

**DIPLOMITYÖ**

**Lean toimintamallin soveltaminen sähköalan  
pk-yrityksessä**

**Janne Matikainen**

**AIMO**

**Lappeenranta University of  
Technology**

**Syyskuu 2017**

## TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Teknillinen tiedekunta  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Janne Matikainen

### **Lean toimintamallin soveltaminen sähköalan pk-yrityksessä**

Diplomityö

2017

59 sivua, 14 kuvaa

Tarkastajat: Professori Juha Pyrhönen  
Professori Hannu Rantanen

**Hakusanat: Lean, hukka, visuaalisuus, jatkuva parantaminen**

**Keywords: Lean, waste, visualization, continuous improvement**

Nykyajan yritysten on jatkuvasti kehitettävä toimintaansa sekä pyrittävä kustannussäästöihin karsimalla prosesseistaan tuottamatonta työtä. Laajasti tunnetun Lean filosofian sekä toimintamalliin liittyvien työkalujen avulla on saavutettu merkittäviä tuloksia sekä parannettu kilpailukykyä lukuisissa yrityksissä toimialasta riippumatta. Leania pidetään kokonaisvaltaisena toimintatapana, jonka onnistumisen edellytyksenä on koko organisaation sitoutuminen yrityksen tavoitteisiin ja päämäärään.

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia ja kehittää sähkömekaanista valmistusta tekevän yrityksen tuotantoprosessia Lean filosofian avulla ja kehittää olemassa olevia toimintatapoja sekä pyrkiä löytämään keinoja vähentää hukkaa päivittäisessä tekemisessä. Työn teoreettisessa osuudessa tarkasteltiin kohdeyrityksen toimintaan sopivia Lean menetelmiä sekä avattiin johtamisen roolia lean filosofiaan liittyvässä muutoksen hallinnassa. Empiirisessä osuudessa valittuja menetelmiä sovellettiin käytäntöön ja tutkittiin niiden vaikutusta tärkeimpiin tuotannon mittareihin.

## **ABSTRACT**

Lappeenranta University of Technology  
Faculty of technology  
School of Electrical engineering

Janne Matikainen

### **Implementing Lean philosophy on a SME in the electricity sector**

Master`s Thesis

2017

59 pages, 14 figures

Examiners: Professor Juha Pyrhönen  
Professor Hannu Rantanen

### **Keywords: Lean, waste, visualization, continuous improvement**

It is essential for companies to continuously improve their performance and simultaneously pursue to achieve cost savings by reducing unnecessary work. Lean philosophy and the tools related to it have been a way for several companies to achieve remarkable results and to improve their competitiveness despite their line of business. Lean is an all-encompassing way to operate. In order to be able to integrate Lean successfully in a company, the whole organization needs to be committed to the company's goals and aim. The purpose of this study is to examine and develop with the help of Lean philosophy the production process of a company that operates in the field of electromechanical manufacturing. In addition, the study aims to develop the existing way to operate at the company and reduce waste in its daily operations. The theory part of the study concentrates on examining the Lean tools that are appropriate for the company in question. This part of the study also considers the role of leadership in change-management which is a closely related topic to Lean philosophy. At the empirical part of the study the chosen methods are implemented to practice and the effects of those methods on the most important process indicators are examined.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Elkome Installaatiot Oy:lle. Haluan ensimmäisenä kiittää toimitusjohtaja Juhani Yrjänää tästä mahdollisuudesta sekä luottamuksesta ja kärsivällisyydestä, jota hän on projektin aikana osoittanut. Kiitän myös Elkomen henkilökuntaa mukavasta työilmapiiristä, ajatuksista ja ideoista.

Suuri kiitos myös työni tarkastajille Juha Pyrhöselle ja Hannu Rantaselle kallisarvoisista neuvoista sekä saamastani tuesta ja työn ohjaamisesta oikeaan suuntaan.

Erityisesti haluan kiittää puolisoani Katia, jonka kannustuksen ja tuen voimin jaksoin viedä opintoni loppuun saakka. Sekä kahdesta pienestä ihmeestä, jotka tulivat elämäämme matkan aikana.

Haarajoella, 24. syyskuuta 2017

Janne Matikainen

## SISÄLLYSLUETTELO

### LYHENNELUETTELO

1. JOHDANTO .....	7
1.1 Työn taustaa .....	8
1.2 Tavoitteet ja rajaukset .....	8
1.2.1 Tutkimusmenetelmät .....	9
1.3. Lean .....	10
1.3.1 Hukka .....	11
1.3.2 Heijunka .....	16
1.3.3 Just in time.....	20
1.3.4 Kaizen.....	21
1.3.5 5S.....	22
1.4. Johtaminen ja Lean .....	26
1.4.1 Johtamisen haasteet .....	26
1.4.2 Muutoksille altis organisaatio.....	30
1.5 Työn keskeiset tavoitteet ja tulokset .....	31
2. KEHITYSKOHTTEET JA TOIMENPITEET .....	32
2.1 Lähtötilanne .....	32
2.2 Toimenpiteet .....	36
3. TULOSTEN ANALYSOINTI .....	48
4. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	56
LÄHDEAINEISTO.....	58

## LYHENNELUETTELO

LEAN	Hoikka/laiha
HEIJUNKA	Tuotannon tasapainottaminen
JIT	Just-in-Time, juuri oikeaan aikaan (lyh. suom myös JOT)
KAIZEN	Jatkuva parantaminen
MUDA	Hukka, tuottamaton työ
MURI	Henkilöstön tai koneiden ylikuormittaminen
MURA	Työkuorman epätasaisuus
5S	Menetelmä visuaalisen työpaikan luomiseen.
ESD	Electro static discharge (sähköstaattinen purkaus)
EPA	ESD protected area (sähköstaattisilta purkauksilta suojattu alue)

## 1. JOHDANTO

Olosuhteet nykyajan liike-elämässä ovat haastavat alasta riippumatta, mikä johtuu globaalista kilpailusta. Suuret toimijat ovat siirtäneet tuotantonsa alhaisten kustannusten maihin, ja paikallisesti toimivien yritysten välillä kilpailu on erittäin kovaa. Tästä johtuen yritysten on jatkuvasti kehitettävä keinoja pystyäkseen parantamaan tuottavuuttaan ja tätä kautta kilpailukykyään markkinoilla. Kuitenkaan pelkkä halpa hinta ei enää takaa menestystä, vaan laatuajattelu on lisääntynyt monilla aloilla ja etenkin sähkömekaanista tuotantoa valmistavat pk-yritykset joutuvat vastaamaan suurten asiakkaidensa korkeisiin laatuvaatimuksiin.

