

Jani Siltanen

# Lean-johtaminen ja sen soveltaminen tuotannossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Koneinsinööri

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinööri

15.12.2012

Tekijä Otsikko	Jani Siltanen Lean-johtaminen ja sen soveltaminen tuotannossa
Sivumäärä Aika	34 sivua 15.12.2012
Tutkinto	Koneinsinööri
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Työnjohtaja Sisko Kukko Koulutuspäällikkö Pekka Salonen
<p>Tämän insinöörityön tarkoituksena on perehdyttää lukija Lean-johtamiseen, niin teorian tasolla, kuin myös käytännössä. Käytännön osuudessa esitellään Lean-tapojen soveltamista ABB Oy:n taajuusmuuttajatehtaan asennuslinjoilla Helsingin Pitäjänmäellä.</p> <p>Lean-filosofian teoriaosuudessa tutustutaan Leanin määritelmään ja historiaan sekä käydään tämän jälkeen läpi Lean-tuotannon käsitteitä ja työkaluja, joita käytetään teollisuudessa asennuslinjoilla.</p> <p>Tästä insinöörityöstä käy ilmi, että Lean on ehkä enemmän tapa ajatella kuin toimia. Filosofiaan kuuluu poistaa tuotannosta kaikki turha ja arvoa tuottamaton materiaali, samoin tuottamattomat toimintamenetelmät. Nämä niin kutsutut seitsemän hukkaa ja niiden poistaminen tuotannosta on Lean-ajattelun peruseräite.</p> <p>Tärkeitä Lean-työkaluja ovat myös jatkuva parantaminen, 5S, daily management, ergonomisuus ja tiimityö. Näitä asioita käsitellään myös tässä työssä laajasti, niin teoriaosuudessa, kuin myös käytännön osuudessa. Työkaluista kerrotaan myös miten niitä sovelletaan käytännössä, jotta niistä saa konkreettisen käsityksen.</p> <p>Käytännön osuus on tehty ABB Oy:n taajuusmuuttajatehtaan Lean-projektin etenemisen pohjalta. Lean-filosofia otettiin käyttöön ABB:n tehtaalla alkuvuodesta 2010. Syitä tähän olivat muun muassa laatu- ja tuottavuuden parantaminen sekä pyrkimys kaiken turhan poistamiseen tuotannosta.</p>	
Avainsanat	Lean, taajuusmuuttaja

Author(s) Title	Jani Siltanen Lean Management and its application in production.
Number of Pages Date	34 pages 20 November 2012
Degree	Bachelor of Mechanical Engineering
Degree Programme	Mechanical and Production Engineering
Specialisation option	Production Engineering
Instructor(s)	Sisko Kukko, Supervisor Pekka Salonen, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis is to introduce to the reader the LEAN management, both at the level of theory as well as practice. The practical part of this work presents the application of LEAN practices at ABB drives factory assembly lines in Pitäjänmäki, Helsinki.</p> <p>On the theoretical part of this thesis the focus is on definition of LEAN, the history of it and then after those will take place LEAN production concepts and tools, which are used in industry assembly lines.</p> <p>This thesis shows that LEAN is more a way of thinking rather than it is a way to act. The philosophy is to eliminate all the useless and unproductive value of the materials, as well as the methods of operation. These so-called seven wastes and the removal of those out of production has been the basic principles of LEAN thinking.</p> <p>Important LEAN tools are also continuous improvement, 5S, daily management, ergonomics and team work. These issues are discussed extensively in this thesis, from the theoretical view as well as from the practical point of view. It's important that these tools are presented from the practical view, because it gives the reader a better perspective of them.</p> <p>The practical part is carried out during the progress of the LEAN project in ABB drives factory in Pitäjänmäki, Helsinki. LEAN philosophy was introduced in ABBs factory in early 2010. The reasons for this were among other things, Quality factors, improving productivity and as well as all the removal of all the unnecessary in the production.</p>	
Keywords	LEAN, frequency converter

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Leanin määritelmä ja keskeiset tavoitteet	2
2.1	Määritelmä	2
2.2	Asiakaslähtöisyys	3
3	Lean-toiminnan kehittäminen	4
3.1	Toiminnan kehittämisessä eteneminen	4
3.2	Hukka	5
3.3	Työturvallisuus ja ergonomia	7
3.4	Työn vakiinnuttaminen	8
4	Lean tuotannon tasoitus	10
4.1	Tuotannon tasoituksen näkyminen jokapäiväisessä työnteossa	10
4.2	Virtaus- ja läpäisyajat, keskeneräinen tuotanto	11
5	Laadunvarmistus	13
5.1	5S Teoriassa ja käytännössä	14
5.2	Jatkuva parantaminen	16
5.3	Systemaattinen ongelmanratkaisu	17
5.4	Mittaaminen ja tunnusluvut	18
5.5	Tiimit ja tiimityö	19
6	Lean käytännössä ABB:llä	20
6.1	ABB lyhyesti	20
6.2	ABB Suomessa	21
6.3	Taajuusmuuttajien toimintaperiaate	22
6.3	Leanin käyttöönoton taustat	24
6.4	Varastoinnin tehostaminen	25
6.5	Tuotannon läpimenoaika	26
6.6	5S ABB:n tuotantolinjoilla	26
6.7	Jatkuva parantaminen	29
6.8	Daily management	31
7	Loppuyhteenveto	32
	Lähteet	34

## 1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on perehdyttää lukija Lean-johtamisfilosofiaan yleisesti, kuten mitä Lean on ja mitä osia siihen sisältyy, sekä sen soveltamiseen ja käyttäntöihin ABB:n Pitäjänmäen elektroniikkatehtaan tuotantolinjoilla.

Työssä pyritään esittelemään Lean-filosofian periaatteet, siihen liittyviä menetelmiä kuten 5S tai jatkuva parantaminen, sekä sitä miten Lean on otettu käyttöön ABB:n taa-juusmuuntajien tuotannossa asennuslinjoilla.

Ajatus tehdä insinööriyö Lean johtamisfilosofiasta syntyi kun sain henkilökohtaisesti seurata lähietäisyydeltä, työpaikallani viime vuoden aikana käyttöön otettua jatkuvan parantamisen ja 5S:n kaltaisia menetelmiä. Niiden tarkoituksena on ollut Lean ajattelun pohjalta parantaa työn tuottavuutta ja työskentelyolosuhteita. Olen päässyt läheltä seuraamaan eroa, joka on ollut havaittavissa vanhojen työtapojen ja uusien Leanin mukaisten menetelmien välillä. (Kuva 1.)



**Kuva 1. Lean ajatuskehä. [5]**

## 2 Leanin määritelmä ja keskeiset tavoitteet

### 2.1 Määritelmä

Lean-filosofia voidaan määritellä niin, että se on tuottavuuden parantamiseen tarkoitettu ajattelumalli, jonka tarkoituksena on eliminoida seitsemän tuottamatonta toimintoa yrityksessä. Nämä seitsemän ovat: kuljetukset, varastot, liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi ja viallinen tuote. [1, s.6.]

Muutosten avulla pyritään parantamaan asiakastytyväisyyttä, parantamaan laatua, pienentämään toiminnan kustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. Käytännössä Lean pyrkii saamaan aikaan oikean määrän oikeanlaisia tuotteita, oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan ja oikean laatuksena [4, s.60.]

Lean toimintamalli näkyy erityisesti tuotannon organisoinnissa sekä jatkuvassa kehitystyössä. Se on myös voimakkaasti sidoksissa yrityskulttuuriin ja henkilöstön osallistumiseen kehityshankkeisiin (Lean, Kohti täydellisyyttä: 9). Lean-toimintamallissa kehitetään toimintaa siellä, missä kädet liataan ja asiakkaan saama arvo todellisuudessa syntyy. Yksinkertaisesti Lean management toimintamallilla pyritään luomaan toimintaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä asiakasnäkökulmasta lähtien. [1, s.6.]

Lean-toimintaan sisältyy keskeisesti tinkimätön laatuajattelu, jossa tehdään kaikki mahdollinen tuotteen ja toiminnan laatuvarmistamiseksi. Huomattavaa on, että laatu vastuu kuuluu kaikille yrityksen työntekijöille aina asennustehtävistä firman johtoon asti. [1, s.6.]

Lean ei ole itseisarvo yritykselle, vaan sen on tuettava yrityksen päivittäistä toimintaa, sekä pitkän aikavälin tavoitteita. Yrityksen täytyy tuntea tavoitteensa, visionsa, arvonsa ja päämääränsä, johon se pyrkii. Lean luo vain pohjan prosessien kehittämiseksi, päämäärien saavuttamiseksi. [2, s.24.]

## 2.2 Asiakslähtöisyys

Tuotteen tai palvelun arvo määräytyy asiakkaan näkökulmasta. Se muodostuu tuotteen ominaisuuksista, laadusta, toimitusajasta ja varmuudesta. Eri asiakkaat määrittelevät arvon eri tavoilla omista näkökulmistaan.

