

Juhani Mäkelä

Tuotannon läpimenoaikojen lyhentäminen

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalalan yksikkö

Pienen ja keskisuuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma

Yritystoiminnan kehittäminen



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalan yksikkö

Koulutusohjelma: Pienen ja keskisuuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Yritystoiminnan kehittäminen

Tekijä: Juhani Mäkelä

Työn nimi: Tuotannon läpimenoaikojen lyhentäminen

Ohjaaja: Jorma Imppola

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 46

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän opinnäytetyön toimeksianto tuli eräältä eteläpohjalaiselta pk-yritykseltä, jonka tuotannon läpimenoaikoja haluttiin lyhentää ja tuotantoa tehostaa. Tavoitteena oli selvittää, miten tuotantoa voitaisiin selkiyttää ja tuotantoa hidastavia ongelmia karsia.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käytiin läpi tuotannonohjausta, sen periaatteita, layout-suunnittelua, sekä materiaalihallintaa. Teoriaosuuden jälkeen työssä käsiteltiin yrityksen tuotannon nykytilaa, sekä tuotannon läpimenoaikoja lyhentäviä kehityskkeinoja.

Opinnäytetyö on toiminnallinen, ja se toteutettiin tutkijan työharjoittelun yhteydessä tuotantoon tutustumalla. Tuotannon nykytilaa ja sen epäkohtia selvitettiin yrityksen työntekijöitä jututtamalla, sekä tuotantoa havainnoimalla.

Työn tuloksena saatiin selville yrityksen tuotannon läpimenoaikoja pitkittävät pullonkaulat. Niitä olivat muun muassa materiaalien seurannan heikkous, joka johti usein materiaalien loppumiseen kesken tuotannon. Lisäksi yrityksen työntekijät kokivat materiaalien ja työkalujen löytämisen haasteelliseksi. Näihin tuotannon ongelmakohtiin löydettiin myös ratkaisuja.

Opinnäytetyön lopputulokset vastasivat työlle asetettuja tavoitteita, ja tässä työssä esitetyt toimenpide-ehdotukset tehostaisivat yrityksen tuotantoa, sekä lyhentäisivät tuotannon läpimenoaikoja.

Avainsanat: Tuotannonohjaus, läpimenoaika

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Business School

Degree programme: SME Business Management

Specialisation: Business development

Author/s: Juhani Mäkelä

Title of thesis: Improving the lead-time of the production

Supervisor(s): Jorma Imppola

Year: 2012

Number of pages: 46

Number of appendices: 0

The assignment of this thesis came from an SME company willing to develop and improve the lead-time of their production. The goal was to find out possible problems in the lead-time of the production and to think of reasonable solutions for them in order that their production would be as well-functioning and effective as possible.

The theoretical part of the thesis contains the theory on production management. After this, the thesis focuses on the current condition of the production of this SME-company and how to improve its lead-time.

The present functional thesis about improving lead-time of production was implemented by interviewing workers in production and through visual observation of the production process.

As a result, the bottlenecks slowing down the lead-times of the production of the company were recognized. They related to the poor monitoring of materials, which often resulted in materials running out in the middle of the production process. In addition, the company's employees found it challenging to find materials and tools. Solutions were found to these problem areas of production.

The final results of the thesis meet the objectives set, and the proposals for development presented would boost the company's production and shorten its lead-times.

Keywords: Production management, lead-time

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 2 |
| Thesis abstract..... | 3 |
| SISÄLTÖ..... | 4 |
| Kuvio- ja kaavaluettelo | 6 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet | 7 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 2 TUOTANNONOHJAUS..... | 10 |
| 2.1 Toiminnanohjaus..... | 11 |
| 2.2 Asetusaika | 12 |
| 2.3 Kapasiteetti | 12 |
| 2.4 Lämpöaika | 14 |
| 2.5 Ideaalitehdas..... | 15 |
| 2.6 Tuotannonohjausperiaatteita..... | 16 |
| 2.6.1 MRP ja MRP II | 16 |
| 2.6.2 JIT | 17 |
| 2.6.3 OPT | 19 |
| 2.6.4 Lean management | 19 |
| 2.7 Layout-suunnittelu..... | 20 |
| 2.7.1 Tuotantolinjalayout..... | 20 |
| 2.7.2 Funktionaalinen layout..... | 21 |
| 2.7.3 Solulayout | 22 |
| 2.8 Materiaalihallinta | 23 |
| 3 YRITYKSEN NYKYTILANNE | 25 |
| 3.1 Trukkihyllyt..... | 25 |
| 3.2 Pientavarahyllyt..... | 25 |
| 3.3 Tehtaan layout | 26 |
| 3.4 Jälkitoimitukset ja materiaalinpuutokset | 27 |
| 4 TYÖN KULKU JA TULOKSET | 29 |
| 4.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tiedonkeruu | 29 |
| 4.2 Trukki ja pumppukärryt..... | 29 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 4.3 Pientavarahyllyt..... | 30 |
| 4.4 Kehälistat | 32 |
| 4.5 Karmit..... | 34 |
| 4.6 Layout | 35 |
| 4.7 Työmääräin | 39 |
| 4.8 Vastuun jakaminen..... | 40 |
| 4.9 Tärkeysjärjestys | 40 |
| 4.10 Kehitystyön onnistuminen..... | 41 |
| 4.11 5S-periaate | 41 |
| 4.12 Materiaalien monikäyttö..... | 42 |
| 5 JOHTOPÄÄTÖKSET | 43 |
| LÄHTEET | 45 |
| LIITTEET | 47 |

Kuvio- ja kaavaluettelo

| | |
|---|----|
| Kuvio 1. Tuotannonohjauksen rakenne (Miettinen 1993, 25)..... | 11 |
| Kuvio 2. Tuotantotoiminnan johtaminen (Haverila ym. 2005, 397)..... | 12 |
| Kuvio 3. Tuotteen läpäisyajan rakenne (Haverila ym. 2005, 401)..... | 14 |
| Kuvio 4. Tuotantojärjestelmä (Lapinleimu ym. 1997, 22). | 16 |
| Kuvio 5. Tuoterakenne (Miettinen 1993, 50). | 17 |
| Kuvio 6. JIT-tuotannon kehittämisen vaiheet (Haverila ym. 2005, 429). | 18 |
| Kuvio 7. Tuotantolinjalayout (Haverila ym. 2005, 476)..... | 21 |
| Kuvio 8. Funktionaalisen- ja tuotantolinjalayoutin erot (Haverila ym. 2005, 477).. | 22 |
| Kuvio 9. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2005, 477). | 22 |
| Kuvio 10. Solulayout (Haverila ym. 2005, 478). | 23 |
| Kuvio 11. Tuotantotilojen layout opinnäytetyön alussa. | 27 |
| Kuvio 12. Osittainen layout tehtaan tuotantotiloista, sekä ehdotus trukin ajolinjoista. | 30 |
| Kuvio 13. Osa tehtaan nykylayoutista. Nykyinen materiaalivirta. | 36 |
| Kuvio 14. Osittainen tuotantotilan layout. Layoutin muutosehdotus. | 37 |
| Kuvio 15. Osa tehtaan layoutista. Pakkaamisen ja pakkausmateriaalin työstökohteet..... | 38 |
| | |
| Kaava 1. Kuormitussuhteen laskukaava (Haverila ym. 2005, 400)..... | 13 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

Helotus Termi, jolla tarkoitetaan esimerkiksi lukkojen ja saranoiden kiinnittämistä oviin.

Hälytysraja Materiaalimäärälle asetettu raja, jonka alittamisesta syntyy tilausimpulssi, jotta materiaalia saadaan lisää varastoon.

Kapasiteetti Mittari, joka ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäissuorituskyvyn aikayksikössä.

Layout Layoutilla tarkoitetaan tuotantojärjestelmien fyysisten osien, kuten eri koneiden sijoittelua tehtaassa.

Läpäisy aika Synonyymi läpimenoajalle. Kokonaisaika, joka kuluu valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen.

1 JOHDANTO

Teollisen tuotannon katsotaan alkaneen 1700-luvun puolivälissä Englannin tekstiiliteollisuudessa. Suomessa teollistuminen alkoi sahateollisuudesta noin sata vuotta myöhemmin. Yrityksissä panostettiin yhä enemmän tuotannon automatisointiin ja mekanisointiin, jotta tuotantoa voitiin tehostaa, eikä ihmisten tarvitsisi tehdä yksitoikkoista toistuvaa työtä. (Miettinen 1993, 9-10.) Tarjonnan saavuttaessa kysynnän, yritysten täytyi kiinnittää yhä enemmän huomiota myyntiin ja markkinointiin. (Miettinen 1993, 10.)

Nykyään tuotannossa keskitytään kehittämään toimitusaikaa ja –varmuutta, joustavuutta, laatua ja kustannuksia, jotta saataisiin enemmän kilpailukykyä muihin saman alan yrityksiin verrattuna. (Miettinen 1993, 13-14.)

Yritysten tuotannon läpäisyajojen lyhentämisellä mahdollistetaan suuremman tuotantoerän valmistus samassa ajassa. Lisäksi keskeneräisen tuotannon määrää saadaan pudotettua, jolloin varastokustannukset saadaan alhaisiksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli erään eteläpohjalaisen ovia valmistavan pk-yrityksen tuotannon läpäisyajojen lyhentäminen. Opinnäytetyön tekijä sai toimeksiannon yrityksestä, jossa hän oli työharjoittelussa.

Kohdeyrityksessä haasteena olivat tuotannon läpäisyajoja tarpeettomasti kasvattaneet ongelmat. Näitä ongelmia olivat muun muassa pitkät asetusajat, jotka johtuivat eri työpisteiden työkalupulasta, koska samaa työkalua saatettiin käyttää myös toisessa työpisteessä. Monesti työkalut olivat hukkuneet yrityksen tiloihin ja niiden etsiminen vei huomattavasti aikaa. Toinen yritystä piinannut ongelma oli joidenkin osien yllättävä loppuminen, mikä taas viivästytti tuotteiden lähtöä maailmalle.

Opinnäytetyön tiedonkeruu tapahtui pääosin työn teon lomassa ja kahvitauoilla työntekijöiden kanssa keskustellessa. Opinnäytetyö on toiminnallinen, ja Vilkan ja Airaksisen (2004, 14) mukaan toiminnallisessa opinnäytetyössä tuotetaan yrityksessä tai yhteisössä hyödynnettävää tietoa.

Opinnäytetyö on jaettu neljään lukuun. Luvussa kaksi, eli teoriaosuudessa, käydään läpi tuotannonohjausta yleisesti. Luvussa kolme tutustutaan kohdeyrityksen tuotannon nykytilaan ja siellä vallitseviin ongelmiin. Luvussa neljä kerrotaan opinnäytetyön toiminnallisesta osuudesta sekä läpäisyaikoja lyhentävistä toimenpiteistä, joita yritys voi halutessaan toteuttaa. Viimeisessä luvussa käsitellään opinnäytetyön tekijän mielipiteitä ja johtopäätöksiä työn kulusta ja tuloksista.

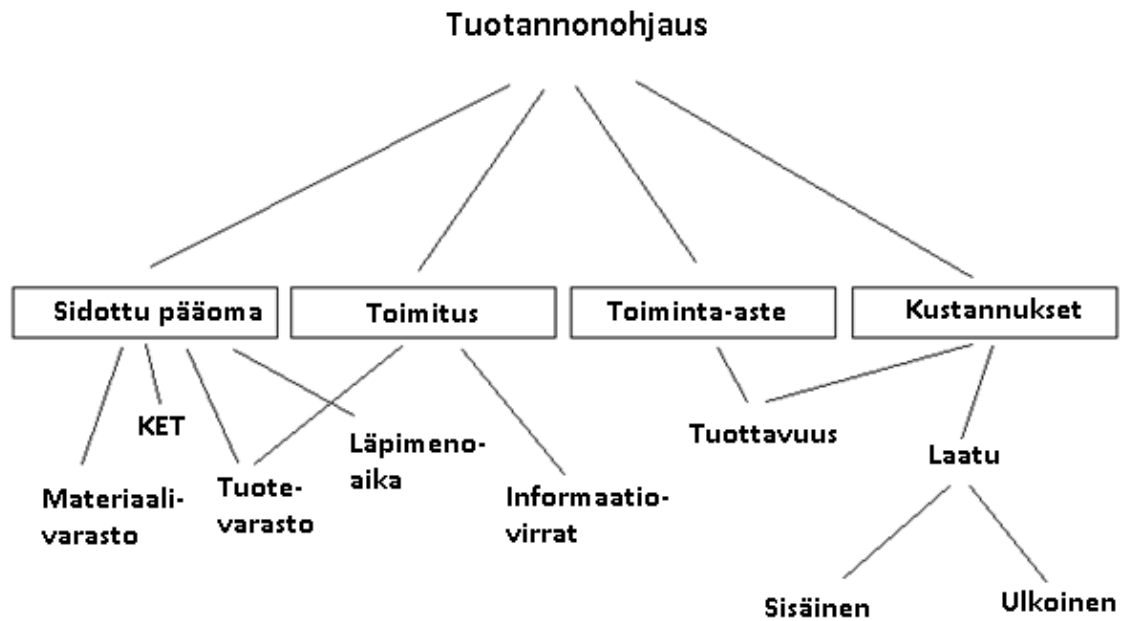
2 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjauksesta on olemassa useita hieman toisistaan poikkeavia määritelmiä ja Miettisen (1993, 25) mukaan tuotannonohjaus sisältää neljä eri tehtävää. Ne ovat suunnittelu, toteutus, informointi ja valvonta. Tuotannonohjaus on siis markkinoinnin, myynnin, tuotannon ja logistiikan yhteen sovittamista niin, että yrityksen tuotantotavoitteet ja päämäärä saavutettaisiin.