Tuotannon tekeminen ja korkeisiin laatuvaatimuksiin pääseminen epäsiistissä ympäristössä aiheuttavat työntekijöille turhaa stressiä sekä paljon niin sanotun ei tuottavan työn tekemistä.

Tämän diplomityön tarkoituksena on kehittää toimeksiantajayrityksen tuotannon käytäntöjä vastamaan nykyisiä vaatimuksia hyödyntäen Lean filosofiaa. Työssä otetaan käyttöön hyväksi havaittuja Lean työkaluja sekä menetelmiä, jotta sähkömekaanista kokoonpanoa valmistavan yrityksen tuotantoa ja sen prosesseja voidaan kehittää ja viedä eteenpäin.

Työ on hyvin käytännönläheinen ja tehty niin sanotusti lattiatasossa yrityksen tuotantotiloissa osallistumalla vahvasti kaikkeen tekemiseen.

Lean on helppo kiteyttää perisuomalaisena ohjeena: Älä tuhlaa! Lean ajattelua pidetään modernina johtamisen välineenä, mutta kyllä suomalaiset ovat osanneet lean ajattelua jo ennen koko filosofian kansainvälistä lanseeraamista. Vanha suomalainen sananlasku sanoo: ”Vie mennessäis, tee ollessais, tuo tullessais!” Tämä vanha suomalaisohje soveltuu täysin leanin ajattelutapaan. Ei kuljeskella tyhjin käsin, vaan koko ajan tehdään jotain hyödyllistä. Kiirekään ei ole, kun koko ajan toimitaan järkevän tehokkaasti. Tämä on leanin keskeisiä ajatuksia. Suomessa pitäisi siis olla oivalliset lähtökohdat lean-johtamisen toteuttamiseen. (Putkiranta & Sopanen, 2017 s. 59-60)

Prosessien sujuvuuteen liittyvän lean-ajattelun toteuttaminen jää kuitenkin monesti puolitiehen ja muuttuu muutaman asiasta kiinnostuneen puuhasteluksi. Oikea johtajuus, tehokas viestintä ja koko yhteisön sitoutuminen ovat keskeisiä lean-prosessien läpiviemiseksi.

”Lean on ennen kaikkea johtamisfilosofia. Ilman omistautunutta ja pelotonta johtoa lean-implemmentaatio johtaa vääjäämättä epäonnistumiseen riippumatta siitä, miten motivoitunut henkilökunta on kyseessä” (Reijula, 2017, s. 63).

## 1.1 Työn taustaa

Diplomityön toimeksiantajana on Elkome Group: iin kuuluva yhtiö Elkome Installaatiot Oy. Keväällä 2016 Elkome installaatiot Oy muutti uusiin tuotantotiloihin, ja samalla johto näki tarpeen parantaa yrityksen tuottavuutta sekä edistää toiminnan kehittämistä. Elkome oli kiinnostunut Lean-ajattelusta sekä filosofian rakentamisesta osaksi organisaation päivittäistä toimintaa. Leanista kiinnostuttiin sen vuoksi, että sen menetelmien avulla useat yritykset ovat päässeet merkittäviin parannuksiin niin läpimenoaikojen, tuottavuuden kuin työturvallisuudenkin suhteen. Lean työkalujen käyttöönotto ja filosofian jalkauttaminen tulisivat koskemaan koko Elkome Groupia sekä sen prosesseja. Tässä tutkimuksessa keskitytään ainoastaan tuotantoon ja sen prosesseihin.

Merkittävimmät ongelmat, joita tuotannossa on ilmennyt, ovat tehottomat toimintatavat, huono toimitusvarmuus ja laatuongelmat. Asiakkailta on tullut palautetta, että edellä mainittuihin ongelmiin on puututtava sekä tehtävä suunnitelma korjaavista toimenpiteistä.

Yrityksen strategiaan kuuluu myös laadunhallintajärjestelmän implementointi, mitä edesauttavat selkeät prosessit ja standardoidut toimintatavat. Sähkötekniestä valmistusta suorittavan yrityksen keskeinen vaatimus on sähköturvallisten tuotteiden toteuttaminen. Lean ja hyvä sähköturvallisuus voivat kulkea käsi kädessä.

## 1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia ja kehittää sähkömekaanista valmistusta tekevän yrityksen tuotantoprosessia Lean filosofian avulla ja kehittää olemassa olevia toimintatapoja sekä pyrkiä löytämään keinoja vähentää hukkaa päivittäisessä tekemisessä.

Lean tuotanto on herkkä virheille, joten sen kehittäminen ilman osaavaa ja sitoutunutta henkilöstöä on erittäin vaikeaa. Tavoitteena on myös luoda yritykseen toimintakulttuuri, jossa



johdolla ja yrityksen työntekijöillä on yhteiset tavoitteet ja niiden saavuttamiseksi on luotu selkeät prosessit.

Tutkimusongelman määrittely on aloitettu tutkimalla yrityksen nykytilaa ja toimintamalleja. Tämänhetkisessä tilanteessa tuotannossa ei voida puhua prosesseista, vaan ennemminkin toimintatavoista, joiden mukaan tuotannossa on toimittu. Jotta Lean projektissa olisi mahdollista onnistua, on luotava lähtökohdat, jotta saavutettuja tuotoksia voidaan mitata ja tarvittaessa säätää. Tämä edellyttää prosessien standardoimista sekä koko henkilöstön osallistumista ja sitoutumista projektiin.

Tutkimuksen pääkysymys on määritelty edellä mainittujen seikkojen perusteella: Kuinka sähköistä ja mekaanista kokoonpanoa valmistava pk-yritys voi kehittää tuotantoprosessejaan sekä parantaa tuottavuutta Lean filosofian ja työkalujen avulla?

Pääkysymys on jaettu seuraaviin alakysymyksiin:

1. Kuinka työntekijöiden osaamista kehitetään sekä kuinka heidät sitoutetaan jatkuvan laadun ja sähköturvallisuuden parantamiseen?
2. Miten valmistusprosessista tunnistetaan ja poistetaan arvoa tuottamatonta työtä?
3. Mikä on johtamisen rooli Lean kulttuurin luomisessa ja siitä aiheutuvassa organisaatiomuutoksessa?

