaisempia hetkiä, niin tällöin leikataan valmiita putkisarjoja webastolle. Kun taas tuotannossa on kiireisempää, sarjat olisivat pituudeltaan valmiita asennettaviksi. Pohjamoduulin varustelun plussana on, että äänieristematot on leikattu jo aikaisemmin valmiiseen muotoon sabluunan avulla, joten ne tarvitsee vain asettaa paikoilleen. Tämä jouduttaa tuotantoa huomattavasti, koska ei tarvitse mitailla ja leikkailla äänieristemattoja jokaisella kerralla erikseen.

#### 5.1.4 Kannen valmistelu

Kansi valmistellaan ennen sen täydellistä varustelua. Kannen valmisteluun kuuluvat esimerkiksi reikien työstäminen, hionta, leikkaus ja säilytyslokeroiden leikkaus. Säilytyslokerot ovat samantyyppiset kuin pohjamoduulin valmistelussakin ja ne liitetään kanteen. Kannen valmisteluun kului aikaa yhteensä 4 h 10 min yhdeltä henkilöltä, josta eniten aikaa vievin osuus oli reikien teko, leikkaus ja hionta. Kannen valmistelussa ei ilmennyt ollenkaan hukka-aikoja. Kuitenkin esittäessäni johtoryhmälle kannen valmisteluun menevän ajan, heidän mielestään aikaa kului liikaa. Emme kuitenkaan keksineet ratkaisua, millä saisimme valmisteluajan pienenemään, mutta jostain pitäisi yrittää saada supistettua aikaa. Taulukosta 5.4 käy ilmi jokaisen työvaiheen tarkka kulunut aika.

Kannen valmistelu		Hukkaajat		Muita huomioita
Työvaihe	Työaika	Mihin käytettiin	Hukka-aika	Mitä
Hionta	40min (1)			
Kovetteen laitto	20min (1)			Kovetteen ja tarvikkeiden laitto valmiiksi n.10min
Kovetteen kuivuminen	30min (1)			
Kannen kääntö	20min (1)			
Reikien ja leikkausten piirtäminen ja valmistelu	20min (1)			
Reikien teko, leikkaus ja hionta	1h 25min (1)			

Jyrsintä	<b>25min</b> (1)			
Säilytyslokeroiden leikkaus	<b>10min</b> (1)			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>4h</b> <b>10min</b>		
<b>Työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>4h</b> <b>10min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.4. Kannen valmistelu

### 5.1.5 Kansi

Kansi varustellaan täysin sen valmistelun jälkeen, jonka jälkeen voidaan kansi, pohjamoduuli ja runko liittää yhteen. Kannen varusteluun kuului esimerkiksi kaiteiden, luukkujen, suulakkeiden sekä valojen asennusta. Eniten kannen varustelussa veivät aikaa kaiteiden asennukset, joihin kului yhteensä 1 h 30 min. Taulukosta 5.5 käy tarkemmin ilmi, minkä verran aikaa kului kaikkiin tarvittaviin varusteluihin. Kannen varusteluun kuuluva aika oli yhteensä noin 4 h 50 min, kun kanta oli varustelemassa pääasiassa kaksi henkilöä.

<b>Kansi</b>		<b>Hukka-ajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<b>Työvaihe</b>	<b>Työaika</b>	<b>Mihin käytettiin</b>	<b>Hukka-aika</b>	<b>Mitä</b>
Tarvikkeiden ja tarvittavien työkalujen haku	<b>15min</b> (1+1)	Liimatiivistemassan haku ja vaihto. Oli jumittunut	<b>5min</b>	
Kaiteiden asennus	<b>1h 30min</b>			Kaiteet voisi tehdä samankokoisilla kierteillä, säästäisi aikaa
Läpivientien asennus	<b>Etu</b> <b>10min</b> <b>Taka</b> <b>10min</b> (1)			
Venttiili/tuuletus suulakkeiden asennus	<b>20min</b> (1+1)			
Tarkastusluukkujen ja manusluukun asennus	<b>20min</b> (1)			

Ohjauslaitteiden, trimmikytkimien ja kytkinkaapelin asennus	<b>20min</b> (1)			
Tuulilasin pyyhkimien moottoreiden asennus	<b>10min</b> (1)			
Keulavalo ja virranulosottojen asennus	<b>10min</b> (1)			
Manuaalisen pilssipumpun asennus	<b>15min</b> (1)			
Silikonimassan asennus lokeroihin	<b>10min</b> (1)			
Huohotin/Bensaletkun asennus	<b>10min</b> (1+1)			
Kauhukahvan asennus	<b>5min</b> (1)			
Etuhuomiovalojen asennus	<b>20min</b> (1)			Etukaiteiden valojen levyt voisi laittaa valmiiksi kiinni alihankkijalla, säästäisi aikaa
Bensatankin luukun ja letkujen asennus	<b>15min</b> (1+1)			
Imurointi	<b>5min</b> (1)			

	<b>4h</b>		
<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>50min</b>		
<b>Kannen työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>4h</b> <b>45min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	<b>5min</b>
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.5. Kansi