Miettisen (1993, 25) mukaan tuotannonohjauksen päätekijöitä ovat:

- toimitusaika
- toimitusvarmuus
- valmistuskustannus
- kapasiteetin toiminta-aika ja –suhde
- sidottu pääoma.

Tuotannonohjauksen rakenne Miettisen (1993, 25) mukaan voidaan nähdä kuviossa 1:



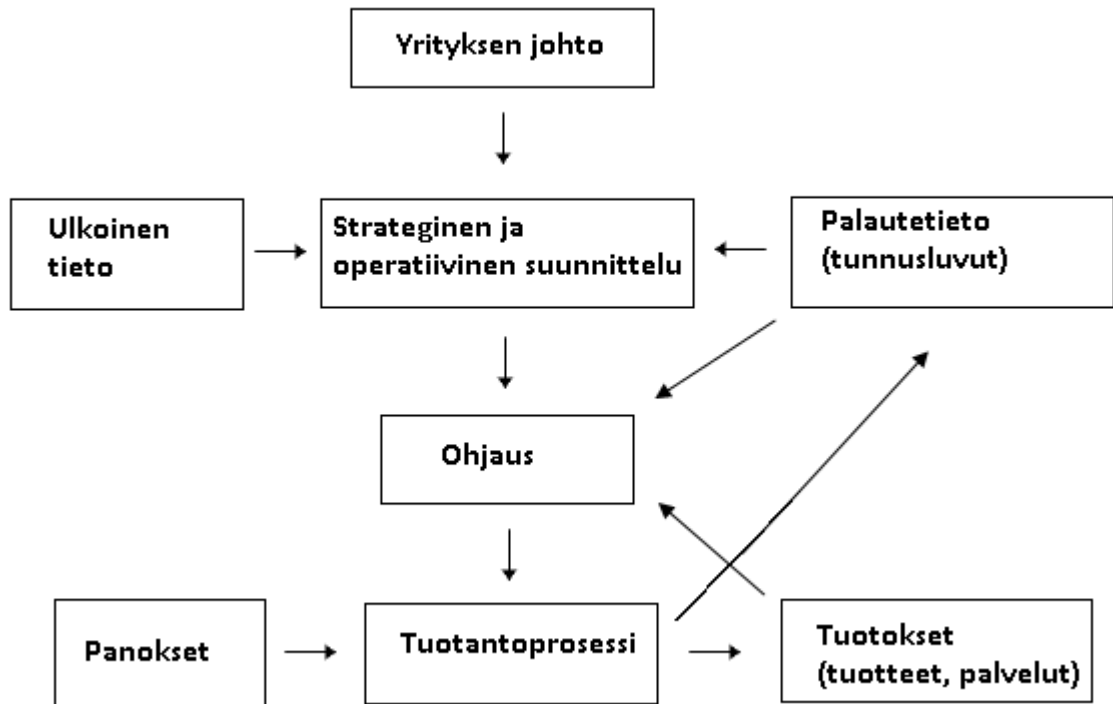
Kuvio 1. Tuotannonohjauksen rakenne (Miettinen 1993, 25).

2.1 Toiminnanohjaus

Haverilan, Uusi-Rauvan, Kourin ja Miettisen (2005, 397) mukaan tuotannonohjauksen sijaan pitäisi käyttää termiä toiminnanohjaus, koska yrityksen toiminnan hallinta edellyttää tuotannon lisäksi muitakin toimintoja, kuten myynnin, jakelun, tuotesuunnittelun ja hankintojen ohjausta.

Yrityksen toiminta on sadoista erilaisista suunnittelu-, valmistus- ja materiaalinkäsittelytehtävistä koostuva monipuolinen kokonaisuus. Toiminnanohjaus onkin näihin toimintoihin liittyvää suunnittelua, päätöksentekoa, toteutusta, sekä valvontaa. (Haverila ym. 2005, 397.)

Haverila ym. (2005, 397) kuvaa tuotantotoiminnan johtamista kuvion 2 mukaan:



Kuvio 2. Tuotantotoiminnan johtaminen (Haverila ym. 2005, 397).

2.2 Asetusaika

Asetusaika tarkoittaa aikaa, mikä työntekijällä menee vaihtaessaan kiinnittimiä tai jonkin laitteen asetuksia seuraavaa tuotantoerää varten. Asetusaikaan lasketaan myös työkalujen etsiminen ja materiaalin hakeminen. (Haverila ym. 2005, 406.)

2.3 Kapasiteetti

Yksi tuotantokykyä kuvaavasta mittarista on kapasiteetti. Kapasiteetilla voidaan ilmaista tuotantoyksikön maksimisuorituskyvyn aikayksikössä. Kapasiteettiyksikkö vaihtelee materiaalin mukaan. Paperitehtaissa määrä voidaan ilmoittaa tonnia päivässä, kun taas betonitehtaissa neliömetreinä tuntia kohden. (Haverila ym. 2005, 399.)

Kapasiteetin hallinta on työpisteen kapasiteettiin ja suunniteltujen töiden kuormitukseen perustuva. Kuormitus kertoo kuinka paljon kapasiteettia

kuormitetaan. Esimerkiksi, jos erään työpisteen kapasiteetti jonkin osakokonaisuuden osalta on 20 kappaletta tuntia kohden, saadaan kuormitussuhdeprosentti laskettua kaavalla, joka on esitetty kaavassa 1. (Haverila ym. 2005, 400.)

Kaava 1. Kuormitussuhteen laskukaava (Haverila ym. 2005, 400).

| |
|---|
| $\frac{\text{Kuormitus} * 100\%}{\text{Kapasiteetti}} = \text{kuormitussuhde} \qquad \frac{20 \text{ kpl} * 100}{25 \text{ kpl}} = 80 \%$ |
|---|

Käyttöasteella ja –suhteella kuvataan toteutuneen tuotannon määrää ja ne ovat siksi rinnakkaiskäsitteitä kuormitusasteelle ja –suhteelle (Haverila ym. 2005, 400).

Maksimikapasiteetissa on otettava huomioon teoreettisen- ja nettokapasiteetin ero. Nettokapasiteetilla ilmaistaan todellinen käytettävissä oleva kapasiteetti. Kapasiteettia vähentävät erilaiset tekijät, joita ovat:

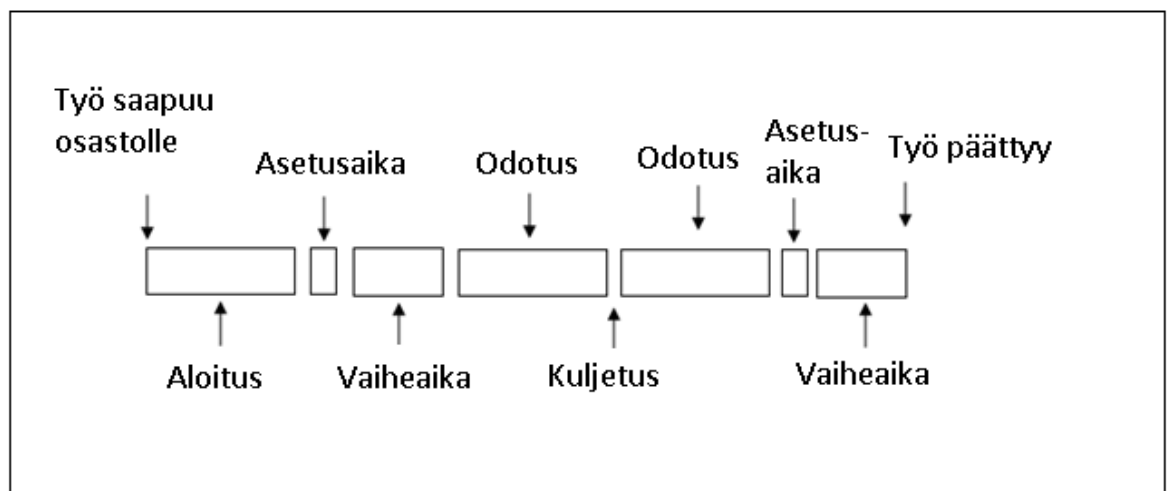
- erilaiset häiriöt
- sairaudet
- huoltotyöt
- konerikot
- viallisten tuotteiden valmistus
- materiaalipuutteet.

(Haverila ym. 2005, 400.)

2.4 Lämpäisy aika

Yritykset ovat viime aikoina huomanneet, että toiminnan tehokkuutta voi yksinkertaisesti, tehokkaasti ja helposti mitata lämpäisyajalla. Yrityksen toiminnan joustavuus ja varastojen entistä pienempi koko on suoraan verrannollinen yrityksen lämpäisy aikaan. Pitkiin lämpäisy aikoihin vaikuttavatkin usein turhat odottelua aiheuttavat seikat, joita ovat muun muassa pitkät asetusajat, valmistuksen heikko laatu, koneiden kunnossapidon puute, epäluotettavat tavarantoimittajat, huonosti synknoroidut aikataulut, turha tarkastaminen ja byrokratia. (Miettinen 1993, 25.)

Lämpäisy aika on kokonaisaika, mikä kuluu tilauksen saapumisesta tuotteen toimitukseen. Tuotannon lämpäisyajalla taas tarkoitetaan aikaa, mikä menee tuotteen valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. Kuten kuviosta 3 ilmenee, lämpäisyajasta suurin osa on odotusaikaa, vain pieni osa muodostuu työvaiheajoista. (Haverila ym. 2005, 401.)



Kuvio 3. Tuotteen lämpäisyajan rakenne (Haverila ym. 2005, 401).

Tuotannon lyhyt lämpäisy aika kielii hyvin toimivasta, tehokkaasta ja joustavasta tuotantojärjestelmästä. Lyhyt lämpäisy aika mahdollistaa lyhyet toimitusajat ja antaa yritykselle pelivaraa tuotannon ajoittamiseen, mikä taas parantaa ohjattavuutta. Jos yritys alittaa markkinoiden hyväksymät toimitusajat, jäljelle jäänyt aika voidaan käyttää tuotannon tasoittamiseen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen. 1997, 55.)

