



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# UUDEN LAYOUTRATKAISUN SUUNNITTELEMINEN

J5L-Production Oy

TEKIJÄ: Jukka Väisänen

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Koulutusala<br>Tekniikan ja liikenteen ala   |                          |
| Koulutusohjelma<br>Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  |                          |
| Työn tekijä(t)<br>Jukka Väisänen   |                          |
| Työn nimi<br>Uuden layoutratkaisun suunnitleminen  |                          |
| Päiväys<br>10.5.2016   | Sivumäärä/Liitteet<br>24 |
| Ohjaaja(t)<br>Lehtori Anssi Suhonen, Lehtori Pertti Varis  |                          |
| Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t)<br>J5L-Production Oy   |                          |
| Tiivistelmä<br><p>Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella uusi layoutratkaisu J5L-Production Oy:n levynleikkaus- ja hyllystöjenkoonpanohalliin. Hiljattain uusiin toimitiloihin siirtynyt tuotanto on aiheuttanut tilanteen, jossa edellä mainitun tuotantotilan layoutratkaisu on jäänyt puutteelliseksi. Suunnittelutyössä tuli painottaa materiaalivirtauksien sujuvuutta, varastojen seurattavuutta ja ohjattavuutta sekä hyvää työergonomiaa. Työssä käsitellään myös layout-suunnittelun, tuotantojärjestelmien sekä tuotannonohjauksen teoriaa.</p> <p>Uusi layoutratkaisu suunniteltiin SolidWorks-ohjelmalla ja suunnitelman pohjalta laadittiin loppuraportointi asiakkaalle. Raportin lisäksi asiakkaalle toimitettiin 3D-malli, johon asiakas voi tarvittaessa tehdä muutoksia. Suunnittelutyö toteutettiin tiiviissä yhteistyössä yrityksen toimihenkilöiden ja tuotantotyöntekijöiden kanssa.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin helposti muokattava ja toteutettavissa oleva 3D-malli toimivaan layoutratkaisuun. Lisäksi työssä tehtiin luonnokset materiaalien varastointia ja seurantaa sekä työergonomiaa parantavista apulaitteista. J5L-Production Oy tulee toteuttamaan uuden layoutratkaisun 3D-mallin perusteella.</p> |                          |
| Avainsanat<br>layout, tuotantojärjestelmät, tuotannonohjaus, materiaalivirta   |                          |
| Julkinen   |                          |

|  |              |                  |    |
|--|--------------|------------------|----|
| Field of Study<br>Technology, Communication and Transport  |              |                  |    |
| Degree Programme<br>Degree Programme in Mechanical Engineering   |              |                  |    |
| Author(s)<br>Jukka Väisänen  |              |                  |    |
| Title of Thesis<br>Designing a New Layout Solution   |              |                  |    |
| Date   | May 10, 2016 | Pages/Appendices | 24 |
| Supervisor(s)<br>Mr Anssi Suhonen, Lecturer and Mr Pertti Varis, Lecturer  |              |                  |    |
| Client Organisation /Partners<br>J5L-Production Oy   |              |                  |    |
| <p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to design a new layout solution for the sheet cutting and shelving unit assembly hall of J5L-Production Oy. The current layout solution of the sheet cutting and shelving unit assembly hall has appeared to be inadequate for the requirements of the current production. This situation has been caused by the production moving into new premises recently. The main focus of the design work was to improve the material flow, storage control and working ergonomics.</p> <p>The theoretical part of the work covered the theory of the layout planning, production systems and production management. The new layout solution was created with Solidworks-software. The design work was completed in collaboration with the personnel of the company.</p> <p>As a result of the design work was a closing report and a flexible 3D-model which were supplied to the client. In addition, preliminary drafts of auxiliary devices for storing, material controlling and sheet handling were created. J5L-Production Oy will implement the new layout solution by applying the 3D-model.</p> |              |                  |    |
| Keywords<br>layout, production system, production management, material flow  |              |                  |    |
| Public   |              |                  |    |

## ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty J5L-Production Oy:lle. Haluan kiittää yritystä mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta sekä lehtori Anssi Suhosta hyvästä ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää kaikkia opinnäytetyössä mukana olleita tahoja.

Kuopiossa 10.5.2016

Jukka Väisänen

## SISÄLTÖ

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO.....                                  | 6  |
| 2     | J5L-PRODUCTION OY.....                         | 7  |
| 2.1   | Tuotteet.....                                  | 7  |
| 2.2   | Tuotantotilat.....                             | 8  |
| 3     | VALMISTUSJÄRJESTELMÄT.....                     | 9  |
| 3.1   | Funktionaalinen järjestelmä.....               | 9  |
| 3.2   | Tuotantosolu.....                              | 10 |
| 3.3   | Tuotetehdas ja tuoteverstaas.....              | 12 |
| 3.4   | Joustava valmistusjärjestelmä.....             | 12 |
| 4     | LAYOUTSUUNNITTELUN PERIAATTEET.....            | 14 |
| 5     | TUOTANNONOHJAUS.....                           | 15 |
| 5.1   | Tuotannonohjauksen tehtävät ja tavoitteet..... | 15 |
| 5.2   | Tuotannonohjauksen teoriaa.....                | 15 |
| 5.2.1 | Lean-johdatusfilosofia.....                    | 16 |
| 5.2.2 | JOT-tuotanto.....                              | 17 |
| 5.2.3 | Imuohjaus.....                                 | 18 |
| 5.2.4 | Työntöohjaus.....                              | 18 |
| 5.2.5 | 5S-menetelmä.....                              | 19 |
| 5.2.6 | Arvovirtakuvaus.....                           | 20 |
| 6     | KEHITETTÄVÄ TUOTANTOJÄRJESTELMÄ.....           | 21 |
| 7     | SUUNNITTELU TYÖ.....                           | 22 |
| 8     | YHTEENVETO.....                                | 23 |
| 9     | LÄHTEET.....                                   | 24 |

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää J5L-Production Oy:n tuotantoa layoutsuunnittelun avulla. Työssä keskitytään pääasiassa levynleikkaus- ja hyllystöjenkokoontalonhalliin, jonka nykyinen layout ei vastaa yrityksen toiveita. J5L-Production on siirtänyt hiljattain toimintansa Kuopiosta Lapinlahden Alapitkälle ja tuotannon kiireissä kyseisen hallin layout ei ole vielä vakiintunut parhaaseen mahdolliseen muotoonsa. Työn aikana pyritään kiinnittämään huomiota materiaalin sujuvaan virtaukseen tuotantoprosessien läpi sekä työergonomiaan työskentelypisteillä.

Työhön sisältyy myös materiaalivirtauksien laajempi tarkastelu. Tavoitteena olisi optimoida raaka-aine- ja välivarastojen koot sen mukaisesti, että tuotanto olisi sujuvaa eikä varastoihin sitoutuisi turhaa pääomaa. Työssä esitellään myös tuotannonohjauksen ja layoutsuunnittelun periaatteita ja teoriaa.

Lopullinen suunnittelu ja mallintaminen toteutetaan Solidworks-ohjelmalla. Mallinnuksen tavoitteena on luoda yritykselle tarkka layoutmalli, joka mahdollistaa tarvittavien muutosten toteuttamisen tuotantotiloissa. Suunnittelutyö suoritetaan yhteistyössä J5L-Production Oy:n toimihenkilöiden ja tuotantotyöntekijöiden kanssa, jotta kaikki tarvittavat asiat tulee otettua huomioon ja opinnäytetyö on hyödyksi tilaajalle.