### 1.2.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä tutkimuksessa käytettiin case- eli tapaustutkimusta. Case-tutkimukseen päädyttiin sen vuoksi, että tutkimuksessa on tarkoitus selvittää ja ymmärtää kohdeyrityksen tuotantoprosessin nykytilaa sekä siinä esiintyviä ongelmia. Nykyisen toiminnan tasoa arvioitiin henkilökunnalta ja asiakkailta saadun palautteen perusteella. Varsinaisina mittareina seurattiin toimitusvarmutta sekä valmistusaikaa.

Tapaustutkimuksessa tutkimuskohteeksi valitaan yksi tai useampi tapaus, jotka liittyvät jollain tavalla toisiinsa. On myös mahdollista, että tapaus on prosessi. Tyypillisesti tapaustutkimuksen ajatellaan olevan yksi kvalitatiivisen tutkimuksen suuntauksista, mutta tämä ei kuitenkaan rajoita tutkimusmenetelmien käyttöä, vaan tapaustutkimuksessa voidaan käyttää

niin laadullisia kuin määrällisiäkin menetelmiä. Tapaustutkimuksessa pyrkimyksenä on tutkittavan kohteen ymmärtäminen perusteellisesti sekä sen selvittäminen, kuinka sitä voidaan edelleen kehittää ja parantaa. Tapaustutkimuksessa aineiston keruu tapahtuu havainnoimalla ilmiötä, haastattelemalla henkilöitä tutkittavan kohteen ympäriltä, osallistumalla sekä sekundaaridatan kokoamisella. (Eskelinen & Karsikas, 2014, s 76-78).

Tutkimuksen empiirinen osuus toteutettiin haastattelemalla yrityksen johtoa sekä työntekijöitä. Yritysjohdon kanssa haastatteluja käytiin erillisissä istunnoissa. Tuotannon henkilökunnan kanssa haastattelut tapahtuivat vapaasti päivittäisen työnteon ohessa. Havainnoinin ja osallistumisen avulla selvitettiin tuotannossa esiintyviä toimintatapoja sekä päästiin kiinni mahdollisten ongelmien juurisyihin.

### 1.3. Lean

1800-luvun lopulta aina toisen maailman sodan loppuun saakka teollisuudessa yleistyi niin sanottu massatuotanto, jonka toimivuus sekä tehokkuus perustuivat samankaltaisiin tuotteisiin, joita valmistettiin valtavat määrät. Massatuotannon isänä pidetään Henry Fordia, joka kehitti massatuotantomenetelmiä vuosikymmenten ajan omissa tehtaissaan. Fordin huippuvuodet osuivat 1920-luvun alkuun, jolloin valmistettiin peräti kaksi miljoonaa identtistä autoa. Fordin tehokkuus perustui siihen, että autot olivat aina täysin samanlaisia jopa väriä myöten. Lisäksi autojen kokoonpano pilkottiin todella pieniin palasiin, jopa niin että asentajan tehtävänä saattoi olla ainoastaan yhden mutterin kiertäminen ruuviin. Fordin tuotantofilosofian mukaan asentajien tehtäviin kuului ainostaan hänelle määritelty työ eikä mitään muuta. Tästä johtuen työntekijät eivät välttämättä tienneet, mitä viereisellä työpisteellä työskentelevän asentajan työhön kuului. Muihin tehtäviin kuten siivoamiseen, työkalujen korjaamiseen, osien yhteensovittamiseen, laadunvarmistukseen jne. oli jokaiseen eri henkilöt. (Womack et al., 2007, s. 25-30)

Resurssipulan vallitessa Toyotan oli keksittävä keinot jalostaa raaka-aineet mahdollisimman nopeasti valmiiksi tuotteiksi asiakkaille. Syy tähän oli se, että mitä pidempään tilaus-toimitus prosessi kesti, sitä kauemmin tuotteisiin oli sitoutunut pääomaa. Toyota pyrki luomaan imuohjausjärjestelmän, jolloin materiaali ja tieto virtaisivat tehokkaasti alkaen tilausvaiheesta ja päättyen siihen, että asiakas oli saanut tuotteen ja maksanut sen. Päästäkseen

haluamaansa tilanteeseen Toyotalla päätettiin kuvata prosessit perusteellisesti, jotta löydetäisiin kaikki arvoa tuottamaton työ, jota alettiin kutsua hukaksi (Muda). (Modig & Åhlström, 2015, s 75).

Lean filosofiassa keskitytään asiakasnäkökulmaan, jolloin kaiken toiminnan, mitä tuotteen tai palvelun ympärillä tehdään, tulisi tuottaa joko sisäiselle tai ulkoiselle asiakkaalle jotain hyvää eli lisäarvoa. Asiakslähtöisyyttä kuvataan viidellä periaatteella joita ovat arvo, arvoketju, virtaus, imu ja täydellisyys.

Arvolla tarkoitetaan arvoa tai tulosta asiakkaan näkökulmasta, ei niinkään yksittäisen tuotteen tai palvelun arvoa. Arvoketjun tunnistamisessa määritetään ne prosessit ja toiminnot, jotka tuottavat lisäarvoa asiakkaalle. Arvoa tuottamattomat prosessit ja toiminnot ovat edellä mainittua hukkaa, ja ne tulisikin poistaa.

Virtauksella tarkoitetaan sitä, että tuotteiden, tiedon tms. tulisi kulkea jatkuvana virtana arvoketjussa. Jotta tähän päästään, tulee välttää turhaa varastointia ja jonoja sekä valmistaa tuotteita ainoastaan yksi kappale kerrallaan.

Seuraava periaate on imu. Se kuvaa sitä, että valmistetaan tuotetta ainoastaan asiakkaan kysyntää vastaava määrä sekä vältetään varastoon valmistamista.

Viimeinen viidestä periaatteesta on täydellisyys, johon päästään noudattamalla neljää edellä mainittua periaatetta. Täydellisyys ei tarkoita pelkästään virheetöntä tuotetta, vaan kokonaisvaltaista asiakaskokemusta. Asiakas saa haluamansa tuotteen oikeaan aikaan ja kohtuulliseen hintaan. (Bicheno & Holweg, 2016, s 14)

### 1.3.1 Hukka

Muda eli hukka tarkoittaa ei tuottavaa työtä, josta asiakas ei ole valmis maksamaan. Tästä voi päätellä, että mitä enemmän prosesseihin sisältyy hukkaa, sitä enemmän resursseja käytetään tarpeettomasti.

