

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketalouden koulutusohjelma

Yrittäjyys ja sähköinen liiketoiminta

2015

Eeva-Mari Jones

# LISÄARVOA TUOTTAMATTOMAN TYÖN VÄHENTÄMINEN TUOTANNON LAYOUT-MUUTOKSILLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Eeva-Mari Jones

## LISÄARVOA TUOTTAMATTOMAN TYÖN VÄHENTÄMINEN TUOTANNON LAYOUT- MUUTOKSILLA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tehostaa tuotannon läpimenoaikoja ja ohjata materiaalivirta yhdensuuntaiseksi tuotannon pinta-alaa pienentämällä. Työssä keskitytään erityisesti varastointiin, kuljetukseen ja liikkeeseen, joissa arvioitiin olevan parhaat potentiaaliset kehitysmahdollisuudet ja sitä kautta saatavat säästöt.

Hella Lighting Finland Oy:ssä toteutettava projekti aloitettiin kartoittamalla kunkin toiminnon nykyisellä toimintatavalla vaatima tila hukan havainnointiprosessin ja arvovirtakaavion avulla. Uuden toimintatavan mukainen layout suunniteltiin niin, että siirtomatkat olisi optimoitu ja turha kuljetus poistettu. Ruiskupuristuskoneet sijoitettiin prosessin alkupäähän ja koneita vähennettiin ajoja yhdistelemällä. Seuraavaan prosessin vaiheeseen suunniteltiin alue kokoonpanosoluille ja niin ikään työpisteiden määrää vähennettiin töiden yhdistelyllä. Nopeasti kiertävät komponentit siirrettiin tuotannossa sijaitseviin supermarketteihin ja vain hitaasti kiertävät komponentit varastoihin.

Tuotannon layout projekti aloitettiin vuonna 2012 ja aikataulutettiin toteutettavaksi vuoden 2015 loppuun mennessä. Projektille asetetun tavoitteen mukainen tilansäästö saavutettiin ja koneita vähentämällä käyttöaste nousi hyväksyttävälle tasolle, sekä koneiden ennakkohuolto-, korjaus- ja energiakulut pienentyivät. Myös tavoitteeksi asetettu hukan vähentäminen saavutettiin ja sitä mitattiin turhan liikkeen ja siirtojen vähentymisellä. Materiaalivirran tehostuminen todennettiin siirtokirjausten ja inventointierojen vähentymisellä.

Projektin alussa asetetut tavoitteet toteutuivat ja osittain tulokset jopa ylittivät tavoitteet.

### ASIASANAT:

Ainevirrat, logistiikka, materiaalitalous, lisäarvoa tuottava, layout, hukka

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Business Administration | Entrepreneurship and e-Business

10.12.2015 | 37

Markku Rajala

Eeva-Mari Jones

## REDUCTION OF NON-VALUE-ADDED WORK BY LAYOUT CHANGES

The purpose of this thesis is to improve the production lead-times and to arrange one way material flow by reducing the production area. The main focus is on warehousing, transport and movement, where the most potential for development and savings was estimated to be.

Hella Lighting Finland Oy started this project by evaluating the space needed for each operation with existing way of operating by using waste observation process and value stream mapping. The new layout was planned according to the new way of operating so that the internal transport would be optimal and non-value-added movement would be eliminated.

Injection moulding machines were placed in the beginning of the process and the quantity of machines was reduced by combining several products into one machine. The following process step was planned to be assembly area with production cells, which was also reduced by combining some products into same cell. Components identified as high-runners were placed in supermarkets into the production area and only slow-movers were placed in warehouses.

Production layout project was started 2012 and scheduled to be finished by the end of 2015. Area saving was achieved according to the target and by reduction of the machines the utilization rate increased onto acceptable level. In addition to this the machine repair, maintenance and energy costs were reduced. Also non-value-added work which was set as target was reduced which was measured by reduction of movement and internal transport. Improvement of the material flow was proven by reduction of transport bookings and stock taking discrepancies.

The targets set to this project were achieved and partially even exceeded.

### KEYWORDS:

Material flow, logistics, non-value-added work, layout, waste

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET JA TAI SANASTO</b>	<b>6</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 TOIMITUSKETJUN HALLINTA</b>	<b>9</b>
1.1 Materiaalin hallinta	9
1.2 Läpimenoaikojen tarkastelu	11
1.2.1 Hukan tunnistaminen – 7W	11
1.2.2 Hukan havainnointi – 7W	13
1.2.3 Keinot hukan vähentämiseksi	14
1.3 Tuotannon layout	15
1.3.1 Tilatarpeen arviointi	17
1.3.2 Saavutettavat edut	17
<b>2 CASE</b>	<b>19</b>
2.1 Alkutilanteen kartoitus	19
2.1.1 Nykytilan kartoitus tehdastasolla	20
2.1.2 Nykytilan kartoitus toiminnoittain	21
2.1.3 Nykytilan kartoitus materiaalivirran osalta	23
2.2 Layout muutosten suunnittelu ja kehitystoimenpiteet	24
2.3 Vaikutusten arviointi/tulokset	26
2.3.1 Lattiapinta-ala osastoittain	27
2.3.2 Siirtomatkojen lyheneminen	28
2.3.3 Materiaalien siirtokirjaukset tuotannosta varastoon	29
2.3.4 Inventointierot	29
2.3.5 Ruiskupuristuskoneiden käyttöaste	30
2.3.6 Konekorjauskustannukset ja ennakkohuollot	31
2.3.7 Energian kulutus	33
2.4 Jatkosuosituks	33
<b>3 YHTEENVETO JA LOPPUPÄÄTELMÄT</b>	<b>35</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>37</b>

## KUVAT

Kuva 1. 7-Waste ( <a href="http://www.leanmanufacturingtools.org">www.leanmanufacturingtools.org</a> ).	12
Kuva 2. Hukan havainnointilomake (HLF Toimintakäsikirja).	13
Kuva 3. Toimitusketju ( <a href="http://www.jounisakki.fi">www.jounisakki.fi</a> ).	14
Kuva 4. Funktionaalinen layout ( <a href="http://www.logistiikanmaailma.fi">www.logistiikanmaailma.fi</a> ).	16
Kuva 5. Solulayout ( <a href="http://www.logistiikanmaailma.fi">www.logistiikanmaailma.fi</a> ).	16
Kuva 6. 7-Hukkaa (HLF Toimintakäsikirja).	20
Kuva 7. Nykyinen layout (HLF/Eeva-Mari Jones).	21
Kuva 8. Arvovirtakaavio (HLF/Kai Alm).	23
Kuva 9. Virtauskaavio (HLF/Mauri Hemanus).	25
Kuva 10. Tuleva layout (HLF/Eeva-Mari Jones).	26
Kuva 11. Toteutunut uusi layout (HLF/Eeva-Mari Jones).	27
Kuva 12. Pinta-alojen muutos (HLF/Kai Alm/Eeva-Mari Jones).	28
Kuva 13. Materiaalien siirtokirjaukset (HLF/Mauri Hemanus/Eeva-Mari Jones).	29
Kuva 14. Inventointierot (HLF/Mauri Hemanus/Eeva-Mari Jones).	30
Kuva 15. Koneiden käyttöasteen muutos (HLF/Eeva-Mari Jones).	31
Kuva 16. Konekorjaukset (HLF/Outi Pakola/Eeva-Mari Jones).	32
Kuva 17. Ennakkohuollot (HLF/Outi Pakola/Eeva-Mari Jones).	32
Kuva 18. Tuotannon sähkön kulutus (HLF/Jarkko Merilä/Eeva-Mari Jones).	33

## TAULUKOT

Taulukko 1. Ruiskupuristuskoneiden käyttöaste (HLF/Eeva-Mari Jones, osa tiedostosta).	22
Taulukko 2. Siirtomatkat (HLF/Kai Alm/Mauri Hemanus).	28

## KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

TQM	Total Quality Management (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349)
JIT	Just in Time (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349)
7W	7-Waste ( <a href="http://www.leanmanufacturingtools.org">www.leanmanufacturingtools.org</a> )
VSM	Value Stream Map (Kouri 2010, 21)
Supermarket	tuotannon alueelle sijoitettu materiaalihylly, jossa säilytetään nopeasti kiertävät komponentit
Layout	pohjapiirustus, johon on sijoitettu tuotannon koneet ja työpisteet
Logistiikka	materiaali- ja tietovirtojen hallinta
Hukka	lisäarvoa tuottamaton työ
Spaghettidiagrammi	käytetään kuvaamaan materiaalin kulkua ja liikettä paikasta toiseen

# 1 JOHDANTO

Tutkielmani aiheena on tuotannon layout-projekti, joka toteutetaan Hella Lighting Finland Oy:ssä kautena 2012-2015.

Hella Lighting Finland Oy (jäljempänä HLF) sijaitsee Salossa ja kuuluu saksalaiseen Hella konserniin. HLF valmistaa valaisimia ajoneuvoihin, risteilyaluksiin ja rakennuksiin. Yrityksen liikevaihto tilikautena 2013/2014 oli noin 25 miljoonaa euroa ja yrityksen palveluksessa työskentelee 175 henkilöä.

Nykyisen työni kautta minulle tarjoutui mahdollisuus tehdä opinnäytetyö työpaikallani toteutettavasta layout-muutoksesta. Toimin yrityksessä tuotantopäällikkönä ja minulle luonnollisesti annettiin projektin vetovastuu, koska projektin toimenpiteet koskivat nimenomaan tuotannossa tehtäviä muutoksia.

Olen kerännyt tähän tutkielmaani teoriaosuuden lisäksi omia kokemuksiani ja kerron ratkaisuksista, joita teimme layout-projektin edetessä ja miksi juuri niihin päädyttiin.

Teollinen tavaratuotanto, oli sitten kyse raaka-aineista, komponenteista, päivittäistavaroista, tarvikkeista tai investointihyödykkeistä, tarvitsee toimiakseen tehokkaasti hyvin toimivaa logistiikkaa. Logistiikan tehtävinä on varmistaa tarvittavien materiaalien oikea-aikainen saaminen tuotantoa varten, tehostaa tuotannon sisäisten tavaravirtojen hallintaa ja ohjausta ja hoitaa valmiiden tuotteiden varastointi ja siirto ketjussa seuraavaan vaiheeseen (Karrus 2001, 72).

Terve järkikin sanoo, että tulokseen päästään tehokkaimmin, kun tehdään vain se, mitä tarvitaan ja jätetään pois kaikki ylimääräiset toiminnot (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349).

Yrityksessämme oli aiemminkin tehty tuotannon tehostusprojekteja, mutta pienimuotoisempina kohdistuen yhteen prosessin vaiheeseen tai tuotantosoluun. Tässä projektissa siirsimme kokonaisia tuotanto-osastoja ja

prosessin vaiheita tehtaan päästä toiseen ja tiivistimme tuotannon pinta-alaa kolmanneksella.