## 2 J5L-PRODUCTION OY

J5L-Production Oy on Lapinlahdella toimiva erikoisajoneuvojen koritöitä tekevä yritys. Yritys tarjoaa täyden projektinhallinnan erikoisajoneuvotarpeisiin. Liiketoiminta keskittyy henkilö- ja pakettiautopohjaisiin koritöihin. Yritys toimii yhteistyössä alan parhaiden yritysten kanssa ja yhteistyöverkostonsa avulla se pystyy toteuttamaan erikoisimmatkin tarpeet erikoisajoneuvojen koritöihin. Yrityksellä on käytössään sertifioitu ISO9001:2008-laaturjestelmä: Erikoisajoneuvojen suunnittelu, valmistus ja myynti. (J5L-Production Oy, 2013)

### 2.1 Tuotteet

J5L-Production Oy pystyy joustavan tuotantonsa avulla toimittamaan asiakkaalleen räätälöityjä koriratkaisuja erikoisajoneuvoin. Tuotanto on kuitenkin tällä hetkellä painottunut neljään eri tuotantolinjaan, joiden päätuotteet ovat poliisiautot, ambulanssit, johtautot ja arvokuljetusautot. (Komulainen, 2016) Räätälöidyistä ns. pienen volyymin tuotteista voidaan mainita esim. kevyet sammutusyksiköt, huoltoautot ja erikoisautot kaivoksille (J5L-Production Oy, 2013).



KUVA 1 Johtokeskusauto, Alusta: Mercedes-Benz Sprinter (J5L-Production Oy, 2013)



KUVA 2 J5L Ambulanssi, Alusta: Ford Transit L3H2 (J5L-Production Oy, 2013)

## 2.2 Tuotantotilat

J5L-Production Oy:n toimitilat sijaitsevat hyvien liikenneyhteyksien varrella Lapinlahden Alapitkällä. Sijainti on hyvä, sillä tehdasalueen tontti rajoittuu valtatie-5:een. Tehdasrakennuksen pinta-ala on n. 2500 m<sup>2</sup>, josta 260 m<sup>2</sup> sosiaali- ja toimistotilaa, loput tuotanto- ja varastotilaa. Opinnäytetyössä keskitytään yhteen osastoon, joka on erillinen halli tehdasrakennuksessa.



### 3 VALMISTUSJÄRJESTELMÄT

Valmistusjärjestelmän tehtävänä on jalostaa raaka-aine tuotteeksi tai puolivalmisteeiksi suunnittelu- ja järjestelmän määrittelemien vaatimusten mukaisesti (Ojanen, 2008, s. 54).

Tehtaan valmistusjärjestelmän voidaan katsoa muodostuvan kolmesta pääkohdasta: valmistusyksiköistä, valmistusyksiköiden välisestä logistisesta järjestelmästä ja tukiyksiköistä. Valmistusyksiköitä ovat esim. osavalmistus-, kokoonpano- ja yhdistetty-yksikkö. Yksiköt eivät välttämättä noudata samoja toimintatapoja. (Lapinleimu, 1997, s. 79)

Valmistusjärjestelmän valinta perustuu tuotantoprosessin suunnitteluun ja työvaiheiden tekniseen suunnitteluun. Tuotantoprosessin suunnittelussa valitaan työvaiheet ja tutkitaan niiden keskinäisiä riippuvuuksia. Työvaiheiden teknisessä suunnittelussa selvitetään työvaiheiden menetelmät ja sisältö. Näiden vaiheiden perusteella laaditaan malli, joka sisältää tarkan kuvauksen työnkulusta ja työvaiheista. Mallin avulla pyritään selvittämään kustannustehokkain järjestelmä tuotteen vaatimien teknisten ominaisuuksien saavuttamiseen. (Ojanen, 2008, s. 55)

#### 3.1 Funktionaalinen järjestelmä

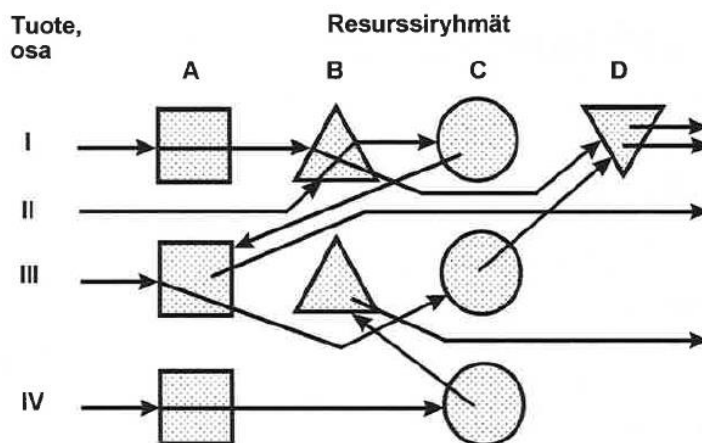
”Funktionaalisisessa systeemissä keskenään samat resurssit kerätään ryhmiksi (Lapinleimu, 1997, s. 79).” Resurssit nimetään yleensä siten, että niiden nimestä käy ilmi, miten kukin resurssi jalostaa tuotetta. Tällaisia resursseja ovat esim. sorvaamo, hitsaamo ja maalaamo. Tuotteita ohjataan valmistusjärjestelmässä sen mukaan, millaista työstöä se kyseisellä ajanhetkellä vaatii. Tuotteilla tarkoitetaan eteenkin koneenrakennuksessa yhtä lopputuotteen osaa, tai osajoukkoa. Funktionaalisisessa systeemissä etuina ovat suuri tuotejoustavuus, kapasiteetin käytön tehokkuus ja ammattitaidon keskittyminen resurssiryhmään. (Lapinleimu, 1997, s. 79)

Tuotejoustavuudella tarkoitetaan sitä, että systeemillä voidaan valmistaa kaikki tarvittavat tuotteet, mikäli niiden valmistukseen tarvittavat resurssit ovat järjestelmän käytettävissä. (Lapinleimu, 1997, s. 79)

Kapasiteetin käytön tehokkuus ilmenee siten, että tuotteet jonottavat pääsyä koneelle ja nostavat siten koneen käyttöastetta lähelle 100 %:a. Koneen käyttöaste on tärkeää kustannuksien kannalta, sillä kalliiden työstökoneiden hankinta ei ole kannattavaa, mikäli niiden käyttöaste on pieni eivätkä ne siten tee tuotteen arvoa lisäävää työtä. (Lapinleimu, 1997, s. 79)

Viimeisimpänä mainittu ammattitaidon keskittyminen resurssiryhmään kuvastaa tilannetta, jossa esim. tietynlainen pyörähdyskappale voidaan valmistaa sillä sorvilla, joka milloinkin sattuu olemaan vapaana. Tämä pakottaa työntekijät siihen tilanteeseen että heidän on kyettävä valmistamaan erilaisia osia ja sitä myötä heidän ammattitaitonsa kehittyy. Vähemmän ammattitaitoa vaativat työtehtävät on kuitenkin syytä ohjata omiin yksiköihin, ettei käytettävissä oleva ns. korkea laatuinen osaaminen mene hukkaan. (Lapinleimu, 1997, s. 79)

Funktionaalisesa toimintatavassa on myös joitakin heikkouksia. Suurimpina heikkouksina voidaan mainita huono ohjattavuus ja hidat läpimenoaika. Ohjattavuuden hankaluus ilmenee hyvin kuvasta (kuva3), jossa I, II, III ja IV kuvaavat tuotteita ja A, B, C, JA D resurssiryhmiä. Aina kun jokin tuote käy resurssiryhmässä, syntyy ohjattava vaihe. Jotta funktionaalisten systeemien ohjaus olisi mahdollista, tulee systeemin olla riittävän pieni, arviolta 3-6 omatoimisesti toimivaa ohjauspistettä tai henkilöä.