Kannen varustelussa ei hukka-aikoja ilmennyt monia minuutteja. Ainut hukkaan kulunut aika tuli siitä, kun piti hakea uusi liimatiivistemassa varastosta ja vaihtaa se vanhan tilalle. Tähän kulunut hukka-aika oli 5 minuuttia. Vanha liimatiivistemassapatruuna oli vielä juuttunut liimapuristimeen, joten aikaa meni ennen kuin saatiin laite toimintakuntoon. Tämä hukka-aika vältettäisiin sillä, että säilytettäisiin liimatiivistemassoja lähempänä tuotantolinjaa, koska niitä kuluu jatkuvasti. Liimatiivistemassapatruunan jumittuminen vältettäisiin sillä, että jokainen käyttäjä huolehtisi jälkensä eikä jättäisi vanhaa patruunaa kuivahtamaan liimapuristimeen. Muitakin huomioita löytyi, joilla saataisiin nopeutettua tuotantoa. Kaiteiden asennuksessa ilmeni, että jotkin kaiteet ovat erikokoisilla kierteillä. Tuotan-

toa nopeuttaisi, jos kaikki kaiteet olisivat samankokoisilla kierteillä, jolloin asen-  
taminen onnistuisi aina samalla työkalulla ja osilla. Työkalu löytyisi myös hel-  
pommin, koska ei tarvitsisi etsiä monien työkalujen joukosta. Myös etukaiteisiin  
asennettavat levyt valoja varten voisivat olla jo valmiiksi asennettuina paikalleen  
tavarantoimittajalla. Näin säästyttäisiin yhdeltä työvaiheelta, koska molemmat  
osat tulevat kuitenkin samalta toimittajalta. Pitää siis ottaa yhteyttä tavarantoi-  
mittajaan ja tehdä tarvittavat muutokset jos mahdollista, jotta säästettäisiin ai-  
kaa tuotannon parissa.

### 5.1.6 Liitokset

Liitosvaiheeseen kuuluvat liitettävien osien valmistelut liitosta varten sekä varsi-  
nainen osien liittäminen toisiinsa. Liitettäviin osiin kuuluivat runko, pohjamoduuli,  
kansi, katto sekä muutama muu pieni työvaihe liitosten yhteydessä. Eniten  
aikaa veivät varsinaiset liittämiset. Liittämisen esivalmistelut ja kokeilut eivät  
vieneet niinkään aikaa. Liitoksiin kului aikaa yhteensä 3 h 55 min, kun töiden  
parissa oli yhdestä kolmeen henkilöä. Taulukosta 5.6 käy ilmi tarkemmat työ-  
vaiheet ja niihin kuluneet työajat.

Liitokset		Hukka-ajat		Muita huomioita
Työvaihe	Työaika	Mihin käytettiin	Hukka-aika	Mitä
Runkoa, pohjamoduulia ja kantta varten tehtävät esivalmistelut	15min (1+1+1)	- Oikean kuormaliinan etsintä - Keulajohtojen kiinnitys pois edestä	5min 5min	- Kuormaliinoiden haku - Liimamassan haku - Kuormaliinoiden kiinnitys
Pohjamoduulin ja kannen kokeilu runkoon, jotta sattuvat kohdakkain ja pois nosto	20min (1+1+1)	Moduuli ja kansi eivät käyntyneet kohdalleen, joten jouduttiin hiomaan pohjamoduulia	5min	
Runko ja pohjamoduuli ja moduuliin tulevat liimaukset kantta varten	20min (1+1+1)			Reunimmaisten harmaiden pehmikenappien laitto turhaa, koska pohjamoduuli ei satu niiden päälle. Pienennettävä väliä tai vaihdettava paikkaa
Runko, pohjamoduuli ja kansi	40min (1+1+1)			

Runko, pohjamoduuli, kan- si ja katon liittämisen esi- valmistelut	<b>10min</b> (1+1)			
Runko, pohjamoduuli, kan- si ja katto	<b>1h</b> (1+1)			Kuuluu: Silikonimassa vedot Liiman ja silikonin putsau- s
Takareunuksen asennus	<b>30min</b> (1)			
Moottorin pehmenyslevyn ja läpiviennin asennus	<b>25min</b> (1)			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>3h</b> <b>55min</b>		
<b>Liitos työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>3h</b> <b>40min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	<b>15min</b>
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.6. Liitokset

Liitoksia tehdessä hukka-aikoja ilmeni noin 15 minuutin ajan. Yksi hukka-ajan aiheuttaja oli taas tarvikkeiden kateissa olo. Oikean kokoisia kuormaliinoja jouduttiin etsimään ja siihen kului taas aikaa. Tämä vältettäisiin edelleen sillä, kun edellinen käyttäjä palauttaisi tarvikkeet oikealle paikalleen aina käytön jälkeen. Toinen aikavaras oli, kun keulajohdot olivat tiellä ja niitä jouduttiin siirtelemään, jotta saataisiin liitokset tehtyä. Tämä vältettäisiin, kun keulajohdot kiinnitettäisiin oikealle paikalleen jo aikaisemmassa työvaiheessa, kun johtoja liitetään. Hukkaan meni myös aikaa pohjamoduulia hioessa, koska se ei käynyt suoraan paikalleen. Tässä nähtiin, että huolellisuus kannattaa, jotta ei jouduttaisi tekemään töitä kahteen kertaan. Muitakin huomioita tuotannon nopeuttamiseksi löytyi. Kuormaliinoja ja liimamassoja piti hakea taas kauempaa varastosta. Näitä voitaisiin säilyttää tuotantolinjan lähellä, koska niitä kuluu ja käytetään kuitenkin jatkuvasti tuotannossa. Myös runkoon kiinnitettävien reunimmaisten pehmikennappien asennus on turhaa, koska pohjamoduuli ei satu niiden päälle. Tämä voidaan ehkäistä joko pienentämällä pehmikennappien väliä, vaihtamalla niiden paikkaa tai olla laittamatta niitä ollenkaan. Tällä hetkellä niiden asennus on kuitenkin turhaa, koska pohjamoduuli ei osu niiden päälle.

