

POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Hakulinen Pekka

LEAN-MUUTOSTYÖ YRITYS X:LLE

Opinnäytetyö  
**Huhtikuu 2012**



POHJOIS-KARJALAN  
AMMATTIKORKEAKOULU

**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2012**  
**Kone- ja tuotantotekniikan**  
**koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200JOENSUU  
p. (013) 260 6800 p. (013) 260 6906

Tekijä(t)

Pekka Hakulinen

Nimeke

LEAN-MUUTOSTYÖ YRITYS X:LLE

Toimeksiantaja Yritys X

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää toimeksiannon antaneen yrityksen lean-muutostyön eri vaiheita. Lean-muutostyö tehtiin yrityksen Tuote X:ää alihankintana valmistavaan yksikköön Joensuussa. Muutos koettiin tarpeelliseksi, koska aikaisempi tuotantomalli ei enää kyennyt vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. Opinnäytetyön tavoitteena on havainnollistaa muutostyön vaiheita sekä sen myönteisiä ja kielteisiä vaikutuksia.

Teoriaosiossa on selvitetty lean-ajattelun syntyhistoriaa ja lean-tuotantomallin kehitysvaiheita. Työssä selvitetään lean-ajattelun peruseriaatteet ja selvennetään sen tärkeimpiä tavoitteita. Teoriaosio perehtyy myös kohdeyrityksessä käytettyihin lean-tekniikoihin ja niiden perusteisiin. Pää tavoite yrityksellä oli aikaansaada virtaava ja virheetön tuotanto lean-ajattelun avulla.

Teoriaosion jälkeen esitän yrityksen taustatietoja ja lähtötilanteen ennen muutostyön aloittamista. Tämän jälkeen työssä perehdytään lean-muutoksen eri vaiheisiin kohdeyrityksessä. Työssä selvitetään merkittävimmät muutokset virtaavan ja lean-ajattelun mukaisen tuotannon aikaansaamiseksi. Myös muut tuotantoon liittyvät muutokset käsitellään tässä työssä.

Tuloksista selviää, kuinka merkittävät lean-ajattelutapaan siirtymisen vaikutukset ovat yrityksen tuotannon ja toiminnan laatuun. Tuloksista myös selviää, kuinka pitkä todellinen muutosprosessi on, ja kuinka se vaikuttaa muutoksen eri kohderyhmiin. Tuloksien perusteella voidaan päätellä, että kaiken kaikkiaan muutos oli yritykselle kannattava.

Kieli

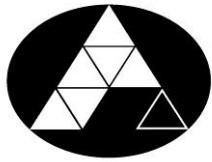
suomi

Sivuja 34

Liitteet 1

Asiasanat

Lean-ajattelu, hitsaus, alihankinta



NORTH KARELIA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**THESIS**  
**April 2012**  
**Degree Programme in Mechanical and  
Production Engineering**

Karjalankatu 3  
FIN 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 358-13-260 6800

Author(s)

Pekka Hakulinen

Title

LEAN-MODIFICATION TO COMPANY X

Commissioned by Company X

Abstract

The goal of this thesis is to clarify the different stages of the lean-modification made to the company. The lean-modification was made to the company's subcontractor unit in Joensuu which manufactures Product X. The change was considered necessary because the previous production-model was no longer able to meet the needs of the customer. The aim of this thesis is to illustrate the different stages of the modification and the positive and negative effects of it.

The theory section of the thesis presents the history of lean-thinking and the development stages of the lean-production. This study clarifies the basic principles of lean-thinking and its most important priorities. The theory section also familiarizes with the basics of the lean-manufacturing and with the techniques the target company used in the modification. The main goal of the company was to create a flowing and faultless production by using lean-thinking.

After the theory part, I present the company's background information and the starting situation before the modification. The thesis then focuses on lean-modification in the different stages of the target company. This thesis presents the most significant changes to produce a flowing and a lean-thinking consistent production. Other production-related changes are also discussed in this thesis.

The results show the importance of the lean-modification to the company's production and to the quality of operations. The results show also how long the actual process of the change is and how it affects the various target groups in question. Due to the results, it can be concluded that the change was profitable for the company overall.

Language

Pages 34

Finnish

Appendices 1

Keywords

Lean-thinking, welding, subcontract

# Sisältö

Tiivistelmä

Abstrakti

|   |    |
|---|----|
| Sisältö.....                            | 4  |
| 1 Johdanto.....                         | 5  |
| 2 Lean-ajattelu.....                    | 6  |
| 2.1 Henkilöstö.....                     | 8  |
| 2.2 Asiakas.....                        | 8  |
| 2.3 Tuotanto.....                       | 9  |
| 2.4 Lean työkalut.....                  | 10 |
| 2.4.1 Tahtiaika.....                    | 10 |
| 2.4.2 Jaksoaika.....                    | 11 |
| 2.4.3 1x1 virtaus.....                  | 11 |
| 2.4.4 Imuohjaus.....                    | 11 |
| 2.4.5 5S.....                           | 12 |
| 3 Yritysesittely ja lähtötilanne.....   | 12 |
| 3.1 Tuote x:n valmistus prosessina..... | 13 |
| 3.2 Lähtötilanne.....                   | 15 |
| 3.3 Ongelmakohdat.....                  | 16 |
| 3.4 Miksi Lean?.....                    | 18 |
| 4 Muutostyön toteutus Yritys X:ssä..... | 20 |
| 4.1 Suunnitelma.....                    | 20 |
| 4.2 Hitsaamo.....                       | 21 |
| 4.3 Viimeistely.....                    | 23 |
| 4.4 Maalaus.....                        | 24 |
| 4.5 Varastot.....                       | 26 |
| 4.6 Kokoonpano.....                     | 27 |
| 4.7 Vaahtopesu.....                     | 28 |
| 5 Muutostyön vaikutukset.....           | 29 |
| 5.1 Tuotanto.....                       | 30 |
| 5.2 Laatu.....                          | 31 |
| 5.3 Tyytyväisyys.....                   | 31 |
| 6 Yhteenveto ja pohdintaa.....          | 32 |
| Lähteet.....                            | 34 |
| Lähteet                                 |    |

Liitteet

Liite 1 Yhteenveto tuloksista

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Yritys X:n tekemää Lean-muutostyötä. Muutoksen tavoitteena oli kehittää kohdeyrityksen tuotantoa ja toimintaa siten, että se olisi nykyaikainen ja pystyisi paremmin vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. Muutostyö tehtiin yrityksen erästä Tuote X:ää alihankintana valmistavaan yksikköön kesällä 2011. Tuotteen valmistus on hyvin ainutlaatuinen prosessi, joten yrityksen pyynnöstä tuotteen ja yrityksen nimi on tässä työssä muutettu. Myös valmistukseen liittyviä kuvia ja yksityiskohtaisia tietoja valmistuksesta on muokattu.

Työn tarkoituksena on havainnollistaa muutostyön eri vaiheet lähtötilanteesta aina muutostyön loppuvaiheille asti. Työssä selvitetään tärkeimmät muutostyön kohdat ja niiden vaikutuksia tuotantoon. Muutostyön tarkoituksena oli saada aikaiseksi virtaava tuotanto ja työssä kerrotaan kuinka siinä onnistuttiin.

Aluksi työssä esitellään lean-ajattelutavan syntyhistoriaa ja perusperiaatteita. Työssä perehdytään tarkemmin eräisiin lean-tekniikoihin, joita hyödynnettiin myös kohdeyrityksen tuotannossa. Kun lean-ajattelun perusidea on selvitetty, esitellään työssä kohdeyritys ja selvitetään muutoksen kohteena ollut tuotteen valmistusprosessi. Sitten otetaan kantaa muutostyön suunnitelmaan ja toteutukseen, sekä kerrotaan myös taustaa muutostyöhön päättämisestä.

Lopuksi selvitetään miten muutostyö on vaikuttanut yrityksen toimintaan, sekä miten muutokseen on oltu eri tahoilta tyytyväisiä. Muutostyö on pitkä prosessi, joten tuotannon kehitys jatkuu vielä työn jälkeenkin. Tavoitteena kehitykselle on pitkällä aikavälillä asetettu täysin virheetön tuotanto, joka on saavutettavissa vain jatkuvan parantamisen avulla.

## 2 Lean-ajattelu

Lean-ajattelufilosofia on lähtöisin autoteollisuudesta, ja sen kiistatta menestynein soveltaja on Toyotan autotehtaat Japanissa. Kehitys sai alkunsa jo toisen maailmansodan jälkeen Toyotan tehtaan työntekijän Taiichi Ohnon ja hänen kollegoidensa toimesta. Ohno alkoi kehittää järjestelmällistä tuotantomallia, joka olisi tehokkaampi kuin amerikkalaisen autoteollisuuden tuotantomalli. Haasteena oli saada valmistettua pieniä tuotantoeriä taloudellisesti kannattavasti. (Womack & Jones 2003, 23.)

Lean-ajattelun taustalta löytyy Toyotan autotehtaalla kehitettyjä tuotantomalleja. Alun perin samantapaista ajattelutapaa käytettiin JIT-tuotannossa (Just In Time), josta kehitettiin Toyotan oma tuotantomalli TPS (Toyota Production System). Näiden tuotantomallien tunnetuin kehittäjä on Taiichi Ohno, joka oli mukana niin alkuperäisen JIT-tuotannon kuin TPS:n kehittämisessä. (Wikipedia 2012.)