Suurin toimintatavan muutos liittyi materiaaliketjun hallintaan, jossa siirryimme perinteisestä varastoinnista tuotantoon sijoitettuihin supermarketteihin.

Tutkimuksen kohteena oli toiminnan tehostaminen lisäarvoa tuottamattoman työn eli hukan vähentämisellä. Käytimme havainnoinnissa apuna hukan havainnointiprosessia ja spaghettidiagrammeja. Materiaalivirtoja tutkimme value stream mappingin eli arvovirtakaavion avulla.

Suurimmat muutospaineet kohdistuivat varastointiin, kuljetukseen ja liikkeeseen, joissa havaitsimme olevan suurimmat parannuskohteet toiminnan laadun osalta ja niin ikään myös suurimmat potentiaaliset säästöt.

Projektin tavoitteeksi asetimme siis läpimenoaikojen nopeuttamisen, lisäarvoa tuottamattoman työn vähentämisen tai kokonaan poistamisen ja tuottavuuden parantamisen materiaaliketjun tehokkaalla virtautuksella ja tuotannon pinta-alan pienentämisellä.



## 2 TOIMITUSKETJUN HALLINTA

### 1.1 Materiaalin hallinta

Teollinen tavaratuotanto, oli sitten kyse raaka-aineista, komponenteista, päivittäistavaroista, tarvikkeista tai investointihyödykkeistä, tarvitsee toimiakseen tehokkaasti hyvin toimivaa logistiikkaa. Logistiikan tehtävinä on varmistaa tarvittavien materiaalien oikea-aikainen saaminen tuotantoa varten, tehostaa tuotannon sisäisten tavaravirtojen hallintaa ja ohjausta ja hoitaa valmiiden tuotteiden varastointi ja siirto ketjussa seuraavaan vaiheeseen. Teollisissa ympäristöissä puhutaan usein tulologistiikasta, tuotantoyksikön sisäisestä logistiikasta ja lähtölogistiikasta. Näiden kaikkien hyvä koordinointi yhdessä tuotannon suunnittelun ja ohjauksen kanssa on tarpeen tuotannon sujumuuden takaamiseksi (Karrus 2001, 72).

Tuotteet ja tuotteiden rakennekuvaukset, tuotteiden tuottamisen vaatima laite- ja henkilökapasiteetti ja aika sekä tarvittavat raaka-aineet, materiaalit ja komponentit on määriteltävä tuotannon suunnittelua varten. Tarvittavien raaka-aineiden, materiaalien ja komponenttien riittävä saatavuus on varmistettava joko varastoimalla tai tehokkaalla hankintatoimella. Raaka-aineet, materiaalit ja komponentit on ohjattava tuotantoon mahdollisimman oikeana ajankohtana. Lisäksi on varmistettava tuotantoyksikön sisäisten toimintojen tarvitsemien tavaravirtojen toimivuus keskeneräisen työn ohjauksella (Karrus 2001, 73).

Terve järkikin sanoo, että tulokseen päästään tehokkaimmin, kun tehdään vain se, mitä tarvitaan ja jätetään pois kaikki ylimääräiset toiminnot. Kokonaislaatuajattelu (total quality management, TQM) pohjautuu juuri tähän periaatteeseen. Vielä kymmenkunta vuotta sitten oli tavallista, että toimitusprosessiin sisältyi useita päällekkäisiä laaduntarkastuksia, suorituksen valvontaa, turhaa pakkaamista ja niin edelleen (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349).

Yksi länsimaisen laatuajattelun edelläkävijä, Phil Crosby, käytti käsitettä *price of nonconformance*, joka voitaneen kääntää vapaasti *epätarkoituksenmukaisuuden kustannuksiksi*. Käsite viittaa turhiin kustannuksiin, joita aiheutuu kaikesta, mikä ei ole aivan tarpeellista. Tällä periaatteella tehdyt toimitusketjun työvaiheiden, tapahtumien ja kustannusten analyysit paljastivat säännöllisesti huomattavan suuria tarpeettomia kustannuseriä (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349).

*Just in time*-ajattelu (JIT) perustuu havaintoon, että missä tahansa toimitusprosessissa, jossa toimitusajat ovat pitkiä, tavaralle ei suurimpaan osaan ajasta tapahdu mitään. Tavara vain odottaa tuotantoerän alkua, seuraavaa tuotantovaihetta, kirjausta, käsittelyä, lastausta, lähetystä, hyväksyntää, kuljetusta tai jotakin muuta. Tänä aikana se sitoo varastotilaa ja on usein lisäksi alttiina hävikille tai vaurioille. Varastointi vaatii ohjaamista ja kirjanpitoa, tapahtui se sitten tehtaan lattialla työkoneiden välissä tai kuljetusliikkeen varastossa (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349).

Kaikki odotusaika on tyypillisesti täysin tarpeetonta sitoutuneen pääoman ja energian tuhlausta. Mitä lyhyempää tietä ja nopeammin sekä tieto, että tavara etenevät, sitä pienemmät ovat ketjun kokonaiskustannukset ja sitoutunut pääoma (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349).

Ei myöskään pidä unohtaa, että työkustannukset ovat merkittävä tekijä toimitusketjujen kustannuksissa ja työntekijät itsessään tärkeä voimavara koko prosessin onnistumisen kannalta (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349).

Ajan säästäminen liittyy usein toimitusketjun yksinkertaistamisen tavoitteisiin, mutta sen korostaminen erillisenä tavoitteena on osoittautunut hyödylliseksi monessa käytännön tilanteessa. Ennen kaikkea turhat odotusajat ja välivarastoissa seisominen sitovat turhaan pääomaa. Monissa yrityksissä on havaittu, että läpimenoaikojen määrätietoinen nopeuttaminen on tuonut mukanaan myös runsaasti muita kustannussäästöjä (Iloranta, Pajunen-Muhonen 2015, 349-350).

## 1.2 Läpimenoaikojen tarkastelu

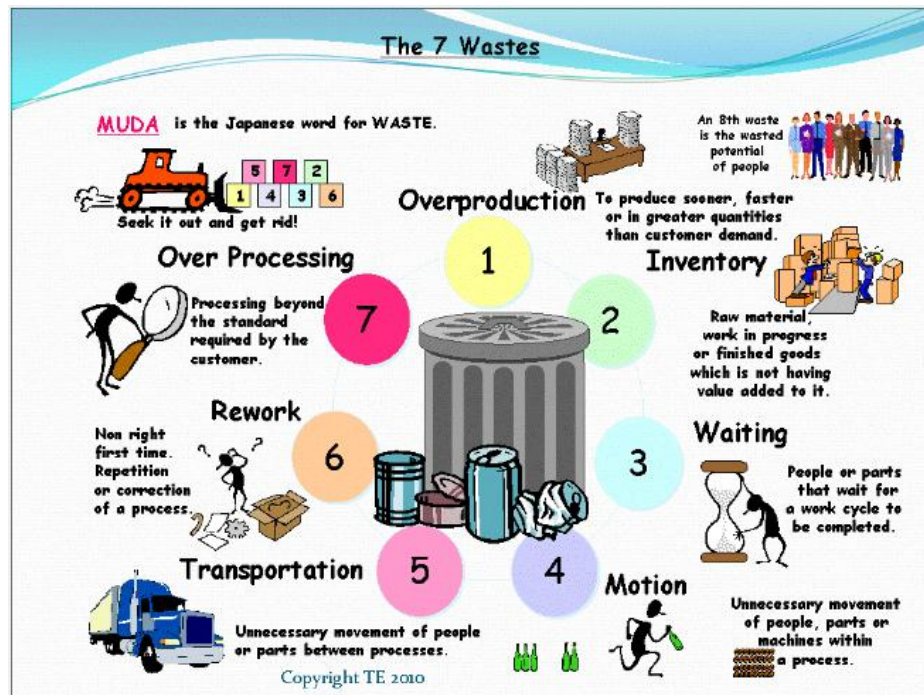
Tuotannon läpimenoajan lyhentäminen on yksi tuotannon suurista kannattavuutta parantavista tavoitteista. Läpimenoaika onkin yksi parhaista yrityksen toiminnan tehokkuutta kuvaavista mittareista ja se sopii mihin tahansa tuotantoon. Läpimenoajan lyhentämisellä saadaan vähennettyä tuotantoon sitoutuvan pääoman määrää. Saman tuotteen tekemiseen tarvitaan esimerkiksi vähemmän työtunteja ja puolivalmiita tuotteita on tuotannossa entistä vähemmän. Välivarastot ovat pienemmät tai niitä ei ole juuri lainkaan (www.jounisakki.fi 2015).

Läpimenoajan lyhentämisellä saavutetaan myös parempi tuotannon ennustettavuus, jolloin komponenttien ja henkilöresurssien varmistaminen helpottuu (www.jounisakki.fi 2015).

Läpimenoaikoja päästään lyhentämään vasta kun tiedetään mitä kussakin prosessin vaiheessa tapahtuu ja mistä pitkät läpimenoajat johtuvat. Läpimenoaikoja voidaan tarkastella ottamalla käyttöön hukan havainnointi prosessi, eli seurataan kutakin prosessin vaihetta ja kirjataan ylös mitä kussakin vaiheessa tapahtuu (www.jounisakki.fi 2015).

### 1.2.1 Hukan tunnistaminen – 7W

Läpimenoaikoja ja tehokkuutta syövä hukka on jaettu seitsemään lisäarvoa tuottamattomaan toimintoon (7W – 7 waste), mistä juontuu nimi 7W.



Kuva 1. 7-Waste ([www.leanmanufacturingtools.org](http://www.leanmanufacturingtools.org)).

1. Ylituotanto; tehdään enemmän kuin asiakas tai seuraava vaihe tarvitsee
  - tehdään susivaraa, yhdistellään tulevaisuuden tilauksia
2. Varastot; kaikki materiaalit, joita ei juuri nyt tarvita seuraavaan vaiheeseen
  - materiaalivarasto, puolivalmiit, valmiit tuotteet
3. Odotus; odotetaan materiaalia, koneen häiriötä, tarkastuksen tekemistä
  - ihmiset odottavat materiaalia tai ohjeistusta
4. Liike; kaikki liikkeet, jotka eivät lisää arvoa työhön
  - kurottelu, etsiminen, nostaminen, osien valitseminen
5. Kuljetus; materiaalin tai keskeneräisen tuotteen kuljetus
  - seuraavalle työvaiheelle, varastoon, tarkastukseen
6. Virheet; työ, joka ei täytä asiakkaan tai seuraavan vaiheen vaatimuksia
  - puuttuvat osat, väärät osat, korjaus
7. Ylitekeminen; toiminnot joiden kuvitellaan lisäävän arvoa
  - varmuuden vuoksi tehtävät vaiheet, liian hitaat tai nopeat koneet

Nämä seitsemän hukkaa vaikuttavat tehokkuuteen ja läpimenoaikoihin esimerkiksi lisääntyneenä henkilötyön tarpeena, menetettynä kapasiteettina, ylimääräisenä materiaalina, palkkakustannuksina odotusajalta, trukkien ja lavojen kustannuksina ja epäkuranttiusriskin kasvuna (HLF Toimintakäsikirja) .