### 5.1.7 Lasisto ja takaovi

Lasisto ja takaovi asennetaan Busteriin liitoksien jälkeen. Lasisto asettuu kiertämään veneen keskiosan ja se kiinnitetään kanteen. Takaovi kiinnitetään lasis-

toon sekä kanteen. Eniten asennuksissa vei aikaa lasiston asennus paikalleen, siihen kului aikaa noin 1 h 40 min. Lasiston, takaoven sekä muihin tarvittaviin asennuksiin kului aikaa yhteensä 3 h 40 min pääosin yhdeltä henkilöltä. Taulukossa 5.7 näkyy tarkemmin tarvittavat asennukset sekä niihin kuluneet ajat.

<b>Lasisto ja takaovi</b>		<b>Hukka-ajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<b>Työvaihe</b>	<b>Työaika</b>	<b>Mihin käytettiin</b>	<b>Hukka-aika</b>	<b>Mitä</b>
Lasiston asennus	<b>1h 40min</b> (1+1)	Lasiston hakeminen ulkoa	<b>10min</b> (1+1+1)	Mahtuisiko säilyttämään lasistoa sisällä
Takaoven asennus	<b>30min</b> (1)	Oven hakeminen ulkoa	<b>10min</b> (1+1)	Mahtuisiko säilyttämään ovia sisällä
Peitelevyjien asennus	<b>30min</b> (1)			
Sivupehmusteiden asennus	<b>30min</b> (1)	Varusteiden ja työkalujen haku asennusta varten	<b>10min</b>	Voisiko olla parempi pito/pidike menetelmä, kuin puukiilojen laitto. Esim. säädettävä pidike, säästyisi aikaa.

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>3h 40min</b>		
<b>Työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>3h 10min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	<b>30min</b>
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.7. Lasisto ja takaovi

Näiden asennuksissa ilmeni aivan liikaa hukka-aikoja. Niitä kertyi yhteensä noin puoli tuntia. Hukka-aikojen aiheuttajana olivat taas tarvikkeiden ja työkalujen haku. Lasiston ja takaoven hakemiseen ulkoa kului aikaa yhteensä hukkaan 20 minuuttia. Molempien osien piti antaa myös vielä sulaa vähän aikaa, koska oli talvi ja osat olivat jäässä. Molemmat tarvikkeet vievät kuitenkin todella paljon tilaa eikä niitä tilan puutteen vuoksi mahduta säilyttämään sisällä. Ratkaisuksi saimme kehitettyä kuitenkin vähän paremman vaihtoehdon, joka myös säästää vähän aikaa. Iltapäivällä aina ennen töistä lähtöä nostamme tarvittavat osat valmiiksi sisälle odottamaan seuraavaa työpäivää. Näin ollen aamulla aina töihin tullessa osat ovat jo valmiiksi sisällä ja talvella valmiiksi sulaneita käsiteltäviksi. Hukkaan kului myös aikaa sivupehmusteiden hakuun ja niiden asennukseen tarvittavien työkalujen etsimiseen. Tämä vältettäisiin taas pitämällä työka-

lut oikeilla paikoillaan sekä tuomalla pehmusteet tuotantolinjaston lähettyville. Myös sivupehmusteiden asennuksessa ilmeni erikoinen asennustyyli. Työntekijät olivat tottuneet asentamaan liimattavat sivupehmusteet puupalikoita kiilamalla, jotta pehmusteet pysyisivät paikallaan ja kuivuisivat. Tähän asentamismenetelmään kului aikaa, koska piti aina etsiä oikeankokoisia puupalikoita sekä niiden saaminen kohdalleen oli hyvin vaikeaa. Tähän hyvänä ratkaisukeinona olisi teettää tai hankkia säädettävät kiristimet, jolloin asentaminen helpottuisi ja nopeutuisi huomattavasti.

### 5.1.8 Katon valmistelu

Katto valmistellaan ennen sen täydellistä varustelua ja liittämistä muihin osiin. Katon valmisteluun kuuluvat esimerkiksi leikkaus, hionta, reikien teko sekä kattoluukku varten tehtävät työt. Katon valmisteluun kului aikaa yhteensä 2 h 45 min yhdeltä työntekijältä. Eniten aikaa vei koko katon leikkaus ja hionta, johon kului aikaa 1 h 45 min. Katon valmistelussa ei ilmennyt hukka-aikoja eikä muita erityishuomioita. Taulukosta 5.8 selviää jokainen työvaihe ja siihen kulunut työaika.

<b>Katon valmistelu</b>		<b>Hukkaajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<b>Työvaihe</b>	<b>Työaika</b>	<b>Mihin käytettiin</b>	<b>Hukka-aika</b>	<b>Mitä</b>
Kattoluukun vesiesteen leikkaus ja hionta	<b>20min</b> (1)			
Kattoluukun leikkaus ja hionta	<b>30min</b> (1)			
Katon leikkaus ja hionta	<b>1h 45min</b> (1)			
Reikien tekeminen	<b>10min</b> (1)			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>2h 45min</b>		
<b>Työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>2h 45min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.8. Katon valmistelu

### 5.1.9 Katto

Katto varustellaan, jonka jälkeen se liitetään veneen lasiston ja takaoven kanssa yhteen. Katon varusteluun kuuluvat esimerkiksi kaiteiden, kattoluukun ja valojojen asennusta. Tarkemmin tarvittavat asennukset ja ajat käyvät ilmi talulukosta 5.9. Eniten katon varustelussa vei aikaa koko katon kiertävän targa-kaiteen asennus, johon kului aikaa 1 h 5 min. Katon täysin varusteluun kului aikaa yhteensä yhdeltä henkilöltä 5 h 21 min.