Asiakslähtöisyys ja lisäarvon tuottaminen asiakkaalle kiteytyy siihen, että yrityksen sisällä hahmotetaan ne toiminnot, jotka lisäävät arvoa asiakkaalle ja kohdistetaan yrityksen voimavarat yksinomaan näihin toimintoihin. Kun arvoa kasvatetaan suhteessa toiminnan kustannuksiin, parannetaan yrityksen kilpailukykyä ja varmistetaan toiminta myös tulevaisuudessa. [1, s.7.]

Leanin toteuttaminen on pitkäjänteistä työtä, mutta käytännön kokemukset osoittavat, että kärsivällisyys kannattaa (Lean Taskukirja: 7). Muutos uuden ja vanhan välillä ottaa aina oman aikansa, joten kun kokonaan uutta ajattelumallia tuodaan sisään, niin tulokset voivat näkyä vasta muutaman kuukauden kuluttua. Kärsivällisyys työntekijöiden keskuudessa on avainasemassa Lean-projektin alkamisen jälkeen.

Leanin tarkoitus on: [1, s.7.]

- parantaa työskentelyolosuhteita
- antaa työntekijöille mahdollisuus osallistua kehitystyöhön
- parantaa yrityksen kilpailukykyä
- ohjata oikeiden asioiden tekemiseen.

Leanin tarkoitus ei ole: [1, s.7.]

- toimia kustannusten säästöohjelmana
- hakea pienempää riippuvuutta työntekijöistä
- siirtyä liukuhinnatyöhön
- vähentää työn mielekkyyttä
- karsia kaikesta.

Lean-toimintamalli on kehitetty alun perin Japanissa Toyotan autotehtaiden tuotantoperiaatteiden pohjalta. Sieltä se on levinnyt ensimmäisenä autoteollisuuteen. Tällä hetkellä se on johtava tuotantoperiaate lähes kaikilla toimialoilla. [4, s.11;20.] Lean-

periaatteita noudattavat yritykset ovat tavallisesti toimialansa kannattavimpia ja nopeimmin kasvavia, tästä esimerkkinä juuri ABB.

Sana Lean tulee englannin kielestä ja se voidaan suomentaa hoikaksi tai solakaksi. Hoikassa toimintatavassa ei ole mitään turhaa, vaan toiminnassa keskitytään asiakasarvon tuottamiseen.

Lean-ajattelu on saanut nimensä Womackin ja Jonesin kirjoittamasta ” The machine that changed the world” 1990-luvun menestyskirjasta, joka kertoo Toyotan menestyksestä ja autoteollisuuden mullistuksista, jotka Lean-tuotanto aloitti.

### **3 Lean-toiminnan kehittäminen**

#### **3.1 Toiminnan kehittämisessä eteneminen**

Kun yrityksessä aletaan miettiä, miten Lean-ajattelun kanssa voidaan lähteä etene-  
mään, niin on helppo todeta että Lean-toimintaa voidaan kehittää monenlaisilla eri ta-  
voilla. Yleisimmin käytetyssä etenemistavassa on normaalisti viisi eri perusvaihetta. Ne  
ovat seuraavat:

##### **1. Arvo**

Tuotteen ja palvelun arvo määritellään asiakasnäkökulmasta, jotta voidaan määritellä, mistä seikoista asiakas on valmis maksamaan ja mitkä ominaisuudet ovat asiakkaan kannalta vähemmän tärkeitä. Arvon määrittelyllä pyritään ohjaamaan kehitystoimintaa oikeisiin asioihin. [4, s.61.]

##### **2. Arvoketju**

Yrityksen arvoketju kuvataan, jotta voidaan määritellä ne prosessit ja toiminnot, joista asiakkaan saama arvo muodostuu. Lisäarvoa tuottamattomat prosessit poistetaan, arvoa tuottavia prosesseja tehostetaan. Kaikki työpisteelle kuuluma-  
ton poistetaan ja kaikelle sinne kuuluvalla määritetään oma paikkansa. [4, s.61]



### 3. Virtautus

Tuotanto toteutetaan niin, että tuotteet virtaavat pysähtymättä arvoketjussa. Käytännössä tämä tarkoittaa tehtaan koneiden ja laitteiden sijoittelua siten, että materiaalivirta vaiheesta toiseen on lyhyt ja selkeä. Välivarastoja pienennetään ja siirtomatkoja lyhennetään mahdollisuuksien mukaan. [2, s.72.]

### 4. Imu

Imulla tarkoitetaan tuotteiden ja osien valmistamista asiakkaan todellisen tarpeen mukaan. Tuotteiden valmistusta varastoon pyritään käytännössä välttämään ja minimoimaan se. Asiakaskohtaisten tuotteiden valmistuksessa, joissa ei pystytä käyttämään imua, tuotteet valmistetaan silloin lyhyen aikajänteen tuotantosuunnitelman perusteella. [2, s.72.]

### 5. Pyritään täydellisyyteen

Prosesseja kehitetään koko ajan ratkaisemalla ongelmia ja poistamalla erilaisia hukkailmiöitä tuotannosta. Eri tehtävät pyritään toteuttamaan laadukkaasti ja tehokkaasti. [2, s.72.]

Lean-toiminnan kehittäminen aloitetaan usein arvoketjun analysoinnilla ja kehittämislä. Käytännössä voidaan muuttaa esimerkiksi tuotannon layoutia ja ohjausperiaatteita. Työpisteitä siistitään ja niiden tehokkuutta parannetaan. Seuraavassa vaiheessa aloitetaan systemaattinen ongelmanratkaisu ja tuodaan eri tavoitemittarit työpisteisiin.

Yrityksen omia toimintoja kannattaa kehittää sisäisistä asiakkuuksista aloittaen. Esimerkiksi kunnossapidon asiakkaana toimii firman oma tuotanto. Samalla periaatteella osakokoonpanopisteiden asiakas on loppukokoonpano ja laboratorio taas toimittaa palveluita valmistusosastoille. Toiminnan kehittäminen tapahtuu edellä kuvattujen vaiheiden mukaisesti.

## 3.2 Hukka

Lean managementissa tuottavuuden parantaminen ei perustu työtahdin kasvattamiseen, vaan ainoastaan erilaisten hukkien poistamiseen. Käytännössä hukka tarkoittaa kaikkea turhaa ja arvoa lisäämätöntä työtä. Erilaiset hukkailmiöt estävät työntekijän tehokkaan työskentelyn. Kun hukkia poistetaan systemaattisesti, työstä tulee tuotta-

vampaa ja laadukkaampaa, kun työpisteellä ei ole mitään ylimääräisiä työkaluja tai tavaroita. joita ei tuotteen valmistamisessa tarvita (Lean, kohti täydellisyyttä: 86).

Tuotannossa hukat ryhmitellään seitsemään helposti tunnistettavaan luokkaan. Ne ovat:

1. Ylituotanto

Ylituotanto tarkoittaa tuotteiden valmistusta välitöntä tarvetta enemmän. Suuret erät, keskeneräinen tuotanto ja varastoon valmistus johtavat muiden hukkien syntymiseen. Se myös estää tuotannon todellisten ongelmien havaitsemisen, sillä korkeat varastotasot kätkevät ongelmia ja lieventävät niiden vaikutusta. [2, s.86.]

2. Odottelu ja viivästykset

Ne eivät tuo arvoa asiakkaalle. Tästä käytännön esimerkkejä ovat kone- ja laitteiden sekä erilaiset materiaalipuutteiden aiheuttamat viivästykset. [2, s.86.]

3. Tarpeeton kuljettaminen

Kaikki ylimääräinen kuljettaminen ei tuo lisää asiakasarvoa. Materiaalien ja tuotteiden turhaa liikuttelua on pyrittävä välttämään tuotantovaiheiden välillä. [2, s.86.]

4. Laatuvirheet

Laatuvirheet hukkaavat materiaaleja ja resursseja ja siten johtavat asiakastyytymättömyyteen. [2, s.86.]

5. Tarpeettomat varastot

Turhat varastot lisäävät kustannuksia ja pidentävät tuotteiden valmistuksen läpimenoaikoja sekä piilottavat eri ongelmia. Varastotasot tulee pitää järkevän kokoisina, sekä tavarantoimitus joustavana. [2, s.86.]

6. Ylikäsittely

Ylikäsittelyssä käytännössä tehdään asioita, jotka ovat asiakkaan näkökulmasta merkityksettömiä. [2, s.86.]

## 7. Tarpeeton liike työskentelyssä

Myös tarpeetonta liikkumista työskennellessä tulisi välttää, sillä se ei tuo lisäarvoa tuotteeseen, eli se on hukkaa. Tuotteen kokoonpanovaiheiden tavoitteena on että kokoonpanijan ei tarvitse liikkua koko ajan hakemaan joitakin välineitä tai tarvittavia osia, vaan kaikki olisi saatavilla lähellä. [2, s.86.]