Asiakasohjautuva tuotanto, jossa valmistus etenee asiakastilausten perusteella, edellyttää toimitusaikaa lyhyempää läpäisyaikaa. Jos läpäisy aika on toimitusajan kanssa yhtäsuuri, tuotannon kuormitus vaihtelee myynnin tahdissa, eikä anna hyvää tulosta. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)

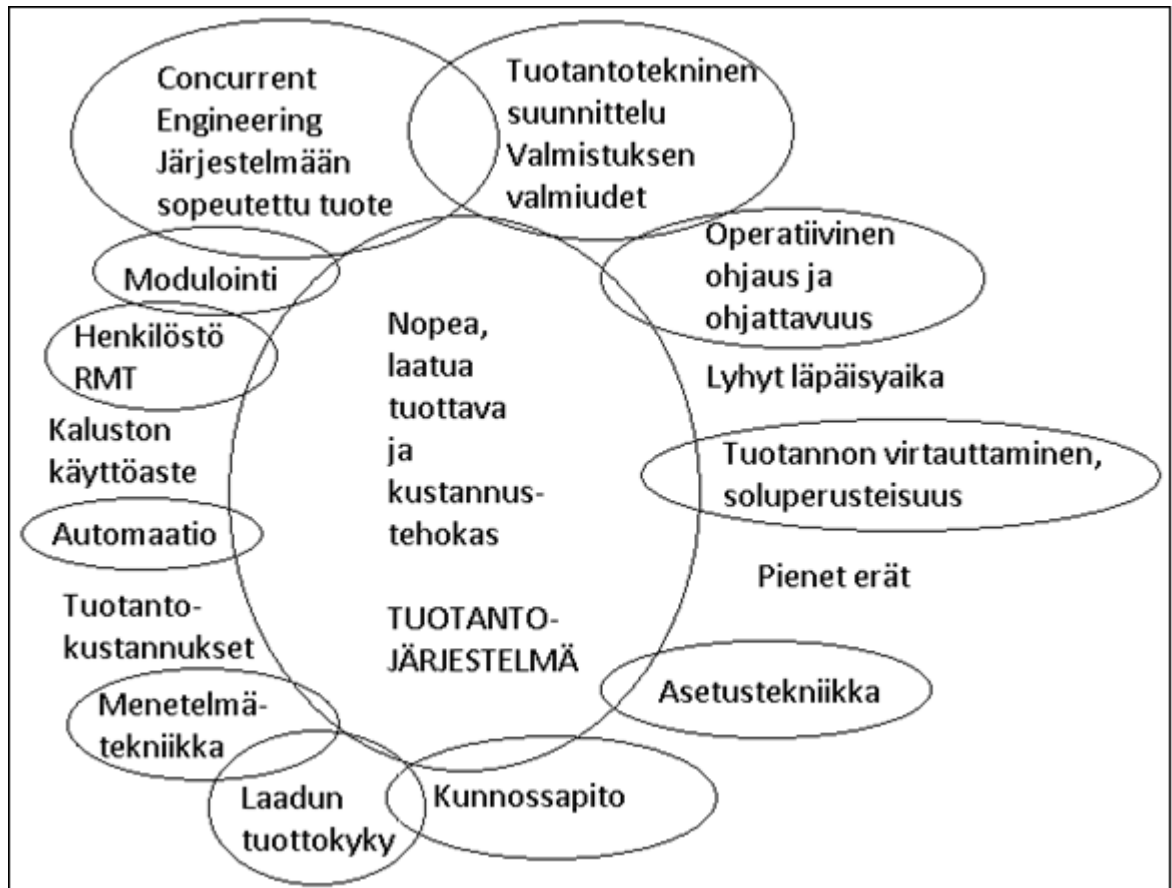
Lyhyen läpäisyajan tuotannossa tilaukset tehdään peräkkäin sen sijaan, että ne tehtäisiin rinnakkain, kuten pitkän läpäisyajan tuotannossa. Peräkkäin tehtävät tilaukset vähentävät yhtäaikaisen työn määrää, mikä helpottaa työnjärjestelyä. Lisäksi keskeneräiseen tuotantoon sitoutuva pääoma on pienempi. (Lapinleimu ym. 1997, 55.)

2.5 Ideaalitehdas

Ideaalitehtaalla tarkoitetaan teoreettista tavoitetehdasta, joka toimii parhailla tuotantojärjestelmien toimintaperiaatteilla, sekä teknistieteellisen tutkimuksen ja tuotantokaluston tuotekehityksen tekniikalla.

Tehtaan suoritustaso on periaatteessa mahdollista laskea vertailemalla olemassa olevan tehtaan suoritustasoa kuvaavaa lukua ideaalitehtaan vastaavaan laskettuun teoreettiseen lukuun.

Ideaalitehdas on tavoite ja käytännön tuotantojärjestelmää kehitetään sitä kohti kuvion 4 mukaisesti:

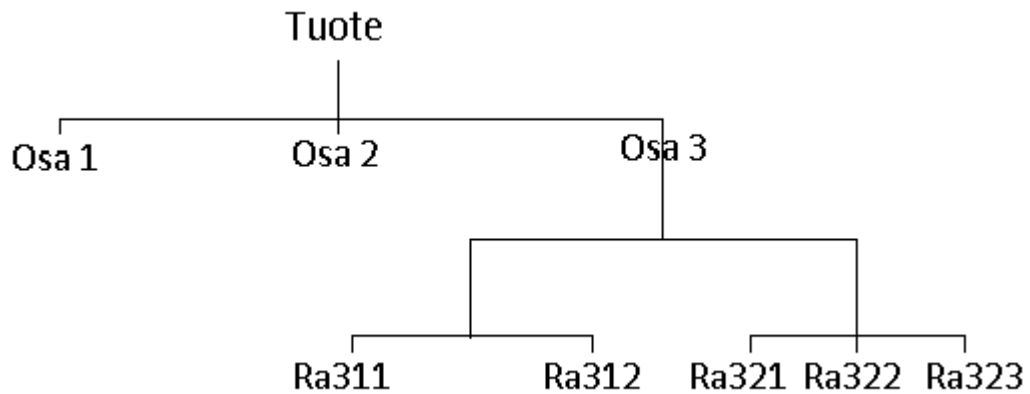


Kuvio 4. Tuotantojärjestelmä (Lapinleimu ym. 1997, 22).

2.6 Tuotannonohjausperiaatteita

2.6.1 MRP ja MRP II

Tarvelaskentaan perustuva materiaalinohjausperiaate MRP on lähtöisin USA:sta 1960-luvulta. MRP:ssä lähdetään liikkeelle siitä, että tuoterakenteen avulla voidaan esittää valmistettavat tai koottavat tuotteet. Kuviossa 5 olevalla tuoterakenteella kuvataan tuotteen hierarkkinen rakenne. Pohjatasolla olevat osat ja raaka-aineet ostetaan yritykseen. (Miettinen 1993, 49 - 50.)



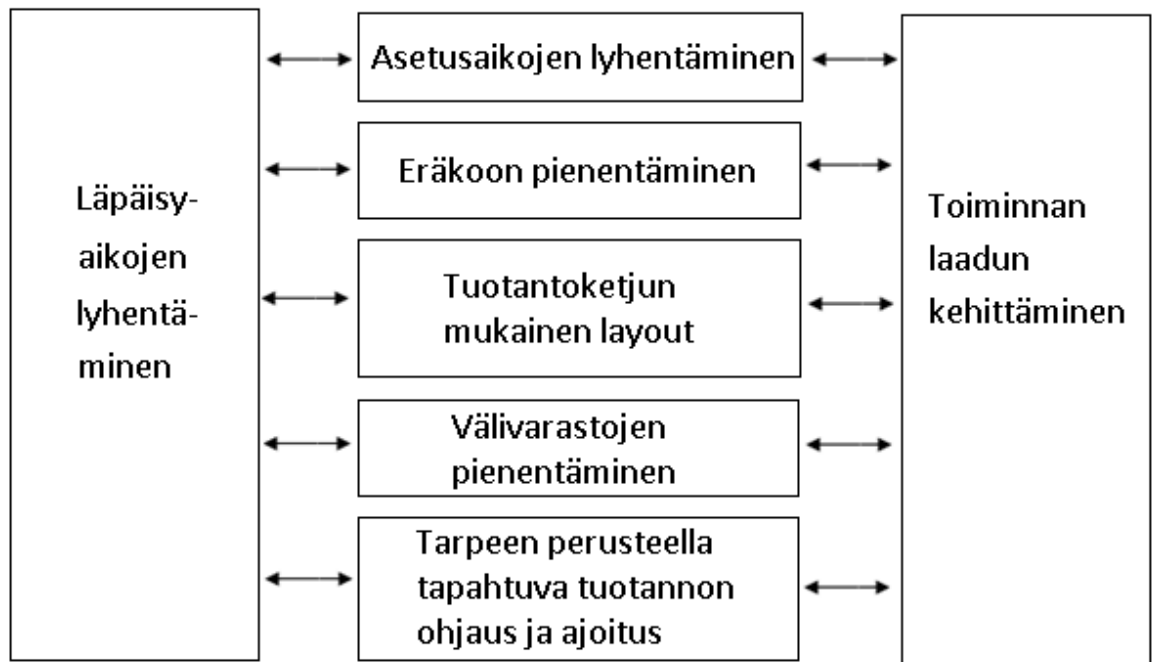
Kuvio 5. Tuoterakenne (Miettinen 1993, 50).

MRP:n perusta on se, että tuoterakenteella mahdollistetaan tarvittavien osien ja materiaalityötarpeiden laskeminen, mikäli voidaan arvioida valmistettavien tuotteiden kysyntä. Tällä tavoin laskettua materiaalityötarvetta verrataan varastoon, sekä saapumattomiin ostotilauksiin, minkä perusteella voidaan suorittaa materiaalityötilaukset. (Miettinen 1993, 50.)

MRP II eroaa edeltäjästään siten, että MRP II:ssa lasketaan materiaalityötarpeiden lisäksi myös eri töiden vaatima kapasiteetti ja työvaihe- ja kuormitusryhmätietojen perusteella tehdään kuormitus. MRP II -ohjaus toteutetaan yleensä tietokoneella. MRP II:sta on kritisoitu joistakin epärealistisistä oletuksista, joita ovat esimerkiksi kiinteät läpimenoajat. MRP sopii yksittäis- ja sarjatuotantoon, mutta ei sovi huonon hallittavuuden vuoksi solu- tai tuotantolinjatuotantoon. (Miettinen 1993, 50.)

2.6.2 JIT

Eräillä aloilla sovelletulla niin kutsutulla Just-In-Time(JIT) -menetelmällä on saatu merkittäviä säästöjä asetus- ja hankintakustannuksissa. Just-In-Time -menetelmällä pidetään varaston käyttö vähäisenä ja tuotteita valmistetaan ja lähetetään vain välittömän tarpeen verran, mistä juontaakin tuotantoperiaatteen nimi Just-In-Time. (Anthony & Govindarajan 1998, 633.) Kuviossa 6 kuvataan JIT-tuotannon kehittämisen eri vaiheet. (Haverila ym. 2005, 429.)



Kuvio 6. JIT-tuotannon kehittämisen vaiheet (Haverila ym. 2005, 429).

JIT-tuotantoperiaate on syntynyt Japanissa. JIT syntyi vakiotuotetuotannossa ja onkin osoittautunut monella alueella perinteisiä toimintamalleja paremmaksi. JIT-tuotannon tunnusmerkkejä ovat:

- korkea tuottavuus
- korkea laatu
- pieni sitoutunut pääoma
- nopea läpäisy aika.

(Haverila ym. 2005, 428.)

JIT:n ideana on varmistaa, että jokainen työpiste tuottaa ja kuljettaa oikeita osia seuraavalle työpisteelle oikean määrän oikeaan aikaan. (Anthony ym. 1998, 634.) JIT:n idea on myös selväpiirteisessä tuotannossa, jossa materiaalivirrat ja tuotannonohjaukset ovat mahdollisimman tehokkaita ja selkeitä. Tehdaiden layout on yhtenäinen ja materiaalivirrat selkeät. JIT:n kehittäminen lähti liikkeelle asetusaikojen lyhentämisestä. Asetustekniikkaa ja menetelmiä kehittämällä

pyritään minimoimaan asetusajoja ja sen seurauksena mahdollistetaan eräkokojen pienentäminen kannattavuuden kärsimättä. Pienemmillä eräkoilla päästään lyhyempiin läpäisyajoihin. Keskeneräisen tuotannon määrä vähenee ja varastoinnilta vältytään, sillä lyhyempi läpäisy aika mahdollistaa tuotteiden tai osien valmistamisen tilauksen perusteella. (Haverila ym. 2005, 429. ; Karlöf & Lövingsson 2004, 77.)

2.6.3 OPT

OPT-tuotannonohjausperiaatteessa on yhdisteltynä MRP II:n ja JIT:n parhaat puolet. MRP II:n parhaat puolet ovat tehokkaat tietokannat, sekä tietotekniikan tehokas hyödyntäminen. JIT:n parhaat puolet ovat tuotannon selkeyttäminen ja kaiken turhan karsiminen. OPT:n päämääränä on tehdä tulosta myydyillä tuotteilla ja vähentää rahan sitoutumista varastoon. (Miettinen 1993, 58.)

OPT:n periaatteena on tehdä vain sitä, mitä tarvitaan. Kaikkien sellaisten resurssien kehittäminen, jotka eivät ole tuotannon pullonkauloja, aiheuttavat varastojen kasvua ja lisää kustannuksia. Tuotannon pullonkaulana olevassa vaiheessa menetetty tunti on menetetty koko tehtaalla. Ei-pullonkaularesurssien kehittäminen ja parannuskeinojen toteuttaminen syö aikaa, rahaa ja varastoja, eikä kuitenkaan nopeuta koko tuotannon läpäisyä. Pullonkaularesurssien edessä oleva varasto kasvaa, joten osia ei ole järkevää tehdä ennakkoon. Kun kuljetuseriä pienennetään, voidaan mahdollisesti käyttää myös pienempiä varastoja. (Miettinen 1993, 58-59.)