<b>Katto</b>		<b>Hukka-ajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<b>Työvaihe</b>	<b>Työaika</b>	<b>Mihin käytettiin</b>	<b>Hukka-aika</b>	<b>Mitä</b>
Tarvikkeiden ja työkalujen haku	<b>5min</b>			Lisää tiilipainoja tai muita
Targa-kaiteen asennus	<b>1h 5min (1)</b>			Johdon vetoreiät valmiina suuremmiksi, ei tarvitsisi poralla suurentaa. Voisiko olla 2 ruuvilla tai eri kohdissa kiinnitykset, ruuvinkanta hajoaa herkästi, kun kiinnitys putken takana.
Sisäkahvojen asennus	<b>18min (1)</b>			
Sisävalojen asennus	<b>13min (1)</b>			
Kattoikkunan asennus	<b>32min (1)</b>			
Ilmastointiluukun asennus	<b>10min (1)</b>			
Reunojen hionta, maalaus ja siistiminen	<b>35min (1)</b>	Maalin haku ja tekeminen	<b>5min</b>	

Kattoluukun asennus ja sen liittämisen	<b>57min</b> (1)			Voisiko kattoluukkuja tehdä ennalta, saumat ennättäisivät kuivumaan ja saataisiin paikalleen alhaalla
Etukaiteiden asennus	<b>10min</b> (1)			
Kattoluukun vesiesteiden asennus	<b>21min</b> (1)			
Valomaston asennus	<b>10min</b> (1)			
Työvalo taakse ja kaksi valoa eteen	<b>35min</b> (1)			Valokantojen vaihto sinkitystä rosteriseksi ja polttimoiden asentaminen aikaa vievää.
Ilmastointiritilöiden asennus	<b>5min</b> (1)			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>5h 21min</b>		
<b>Katon työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>5h 16min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	<b>5min</b>
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.9. Katto

Katon varustelussakin ilmennyt ainut hukka-aika tuli tarvikkeiden ja työkalujen hakemisesta. Tämä saadaan estettyä taas pitämällä tavarat järjestyksessä ja tarvittavat tarvikkeet lähellä. Muita huomioita ilmeni kuitenkin paljon katon varustelussa, joilla voitaisiin säästää aikaa. Ensimmäisenä ilmeni, että tarvittaisiin lisää painoja kattoikkunan asennukseen. Tällä hetkellä käytettiin tiilipainoja lasin päällä ja joitakin muita painavia tarvikkeita, jotta saatiin pysymään ikkuna paikoillaan ja liima kuivumaan. Tiilipainoja oli liian vähän, koska jouduttiin sovelta-  
maan muilla tarvikkeilla painoa lasin päälle. Tämä ongelma saataisiin ratkaistua tekemällä lisää tiilipainoja, jotta ei tarvitsisi kesken asennuksen lähteä etsimään muita painavia tarvikkeita. Targa-kaiteen asennuksessa ilmeni muutama eri ongelma, jotka pidentävät asennusta. Reikä valojen sähköjohtojen vetoa varten on liian pieni ja sitä joutuu suurentamaan poralla, jotta saadaan tarvittavat sähköjohdot vedettyä kaiteen läpi. Sähköjohtojen asennus on muutenkin hankala, koska ne joudutaan vetämään targa-kaiteen perältä keulaan asti. Toinen ongelma oli targa kaiteen kiinnitysruuveille tarkoitettujen reikien paikassa. Reiät olivat sijoitettu targa-kaiteen putkien taakse, joten ruuvien kiinnitys oli hankalaa

ja niiden kannat hajosivat herkästi. Tähän ratkaisuna toimii reikien parempi sijoitus tai muuttaminen kiinnitys kolmesta ruuvista kahteen ruuviin. Näistä molemmista targa-kaiteen ongelmista ilmoitimmekin tavarantoimittajalle, joka korjaa ongelmat meidän ehdottamillamme tavoilla. Kattoluukkuja tehdessä ilmeni myös huomio, jolla saataisiin nopeutettua tuotantoa. Jos mahdollista, kattoluukkujen ennakkoon valmistaminen jouduttaisi tuotantoprosessia. Näin ollen saumaukset ennättäisivät kuivumaan ja kattoluukku pystyttäisiin asentamaan paikalleen ennen katon liittämistä muuhun veneeseen. Tällä hetkellä joudutaan odottamaan kattoluukun saumausten kuivumista ja katto on jo sillä aikaa ennätetty liittämään muuhun veneeseen. Kattoluukun asentaminen olisi paljon helpompaa ja nopeampaa, jos se pystyttäisiin suorittamaan katon ollessa vielä alhaalla. Työvaloja asentaessa ilmeni myös turhaa aikaa vievä osuus. Valmiiksi tilattuihin työvaloihin vaihdettiin kanta sinkitystä rosteriseksi ja asennettiin polttimo sisälle. Aikaa säästettäisiin tilaamalla valmiiksi sellaiset valot, joissa olisi jo polttimo paikallaan sekä rosterinen kanta. Tällaiset valot kuitenkin maksavat enemmän, jonka takia niitä ei tilata. Tulisivatko valojen hinnat kuitenkin samalle tasolle, kun lasketaan mukaan ihmisen tekemä työ halvempien valojen muutoksissa. Katon varustelussa saadaan säästettyä todella paljon aikaa, jos nämä kaikki löydetty muutokset saadaan toteutettua käytäntöön.

### 5.1.10 Muita työvaiheita

Muihin työvaiheisiin kuuluvat kaikki yksittäiset varustelut, joita tehtiin eri liitosvaiheiden jälkeen. Kaikki nämä varustelut käyvät ilmi taulukosta 5.10 ja taulukosta näkee myös tarkat työajat niille. Näihin varusteluihin kuuluivat esimerkiksi uimaportaiden ja hallintalaitteiden asennus sekä pakkaus. Eniten aikaa kului näissä työvaiheissa karhennuslevyjen asennukseen, johon kului yhteensä 2 h 5 min. Yhteensä muihin työvaiheisiin kului aikaa noin 8 h 16 min pääasiallisesti yhdeltä henkilöltä.