Maailman johtavissa yrityksissä työn tehokkuus perustuu lähes aina hukkien poistamiseen ja asiakasarvoa lisäävän työn maksimoimiseen. Työntekijöiden luovuutta ei tulisi jättää hyödyntämättä, sillä työntekijöillä on kaikkein paras tieto työvaiheiden ja menetelmien toiminnasta ja niiden kehittamisestä. Esimiehet ja firman johto eivät pysty tietämään menetelmien toimivuutta samalla tavalla kuin työntekijät, jotka päivittäin työskentelevät työpisteillä. [1, s.11.]

Hyviä keinoja tuoda esille työntekijöiden ajatuksia ja kehitysehdotuksia ovat kehitystoimenpiteet, kuten jatkuva parantaminen. Hyvillä kehitysehdotuksilla voidaan poistaa monia eri hukkailmiöitä.

### 3.3 Työturvallisuus ja ergonomia

Toiminnan kehittämisen lähtökohtana tulee aina olla työskentely-ympäristön turvallisuuden takaaminen. Kun parannetaan työskentelymenetelmiä ja työn ergonomiaa, parannetaan samalla myös työn tuottavuutta ja edistetään työssä jaksamista. [1, s.12.]

Työturvallisuuden kehittämisen tarkoituksena ei ole työn hankaloittaminen, vaan erilaiset kehitysaskleet suunnitellaan ja toteutetaan tarkoituksenmukaisesti ja jokaisen työpisteen tarpeet huomioon ottaen. [1, s.13.]

Jokainen huonoista tai puutteellisista työskentelyolosuhteista johtuva poissaolo tai työtapaturma on ylimääräistä hukkaa yritykselle, joten viihtyvyyteen, ergonomiaan ja työturvallisuuteen panostaminen on sekä työntekijän että työnantajan edun mukaista. [1, s.13.]

Muutamia asioita, joilla voidaan parantaa merkittävästi työturvallisuutta sekä työvihtyvyyttä työpisteellä, ovat hyvä valaistus, helposti saatavilla olevat työkalut, ergonominen työskentelyasento ja, ettei työssä tarvitse nostaa raskaita kappaleita tai osia, mikä on tärkeä työturvallisuuteen vaikuttava asia.

Osana eri Lean-yritysten työturvallisuuskäytäntöjä on myös työturvallisuuskorttikoulutuksen suorittaminen. Kun työntekijä suorittaa koulutuksen ensimmäistä kertaa vie koulutus koko päivän ja kurssin loppuun täytetään koulutuksen sisältöön liittyvä koe. Monessa eri teollisuuden alan yrityksessä jokainen työntekijä asemasta riippuen käy työturvallisuuskorttikoulutuksen. Kortti (kuva 2) on voimassa 5 vuotta, jonka jälkeen käydään uudestaan lyhyt kertauskurssi ja tehdään uusi koe.



**Kuva 2. Työturvallisuuskortti.**

Muita positiivisia vaikutuksia työturvallisuuteen ja ergonomiaan ovat seuraavat [1, s.13.]:

- keskittyminen itse työn tekemiseen paranee, kun puitteet ovat kunnossa,
- huonoista menetelmistä johtuva turhautuminen vähenee,
- työsuhteet samassa yrityksessä pidentyvät ja
- yleinen ilmapiiri työpaikalla paranee.

### 3.4 Työn vakiinnuttaminen

Työtapojen- ja menetelmien kehittäminen vaatii ensimmäisenä niiden vakiinnuttamista. Vasta sitten kun kaikki työntekijät toimivat samalla tavalla, voidaan selvittää, miten työn

toteutustapa vaikuttaa laatuun, tuottavuuteen ja turvallisuuteen. Mikäli kaikki työskentelevät eri tavalla, on lopputulokseen vaikuttavien tekijöiden määrittäminen vaikeaa. [1, s.14.]

Standardoitu työskentelytapa takaa tuotteiden laadun. Vakiinnuttamisen positiivisia piirteitä ovat seuraavat:

- hyvien työskentelytapojen kehittäminen tehostuu,
- tietojen jakaminen ja oppiminen tehostuu,
- työtaturmat vähenevät,
- työn laatu paranee ja
- työn tuottavuus paranee.

Työn vakiinnuttaminen ei tarkoita oma-aloitteellisuuden vähenemistä, vaan työntekijät nimenomaan haastetaan kehittämään parempia menetelmiä, jotka toteutetaan osana jatkuvaa parantamista. [1, s.14.]

Työohjeita käytetään yleisesti työn vakiinnuttamisessa. Ohjeiden on oltava selkeitä, havainnollisia ja yksinkertaisia. Ohjeissa tulee kuvata työn päävaiheet luonnollisessa järjestyksessä sekä niihin liittyvät keskeiset, turvallisuuteen, laatuun ja tuottavuuteen vaikuttavat seikat.

Ohjeissa käytetään kuvia ja kaavioita selventämään käytössä olevia työskentelytapoja. Ohjeet pyritään pitämään lyhyinä ja helposti luettavina. Työohjeissa ei kuvata itsestään selviä asioita, vaan niissä keskitytään onnistuneen suorituksen kannalta oleellisiin asioihin.

Työohjeiden tulee olla työpaikalla helposti saatavilla. Tyypillisesti ohjeet kiinnitetään selailtavaan kansioon tai kiskoon, joka sijaitsee asennuslinjalla kaikkien saatavilla. Työohjeissa määritellään työn eri vaiheet sekä ongelma- ja avainkohtien toteutus ja annetaan laadunvarmistusohjeet. Näiden lisäksi ohjeissa voi olla myös tietoa käytettävistä materiaaleista ja työkaluista. [1, s.15.]

## 4 Lean-tuotannon tasoitus

Tuotannon tasoituksella tarkoitetaan tuotteiden valmistamista pienissä säännöllisesti toistuvissa erissä asiakastarpeen mukaan, eli tuotteita valmistetaan vasta kun asiakas tilannut tuotteet. Tämän tarkoituksena on välttää tuotteiden turhaa varastointia sekä pienentää keskeneräisen tuotannon määrää. Haittapuolena voidaan pitää lisääntyneitä tuotevaihtoja ja asetuksia. Tasoitettu tuotanto edellyttää lyhyitä asetusajoja ja kustannuksia. [2, s.78:79.]

Tuotannon tasoittamisen konkreettisia etuja ovat:

- työvoiman ja koneiden kuormituksen tasoittuminen,
- materiaalin kulutuksen tasoittuminen,
- varastointitarpeen pienentyminen,
- tuotannon joustavuus asiakastarpeen mukaan ja
- toimittajien ja alihankkijoiden helpompi ohjaus.

Käytännössä tuotannon tasoitus tarkoittaa pienerätuotantoa, jossa tuotetaan tasaisin väliajoin eri tuotteita tai variaatioita, aina asiakkaan tilauksen mukaan. Näin on mahdollista vastata asiakkaiden vaihtelevaan kysyntään muuttamatta päivittäistä työtahtia. [2, s.78:79.]

### 4.1 Tuotannon tasoituksen näkyminen jokapäiväisessä työnteossa

On toki selvää, että pienerätuotanto lisää päivittäin tehtävien erilaisten asetusten määrää, jolloin erityinen huomio tulee kohdistaa asetustekniikoiden ja asetusajojen kehittämiseen. [1, s.19.]

Työntekijän näkökulmasta toimiva pienerätuotanto kuitenkin:

- lisää työn vaihtelevuutta
- tasoittaa työtahtia
- vakauttaa ja systematisoi tuotantoa
- vähentää sähläämistä ja suunnitelmien muutoksia.

#### 4.2 Virtaus- ja läpäisyajat, keskeneräinen tuotanto

Lean-tuotannon kehittäminen edellyttää tuotannon virtauttamista. Tuotannon virtautuksen tavoitteena on valmistaa yrityksen tuotteet nopeasti valmiiksi asiakkaan tarpeen perusteella. Käytännössä tämä tarkoittaa laitteiden valmistamista toistuvissa pienerissä tilausmäärien tai varastotarpeiden perusteella. Keskeneräisen tuotannon määrä ja varastot on tarkoitus pitää mahdollisimman pieninä, jotta tuotteet virtaisivat tuotannossa pysähtymättä. [1, s.20.]

Virtauksen tehokkuutta mitataan tuotannon läpäisyajalla. Sillä tarkoitetaan kalenteriaikaa, joka kuluu tuotteen valmistamisen aloittamisesta siihen hetkeen, kunnes tuote on lopulta valmis. Keskeneräisten tuotteiden määrä vaikuttaa suoraan läpäisy aikaan; mitä enemmän tuotannossa on keskeneräisiä tuotteita, sitä pidempi läpäisy aika on. [1, s.20.]