Alkuperäiset seitsemän hukkaa on kuvattu ja tunnistettu Toyotan tuotannosta Taiichi Ohno:n toimesta. Hän toimi tehdaspäällikkönä Toytalla, ja oli tunnettu siitä, että käytti työajastaan suuren osan tehtaan lattialla tarkkailemalla tuotantoa ja etsimällä sieltä toimintoja sekä työtapoja, joita voisi poistaa tai parantaa. (Liker, 2004, s 20-25)

Ohnon kuvaamat hukat ovat varmasti monelle tuttuja, ja niitä voidaan löytää lähes kaikista prosesseista, olipa kyseessä sitten perinteinen tuotantoprosessi tai nykyään yleinen palveluprosessi.

1. *Ylituotanto.* Tuotteita valmistetaan enemmän kuin tarpeellista. Tämä hukka aiheuttaa lisäkustannuksia mm. lisätyövoimasta johtuen sekä luo muita hukan muotoja kuten turha varastointi ja tarpeeton kuljettaminen.
2. *Odottaminen.* Työntekijät ovat toimettomina katsomassa koneita tai odottavat työkaluja, prosessin seuraavaa vaihetta tai komponentteja. Myös kapasiteetin pullonkaulat lisäävät odottamista.
3. *Tarpeeton kuljettaminen.* Materiaalien kuljettaminen pitkiä matkoja tai osien raaka-aineiden kuljettaminen prosessin eri vaiheiden välillä.
4. *Ylikäsittely tai virheellinen käsittely.* Tuotteiden valmistaminen tai käsittely huonoilla työkaluilla. Huonosti suunniteltu tuote voi aiheuttaa tarpeetonta käsittelyä, kuten myös tuotteen valmistamisen korkeampilaatuiseksi kuin on tarpeen.
5. *Tarpeeton varastointi.* Liian suuret varastot sitovat pääomaa ja piilottavat prosessissa olevia ongelmia, jos varastointia tehdään varmuuden vuoksi. Valmiiden ja puolivalmiiden tuotteiden varastointi kasvattaa läpimenoaikaa ja lisää materiaalivaurioiden riskiä.
6. *Tarpeeton liikuttelu.* Kaikki turhat liikkeet, joita työntekijät joutuvat tekemään työtä tehdessä. Tarpeettomia liikkeitä ovat esimerkiksi työkalujen ja osien etsiminen, kurtottelu ja turha käveleminen.
7. *Virheet.* Viallisten tuotteiden valmistaminen ja korjaaminen, uudelleen valmistaminen, hävittäminen ja tarkastaminen aiheuttavat lisäkustannuksia ja lisää hukkaa.

8. *Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen.* Hyvien ideoiden, kykyjen ja oppimismahdollisuuksien hukkaaminen. Näitä voi aiheutua, jos työntekijöiden ajatuksia ja ideoita ei oteta vakavasti tai kuunnella. (Liker, 2004, s 28-29)

Edellämäinittujen perinteisten kahdeksan hukan lisäksi tämän päivän työelämästä voidaan löytää useita muita hukan muotoja. Teknologian kehittyminen ja sitä kautta internetin sekä sähköpostin käyttö ovat muuttaneet tiedon saamisen ja sen siirtämisen lähes reaaliaikaiseksi. Internetistä löytää tietoa lähes rajattomasti lähes asiasta kuin asiasta, jolloin voi olla vaikeaa löytää juuri etsimäänsä oikeaa tietoa. Viime aikoina tutuksi tulleet ns. vaihtoehtoiset faktat tekevät internettiedon oikeellisuuden varmistamisesta välillä haastavaa. Sähköpostin käytön myötä tietoa välitetään usein varmuuden vuoksi turhan isolle joukolle organisaatioiden sisällä. Tämä saa aikaan päivittäisen tietotulvan tietoyhteiskunnassa työntekijöille ihmisille. Tietotulvan käsitteleminen voi tehdä työnteosta tehotonta. Työpäivästä voi kulua merkittävästi aikaa sähköpostien lukemiseen sekä niihin vastaamiseen. Ohno on puhunut siitä, että liiallista tiedonlevittämistä tulisi rajoittaa, koska siihen käytetty aika on usein hukkaa. (Bicheno & Holweg, 2016, s 21).

Informaatiotulva lisää usein myös ajankäytöllistä tehottomuutta, koska tärkeiden ja kiireellisten asioiden sijasta käytetään aikaa ja energiaa vähemmän tärkeisiin tehtäviin. Oman työn organisointi ja asioiden priorisointi onkin suuressa roolissa puhuttaessa ajankäyttöön liittyvän hukan eliminoinnissa. Tähän liittyy myös teknologian kehittymisen myötä esiin nouseet tietotekniikan aiheuttamat ongelmat. Hukan tunnistamiseen sekä poistamiseen rakennetaan usein automaattisia järjestelmiä sekä etsitään muita teknisiä, ehkä jopa sopimattomia, apuvälineitä ongelmien ratkaisemiseen. Tosiasiassa tämän pitäisi mennä toisin päin, eli ensin eliminoidaan hukka ja tämän jälkeen otetaan tekniikka avuksi. Turhan automaation lisääminen aiheuttaa monesti järjestelmien ylläpitoa, tarkastuksia sekä eri järjestelmien rajapintojen yhteensopivuusongelmia, ja kaikki tämä aiheuttaa turhaa työtä.

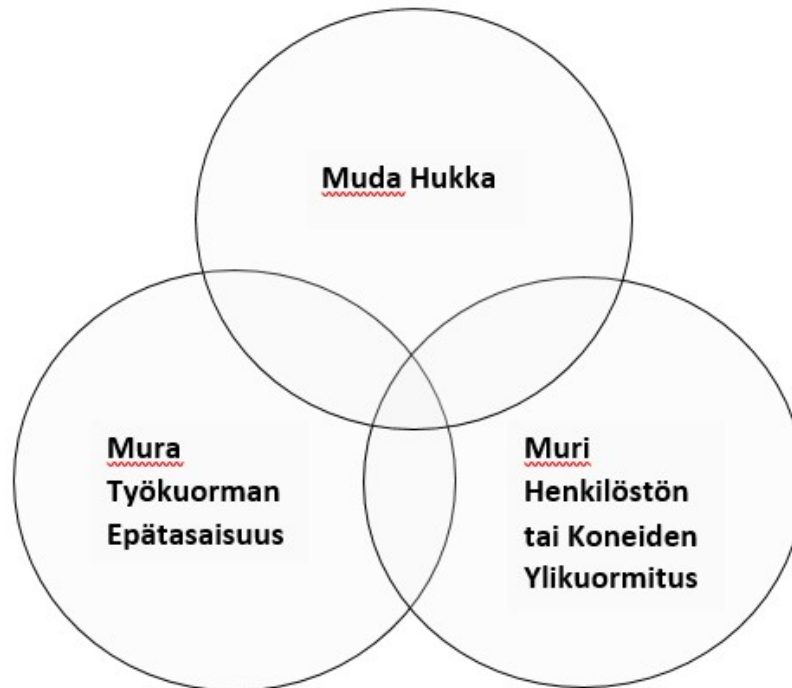
Luonnonvarojen sekä energian käytön minimointi on myös yksi polttavista puheenaiheista sekä vahvasti esillä yritysten toimintaan vaikuttavissa asioissa. Se on myös otettu Toyotalla osaksi jokapäiväistä tekemistä, koska ympäristöstä huolehtiminen on tärkeää liiketoiminnan jatkuvuuden kannalta ja pitkällä aikavälillä ympäristön suojeleminen on koko yhteiskunnan etu. Lean filosofia onkin ympäristönäkökulman kannalta hyvä tapa toimia. Periaatteena on, että