<b>Muita työvaiheita</b>		<b>Hukkaajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<i>Työvaihe</i>	<i>Työaika</i>	<i>Mihin käytettiin</i>	<i>Hukka-aika</i>	<i>Mitä</i>
Tarvikkeiden haku	10min (1)			

Törmäsesteiden asennus	<b>18min</b> <b>(1+1+1)</b>			
Uimaportaiden asennus	<b>10min</b> <b>(1)</b>			
Karhennuslevyjen asennus	<b>2h 5min</b> <b>(1)</b>			
Etuluukun asennus	<b>5min</b> <b>(1)</b>			
Sivutelineiden ja karttapidikkeen asennus	<b>20min</b> <b>(1)</b>			Reiät valmiina levyissä säästäisivät aikaa.
Juomatelineiden asennus	<b>5min</b> <b>(1)</b>			
Tuulilasin pyyhkijöiden asennus	<b>14min</b> <b>(1)</b>			Apukuskin puolella pyyhkijän varren pituus väärä, joutuu lyhentämään
Karttatelineen asennus	<b>8min</b> <b>(1)</b>			
Pojukoteloiden eteen ja taakse asennus	<b>40min</b> <b>(1)</b>			
Mittaristo, hallintalaitteet (kaasu,käynnistys,ratti) ja piuhojen kytkennät	<b>n.1h</b> <b>10min</b> <b>(1)</b>			
Pakkaus muoviin	<b>35min</b> <b>(1)</b>			
Takapenkkin/läppien asennus	<b>20min</b> <b>(1)</b>			Voisiko olla saranat valmiiksi kiinnitettynä
Penkkien ja penkin jalkojen asennus	<b>20min</b> <b>(1+1)</b>			Istuinten, jalkojen ja tarvikkeiden haku n.5min
Kattoluukun kahvan ja kiskojen asennus	<b>15min</b> <b>(1)</b>			
Etuportaiden asennus	<b>10min</b> <b>(1)</b>			Voisiko olla reiät jo valmiina portaissa, säästäisi aikaa.
Tukikaiteiden asennus	<b>13min</b> <b>(1)</b>			
Vaahtosammuttimen asennus	<b>5min</b> <b>(1)</b>			
Ilmastointisuulakkeiden asennus	<b>5min</b> <b>(1)</b>			
Pehmusteiden kiinnikkeiden asennus	<b>8min</b> <b>(1)</b>			
Takaluukkujen ja säilytyslokeroiden asennus	<b>10min</b> <b>(1)</b>			
Makuualustan kiskojen asennus	<b>15min</b> <b>(1)</b>			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>8h 16min</b>		
<b>Työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>8h 16min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.10. Muita työvaiheita

Varsinaisia hukka-aikoja muissa työvaiheissa löytyi yksi, jossa apukuskin pyyhkijän vartta jouduttiin lyhentämään, koska se ei sopinut liikkumaan. Tähän kului aikaa hukkaan yhteensä noin 5 minuuttia. Tähän ei kuitenkaan ollut mahdollista hankkia suoraan oikean kokoista pyyhkijän vartta, joten tästä hukka-ajasta emme päässeet eroon vaan vartta joudutaan jokaisella kerralla lyhentämään. Huomioni kiinnittyi myös muutamaa aikaa vievään osuuteen, jossa sivutelineisiin, karttapidikkeeseen ja etuportaisiin jouduttiin poraamaan reiät ruuveja varten. Asennusta nopeuttaisi huomattavasti, jos reiät olisivat valmiiksi tehtyinä. Tähän ehdotinkin, että mittaisimme reikien paikat ja ilmoittaisimme ne alihankkijalle, joka voisi tehdä reiät valmiiksi ennen tavaran toimitusta. Toinen vaihtoehto olisi myös, että reiät tehtäisiin valmiiksi eri työvaiheessa, jossa muutenkin valmistellaan luokkua valmiiksi. Sama koskisi myös takapenkkien saranointia, koska nopeuttaisi huomattavasti, jos ne olisivat valmiina eikä tarvitsisi jokaisella kerralla mitata erikseen niiden paikkoja. Näistä muutamista huomioistani saataisiin puristettua taas hyödyllistä tuotantoaikaa lisää.

### 5.1.11 Yksittäisiä valmisteluja

Yksittäisiin valmisteluihin kuuluvat lokeroiden luokkujen valmistelut sekä muiden osien valmistelu varustelua varten. Tässä työvaiheessa työskentelee vain yksi henkilö ja hän tekee mahdollisimman monia valmiita osia asennettavaksi. Näihin työvaiheisiin kului yhteensä aikaa 28 minuuttia ja hukka-aikoja näissä ei ilmennyt lainkaan. Taulukosta 5.11 käyvät ilmi tarkemmat työvaiheet sekä niihin kulunut aika.