2.6.4 Lean management

Japanilaisesta autoteollisuudesta alkunsa saaneella Lean managementilla yksinkertaistetaan tuotanto siten, että kaikki lisäarvoa tuottamaton työ karsitaan pois. Työpanosta ja aikaa lean-toimintatavassa käytetään puolet vähemmän aiempaan verrattuna. Keskeneräisen työn määrä minimoidaan ja tuotteet valmistetaan asiakkaalle kerralla valmiiksi. Lean managementin voi suomentaa kevyeksi ja joustavaksi toiminnaksi. (Miettinen 1993, 61. ; Lean tuotekehitys, 1.)

Lean managementissa toiminnan arvon lähtökohtana ovat asiakkaalle tulevat lisäarvot, ei valmistuneiden tuotteiden määrä. Toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa, lakkautetaan. Joustavuus ja niukat resurssit vaativat monitaitoista ja motivoitunutta henkilöstöä. (Miettinen 1993, 62.)

2.7 Layout-suunnittelu

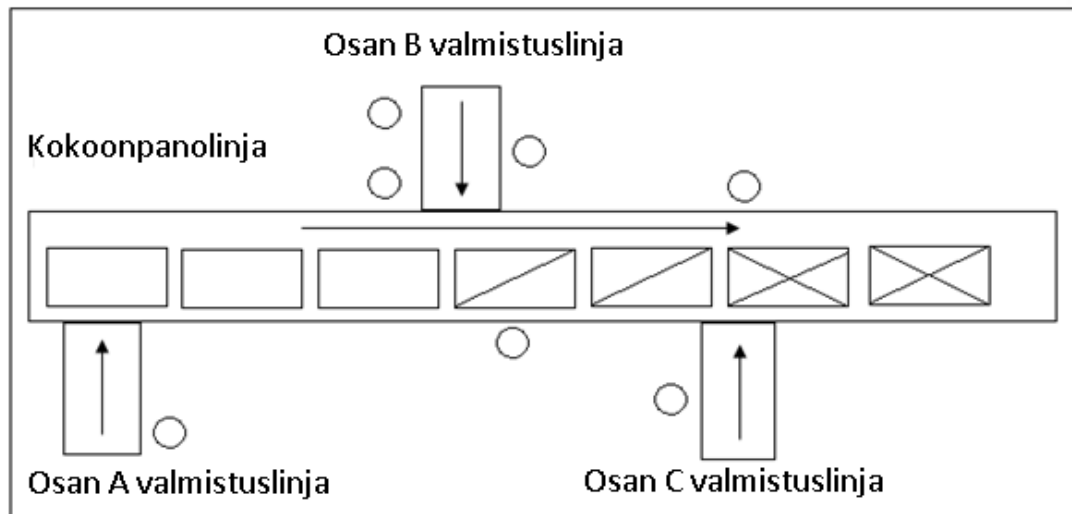
Layoutilla tarkoitetaan tuotantojärjestelmien fyysisten osien sijaintia tehtaassa. Layoutit voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin:

- tuotantolinjalayoutiin
- funktionaaliseen layoutiin ja
- solulayoutiin.

(Haverila ym. 2005, 475.)

2.7.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa keskeisintä on tehtaan koneiden ja laitteiden järjestäminen työnkulun mukaisesti. Tuotantolinjassa suurilla valmistuserillä saadaan tuotteen yksikköhinnat alhaiseksi. Tuotantolinja sietää kuitenkin hyvin huonosti häiriöitä, sillä pienikin häiriö tuotantolinjassa häiritsee koko linjan tuotantoa. Laadunvalvontaa täytyy olla, koska häiriöt aiheuttavat suuria kustannuksia ja myös suuria määriä virheellisiä tuotteita. Kuviossa 7 on esitetty tuotantolinjalayout. (Haverila ym. 2005, 475-476.)



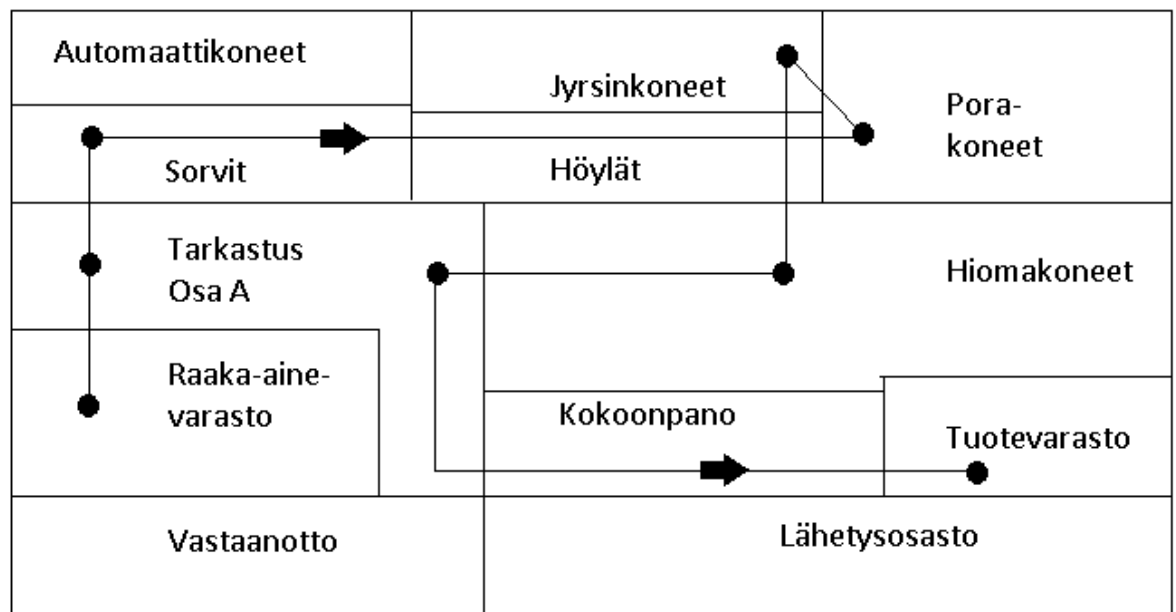
Kuvio 7. Tuotantolinjalayout (Haverila ym. 2005, 476).

2.7.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa, kuvio 9, koneet ja työpisteet ovat ryhmitelty samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi kaikki sorvit on sijoitettu samaan tilaan. Funktionaalisisessa layoutissa tuotteet valmistetaan yksittäin tai sarjoina. Automaatiota ei voida soveltaa funktionaalisisessa layoutissa kovinkaan paljoa ja tuotannossa käytettävät koneet ovatkin monesti yleiskoneita, joiden avulla tuotannosta saadaan joustava. Funktionaalisisessa layoutissa töiden ohjaus on hankalaa. Keskeneneräisten töiden määrä kasvaa helposti ja tuotannolla on pitkät läpäisyajat. Kuviossa 8 on lueteltuna funktionaalisen- ja tuotantolinjalayoutin erot. (Haverila ym. 2005, 476-477.)

| Funktionaalinen layout | Tuotantolinjalayout |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - suuret yksikkökustannukset - paljon keskeneräisiä töitä - joustava tuotepolitiikassa - helppo rakentaa - pieni häiriöalttius - tuotannonohjaus vaikeaa - joustava kapasiteetin lisäämisessä - kuormitusaste 60 - 90% | <ul style="list-style-type: none"> - pienet yksikkökustannukset - vähän keskeneräisiä töitä - jäykkä tuotepolitiikassa - vaikea rakentaa - suuri häiriöalttius - tuotannonohjaus helppoa - joustamaton kapasiteetin lisäämisessä - kuormitusaste 80 - 100% |

Kuvio 8. Funktionaalisen- ja tuotantolinjalayoutin erot (Haverila ym. 2005, 477).

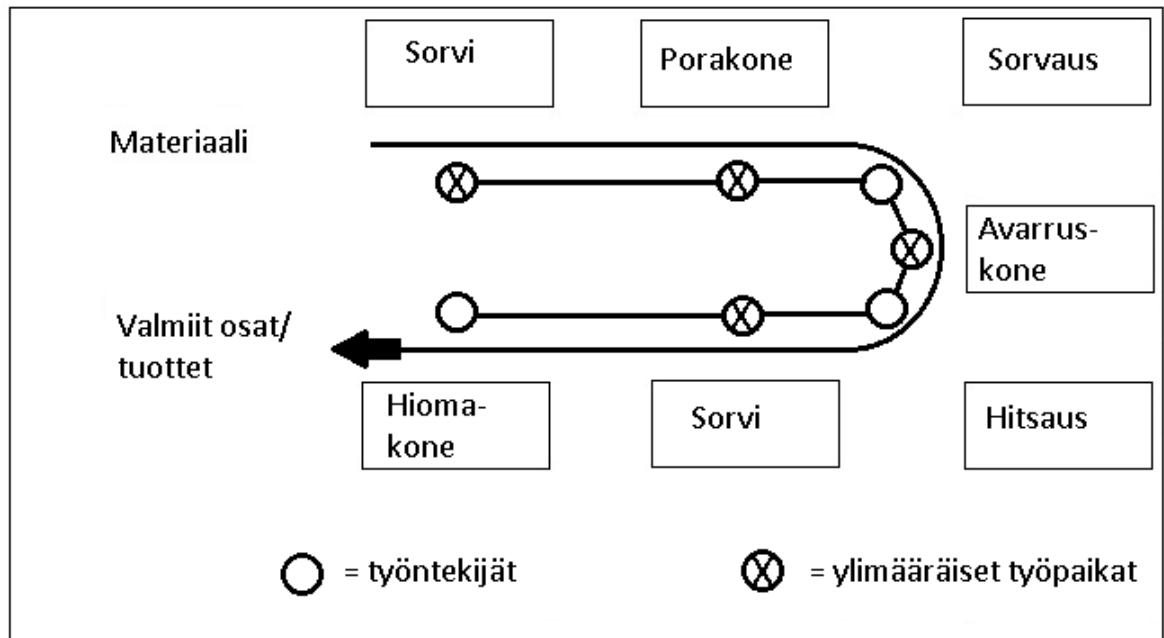


Kuvio 9. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2005, 477).

2.7.3 Solulayout

Solulayout, joka ilmenee kuviosta 10, on eräänlainen funktionaalisen ja tuotantolinjalayoutin välimuoto, joka muodostaa itsenäisen tiettyjä osia

valmistavan tai työvaiheita suorittavan linjan. Solujen läpäisyajat ovat funktionaaliseen layoutiin verrattuna huomattavan lyhyet. Solujen materiaalivirta on selkeä ja asetusajat lyhyet. Solu on myös joustava. (Haverila ym. 2005, 477-478.)



Kuvio 10. Solulayout (Haverila ym. 2005, 478).

2.8 Materiaalihallinta

Materiaalihallinnassa kontrolloidaan yrityksen raaka-aineita, puolivalmisteita ja lopputuotteiden hankintaa, varastointia ja jakelua. Materiaalihallinnassa ohjataan kaikkia materiaalivirtoja toimittajalta asiakkaalle saakka. Hankintatoimen ja materiaalihallinnan merkitys on korostunut viime vuosina, sillä varastojen kokoa on pyritty pienentämään samalla kun tilaus-toimitusprosessien aikajänteitä on lyhennetty. Tämä vaatii tehokasta organisointia ja hallintaa materiaalitoimintojen osalta. (Haverila ym. 2005, 443.)