käytetään materiaaleja ja raaka-aineita vain juuri sen verran kuin tarvitaan. Lisäksi optimoidaan esineiden ja asioiden siirtelyä, jolloin säästetään polttoaine- ja energiakuluissa. Luonnonvarojen ja energian hukkaa voidaan vähentää myös siirtymällä paperittomiin toimistoihin ja tehtaisiin sekä säätää työtilojen valaistusta ja mahdollista ilmanvaihtoa käytön mukaan.

On hyvin tavallista, että työpaikoilla on paljon ns. hiljaista tietoa, jonka voidaan ajatella olevan tietyn henkilön tai henkilöstön ammattitaitoa tai muuta tietoa ja osaamista, jota ei ole millään tavalla dokumentoitu. Tällaisessa tapauksessa on mahdollisuus tiedon hukalle. Hukkattu tieto tai osaaminen havaitaan usein vasta siinä vaiheessa, kun henkilö, jolla tätä tietoa on ollut, poistuu yrityksen palveluksesta. Tästä aiheutuu se, että joudutaan ns. keksimään pyörä uudestaan, koska olemassa oleva tieto on hävinnyt työntekijän mukana. Hiljaisen tiedon dokumentoiminen onkin tärkeää, jotta jo olemassa olevaa osaamista ja tietoa ei tarvitse keksiä uudestaan.

Viimeistä hukan muotoa esiintyy jokaisella työpaikalla. Tämä hukka on työajan käyttäminen kaikkeen muuhun kuin työtehtäviin. Kahdeksan tunnin työpäivästä varsinaiseen työntekoon eli tuottavaan työhön käytetään keskimäärin 4,5-6 tuntia. Muu aika kuluu taukoihin, yleiseen sosiaaliseen kanssakäymiseen sekä omien asioiden hoitamiseen. Ongelma on tavallinen varsinkin toimistotyöntekijöille, mutta sitä esiintyy myös tehdastyössä. Tästä voidaan päätellä, että työnteossa niin toimistossa kuin tehtaallakin hukataan paljon potentiaalista työaikaa. Siihen, kuinka tähän voisi puuttua ja ongelman ratkaista, ei ole täysin yksiselitteistä vastausta. (Bicheno & Holweg, 2016, s 21-23).

Leanin yhteydessä puhutaan usein hukasta ja siitä, kuinka sen tunnistaminen sekä poistaminen prosesseista on tärkeintä. Tähän käytetäänkin usein paljon aikaa ja rahaa, mutta monesti unohtuu kaksi muuta M: ää Muri ja Mura, jotka ovat tärkeitä, kun halutaan saada tuloksia aikaan ja prosessit toimimaan parhaalla mahdollisella tavalla. Sillä, että keskitytään pelkästään hukan poistamiseen, on haitallisia vaikutuksia henkilökunnan tuottavuuteen sekä koko tuotantoprosessiin. Kuvassa 1. Mudan, Muran ja Murin kytkeytyminen toisiinsa.



Kuva 1. Lean-ajattelun kolme M: ää.

Muri tarkoittaa ihmisten tai koneiden kuormittamista yli niiden sietokyvyn. Seurauksena tästä on usein koneiden hajoamisia tai ihmisten tapauksessa laatuongelmia, työtapaturmia tai jopa loukkaantumisia. Mura taas tarkoittaa työkuormituksen epätasaisuutta. Tämän voi ajatella niin, että välillä töitä on paljon enemmän kuin mitä ihmiset tai koneet pystyvät tekemään. Toisaalta toinen ääripää epätasaisesti jakautuneista töistä on tilanne, jossa töitä on liian vähän olemassa olevaan kapasiteettiin nähden. Tästä voidaan päätellä, että työkuormituksen epätasaisuus kuormittaa työntekijöitä sekä tätä kautta aiheuttaa hukkaa. (Liker, 2004, s 114).

Asian voi myös ajatella niin päin, että ihmisten ylikuormitus aiheuttaa heissä stressiä ja tästä voi aiheutua koneiden ja muiden laitteiden huoltojen laiminlyöntejä, joka taas johtaa tuotantokatkosten kautta kuormituksen epätasaisuuteen. (Bicheno & Holweg, 2016, s 42).

Jotta työntekijät saadaan osallistumaan jatkuvan parantamisen hankkeisiin sekä kehittämään omaa toimintaympäristöään ja tekemään laadukasta työtä, täytyy heidän työympäristönsä