KUVA 3 Funktionaalisen systeemin ohjaus (Lapinleimu, 1997, s. 80)

### 3.2 Tuotantosolu

”Solu on pieni itsenäinen valmistusyksikkö. Tuotantojärjestelmän soluilla tavoitellaan tilannetta, jossa määrätty tuotteiston osa (osaperhe tai osakokonaisuus) valmistetaan yhdessä siihen erikoistuneessa yksikössä yhdellä impulssilla (Lapinleimu, 1997, s. 85).”

Tuotantosolulle ominaisia piirteitä ovat oma valmistettava tuotteisto, oma yhtenäinen alue, omat työkalut, omat nosto- ja siirtolaitteet, oma henkilöstö ja vastuu kaikesta toiminnastaan. Tuotantosolun koko on yleensä 1-6 henkilöä. Henkilöstön määrä ei saa kasvaa liian suureksi, koska yli kuuden hengen työryhmä aiheuttaa ongelmia työntekijöiden keskinäisessä kommunikoinnissa. Tuotantosolua käsitellään yksikkönä tuotannonohjauksessa, henkilöstöhallinnassa, tekniikassa ja kustannuslaskelmissa. Joissakin tilanteista solua käsitellään yksikkönä myös palkkauksessa, jolloin käytössä on ryhmäpalkkaus. (Lapinleimu, 1997, ss. 85-86)

Tuotantosolun tavoitteena on valmistaa tuote täysin valmiiksi mikäli mahdollista. Tämä tarkoittaa sitä, että solussa suoritetaan useita eri työvaiheita ja solussa on usein enemmän työpisteitä kuin henkilöitä. Työpisteiden määrällä saavutetaan tilanne, jossa työkuormaa pystytään tasaamaan vaihtamalla työpistettä. Näin vältetään suurien jonotusaikojen synty solun sisällä. (Lapinleimu, 1997, s. 86)

Solu ei välttämättä sisällä useita työpisteitä. Tällaisia soluja voivat olla esim. yhden koneen solu sekä kokoonpanosolu. Esimerkkinä yhden koneen solusta voidaan mainita solu, jossa on yksi monitoimikone joka suorittaa useita eri vaiheita tuotteen valmistuksessa. Kokoonpanosolu on yleensä vain niin sanottu koontapaikka, jossa suoritetaan joko tuotteen osakokoonpano tai loppukoonta.

Solussa valmistettavat tuotteet ovat osajoukko, joka soveltuu valmistettavaksi solussa. Tämä tarkoittaa sitä, että solu on lähtökohtaisesti suunniteltu tietyn tuotteen valmistamiseen. Tuotannon kehittyessä, aletaan solussa usein valmistaa useampia tuotteita. Tuotteiden lisääntyessä myös työkaluja ja henkilöstön ammattiosaamista tulee päivittää. (Lapinleimu, 1997, s. 87)

Tuotteet jotka solussa tullaan valmistamaan, voidaan valikoida kahdella eri tavalla. Vaihtoehdot ovat valinta lopputuoteperusteisesti tai valinta teknologisinperustein. Lopputuoteperusteisessa valinnassa solu valmistaa tietyt sille määritetyt osat lopputuotteeseen, kun taas teknologisin perustein perustetussa solussa valmistettavat tuotteet määräytyvät niiden teknisten ominaisuuksien mukaan. Jälkimmäistä solun muodostamistapaa kutsutaan ryhmäteknologiseksi solun muodostamistavaksi.

(Lapinleimu, 1997, s. 87) Ryhmäteknologisella muodostamistavalla perustetusta solusta esimerkkinä voidaan mainita hammasrattaiden valmistussolu. Solun nimi kertoo mitä solussa valmistetaan, joten solulla on siis tarvittavat resurssit valmistaa kaiken tyyppisiä hammasrattaita.

Kokoonpanosolut ja yhdistetyt solut muodostetaan usein tuoteperusteisesti. Tällainen solu voi olla esim. loppukokoonpanosolu tai osakokoonpanosolu. Osakokoonpanossa valmistetaan moduuleita, jotka liitetään myöhemmin lopputuotteeseen loppukokoonpanossa. Moduuleita valmistettaessa on luonnollista, että ne valmistetaan yhdessä paikassa. (Lapinleimu, 1997, s. 87)

Tuoteperusteisuus voi olla kuitenkin riskitekijä solunmuodostamisessa. Tuoteperusteista solua perustettaessa tulee olla varma siitä, että valmistettavan tuotteen volyymi on riittävän suuri, sillä tällaisen solun toimintaa on vaikea sopeuttaa muuhun tuotantoon tuotteen kysynnän laskiessa.

Suurimpana etuna solutyöskentelyssä lienee tuotannonohjauksen keveys. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä että solussa tehtäviä useita eri työvaiheita pystytään ohjaamaan yhdellä impulssilla. Tuotannonohjauksessa pyritään tilanteeseen, jossa osat kutsutaan osavalmistussoluista kokoonpanoon. Tällaisen toiminnan edellytyksenä on, että solussa työskentelevä henkilöstö pystyy organisoimaan toimintaansa sen mukaisesti, että solun toimitusvarmuus pysyy tarvittavalla tasolla. Mikäli tuotantoon syntyy pullonkaula tai hetkellinen sisäinen toimitushäiriö, pystytään vaadittavat toimenpiteet keskittämään juuri näiden osien valmistussoluun. (Lapinleimu, 1997, s. 92)

Opinnäytetyön kohde voidaan lukea tuotantosoluksi. Vaikka kyseessä on yrityksen tuotantotiloissa sijaitseva erillinen osasto, tapahtuu sen toiminta tuotantosolulle ominaisilla piirteillä. Näitä piirteitä ovat esim. oma tuotteisto sekä omat työkalut ja työstökoneet.

Toimiessaan tuotantosolut parantavat tuotantoprosessin virtausta, edesauttavat tuotannon joustavuutta ja lyhentävät tuotteen läpimenoaikaa. Solutuotantoa suunniteltaessa tulee kuitenkin muistaa,

että toiminta perustuu hyvin vahvasti henkilöstön keskinäiseen kommunikointiin ja kunnioitukseen. Organisaation jokaisella työntekijällä tulee olla yhteinen tavoite ja ongelmien ratkaisu tulee tapahtua aina mahdollisimman lähellä syntynyttä häiriötä.