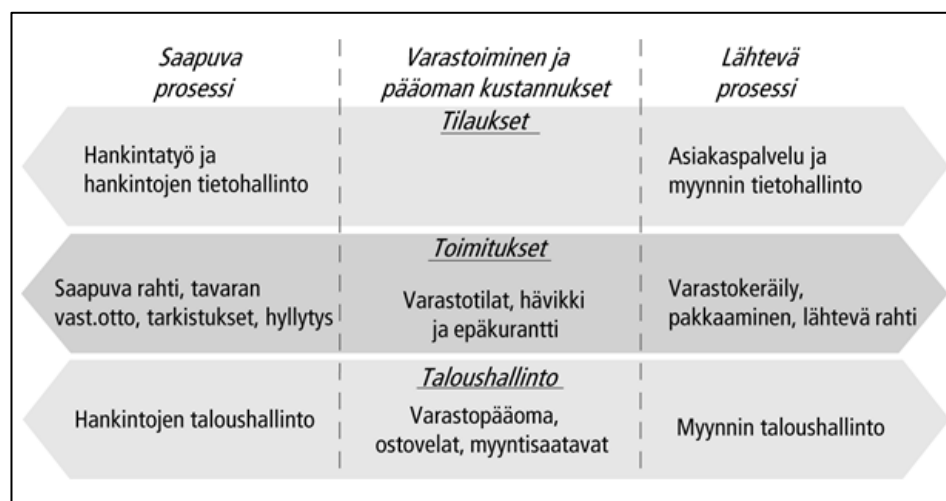


### 1.2.3 Keinot hukan vähentämiseksi

Yli tuotanto ja varastot kätkevät hukan ja näin ollen yli tuotannon karsiminen ja tuotannon virtautus ovat hukkien poistamisen lähtökohta. Selkeys ja havainnollisuus tuovat hukat esiin. Tuotannon arvoketjun tuottavuuden mittaamiseen tulisi käyttää Value stream mapping:iä (VSM), spaghettikaaviota ja vaihekohtaisen läpäisyajan mittaamista (Kouri 2010, 21).

Tuotannossa ei saa olla pullonkaulakohtia ja yhteistyön on oltava sujuvaa eri vaiheiden välillä. Soveltuvissa tuotannon kohdissa saavutetaan tehokkuutta automaatiota lisäämällä ja tuotantotilojen layout voidaan suunnitella tehokkaaksi (www.jounisakki.fi 2015).

Tuotannon prosessien kehittäminen ei tarkoita kehitystyötä vain oman yrityksen sisällä, vaan koko tilaus- toimitusketjun eri osat pitää saada toimimaan synkronissa keskenään. Esimerkiksi alihankinta ja materiaalitoimittajat ovat avainasemassa tehokkuutta tavoiteltaessa (www.jounisakki.fi 2015).



Kuva 3. Toimitusketju (www.jounisakki.fi).

Keinoja on paljon, mutta kokonaisuuden hallinnan avulla saavutetaan parhaat tulokset. Vain jonkin osan optimointi ei kannata (www.jounisakki.fi 2015).

## 1.3 Tuotannon layout

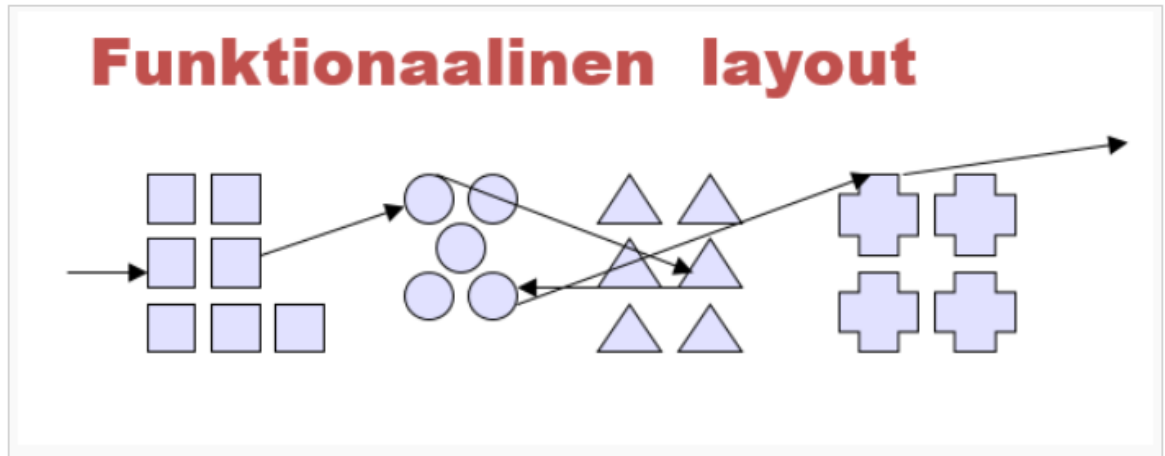
Tuotannon layoutilla tarkoitetaan sitä, miten tuotantotila on järjestetty: miten laitteet, työpisteet, varastot ja muut tarvittavat asiat on sijoitettu tehtaaseen. Tuotannon layoutiin sitoutuu usein aikaa, työtä ja rahaa eikä layoutin muuttaminen ole helppoa. Layoutilla on kuitenkin suuri merkitys tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta. Layout-päätökset ovat siis tärkeitä tuotannon kannalta ([www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi)).

Hyvä tuotannon layout:

- on turvallinen työntekijöille ja mahdollisille vierailijoille
- on organisoitu siten, että materiaalivirta on mahdollisimman tehokas: materiaaleja ja tuotteita ei kuljeteta pitkiä matkoja eikä edestakaisin
- minimoi tuotteen läpäisyajan
- minimoi työntekijöiden turhan liikkeen
- auttaa tuottamaan hyvää laatua
- hyödyntää käytettävissä olevan tilan tehokkaasti

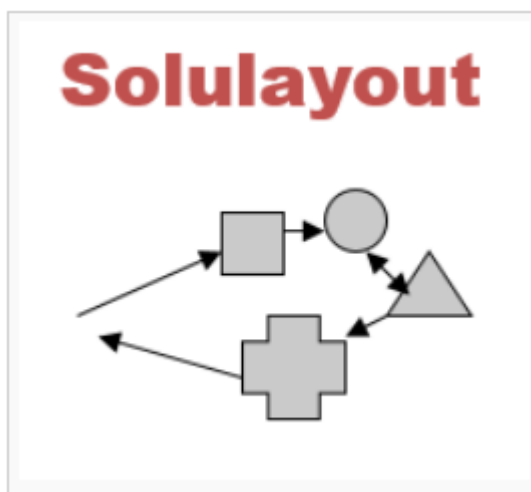
Layout-tyypit voidaan jakaa prosessilähtöisiin ja tuotelähtöisiin layouteihin.

Prosessilähtöisessä eli funktionaalisissa layouteissa samat toiminnot on ryhmitelty yhteen: esimerkiksi sorvaus, hitsaus, muoviosien valmistus, kokoonpano ja pakkaus ovat omia osastojaan. Tällainen layout sallii laajan erilaisen tuotekirjon, mutta vaatii paljon ohjausta koska materiaalivirrat ovat monimutkaiset ja tästä syystä läpäisyajat usein pitkiä ([www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi)).



Kuva 4. Funktionaalinen layout ([www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi)).

Tuotelähtöinen layout on suunniteltu päätuotteiden luonnollisen valmistusjärjestyksen mukaan. Etenkin pienivolyymiseen tuotantoon sopiva ratkaisu on usein solutuotanto, jossa yksi solu sisältää tuotteen tai puolivalmisteen tekemiseen vaaditut toiminnot ([www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi)).



Kuva 5. Solulayout ([www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi)).

Tuotannon sujuvuuteen ja tehokkuuteen, läpimenoaikoihin, työn tekemisen olosuhteisiin ja ergonomiaan, sekä tilan tarpeeseen voidaan vaikuttaa huomattavasti tehokkaalla layout-suunnittelulla. Huonosti suunniteltu laitteiden, työpisteiden ja materiaalintankkauspuisteiden sijoittelu voi käydä yritykselle kalliiksi.



Layoutin suunnittelun avulla sijoitetaan esimerkiksi toiminnot, varastot ja tuotantolinjat paikoilleen. Oikein tehty layout mahdollistaa tehokkaat materiaalivirrat, kevyet työvaiheiden väliset puskurit ja tilan tehokkaan käytön (<http://ep.fi>).

Layoutin suunnittelu on oleellinen vaihe uudishankkeissa, mutta myös hyvä keino olemassa olevien tilojen toimivuuden parantamisessa (<http://ep.fi>).

### 1.3.1 Tilatarpeen arviointi

Karkea layoutin suunnittelu kannattaa tehdä varhaisessa vaiheessa tilatarvearvion yhteydessä. Hankkeen edetessä layoutin suunnittelu tehdään esimerkiksi laite- ja varastotekniikkatarkkuuteen. Olemassa olevien tilojen toimivuutta ja tilan käytön tehokkuutta voidaan parantaa layoutin suunnittelulla jopa ilman suuria rakennusmuutostöitä (<http://ep.fi>).

Eri tuotannon vaiheille pitää varata riittävästi, mutta järkevästi tilaa. Turvallisuuseikat asettavat eri työvaiheille ja laitteille omat vaatimuksensa. Turvallisuusnäkökohdat voivat liittyä niin melutasoihin, käytettäviin materiaaleihin, kuin fyysisiin vaaroihinkin.

Optimoitu layout mahdollistaa tuotteen siirtymisen joustavasti vaiheesta seuraavaan. Siirtomatkojen optimointi ja turhien siirtojen vähentäminen on erittäin tärkeä osa layout-suunnittelua.

### 1.3.2 Saavutettavat edut

Layout-muutoksilla on mahdollista lyhentää läpimenoaikoja huomattavasti. Järkevällä tilankäytöllä ja prosessien kehittämällä voidaan tuotantoa jatkaa samoissa tiloissa, vaikka yritys kasvaisikin. Toisaalta huono tilankäyttö voi vaatia tuotannolta moninkertaisen neliömäärän ja pakottaa kalliisiin rakennusten laajentamisiin tai suurempaan vuokra-alaan.

Suuren tuotantoalueen suunnittelussa voidaan käyttää hyväksi simulointityökaluja, joilla voidaan esimerkiksi laskea materiaalivirtoja ja miten eri layout-vaihtoehdot vaikuttavat toimintaan.