Virtauksen tehostamisella saadaan esiin nopeasti tuotantoprosessin ongelmat, esimerkiksi konehäiriöt ja laatuongelmat. Virtauttaminen pakottaa kehittämään tuotannon luotettavuutta, poistamaan laatuhäiriöitä sekä lisäämään tuotannon toiminnan suunnitelmallisuutta. [1, s.20.]

Tuotannon virtauttamisella saavutettavia etuja ovat:

- lyhyet toimitusajat
- varastoihin sitoutuneen pääoman pienentyminen
- laadun kehittyminen
- tuottavuuden kasvu
- toiminnan systemaattisuuden kasvu.

Tuotannon virtautuksen onnistuminen edellyttää kone- ja laitehäiriöiden poistamista sekä laatuvirheiden vähentämistä. Eräkokojen pienentäminen vaatii tuotevaihtojen asetusajojen ja erilaisten kustannusten määrätietoista pienentämistä. Koneet ja laitteet on hyvä sijoittaa niin, että tuotantoreitit ovat mahdollisimman selkeät ja lyhyet. [1, s.21.]

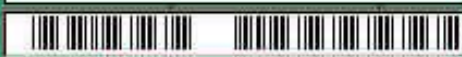
Tuotannon läpäisyajan lyhentäminen ei perustu työtahdin kasvattamiseen, vaan erilaisten odotusaikojen poistamiseen valmistuksesta. Tuotekohtaisesta läpäisyajasta on tavallisesti yli 99 % odottamista.

## 4.2 Imuohjaus

Lean-johtamisen eräs tunnetuimmista työkaluista on imuohjaus. Imuohjauksessa töiden aloitus perustuu osien kulutukseen. Päätös tuotteiden tekemiseen saadaan esimerkiksi silloin, kun tuotelaatikko tyhjenee hälytysrajalle asti. Imuohjausimpulssi voi tulla esimerkiksi seuraavalta työpisteeltä tai vaiheelta tai osaa tarvitsevalta kokoonpano-osastolta. [2, s.15.]

Tarvitun osan valmistus aloitetaan imuohjauskortin eli kanbanin tai tyhjän laatikon perusteella. Kanban määrittelee valmistettavan nimikkeen sekä valmistusmäärän. Kanban soveltuu sellaisten vakionimikkeiden valmistamiseen, joiden kulutus on kohtalaisen tasaista. [2, s.16.]

Kanban korttien (kuva 3) määrä määrittelee, kuinka monta erää kyseistä nimikettä voi olla varastossa. Jos kanbanien määrää muutetaan, voidaan vaikuttaa suoraan varastoihin ja keskeneräisen tuotannon määrään. [2, s.16.]

Your Logo Here		<b>Kanban Replenishment Card</b>			
Part Number:		Description			
Part Number		Description			
Order Qty	U/M	Card 1 of	Container		
is Per Cont	of Mea	Card 1 of	Container		
Pull From		Supplier			
Pull From		Supplier			
Pull To:		Consuming Operation			
Shelf Location		Consuming Operation			
					
		Card ID		Tracking #	

Kuva 3. Esimerkki kanban-kortista.



Imuohjauksen konkreettisiksi hyödyiksi voidaan lukea:

- yksinkertaistetaan omaa materiaaliyhjausta ja pienennetään varastoja
- lyhennetään tuotannon läpäisyäikää
- tuotanto saadaan selkeämmäksi
- parannetaan tuotannon joustavuutta ja lisätään asiakaslähtöisyyttä.

Pitkällä aikavälillä kehitystyön tarkoituksena on saada liikkeellä olevien kanban-korttien määrä pienemmäksi, jolloin tuotantojärjestelmän varastot pienenevät. Tämän ei tule tapahtua työehtia nopeuttamalla, vaan asetusajoja ja työmenetelmiä kehittämällä. [2, s.16.]

## 5 Laadunvarmistus

Lean-tuotannossa laatu ja laadun varmistus ovat jokaisen työntekijän vastuulla ja osa jokapäiväistä työskentelyä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jokaisen työntekijän on oltava mukana laadunvarmistuksessa. laadunvarmistus toteutetaan ohjeiden mukaisesti ja poikkeamista, häiriöistä ja työturvallisuuspuutteista on välittömästi ilmoitettava. [1, s.24.]

Virheiden nopea löytyminen ja niiden etenemisen estäminen säästää kustannuksia, koska virheellisiin kappaleisiin ei tehdä turhaa työtä. Virheet ja ongelmat tulee ottaa nopeasti esille, jotta niiden aiheuttajat ja syyt voidaan selvittää ja eliminoida. Kun virheiden ja ongelmien taustasyöt poistetaan systemaattisesti, tuotannon laatu alkaa kehittyä vähitellen. [1, s.24.]

Lean-toiminnan keskeiset periaatteet laadun kehittämässä ovat seuraavat:

1. Jokainen työntekijä on laatu vastuussa.
  - oma työ tarkastetaan ohjeiden mukaisesti ja
  - poikkeamiin puututaan heti.
2. Sataprosenttiset laadunvarmistuksen menetelmät ovat seuraavat:
  - virheet estetään teknisesti, esimerkiksi osat, joita ei voi asentaa väärin päin

- varmistetaan asennus esimerkiksi värjäämällä ruuvien pää kiristyksen jälkeksi.

### 3. Hyödynnetään koneiden ja laitteiden automaattisia virheentunnistemenetelmiä.

- koneiden oma vika-analyysi,
- automaattimittaukset ja tarkastukset, sekä
- työpistekohtaiset testilaitteet.



**Kuva 4. Laatuympyrä. [6]**

#### 5.1 5S teoriassa ja käytännössä

Lean-toiminnan lähtökohtana on, että tuottavaa ja laadukasta työtä pystytään tekemään ainoastaan siistissä ympäristössä. 5S on käytännön työkalu, jolla voidaan huolehtia siisteyden ja järjestyksen kehittämisestä ja ylläpidosta tuotantolinjojen työpisteillä. 5S:n avulla pyritään viime kädessä kehittämään työn teon systemaattisuutta ja kurinalaisuutta. [1, s.26.]

Viisi s-kirjainta tulevat Japanin sanoista Seiri (lajittele), Seiton (järjestä), Seiso (puhdistusta ja huolla), Seiketsu (vakiinnuta toimenpiteet) ja Shitsuke (ylläpidä).

5S:n hyödyt ovat seuraavat:

- parantaa työturvallisuutta
- ylläpitää työpisteen järjestystä ja vähentää työvälineiden etsimisen aiheuttamaa turhautumista
- helpottaa työn tekemistä työvälineiden tarkoituksenmukaisen organisoinnin myötä
- siisteys ja täsmällisyys tukevat Lean-kulttuurin muodostumista
- tuotantovälineiden valvonta ja seuranta tehostuu.

5S ei ole pelkkä siivousohjelma, vaan se on osa Lean Managementia. Tehokas toiminta, hukkien tunnistaminen ja poistaminen on mahdollista vain siistissä ja selkeässä ympäristössä. [1, s.27.]

Jokainen työntekijä osallistuu työpisteen järjestämiseen, siivoamiseen ja siisteyden ylläpitoon seuraavien ohjeiden mukaisesti:



Kuva 5. Esimerkkikuva 5S-vaiheista. [7]

1. Lajittele (Seiri): työkalut, materiaalit ja muut tavarat laitetaan niiden tarpeellisuuden mukaan. Poista työpisteestä ylimääräiset työkalut ja tarpeettomat materiaalit ja tavarat. [1, s.27.]
2. Järjestä (Seiton): tarvittaville työvälineille järjestetään tarkoituksenmukainen paikka. Välineiden omat paikat merkitään selkeästi. [1, s.27.]
3. Puhdista ja huolla (Seiso): kaikki koneet ja laitteet puhdistetaan ja huolletaan. [1, s.27.]
4. Vakiinnuta (seiketsu): toimenpiteet. Järjestelyt ja siivous tehdään rutiininomaisesti osana työntekoa. [1, s.27.]
5. Ylläpidä (Shitsuke): vakiintuneita käytäntöjä. Toteutetaan vaiheita 1-3 jatkuvasti. Alueiden 5S-taso auditoidaan systemaattisesti. [1, s.27.]

## 5.2 Jatkuva parantaminen

Lean perustuu toiminnan jatkuvaan systemaattiseen parantamiseen. Vastuu tuotteen sekä toiminnan kehitystyöstä on yrityksen jokaisella työntekijällä asemaan katsomatta. Kehitystoiminta toteutetaan pienryhmissä, jotka perehtyvät esille tuleviin ongelmiin, suunnittelevat ratkaisut ja myös toteuttavat ne. [2, s.106.]

Kehitysideoilla ei tarkoiteta ainoastaan mullistavia innovaatioita, vaan jokainen voi lähteä liikkeelle seuraavilla kysymyksillä:

- miten minä voisin tehdä työni paremmin tai helpommin?
- mikä vaikeuttaa työntekoani?
- mitä edellisessä työvaiheessa voitaisiin tehdä toisin, jotta työntekoni helpottuisi?
- miten eri työvaiheiden välistä yhteistyötä voitaisiin kehittää?