### 3.3 Tuotetehdas ja tuoteverstas

”Tuoteverstas on solua suurempi, kuitenkin pienehkö itsenäinen valmistusyksikkö. Tuotetehdas ei keskity vain valmistukseen, vaan sillä on muitakin tehtäviä, esimerkiksi tuotesuunnittelu. (Lapinleimu, 1997, s. 96)”

Tuoteverstas on tuotantoyksikkö, jota ohjataan omana pisteenä ja sen organisaatioon kuuluu oma työnjohto, työjärjestely ja laadunvalvonta. Tämän lisäksi sen toimiin voi kuulua oma työväline- ja huoltotoiminta. Tuoteverstaalle määritellään oma tuotevalikoima, jonka valmistuksesta henkilöstöllä on kokonaiskuva. Kokonaiskuvan avulla tuoteverstaalle pystytään määrittämään kohtuullinen käyttöaste ja valitsemaan sille sopivimmat tuotantomenetelmä ja kalusto. Organisaation ja oman tuotantokaluston avulla tuoteverstaaseen luodaan muista riippumaton tuotantovirtaus joka tarkoittaa sitä, että materiaalivirta pysyy koko ajan tuoteverstaassa sisällä. Sopivin henkilöstömäärä tuoteverstaassa rajoittuu kahdestakymmenestä kuuteenkymmeneen työntekijään, jotta jatkuva käsitys oman ja muiden toiminnan vuorovaikutuksesta tuotannon läpimenoon säilyy. Tuoteverstaassa toiminta mukautuu joustavasti ja nopeasti tuotanto-ohjelmien muutoksiin ja tuotteidensa eri varianttien valmistamiseen. Yli sadan hengen yksiköissä kyse on yleensä tuotantotehtaasta, joka voidaan jakaa tuotantoverstaisiin. (Lapinleimu, 1997, s. 97)

Tuotetehdas on toiminnaltaan laajempi käsite, verrattuna tuoteverstaaseen. Kun asiakastilausten käsittely, tilauskohtainen tuotesuunnittelu, tuotannosuunnittelu ja materiaalien kotiinkutsut sisältyvät tuoteverstaassa toimintaan, voidaan puhua tuotetehtaasta. Tuotehidasjärjestelmässä konttoritoiminnot keskittyvät tiettyihin tuotteisiin ja muodostavat joustavasti toimivia tuotantosoluja. (Ojanen, 2008, s. 54)

J5L-Production tuotantoa voidaan jossain määrin kutsua tuotetehtaaksi. Myynti, tuote- ja tuotannosuunnittelu, tuotannonohjaus ja tuotteiden valmistaminen tapahtuvat kaikki samassa toimipisteessä. Iso osa yrityksen käyttämistä komponenteista valmistetaan kuitenkin osavalmistussolujen sijasta alihankintana. Yrityksen asiakaspohjaisesti räätälöity tuoteisto hankaloittaa osavalmistuksen toteuttamista omissa tuotantotiloissa komponenttien muuttuvuuden ja suhteessa pienen volyymin takia. Näin ollen osavalmistus on järkevää toteuttaa osittain alihankintana.

### 3.4 Joustava valmistusjärjestelmä

FMS:llä (Flexible Manufacturing System) tarkoitetaan joustavaa valmistusjärjestelmää, jossa tuotteen kaikki liikkeet pyritään automatisoimaan tuotantoprosessin aikana. Tuotteen matka raaka-aineverastosta lopputuotevarastoon tapahtuu täysin automatisoitujen vaiheiden läpi. En näe tarpeelliseksi käsitellä opinnäytetyössäni FMS-tekniikkaa kovinkaan laajasti, sillä se ei ole ajankohtaista J5L-

Production Oy:n tämän hetkistä tuotantoa ajatellen. Automatisointia on kuitenkin hyvä tarkastella sitä ajatellen, että yrityksen tuotanto mahdollisesti tulevaisuudessa kasvaa. Tämän takia on mielestäni tärkeää havainnoida jatkuvasti tuotannossa tapahtuvia toistuvia toimenpiteitä ja miettiä pystyisikö näitä prosesseja automatisoimaan.

Ennen kuin voidaan puhua joustavasta valmistusjärjestelmästä, on syytä tarkastella automatisoitua tuotantoa pienemmässä mittakaavassa. Hyvänä lähtökohtana FMS-tekniikalle on joustava konepaja-automaatio, jossa pyritään saavuttamaan tilanne, jossa automatisoitu prosessi pystyy soveltumaan tuotannon tarpeisiin mahdollisimman hyvin. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että erilaisten kappaleiden valmistaminen työstökoneella ei vaadi muita toimenpiteitä, kuin NC-ohjelman vaihdon. Jotta tähän tilanteeseen päästäisiin, tulee tarkastella erityisesti kappaleen kiinnitykseen liittyviä asioita ja työkaluasetusten vaatimia resursseja. (Lapinleimu, 1997, s. 130) Mikäli tällainen prosessi saadaan täysin automatisoitua, on kyseessä FMU (Flexible Manufacturing Unit), joka luokitellaan FMS-tekniikaksi. Tämä edellyttää kuitenkin sen, että kaikki tarvittavat liikkeet (siirrot, kappaleen vaihdot, työkalun vaihdot ja työstö) ovat automatisoituja.

”Joustavuus on edellytys automaation soveltamiselle nykyaikaisessa mekaanisessa metalliteollisuudessa, jossa valmistuserät ovat pieniä ja tuotteen versiot vaihtuvat tiheästi.

Konepaja-automaatiossa joustavuus tarkoittaa erityisesti

- tuotejoustavuutta; laitteistolla on voitava valmistaa useita tuotteita (pääruusunumeroita)
- eräjoustavuutta; automaation ja sovelluttava pienten erien valmistamiseen eli asetusmuutosten täytyy olla nopeita.

Joustavuus saavutetaan käyttämällä numeerista ohjausta.” (Lapinleimu, 1997, s. 128)

Varsinainen FMS kattaa laajemman toiminnan automatisoinnin kuin FMU. Varsinaisessa FMS:ssä järjestelmällä ohjataan työstettäviä kappaleita automaattisesti eri työstökoneille (tuotannonohjaus) ja valmiit tuotteet työstökoneilta valmiiden tuotteiden varastoon. Koneille syötetään myös kappaleiden valmistamiseen tarvittavat ohjelmat ja ohjelmien avulla koneille tuodaan tarvittavat työkalut työkalumakasiineista. Myös työstettävien kappaleiden kiinnitykset tapahtuvat automaattisesti, jolloin apuna käytetään yleensä työkappalepaletteja. Toimiessaan FMS voi toimia täysin miehittämättömänä ja henkilöstöä tarvitaan vain työkappalepalettien panostuksessa ja purussa sekä työkalujen huoltotoimenpiteissä. FMS:ään siirtyminen vaatii tarkkaa tuotteiston kartoittamista ja suurta tuotantovolyyminä. (Lapinleimu, 1997, ss. 154-161)

## 4 LAYOUTSUUNNITTELUN PERIAATTEET

Tuotannon layoutilla tarkoitetaan tuotantotilan pohjapiirustusta, josta selviää miten laitteet, työpisteet, kulkureitit, varastot ja muut tarvittavat asiat sijoittuvat tuotantotilaan. Layoutilla on suuri merkitys tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. Layoutin suunnittelu tulee tehdä aina siten, että se antaa tarkasteltavalle tuotantotilalle parhaan mahdollisen kyvyn toimia. (Rautauoman, 2013)