<b>Yksittäisiä valmisteluja</b>		<b>Hukka-ajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<i>Työvaihe</i>	<i>Työaika</i>	<i>Mihin käytettiin</i>	<i>Hukka-aika</i>	<i>Mitä</i>

Maalin ja kovetteen tekeminen	<b>2min (1)</b>			
Etuluukun leikkaus ja hionta	<b>10min (1)</b>			
Etuluukun maalaus ja kovetteen laitto	<b>3min (1)</b>			
Etuluukun saranoiden ja jousien asennus	<b>10min (1)</b>			
Kattoluukun vesiesteen maalaus ja kovetteen laitto	<b>3min (1)</b>			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>28min</b>		
<b>Työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>28min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.11. Yksittäisiä valmisteluja

Tässä työvaiheessa ennätettiin tekemään tarvikkeita jo valmiiksi varastoon, joten siinä selvästikin kertyy ylimääräistä aikaa. Helpottaakseen muiden työvaiheiden paineita siirtäisinkin joitakin pieniä töitä tähän työvaiheeseen. Esimerkiksi muissa työvaiheissa olevat saranoiden asennukset ja reikien poraamiset kappaleisiin sopisivat tähän työvaiheeseen. Kun kappaleisiin olisi tehty esivalmistelut tässä työvaiheessa, niin ne pystyttäisiin tuotantolinjalla vain asentamaan paikoilleen. Tällä saisimme nopeutettua veneen läpimenoa ja saisimme pienennettyä veneen valmistuksen kokonaisaikaa.

### 5.1.12 Lisävarusteet

Lisävarusteisiin kuuluvat asiakkaan tilaamat yksittäiset lisävarusteet tai valmiiksi suunnitellut lisävarustepaketit. Sain kellotettua lähes kaikista lisävarusteista niihin kuluneen tuotantoajan muutamien jäädessä kellottamatta. Tämä johtui siitä, että kukaan ei tilannut näitä lisävarusteita. Kaikkien lisävarusteiden asentamiseen kului aikaa yhteensä noin 9 h 13 min pääasiassa yhdeltä henkilöltä. Hukka-aikojia ei ilmennyt lisävarusteiden asentamisissa, mutta muita hyödyllisiä huomioita kyllä esiintyi. Taulukosta 5.12 näkyy kaikki lisävarusteiden asentamiseen kulunut aika sekä mitä lisävarusteita on saatavilla. Veneen tullessa tilaukseen kannattaa ensimmäisenä tarkistaa papereista, millä varusteilla tämä vene on tilattu. Kun asiakas on tilannut joitakin lisävarusteita, niin ne voivat vaikuttaa

läpi koko tuotantomatkan. Hyvänä esimerkkinä toimii lisävarusteena tilattava webasto. Kun webasto on tilattu veneeseen, niin veneen valmistuksen alkuvaiheessa täytyy jo ottaa se huomioon ja asentaa kaikki sille tarvittavat tarvikkeet. Webasto on myös lisävarusteista aikaa vievin osuus, jonka asennukseen kului aikaa kaiken kaikkiaan 2 h 50 min.

<b>Lisävarusteet</b>		<b>Hukka-ajat</b>		<b>Muita huomioita</b>
<b>Työvaihe</b>	<b>Työaika</b>	<b>Mihin käytettiin</b>	<b>Hukka-aika</b>	<b>Mitä</b>
Sivuikkunoiden verhot	<b>20min</b> (1)			
Plotterin asennus ja aukon leikkaaminen	<b>20min</b> (1)			
Soittimen, antennivahvistimen ja kaiuttimien asennus	<b>47min</b> (1)			Voisi olla valmis sabluuna soittimelle, olisi helpompi piirtää.
Sisäpöydän asennus	<b>20min</b> (1)			Voisiko olla saranat valmiiksi kiinnitettyinä, nopeuttaisi asentamista
Kompassi Silva 70 UN asennus	<b>3min</b> (1)			
Verhotankojen ja kiinnikkeiden asennus	<b>15min</b> (1)			
Tupla-akun kytkentä	<b>40min</b> (1)			
Lämmitin, Webasto 2000 asennus	<b>2h 50min</b> (1+1) ja (1)			Voisiko olla valmis sabluuna webaston säätimelle, olisi helpompi piirtää
Sisätilan mattosarjan asennus	<b>25min</b> (1)			
Takatilän kuomun asennus	<b>1h 30min</b> (1)			Jouduttiin lyhentämään tankoja 6cm Jos tulee takatilän kuomu, niin pitää muistaa laittaa valo oikein perin ja tiputtaa vastakappaleet lasiston väliin jo ennen katon asennusta
Ajovalo parin asennus	<b>40min</b> (1)			

Kaikuluotaimen anturitelineen asennus sekä tutkan asennuslevyn asentaminen targaan	<b>28min (1)</b>			
Tuulilasinyyhinsarja, vasen asennus	<b>15min (1)</b>			Pyyhkijän varren pituus väärä, joutuu lyhentämään
DSM30-digital sounder modulen ja Sensor P66T/M XDR, L755/L760/L125:n asennus	<b>20min (1)</b>			

<b>Työn kokonaisaika</b>	<b>9h 13min</b>		
<b>Työvaiheiden kokonaisaika</b>	<b>9h 13min</b>	<b>Hukka-aikojen kokonaisaika</b>	
1=kurssilainen 1=vakityöläinen			