Materiaalihallinnalla pyritään pitämään yllä haluttua palvelutasoa. Varastoilla pyritään palvelemaan omaa tuotantoa, sekä myös loppuasiakasta. Materiaalihallinnalla pyritään lisäksi minimoimaan kokonaiskustannuksia, jotka muodostuvat Haverilan ym. (2005, 443) mukaan seuraavasti:

1. Ostettavien materiaalien hinta
2. Oston kustannukset
3. Kuljetus, vastaanotto ja tarkastuskustannukset
4. Varastointikustannukset
5. Jakelukustannukset
6. Materiaalivirheiden aiheuttamat kustannukset tuotannossa
7. Puutekustannukset
8. Reklamaatiokustannukset

3 YRITYKSEN NYKYTILANNE

3.1 Trukkihyllyt

Opinnäytetyön alkuhetkillä kohdeyrityksessä ei ollut käytössä muuta kuin yksi trukkihylly ja isommat varastoitavat materiaalit olivat ulkovarastoissa siihen saakka, kunnes tehtaan lattialla tai trukkihyllyssä oli tilaa materiaalille. Osavalmisteet ja muut tavarat jätettiin tehtaan lattialle siihen kohtaan, missä tilaa sattui olemaan. Tämä söi hyvin nopeasti tehtaan lattiapinta-alan. Opinnäytetyön alussa tehtaaseen tilattiin useampi trukkihylly, joiden kokoamisen jälkeen tavaraa saatiinkin järkevämmiin varastoitua hyllyihin. Lisäksi laminaatit voitiin tuoda välittömästi saapumisensa jälkeen yrityksen sisätiloihin kuivumaan sen sijaan, että ne oltaisiin viety ulkovarastoon. Kun laminaatit saavat rauhassa kuivua lämpimissä sisätiloissa, vältetään mahdollisilta ongelmilta silloin, kun märkänä asennetut laminaatit kuivuvat valmiiksi tehdyissä ovissa.

Lattiapinta-alaa saatiin muuhun käyttöön trukkihyllyjen käytön ansiosta ja tehtaan tilat tulivat muutenkin selkeämmän näköisiksi. Materiaalien löytäminenkin helpottui. Ongelmaksi muodostui myöhemmässä vaiheessa sekalaisten tavaroiden jättäminen lattioille kulkureiteille ja trukkihyllyjen eteen, jolloin trukkityöskentely vaikeutui, koska ensin piti raivata tilaa päästäkseen trukilla etenemään paikasta toiseen. Toisekseen trukkihyllyn edustaa piti raivata tyhjäksi useammista tavaroista, jos trukilla halusi päästä hakemaan jotain hyllyiltä. Tämä tavaroiden raivaaminen syö nopeasti työaikaa puolikin tuntia.

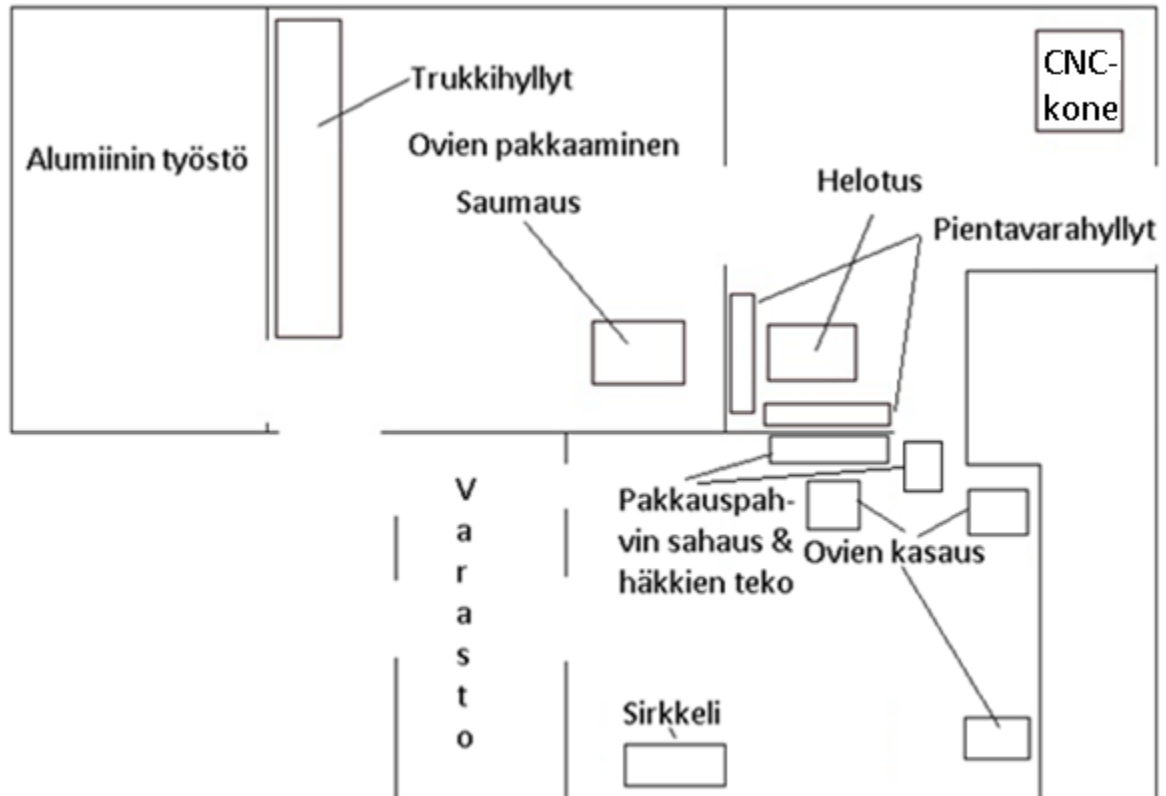
3.2 Pientavarahyllyt

Pienempien osien hyllyistä puuttui järjestys ja tavaraa olikin laitettu sinne missä tilaa sattui sillä hetkellä olemaan. Tavaraa oli laitettu pahvilaatikoihin, jotka oli sittemmin laitettu hyllyyn. Pahvilaatikoihin ei oltu merkattu niiden sisältöä. Työntekijöitä jututtamalla ja heitä seuraamalla kävi pian ilmi, että tavaroita hukkuu ja niiden etsimiseen kului turhan paljon aikaa. Hyllyissä oli kaiken lisäksi täysin tarpeettomia materiaaleja, kuten vanhoja osia, joita ei oltu käytetty enää vuosiin

ovitekniikan uudistumisien vuoksi. Ruuvit ja mutterit olivat jonkinlaisessa järjestyksessä, mutta käytössä ei ollut sellaisia muovisia lokeroita, joita näkee käytettävän rautakaupoissa. Ruuvit ja muut osat loppuivatkin monesti yhtäkkiä kesken kaiken, koska niiden määriä ei pystytty hyllyjen sekavuuden vuoksi seuraamaan.

3.3 Tehtaan layout

Tehdasta laajennettiin vuosien saatossa sitä mukaa, kun uutta hallitilaa saatiin yrityksen käyttöön. Isommat laitteet, kuten sirkkeli ja CNC-kone oli jo asennettu paikoilleen, eikä niitä laajennusten yhteydessä enää ole siirretty ison kokonsa ja siirron haasteellisuutensa vuoksi. Tehtaan layout onkin nykymuodossaan hieman sekava, eikä materiaalinkulku tehtaassa kulje niin virtaviivaisesti kuin olisi mahdollista. Tästä syystä työntekijöillä kertyykin askeleita päivän mittaan huomattavasti ja materiaalia joudutaan siirtämään jopa edestakaisin tehtaassa. (Työntekijä X. 2012)



Kuvio 11. Tuotantotilojen layout opinnäytetyön alussa.

Tuotantotilojen layoutia (kuviota 11) on vaikea kategoroida mihinkään kolmesta päätyypistä. Layoutista tulee kuitenkin mieleen pääasiassa tuotantolinjalayout, mutta osittain myös solulayout. Solulayoutia muistuttaa lähinnä osasto, missä työskentelee alumiinikarmit. Siellä karmit voidaan katkaista sopivan mittaisiksi, sekä tehdä kaikki tarvittavat poraukset, jyrsinät ja muut tarvittavat toimenpiteet.

Muuten yrityksen layout muistuttaa lähinnä tuotantolinjalayoutia, joka sopii parhaiten tällaiseen ovia valmistavaan yritykseen, sillä laaka-, heiluri- ja liukuovien työstö etenee tehtaassa suurinpiirtein samassa järjestyksessä.

3.4 Jälkitoimitukset ja materiaalinpuutokset

Keskeneräisen tuotannon määrää lisää toimitusta odottavat tuotteet, sillä toistuvasti jotkut osat loppuvat kesken tuotannon, eikä lähes valmiita tuotteita

voida lähettää eteenpäin tästä syystä. Lisäksi toimitusta odottavat tuotteet vievät tehtaalta lattiapinta-alaa. Joskus lähes valmiita tuotteita lähetetään maailmalle ja puuttuvat osat lähetetään myöhemmin jälkitoimituksina. Jälkitoimitukset lisäävät kustannuksia, koska niistäkin pitää maksaa toimituskustannukset. (Työntekijä Y. 2012)

Materiaalinpuutoksia esiintyy usein, koska pientavarahyllyjen sekavuuden takia osien määrää ei pystytä tarkasti seuraamaan ja työntekijät eivät aina ota huomioon materiaalin vähenemistä ennen kuin ne ovat loppuneet kokonaan.

4 TYÖN KULKU JA TULOKSET

4.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tiedonkeruu

Tämän opinnäytetyön tekijä oli työharjoittelussa toimeksiantajalla tammikuusta 2012 toukokuuhun 2012 tehden samalla opinnäytetyötä saman yrityksen tuotannon läpimenoaikojen lyhentämisestä. Opinnäytetyön aihe syntyi työharjoittelun aikana, kun opinnäytetyön tekijä teki havaintoja yrityksen tuotannon läpimenoaikoja kasvattavista ongelmista, sekä keskusteli yrityksen työntekijöiden kanssa.

Opinnäytetyön toiminnallinen osuus toteutui työntekijöiden kanssa keskustellessa työnteon lomassa. Haastatteluja ei erityisemmin pidetty, koska sille ei ollut tarvetta.

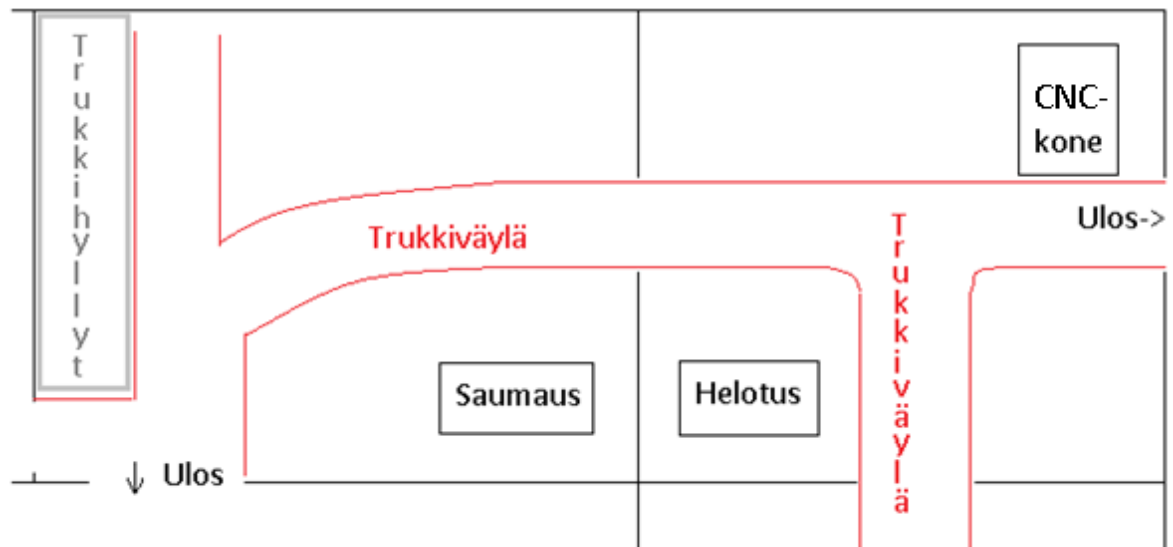
Toinen tärkeä metodi opinnäytetyötä tehdessä ja aineistoa kerätessä oli opinnäytetyön tekijän oma havainnointi yrityksessä. Havainnoinnin kohteena oli yrityksen työntekijät, toiminta, käytettävä laitteisto, sekä materiaalivirta yrityksen tiloissa.

Opinnäytetyötä tehdessä työharjoittelun lomassa kehkeytyikin useampia tuotannon tehostamiseen tähtääviä kehitysideoita. Seuraavilla toimenpide-ehdotuksilla tuotannosta olisi mahdollista tehdä entistä verkkaisempi, sekä voitaisiin lisätä työntekijöiden työtyytyväisyyttä ja motivaatiota. Lisäksi tuotannon läpäisyajoja olisi mahdollista lyhentää.