Ongelmat tulisi nähdä tilaisuutena kehittää laatua, työskentelytehokkuutta tai työturvallisuutta. Varastojen poistaminen ja tuotannon virtauttaminen tuovat yleensä esille runsaasti ongelmia ja kehityskohteita. Yrityksellä on oltava valmiudet ja resurssit ratkaista nämä esille tulevat ongelmat, jotta toiminta voisi kehittyä. [2, s.107.]

Prosessin toimivuuden ja laadun kehittäminen parantaa koko yrityksen toimintaa ja kannattavuutta.

Jatkuvaa parantamista kannattaa suorittaa PDCA-syklin mukaisesti. Siihen sisältyy viisi pääkohtaa, ne ovat [1, s.15.]:

1. Suunnittele (Plan) parannustoimenpide. Pohdi eri vaihtoehtoja ja määritä vaiheet parempien työskentelymenetelmien saavuttamiseksi.
2. Suorita (Do) pilottihanke muutoksesta.
3. Arvioi (Check) pilottihankkeen plussat ja miinukset, sekä mahdollisuudet tehdä korjaavia toimenpiteitä.
4. Toteuta (Act) parannus koealueella.
5. Jatka toiminnan kehittämistä.

### 5.3 Systemaattinen ongelmanratkaisu

Työnteon yhteydessä ilmenevät ongelmat ratkaistaan systemaattisesti etsimällä häiriöiden juurisyyt ja estämällä niiden toistuminen. Ongelmat on tärkeä löytää ja poistaa niiden juurisyyt mahdollisimman aikaisin, ettei niistä pääse syntymään suurta ongelmaa. [1, s.30.]

Käytännössä tämä tarkoittaa, että tuotteita voidaan joutua korjaamaan, ennen kuin ne voidaan toimittaa asiakkaalle. Toistuvat ja merkittävät ongelmat ratkaistaan systemaattisesti, jotta niistä päästään eroon lopullisesti. [1, s.30.]

Systemaattinen ongelmanratkaisu tehostaa ongelmien käsittelyä, kehittää osallistujien osaamista ja ongelmanratkaisukykyä sekä dokumentoi ongelman ratkaisun siten, että sitä voidaan hyödyntää uudelleen. [1, s.30.]

Ongelmanratkaisusta ei pidä tehdä liian vaikeaa ja monimutkaista. Monimutkaisten menetelmien sijaan yrityksissä pyritään käyttämään yksinkertaisia, selkeitä ja toimivia työkaluja, kuten viisi kertaa miksi.

Viisi kertaa miksi työkalua voidaan havainnollistaa seuraavan esimerkin kautta:

Lähtötilanne: Öljyä tehtaan lattialla

1. miksi? Tiiviste on rikki.
2. miksi? Edellisen huollon yhteydessä tiiviste rikkoutui.
3. miksi? Varaosista ei löytynyt sopivaa tiivistettä.
4. miksi? Tiivisteet olivat loppu.
5. miksi? Varaosavaraston hallinta ei toimi.

Äsken käytetyn esimerkin perusteella havaitaan, että tavallisesti juurisyy saattaa aiheuttaa monia ongelmia, jos juurisyytä ei korjata ajoissa. [1, s.31.]

Systemaattisessa ongelmanratkaisussa on kolme kriittistä vaihetta:

- Ongelman ymmärtäminen, jossa ongelma havaitaan ja kirjataan välittömästi sekä selvitetään ongelman esiintyminen ja sen laajuus.
- Juurisyyt selvittäminen, jossa selvitetään ongelman juurisyyt 5 kertaa miksi-tekniikalla. Testataan oletettu juurisyy, jos mahdollista sekä suunnitellaan ja toteutetaan juurisyyt poistaminen.
- Toiminta, jossa tarkistetaan tulokset, eli poistuiiko ongelma? Lisäksi vakiinnutetaan uudet toimintatavat. [1, s.31.]

#### 5.4 Mittaaminen ja tunnusluvut

Mittareiden ja tavoitteiden tulee olla selkeästi esillä osastokohtaisilla ilmoitustauluilla. Mittareita käytetään valmistusprosessin tehokkuuden, laadun sekä erilaisten hukkiin esiintymisen seuraamiseen. Tuotantotavoitteet määrittelevät työntekijöiltä odotettavan normaalin suoritustason. [1, s.28.]

Työnjohdon tulee päivittää mittareita usein. Esimerkiksi joissakin yrityksissä raportoidaan tuotantomäärät kahden tunnin välein ilmoitustaululle. Mittaamisen tavoitteena ei kuitenkaan ole hiostaa työntekijöitä, vaan havaita mahdolliset ongelmat ja poikkeamat välittömästi. [1, s.28.]

Mikäli tuotantomäärä tai laatu jää tavoitteista, selvitetään välittömästi, mitkä tekijät ovat olleet hyvän suorituksen esteenä. Näin varmistetaan, että tekemiseen liittyvät ongelmat ja häiriöt saadaan esille ja että ne ratkaistaan. [1, s.28.]

Mittaamisen tavoitteena on

- asettaa selkeät tavoitteet
- havaita poikkeamat ja ongelmat nopeasti
- seurata kehitystoimenpiteiden vaikutusta.

Mittarit ovat yksinkertaisia, selkeitä ja tavallisesti niitä on vain muutama. Mittaamisessa keskitytään yrityksen liiketoiminnan kannalta oleellisimpiin asioihin. Vaikka mittareita on vähän, niin niitä seurataan kuitenkin usein. Tuotantolinjakohtaisten taulujen tiedot yhdistetään viikoittain raportiksi tuotannon johdolle. [1, s.29.]

Keskeisiä Lean-mittareita ovat: tuottavuus, laatu, läpäisy aika, keskeneräinen tuotanto sekä hukka. Yrityksen johto tarvitsee mittaustietoja tuotannon johtamisen ja ennen kaikkea sen kehittämisen tueksi. Toimintaa ei voida kehittää, jollei täysin ymmärretä nykyistä suoritustasoa. Kehitystavoitteita ei voida asettaa ilman selkeitä ja realistisia mittareita. [1, s.29.]

## 5.5 Tiimit ja tiimityö

Leanin mukaisessa tuotannossa tiimit ovat osa toimintaa. Pienryhmiä voidaan käyttää ongelmanratkaisuissa, toiminnan kehittämisessä, valmistusketjun hallinnassa sekä laadunvarmistuksessa. Työntekijän tulee ymmärtää oma tehtävänsä ryhmässä ja noudattaa yhdessä sovittuja toimintaperiaatteita.

Tiimin jäsenen tulee:

- tehdä työ ohjeiden mukaisesti
- etsiä mahdollisuuksia jatkuvaan parantamiseen

- osallistua ongelmien ratkaisuun pienryhmissä
- huolehtia 5S-toiminnasta
- toteuttaa koneiden käyttäjäkunnossapitoa.

Tiimityön tavoitteena on aikaansaada parempaa työmotivaatiota, kantaa vastuuta laadusta ja siitä että työntekijät voisivat oppia toisiltaan. Hyvän tiimin tunnusmerkkinä pidetäänkin keskinäistä yhteistyötä sekä työntekijäkohtaista vastuunkantoa yhteisistä tavoitteista.

## **6 Lean käytännössä ABB:llä**

### 6.1 ABB lyhyesti

ABB on maailmanlaajuisesti johtava sähkövoiman ja automaatioteknologian yritys, jonka palveluksessa työskentelee maailmalla noin 100 maassa yli 135 000 henkilöä, joista Suomessa noin 7 000.

ABB:n ydinliiketoiminnat voidaan jakaa 5 pääryhmään, ne ovat seuraavat:

Discrete automation and motion eli sähkökäytöt ja kappaletavara-automaatio. Keskittyy energia- ja tuotantotehokkuutta lisääviin tuotteisiin kuten moottoreihin, generaattoreihin ja taajuusmuuttajiin.

Low voltage products eli pienjännitetuotteet, keskittyy valmistamaan pienjännitteisiä katkaisijoita, kytkimiä, ohjaus- ja valvontakojeita sekä laitteistoja jotka suojaavat ihmisiä ja sähkölaitteita ylikuormituksilta.

Process automation eli prosessiautomaatio valmistaa tuotantoprosessin energiatehokkuutta parantavia tuotteita eri teollisuuden haarojen, kuten öljy-, kaasu-, metalli-, kemia- ja metsäteollisuuden käyttöön.

Power systems eli sähkövoimajärjestelmät, tarjoaa voimansiirtoon ja sähkönjakeluun liittyviä järjestelmiä ja palveluja, kuten automaatiojärjestelmiä sekä voimalaitos- ja verkostoautomaatiota. [8.]