Tuotannon layoutiin sitoutuu aikaa, työtä ja rahaa. Suunnittelu tulee suorittaa tarkasti ja johdon mukaisesti, sillä kertaalleen toteutetun layoutin muuttaminen ei ole helppoa. Suunnittelun tulee toteuttaa siten, että layoutilla saavutetaan tuotannolle asetetut tavoitteet. Pää tavoitteina voidaan pitää turvallisuutta, materiaalivirtojen selkeää ja tehokasta toteuttamista, läpäisyajojen minimointia, työntekijöiden turhien liikkeiden eliminoimista, laadun tuottamista sekä käytössä olevan tilan tehokasta hyödyntämistä. (Rautauoma, 2013)

Layoutin suunnittelu lähtökohtana on tuotantolaitoksessa vallitseva tuotantojärjestelmä. Layouttyypit voidaankin jakaa prosessilähtöisiin ja tuotelähtöisiin layout ratkaisuihin. Prosessilähtöisessä eli funktionaalisessa layoutissa samat toiminnot on ryhmitelty fyysisesti samaan paikkaan: esimerkiksi sorvaus, hitsaus, kokoonpano ja pakkaus ovat omia osastojaan. Tällainen layout käyttää luonnollisesti funktionaalista valmistusjärjestelmää. Tuotelähtölähtöisessä layoutissa kyse on yleensä solutuotannosta, jossa tuote valmistetaan sen luonnollisessa valmistusjärjestyksessä. Tämä tarkoittaa tuotantosolujen sijoittamista fyysisesti siten, että materiaalin kulku tuotantotiloissa on sujuvaa ja loogista. Tuotelähtöisenä layouttina voidaan pitää myös tuotantolinjaa, jota käytetään yleensä samankaltaisten suuren volyymin tuotteiden valmistamiseen. (Rautauoma, 2013)

## 5 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan toimintaa, jolla yritys tai tuotantolaitos ohjaa tuotantonsa toimintaa asiakastarpeen perusteella. Tuotannonohjaus käsittää materiaalien, logistiikan ja tuotantoresurssien ohjauksen. Ohjaus perustuu kysyntään, jonka perusteella luodaan karkea tuotantosuunnitelma. Tuotantosuunnitelman avulla luodaan tuotantoa ohjaava järjestelmä, jolla ohjataan tuotannossa tapahtuvia toimia (materiaalien hankinta, logistiikka ja tuotantoresurssien käyttö). Nykyään tuotantosuunnittelu ja ohjaus toteutetaan prosessin alkupäässä yleensä jossakin tietojärjestelmässä. Lattiatason ohjaus toteutetaan usein visuaalisia keinoja käyttäen, tietojärjestelmän kautta tai nämä kaksi menetelmää yhdistäen. (Rautauoman, 2013)

### 5.1 Tuotannonohjauksen tehtävät ja tavoitteet

Yksinkertaistettuna tuotannonohjaus on tuotantolaitoksen johtamista. Johtaminen suoritetaan tarkkaan organisoidulla järjestelmällä, mikä mahdollistaa sen, että erilliset yksiköt toimivat saman tavoitteen saavuttamiseksi. Tavoitteena on täyttää asiakkaan tarve parhaalla mahdollisella tavalla tilauksesta valmiin tuotteen lähettämiseen. (Lapinleimu, 1997, ss. 191-192)

Tuotannonohjauksen tehtäviin kuuluu

- laatia tuotantosuunnitelma ja vahvistaa se liikkeenjohdolla
- olla perillä valmistuksen kuormituksesta ja osatoimittajien toimitusmahdollisuuksista
- kommunikoida myynnin kanssa ja antaa sille realistiset toimitusaikamahdollisuudet
- hallita tilaus jonoja
- tehdä tilauksien pohjalta materiaalilaukset ja antaa tuotannolle valmistusimpulssit (Lapinleimu, 1997, ss. 191-192)

Tiivistettynä tuotannonohjauksen tehtävä on mahdollistaa tuotteen valmistaminen kaikilta osa-alueilta.

### 5.2 Tuotannonohjauksen teoriaa

Tässä osiossa käsitellään tuotannonohjausta teoreettisesti. Ensimmäisessä osiossa käydään läpi Lean-johtamisfilosofiaa joka on käsitteenä niin laaja, että se sisältää käytännössä kaikki jatkossa mainittavat tuotannonohjauksen menetelmät ja työkalut (JOT, imu- ja työntöohjaus, 5S-menetelmä ja arvovirtakuvaus). Kaikille tässä osuudessa esille tuleville menetelmille on paikkansa nykyaikaisessa tuotannossa. Teoriaan tutustuessa tulee muistaa, että on tilanteita joihin kyseiset menetelmät eivät sovellu ja tilanteita joissa menetelmiä voidaan yhdistää. Menetelmien yhdistämisestä hyvänä esimerkkinä voidaan mainita imu- ja työntöohjaus. Nämä ohjaustavat vaikuttavat lähtökohtaisesti toisiensa vastakohdilta, mutta harva tuotantolaitos hyödyntää pelkästään toista näistä ohjaustavoista.

Tämän osion tavoitteena on herättää ajatuksia siitä, miten J5L-Production Oy:n tuotantoa voisi kehittää erilaisilla tuotannonohjauksen työkaluilla.

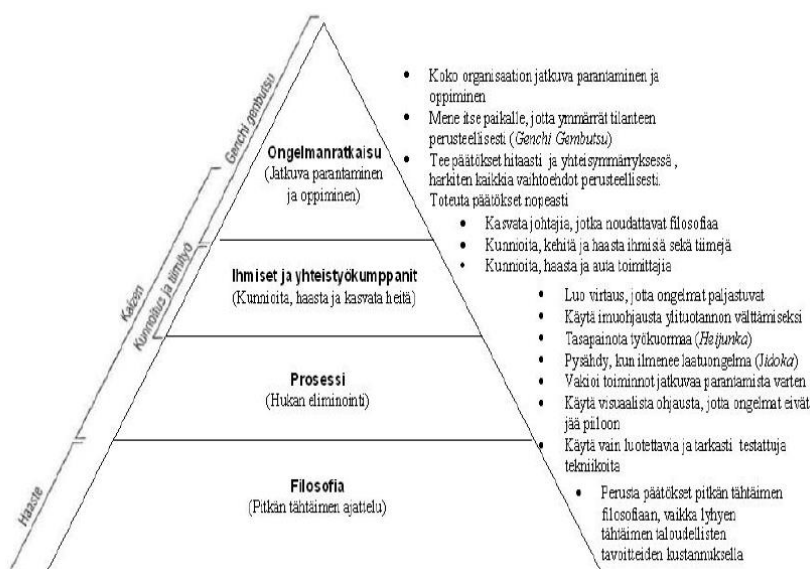
### 5.2.1 Lean-johtamisfilosofia

Lean-johtamisfilosofia on syntynyt Toyotan luoman ainutlaatuisen tuotantojärjestelmän (Toyota Production System) pohjalta. Vaikka useat yritykset mielestään noudattavat Lean-periaatteita, jää niiden Lean-ajattelu usein hyvin pintapuoliseksi. Tämä johtuu osaksi siitä, että yritykset keskittyvät liian sellaisiin työkaluihin kuin 5S ja ”juuri oikeaan aikaan” ymmärtämättä sitä, että Lean on järjestelmä, jonka täytyy ulottua koko organisaatioon. Useissa yrityksissä ylempi johto ei sitoudu päivittäisiin operaatioihin ja jatkuvan kehityksen toteuttaminen jää usein liian pienelle huomiolle. (Liker, 2006, s. 7)