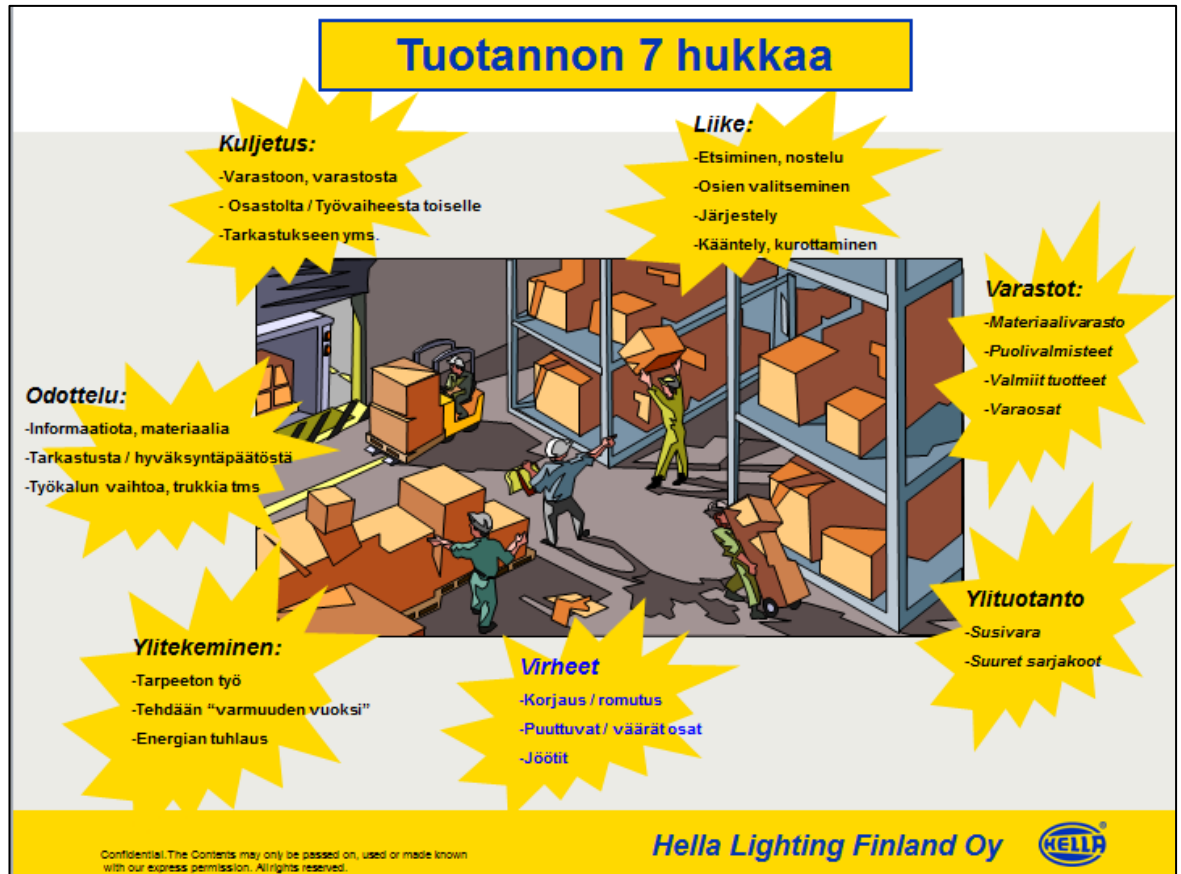
## 2 CASE

### 2.1 Alkutilanteen kartoitus

Projektin tavoitteena oli tuottavuuden parantaminen eliminoimalla lisäarvoa tuottamattomat toiminnot; hukat ja tilan vapauttaminen uusille projekteille.

Tehtaallamme oltiin totuttu siihen, että tilaa oli runsaasti käytettävissä ja toimittiin sen mukaisesti. Vaikka tilansäästöä ei suoraan taloudellista hyötyä saavutettaisikaan, koska kiinteistö on yrityksen omistama niin tiivistämällä toimintoja vältymme pitkiltä siirtomatkoilta, vähennämme hukkaa ja näin ollen tehostamme toimintaamme.

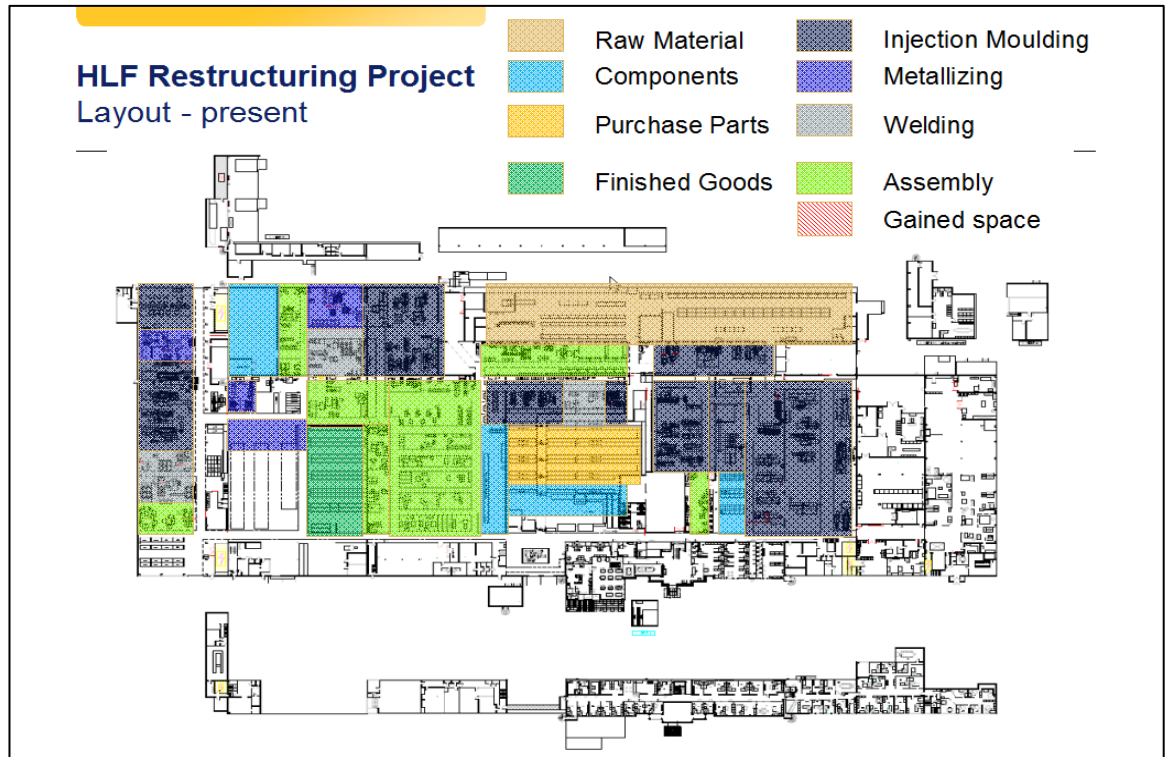
Tehtaallamme on otettu käyttöön konsernitason hukan havainnointi prosessi nimeltään 7-W, joka sisältää seitsemän eri asiaa jotka mielletään hukaksi. Keskityimme tässä projektissa erityisesti varastointiin, kuljetukseen ja liikkeeseen, koska olimme havainneet siinä suurimmat kehityskohteet.



Kuva 6. 7-Hukkaa (HLF Toimintakäsikirja).

### 2.1.1 Nykytilan kartoitus tehdastasolla

Nykytilan arviointi aloitettiin karkealla tasolla ensin kartoittamalla alueet, joille eri toiminnot oli tällä hetkellä sijoitettu. Pohjapiirustukseen merkitsemällä saimme käsityksen kunkin toiminnon vaatimasta tilasta nykyisellä toimintatavalla.



Kuva 7. Nykyinen layout (HLF/Eeva-Mari Jones).

### 2.1.2 Nykytilan kartoitus toiminnoittain

Karkean tason kartoitusta tehtäessä havaitsimme, että ruiskupuristus nykyisellä konekannalla vaatii suurimman alueen tehtaan pinta-alasta. Näin ollen aloitimme yksityiskohtaisemman kartoituksen juuri ruiskupuristusosastolta. Koneiden käyttöastetta analysoimalla pystyimme päättämään tarvittavien koneiden määrän ja niille tarvittavan tilan.

Hella code	IMM			Change over time h/a	Production h/a SAP routings	Scrap h/a	Production&changes&scrap	Utilization rate/ 2 shifts	Utilization rate/ 3 shifts
61.04	103159	RV 59 ENGEL 40	TY10	63	920	17	1000	0,28	0,20
61.04 Result							1000	0,28	0,20
61.06	63155	RV 55 ENGEL 50T	TY10	133	1684	30	1846	0,51	0,37
	65156	RV 56R ENGEL 60T	TY10	184	1341	43	1569	0,44	0,31
	103152	RV 52 ENGEL 65T	TY10	116	866	26	1009	0,28	0,20
	103153	RV 53 ENGEL 65T	TY10	138	2501	79	2718	0,76	0,54
61.06							7142	0,50	0,35
61.08	103149	RV 49M KRAUSS-MAFFEI 80T		135	1371	54	1559	0,43	0,31
	103151	RV 51 KRAUSS-MAFFEI 80T		255	2684	80	3019	0,84	0,60
	103154	RV 54M KRAUSS-MAFFEI 80T		102	2695	3	2800	0,78	0,56
	103157	RV 57 ENGEL 70	TY10	120	1039	40	1199	0,33	0,24
	103158	RV 58 ENGEL 70	TY10	108	1320	18	1446	0,40	0,29
61.08							10024	0,56	0,40
61.10	103134	RV 34M KRAUSS-MAFFEI 110T		257	2534	83	2874	0,80	0,57
	103147	RV 47M KRAUSS-MAFFEI 110T		115	1179	36	1330	0,37	0,26
61.10							4204	0,58	0,42
61.12	123131	RV 31R ENGEL 150T+KASETOINTI		103	1631	1	1735	0,48	0,34
	123139	RV 39M BATTENFELD 130T		159	3398	18	3575	0,99	0,71
	123141	RV 41M ENGEL 150T	TY10	211	1001	26	1238	0,34	0,25
	125142	RV 42 ENGEL 150T	TY50	263	796	104	1163	0,32	0,23
	903137	RV 37 UA-HITS.ROB.ENGEL 150T		162	2283	28	2473	0,69	0,49
61.12							10184	0,57	0,40
61.15	123130	RV 30M ENGEL 200T	TY10	106	2127	54	2287	0,64	0,45
	143118	RV 18 FANUC ALPHA 250iA HS		175	961	72	1207	0,34	0,24
	143125	RV 25M KRAUSS-MAFFEI 250T		284	1266	66	1616	0,45	0,32
	145329	RV 29R ENGEL 200T	TY10	273	1403	47	1723	0,48	0,34
	923121	RV 21R KM 200T + KASETOINTI		174	963	43	1181	0,33	0,23
61.15							8014	0,45	0,32
61.16	143123	RV 23R KRAUSS-MAFFEI 250T		274	874	115	1264	0,35	0,25
61.16							1264	0,35	0,25
61.17	143127	RV 27 R ENGEL 250T	TY10	92	690	5	787	0,22	0,16
	145124	RV 24R ENGEL 300T	TY10	137	1260	10	1407	0,39	0,28
	193114	RV 14 FANUC ALPHA 350iA		132	537	3	673	0,19	0,13
61.17							2867	0,27	0,19
61.18	193113	RV 13M ENGEL 350T	TY10	234	1191	6	1431	0,40	0,28
	193117	RV 17M ENGEL 350T	TY10	373	1974	75	2423	0,67	0,48
	195320	RV 20M ENGEL 350T	TY50	123	428	7	558	0,16	0,11
61.18							4412	0,41	0,29