Power products, eli sähkövoimatuotteet, keskittyy valmistamaan muuntajia, suur- ja keskijännitekojeistoja, releitä, katkaisijoita, sekä komponentteja sekä tarjoamaan tuotteiden tehokkuuteen ja elinkaareen liittyviä palveluja. [,8.]

Lean-toiminnan pääperiaatteita sovelletaan myös ABB:n Pitäjänmäen taajuusmuuttaja-tehtaalla. Lean-projekti alkoi varsinaisesti ABB:n tuotantolinjoilla alkuvuodesta 2010. Sen tarkoituksena oli tehostaa toimintaa tuotannossa sekä parantaa tehtaan tuotteiden laatua että saada työpisteiden sekä tuotantolinjojen kokoonpanotilat ja työvälineet tarkoituksenmukaisemmiksi. (Kuva 6)



**Kuva 6. Taajuusmuuttajien kokoonpanoa tuotantolinjalla.**

## 6.2 ABB Suomessa

ABB toimii Suomessa yli 30 paikkakunnalla, ja se on Suomen suurin teollisuuden kunnossapitäjä. ABB:n Suomen tehdaskeskittymät ovat kolmessa kaupungissa, Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa. [,8.]

Helsingin Pitäjänmäellä sijaitsevat sekä moottori- ja generaattoritehdas että taajuusmuuttajatehdas. ABB onkin pääkaupunkiseudun suurin teollinen työnantaja. ABB:llä on siis Helsingissä kaksi tehdasta samalla tontilla. (Kuva 7.)

Vaasassa sijaitsee Suomen muuntaja-, kytkintuote-, rele- sekä ohjausautomaatiotuotteiden tehdas, sekä Porvoossa sähköasennustuotteiden tehdas.



**Kuva 7 ABB:n tehdasnäkymä Pitäjänmäellä.**

### 6.3 Taajuusmuuttajien toimintaperiaate

ABB:n Pitäjänmäen taajuusmuuttajatehtaalla valmistetaan taajuusmuuttajia sekä niiden mukana tulevia sähkökaapituksia eri teollisuuden alojen tarpeisiin.

Taajuusmuuttaja on sähkölaite, joka kytketään kahden erillisen sähköverkon välille, jännitteen taajuus, sekä amplitudi voivat poiketa toisistaan. Yleisin käyttökohde on kytkeä taajuusmuuttaja sähkömoottorin tai generaattorin ja valtakunnallisen sähköverkon väliin. Tällöin taajuusmuuttaja on osa moottori- tai generaattorikäyttöä, missä se vastaa moottorin tai generaattorin ohjauksesta.

Taajuusmuuttajaa käyttämällä saadaan moottori- tai generaattorikäytössä moottori pyörimään prosessin tarvitsemalla nopeudella, jolloin prosessi tehostuu ja tulee kustannus-

sekä energiatehokkaammaksi, mikä on varsinkin nykyaikana tärkeä kriteeri eri yrityksille ja valtioille ilmastonlämpenemisen seurauksena.

Yksi suurimmista eduista taajuusmuuttajien käytössä on energiatehokkuus, kun moottoria käytetään aina prosessin vaatimalla nopeudella. Taajuusmuuttajien muita etuja ovat myös pehmeä käynnistys, tarkka nopeus, hyvä kauko-ohjausmahdollisuus, tietokoneiliitäntä sekä yksinkertainen rakenne.

Yksinkertaisesta rakenteesta huolimatta taajuusmuuttajien kokoonpano on kuitenkin huolellisuutta vaativaa työtä, jossa on oltava tarkka herkkien komponenttien käsittelyssä, johtimien liittämässä sekä kaikkien mekaanisten liitosten asennuksissa, kuten oikeiden ruuvien käyttämisessä ja oikeiden kiristysmomenttien kanssa. Väärät momentit liitoksissa tai väärän pituiset ruuvit voivat aiheuttaa vikoja tai jopa hajottaa komponentteja, sekä aiheuttaa oikosulkuja taajuusmuuttajiin.

Taajuusmuuttajia voidaan käyttää monissa eri teollisuuden sovelluksissa, joissa on käytössä vaihtosähkömoottoreita. Tyypillisimpiä ovat pumppu- ja puhallinkäytöt, hissit, liukuportaat, isojen koneiden voimansiirrot esim. paperikoneiden sekä laivojen potkurikäytöt ja tuulivoimalat. (Kuva 8.)



**Kuva 8. Taajuusmuuttajia.**

### 6.3 Leanin käyttöönoton taustat

Alkuun on hyvä todeta, että ABB yrityksenä on monien haasteiden edessä. ABB toimii alalla, jolla kilpailu on kovaa ja asiakasvaatimuksiin on pystyttävä vastaamaan sekä laadukkailla tuotteilla että toimitusvarmuudella.

Lean-filosofia istuu hyvin ABB:n kaltaisen ison yrityksen toimintakulttuuriin, etenkin kun tarkoituksena on saada toiminta entistä tehokkaammaksi, laadukkaammaksi, kustannustehokkaammaksi ja nopeammaksi.

Kilpailijoita edellä olevan tuotekehityksen lisäksi itse tuotteiden valmistusmenetelmän toimivuus, joka siis sisältää laadun, hinnan ja toimitusvarmuuden, sekä kolmantena yrityksen vihreät arvot ovat asiat, joilla myös ABB pyrkii kilpailemaan globaalisti kilpailijoita vastaan.

Lean-johtamisfilosofia otettiin ensimmäisen kerran käyttöön taajuusmuuttajatehtaalla alkuvuodesta 2010. Käyttöönottoon vaikuttavia asioita olivat laadun parantaminen tuotannossa, tuotannon tehostaminen sekä varastointiin käytettävän tilan pienennys ja myös yleinen siisteys sekä työpisteiden saaminen käytännöllisemmiksi. Tärkeässä osassa Lean-projektissa on ollut varastointitilojen supistuksella, tuotantolinjojen asennuspisteiden välisten puskurien vähentämisellä, 5S:llä sekä jatkuvalla parantamisella.

Lean-projekti taajuusmuuttajatehtaalla alkoi muuttamalla asennuslinjojen layout-alueet vastaamaan paremmin eri taajuusmuuttajien valmistuksen kapasiteettien vaatimalle tasolle. Erään vesijäähdytteisen taajuusmuuttajan tiloista saatiin vapautettua ylimääräistä tilaa uusien tuotteiden pilottilinjaa varten.

Lean on erinomainen työkalu käytettäväksi asennuslinjoilla, etenkin kun ABB:n taajuusmuuttajatehtaalla on käynnistymässä tuotesukupolven vaihdos. Kaikki taajuusmuuttajamallit tulevat vuoden 2013 aikana korvautumaan uusilla versioilla.

Tuotesukupolven vaihdos tulee aiheuttamaan isoja muutoksia asennuslinjojen layouteihin ja käytännössä linjat tullaan järjestämään uudelleen uusia tuotteita varten. Lean tulee olemaan mukana uuden tuotesukupolven alusta lähtien, jolloin uusien tuot-

teiden valmistus tulee olemaan alun alkaen mahdollisimman tehokasta sekä ergonomista.

Lean-projekti ABB:n tehtaalla ei tule toki päättymään tuotesukupolven vaihdoksen myötä, vaan päinvastoin se tulee olemaan jatkossakin oleellinen osa ABB:n käytännön toimintaa, sekä filosofiaa.

#### 6.4 Varastoinnin tehostaminen

Layout-alojen jälkeen alettiin tehtaalla muuttaa varastointikäytäntöjä yhdessä ABB:n kahden tärkeimmän tavarantoimittajan DHL:n sekä Geodis Wilsonin kanssa. Tarkoituksena oli saada tehtaalla vähennettyä varastointialaa ja pitää vain tarvittavat määrät osia ja komponentteja hyllyissä. (Kuva 8.)



**Kuva 9. ABB:n varastolavoja hyllyssä.**

Käytännössä varastoinnin tehostamisessa otettiin yhtenä ratkaisuna käyttöön kanban-menetelmä, jonka mukaisesti tehtaalla olisi vain tarvittava määrä osia. Esimerkiksi eräs metallikisko, jota olisi tietty määrä laatikossa kiskon hyllypaikalla ja toinen laatikko sen varapaikalla, sekä muutama laatikko tuotetta alihankkijan varastossa.

Periaate kanban-menetelmässä on, että kun tuote loppuu hyllypaikaltaan, tyhjä laatikko siirretään tyhjien laatikoiden paikalle ja tämän jälkeen osastonjärjestelijä siirtää trukilla varapaikalta täyden laatikon hyllypaikalle. Tyhjä laatikko lähtee seuraavalla kuljetuksel-

la alihankkijan varastolle, mistä lähetetään täysi laatikko tyhjän laatikon tilalle tehtaan varapaikalle.

Tehokas ja toimiva varaston kierto on olennainen osa ABB:n Lean-projektia.