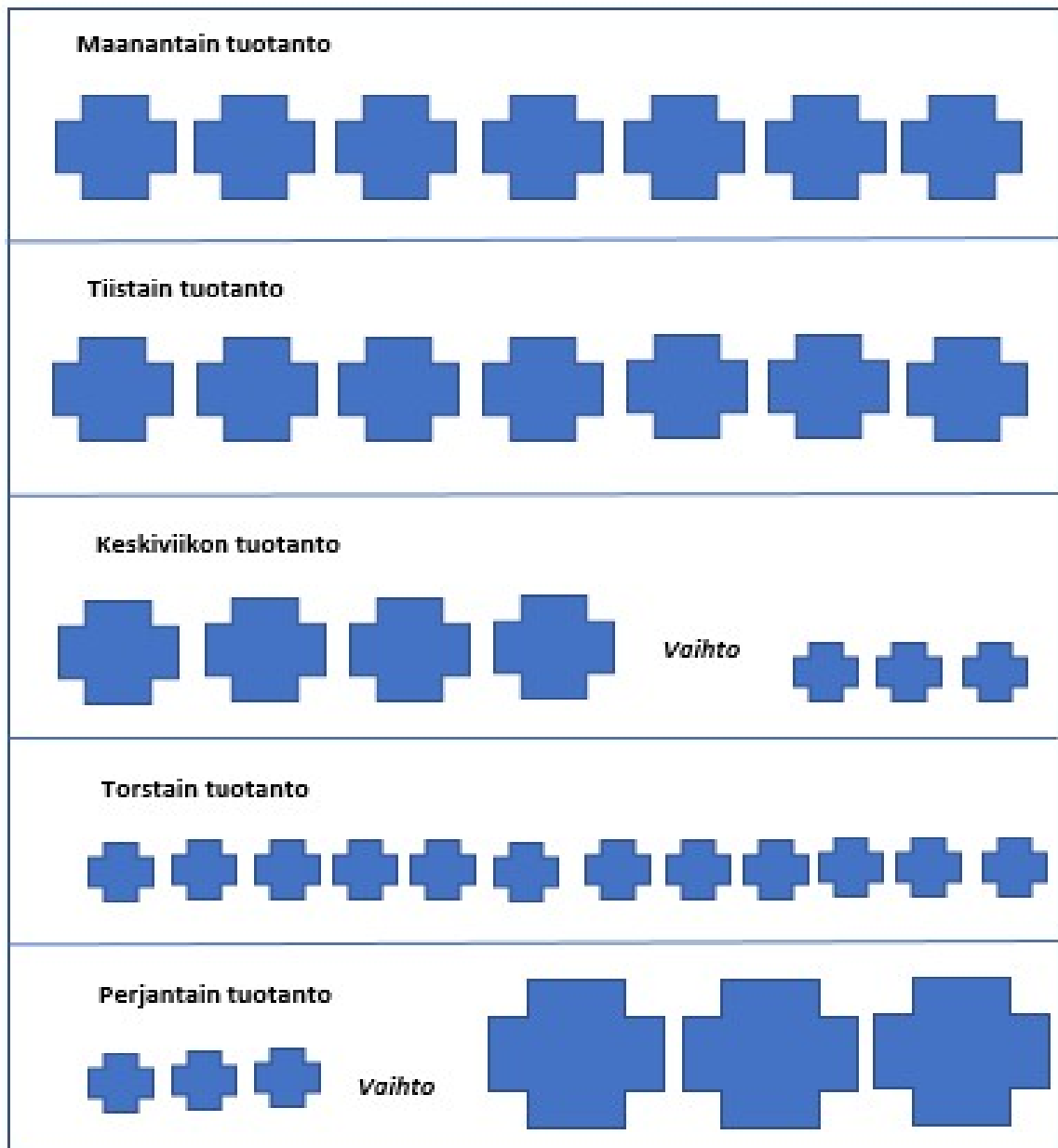
olla viihtyisä ja työkuormituksensa siedettävä. Tuotantokapasiteetin ollessa 100 % käytössä tämä ei ole mahdollista. (Bicheno & Holweg, 2016, s 41).

### 1.3.2 Heijunka

Epätasainen tuotanto aiheuttaa monenlaisia ongelmia niin työtä tekeville operaattoreille, tuotannon suunnittelulle, kuten myös toimittajille ja alihankkijoille. Suurimmat ongelmat syntyvät silloin, kun tilanne on se, että kaikki edellä mainitut joutuvat toimimaan kapasiteetin äärirajoilta tai vaihtoehtoisesti tyhjäkäynnillä. Projektinomaisen tuotanto on erittäin haastavaa juuri edellä mainittujen ongelmien vuoksi. Asiakkaat tilaavat suuria projekteja tiukoilla aikatauluilla, jolloin olemassa oleva henkilökunta, kuten myös mahdolliset alihankkijat, joutuvat vastamaan hetkellisiin kysyntäpiikkeihin.

Perinteinen tapa valmistaa tuotteita on valmistaa niitä erä tai tuote kerrallaan asiakkaiden tilausten mukaan, jolloin tuotantokapasiteetin tarve vaihtelee rajusti. Kuvassa 2. on kuvattu tuotantolinjan tasapainottamaton tuotanto, kun valmistetaan kolmea erikokoista tuotetta: pientä, keskikokoista ja suurta. Suurin kysyntä on keskikokoisella tuotteella, jota valmistetaan maanantaista keskiviikkoiltaan. Tämän jälkeen valmistetaan pientä tuotetta ja puolet perjantaista käytetään suurien tuotteiden valmistukseen. Tällaisesta valmistustavasta aiheutuu seuraavia ongelmia.