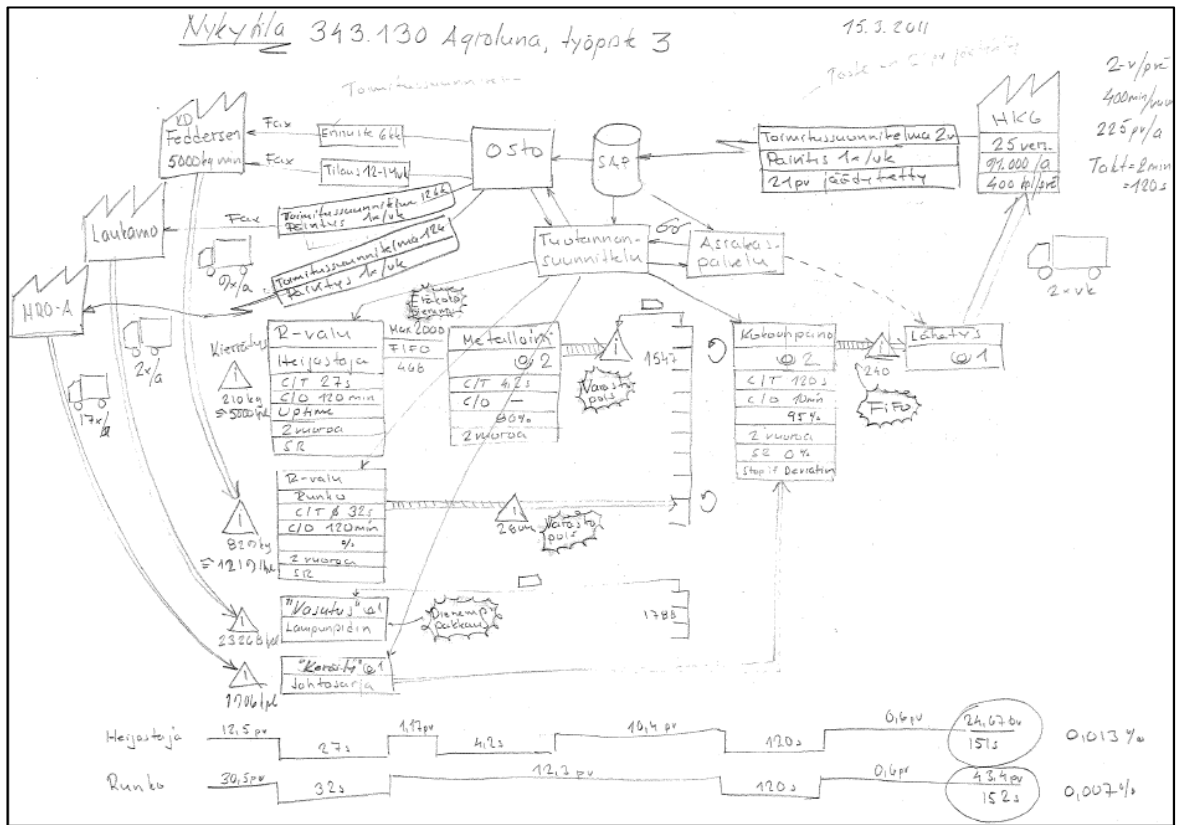
Taulukko 1. Ruiskupuristuskoneiden käyttöaste (HLF/Eeva-Mari Jones, osa tiedostosta).

Seuraavaksi kartoitimme kokoonpanosolujen ja muiden toimintojen vaatiman tilan ja saimme kuvan kunkin toiminnon vaatimasta tilasta. HavaitSIMME, että tavoiteltua tilansäästöä ei syntyisi ellei myös kokoonpanosolujen määrää karsittaisi. Tämä olisi mahdollista vain yhdistelemällä useampia tuotteita yhteen kokoonpanosoluun.

2.1.3 Nykytilan kartoitus materiaalivirran osalta

Materiaalin siirtojen kartoittamisessa käytimme apuna hukan havainnointi prosessia ja siirtoja seuraamalla saimme hyvän käsityksen materiaalin virtauksesta ja kulkusuunnasta eri prosessivaiheiden läpi.

Spaghettidiagrammeja ja VSM-arvovirtakaavioita apuna käyttäen saimme selvitettyä kuinka paljon materiaalia on varastoituna kussakin prosessin vaiheessa.



Kuva 8. Arvovirtakaavio (HLF/Kai Alm).

Jo tässä vaiheessa havaittiin, että materiaalia siirrettiin edestakaisin ja kuljetettiin pitkiäkin matkoja varastosta tuotantoon ja takaisin. Tämän lisäksi keskeneräistä materiaalia bufferoitiin ja säilytettiin prosessin eri vaiheissa, joka näyttäytyi pitkinä tuotekohtaisina läpimenoaikoina.

## 2.2 Layout muutosten suunnittelu ja kehitystoimenpiteet

Lähdimme kehittämään layoutia niin, että materiaalin virtaus olisi läpi tehtaan vain yhteen suuntaan ja yritimme välttää edestakaista materiaalin kuljettamista. Suunnittelussa yritimme minimoida lisäarvoa tuottamattoman työn ja turhat siirrot.

Ruiskupuristuskoneiden käyttöasteen tarkastelun jälkeen tulimme siihen tulokseen, että ajoja yhdistelemällä ja pienillä muottimuutoksilla konekanta voitaisiin pienentää kymmenellä koneella. Tämä pienensi ruiskuvaluun tarvittavaa tilaa ja mahdollisti koneiden sijoittelun prosessin alkupäähän.

Kokoonpanoalueen osalta saavutimme tilansäästöä yhdistelemällä useita tuoteperheitä samaan soluun. Kokoonpanopisteiden uudelleen suunnittelussa huomioimme solun sisäiset turhat liikkeet ja ottomatkat unohtamatta ergonomiaan liittyviä parannuksia.

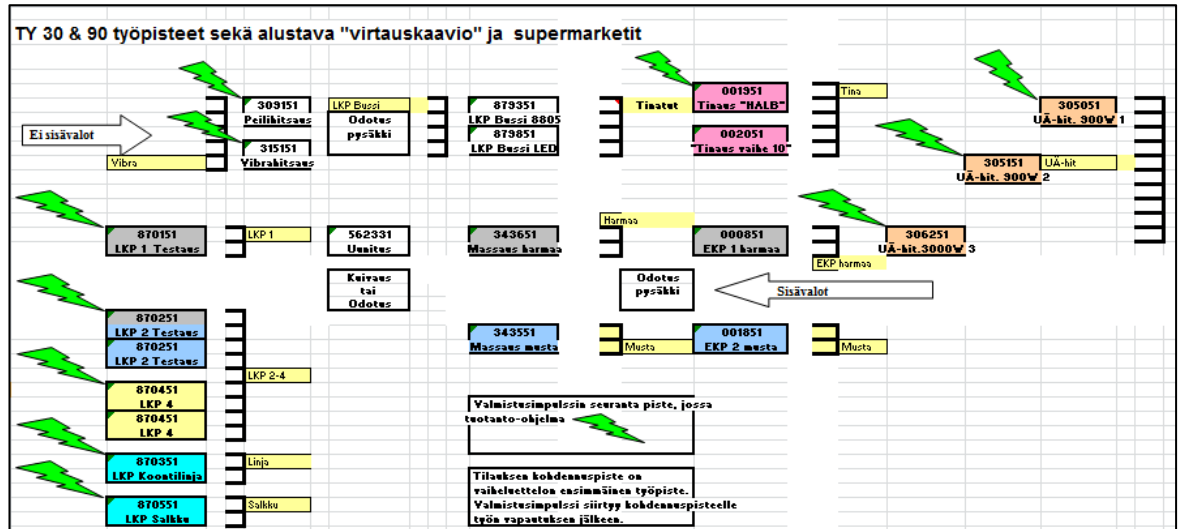
Lisäksi sijoitimme tuotantosolut siten, että fyysisesti suurimpien osien ja tuotteiden siirtomatkat tulisivat lyhyemmiksi kuin pienten. Sijoitimme siis isot tuotteet mahdollisimman lähelle ruiskupuristusaluetta.

Lähdimme kehittämään valmistusprosesseja ensin analysoimalla eri vaiheiden vaatiman ajan ja muuttamalla työvaiheita siten, että tuotteen valmistuksessa kukin vaihe on balanssissa eikä pullonkauloja tai turhaa odotusta synny. Tällä tavoin saisimme läpimenoajat tehokkaammiksi, kun kaikki vaiheet sujuvat samalla tahdilla ja samalla saisimme vähennettyä puolivalmiiden osien välivarastointia.