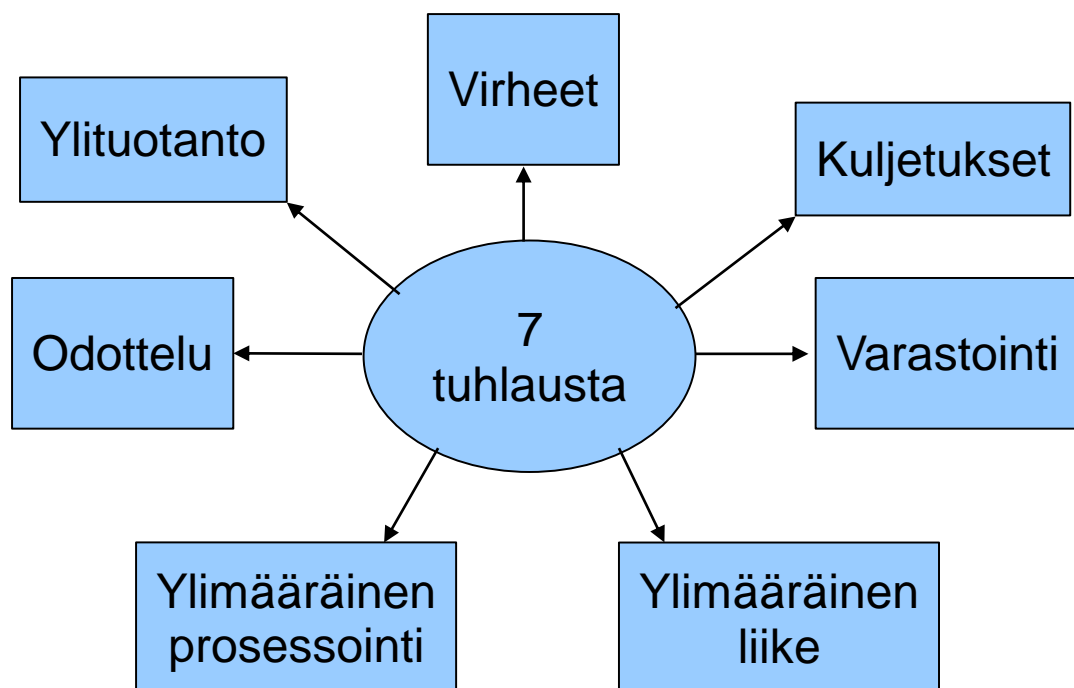
Lean-ajattelun päätavoite on pyrkiä poistamaan tuotannosta kaikki sen tuottamattomat ja turhat toiminnot ja muuttamaan ne arvoa tuottaviksi. Näitä pyritään etsimään lean-ajattelun viiden perusperiaatteen avulla. Perustana lean-ajattelun toteuttamiselle ovat arvon määrittely, arvoketjujen muodostaminen, virtaava ja keskeytymätön tuotanto, asiakkaan kuuntelu ja virheettömyyden tavoittelu. (Womack & Jones 2003, 10.)

Lean-ajattelun tavoitteet keskittyvät erityisesti seitsemän eri tuhlauksen (engl. waste) vähentämiseen. Kuljetukset, varastointi, ylimääräinen liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi sekä vialliset tuotteet tulisi saada kitkettyä pois tuotannosta. Lean-ajattelutapa vaatii toimiakseen asiakkaan kuuntelemisen, jatkuvan kehittämisen, ja henkilöstön sitoutumisen jatkuvaan kehittämiseen ja organisaation muutoksen. (Wikipedia 2011.)

Suurempaan tietoisuuteen Lean-ajattelu nousi vasta 1990-luvulla julkaistun teoksen (Womack & Jones, *The Machine That Changed the World*) kautta, jossa

kyseinen ajattelutapa esiteltiin ensimmäistä kertaa. Teoksen tarkoitus oli osoittaa vanhanaikaiselle massatuotantoajatukselle, että on olemassa myös parempi ja tehokkaampi vaihtoehto. (Womack & Jones 2003, 9.)

Lean-perusteet ovat suhteellisen yksinkertaiset, mutta useissa yrityksissä niitä ei vielä kovinkaan hyvin osata hyödyntää. Lean-muutos ei usein olekaan hyvin yksinkertainen asia, vaikka ajatustasolla se siltä vaikuttaisi. Muutos pitää ymmärtää vuosia kestäväenä ja aikaa vievänä koko yritykseen ja sen toimintaan vaikuttavana prosessina. Lean-ajattelu tekee kehittämisestä ja parantamisesta arkipäiväisen toimintatavan ja näin ollen työn, tuotteen ja toiminnan laatu paranee kuin itsestään. (Villanen 2009, 1–3.)



Kuva 1. Lean-ajattelun seitsemän tuhlausta

## 2.1 Henkilöstö

Lean-ajattelutavan mukaan henkilöstö on kaiken toiminnan kannalta avainasemassa. Henkilöstön on kyettävä toimimaan saumattomasti yhdessä, ja puhaltamaan ”yhteen hiileen”. Toisaalta jokaisen on yksilönä kyettävä itsenäiseen työskentelyyn ja päätöksentekoon ongelmatilanteissa. Henkilöstön osaamista hyödynnetään maksimaalisesti ja jokaisen yksilölliset taidot otetaan huomioon. Virheisiin ja ongelmiin tulee puuttua välittömästi ja ne tulee korjata mahdollisimman pian, ettei sama virhe toistu. (Kajaste & Liukko 1994, 9.)

Lean-ajattelun lähtökohta on se, että yksittäisiä työntekijöitä ei sattuneista virheistä syyllistetä vaan ongelmaa etsitään prosessista. Onkin tärkeää, että mikäli virheitä tapahtuu, täytyy niiden perimmäiset syyt havaita mahdollisimman nopeasti. Näin prosessi saadaan nopeasti ohjautumaan oikeaan suuntaan ja tavoitteeksi voidaan asettaa nolla virhettä. Tässä kohtaa onkin tärkeää, että linjasto kommunikoi keskenään ja jakaa omat toimintatapansa keskenään. Näin työntekijät voivat löytää parempia tekotapoja omien tottumuksiensa tilalle ja saada aikaan yhdenmukainen toimintamalli. (Kajaste & Liukko 1994, 9.)

Hyvä kommunikointi ja yhteiset toimintatavat helpottavat myös uusien työntekijöiden perehdyttämistä ja ohjeistamista. Lisäksi kun kaikki tekevät työvaiheet samalla tavalla on selvää, että myös laatu tulee yhtenäistymään.

## 2.2 Asiakas

Lean-ajattelussa asiakas on hyvin tärkeässä asemassa. Asiakasta kuunnellaan ja asiakkaan tarpeita pyritään täyttämään mahdollisimman tarkasti ja joustavasti. Kaiken lähtökohtana on asiakkaalle tuleva lisäarvo. Ajatus vaatii toimiakseen erittäin hyvän yhteydenpidon asiakkaan ja toimittajan välillä. Toiminnan kehittämisen näkökulmasta tärkeimmät tekijät tuotteen kannalta ovat hinta, laatu sekä aika. Nämä kolme tekijää tuovat myös lisäarvoa asiakkaalle. (Kajaste & Liukko 1994, 9.)



Myös sisäinen asiakkuus nousee esille lean-ajattelussa. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen sisällä jokainen työvaihe toimii aikaisempien työvaiheiden asiakkaana. Jokaisen työvaiheen pitää huolehtia, ettei linjastosta pääse menemään läpi virheellistä tuotetta. Kun jokainen työvaihe tarkkailee laatua, myös virheet havaitaan aikaisemmassa vaiheessa ja näin virheiden syntymisen syihin päästään puuttumaan nopeasti. (Kajaste & Liukko 1994, 15, 37.)

#### **Johtamisperiaatteet**

- ihmiset tekevät tulokset yhteistyössä
- selkeät tavoitteet, mittarit ja seuranta
- pitkälle menevä tulosvastuullinen delegointi ja hajautettu organisaatio
- monitaitoinen ja yritteliäs henkilöstö

#### **Toimintatavat**

- perustana asiakkaalle tuleva lisäarvo
- huomion kiinnittäminen kokonaisuuteen
- jatkuva kustannusrakenteen keventäminen
- tiedonkulun suoruus ja avoimuus
- jatkuva oman toiminnan kehittäminen
- joustavat ja nopeat toimitusketjut
- henkilöresurssien järkevä yhdistäminen nykyaikaiseen tuotantotekniikkaan

Kuvio 1. Lean-toiminnan keskeiset periaatteet (Kajaste & Liukko 1994, 8.)

### **2.3 Tuotanto**

Lean-ajattelutavan mukaisesti tuotannosta tehdään virtaavaa ja virheiden mahdollisuudet kitketään pois. Tuotannossa tavoitteena on nolla-virhettä. Tuotannossa ei saa olla mitään prosessiin kuulumatonta ja kaikesta tuhlauksesta pyritään pääsemään eroon. Tuotanto pyritään saamaan virtaavaksi ja se edellyttää linjastotyyppistä tuotantomallia. Lean-ajattelu pyrkii yksi kerrallaan ja pienin parannuksin korjaamaan tuotannosta pois kaikkea ylimääräistä. Kuljetukset, varastointi, ylimääräinen liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi sekä vialliset

tuotteet ovat kaikki tarkkailun alla. Kaikki tuhlaus pitäisi saada minimoitua ja se pitäisi muuttaa arvoa tuottavaksi. (Rother 2011, 40–43.)

## **2.4 Lean työkalut**

Tässä kappaleessa käsitellään muutamia hyödyllisiä lean-ajattelutavan mukanaan tuomia työkaluja ja menetelmiä. Kaikkia näitä työkaluja voidaan hyödyntää kun tuotannosta halutaan mahdollisimman paljon hyötyä. Työkalujen käyttö vaatii usein, että työskentely tapahtuu linjastossa. Linjastotyöskentely on paras keino saada aikaan virtaava tuotanto ja sitä myöten työkalujen käyttö on mahdollista. Työkalut helpottavat ymmärtämään, mitä lisä-arvoa linjastosta voidaan saada tuotettua.