4.2 Trukki ja pumppukärryt

Trukilla ja pumppukärryillä tehtäviä materiaalien siirtoja haittaa käytävillä lojuvat ja seuraavaa työvaihetta odottavat materiaalit. Tehtaan lattialle voitaisiin maalata trukille ajolinjat, joille ei saisi missään vaiheessa jättää tavaraa. Trukin ajolinjat maalattaisiin läpi tehtaan siten, että trukilla voitaisiin kulkea työpisteistä toiseen tarvitsematta siirtää esteitä trukin tieltä pois. Lisäksi trukkihyllysten eteen voitaisiin

jättää tilaa riittävästi, jotta trukilla olisi aina mahdollista päästä hakemaan hyllyiltä materiaaleja. Kuviossa 11 voidaan nähdä ehdotus trukin ajolinjoista.



Kuvio 12. Osittainen layout tehtaan tuotantotiloista, sekä ehdotus trukin ajolinjoista.

4.3 Pientavarahyllyt

Hyllyjen järjestämiseksi kehitettiin systeemi, minkä avulla hyllyt jaetaan riviin ja lokeroihin. Useat hyllytasot jaettiin useampaan lokeroon rakentamalla laminaatista väliseinämät. Tämän jälkeen hyllyrivit nimettiin aakkosittain, ja lokerot numeroitiin. Esimerkiksi F3 tarkoittaa F-hyllyä ja F-hyllyltä kolmatta lokeroa. Jokaiseen lokeroon kiinnitettiin laminaatista sahatut levynpalaset, joihin merkattiin hyllykirjain sekä lokeron numero. Tällä tavalla oli tarkoituksena saada jokaiselle osalle tai osakokonaisuudelle oma hyllylokeronsa, missä sitä tulisi säilyttää. Ruuvit jätettiin omaan hyllyynsä, jossa ne on järjestettynä kokonsa mukaisesti.

Pientavarahyllyjä on kaksi kappaletta ja ne ovat sijoitettuna helotuspöydän välittömään läheisyyteen. Osien löytämisen helpottamiseksi ensimmäiseen hyllyyn järjestettiin paikat osakokonaisuuksille. Esimerkiksi liukuovissa käytettävissä kannattimissa, johon kuuluu laakeri, alumiininen t-kulmapala, pari erilaista pulttia ja mutteria, sekä muovinen stoppari, on sijoitettu ensimmäisen hyllyn F-tasoon, ja jokainen osa omaan lokeroonsa. Esimerkiksi lokerosta F1 löytyy alumiininen t-

pala. Kun näitä kannattimia kootaan, voidaan kaikki tarvittavat osat ottaa jokaisesta F-hyllyn lokeroista ja sen jälkeen koota valmiiksi osakokonaisuudeksi. Valmis osakokonaisuus siirretään kakkoshyllyyn esimerkiksi lokeroon J5, jossa kaikki tietävät juuri tämän osavalmisteen olevan. Näin vältetään turhanpäiväiseltä osien etsiskelyltä. Ja jotta osat löytyisivät vielä nopeammin, hyllyjen pätyihin tehdään listat, joissa lukee mikä osa löytyy mistäkin lokeroista.

Ovitekniikan uudistumisien myötä vanhoihin ovimalleihin käytettyjä osia jäi läjäpäin jäljelle. Näitä osia ei kuitenkaan voida hävittää, sillä varaosat voivat tulla tarpeeseen, jos vanhoja ovia joutuukin jostain syystä korjailemaan. Vanhat osat olivat kuitenkin sekoittamassa järjestystä hyllyissä. Uudistetussa ja lokeroitussa hyllyssä kaikki vanhat osat siirrettiin ylimmälle hyllylle, jossa ne eivät vaikeuta nykyosien löytymistä, mutta josta ne kuitenkin tarpeen tullen on löydettävissä.

Ruuvihyllyissä ruuvit laitetaan paketteineen kokojärjestykseen. Ruuvien käyttöä voitaisiinkin helpottaa käyttämällä rautakaupoista tuttua muovilokerohyllyä, joiden lokeroihin voitaisiin tyhjästä ruuvipaketit. Tarvittavat ruuvit olisi helppo noukkia lokeroistansa, sekä vuoden lopussa tehtävää inventaarioita voitaisiin huomattavasti nopeuttaa ja helpottaa, kun jäljelle jääneet ruuvit voitaisiin pakettien laskemisen sijaan mitata tarkalla vaa-alla. Ruuvien X:n massa voitaisiin mitata vaa-alla, vähentää tuloksesta lokeron massa, sekä jakaa jäljelle jäänyt tulos yhden ruuvin X massalla. Tuloksena olisi ruuvien X lukumäärä. Ruuvien määrää olisi myös helpompi seurata silmämääräisesti.

Kahden laatikon menetelmää voidaan soveltaa pientavarahyllyissä tasaisen kulutuksen materiaaleille, joissa kutakin materiaalia säilytetään pientavarahyllyssä kahdessa laatikossa, ja toisen tyhjennyttyä se viedään työpisteelle täytettäväksi ja sillä välin käytetään jäljelle jääneessä laatikossa olevaa materiaalia. Eli yhden laatikon tyhjennyttyä syntyy tilausimpulssi, joka varmistaa ettei materiaali pääse missään vaiheessa loppumaan. Laatikon mukana kulkee ohje, eli tilauskortti, josta ilmenee kuinka paljon materiaalia kyseiseen laatikkoon kuuluu tehdä. (Sakki 1994, 59.)

4.4 Kehälistat

Ennen kehälistojen kokoamista ja liimaamista täytyy oville tehdä aihio. Aihion avulla kehälistat saadaan kasattua tiettyihin kokoihin, joita pääasiassa ovat 2062 x 762 mm, 2062 x 862 mm, 2062 x 962 mm, sekä 1062 x 1062 mm. Vaikka näitä peruskokoja tehdäänkin kaikista eniten, siltikin aihioita kootaan ennen varsinaista ovien kokoamista. Näiden aihioiden kokoamisprosessista ja itse aihioista on seuraavanlaista haittaa:

- Aihioiden tekeminen syö turhan paljon aikaa. Yhden aihion alumiinilistojen kiinnittämiseen saattaa kulua lähes puoli tuntia. Monesti siinä tarvitaan myös toisen työntekijän apua.
- Aihion alumiinilistat värjäävät kehälistoja ja värjäytymät täytyy myöhemmin poistaa pyyhekumilla. Tämä lisää turhan työn määrää.
- Alustat, joihin aihioissa käytettävät alumiinilistat kiinnitetään, ovat kuin tikkataulun jäljiltä – täynnä reikiä. Tämä heikentää aihioiden tarkkuutta, sillä ruuvattavat ruuvit saattavat osua täysin tai osittain samoihin reikiin. Tämä taas aiheuttaa sen, etteivät ruuvit välttämättä pysy tiukasti kiinni ja aihion alumiinikehä on näin ollen huterä. Toisekseen ruuvi saattaa kiristyessään upota vanhaan reikään, eikä ruuvi välttämättä tule siihen kohtaan kuin sen oli tarkoitus tulla.

(Työntekijä O. 2012)

Ehdotuksia tilanteen parantamiseksi:

- Aihioita tehdään jokaiselle uunille 2 kappaletta jokaista kokoa. Eli käytännössä yhdelle uunille tulee kaksi samankokoista aihiota kooltaan 2062 x 762 mm, sekä kaksi samankokoista aihiota kooltaan 2062 x 862 mm. Samalla kaavalla myös koot 2062 x 962 mm ja 2062 x 1062 mm. Sama menettely toimii myös kahden muun uunin kanssa. Aihioita tulisi tehdä kahta kokoa jokaista uunia kohti sillä perusteella, että kun toinen ovi on uunissa, niin toista samankokoista ovea kyetään kokoamaan jäljelle

jääneeseen aihioon saman tien, eikä tarvitse jäädä odottelemaan uunissa olevan aihion vapautumista.

Aihioissa on kuitenkin yksi ongelma: paino. Lisäksi useamman aihion säilyttämiseen tarvitaan tilaa, jota uunien välittömässä läheisyydessä ei ole. Tätä ongelmaa voitaisiin lievittää toisenlaisella aihioratkaisulla:

Aihioita koottaisiin samalla periaatteella kuin ennenkin, lukuunottamatta mittauksia. Aihio siis koostuu vanerista, johon ruuvataan kiinni alumiinikehät. Alumiinikehien kiinnittäminen on hyvin tarkkaa työtä ja vaatiikin rullamitan ja kulmalevyn ahkeraa käyttöä, jotta aihioista tulisi oikean mittainen ja suorakulmainen. Yleisimpiä ovikokoja varten voitaisiinkin tehdä valmiit muotit CNC-koneella. Eli CNC-koneella työstettäisiin vilmivanerista esimerkiksi 2062 x 862 mm kokoinen levy, jota voitaisiin hyödyntää tämän kokoisille oville tehtävää aihiota tehtäessä. Eli filmivaneri asetettaisiin aihiovanerin päälle ja aihion alumiinikehät laitettaisiin filmivaneria vasten ja ruuvattaisiin kiinni aihiovaneriin. Näin saataisiin nopeasti tehtyä 2062 x 862 mm oville tarkoitettu aihio ilman mittauksia ja suorankulman tarkistuksia. Tällä voitaisiin lyhentää aihion kokoamiseen kuluva aikaa puolesta tunnista vajaan kymmeneen minuuttiin.

Aihion alumiinikehien kiinnittämisen apuna käytettävät filmivanerit olisivat kooltaan paljon pienempiä kuin eri kokoa olevat valmiit ahiot. Tällöin ne olisivat myös helpommin varastoitavissa. Filmivanereita voitaisiin myös keventää poraamalla niihin reikiä niin paljon kuin on mahdollista ilman, että levyn jäykkyys kärsii. Näitä filmivanereita voitaisiin varastoida samanlaisissa kärryissä, joilla oviakin kuljetetaan pitkin tehdasta.

Tämän ratkaisun varjopuolena on se, että filmivanerit tulee säilyttää kuivassa paikassa, jotta kosteus ei pääsisi paisuttamaan vanereita väärän kokoisiksi. Toisekseen vaneria täytyisi käsitellä varoen, ettei levyn reunoihin tulisi vaurioita, jotka voisivat tehdä aihioista epätäydelliset. (Työntekijä K. 2012)

4.5 Karmit

Laaka-ovien karmien kiinnitysreikien poraamisessa käytetään kahta kiinteätä porakonetta. Toisessa porakoneessa on pienempi ja toisessa isompi terä, jotta terää ei tarvitsisi vaihtaa porausten välissä. Tämä nopeuttaa porausten toimenpidettä. Karmien poraamista pystyy kuitenkin nopeuttamaan vielä huomattavasti.

Jokaista laakaoven karmia kohden joudutaan poraamaan 33 reikää. 6 reikää lukuunottamatta jokaisen reiän jälkeen puristin joudutaan kerran avaamaan ja sulkemaan. Tämän työvaiheen välissä karmia pitää myös siirtää. Yhden laakaoven karmien kiinnitysreikiä työstäessä puristinta joudutaan avaamaan ja sulkemaan 27 kertaa. Yksi aukaisu/kiinnitys vie työntekijältä keskimäärin 2,3 sekuntia.

Karmien kiinnitysreikien poraamisen viemä aika tietyltä ovimäärältä voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

(ruuvipuristimen aukaisut + kiinnitykset) * yhden aukaisun/kiinnityksen viemä aika * tehtyjen laakaovien määrä = tulos.