James Womack ja Daniel Jones määrittävät kirjassaan *Lean Thinking* Lean-tuotannon viisivaiheiseksi prosessiksi: asiakkaan arvon määrittäminen, arvovirran määrittäminen, prosessin virtaus, imuohjaus asiakkaasta taaksepäin ja erinomaisuuden tavoittelu. Lean-tuotannossa keskeinen ajattelutapa on, että tuote virtaa arvonlisäysprosessin läpi keskeytyksettä ja palaa taaksepäin asiakkaan vaatimuksesta ja kulttuuria jossa jokainen organisaation toimija pyrkii jatkuvaan parannukseen. (Liker, 2006, s. 7)

Lean-tuotannolla voidaan saavuttaa nopeasti suurta kannattavuuden nousua yrityksessä, mutta tuotantojärjestelmän todellinen sisäistäminen on pitkän aikajänteen prosessi. Toyota, jota pidetään Lean-johtamisfilosofian isänä jakaa tuotantojärjestelmänsä periaatteet neljään luokkaan: filosofia, prosessi, ihmiset ja yhteistyökumppanit sekä ongelmanratkaisu. Harmittavan usean yrityksen toiminta perustuu pelkästään prosessi-tasolle (ks. kuva4). Jos useammat yritykset pystyisivät sisäistämään Leanin, jota toteutetaan yrityksen jokaisella tasolla, tapahtuisi tällaisissa yrityksissä jatkuvaa kehitystä ja kilpailukyvyn kasvua. (Liker, 2006, ss. 7-13)





KUVA 4 Toyotan neljän tason malli (Liker, 2006)

## 5.2.2 JOT-tuotanto

Lyhenne JOT tulee sanoista ”juuri oikeaan tarpeeseen”. Tunnetaan myös JIT (Just In Time). JOT-tuotannon peruslähtökohtana on kysyntä. JOT-tuotannossa materiaaleja valmistetaan, siirretään ja kuljetetaan vain todellisen tarpeen mukaan. JOT-tuotannolla pyritään kysynnän nopeaan tyydyttämiseen ilman hukkaa. Tavoitteina pidetään yleisesti nollavarastoja, nopeaa läpäisyä, virheettömyyttä, virtautettua joustavaa tuotantoa ja kaiken hukan eliminoinnista. Nämä tavoitteet toimivat hyvänä lähtökohtana JOT-tuotannolle, mutta tavoitteiden saavuttaminen ei ole todennäköistä lyhyellä aikajänteellä. (Rautauoman, 2013)

Opinnäytetyöhön liittyen on syytä tarkastella JOT-tuotannon mahdollisuuksia erikoisajoneuvojen kaappien ja hyllyköiden valmistuksessa. Tarkasteltaessa tuotantotilaa, jossa J5L-Production valmistaa kaappeja ja hyllyköitä, voidaan tehdä joitakin huomioita raaka-aineiden sijoitteluun liittyen. Tällä hetkellä tuotantotilassa on varastoituna paljon erilaisia vanerilevyjä, joista tuotteet valmistetaan. JOT-tuotannon kannalta on syytä selvittää, olisiko varastoja mahdollista pienentää. Tämä vaatisi suunnitteluun panostuksia, joilla pyrittäisiin selvittämään raaka-aineiden todellinen tarve. Todellisen tarpeen selvittyä voitaisiin raaka-aineiden hankinta suorittaa projektikohtaisesti hyvin pienellä hukalla. Tämän kaltaisen tuotannon toteuttaminen voi kuitenkin vaatia suunnittelulta kohtuuttomia resursseja. Niiden aiheuttamia kustannuksia tulee verrata tämänhetkessä tuotannossa syntyvän hukan aiheuttamiin kustannuksiin.

### 5.2.3 Imuohjaus

Imuohjauksessa on suurilta osin kyse JOT-tuotannosta. Imuohjaus käsitteenä kattaa kuitenkin laajemman kokonaisuuden verrattuna JOT-tuotantoon. Imuohjauksen lähtökohtana on asiakas, joka luo tarpeen.

Imuohjaus toteutetaan usein kanban-järjestelmän avulla. ”Kanban” tarkoittaa merkkiä, kylttiä, ovi-laattaa, julistetta, mainostaulua tai korttia, mutta käytännössä se tulkitaan tuotannon signaaliksi. Tällainen signaali antaa tiedon siitä, että tuotannossa käytettävä osa tai raaka-aine on lähtenyt varastosta valmistusprosessiin. Signaalin avulla varastoa täydennetään siten, että varaston koko pysyy sille määritellyllä tasolla. Tämän tiedon perusteella varaston koko saadaan pidettyä pienimmällä mahdollisella tasolla ilman, että se rajoittaa tuotannon sujuvaa virtausta. Kanbanin signaalina voi toimia kanban-kortti, tyhjä hylly- tai lattipaikka, tyhjä laatikko tai tietojärjestelmän sisäinen signaali. (Liker, 2006, ss. 106-107)

Ihanteellinen tilanne imuohjatussa tuotannossa olisi nollavarastojärjestelmä, jossa tarvittavat tuotteet vain ilmestyisivät sillä hetkellä kun niiden tilaaja niitä tarvitsee. Tämä ei kuitenkaan ole realistia, koska tuotteiden ja raaka-aineiden valmistamiseen sekä kuljetukseen sitoutuu väistämättä jonkin verran aikaa. Lähimmäksi tätä tilannetta päästään yksiosaisen virtauksen solulla, joka valmistaa tilattua tuotetta sillä täsmällisellä hetkellä, kun sitä tarvitaan. (Liker, 2006, s. 108)

### 5.2.4 Työntöohjaus

Työntöohjautuva tuotanto tarkoittaa tuotannonohjausta jossa asiakkaan luoma tarve ei suoranaisesti ohjaa materiaalivirtaa, vaan kunkin vaiheen toiminnot tapahtuvat ennalta määritettynä ajankohtana, jonka rytmittäminen tapahtuu tuotantosuunnitelman avulla. Työntöohjauksessa hyödynnetään yleensä MRP (Material Requirements Planning) tarvelaskelmaa. Tämän tyyppisessä ohjauksessa keskeneräiselle tuotannolle ja varastolle ei määritellä ylärajaa. (Rautauoman, 2013)

Työntöpohjaista aikataulutusta voidaan toteuttaa myös asiakastarpeen mukaan. Tällöin aikataulutuksen perustana ovat asiakkaiden tilaukset. Työntöohjaus asiakaslähtöisesti voidaan toteuttaa parhaiten silloin, kun tuotteen läpimenoaika on lyhyt. Lyhyellä läpimenoajalla saavutetaan tilanne, jossa työntöohjautuvasti täydennetyin varaston materiaali tai komponentti saadaan siirrettyä tuotantoprosessiin nopeasti. Näin ollen varastoon ei sitoudu keskeneräistä tuotantoa pitkäksi aikaa. Työntöohjaus soveltuu myös hyvin materiaaleille ja komponenteille, joiden toimitusaika on pitkä, eikä niiden tilausta voida suorittaa imuohjauksella. (Liker, 2006, s. 108)

Työntöohjauksella voidaan myös tarkoittaa yrityksen toimintatapaa, jossa yritys ”puskee” ennalta päätetyn määrän tuotetta markkinoille. (Rautauoman, 2013) Tällaiselle tuotteelle ei ole vielä valmis-

tusvaiheessa lopullista asiakasta, joten tuotteiden menekki vaihtelee suuresti kulloistenkin ostopäätösten mukaan. Tästä voidaan päätellä, että tämän kaltaista toimintatapaa ei voida käyttää valmistettaessa massaräätälöityjä tuotteita, jonka yksityiskohdat määrittelee loppukäyttäjä.