### **2.4.1 Tahtiaika**

Tahtiaika kertoo yhden prosessin tuottamien tuotteiden ryhmän kysynnän vauhdin. Toisin sanoen se on aika, jolloin prosessin tulee olla suoriutunut tehtävästään. Tahtiajan määrittäminen perustuu asiakkaan tarpeisiin saada tuotteita juuri oikea määrä juuri oikeaan aikaan. Tahtiaika lasketaan kaavalla, jossa päivä- tai vuorokohtainen ”tehokas toiminta-aika” jaetaan päivä- tai vuorokohtaisella tuotteiden kysynnän määrällä. Tehokkaaseen toiminta-aikaan sisältyy kaikki prosessiin liittyvä ajankäyttö. Myös vaihtoajat ja suunnittelemattomat tauot lasketaan tahtiaikaan, mutta ne ovat muuttujia joita lean-tuotannossa pyritään minimoimaan. Tahtiaika ei suoranaisesti kerro, missä ajassa yksi tuote prosessista valmistuu. Tahtiaika näyttää ihanteellisen prosessissa toistuvan jakson pituuden jolla tuotteita tuotetaan asiakkaan kysyntävauhdin tahdissa. Tahtiaika on vain yksi tuotantoprosessin tavoitetila. Perimmäinen tarkoitus on kehittää tämän tavoitetilan avulla stabiili tuotantoprosessi. (Rother 2011, 72–73.)

### 2.4.2 Jaksoaika

Tahtiaikaa tarkempana määritelmänä voidaan pitää jaksoaikaa. Jaksoaika kertoo linjan todellisen nopeuden jolla se varmasti toimii. Jaksoaikaa laskiessa huomioidaan myös vaihtoajat, suunnittelemattomat tauot ja kaikki prosessiin kuulumattomien häiriöiden aiheuttamat seisaukset. Eräs tapa määritellä prosessin jaksoaika on tavoitella 15–20 prosenttia tahtiaikaa nopeampaa jaksoaikaa. Tässä tapauksessa ylimääräisiin toimintoihin kuluva aika täytyy saada sovitettua 15 tai 20 prosentin väliin. (Rother 2011, 260–261.)

### 2.4.3 1x1 virtaus

1x1 virtaus on eräs lean-tekniikka, joka tarkoittaa puskurivarastojen poistamista työvaiheiden väliltä. Osa tai tuote siirtyy siis suoraan edelliseltä käsittelyvaiheelta seuraavalle ilman väliaikaista varastointia. Toyotan ajattelufilosofian mukaan 1x1 virtauksen tavoittelu on jatkuvan parantamisen kannalta parempi vaihtoehto kuin pelkkä ajatus ”tehdä tuotteita”. Puskurivarastojen mukana tuomaa joustavuutta ei pidetä hyvänä, koska todelliset ongelmat jäävät selvittämättä ja prosessiin ei synny parannusta. 1X1 virtauksen tavoittelu paljastaa esteet ja näyttää suunnan kohti ihannetilaa. (Rother 2011, 75–76.)

### 2.4.4 Imuohjaus

Imuohjaus on itseohjautuva tuotannon säätelymalli, jonka toiminta on yleensä imukorttien eli kanban-korttien varassa. Imuohjaus perustuu tarpeeseen, kun taas perinteinen työntötyyppinen tuotannonsäätelymalli perustuu tarveennustuksiin ja tuotetarpeen ennalta suunnitteluun. (Tiainen 1996, 88.)

Imuohjauksen idea on se, että jokaiselle tuotteelle on oma hyllypaikkansa. Kun tuotteen hyllypaikka menee tyhjäksi, tuodaan tilalle uusi määrätyn kokoinen erä vastaavia tuotteita tietyn toimitusajan kuluessa. Aina kun hyllypaikka tyhjenee,

niin silloin lähtee samalla signaali tuotteen valmistukseen. Näin uuden tuote-erän valmistus voidaan aloittaa. Signaali tapahtuu kanban-kortin avulla ja kortti palautuu hyllyyn uuden tuote-erän mukana. (Tiainen 1996, 88.)

### **2.4.5 5S**

5s on usein lean-ajattelun rinnalla käytetty tuhlauksen vähentämiseen keskittyvä menetelmä. Se koostuu viidestä eri osa-alueesta: sort, set in order, shine, standardize ja sustain. Vapaasti suomeksi käännettynä sanat olisivat: luokittele, järjestele, siivoa, standardoi ja ylläpidä. 5s keskittyy työpisteiden siisteyteen ja järjestykseen sekä niiden ylläpitämiseen. Kaikki ei tarpeellinen viedään työpisteeltä pois. Työkaluille ja tavaroille järjestetään omat paikkansa. Työpiste ja sen ympäristö siivotaan huolellisesti. Työvaiheista sekä siisteys- ja järjestyksivaatimuksista tehdään selvät ja helposti saatavilla olevat ohjeet. Lopuksi tämä kaikki pitäisi saada ylläpidettyä ja huomiota pitäisi kiinnittää myös jatkuvaan parantamiseen. (Qualitas Fennica Oy 2012.)

5s menetelmää oli Yritys X:ssä yritetty saada käyttöön jo ennen lean-muutosta, mutta se ei tuottanut haluttua lopputulosta. Lean-ajattelun myötä kuitenkin 5s toteutui jo lähes itsestään, mutta varsinaisesti menetelmää ei vielä ole otettu käytäntöön. Tarkoituksena kuitenkin on, että 5s menetelmää ryhdytään käyttämään tehokkaammin, kunhan lean-ajattelu on ensin saatu sisäistettyä tuotannossa paremmin.

## **3 Yritysesittely ja lähtötilanne**

Yritys X on itäsuomalainen 1970-luvulla perustettu metallialan perheyritys. Yrityksellä on kolme toimipistettä Itä-Suomen alueella. Yritys X työllistää noin 60 metalliteollisuuden ammattilaista niin sopimusvalmistuksen kuin omien tuotteiden parissa. Yhtiön strategiana on ollut hajauttaa liiketoiminta eri sektoreille.

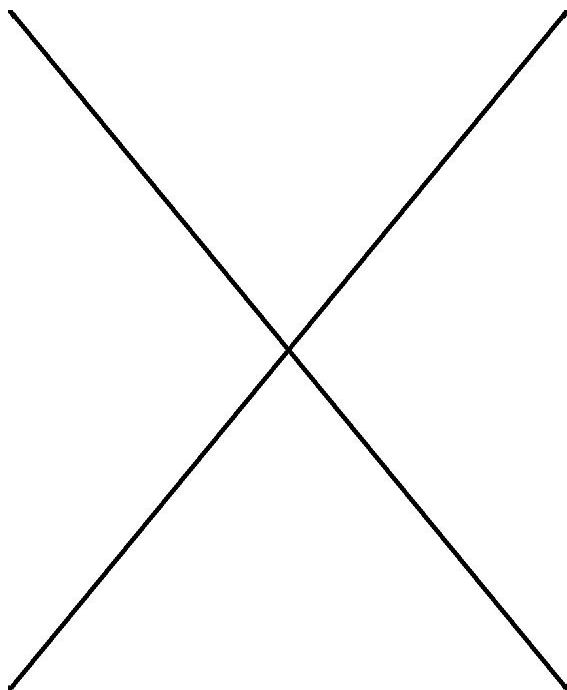
Tällä hetkellä yhtiössä on kolme eri tuotelinjaa, jotka sisältävät omia tuotemerkejä ja konepajateollisuuden sopimusvalmistusta. Keskeiset ydinosaamiset ovat Tuote X:n valmistuksessa sekä erilaisissa pintakäsitellyissä koneenosissa. Yrityksen toimittama Tuote X:n volyymi on useita tuhansia kappaleita vuosittain. Siksi yritys panostaa laatuasosta tinkimättä vahvasti prosessien kehittämiseen ja läpimenoaikojen parantamiseen. Opinnäytetyöni aihe koskee Yritys X:n Tuote X:ää valmistavaan yksikköön kesällä 2011 tehtyä lean-linjasto muutosta.

### **3.1 Tuote X:n valmistus prosessina**

Tuote X:n valmistus prosessina on hyvin ainutlaatuinen, monivaiheinen ja vaatii hyvin paljon käsityötä. Automatisointi olisi hyvin haasteellinen ja kallis toteuttaa hitsausvaatimusten vuoksi. Prosessissa on mukana myös robottihitsausta, mutta sillä tehdään vain lähinnä tuotteiden sisään tulevien lisäosien hitsausta. Varsinaiseen lean-linjastoon robottia ei ole saatu liitettyä. Tuote X:ää on pääasiassa kahta eri tyyppiä joista toinen vaatii valmistuksellisesti hieman enemmän. Käytän tästä tuotteen tyyppistä nimeä "Tuote Y". Tuote Y:lle tehdään pääosin samat toimenpiteet kuin Tuote X:lle, joten Tuote Y mainitaan vain sitä erikseen koskevissa toimenpiteissä.

Prosessi alkaa kun tilaus tulee asiakkaalta. Kyseisessä tapauksessa asiakas lähettää tuotetarvelistan usealta viikolta kerrallaan, jolloin tuotantoa on helppo suunnitella etukäteen. Tuotteiden valmistuksesta tehdään listat, jotka tulevat hitsaustyöpisteelle ja varastomiehelle. Valmistus pyritään suorittamaan listan mukaisessa järjestyksessä.

Tuotteiden levyosat tulevat aina tuotekohtaisesti oikeisiin mittoihin valmistettuna Yritys X:n omalta tehtaalta. Nykyisin osat tulevat päiväkohtainen tarve kerrallaan. Aikaisemmin osia varastoitiin pihavarastossa. Kaikki tuotteisiin tulevat koneistusta vaativat osat tulevat ulkopuoliselta toimittajalta. Tarvikeosat kuten ruuvit, mutterit ja tiivisteet hoitaa ulkoistettu hyllypalvelu, mikä tarkastaa hyllytilanteen säännöllisesti ja täyttää hyllyt tarvittaessa.