Taulukko 5.12. Lisävarusteet

Soittimelle ja webaston säätimelle voisi olla valmis sabluuna, jonka mukaan piirtää reikiä varten ääriviivat. Nyt joutuu mittaamaan tarkasti ja suurentamaan reikiä, kun ei saada suoraan ensimmäisellä kerralla leikattua oikean kokoisia. Tämä vie aikaa todella paljon. Tähän ratkaisuna Esmarinin suunnitteluinsinööri alkoikin piirtää valmista sabluunaa, jonka mukaan tämä onnistuisi. Otimme tarkat mitat ja piirsimme ne tietokoneelle ja tilaamme sabluunat alihankkijalta tai valmistamme ne itse. Sisäpöydän asennuksessa joutui taas mittaamaan saranoiden paikat ja kiinnittämään nämä. Tämän ratkaisemiseksi saranoiden kiinnitys voisi tapahtua jo yksittäisissä valmisteluissa, jolloin sisäpöytä olisi valmis kiinnitettäväksi. Takatilan kuomun asennuksessa ilmeni myös monia ongelmia. Tankoja jouduttiin lyhentämään ja aikaisemmin asennettu valo oli tiellä. Tankojen pituudesta ilmoitimmekin valmistajalle, joka korjaa virheen. Valon tiellä olemisen estämme sillä, että valo asennetaankin myöhemmin niihin veneisiin, joihin on tilattu lisävarusteena takatilan kuomu. Näiden ongelmien esiintyminen on hyvin ymmärrettävää, koska hyvin harvoihin veneisiin oli tilattu takatilan kuomua. Tämän takia työntekijöillä ei ole vielä kokemusta niiden asentamisesta. Kun ongelmat sitten ilmenivät, niin saamme ne onneksi helposti korjattua.

## 6 Työkalujen ja tarvikkeiden järjestely

Tuotannon nopeuttamiseksi paransin myös tuotantolinjalla käytössä ollutta työkalujen ja tarvikkeiden käyttötapaa. Tuotantoaikoja kellottaessani huomasinkin, että suurin osa hukka-ajoista koostui työkalujen ja tarvikkeiden etsimisestä ja hakemisesta. Näiden käyttötapaa parantamalla saadaankin tuotantoajasta puristettua lisää tehokasta työaika. Näihin hukka-aikoihin ei vaikuta mitkään ulkoiset tekijät, ainoastaan työntekijä itse. Jokaiselle kokoamisvaiheelle tehtiinkin omat työkalu- sekä tarvikepakit. Tuotantolinjan keskelle sijoitettiin myös tarvikekaappi, joka nopeuttaa loppuneiden tarvikkeiden noutamista. Kaikki merkittiin myös omin värein, jotta sekaannuksilta vältyttäisiin.

### 6.1 Työkalupakit

Aikaisemmin työntekijöillä oli työkalut ja tarvikkeet levällään ympäri tuotantolinjaa ja joitakin työkaluja pakeissaan. Tämä aiheutti sen, että kun jotakin työkalua tarvittiin, niin sitä lähdettiin etsimään, koska sillä ei ollut mitään vakituista paikkaa. Kun jokaisena työpäivänä tehtiin tätä monta kertaa, niin niistä kertyi runsaasti hukka-aikaa. Joitakin työkaluja lainattiin myös eri työvaiheista, jolloin ne eivät olleet oikeissa paikoissaan ja niitä jouduttiin taas etsimään.

Ratkaisu työkalujen ja tarvikkeiden etsimiselle ja häviämislle onkin helppo. Tämä ongelma selvitettiin hankkimalla jokaiseen työvaiheeseen omat kantopakit, tekemällä tarvittavat listat pakkien kylkeen, merkitsemällä pakit ja työkalut värein sekä hankkimalla jokaiseen työvaiheeseen puuttuvat työkalut. Pohjamo-duulin varusteluun tuli yksi kantopakki. Katon varusteluun tuli yksi työkaluvaunu. Kannen varusteluun tuli kolme pakkia, joista kaksi toimi tarvikepakkeina ja yksi työkalupakkina. Rungon varusteluun tuli yksi työkalupakki sekä yksi tarvikepakki. Välikasaus jaettiin kahteen osaan, joihin molempiin tuli kaksi pakkia tarvikkeita ja työkaluja varten. Näistä kaikista pakeista kerättiin kaikki turha pois ja listattiin tarvittavat työkalut ja tarvikkeet ja liimattiin niiden tiedot pakkien kylkeen. Näiden tietojen avulla tiedettiin, mitä pakki sisältää sekä pystyttiin täyttämään pakkia helposti, jos huomattiin, että jotain puuttui. Tiedot pakkien kyljessä myös helpottivat, jos työntekijä vaihtui työpisteessä. Hän pystyi lukemaan pakkien kyljestä hänellä käytettävissä olevat tarvikkeet ja työkalut. Pakit olivat myös

helppokäyttöisiä veneeseen noustessa tai venettä vaihtaessa, jolloin kantopakit olivat käteviä ottaa käteen ja siirtää seuraavaan kohteeseen. Pakeille merkittiin myös omat paikat tuotantolinjalla olevista hyllyistä, johon ne palautettiin aina työpäivän päätyttyä. Tämän avulla aamulla töihin tullessa pakit olivat aina samassa paikassa. Pakit ja työkalut merkattiin myös värein, jotta tiedettiin, mitkä ovat kenenkin. Näin vältettiin työkalujen lainaamista. Jos joku sattui kuitenkin lainaamaan työkalua, niin värin perusteella pystyttiin tunnistamaan, kenelle se kuuluu.

## **6.2 Tarvikekaappi**

Hukkaan meni paljon aina aikaa, kun työntekijät lähtivät etsimään ja hakemaan tarvittavia tarvikkeita. Välillä saattoi puuttua vain jotakin tiettyä ruuvia, mutta sitäkin piti lähteä hakemaan pitkän matkan päästä varastosta. Tällaisten asioiden takia aikaa kului hukkaan runsaasti. Tiettyjä tarvikkeita kului jatkuvasti ja niitä tarvittiin koko ajan lisää, varastosta hakeminen vei kuitenkin paljon aikaa. Kun päivässä useampi työntekijä teki tämän saman asian monta kertaa, niin puhutaan jo useista kymmenistä hukkaan kuluneista minuuteista.