Materiaalivirtausta tehostimme ryhmittelemällä komponentit hitaasti ja nopeasti kiertäviin ja suunnittelimme varastoinnin kulutuksen mukaan. Hitaasti kiertävät osat varastoimme kauemmas tuotantosoluista todellisiin varastohyllyihin ja nopeasti kiertäville komponenteille suunnittelimme tuotannon alueelle niin sanottuja supermarketteja tai kanban-hyllyjä, joissa materiaali tankataan toiselta puolelta ja kulutetaan toiselta puolelta. Nopeasti kiertävä materiaali kirjattaisiin

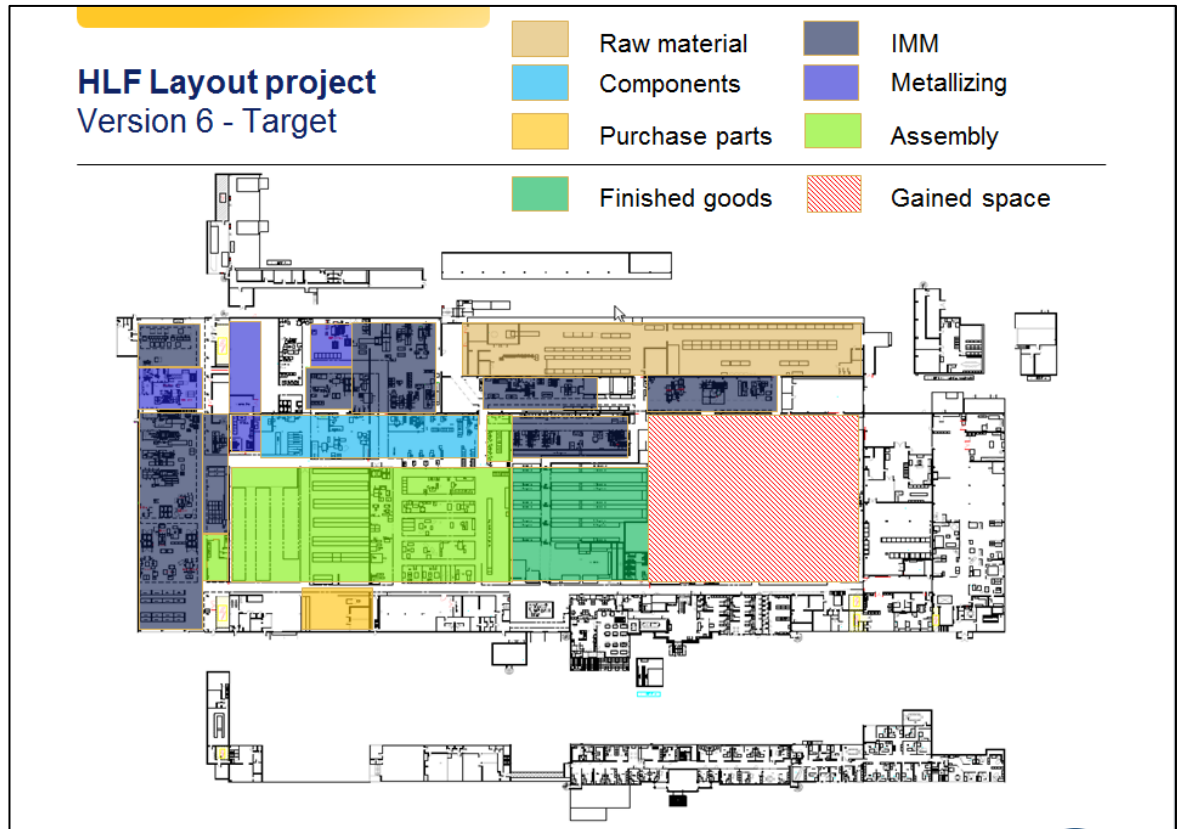


tuotannon varastosaldoon vain kerran saapuvana tavarana ja seuraavaksi vastaanotettaisiin valmiina tuotteena. Tällä tavoin voisimme vähentää varastosiirtoja ja –kirjauksia ja niistä johtuvia saldivirheitä.



Kuva 9. Virtauskaavio (HLF/Mauri Hemanus).

Layout-suunnittelun lopputuloksena tuotannon ja varastoinnin tarvitsema pinta-ala pieni tavoitteen mukaisesti ja materiaalivirtaus oli yhdensuuntainen muutamia poikkeuksia lukuunottamatta.



Kuva 10. Tuleva layout (HLF/Eeva-Mari Jones).

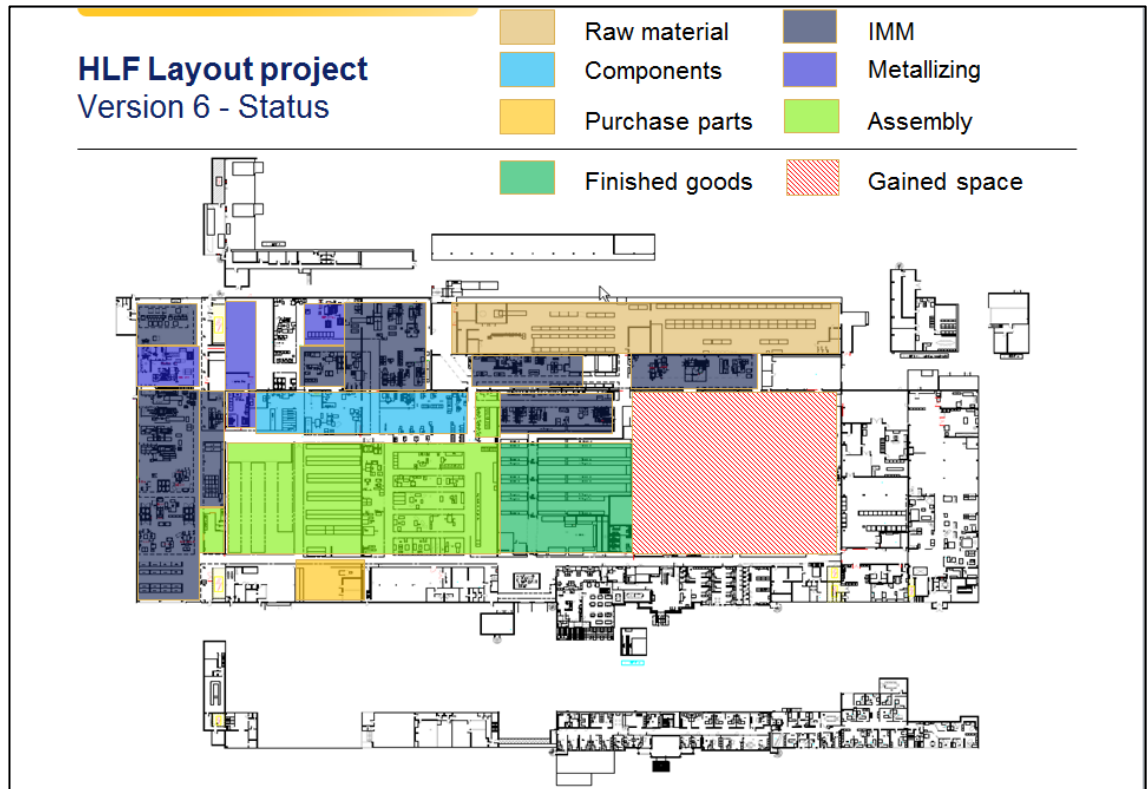
## 2.3 Vaikutusten arviointi/tulokset

Projektin alussa tavoitteena oli lisäarvoa tuottamattoman työn eli hukan poistaminen ja sitä kautta tehokkuuden lisääminen tuotantotilaa tiivistämällä. Konekannan vähentäminen nosti koneiden käyttöasteen hyväksyttävälle tasolle ja vähensi ennakkohuollon, konekorjausten ja energian kulutuksen kustannuksia merkittävästi. Koneiden sijoittelu lähemmäksi fyysisesti pienemmälle alueelle on mahdollistanut siirtymisen kahdesta kolmeen vuoroon henkilöresursseja lisäämättä.

Projektin myötä materiaalin siirtomatkat lyhenivät huomattavasti ja supermarket-hyllyt tuotannon alueella vähentävät myös henkilöiden siirtymämatkoja. Materiaalin varastointi tuotannon alueella on vähentänyt varastokirjauksia, saldoheittojen määrää ja sisäistä materiaalin liikuttelua.

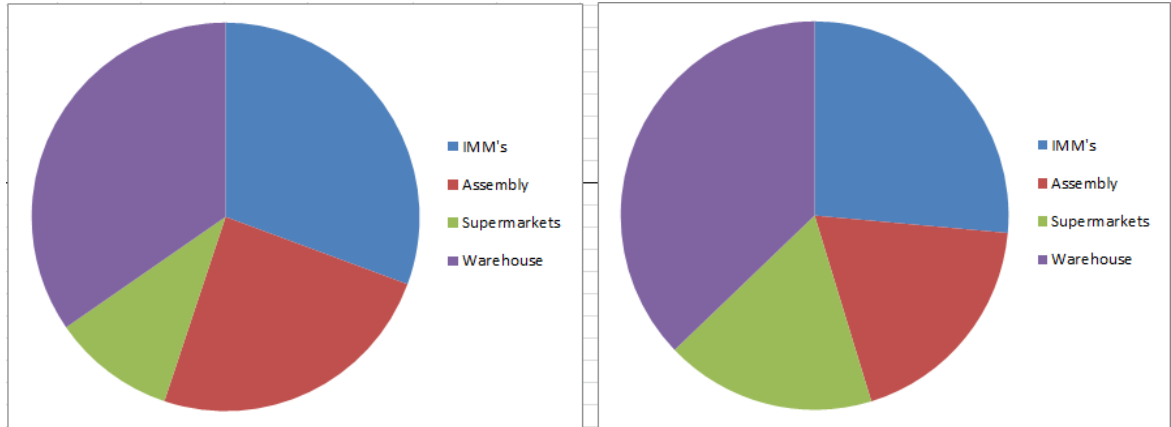
### 2.3.1 Lattiapinta-ala osastoittain

Tuotantoon ja varastointiin tarvittava lattiapinta-ala pieneni tavoitteen mukaisesti. Ruiskupuristusalue siirrettiin suunnitelman mukaan talon toiseen päähän ja virtaus saatiin alkamaan sieltä. Kuvasta näkyy myös toteutunut tilansäästö.



Kuva 11. Toteutunut uusi layout (HLF/Eeva-Mari Jones).

Projektin alussa suunniteltu toimintatavan muutos liittyen materiaaliketjun hallintaan toteutui suunnitelman mukaan ja oheisista kaavioista voi havaita kuinka varaston ja tuotannon alueen pinta-alan suhde on muuttunut. Tähän on vaikuttanut konekannan pieneneminen, toimintojen tiivistäminen ja perinteisissä varastoissa varastoitujen komponenttien siirtyminen tuotannon alueen supermarketteihin.



Kuva 12. Pinta-alojen muutos (HLF/Kai Alm/Eeva-Mari Jones).

### 2.3.2 Siirtomatkojen lyheneminen

Siirtomatkojen lyhentäminen ja sitä myötä hukan väheneminen toteutui sekä materiaalin siirroissa, että henkilöiden siirtymämatkojen kohdalla. Mittasimme toteutumaa säästyneen siirtomatkan kautta ja havaitsimme materiaalin ja henkilöiden siirtymisen lyhentyneen merkittävästi. Oheisesta kuvasta voi havaita kuinka jo kolmen tuoteperheen kohdalla saavutettiin merkittävä euromääräinen säästö, kun komponentit sijoitettiin työpisteiden lähelle supermarket hyllyihin.