Kuva 2. Tuote X osittain hitsattuna

Tuote X:n valmistus alkaa tuotekohtaisten osien yhteen sovittamisella. Tässä käytetään apuna mallikohtaisia paikoitus jigejä. Kun levyosat on saatu paikoitettua, voidaan levyjen reunat silloittaa. Tämä tarkoittaa sitä, että osat liitetään pienillä pistemäisillä hitseillä toisiinsa. Silloittamisen avulla osat pysyvät yhdessä, kun varsinaista hitsisaumaa ruvetaan hitsaamaan. Tällä tavalla kiinnitetään jokainen sivu tuotteesta, ja saumat hitsataan tarkasti yhteen. Tiettyihin malleihin hitsataan levyosien lisäksi myös erikseen valmistettavia lisäosia. Lisäksi tuotteisiin hitsataan erilaisia putkiosia ja holkkeja mallista riippuen.

Seuraava työvaihe on viimeistely, jossa Tuote X:n ulkopinnat käydään läpi ja hiotaan tarvittaessa sileäksi hitsauksen aiheuttamista epätasaisuuksista. Tuote X:n tulee olla tiivis joten se tiivistetään täysin tukkimalla sen kaikki läpimenoaukot. Tuote X:n ensimmäinen saumojen tiiviiden testaaminen suoritetaan viimeistelyvaiheessa, kun kaikki läpimenevät aukot on tukittu. Mahdolliset vuotokohdat ja saumavirheet korjataan TIG-hitsausmenetelmällä. Kun Tuote X on täysin tiivis ja saumat tarkastettu vuodoilta, nostetaan se pyörillä varustetulle alustalle ja siirretään maalaamon edustalle.

Ennen maalausta Tuote X:n ulkopinta hiotaan vielä hienommalla hiomapaperilla ja läpimenoaukot, jotka saumoja tarkasteltaessa suojataan irrotettavalla laipalla, suojataan nyt lämmönkestävällä teipillä. Tämän jälkeen Tuote X ripustetaan maalaus-linjastolle ja linjasto kuljettaa tuotteen pestäväksi. Pesun jälkeen tuote tulee linjastolla maalauspiisteelle, jossa se valmistellaan maalauskuuntoon ja tuotteen ulkopinnat maalataan jauhemaalauksen menetelmällä. Maalauksen jälkeen tuote käy vielä kuivausuunissa, että maalipinta kuivuisi nopeammin. Kuivausuunin jälkeen kuivunut tuote saapuu hiljalleen jäähtyen linjastolta odottamaan loppu-kokoonpanoa edeltäviä vaiheita.

Loppukokoonpanoa varten tuotteet nostetaan mallikohtaisille telineille. Ennen kuin loppukokoonpano voidaan suorittaa, täytyy tuotteet pestä hyvin. Tuote X:lle riittää hyvin pelkkä kuumavesipesu, mutta Tuote Y:lle vaaditaan huolellisempaa puhdistusta. Tuote Y:n tarvittava puhtaus saadaan aikaiseksi vaahtopesumenetelmällä, jossa tuote puhdistetaan sisältä vaahtopesunesteen avulla. Vaahtopesun jälkeen tuotteen kannet ja läpimenoaukkojen tulppaukset poistetaan. Sitten tuote huuhdellaan vedellä ja lopuksi kuivataan paineilmalla. Tämän jälkeen tuote on valmis viimeistä vaihetta eli loppukokoonpanoa varten.

Kokoonpanovaiheessa Tuote X:n puhtaus tarkastetaan, ja sisäpinnat puhdistetaan liasta ja hitsausroiskeista. Tuote Y:n sisäpuhtaus on hieman tarkempaa johtuen tuotteen lopullisesta käyttötarkoituksesta. Tämän jälkeen tuotteet varustellaan tilauksen vaatimusten mukaisesti ja tuotteen ulkopuolinen kunto tarkastetaan. Viimeisenä työvaiheena tuotteen saumojen tiiviys vielä kerran tarkastetaan ja mikäli vuotoja tai virheitä saumoissa ei ilmene voidaan tuote laittaa kuljetustelineelle odottamaan lähetystä asiakkaalle.

### **3.2 Lähtötilanne**

Ennen lean-ajattelutapaan siirtymistä oli Yritys X:ssä pohdiskeltu useita vuosia ratkaisuja merkittäviin tuotannon ongelmiin. Ongelmia aiheuttivat mm. ahtaat tilat, välivarastot, epätasainen laatu, vaikea tuotteiden seuranta, tilausten myöhästely ja reklamaatiot. Ongelma nähtiin niin suurena, että asialle päätettiin teh-

dä jotain. Yritys oli saanut myönteistä palautetta lean-ajattelutavan tuomasta muutoksesta, ja lean-ajattelutavan soveltuvuutta omaan tuotantoon lähdettiin tutkimaan. Huomattiin hyvin pian, että Lean soveltuisi erittäin hyvin juuri Tuote X:n valmistukseen ja lean-ajattelutapaa alettiin siirtämään nykyiseen tuotantoon.

### 3.3 Ongelmakohdat

Tässä kappaleessa selvitetään Yritys X:n merkittävimmät tuotannon ongelmat, ennen kuin lean-toiminta oli käytössä. Aikaisemmasta tuotannosta oli helposti havaittavissa lean-ajattelun nimeämiä tuhlauksia, joten käytän niitä esimerkkeinä ongelmien havainnollistamisessa.

Virheet ja laadun epätasaisuus oli merkittävä ongelma tarkasteltavassa yrityksessä. Virheitä syntyi helposti, ja virheen aiheuttajaa oli hankala selvittää. Yhteinäistä valmistustapaa ei ollut, joten laadussa oli välillä suuriakin vaihteluja. Virheiden aiheuttamat kustannukset olivat välillä reklamaatioiden johdosta hyvinkin suuret.

Varastoinnissa suurin ongelma oli tilanpuute. Yritys X:n tehtaassa tuotantotilat ovat kyllä riittävät Tuote X:n valmistukselle, mutta ei varastoinnille. Aikaisempi tuotantomalli aiheutti tilojen ahtautta, koska välivarastoja syntyi jokaisen työpisteen edustalle. Toinen suuri ongelma välivarastoinnista johtuen oli työjärjestyksen säilyttäminen. Myös varastosaldojen seuranta oli hyvin vaikeaa, koska kunnollista seurantajärjestelmää ei ollut. Tuotantotiloissa varastoitiin myös paljon sinne kuulumatonta tavaraa tai valmistuksesta jo poistuneita tuotteita ja osia, jotka veivät paljon tehokasta tilaa.

Odotusajat aikaisemmassa tuotantomallissa olivat välillä suuriakin. Lähinnä odottelua aiheutti uuden työn aloittaminen, kun tärkeysjärjestyksen selvittämiseen meni aikaa. Työntekijöillä ei ollut mitään tavoiteaikaa suoritua työvaiheesta, joten ajankulun vaihtelut työvaiheesta suoriutumiseen olivat suuret. Tämä ai-



heutti seuraavalle työvaiheelle odottelua, mikäli välivarastossa ei ollut sopivaa keskeneräistä tuotetta työstettäväksi.

Ylimääräinen liike on usein todella suuri tuhlaus, vaikka sen huomaaminen saattaakin olla vaikeaa. Yritys X:ssä ylimääräistä liikettä aiheuttivat työpisteiden ja tarvittavien osien sijainnit. Osat oli sijoitettu suunnilleen yhtä kauas jokaisesta työpisteestä. Jokainen työpiste joutui siis hakemaan tarvittavat osat suhteellisen etäältä ja viemään keskeneräisen tuotteen välivarastoon. Yhteisvaikutukseltaan jokaisen työpisteen liikkeiden määrä oli todella suuri. Pitkät osien hakumatkat lisäävät osaltaan myös edellä mainittua odotusaikaa.

**Tuotannon ongelmakohtia:**

- ahtaus
- työturvallisuus
- epätasainen tuotanto
- seurannan vaikeus
- virheet
- epäjärjestys.

### 3.4 Miksi Lean?

Lean-muutoksen perimmäinen syy oli tuotannon tarve kehittyä, että asiakkaiden tarpeisiin pystyttäisiin vastaamaan paremmin ja henkilökunnan työoloja saataisiin parannettua ja työturvallisuutta nostettua. Lean-linjastoon siirtymistä helpotti myös se, että isoin asiakas käytti samaa tuotantomuotoa. Tästä oli saatu pelkästään positiivista palautetta, joten päätös muutoksesta päätettiin tehdä. Linjasto rakennettiin valmistamaan vain suurimman asiakkaan tuotteita, koska heidän tuotetarpeensa oli suuri ja tilaukset jatkuvia.

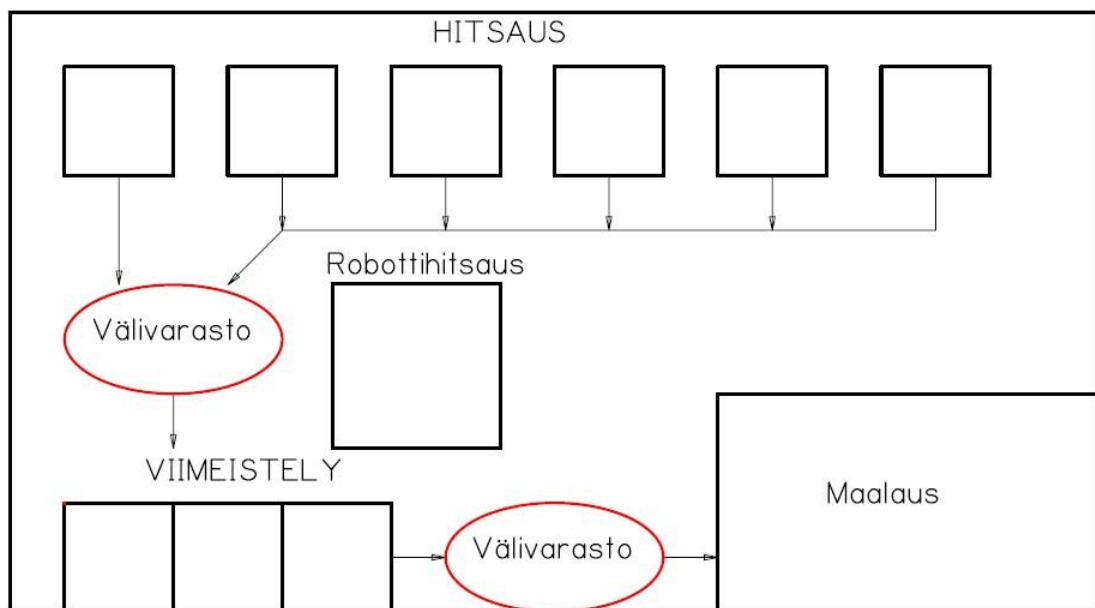
Aikaisemmin käytössä oli perinteisempi valmistusmalli, jossa yhden tuotteen vaatimat työvaiheet tehtiin alusta loppuun samalla työpisteellä. Työvaiheita oli neljä: hitsaus, viimeistely, maalaus ja loppukokoonpano. Tuote kävi yhteensä siis vähintään vain neljällä työpisteellä koko valmistusprosessin aikana. Prosessi oli hidaskäyttöinen, vaikeasti seurattava ja laatu oli vaihtelevaa. Tämä valmistustapa ei enää kyennyt vastaamaan asiakkaan tarpeisiin, joten muutos oli välttämätön.