Esimerkiksi 500 laakaoven kohdalla kiinnitykset ja aukaisut syövät työntekijän aikaa:

$$(27 + 27) * 2,3 * 500 = 62\ 100 \text{ sekuntia.}$$

$$62\ 100 / 60 = 1035 \text{ minuuttia.}$$

$$1035 / 60 = 17 \text{ tuntia ja } 15 \text{ minuuttia.}$$

Teoreettisesti puristimien aukaisemisiin ja kiinnittämisiin kuluu aikaa yhteensä hieman yli 17 tuntia. Todellisuudessa aikaa kuluu enemmän, koska keskimäärin noin joka viidennessä puristimen kiinnittämisessä puristinta joudutaan löysäämään uudestaan, kun puristimen ja karmin väliin on mennyt alumiinimoskaa. Alumiinimoska voi aiheuttaa ikäviä pintanaarmuja karmiin ja tästä syystä se joudutaan poistamaan sieltä ennen puristimen kiinnitystä. Puristimen uudelleenlöysääminen, roskan poistaminen ja puristimen uudelleenkiinnitys syö

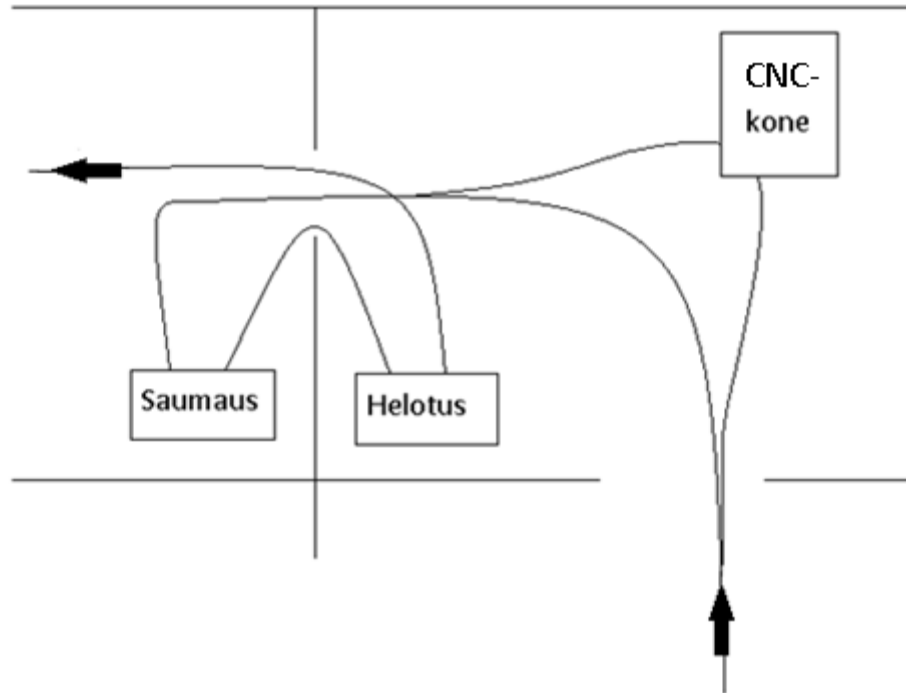
aikaa jopa toistakymmentä sekuntia ja lisää lopputulosta 500 oven erässä jopa useammalla tunnilla.

Välttämällä tämä ruuvipenkin avausten ja kiinnitysten sarja tulisi karminporaukseen kehitellä jonkinlainen liikkuva taso, jossa karmi kiinnitettäisiin vain kerran ja sen jälkeen koko tasoa voitaisiin liikuttaa vaakatasossa molempiin suuntiin. Käytettävä tekniikka voisi olla samanlainen kuin on jyrsimessä, mutta päinvastoin, eli itse kone ei jyrsimen tapaan liikkuisi, vaan pelkästään alusta.

Itse poraamisessa oman aikansa syö molemman pylväsporakoneen tehottomuus. Yhtä reikää poratessa aikaa voi kulua useampi sekunti, koska porakoneen tehottomuudesta johtuen terää ei voi painaa kerralla alumiinin läpi. Pylväsporakoneiden vaihtaminen tehokkaampiin malleihin nopeuttaa karmin kiinnitysreikien poraamista ja täten myös lyhentää läpäisyajoja.

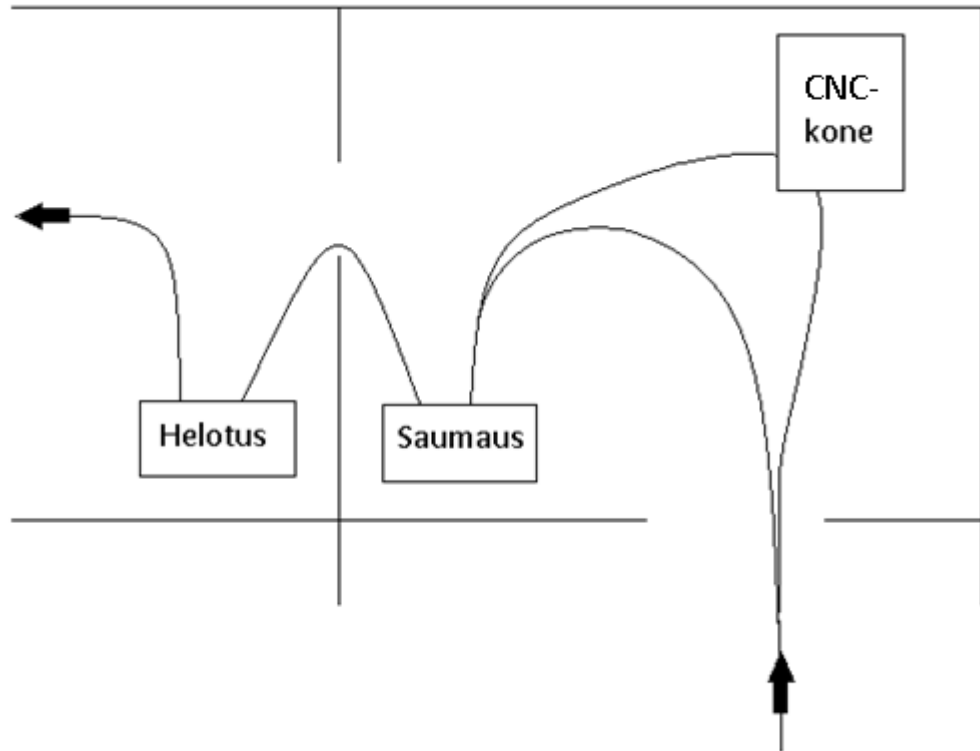
4.6 Layout

Tehdas on laajentunut ajan saatossa ja isompia laitteita onkin haasteellista siirtää. Pienempiä työpisteitä on kuitenkin mahdollista siirtää ja tuotannon virtaviivaistamisen vuoksi helotuspöydän ja saumaspöydän sijainnin vaihtaminen keskenään vähentäisi materiaalinkulkua tehtaassa ja lyhentäisi näinollen tuotannon läpimenoajoja.



Kuvio 13. Osa tehtaan nykylayoutista. Nykyinen materiaalivirta.

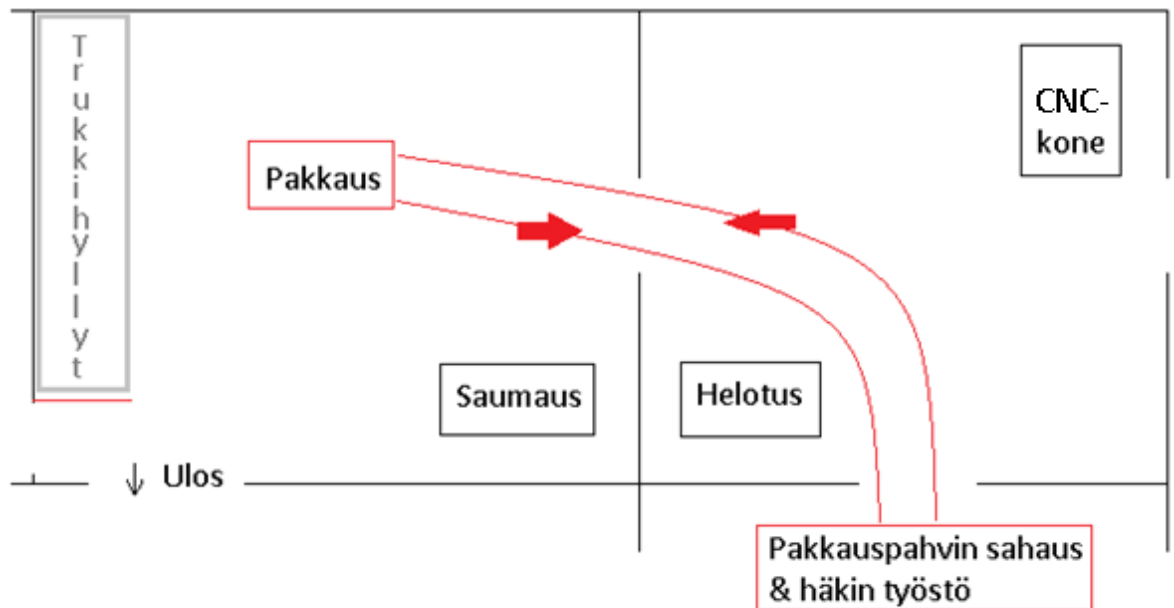
Kuviossa 12 voidaan nähdä materiaalin kulku tehtaassa. Nykyisin tehtaassa lähes valmiiksi kootut ovet kulkevat joko CNC-koneelle ikkuna-aukkojen sahausta varten, tai suoraan saumastyöpisteeseen saumattavaksi. Saumauksen jälkeen ovet kulkevat helotustyöpisteeseen helotettavaksi, missä oviin työstetään lukkopesät ja kiinnitetään lukot sekä saranat. Tämän työvaiheen jälkeen ovet siirtyvät takaisin saumaustilaan, jossa ovet seuraavaksi pakataan. Lisäaskelia ja turhia siirtoja syntyy, kun CNC-koneelta siirretään ovet saumauspisteeseen ja saumauksen jälkeen takaisin CNC-koneen kanssa samassa tilassa olevaan helotuspisteeseen. Kuvioista 13 ilmenee, kuinka turhia siirtoja ja askeleita voitaisiin välttää:



Kuvio 14. Osittainen tuotantotilan layout. Layoutin muutosehdotus.

Tässä layoutmuutosehdotuksessa saumaus- ja helotustyöpaikat vaihtaisivat keskenään paikkaa. Tällä tavalla vältettäisiin materiaalin kulku edestakaisin ja tuotannosta saataisiin entistä virtaviivaisempi. Lisäksi näiden työpaikkojen välinen seinä voitaisiin poistaa, jolloin materiaalin siirto helpottuisi entisestään ja lisäksi saataisiin lisää säilytystilaa keskeneräiselle tuotannolle.

Ovien pakkaus tapahtuu pääosin samassa hallissa kuin saumaus. Sinne valmiit ovilähettykset jäävätkin odottamaan kuljetusta maailmalle. Ovien kuljetushäkki ja pakkauspahvien leikkaus tapahtuu toisessa hallissa. Kuvio 14 voidaan nähdä pakkauksessa käytettävien materiaalien materiaalivirta tehtaassa:



Kuvio 15. Osa tehtaan layoutista. Pakkaamisen ja pakkausmateriaalin työstökohteet.

Ennen ovien pakkaamista täytyy pakkauspahvit käydä mittailmassa ja sahaamassa toisessa hallissa. Tuotannon virtaviivaistamiseksi, turhien materiaalikuljetusten ja askeleiden välttämiseksi pakkauspahvin sahaus olisi siirrettävä samaan halliin pakkauksen kanssa. Näin pakkaus sujuisi nykyistä nopeammin, sillä pahvien loppuessa niitä voitaisiin sahata nopeasti lisää samassa tilassa.

Tähän mennessä kuljetushäkkiä on työstetty käytävällä lähellä nykyistä pahvinleikkauspistettä. Häkki tukkiikin käytävän useammaksi tunniksi ja vaikeuttaa ovien ja muiden materiaalien kuljetusta paikasta toiseen. Oivallinen paikka häkin työstölle löytyisikin saumaustilasta, jossa häkin valmistus ei olisi esteenä muulle materiaalin kuljetukselle.

Yrityksen layout on hyvä pitää tuotantolinjalayoutina, mitä se nykyisinkin on. Alumiiniosastoa on vaikea liittää sellaisenaan tuotantolinjalayoutiin, koska siellä tehtäviä materiaaleja menee niin ovien kasaukseen, kuin myös suoraan pakattavaksi. Tämän takia alumiiniosasto kannattaa olla erillisenä osastona, kuten

se on ollutkin tähän saakka. Tuotantolinjalayoutia on kuitenkin hyvä siistiä muun muassa edellä mainituilla tavoilla.

4.7 Työmääräin

Yrityksessä käytetään tuotannon apuna työmääräintä, josta työntekijät saavat selville tarkat yksityiskohdat siitä, mitä heidän tulisi tehdä mihinkäkin työhön. Työmääräin on paperiversio, josta yksi kappale menee tuotannon työntekijöille. Työmääräimestä työntekijät yksitellen kirjaavat ylös itsellensä tarvittavat tiedot.

Työmääräimissä on kuitenkin useita virheitä, joita ei olla korjattu vaikka virheet onkin huomattu. Vanhat työntekijät tietävät nämä virheet ja osaavatkin ottaa ne huomioon töitä tehdessään, mutta uudet työntekijät eivät niistä tiedä, eivätkä vanhat työntekijät välttämättä muista kertoa heille ennen kuin korjaamaton virhe on jo tapahtunut. Tämä lisää materiaalihukkaa.