### 6.5 Tuotannon läpimenoaika

Toinen tärkeä kriteeri tehtaalla on ollut tuotannon läpimenoajan lyhentäminen. Läpimenoajan lyhentäminen on yksi tärkeä tuottavuutta parantavista menetelmistä, sekä tehokkuutta kuvaavista mittareista. Läpimenoajan lyhentämisellä saadaan vähennettyä tuotantoon sitoutuvan pääoman määrää. Käytännössä tämä tarkoittaa, että sama määrä tuotteita saadaan tehtyä vähemmillä työtunneilla ja puolivalmiita laitteita on tuotannossa vähemmän.

Läpimenoajan lyhentämisellä saavutetaan myös parempi tuotannon ennustettavuus ja voidaan samansuuruisilla resursseilla tuottaa enemmän laitteita. Tuotannossa ei saa olla pullonkaulakohtia eri työvaiheiden välillä, vaan tuotannon olisi sujuttava joustavasti pisteeltä toiselle.

Pullonkaulakohtien poistamiseksi pyritään tasoittamaan tuotantolinjojen eri työpisteiden työmäärät, sekä helpottamaan työpisteiden hankalia asennuskohtia hankkimalla tarkoituksenmukaiset työvälineet sekä mikäli mahdollista automatisoimaan työvaihe.

Turhia työvaiheita pyritään myös ulkoistamaan, jos se on kustannusten kannalta järkevää, sekä asentajien työtä helpottavaa, esimerkiksi joidenkin taajuusmuuttajien etupellit tulevat nykyään valmiiksi tarroitettuna. Etupellit sisältävät painopiste-, sekä erilaisia varoitustarroja, jotta asiakas pystyy huomioimaan nämä asiat omissa toimitiloissaan taajuusmuuttajia käsitellessään tai siirtäessään.

### 6.6 5S ABB:n tuotantolinjoilla

5S-työkalu otettiin osaksi tuotantoa ABB:llä, sillä sen avulla on helppo pitää yllä järjestystä ja siisteyttä tuotantolinjalla, sekä tehdä työskentelystä systemaattista. 5S on myös tärkeä osa työturvallisuuden parantamista.

5S toteutetaan Pitäjänmäen tehtaalla vaiheittain, aina yksi S kerrallaan. 5S on edelleen kesken tehtaan eri asennuslinjoilla. Tällä hetkellä on päästy asennuslinjasta riippuen 2S tai 3S vaiheeseen. (Kuvat 10 ja 11.)

Ensimmäisessä vaiheessa (1S) lajittelussa käytiin työpistekohtaisesti läpi asennuslinjat ja poistettiin jokaiselta työpisteeltä kaikki ylimääräinen tavara ja työkalut, joita ei tarvittu kyseisen työpisteen asennuksissa.

1S-vaiheen tarkoituksena oli selkeyttää työpisteiden tilat. Kun kaikki ylimääräiset työkalut ja tavarat olivat poissa työpisteiltä, niin työpisteistä tuli heti siistimmät ja taajuusmuuttajien valmistus eri pisteillä helpottui sekä nopeutui, kun häiritsevät työkalut ja tavarat olivat poissa.

2S-vaiheessa jokaiselle työkalulle sekä muille tarvittaville välineille järjestettiin tarkoituksenmukaiset paikat työpisteeltä. Työkalujen paikat merkittiin työpisteelle selkeästi, sekä työkalut, ruuvinvääntimet, ruuvikärjet ja muut tarvittavat asiat merkittiin työpisteiden omilla numeroilla. Näin estettiin välineiden kulkeutuminen toisille työpisteille.

Esimerkiksi loppukokoonpanopisteellä numero 60, jossa kaikki loppukokoonpanossa tarvittavat kärjet, vääntimet ja muut välineet merkittiin tarralla, jossa on numero 60. Tällä periaatteella toimittiin jokaisella työpisteellä. Näin jokaisen työpisteen työvälineet ovat tunnistettavissa ja löydettävissä, mikäli niitä on kulkeutunut pois työpisteeltä.

Jokaisella eri asennuslinjalla on käytössä eriväriset tarrat ja jokaisella työpisteellä oma työpistekohtainen numeronsa. Näin tarrasta selkeästi nähdään että kyseisellä työpisteellä on omat työkalunsa, eikä sinne ole kulkeutunut välineitä muilta työpisteiltä tai tuotantolinjoilta.

3S-vaiheen tarkoituksena on eri asennuslinjoilla huoltaa ja puhdistaa kaikki koneet ja työvälineet. Tämän jälkeen 4S- ja 5S-vaiheet pitävät sisällään lähinnä edellä mainittujen käytäntöjen vakiinnuttamista sekä ylläpitämistä. Käytännössä 3S tarkoittaa, että tuotantolinjalla asentajat siistivät omat työpisteensä, heittävät pois kaiken ylimääräisen tavarat ja myös tarvittaessa vaihtavat ruuvilaatikoihin ja työvälineisiin uudet tarrat, mikäli vanhat ovat alkaneet irrota kulmista.



**Kuva 10. 5S:n mukainen työpiste.**



**Kuva 11. Toinen esimerkki 5S:n mukaisesta työpisteestä.**

4S vaiheessa erillisenä 4S-päivänä työpisteet tullaan käymään työntekijöiden sekä 5S-koordinaattoreiden toimesta vielä läpi ja tarkastetaan, että pisteillä ovat kaikki tarvittavat välineet ja että ne on merkattu asianmukaisesti.



5S-vaiheessa työntekijät tulevat käymään työpisteet läpi viikoittain erillisen tarkistuslistan kanssa. Mikäli työpisteellä havaitaan puutteita, korjataan ne ja hankitaan puuttuvat välineet työpisteelle.

Jos kaikki on työpisteessä kunnossa, ottaa 5S-koordinaattori valmiista työpisteestä kuvan ja työpisteelle tuodaan esimerkkikuva, josta näkyy millainen työpisteen tulisi olla päivän päätteeksi, kun kaikki välineet on asetettu oikeille paikoilleen ja työpiste on siivottu.

Erikseen on hyvä mainita lopuksi, että työpisteiltä poistettiin 1S:n aikana myös radiot ja tuulettimet, sekä kaikki henkilökohtaiset sähkölaitteet. Tarkoituksena oli saada asennuslinjoilta pois kaikki häiriötä, melua tai tulipalovaaraa aiheuttavat sähkölaitteet.

Työntekijät ovat sopeutuneet hyvin radioiden puuttumiseen, sillä nykypäivänä ihmiset käyttävät mp3-soittimia tai puhelimiaan musiikin tai radion kuuntelemiseen, joten nyt eivät enää muut työntekijät häiriinny toisen asentajan radionkuuntelusta.

Tällaiset pienet häiriöitä poistavat tekijät edesauttavat myös työntekijöiden yhteishengen parantumista ja omalta osaltaan tehostavat myös työn tuottavuutta sekä laatua. Olennaista kaikessa onkin, että työntekijöiden kesken pysyy mahdollisimman hyvä henki, joka parantaa työntekijöiden työssä viihtyvyyttä, sillä kun työntekijät viihtyvät työpaikallaan, niin se heijastuu lopulta tuottavuuteen ja laatuun.

## 6.7 Jatkuva parantaminen

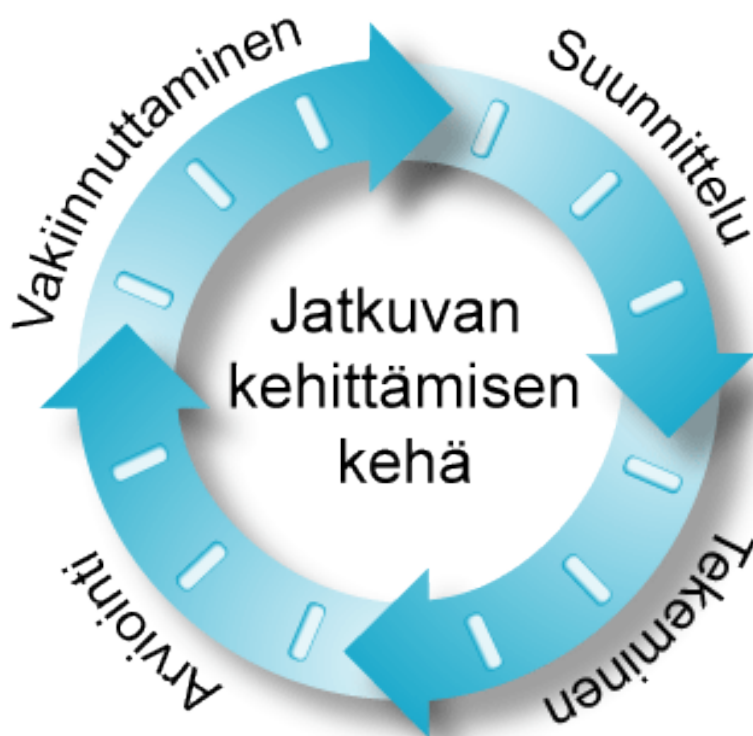
Seuraava Lean-menetelmä, mikä tuotantolinjoilla on käytössä, on jatkuva parantaminen. Käytännössä jatkuva parantaminen asennuslinjoilla toimii niin, että jokainen työntekijä voi tehdä jatkuvan parantamisen ehdotuksen kirjallisena erilliselle jatkuvan parantamisen lomakkeelle, johon kirjataan ongelma, sen parannusehdotus sekä siitä seuraavat hyödyt.