Leanin myötä pyrittiin virheiden mahdollisuutta vähentämään merkittävästi. Muutoksia tuli tuotteenvalmistusprosessin jokaiseen vaiheeseen. Alun perin jokainen tuotteen työvaihe tehtiin alusta loppuun samalla työpisteellä. Tällöin helposti luotettiin edellisen työvaiheen tekemään laatuun, eikä virheisiin kiinnitetty niin paljon huomiota. Lean-ajattelulla pyrittiin siis karsimaan virheiden syntymisen mahdollisuuksia.

Tuotteiden seuranta oli aikaisemmassa valmistusmenetelmässä hyvin haasteellista ja mikäli virhe sattui, ei sen syntymisen vaihetta käytännössä voitu enää selvittää. Aikaisemmin kaikki hitsauspaikat siirsivät hitsatut tuotteet välivarastoon, ja siitä viimeistelijät ottivat miltei satunnaisessa järjestyksessä tuotteet viimeisteltäväksi. Tässä oli myös hankaluuksia pitää järjestystä tilausten tärkeydestä, ja joskus sattui niin, että tärkeä tuote unohtui välivarastoon ja lopulta tilaus myöhästyi. Välivarastot olivat suuri ongelma ja ne veivät suuren osan tärkeistä tuotantotiloista.

Tuote X:llä ei myöskään ollut varsinaisia telineitä vaan ne olivat liikuteltavilla alustoilla. Tuotteiden asettelu alustoille tasapainoon oli hyvin hankalaa ja tuotteet alustoillaan olivat jopa työturvallisuusriski. Tuotteiden kaatumisriski oli suuri, jos niihin vahingossa törmäsi ja tuotetta joutui nostelemaan ja asettelemaan alustoille käsin. Lean ajattelulla pyrittiin saamaan virtaava tuotanto ja sitä varten kehiteltiin tuotteille omat telineensä kuljetusten helpottamiseksi

Maalauksen jälkeen suoritettavat työvaiheetkin tehtiin aikaisemmin siten, että yksi henkilö vastasi loppukokoonpanon jokaisesta työvaiheesta, eikä kukaan muu käytännössä asiaan puuttunut. Tässä ongelmaksi koituivat jokaiselle työntekijälle muodostuneet erilaiset työtavat ja eri virhe- ja laatukäsitykset. Saattoi käydä niin, että joku hyväksyi tuotteen, jonka joku toinen olisi korjannut tai hylännyt huonon laadun takia. Tämä johti siihen, että laatu oli hyvin epätasaista, ja virheiden havainnointi oli heikkoa. Myöskään kunnon ohjeistusta virheistä ei ollut, vaan jokainen päätti käytännössä itse mikä on virhe. Tämä oli hankalaa varsinkin uusille työntekijöille, joilla ei ollut kunnollista käsitystä mikä on virhe mikä ei.

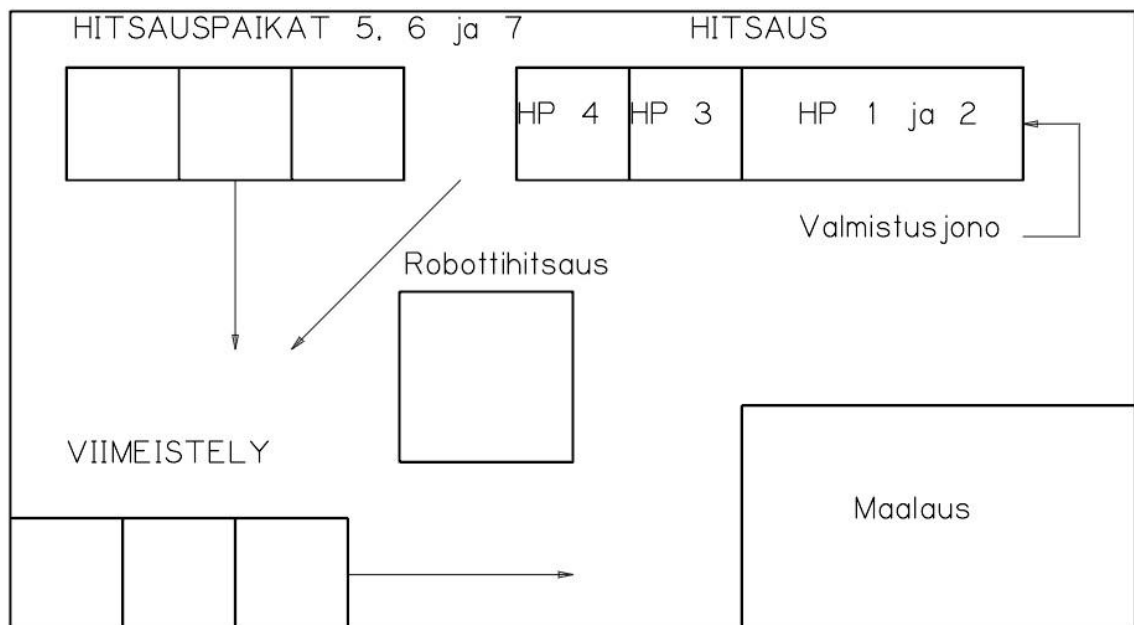


Kuva 3. Lähtötilanne (Yritys X 2012 soveltaen.)

## 4 Muutostyön toteutus Yritys X:ssä

### 4.1 Suunnitelma

Lean-muutostyön pohjalla oli tehtaan tuotantoasiantuntija suunnitelma tehtaan tilojen uudelleenjärjestelystä. Uudelleenjärjestely oli lähtökohtana sille, että tuotanto saataisiin linjastomaiseksi ja virtaamaan sujuvasti. Käytännössä hitsaamon ja viimeistelyn paikat itsessään eivät muuttuneet, mutta muutostyön myötä tiloihin suunniteltiin paljon virtaavan tuotannon kannalta oleellisia muutoksia. Tuotanto suunniteltiin muuttumaan virtaavaksi eli 1x1 virtaustekniikka otettiin käyttöön linjaston avulla.



Kuva 4. Virtaava tuotantomalli (Yritys X 2012 soveltaen)

Uuden tilajärjestelyn tarkoitus oli helpottaa tavaroiden siirtelyä ja mahdollistaa tuotteiden kuljettamisen työpisteiden välillä. Myös kaikille tuotannon kannalta tarpeellisille tavaroille, kuten valmistusjigeille, putkiosille, levyosille ja pienosille suunniteltiin omat paikkansa. Myös hyllyjen järjestys ja sijoittelu suunniteltiin siten, että osat ja tarvikkeet laitettiin vastaamaan työpisteen tarpeita.

Uuden hallijärjestyksen myötä myös jokainen työpiste suunniteltiin vastaamaan virtaavan tuotannon vaatimuksia. Uusilla työpisteillä myös siistittiin tuotantotilojen ilmettä ja parannettiin työturvallisuutta sekä työskentelyolosuhteita. Muutoksen myötä jokaiseen työpisteeseen suunniteltiin asennettavaksi uudet hitsaussermit. Työpisteiden välille valmistuvien tuotteiden kulkureitille suunniteltiin asennettavaksi hitsausverhot, mikä mahdollistaisi keskeneräisten tuotteiden siirtelyn sujuvasti työpisteiden välillä. Myös hyvään valaistukseen ja pistokepaikkojen riittävyteen kiinnitettiin erityistä huomiota.

Yksi merkittävä uudistus suunnitelmassa oli vaahtopesutilan rakentaminen loppukokoonpanoa edeltäväksi osaksi. Vaahtopesun jälkeiset työvaiheetkin suunniteltiin toimimaan linjastossa, että lean-tekniikoita pystyttäisiin hyödyntämään. Myös Tuote X:n valmistuksen viimeiselle vaiheelle, saumojen tiiviiden tarkastukselle suunniteltiin oma tilansa.

Tehtäväkseni linjastomuutoksen osalta sain aluksi linjaston muutostöitä ja linjaston käynnistyttyä seuranta ja mahdollisten ongelmien havaitseminen ja niihin puuttuminen. Lean-linjastolla pyrittiin saavuttamaan nopeampia läpimenoaikoja, sekä pienentämään välivarastoja ja vähentämään kaikkea tuhlausta. Linjasto koostuu neljästä eri osa-alueesta hitsaamosta, viimeistelystä, maalauslinjastosta, ja loppukokoonpanosta. Näiden kaikkien toimintojen saattaminen jouhevasti toimivaksi kokonaisuudeksi olikin ennalta käsin suuri haaste.