Nykyisiä työmääräimiä muuttamalla voitaisiin tehostaa työmääräinten käyttöä. Työntekijät lainaavat työmääräintä yksi toisensa jälkeen, jonka aikana työntekijät merkkäävät omalla merkkaustussillaan itselle tärkeitä kohtia työmääräimestä. Näin he helpottavat ja nopeuttavat myöhemmässä vaiheessa omalle työllensä tärkeiden mittojen etsimistä työmääräimistä. Tämän tilalla voitaisiin jo toimistossa työmääräimiä tehdessä merkata ennen tulostamista eri fontin väreillä eri mittoja. Esimerkiksi kaikki alumiinipuolella tarvittavat mitat merkittäisiin sinisellä, kun taas karminkasauksessa tarvittavia tietoja merkattaisiin vihreällä. Näin työntekijöillä säästyisi aikaa, kun heidän ei tarvitsisi ruveta itse merkkäilemaan tiettyjä asioita työmääräimestä.

Työmääräimiä on kuitenkin tulostettu ainoastaan yksi kappale tuotannon puolelle. Tämä johtaa usein siihen, että työntekijän täytyy etsiä työmääräintä, koska työmääräintä ei monestikaan palauteta takaisin paikoilleen. Turha etsiskely lisää turhautumista ja syö työaikaa. Järkevämpi ratkaisu työmääräinten kohdalla olisi, jos jättäisi niistä kaikki turhat mitat ja tiedot pois. Lisäksi työmääräimet voitaisiin räätälöidä jokaiselle erikseen. Esimerkiksi CNC-koneen ääressä työskentelevä saisi ainoastaan ne mitat ja tiedot, jotka ovat välttämättömiä tietää juuri tässä

työpisteessä. Samoin toimittaisiin jokaisen työpisteen kohdalla. Tällä tavoin työntekijöiden ei tarvitsisi etsiä työmääräintä tai etsiä tarvittavia kohtia siitä, saati kirjoitella itselleen tarvittavia tietoja.

Paperiversion tilalla olisi mahdollista käyttää tietokonetta, jolloin jokaisella työpisteellä olisi oma tietokone, jolla pystyisi selailemaan eri työmääriä. Lisäksi tietokoneella voisi ilmoittaa muille työmääräimissä mahdollisesti olevista virheistä. Tämä vaatii tietenkin tarvittavan laitteiston hankkimisen ja työntekijöiden perehdyttämisen ohjelmiston käyttöön.

4.8 Vastuun jakaminen

Materiaalien katoaminen tai loppuminen ei johdu pelkästään esimerkiksi pientavaraohjelmien sekavuudesta, vaan myös siitä, ettei kukaan työntekijöistä koe olevansa vastuussa tai velvollinen ilmoittamaan materiaalien vähenemisestä. Kyseessä voi olla myös asenne, että kyllä joku muu työntekijä ilmoittaa materiaalin loppumisesta. Lopputulos usein on se, että materiaali loppuu tuiki tärkeällä hetkellä, eikä sitä ole välittömästi saatavilla lisää. Tästä syystä vastuuta ja ilmoitusvelvollisuutta tulisikin jakaa työntekijöiden kesken. Jokaiselle jaettaisiin tietyt materiaalit, joita tulisi seurata säännöllisesti, sekä myös ilmoittaa välittömästi, jos materiaalit esimerkiksi ylittävät tietyn hälytysrajan. Tällä tavalla yhden henkilön ei tarvitsisi vastata koko yrityksen materiaaleista, eivätkä materiaalit myöskään pääsisivät huomaamatta loppumaan.

4.9 Tärkeysjärjestys

Työntekijät eivät useinkaan ole perillä eri töiden tärkeysjärjestyksestä. Välillä käykin niin, että joku työntekijä kertoo toiselle työntekijälle, että jotain toista työtä tulisi tehdä juuri sillä hetkellä, koska se on prioriteetissa ensimmäinen. Tästä syystä töitä joudutaan keskeyttämään ja uusia töitä aloittamaan. Tämä lisää keskeneräisen työn määrää, sekä aiheuttaa sekaannuksia ja pidentää asetteluaikaa jokaisen keskeytetyn työn kohdalla. Yrityksessä voitaisiinkin harkita mahdollisten viikottaisten kokousten pitämistä, jossa kaikki kokoontuisivat ja

työntekijöille kerrottaisiin töiden tärkeysjärjestyksistä sekä muista töihin vaikuttavista seikoista.

4.10 Kehitystyön onnistuminen

Kehitystyön onnistumiseen vaikuttaa muun muassa työntekijöiden suhtautuminen kehitystyöhön. Suhtautumiseen vaikuttaa yleensä se, kokeeko työntekijä kehittämistoimenpiteet tärkeinä ja tarpeellisina. Yhden henkilön passiivisuus kehitystoimenpiteitä kohtaan romuttaa koko kehitysidean. (Salminen 1990, 63.)

Monet organisaatiot ovat epäinnovatiivisia, mikä johtuu organisaatiossa työskentelevien ihmisten innovaationpuutoksesta ja lyhyen tähtäyksen ajattelusta. Monesti siihen vaikuttavat myös vakiintuneet käytännöt, joista ei haluta luopua. (Korpelainen & Lampikoski 1997, 25.)

Innovatiivisuuden puutokseen ja kehitystyön haluttomuuteen voikin vaikuttaa asennemuutoksilla. Työntekijöiden asenteita tulisi parantaa, jotta kehitystyön onnistumisen mahdollisuudet paranisivat.

4.11 5S-periaate

5S-periaate sisältää viisi peruseriaatetta, joita ovat:

1. Sort, eli turhien työvälineiden ja materiaalien poistaminen.
2. Straighten - varmistetaan, että tilaa on riittävästi ja työkaluille löytyy paikkansa, jossa niitä myös säilytetään.
3. Sweep - siivoaminen. Työpiste pidetään puhtaana.
4. Standardise - standardisoidaan työpisteen toiminta.
5. Sustain - toistetaan kohtia 1-4.

(5S - Workplace organization, 9.)

Tätä yksinkertaista 5S-periaatetta tulisi noudattaa eri työpisteillä, jotta työpiste ei missään vaiheessa täytyisi roskista tai turhista tavaroista, eivätkä työkalut pääsisi katoamaan.

4.12 Materiaalien monikäyttö

Ovien valmistuksessa käytettäviä vakiokomponentteja, kuten ruuveja, muttereita, priikkoja jne. on huomattava määrä erilaisia. Näitä vakiokomponentteja olisi ehkä mahdollista vähentää käyttämällä niitä monikäyttöisesti. Eli tietyn ruuvin pituus ja halkaisija vakioidaan ja sitä käytetään niin monessa tuotannon eri vaiheessa kuin on mahdollista. Näin varastoitavien osien määrä vähenisi ja ne olisivat myös helpommin löydettävissä. (Tuotekehityksen ja tuottavuuden yhteys. 2009, 4-5.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyö tehtiin eräälle eteläpohjalaiselle pk-yritykselle tavoitteena lyhentää yrityksen tuotannon läpäisyajoja kehittämällä tuotannon eri osa-alueita ja karsimalla turhia toimenpiteitä.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa luvussa 2 käsiteltiin tuotannonohjausta yleisesti. Kirjallista osuutta tehdessä opinnäytetyön tekijä tutustui alan kirjallisuuteen, mistä oli myös apua yrityksen tuotannon ongelmakohtien kartoittamisessa ja kehitysideoiden miettimisessä. Opinnäytetyön tekeminen olikin luontevinta tehdä tutustumalla ensin kirjallisuuteen, jonka jälkeen on paljon laajempi valmius tehdä erilaisia huomioita yrityksen tuotannon nykytilasta ja siihen vaikuttavista tekijöistä.

Yritysosuudessa keskityttiin yrityksen nykytilanteeseen ja tuotannon läpimenoaikoja kasvattaviin ongelmiin. Yritysosuudessa käsitellään myös ratkaisuja näihin ongelmiin. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli sama yritys, jossa opinnäytetyön tekijä suoritti työharjoitteluaan. Tuotannossa esiintyneet ongelmat havainnoitiin ja lisäksi niistä keskusteltiin tehtaan työntekijöiden kanssa työn lomassa. Toiminnallisen opinnäytetyön toiminnallinen osuus voidaan toteuttaa useammallakin eri tavalla, kuten haastattelemalla tai erilaisilla kyselyillä. Tätä opinnäytetyötä työstäessä pelkästään havainnointi ja työntekijöiden kanssa keskusteleminen työn ohessa tuntui täysin riittävältä.

Tuotannon läpimenoaikoja kasvattavat ongelmat saattavat olla hyvinkin yksinkertaisia, kuten esimerkiksi joidenkin työkalujen katoaminen ja niiden etsiminen, mikä hidastaa työn aloittamista. Lisäksi työkalujen etsiminen aiheuttaa työntekijöissä turhautumista ja pahimmillaan voi vaikuttaa alentavasti työmotivaatioon. Kaikkien turhien työvaiheiden karsiminen helpottaa työntekijöiden keskittymistä itse ydintyöhön, mikä nopeuttaa tuotantoa ja vähentää riskiä tehdä virheitä.

Pienillä layout-muutoksilla tehtaan layoutia voidaan saada suoraviivaisemmaksi ja täten vaikuttaa positiivisesti tuotannon läpimenoaikoihin. Kaikki ylimääräinen

materiaalisiirto ja työntekijöiden turhat askeleet tulisi minimoida tuotannon tehostamiseksi, sillä kaikki ylimääräinen työ on suoraan pois tuotannon määrästä.

Yrityksessä pientavarahyllyihin tehdyt muutokset paransivat hyllyjen järjestystä, ja työntekijät löysivät materiaalit entistä nopeammin. Osavalmisteiden, kuten liukuovien kannattimien ja pysäyttimien, työstäminen nopeutui huomattavasti, koska asetusajat saatiin minimiin. Tämä johtuu osien löytämisen helpottumisesta ja materiaalmäärien seurannan tehostumisesta.

Yrityksen johdon tulisi tulevaisuudessa tutkia CNC-koneen mahdollista hyödynnettävyyttä nykyistä useammalla tavalla ja harkitsemalla työntekijöiden parempaa perehdyttämistä laitteeseen asiantuntijan koulutuksen avulla. Lisäksi yrityksen johdon tulisi tutkia esimerkiksi osavalmisteiden tuottamisen mahdollisuuksia automaatiokoneilla.

Tässä opinnäytetyössä ehdotettuja kehitysideoita, kuten esimerkiksi layoutin muutoksia tai kahden laatikon menetelmää, voidaan soveltaa myös muissa yrityksissä, missä käytetään tuotantolinjalayoutia, tai missä materiaalihallinta ei toimi halutulla tavalla. Myös muista opinnäytetyössä mainituista kehitysideoista voi olla hyötyä muillekin yrityksille.

LÄHTEET

- Anthony, R & Govindarajan, V. 1998. Management control systems. 9. p. USA: Mc-Graw-Hill Irwin.
- Cowburn, D. Ei päiväystä. 5S - Workplace organization. [www-dokumentti]. [Viitattu 27.3.2012]. Saatavissa: <http://www.iqualityprocess.com/docs/David-Cowburn/Work-Place-Organization/4.4-5S.pdf>.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Infacs Johtamistekniikka Oy. 5. p. Tampere: Infacs Oy.
- Työntekijä K. 2012. Yritys X. Keskustelu 17.1.2012.
- Työntekijä O. 2012. Yritys X. Keskustelu 27.3.2012.
- Työntekijä X. 2012. Yritys X. Keskustelu 3.2.2012.
- Työntekijä Y. 2012. Yritys X. Keskustelu 16.3.2012.
- Karlöf, B & Lövingsson, F. 2004. Johtamisen näkökulmat – peruskäsitteitä ja – malleja. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Korpelainen, K & Lampikoski, K. 1997. Innovatiivisuus-muutosvoima. Juva: Wsoy.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. 1. p. Porvoo: WSOY/OPPIMATERIAALIT.
- Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.
- Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. Espoo: MH-Konsultit Oy.
- Salminen, P. 1990. Tuotteiden ja toiminnan laadun kehittäminen. Mänttä: Metalliteollisuuden keskusliitto.
- Tuotekehityksen ja tuottavuuden yhteys. 2009. [www-dokumentti]. [Viitattu 2.5.2012] Saatavana: www.teknologiateollisuus.fi/file/4880/5TaistoTUOTEKEHITYKSENJATUOTTAVUUDENYHTEYS.pdf.html.
- Vilka, H. & Airaksinen, T. 2004. Toiminnallisen opinnäytetyön ohjaajan käsikirja. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

VTT. 2009. Lean tuotekehitys. [www-dokumentti]. [Viitattu 20.3.2012]. Saatavana:
www.vtt.fi/proj/leanver/files/lean_tuotekehitys.pdf.

LIITTEET