Jatkuvan parantamisen ehdotuksia käsitellään erillisissä Jatkuva parantaminen viikko-palavereissa, joissa on normaalisti mukana työnjohtaja, jatkuva parantaminen koordinaattori, laatuinsinööri sekä 2-3 asentajaa, asentajat vaihtuvat aina muutaman kuukauden välein, jotta palavereihin saadaan aina tuoreita näkökulmia. Jokaisella tuotan-

tolinjalla on omat palaverinsa. Palaverien kesto on noin puoli tuntia riippuen uusien ehdotuksien määrästä.

Palavereissa myös seurataan, miten aiemmat ehdotukset ovat edenneet työlistalla ja miten ne ovat toteuduttuaan toimineet linjalla käytännössä. Lopulta toteutuneet ehdotukset siirretään valmiiden listalle, ja kun toteutuneita ehdotuksia on tarpeeksi, esimerkiksi 100 tai 200, niin linjan työntekijät palkitaan elokuvalipuilla tai firman tarjoamalla lounaalla.

Jatkuva parantaminen on erinomainen keino ottaa juuri työntekijät mukaan toiminnan kehittämiseen ja tehostamiseen asennuslinjoilla. Kuka tahansa voi saada tällä tavalla äänensä kuuluviin ja ideansa esille. Jatkuvan parantamisen kehityslomakkeen voi hyvin täyttää myös nimettömänä, mikäli asentaja haluaa pitää nimensä salassa. Viikkopalavereissa ideat käsitellään lopulta kuitenkin nimettöminä ristiriitojen välttämiseksi. (Kuva 12.)



Kuva 12. Jatkuvan kehittämisen kehä.

## 6.8 Daily management

Daily management on nimensä mukaisesti päivittäin läpikäytävä nopeatempoinen palaveri, joka käydään asennuslinjakohtaisesti työnjohtajan, tuotannon suunnittelijan ja linjan työntekijöiden kesken. Palaverin ajankohta ABB:n tuotantolinjoilla on aina aamuisin noin kello 8:30, ennen kahvitaukoa.

Daily managementpalaverien tarkoituksena on käydä läpi asennuslinjan edellisen työpäivän tehtyjen laitteiden määrä ja se onko linja päässyt kappalemäärälliseen tavoitteeseen, sekä kaikki muut oleelliset linjalla tapahtuneet asiat, kuten esiintyneiden virheiden määrä, millaisia virheitä on tehty, mistä ne ovat johtuneet sekä mahdolliset muut tilanteet, kuten materiaaliongelmat ja mahdolliset vaaratilanteet.

Tarkoitus palaverissa on saada kaikkien linjan työntekijöiden tietoisuuteen mahdolliset esiintyneet asennusvirheet, sekä muut edellä mainitut ongelmatilanteet, jotta kaikki osaavat kiinnittää huomiota ongelmiin ja osaltaan parantaa tuotteiden laatua, sekä ovat myös tietoisia mahdollisista materiaali puutteista.

Palavereissa käytetään seinätaulua, johon on merkitty jokaiselle viikonpäivälle oma sarakkeensa kappalemäärälle, laatuongelmille, vaaratilanteille sekä materiaaliongelmile.

ABB palkitsee linjan työntekijät ilmaisella lounaalla, jos linja on kokonaisen viikon ajan onnistunut pääsemään tavoitteisiin, eikä laatuongelmia ole ollut.

On tärkeä havaita, että daily managementin tarkoituksena ei ole syyllistää työntekijöitä mahdollisten asennusvirheiden tai tavoitteista jäämisten takia, vaan päinvastoin motivoita työntekijöitä pitämään työn laatu korkealla ja toiminta tehokkaana.

Työntekijöiden motivoiminen on hyvä tapa saada työntekijät hyväksymään ja sisäistämään uudet laatua ja tuottavuutta edistävät menetöt työpaikalla. Sen sijaan syyllistäminen tai rankaiseminen ei ole pitkällä aikavälillä toimiva keino saada tuotanto sujuvammaksi ja työ laadukkaammaksi.

ABB, kuten monet teollisuuden alan yritykset, joissa työn vaihtuvuus ei välttämättä ole suurta ja joissa työn kuormittavuus voi ajoittain olla suurta, pyrkivät nykyään panostamaan työntekijöiden viihtyvyyteen ja motivoimiseen.

Motivoituneet työntekijät ovat yritykselle arvokas resurssi, joka on kilpailukyvyn selkäranka nykyaikana, jolloin kilpailu eri aloilla on kovaa ja asiakkaat pystyvät valitsemaan monen eri yrityksen väliltä. Yrityksissä onkin hyvä miettiä, onko parempi motivoida työntekijöitä palkitsemismenetelmillä vai enemmän pelon kautta.

## 7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena on ollut antaa lukijalle peruskäsitys Lean-johtamisesta sekä sen keskeisistä periaatteista, niin teoriassa, kuin myös käytännön toiminnassa.

Leaniin tutustumalla ja sen toimintaa seuraamalla voi oppia, että sen toteutuksessa tärkeintä on tekemällä oppiminen. Yleensä kattavan suunnittelun jälkeen lähdetään yhdessä työnjohdon ja työntekijöiden kanssa toteuttamaan sovittuja muutoksia vaihe vaiheelta.

Kehityshankkeet, layout muutokset sekä 5S-vaiheet viedään loppuun nopeasti ja niiden jälkeen tarkistetaan, saavutettiinkö tavoitteet joihin pyrittiin. Mikäli havaitaan puutteita tai ongelmia, niin ne korjataan nopeasti saman tien, jolloin ne eivät jää myöhemmin haittaamaan työntekoa asennuslinjoilla.

Yksi Lean managementin tärkeimpiä tavoitteita on työntekijöiden osaamisen kasvattaminen. Yrityksen kilpailukyky riippuu viime kädessä yksittäisen työntekijän osaamisesta ja motivaatiosta työtään kohtaan. Leanin keskeisiä tavoitteita onkin kehittää tehokkaasti jokaisen työntekijän henkilökohtaista taitoa ja osaamista ja siten parantaa yrityksen kilpailukykyä. Hyvä apuväline osaamisen kehittämisessä on esimerkiksi tiimityö.

Voi hyvin todeta että mikäli asiat tehdään jatkossakin niin kuin ennen, niin mikään ei tule muuttumaan. Ilman rohkeita kehitysaskelia ei tapahdu kehitystä. On siis luonnollista että virheitä tapahtuu ja huonoja valintoja tehdään ja niitä pitääkin tulla, sillä vain niiden kautta opitaan tekemään oikeita asioita.

Lean on käytännön työkalu. Sen keskeinen ajatus on poistaa kaikki ylimääräiset ja häiritsevät tekijät pois työympäristöstä. Kun työpisteellä on vain kaikki tarvittavat välineet ja työympäristö on siisti ja järjestyksessä, on työntekijän helppo aloittaa ja päivän päätteeksi myös lopettaa työt.

Loppuun voi todeta, että Lean on jo vuosikymmeniä ollut teollisuuden menestyksekkäin valmistus- ja toimintamenetelmä. Useassa yrityksessä alun perin autoteollisuudessa ja sieltä muuhun teollisuudenalan yrityksiin levinneenä Lean on osoittanut, että se on laadun, kustannustehokkuuden ja toimitusvarmuuden kannalta kenties varteenotettavin filosofia, jota noudattaa menestyvässä kilpailukykyisessä yrityksessä.

## Lähteet

1. Kouri Ilkka. 2010. Lean taskukirja. Teknologiateollisuus ry.
2. Tuominen Kari. 2010. Lean, kohti täydellisyyttä, mitä Toyota ja lean-yrietykset tekevät eri tavalla kuin muut. Readme.fi.
3. Tuominen Kari. 2010. Lean käytännössä, yritysesimerkkejä tehokkaista lean-periaatteista ja –käytännöistä. Readme.fi.
4. Jordan James A Jr, Michel Frederick J. 2001. The Lean company, making the right choices. SME.
5. <http://www.ltsconsulting.com/products/lean-workshops/>
6. <https://blogs.aalto.fi/itaservices/2012/02/13/laatu/>
7. <http://www.koulutus.fi/kurssi/5s-konsepti-kaaoksesta-jarjestykseen-lean-ja-7-hukkaa-85136>
8. [abb.fi](http://abb.fi)
9. <http://www.kotiposti.net/tuurala/prosessit.htm>