## **4.2 Hitsaamo**

Hitsaamon uusi rakenne Leanin osalta koostuu neljästä varsinaisesta työpisteestä ja hitaammin valmistuvia tai virheellisiä tuotteita varten on varalta viides työpiste. Lisäksi hitsattavien osien esivalmisteluille, ja muiden asiakkaiden tuotteiden valmistukselle ja muulle valmistukselle on varattu kolme työpistettä. Uuden hitsaamon rakenne tehtiin linjastomuotoon kun aikaisemmin jokainen työpiste oli tehnyt kaikki vaaditut hitsausvaiheet yhdellä työpisteellä alusta loppuun.

Linjaston alkupään työpisteille suurin muutos oli siirrettävät työtasot. Siirrettävät työtasot tehtiin aloituspaikoille, koska tuotteet saadaan kiinnitettyä telineisiin vasta toisen hitsauspisteen työvaiheiden jälkeen. Tuotteenvalmistuksen aloitus tehdään ensimmäisellä hitsauspaikalla ja tahtiajan puitteissa tehdään työ niin pitkälle kuin mahdollista. Sen jälkeen työpöytä siirretään toiselle pisteelle. Vaihdoissa toiselta pisteeltä vapautuu työpöytä takaisin ensimmäiselle pisteelle.



Kuva 5. Liikuteltava hitsauspöytä

Yksi suuri muutos hitsaamon tiloissa oli nostureiden siirto. Nostureita jouduttiin siirtämään soveltumaan paremmin ja useamman työpisteen käytettäväksi. Nosturien siirtoihin meni aikaa yllättävän paljon, mutta siirrot saatiin kuitenkin onnistuneesti tehtyä ja ne saatiin palvelemaan useampaa pistettä kuin alkuperäisillä paikoillaan ne olisivat pystyneet. Siirtojen jälkeen nosturit käytiin myös tarkastamassa, että ne olisivat varmasti turvallisesti kiinnitetty. Toinen selvä muutos myös työturvallisuus huomioiden oli uusi huoltosuunnitelma nostureille. Aikaisemmin nostureita ei juuri huollettu tai tarkastettu, mutta leanin myötä nostureille suunniteltiin vuosittainen ulkoistettu nosturien tarkastus, ja mahdollinen huolto tarvittaessa.

Leanin myötä jokainen työpiste tekee prosessista vain yhden työvaiheen alusta loppuun ja siirtää sitten tuotteen seuraavalle työpisteelle. Idean toimimiseksi on

jokaisen työpisteen harjaannuttava hyvin omaan työvaiheeseen ja lisäksi on noudatettava tarkasti annettuja tahtiaikoja.

Aikaisemmin tuotteita oli kuljetettu vaneristen alustojen päällä, mutta leania varten oli valmistettu pyörillä liikkuvia jokaiselle tuotetyypille modifioituja kuljetustelineitä, joissa tuotteet sujuvasti ja turvallisesti kulkevat linjaston työpisteiden välillä.

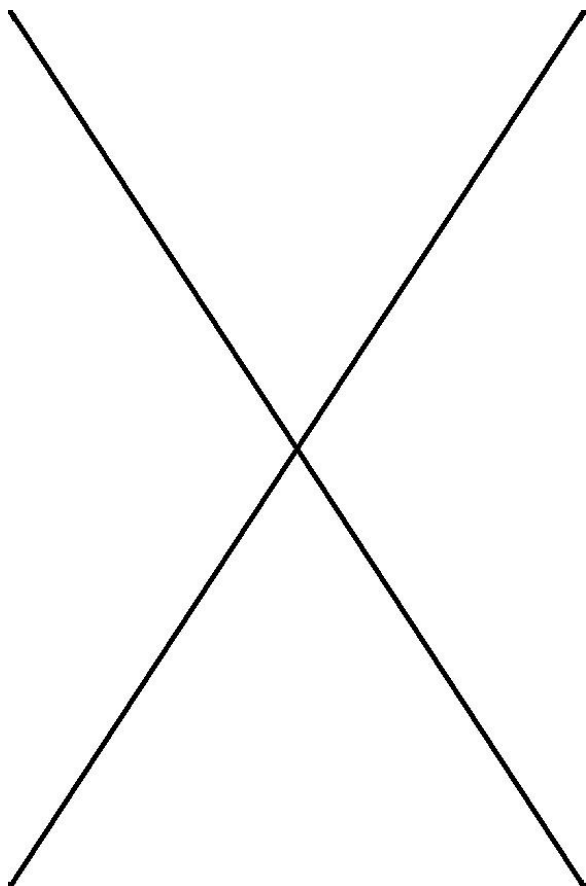
Hitsaamon yhteydessä olevat pienosavarastohyllyt järjestettiin optimaaliseksi jokaista työpistettä kohti. Kaikki turhat tai vanhoihin malleihin kuuluvat osat poistettiin ja vain tarvittavat osat jätettiin ja siirrettiin omille paikoilleen linjastoon. Myös esivalmistelluille levyosille tehtiin hyllypaikat, koska ilman esivalmisteluja levyosien hitsaaminen olisi liian hidas prosessi linjastoa ajatellen.

Hitsaamossa on käytössä myös robottihitsauslaite, jota käytetään lähinnä esivalmistelujen hitsauksessa. Yleensä robotilla hitsataan tuotteiden sisälle tulevia lisäosia. Robottihitsauksen laatu on pääsääntöisesti hyvää, mutta leanin myötä robotin käyttöä on tarkoitus vielä tehostaa ja robotin jälkeä alettiin seurata aktiivisemmin, sillä joskus robotinkin hitsaamassa saumassa on virheitä.

### **4.3 Viimeistely**

Viimeistelyn uusi rakenne pitää sisällään kolme työpistettä, joista normaaleissa olosuhteissa käytetään kuitenkin vain kahta. Kaksi työpistettä riittää hyvin normaalin päivittäisen tuotannon vauhtiin. Viimeistelyynkin asennettiin hitsaussermit, sekä uusi ritilä-alusta. Ritilä-alusta estää viimeistelyssä muodostuvan lian kerääntymisen lattioille ja sermit kipinöiden lentämisen työpisteen ulkopuolelle.

Viimeistelyssäkin kaikki ylimääräinen karsittiin pois, ja työpisteille jätettiin vain tarpeelliset asiat. Rakenne muutettiin linjastomuotoon, että virtaava tuotanto saataisiin toteutettua. Kuvassa 6 näkyy hyvin uusien työpisteiden tehokas valaistus ja siisteys.



Kuva 6. Viimeistelytila

#### 4.4 Maalaus

Varsinaiseen maalauslinjastoon ei juuri muutoksia tehty, koska maalaus tapahtui jo valmiiksi linjastoon sopivalla tavalla. Maalauslinjaston ongelmaksi muodostui muuta linjastoa ajatellen se, että sen tahtiaikaa ei periaatteessa pysty mitenkään parantamaan nykyisestä. Maalattavan tuotteen pesuun, kuivumiseen, maalaamiseen ja kuivattamiseen menee joka tapauksessa aina sama aika. Ajoista ei voi tinkiä ilman, että maalipinnan laatuun olisi vaikutusta.

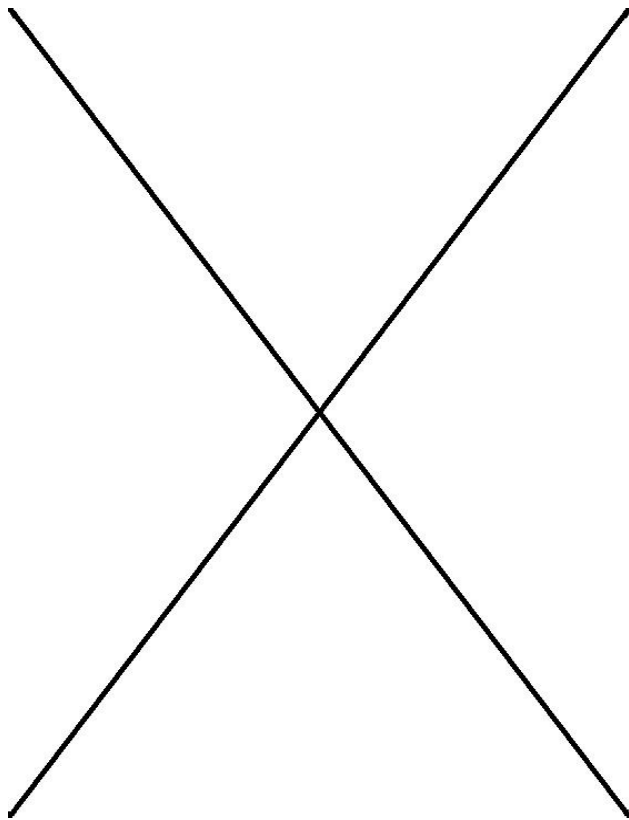
Vain linjaston ripustusjärjestyksellä pystyttiin järjestelemään tuotteet niin, että tuotteita valmistuu tasaisin väliajoin. Maalaamon läpi kun kulkee tuotteiden x ohella myös pienosat. Maalauksen synkronoimiseksi muuhun linjastoon oli tarpeellista kiinnittää enemmän huomiota maalauksen työjärjestykseen. Maalaus-työvaihe aiheuttaa vieläkin satunnaisesti pienen odotusajan, koska se vaikuttaa merkittävästi kokoonpanon työtehtäviin. Mikäli Tuote X:ää ei tule maalauksesta,



ei myöskään kokoonpanossa ole juuri tekemistä. Myös ripustettavaksi menevä aika aiheuttaa väkisinkin pienen välivaraston maalauslinjaston edustalle.

Kuitenkin lean-muutoksen myötä maalauslinjaston edestä saatiin pienennettyä merkittävästi keskeneräisten tuotteiden välivarastoa. Usein maalaamon edusta oli aivan tukossa maalaukseen menevistä tuotteista ja siitä muodostui jo työturvallisuus riski. Lean-muutos toi selkeyttä maalauslinjaston edustalle, joka myös helpottaa maalaukseen ripustamista. Tuotteet löytyvät helposti ja oikea järjestys saadaan suunniteltua helpommin.