### 5.2.5 5S-menetelmä

5S-menetelmä on japanilaisen Iwao Kobayashin kehittämä laatujärjestelmä, jolla pyritään kehittämään tuottavuutta ja turvallisuutta työpaikalla. Sen päämääränä on työhyvinvoinnin ja prosessien jatkuva kehittäminen. (Skaggs, 2010)

”Tässä ovat nuo viisi S:ää

1. *Seiri* (lajittele) – Käy tavarat läpi ja säilytä vain se, mitä tarvitaan ja heitä pois, mitä ei tarvita.
2. *Seiton* (järjestä) – ”Paikka kaikelle ja kaikki paikallaan.”
3. *Seiso* (puhdistusta) – Puhdistusprosessi toimii usein tarkastuksen muotona, joka paljastaa epänormaaleja ja puutteellisia olosuhteita, jotka voisivat vahingoittaa laatua tai aiheuttaa koneeseen vian.
4. *Seiketsu* (standardisoi) – Kehitä järjestelmiä ja toimintaohjeita ylläpitääksesi ja valvoaksesi kolmea ensimmäistä S:ää
5. *Shitsuke* (ylläpidä) – Tasapainoisen työpaikan ylläpito on jatkuva jatkuvan parantamisen prosessi.” (Liker, 2006, s. 150)

5S-menetelmän käyttöönoton yhteydessä johto ja henkilöstö arvioivat työskentelytilojen layoutin ja sijoittavat työpisteet, materiaalit ja työkalut siten, että niiden käyttö pystytään toteuttamaan tehokkaasti. Tuottavuutta ja työturvallisuutta lisätään työpisteiden ergonomisella suunnittelulla. Suunnittelun yhteydessä järjestetään ja merkitään paikat päivittäin käytettäville materiaaleille, komponenteille ja työkaluille. 5S:n suunnittelu kannattaa lähtökohtaisesti toteuttaa työpisteillä työskentelevien työntekijöiden toiveiden perusteella sillä heillä on lähtökohtaisesti paras näkemys siitä, miten erilaiset työtehtävät kullakin työpisteillä suoritetaan. Esimiehen tehtävänä suunnitteluvaiheessa on tukea työryhmää, hankkia asiantuntemusta ja edesauttaa suunniteltujen muutosten toteuttamista. (Työturvallisuuskeskus, ei pvm)

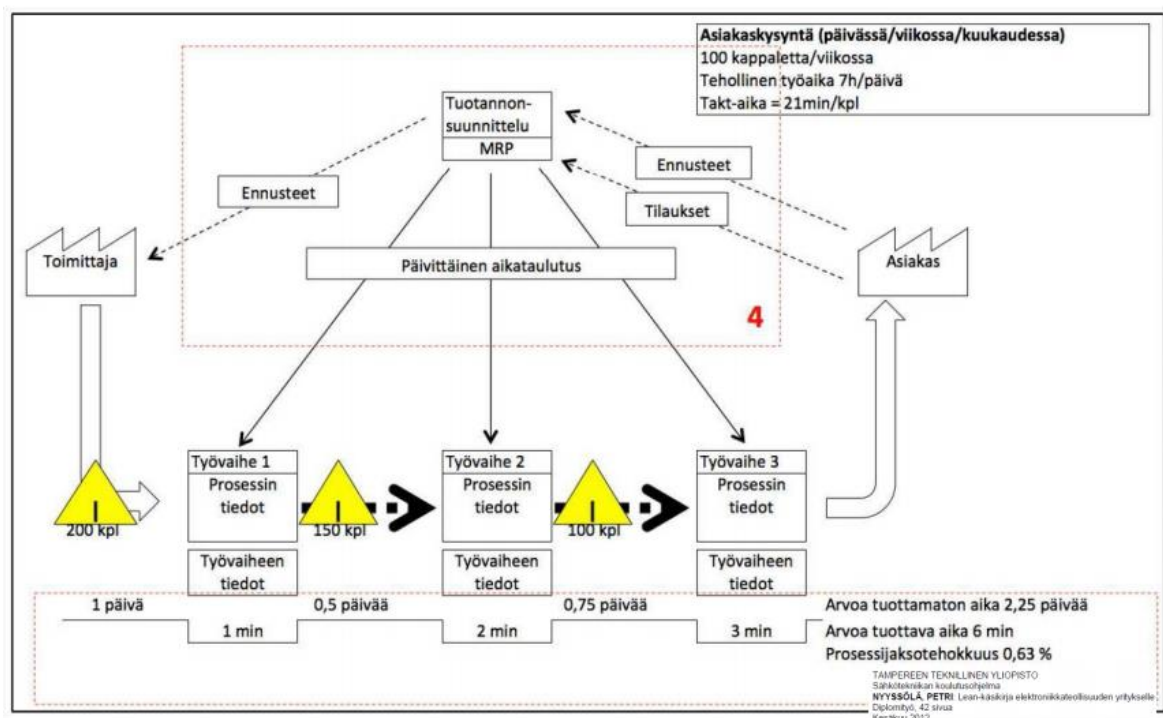
5S-menetelmän keskeisiin tavoitteisiin kuuluu kehittää toiminnan systemaattisuutta, tuottavuutta ja laatua. Menetelmä tuo esille sujuvan toiminnan poikkeamat, joiden havaitseminen aktivoi työryhmää kehittämään menetelmiä joiden takia poikkeamia syntyy. Tällaisia poikkeamia voi olla esim. työkalujen etsimiseen tuhlautuva aika, joka pyritään eliminoimaan järjestämällä työkalut omille paikoilleen. Jokaisen työntekijän tulee sitoutua noudattamaan järjestyksen ylläpitämistä. 5S:n avulla pyritään myös lisäämään työturvallisuutta ja työpisteiden ergonomiaa. Nämä asiat on huomioitava työskentelytilojen layoutin suunnitteluvaiheessa. Toimiessaan 5S-menetelmällä saadaan luotua työtila, jossa tapahtuvia toimintoja on helppo tehdä ja havainnoida niitä visuaalisesti. (Työturvallisuuskeskus, ei pvm)

## 5.2.6 Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping) on Lean-työkalu, jolla kuvataan tuotteen tai tuotantoprosessin arvovirtaa. Arvovirralla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä jotka tarvitaan asiakastarpeen muuttamiseksi asiakkaalle toimitetuksi tuotteeksi tai palveluksi. (Moisio, 2014) Arvovirtakuvauksessa tarkoituksena on tuoda tarkasteltavan tuotantoprosessin kaikki vaiheet samalle lomakkeelle. Tällaisella lomakkeella tuodaan esille jokaisen vaiheen valmistusajat, jonotusajat ja varastojen määrät. (Väisänen, 2013)