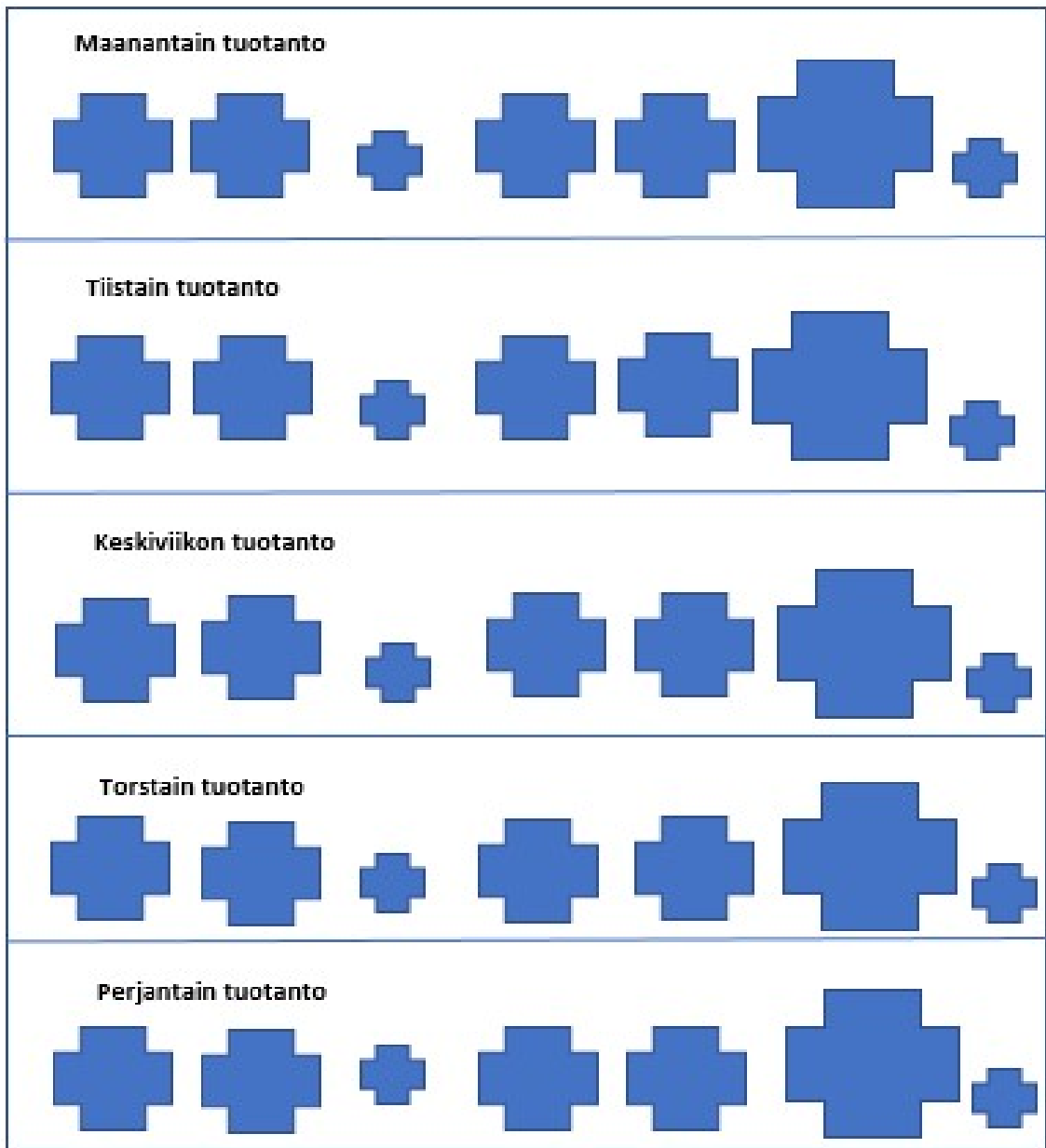
Kuva 2. Perinteinen tuotantotapa (tasapainottamaton).

Ensimmäiseksi asiakkaiden ostokäyttäytymistä on vaikea ennustaa. Tietyn tuotteen kysyntä on harvoin tasaista ja tuotteiden tarve voi poiketa suunnitellusta, jolloin tuotantolinjalle aiheutuu ongelmia. Ongelmatilanne voi syntyä esimerkiksi silloin, jos asiakas päättääkin ostaa suuria tuotteita heti alkuviikosta. Jotta tällaisesta tilanteesta selvitään, on varastossa pidettävä valmiita tuotteita, mikä taas aiheuttaa varastoarvon suurta kasvua.

Toinen ongelmatilanne syntyy silloin, kun asiakas ei osta alkuviikosta valmistettuja tuotteita. Tämä aiheuttaa sen, että valmiit tuotteet täytyy varastoida, mikä jälleen aiheuttaa varastoon sitoutuneen pääoman kasvua. Myös tuotteisiin tarvittava työvoiman määrä vaihtelee valmistettävien tuotteiden mukaan. Keskikokoisten tuotteiden valmistamiseen tarvittava työvoima on tyhjäkäynnillä, kun siirrytään valmistamaan pieniä tuotteita ja viikon lopussa taas tarvitaan lisää työvoimaa, jotta suuret tuotteet saadaan tehtyä.

Viimeisin ja todennäköisesti haitallisin ongelma syntyy materiaalien hankinnasta kolmeen erikokoiseen tuotteeseen. Alihankkijat toimittavat osia tuotantoaikataulun mukaisesti, jolloin maanataista tiistaihin pääpaino on keskikokoisten moottoreiden osissa. Vasta tämän jälkeen toimitetaan pienten ja suurten moottoreiden osat. Koska todennäköistä on, että kysyntä ei kulje tuotantojärjestyksen mukaan, vaan se vaihtelee satunnaisesti, on myös alihankkijoiden varauduttava pahimpaan mahdolliseen tilanteeseen ja pidettävä varastossa osia viikon tarpeisiin kaikkiin tuotteisiin.

Tuotannon tasaaminen (Heijunka) tarkoittaa tuotannon suunnittelua siten, että tietylle ajanjaksolle olevat tilaukset jaetaan tasaisesti valmistusjaksolle, joka voi vaihdella valmistettavasta tuotteesta riippuen päivästä kuukausiin. Edellisessä esimerkissä oli otettu viikon ajanjakso tuotteita valmistavan tehtaan tuotannosta, kun kyseiset tuotteet valmistetaan sarjoina mallin mukaan. Parempiin tuloksiin päästään, kun tasataan tuotanto ja valmistetaan tuotteet sekatuotantona. (Kuva 3).



Kuva 3. Sekatuotanto (tasapainotettu).

Kuvasta havaitaan, että viikon aikana valmistetaan täysin sama määrä tuotteita kuin aikaisemminkin, mutta tuotannon tasaamisen jälkeen voidaan savuttaa monia etuja. Asiakkaan kysyntään pystytään vastaamaan nopeammin, koska erimallisia tuotteita valmistetaan viikon jokaisena työpäivänä. Tämä taas vähentää tarvetta varastoida suuria määriä lopputuotteita sekä pienentää riskiä tuotteiden varastoon jäämisestä. Tuotannon työsuunnittelu ja työvaiheiden standardointi helpottuu huomattavasti, koska tarvittavan työvoiman määrä jakaantuu

tasaisesti viikon jokaiselle päivälle. Tasainen tuotanto näkyy tasaisena kysyntänä alihankkijoille, jolloin toimitettavien osien ajankohta ja määrä voidaan määrittää tarkasti. Tämän seurauksena alihankkijat pystyvät pudottamaan omien varastoitavien materiaalien määrää ja saamaan tätä kautta säästöjä aikaan. (Liker, 2004, s 116-119).

Tuotannon tasaaminen ei todellisessa elämässä ole aivan näin yksinkertaista kuin edellämäinitussa esimerkissä. Usein tuotantomääriä ei pystytä ennakoimaan kovinkaan pitkälle. Myös valmistettavien tuotteiden suuri määrä voi olla esteenä täydelliselle sekatuotannolle.