Muutoksen myötä myös maalauslinjastolle tehtiin huolto ja puhdistus töitä. Kiskot puhdistettiin öljystä, kuivausuunin eristystä parannettiin ja muita tarvittavia korjauksia suoritettiin.



Kuva 7. Tuote X menossa maalaukseen.

## 4.5 Varastot

Uuden varastojärjestyksen myötä otettiin varaston ylläpidon helpottamiseksi käyttöön kanban-järjestelmä. Järjestelmä toteutettiin ns. kaksilaatikkojärjestelmänä. Käytännössä tämä toimii niin, että jokaiselle osalle on varattu kaksi laatikkoa. Jokaiselle osalle on määrätty jonkinlainen eräkooko osan menekin mukaan.



Kuva 8. Kaksilaatikkojärjestelmä

Kun jonkin osan kohdalla ensimmäinen laatikko tyhjenee, otetaan käyttöön toinen laatikko. Tyhjän laatikon kanban-kortti annetaan varastomiehelle, joka tilaa tuotetta lisää. Tämä tarkoittaa sitä, että osilla on jatkuva toimitusketju, jolloin osat eivät pääse loppumaan yllättäen. Tämä tosin vaatii huolellisuutta ja täsmällisyyttä sekä korttien käytössä että osatoimittajalta ja osien tilauksesta vastaavalta henkilöltä.

Kanban-järjestelmän myötä myös Tuote X:ään tulevien koneistettavien osien tilausjärjestelmä muuttui kanban-tyyppiseksi. Näidenkin osien kohdalla kaksilaatikko järjestelmä osoittautui toimivaksi, mutta järjestelmää hieman muokattiin. Koska koneistetut osat tulevat yrityksen ulkopuoliselta toimittajalta, päätettiin koneistettujen osien laatikot koodata. Kun laatikko tyhjenee, ei tilausta tee va-

rastomies vaan laatikko lähetetään takaisin toimittajalle ja koodin perusteella he tietävät tehdä samanlaisia osia tilalle. Käytännössä toimittajalla on valmiina yksi erä kutakin tuotetta jo valmiina varastossa.

Järjestelmän myötä koneistusosien varastointi muuttui kaupintavarastoksi. Tämä tarkoittaa sitä, että osat ovat toimittajan ”omistuksessa”, mutta asiakkaan tiiloissa, niin kauan kunnes osa otetaan käyttöön. Laskutus tapahtuu käytettyjen osien mukaan.

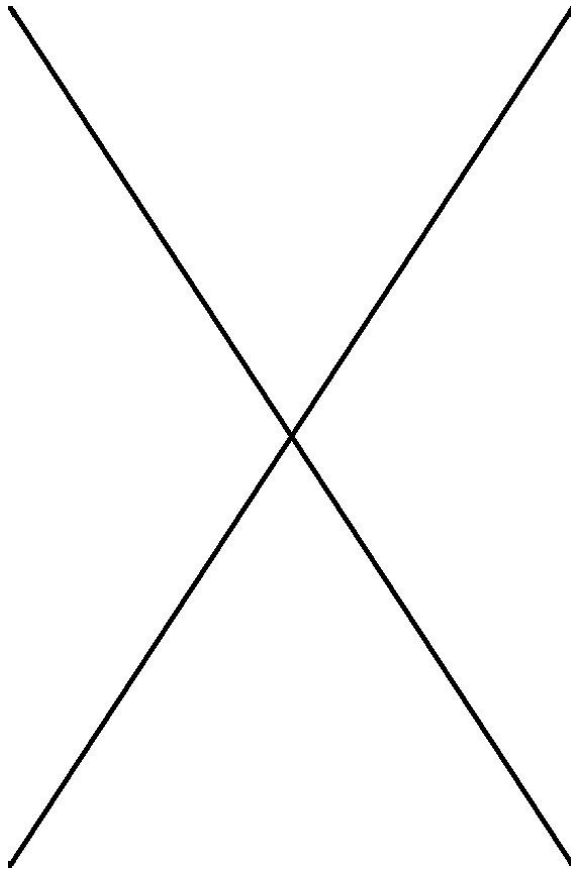
#### **4.6 Kokoonpano**

Kokoonpanotilassa tuotteiden sisäpuhtaus tarkastetaan, ja mahdolliset epäpuhtaudet puhdistetaan joko koneellisesti tai käsin pyyhkimällä. Lisäksi tuotteiden sisäpinnalta otetaan pois kaikki hitsausroiskeet ja muut roskat. Tämän jälkeen puhtaat tuotteet varustellaan tilauksen kuuluvien vaatimuksien mukaisesti. Lopuksi tuotteen sisäpinnoille laitetaan vielä ohut kerros suojaöljyä ruostumisen estämiseksi ja saumojen tiiviys ja virheettömyys vielä tarkastetaan. Mikäli mitään huomautettavaa ei ole, voidaan tuote laittaa kuljetusta varten joko telineelle tai lavalle. Sitten valmis tuote viedään odottamaan kuljetusta asiakkaalle.

Kokoonpanopuolelle suurin muutos oli uuden vaahtopesutilan rakentaminen. Vaahtopesutilan oli tarkoitus myös nopeuttaa tuotteiden sisäpuhdistusta ja mahdollistaa useamman tuotteen yhtäaikainen sisäpuhdistus. Vaahtopesutilan jälkeen tuotteet siirretään suoraan kokoonpanoon, jossa Tuote X viimeistellään toimituskuntoon. Yksi suuri ongelmakohta kokoonpanossa on tuotteiden saumojen tiiviyn testaus. Täysin varmaa ja nopeaa tapaa ei vielä ole keksitty, millä saumojen vuotokohdat saataisiin paikannettua. Tällä hetkellä testaus suoritetaan paineilman ja silmämääräisen tarkastelun avulla.

## 4.7 Vaahtopesu

Vaahtopesulla tarkoitetaan tuotteiden sisäpintojen puhdistusta erään vaahtopesuliuoksen avulla. Vaahtopesuliuoksen vaatimien ympäristövaatimusten takia jouduttiin tälle työvaiheelle rakentamaan oma tila. Aikaisemmin vaahtopesun tehoa oli vain kokeellisesti testattu ilman erillistä tilaa. Vaahtopesun teho oli sen verran huomattava, että lean-muutoksen myötä päätettiin rakentaa vaahtopesulle oma tila. Vaahtopesutilan tarkoitus on nopeuttaa sisäpuhdistusta, ja mahdollistaa turvalliset työskentelyolosuhteet. Tilassa tuotteelle suoritetaan kaiken kaikkiaan kolme eri puhdistusvaihetta. Vaahtopesun jälkeen tuote siirretään kokoonpano-osastolle.



Kuva 9. Tuote Y:n vaahtopesu.

Vaahtopesuvaiheetkin pyrittiin saamaan linjastomaiseksi siten, että Tuote Y:tä valmistuisi tasaisesti tahtiajan puitteissa. Ongelmaksi muodostui prosessin työvaiheiden järjestys ja vaahtopesuaineen vaikutusaika. Tuotteita valmistuu vaahtopesusta hieman epätasaisella tahdilla, ja usein useampi tuote lähes samanai-

kaisesti. Kokoonpanon kannalta tahti on kuitenkin hyvä ja pienen välivaraston mahdollisuus ennen kokoonpanoa mahdollistaa sujuvan tuotannon. Myös vaahtopesua tarvitsemattomat tuotteet oli tarkoitus kuljettaa vaahtopesutilan kautta, mutta toistaiseksi nämä tuotteet pestään erikseen omalla pesupaikallaan ja vietään sitten loppukokoonpanoa varten.



Kuva 10. Muiden tuotteiden pesupiste.

## 5 Muutostyön vaikutukset

Muutostyöt ovat aina ongelmallisia yritysten kannalta. Henkilöstöä pitäisi pystyä ennalta kouluttamaan ja valmentamaan tulevaa muutosta ajatellen. Myös yrityksen johdon on sitouduttava muutokseen ja uskottava täysillä muutokseen toimivuuteen ja tärkeyteen. Kuitenkin oli valmistautuminen miten hyvää tahansa, ei ongelmilta voida yleensä täysin välttää.

Muutos aiheuttaa aina jonkinlaista muutosvastarintaa ja varsinkin, kun kyse on koko tuotantomallin muutoksesta. Ensimmäinen tunne jonka muutos aiheuttaa

on pelko. Se miten pelkoon suhtaudutaan, on olennainen asia muutoksen hallinnassa. Myös esimiesten on kyettävä hallitsemaan tunteensa ja pysymään rauhallisena. Onkin tärkeää, että muutosta osataan johtaa taidokkaasti, sillä usein pelko aiheuttaa ihmisessä torjuntaa uusia asioita kohtaan. (Arikoski & Sallinen, 57.)

Lean-ajattelumalliin siirryttäessä on huomioitava, että kokonainen yrityksen kulttuuri muuttuu, jolloin uuden ajattelutavan tulon on valmistauduttava hyvin jo etukäteen. Muutos on pitkä prosessi ja tavoitteena on kehittyä pienin askelin, eikä kaikkia muutoksia tule tehdä yhdellä kerralla. Muutoksen onnistuminen vaatii asennemuutoksen, riittävästi tietoa sekä yksilön ja koko työyhteisön käytöksen muuttumisen. (Tiainen 1996, 17.)

## **5.1 Tuotanto**

Muutostyön vaikutukset tuotantoon olivat osittain nähtävissä välittömästi linjaston lähdettyä käyntiin. Varsinkin virheiden huomaaminen ja niihin puuttuminen helpottui välittömästi. Myös laatu alkoi parantua jo ensimmäisten viikkojen aikana selvästi. Valmistuksen kannalta merkittävä parannus oli päiväkohtaisesti valmistuvien tuotteiden määrän kasvussa. Parhailtaan linjasto pystyy tuottamaan päivässä jopa viisikymmentä prosenttia enemmän tuotteita kuin vanha tuotantomalli pystyi. Kaikkia muutoksen vaikutuksia ei vielä pystytä tarkasti määrittelemään, vaan ne ovat määriteltävissä vasta pidemmällä aikavälillä. Suuri muutos vie aina aikaa tottumiseen ja todellisten tulosten näkymiseen.