Arvovirtakuvauksen avulla saadaan selville tuotannon tämän hetkinen tila. Lähtötiedot tulee olla tarkkoja ja niiden pohjalta voidaan lähteä poistamaan virtauksessa syntyvää hukkaa. Kuvaamatonta prosessia on vaikea kehittää, sillä ilman kuvausta prosessin tapahtumista ei ole tarkkaa tietoa. Tehdyn arvovirtakuvauksen perusteella pitää pureutua organisoidusti ja keskitetysti ongelmiin, eikä suinkaan lähteä parantamaan kaikkia tapahtumia yhtä aikaa. (Väisänen, 2013)

Kuvassa (kuva 5) on kuvattu prosessin nykytilaa yksinkertaisella arvovirtakuvaajalla. Kuvaan on merkitty työvaiheet 1-3, jotka voivat olla tutkittavasta prosessista riippuen esim. koneistus, maalaus, ja pakkaus. Kuvaajasta tulee selvittää mitä prosessia ja mitä työvaiheita se kuva. Kuvaajassa esiintyvät keltaiset kolmiot kuvaavat välivarastoja. Tarkasteltaessa kyseistä kuvaajaa voidaan havaita, että arvoa tuottava aika on yhdenkappaleen osalta todella lyhyt verrattuna siihen, kuinka kauan se viipyy prosessissa. Kyseisessä tilanteessa tulisi mielestäni pohtia voisiko esim. tuotannonohjaustapaa muuttamalla lyhentää kappaleen läpimenoaikaa. Ja näin ollen lisätä arvoa tuottavan työn prosentuaalista määrää prosessin aikana. (Moisio, 2014)



KUVA 5 Arvovirtakuvaaja (Nyyssölä, 2012)

## 6 KEHITETTÄVÄ TUOTANTOJÄRJESTELMÄ

Tämä kappale on salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

## 7 SUUNNITTELUYÖ

Tämä kappale on salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

## 8 YHTEENVETO

Tuotantotilojen toimivuuden kannalta layoutsuunnittelulla on suuri merkitys. Työn aikana todettiin puutteellisesti suunnitellun layoutin lisäävän tuotannossa tapahtuvia turhia liikkeitä ja luovan tuotantotilaan epäjärjestystä.

Määrätietoisella suunnittelutyöllä layoutratkaisu on mahdollista toteuttaa siten, että se palvelee jokaista tuotantoyksikköä parhaalla mahdollisella tavalla. Täytyy kuitenkin muistaa, että uuden layoutratkaisun suunnitseminen teoriatasolla on vasta ensimmäinen askel kohti toimivaa tuotantotilaa. Varsinaisessa toteuttamisvaiheessa jokaisen projektiin osallistuvan työntekijän tulee ponnistella yhteistä päämäärää kohti ja tehdä havainnot suunnitelman epäkohdista, mikäli niitä ilmenee.

Työssä suunnitellut layoutmuutokset sekä materiaalin- käsittelyä ja seuranta parantavat apulaitteet antavat hyvät lähtökohdat toimivaan tuotantotilaan. Lopullisten muutosten toteuduttua, jokaisen työntekijän tulee ylläpitää vallitsevaa järjestystä ja pyrkiä toiminnan jatkuvaan kehitykseen.

## 9 LÄHTEET

- J5L-Production Oy. (2013). *Ambulanssit*. Haettu 5. Tammikuu 2016 osoitteesta  
<http://www.j5l.fi/site2/?q=fi/tuotteet/ford-transit-l3h2>
- J5L-Production Oy. (2013). *J5L-Production Oy*. Haettu 5. Tammikuu 2016 osoitteesta <http://www.j5l.fi/site2/?q=fi>
- J5L-Production Oy. (2013). *J5L-Production Oy*. Haettu 5. Tammikuu 2016 osoitteesta Tuotteet:  
<http://www.j5l.fi/site2/?q=fi/tuotteet/tuotteet>
- J5L-Production Oy. (2013). *J5L-Production Oy*. Haettu 10. Tammikuu 2016 osoitteesta Johtoautot:  
<http://www.j5l.fi/site2/?q=fi/tuotteet/mercedes-benz-sprinter-1>
- Komulainen, K.-P. (22. Tammikuu 2016). Yritysesittely. (J. Väisänen, Haastattelija) Lapinlahti.
- Lapinleimu, K. T. (1997). *Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY.
- Liker. (2006). *Toyotan tapaan*. Suomi: readme.fi. Haettu 5. Helmikuu 2016
- Moisio, J. (Elokuu 2014). *Lean-arvovirtakuvaus VSM*. Haettu 20. Helmikuu 2016 osoitteesta Qualitas Fennica:  
[http://media.ims.fi/Artikkelit/Lean-Management/21408\\_Artikkeli\\_Arvovirtakuvaus%20Value%20Stream%20Mapping.pdf](http://media.ims.fi/Artikkelit/Lean-Management/21408_Artikkeli_Arvovirtakuvaus%20Value%20Stream%20Mapping.pdf)
- Nyysölä, P. (2012). *Lean-käsikirja elektroniikkateollisuuden yritykselle*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Ojanen, R. (2008). *Taidolla tuottavuuteen*. (T. Käki, Toim.) Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu. Haettu Tammikuu 2016
- Rautauoma, R. (2013). *Tuotannon layout*. Haettu 20. Helmikuu 2016 osoitteesta Logistiikan Maailma:  
[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tuotannon\\_layout](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tuotannon_layout)
- Rautauoman, R. (2013). *Tuotanto*. Haettu 4. Helmikuu 2016 osoitteesta Logistiikan Maailma:  
[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT\\_\(Just-in-time\)\\_ja\\_imuohjaus](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_(Just-in-time)_ja_imuohjaus)
- Skaggs, T. (13. Joulukuu 2010). *Essential in Lean Manufacturing is The 5-S Philosophy*. Haettu 10. Helmikuu 2016 osoitteesta leanexpertise.com:  
[http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE//articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/leanmfg/5sphilosophy.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE//articles_on_total_productive_maintenance/leanmfg/5sphilosophy.htm)
- Työturvallisuuskeskus. (ei pvm). *5 S on laatujärjestelmä – tuottavuus, työturvallisuus ja työhyvinvointi*. Haettu 15. helmikuu 2016 osoitteesta Tuottavuustyö.fi:  
[http://www.tuottavuustyö.fi/menestyva\\_tyopaikka/hyva\\_laatu/5\\_s\\_-laatujaarjestelma](http://www.tuottavuustyö.fi/menestyva_tyopaikka/hyva_laatu/5_s_-laatujaarjestelma)
- WITRE. (2015). *Teollisuuskalusteet*. Haettu 5. helmikuu 2016 osoitteesta WITRE.FI:  
<http://www.witre.fi/fi/wfi/nostovaunu-sininen>
- Väisänen, J. (3. Kesäkuu 2013). *VSM (Value Stream Mapping) - Arvovirtakuvaus*. Haettu 20. Helmikuu 2016 osoitteesta Quality knowhow Karjalainen Oy: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus/>