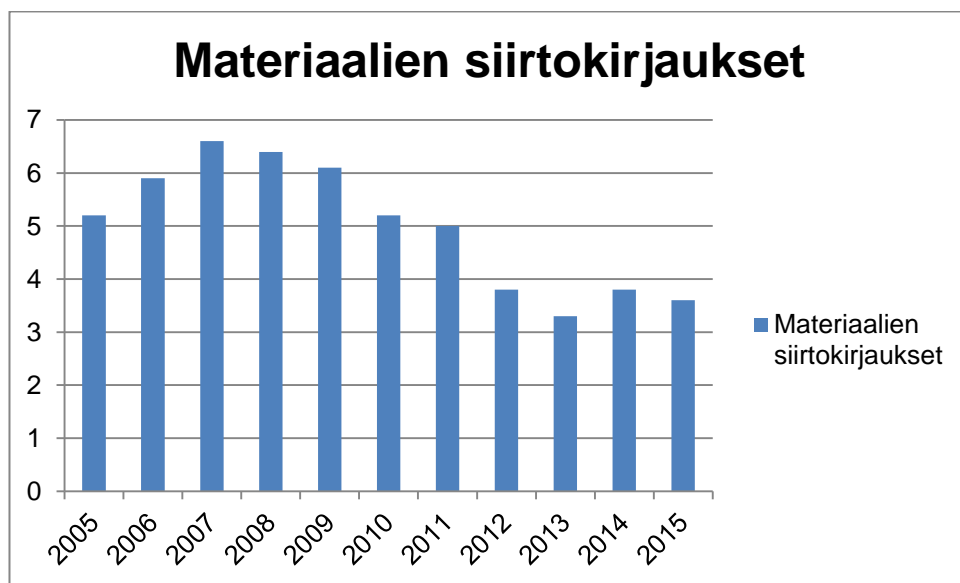
	ennen	jälkeen	säästö m	säästö cent	säästö €	säästö € /lava	Annual volume a 14/15	Annual saving 14/15	Budget volume	Annual saving budget
Agroluna										
runko	243	39	204	1632	16,32	0,012554	299097	3754,82	321 834	4040,25
lasi	193	44	149	1192	11,92	0,004967	292536	1452,93	314 776	1563,39
heijastaja	338	76	262	2096	20,96	0,008733	290076	2533,33	309 016	2698,74
Työkonevalo										
runko	151	74	77	616	6,16	0,034222	48910	1673,81	46 938	1606,32
lasi	303	78	225	1800	18	0,01875	50990	956,06	48 858	916,09
heijastaja	593	108	485	3880	38,8	0,0485	48910	2372,14	46 938	2276,49
Kukkapurkki										
runko	141	78	63	504	5,04	0,023333	113593	2650,50	106 496	2484,91
lasi	272	85	187	1496	14,96	0,005194	121314	630,16	114 160	593,00
heijastaja	556	120	436	3488	34,88	0,013415	115767	1553,06	106 496	1428,68
								17576,80		17607,87 €

Taulukko 2. Siirtomatkat (HLF/Kai Alm/Mauri Hemanus).

### 2.3.3 Materiaalien siirtokirjaukset tuotannosta varastoon

Materiaalien siirtokirjauksia analysoidessa voidaan niin ikään havaita hukan väheneminen. Ennen muutosprojektia materiaali siirrettiin varastosta tuotantoon ja käytön jälkeen ylimääräinen materiaali palautettiin taas varastoon. Kirjaus tuotannonohjausjärjestelmään tehtiin joka siirtovaiheen jälkeen useamman kerran yhden työnumeron aikana.

Layout-projektin suunnitteluvaiheessa tavoitteenamme oli siirtää mahdollisimman paljon materiaalia tuotannon supermarketteihin, jolloin kirjaus tehtäisiin vain kerran kirjauksena tuotantoon ja toisen kerran ulos valmiina tuotteena. Oheisesta kaaviosta voidaan todeta kuinka siirtokirjausten määrä on selvästi vähentynyt.

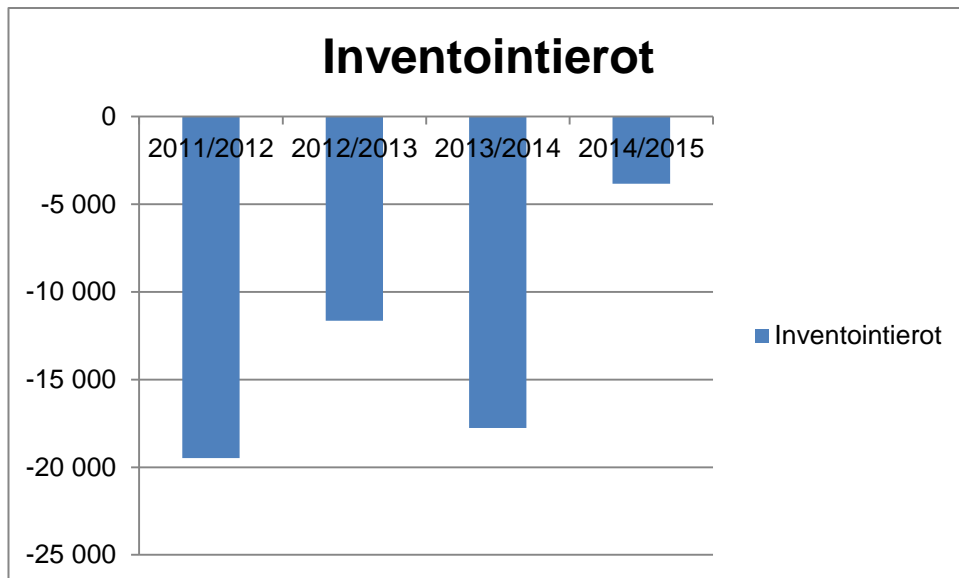


Kuva 13. Materiaalien siirtokirjaukset (HLF/Mauri Hemanus/Eeva-Mari Jones).

### 2.3.4 Inventointierot

Materiaalin varastointi tuotannon supermarketeissa on selvästi vähentänyt myös inventointieroja, kun materiaalia ei enää siirretä tuotannon ja varaston välillä edestakaisin, eikä laskemista ja välikirjauksia enää tehdä. Tuotannon

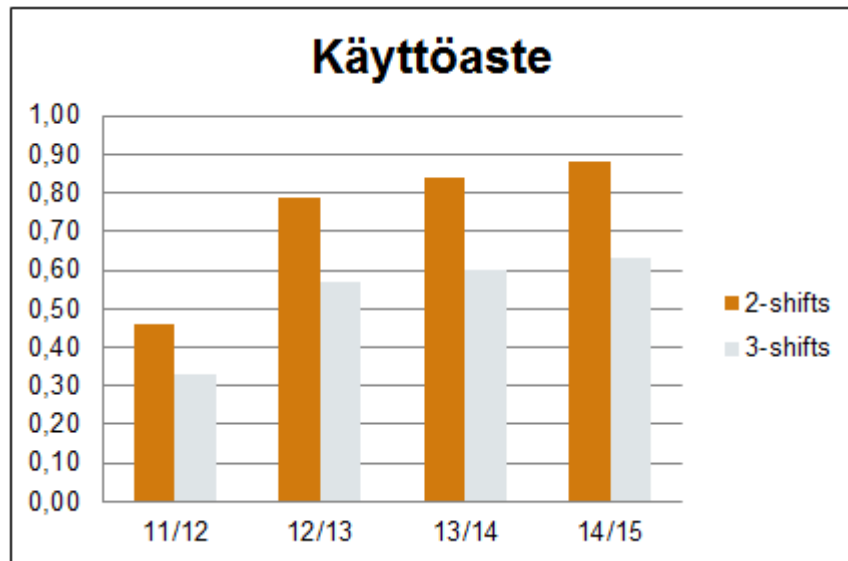
supermarket kirjauksiin otimme käyttöön sähköisen käsipäätteen, joka nopeuttaa kirjaamista ja vähentää virheitä.



Kuva 14. Inventointierot (HLF/Mauri Hemanus/Eeva-Mari Jones).

### 2.3.5 Ruiskupuristuskoneiden käyttöaste

Ruiskupuristuskoneiden vähennyksellä saimme käyttöasteen nostettua hyväksyttävälle tasolle. Tämä oli mahdollista ajoja yhdistelemällä. Käyttöasteen nousu auttaa ajamaan konetta läpi vuoron, eikä seisakkeja tule työn puutteen vuoksi. Koneen lämmittäminen muutaman tunnin tai vajaan vuoron ajaksi aiheuttaa hukkatyötä ja nostaa energiakulutusta. Korkealla käyttöasteella koneella on niin paljon töitä, että sitä voidaan pitää ajossa useamman vuoron ajan. Oheisesta kuvasta voi nähdä käyttöasteen muutoksen verrattuna lähtötilanteeseen.

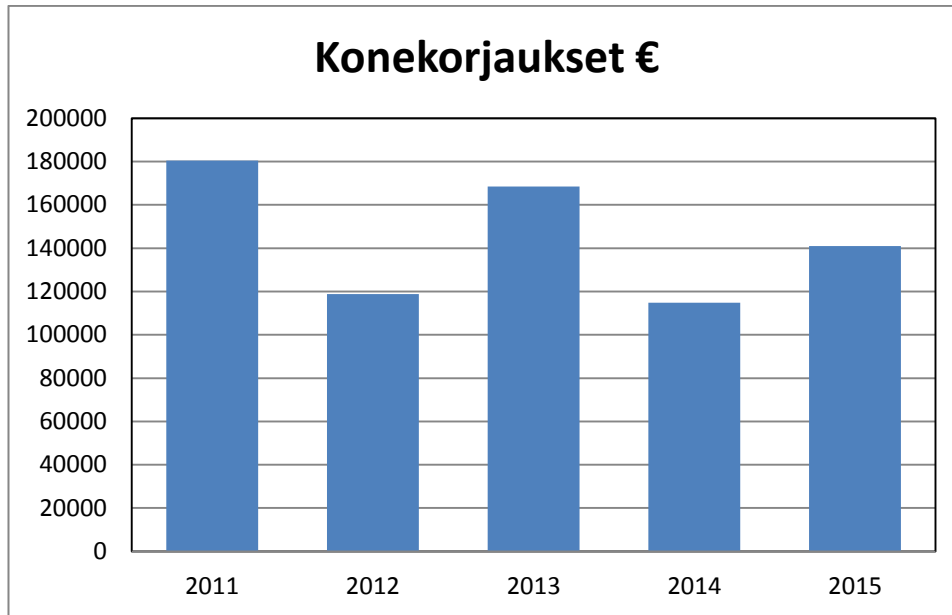


Kuva 15. Koneiden käyttöasteen muutos (HLF/Eeva-Mari Jones).