Tuotannosuunnitteluun muutos toi selvän parannuksen. Kun tuotteen läpimenoaika on tiedossa, tiedetään myös kuinka monta tuotetta pystytään päivässä valmistamaan. Tämä helpottaa toimituslupauksien tekemistä, eikä näin ollen myöhästyneitä toimituksia synny yhtä helposti kuin ennen. Nyt asiakkaalle voidaan luvata tuote täsmällisesti tietylle päivälle.

## 5.2 Laatu

Laatu on parantunut ja yhtenäistynyt selvästi. Mahdollisuus prosessin jatkuvaan parantamiseen on helpottunut linjaston myötä ja sillä on myös myönteinen vaikutus laatuun. Linjastoajatus on kuitenkin vielä niin uusi, että täyttä hyötyä siitä ei vielä saada irti. Toiminta kuitenkin kehittyy jatkuvasti joten laadun uskotaan parantuvan entisestään. Virheisiin puuttuminen on selvästi aiempaa helpompaa, koska virheen syntyminen pystytään paikantamaan nyt nopeasti.

Yrityksen saamat reklamaatiot ovat olleet vähenemään päin lean-muutoksen myötä. Vielä on vaikea sanoa, mikä todellinen muutoksen vaikutus on reklamaatioihin, koska seurantaa ei ole vielä ennätetty kunnolla tehdä. Linjaston suorainen vaikutus reklamaatioiden määrään saadaan näkymään vasta myöhemmässä vaiheessa, kun tilastoja saadaan verrattua pidemmältä ajalta. Kuitenkin alkukeväästä 2012 reklamaatioiden suunta näytti olevan vähenemään päin.

## 5.3 Tyytyväisyys

Henkilöstö oli Yritys X:ssä muutokseen aluksi osittain tyytyväisiä ja osittain tyytymättömiä. Osalle muutos tuntui olevan hyvinkin hankala asia ja jotkut kokivat linjastomaisen tuotantomallin hyvin mielekkääksi. Aluksi hankaluuksia toivat hitsaajille uusien telineiden myötä tulleet uudet hitsausasennot, joihin tottuminen vei aikansa. Viimeistelyssä työvaiheista tuli selkeämmät ja linjastolle muutoksen jälkeen tulleen uuden työntekijänkin oli helppo omaksua ne nopeasti. Maalaukseen ei työntekijöiden kannalta tullut suurta muutosta, vaan maalausprosessi säilyi ennallaan. Loppukokoonpanossa muutokseen ei oltu aluksi kovinkaan tyytyväisiä, koska jokainen oli omaksunut jo omat työtapansa, eikä yhtenäistä teko tapaa ollut helppo löytää. Linjastoajattelu kuitenkin vaikutti olevan mieluinen, helpottaen ja selkiyttäen työtehtäviä.

Omistajien puolelta Lean-muutokseen on oltu hyvinkin tyytyväisiä jälkepäin tekemäni kyselyn mukaan. Muutos tehtiin kokeiluluontoisesti ensin Tuote X:ää valmistavassa yksikössä, mutta nyt on ajatukset muidenkin yksiköiden muutostyöstä heränneet. Lopulliset tulokset lean-tuotannon toimivuudesta ja kannattavuudesta saadaan selville vasta pidemmän ajan kuluessa, mutta alku on ollut lupaava.

## **6 Yhteenveto ja pohdintaa**

Tuotannon kehittyminen ja muuttuminen tehokkaammaksi oli lähes väistämätöntä Yritys X:n toiminnan kannalta. Tuotteita valmistui tarpeeseen nähden liian vähän ja laatu oli vaihtelevaa, joten jotakin oli tehtävä. Ratkaisu lean-ajattelutapaan siirtymisestä päätettiin tehdä ja muutos otettiin vastaan.

Muutoksen jälkeen tuotteiden laatu ja tuotannon kyvykkyys kasvoi siinä määrin, että valmiudet valmistaa laadukkaita tuotteita asiakkaan tarpeiden mukaisesti saavutettiin. Tuotanto tehostui huomattavasti ja Tuote X:n valmistusvolyymi kasvoi merkittävästi. Jopa 50 % enemmän päiväkohtaisesti valmistettuja laadukkaita tuotteita ei jätä epäselväksi, oliko muutos todellakin kannattava.

Muutostyö on pitkä prosessi, eikä tilastollisia tuloksia saatu tähän työhön vielä lisättyä. Tilastollisesti uskoisin kuitenkin lean-ajattelun vaikuttavan merkittävästi vuosittaisen valmistuksen määrän kasvuun, sekä reklamaatioiden vähenemiseen. Myös laadun uskoisin parantuvan entisestään kunhan linjastoon saadaan parempi tuntuma ja henkilöstö täysillä mukaan kehitykseen.

Jos lean-linjastosta haluttaisiin saada maksimihyöty, pitäisi tehdas suunnitella alusta alkaen lean-ajatteluun perustuen. Jälkepäin muutos tuo aina lisäongelmia ja ylimääräistä opettelua. Jos työntekijäkin pääsisi aloittamaan työt suoraan linjastossa, ei muutosvastarintaa syntyisi. Tilanne olisi uusi ja asiat vain opeteltava. Myös tehdastilojen järjestely on helpompi suunnitella, jos ei tarvitse miettiä mihin se kaikki ylimääräinen siirretään ja miten kaikki saadaan tiloihin



mahtumaan. Lisäksi ongelmia voi tulla jo olemassa olevan tuotannon käynnissä pitämisessä muutostyön aikana.

Kaiken kaikkiaan lean-muutostyöhön osallistuminen oli erittäin opettavainen kokemus. Lean-ajatteluun perustuvan tuotannon tehokkuus ilmeni erittäin nopeasti ja yllätti monet muutosta epäilleet. Lean on vielä kovin tuntematon tuotannon kehittämismenetelmä, mutta uskon tulevaisuudessa lean-ajattelun yleistyvän Suomessa suuresti.

## Lähteet

- Arikoski, J. & Sallinen, M. 2007, Vastarinnasta vastarannalle: johda muutos taitavasti. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
- Kajaste, V. & Liukko, T. 1994. Lean-toiminta: suomalaisten yritysten kokemuksia. Tampere: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- Qualitas Fennica Oy 2012. 5S työolosuhteiden ja tuottavuuden kehittämisen tukena.  
[http://www.ims.fi/sites/default/files/21204\\_Artikkeli\\_5S%20ty%C3%B6olosuhteiden%20ja%20tuottavuuden%20kehitt%C3%A4misen%20tukena.pdf](http://www.ims.fi/sites/default/files/21204_Artikkeli_5S%20ty%C3%B6olosuhteiden%20ja%20tuottavuuden%20kehitt%C3%A4misen%20tukena.pdf). 23.4.2012
- Rother, M. 2011. Toyota Kata. Porvoo: Bookwell Oy.
- Tiainen, J. 1996. JOT: Tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmo: Kuhmon Kirjapaino Oy..
- Villanen, H. 2009. Käynnistä LEAN-toiminta.  
[http://www.hannuvillanen.fi/Kaynnista\\_LEAN\\_toiminta.pdf](http://www.hannuvillanen.fi/Kaynnista_LEAN_toiminta.pdf), 12.4.2012.
- Wikipedia 2012. Lean-manufacturing  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing) 8.4.2012.
- Wikipedia 2012. Toyota Production System  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Production\\_System](http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Production_System), 8.4.2012.
- Wikipedia 2011. Lean.  
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Lean>, 18.3.2012.
- Womack J.P. & Jones D.T. 2003. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Lontoo: Simon & Schuster UK Ltd.

| <b>Tuhlaus</b>     | <b>Lähtötilanne</b>   | <b>Lopputulokset</b>  |
|--------------------|---|---|
| Varastointi        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– välivarastoja jokaisen työvaiheen välillä</li> <li>– varasto epäjärjestyksessä</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ei välivarastoja</li> <li>– siistit ja järjestyksessä olevat varastot</li> </ul>   |
| Virheet            | <ul style="list-style-type: none"> <li>– paljon pieniä virheitä</li> <li>– aikaa tuhlaantui korjauksiin</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– virheet vähentyneet</li> <li>– reklamaatiot vähentyneet</li> <li>– virheiden syyt löydettävissä nopeammin</li> </ul>             |
| Ylimääräinen liike | <ul style="list-style-type: none"> <li>– osat kaukana työpisteistä</li> <li>– osien etsimistä</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– osat työpisteiden kohdalla.</li> <li>– tuotteet kulkevat telineillä työpisteiden välillä</li> <li>– virtaava tuotanto</li> </ul> |
| Yliprosessointi    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– työvaiheista ei selvää ohjeistusta</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– prosessia kehitetään pienin askelin kohti optimaalista prosessia</li> </ul>  |
| Odottelu           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ei selvää työjärjestystä</li> <li>– välillä ei tarvittavia osia</li> <li>– osien etsimiseen menee aikaa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– odottelu vähentynyt</li> <li>– osat siellä missä pitääkin</li> <li>– osia aina saatavilla</li> </ul>                             |
| Ylituotanto        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– riski valmistaa ylimääräistä tai turhaa</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– valmistus päiväkohtainen tarve kerrallaan</li> </ul>   |
| Kuljetukset        | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ei kunnollista seurantaa varastosaldoille</li> <li>– tuotteiden osissa usein puutteita</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– sisäiset kuljetukset minimoitu virtauksen avulla.</li> <li>– tuotteiden osat tulevat päivittäisen tarpeen mukaan</li> </ul>      |