Tähän löysimmekin helpon ratkaisun, jolla saimme poistettua ongelman. Varastossa sijaitsevat tarvikekaapit käy täyttämässä tietty tarviketoimittaja. Keskustelimmekin tämän tarviketoimittajan kanssa ja päädyimme siihen tulokseen, että sijoitamme tuotantolinjalle yhden tarvikekaapin. Tähän kaappiin laitamme kaikki tarvikkeet, joita käytämme tuotantolinjalla jatkuvasti. Tein listan kaappiin tarvittavista tarvikkeista ja annoin sen tarviketoimittajalle, joka seuraavalla kerralla täyttikin kaapin näillä tuotteilla. Tämän avulla ehkäisimme tarvikkeiden kaukaa varastosta hakemisen tuottamat hukka-ajat. Nyt työntekijät pystyvät hakemaan täydennystä tarvikkeisiinsa vain muutamien metrien päästä tuotantolinjalla olevasta kaapista. Sovimme myös, että tavarantoimittaja täyttää tuotantolinjan kaapin aina käydessään täyttämässä muitakin kaappeja.

## 7 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön päätarkoituksena oli löytää Buster XXL Cabinin tuotannosta hukka-aikoja sekä parannusehdotuksia. Seuraamalla tuotantoa ja analysoimalla sitä löysin monia eri huomioita ja hukka-aikoja. Hukka-ajoista täytyi päästä eroon keksimällä ratkaisu niiden poistamiseen. Löysin myös muita parannusehdotuksia, joilla voisi nopeuttaa tuotantoa ja mietin tapoja niiden toteuttamiseen.

Työn toteutin ottamalla aikoja veneen varustelusta tuotannossa sekä kirjaamalla kaikki huomioni ylös taulukoihin. Näiden tietojen ja aikojen avulla pystyin analysoimaan tuotantoa sekä löytämään ratkaisuja ongelmiin. Ajan ottamiseen sekä tuotannon jokaisen työvaiheen seuraamiseen meni aikaa viikkoja.

Hukka-aikoja löytyi yksittäisiä, mutta myös sellaisia, joita huomasin melkein jokaisessa työvaiheessa. Eniten hukka-aikoja löytyikin työkalujen ja tarvikkeiden parista. Näihin keskityinkin eniten ja sain ratkaistua ongelman järjestämällä työkalujen ja tarvikkeiden käytön uusiksi. Muihin yksittäisiin hukka-aikoihinkin löysin ratkaisun, jos se vain oli mahdollista. Tuotannosta löytyi myös monia huomioita, joilla saataisiin nopeutettua ja helpotettua tuotantoa. Nämä ideat esitin ylemmälle johdolle ja mietimme ratkaisuja niihin yhdessä.

Sain poistettua tuotannosta hukka-aikoja sekä parannettua työkalujen ja tarvikkeiden käyttöä. Varustelun parannusehdotuksetkin nopeuttavat tuotantoa, kunhan ne saadaan kunnolla käytäntöön. Näillä kaikilla sain aikaan tuotantoon paremman järjestyksen sekä nopeutettua veneen läpimenoaikaa tuotantolinjalla. Tietyistä parannusehdotuksista on myös hyötyä jatkossakin, kun ryhdytään valmistamaan jotain muuta venemallia.

## **Kuvat**

- Kuva 3.1. Välillinen ja suora mittaustilanne, s. 8
- Kuva 3.2. Tuotannonohjauksen systeemimalli, s. 9
- Kuva 3.3. Tuotannon mukautuminen kysyntään, s. 10
- Kuva 3.4. Materiaalihallintamenetelmän valinta ABC-luokan ja toimitusajan mukaan, s. 13
- Kuva 3.5. Tuotantomuodot, s. 15
- Kuva 3.6. Tuotantolinjalayout, s. 17
- Kuva 3.7. Funktionaalinen layout, s. 18
- Kuva 3.8. Solulayout, s. 19
- Kuva 3.9. Laatu järjestelmän rakenne, s. 20
- Kuva 3.10. Ostoprosessi, s. 22
- Kuva 4.1. Buster XXL Cabin, s. 23

## **Taulukot**

- Taulukko 5.1 Runko, s. 25
- Taulukko 5.2. Pohjamoduulin valmistelu, s. 27
- Taulukko 5.3. Pohjamoduuli, s. 27
- Taulukko 5.4. Kannen valmistelu, s. 29
- Taulukko 5.5. Kansi, s. 30
- Taulukko 5.6. Liitokset, s. 32
- Taulukko 5.7. Lasisto ja takaovi, s. 34
- Taulukko 5.8. Katon valmistelu, s. 35
- Taulukko 5.9. Katto, s. 36
- Taulukko 5.10. Muita työvaiheita, s. 38
- Taulukko 5.11. Yksittäisiä valmisteluja, s. 40
- Taulukko 5.12. Lisävarusteet, s. 42

## Lähteet

1. Oy Esmarin Composites Ltd:n kotisivut

<http://www.esmarin.fi/>

Luettu 11.04.2012

2. Rationalisointineuvottelukunta SAK-STK 1988. Tuottavuuden seuranta. Tampere: Teollisuuden Kustannus Oy

3. Harju, A., Valpio, J., Huhtala, V., Kilpeläinen, T. 1992. Teollisuustalous. 1.-4. painos. Helsinki: VAPK-kustannus

4. Liker, Jeffrey K. 2010. Toyotan tapaan. Jyväskylä: WS Bookwell Oy

5. Tiainen J. 1996. JOT – tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmon Kirjapaino Oy

6. Haverila, M., Uusi-Rauva E., Kouri, I., Miettinen A. 2005. Teollisuustalous. 5. painos. Tampere: Infacs Oy

7. Buster 2011, Esite. Järkiostajan venemallisto 2011