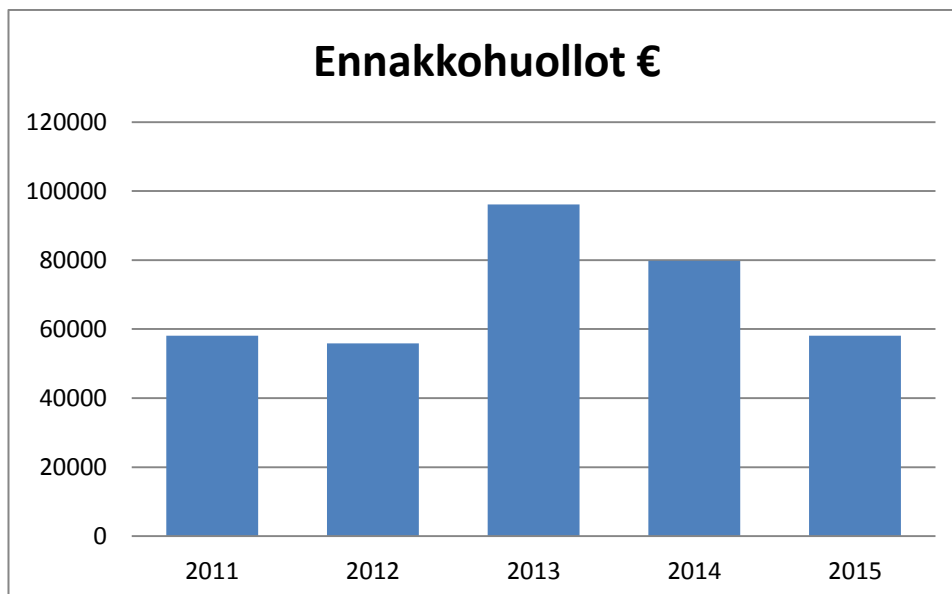
### 2.3.6 Konekorjauskustannukset ja ennakkohuollot

Layout-projektin myötä saavutimme myös useita parannuksia, joita ei projektin alussa oltu edes ajateltu asettaa tavoitteiksi.

Konekannan vähentäminen oli tilansäästöavoitteen takia jo projektin alussa tavoitteena, mutta sen myötä myös koneiden korjauskustannukset ja ennakkohuoltokulut pienenevät. Vaikka konekanta vähennettiin vain yhdeksällä koneella 45:stä koneesta 36:n koneeseen oli saavutettu säästö paljon enemmän kuin oli osattu arvioida. Tämä säästö koostuu omien ja ulkopuolisten huoltohenkilöiden työtunneista, varaosista ja tarvikkeista.



Kuva 16. Konekorjaukset (HLF/Outi Pakola/Eeva-Mari Jones).



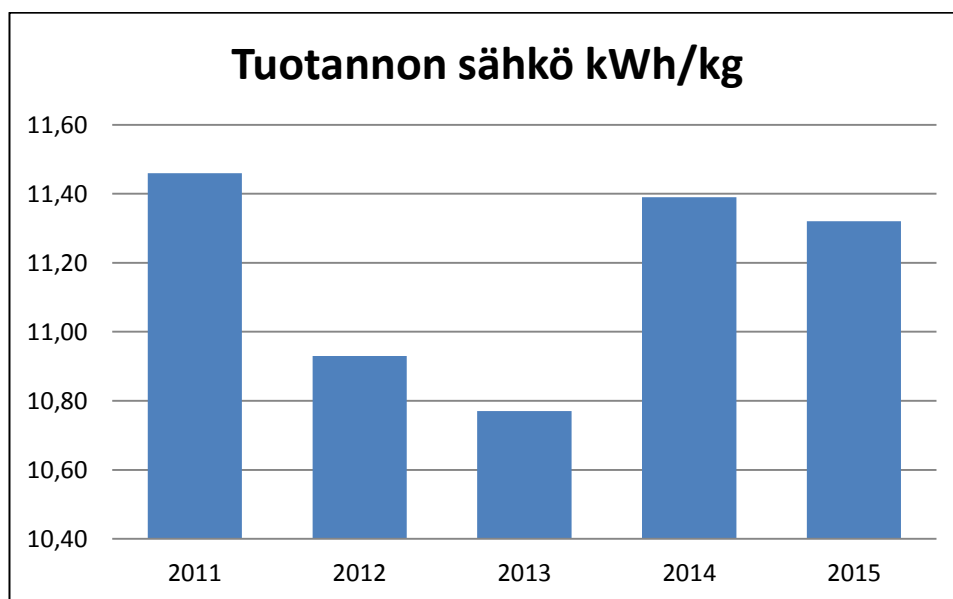
Kuva 17. Ennakkohuollot (HLF/Outi Pakola/Eeva-Mari Jones).



### 2.3.7 Energian kulutus

Energian kulutusta mitataan tuotantomäärien suhteessa, eli käytetty kilowattimäärä jaetaan käytettyjen raaka-ainekilojen suhteessa. Tästä saadaan mittari; kWh/kg.

Konekannan vähentäminen pakotti siirtymisen kahdesta kolmeen vuoroon ja myös energiakulut suhteutettuna käytettyyn raaka-ainemäärään vähenivät. Kolmivuoron etuna on tuotannon pyöriminen keskeytyksettä ja koneiden käyttö sujuvasti ilman kahdessa vuorossa syntyviä taukoja ja koneiden vaatimaa lämmitysaikaa. Toisaalta myös koneiden sijoittelu lähelle toisiaan mahdollistaa nopeat muottien ja raaka-aineiden vaihdot, kun henkilöiden siirtymämatkat ovat uuden layoutin myötä lyhentyneet.



Kuva 18. Tuotannon sähkön kulutus (HLF/Jarkko Merilä/Eeva-Mari Jones).

## 2.4 Jatkosuositukset

Tämä layoutin muutosprojekti sujui lähes tulkoon suunnitellun aikataulun mukaan, mutta osa suunnitelluista toimenpiteistä jäi resurssipulan takia muiden

töiden jalkoihin. Näin ollen layout-projekti on viivästynyt alkuperäisestä aikataulusta. Jatkotoimenpiteenä tärkeää on saattaa loppuun suunnitellut ja osittain jo aloitetutkin toimenpiteet, jotta projektista saavutetaan suunniteltu hyöty kokonaisuudessaan.

Lisäksi havaitsimme, että kolmelle tilikaudelle aikataulutettu projekti vaatii lisäpäivitystä ja suunnitelmien muutosta matkan varrella, koska jossain vaiheissa projektia huomasimme suunnitelman olevan jo vanhentunut tuotteiston tai valmistusteknologian muuttumisen myötä. Myös volyymivaihtelut ja uudet tuoteversiot aiheuttavat jatkuvaa muospainetta esimerkiksi supermarket-hyllyihin, joissa komponentit on jaettu kulutuksen mukaan hitaasti ja nopeasti kiertäviin osiin. Tämä jako muuttuu heti kun tuotteen volyymi heittelee. Supermarket-nimikkeiden perustietojen analysointi ja ylläpito onkin tärkeää suorittaa jatkossa säännöllisin väliajoin.

## 3 YHTEENVETO JA LOPPUPÄÄTELMÄT

Loppuyhteenvedona voidaan todeta projektin olleen kaiken kaikkiaan kannattava. Projektin alussa asetetut tavoitteet saatiin pääosin toteutettua ja näiden mukana myös parannuksia, joita emme projektin alkuvaiheessa edes ajatelleet asettaa tavoitteeksi.

Projektin mittareilla voimme selkeästi osoittaa suuria euromääräisiä parannuksia ja näiden lisäksi olemme saaneet myös henkilökunnalta positiivista palautetta, jota emme olisi mittareilla pystyneet arvioimaan.

Koko projektin suurin haaste oli tietysti sen toteuttaminen tuotantoa häiritsemättä, koska seisakkia ei voitu edes ajatella liian suuren liikevaihdon menetyksen pelossa. Tässä suoriudimme erittäin hyvin pienillä ennakkoinneilla ja hyvällä suunnittelulla ja aikataulutuksella.

Henkilökunta suhtautui hyvin muutoksiin vähäistä vastahakoisuutta lukuunottamatta ja tässä auttoi varmasti jatkuva raportointi projektin etenemisestä henkilökunnalle. Otimme käytännöksi laittaa henkilökunnalle tiedotteen aina viikon päätteeksi tulevan viikon tapahtumista ja muutoksista. Tämä varmasti helpotti henkilökunnan asennoitumista tuleviin muutoksiin. Myös työpisteissä tehdyt parannukset ja materiaalien sijoittelu supermarketteihin on osoittautunut hyvin vastaanotetuksi parannukseksi.

Nykyään kilpailun ollessa kovaa ei vaan kilpailijoiden, mutta myös konsernin eri yksiköiden välillä on huolehdittava siitä, että tämän kaltaisia tehostamisprojekteja tehdään jatkuvasti. Ei ehkä aina näin kokonaisvaltaisia, mutta vaikka pienemmässä mittakaavassa. Edes näin ison projektin implementoinnin jälkeen ei pidä jäädä paikalleen ja tuudittautua siihen, että muutos on tehty vaan pitää jatkaa ja etsiä jatkuvasti uusia parannuskohteita.

Opinnäytetyön tekeminen ja tämän projektin yhdistäminen oli tehokasta ja mielekästä, koska projekti työllisti minun työpäivistäni suuren osan ja pääsin

luontevasti paneutumaan opinnäytetyön aiheeseen syvällisesti. Opinnäytetyön tekeminen yhdisti projektiin sopivasti teoriaa, joka oli hyödyksi sekä tutkimusta, että käytännön projektia tehdessä ja oli silmiä avaavaa layout-muutosten ja materiaalivirtojen suunnittelussa. Layout-muutosten ja materiaalivirtojen suunnitteluun oli saatavilla runsaasti materiaalia internetistä, tosin suurin osa niistä oli kaupallisia. Hukan havainnointi ja arvovirtakaavioiden käyttö tuntuivat vielä olevan vähemmän tunnettuja.

Tämän projektin jatkeena voisi aloittaa pienimuotoisempia kehitysprojekteja työpisteillä ja prosessien eri vaiheissa, joissa voisi keskittyä yksityiskohtien hiomiseen ja pieniin parannuksiin.

## LÄHTEET

Karrus, K. 2001. Logistiikka. Helsinki: WSOY

Partanen, V. 2007. Talousviestintä johtamisen tukena. Helsinki: Talentum.

Iloranta, K. ja Pajunen-Muhonen, H. 2015. Hankintojen johtaminen. Helsinki: Tietosanoma

Lean Manufacturing Tools. Viitattu 8.12.2015 <http://leanmanufacturingtools.org/77/the-seven-wastes-7-mudas/>.

Logistiikan maailma. Viitattu 8.12.2015 <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Prosessit>

Jouni Sakki Oy. Viitattu 8.12.2015 <http://www.jounisakki.fi>

Hella Lighting Finland Oy:n toimintakäsikirja

Logistiikan maailma. Viitattu 8.12.2015 <http://www.logistiikanmaailma.fi>

Suomen hitsausteknillinen yhdistys ry. Viitattu 8.12.2015 <http://www.shy-hitsaus.net>