### 1.3.3 Just in time

Just-in-time filosofia (JIT, suomeksi myös JOT) on alun perin Japanin autoteollisuudessa kehitetty tuotantomalli ja sen on todettu olevan huomattavasti perinteisiä menetelmiä tehokkaampi. Menetelmän alkuperästä johtuen se on parhaimmillaan tuotannossa, jossa valmistetaan vakiotuotteita tasaisella volyymillä. Just-in-time periaatteita voidaan kuitenkin soveltaa hyvinkin erilaisiin tuotantomuotoihin. (Haverila at. al, 2009, s 428)

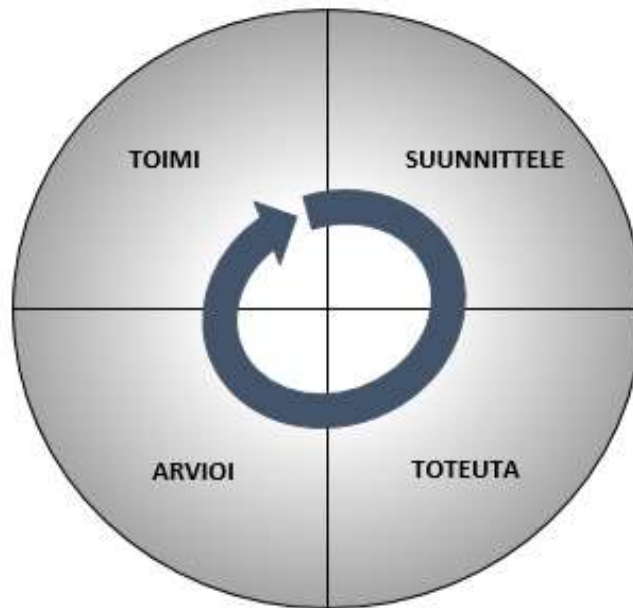
Just-in-time menetelmällä tarkoitetaan toimintamalleja, joiden avulla päästään lyhyisiin toimitusaikoihin, pieniin varastoihin sekä mahdollistetaan asiakaskohtaiset tuotevarioinnit tuotannon jatkuvassa virrassa. Just-in-time on suomennettuna "juuri oikeaan aikaan" ja tällä tarkoitetaan sitä, että tuotannossa tarvittava materiaali toimitetaan oikeaan aikaan oikeaan paikkaan sekä ainoastaan sen verran kuin kulloinkin tarvitaan. (Jeffrey & Liker, 2004, s 23)

Just-in-time menetelmässä tuotantolaitoksen tai tuotantosolun layout suunnitellaan valmistettavan tuotteen mukaan. Tavoitteena on luoda kokonainen tuotantolaitos tai pienemmässä mittakaavassa tuotantosolu, jossa materiaalin virtaus on selkeää sekä tuotantoprosessi mahdollisimman tehokas. Menetelmää on alun perin sovellettu tuotantoon, jossa tuotantomäärät ovat tasaisia. Tuotantoprosessi on usein myös tilausohjattua, jolloin varastot pyritään pitämään mahdollisimman pienenä tai niitä ei ole ollenkaan. Just-in-Time tuotantomenetelmän hyötyjä on lyhyt läpimenoaika, korkea tuottavuus ja laatu. (Haverila at. al, 2009, s 428)

#### 1.3.4 Kaizen

Kaizenia eli jatkuvaa parantamista voidaan pitää Leanin keskeisimpänä ajatusmallina. Jatkuva parantaminen tarkoittaa sitä, että prosessi ei ole koskaan valmis, vaan sitä voidaan kehittää ja parantaa loputtomasti. Olipa parannus tai kehityskohde kuinka pieni tahansa, se kannattaa toteuttaa, jos parannuksen avulla voidaan poistaa tai vähentää hukkaa. (Liker, 2004, s 24). Kaizen kokoaa yhteen Leanin työkaluja ja tekniikoita (Bicheno & Holweg, 2016, s 62) sekä opettaa keräämään tietoa ja analysoimaan sitä ja tätä kautta parantamaan virtausta. (Jeffrey & Liker, 2004, s 24). Jatkuvalla parantamisella pyritään osallistuttamaan yrityksen koko henkilöstö aina johtajista suorittavaan portaaseen toimintojen sekä tehtävien parantamiseen. Tavoitteena on kehittää prosesseja kohti täydellisyyttä. Tähän ei tietysti koskaan päästä, mutta pitkän ajan kuluessa pienillä kehityskaskelilla voidaan saavuttaa suuria tuloksia. (Haverila at. al, 2009, s 428).

PDCA-malli tai toiselta nimeltään Demingin (W. Edwards Deming) ympyrä on tunnettu malli, jonka avulla voidaan kehittää jatkuvan parantamisen prosesseja ja käytäntöjä. PDCA-malli koostuu neljästä eri vaiheesta jotka seuraavat toinen toisiaan kiertäen myötäpäivään. Kuvassa 4. näkyvät mallin neljä vaihetta sekä näiden kiertosuunta. Mallin ideana on se, että ei lähdetä suoraan toteuttamaan jatkuvan parantamisen hankkeita, vaan määritellään tarkasti halutut parannuskohteet sekä resurssit organisaation tavoitteiden täyttämiseksi. Toisessa vaiheessa suunnitellut toimenpiteet toteutetaan ja kolmannessa seurataan sekä mitataan saatuja tuloksia. (Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. s 98.)



Kuva 4. Demingin ympyrä

Monessa yrityksessä prosessien kehittäminen aloitetaan usein toteutusvaiheesta, mutta onnistumisen kannalta ympyrän kaikki neljä elementtiä tulisi olla tasapainossa ja niihin tulisi suhtautua yhtä suurella vakavuudella. Mallin käyttöä ei tulisi jättää vain kertaluotoiseksi kokeiluksi, vaan ympyrän tulisi olla jatkuvassa liikkeessä. Tarkoituksena on oppia ympyrän kiertämisen aikana tapahtuneista asioista ja tätä kautta kehittää toimintaa jatkuvasti eteenpäin. (Bicheno & Holweg, 2016, s 52)

### 1.3.5 5S

Tuotantolaitosten voidaan ajatella toimivan kuten elävien organismien. Ne mukautuvat ympäröivään maailmaan ja muuttuvat sen mukaan, kun toimintaympäristö niiden ympärillä muuttuu ja kehittyy. Tämän päivän globaali liiketoimintaympäristö on erittäin kilpailtua, jolloin yritysten on pystyttävä tuottamaan markkinoille uusia tuotteita entistä nopeammin ja kustannustehokkaammin sekä oltava valmiita reagoimaan nopeasti muutostilanteisiin. Tämä asettaa haasteita perinteisesti toimiville yrityksille, ja niiden onkin päästettävä irti vanhoista toimintatavoista kohti prosessimaista toimintamallia (The productivity press development team, s 12)

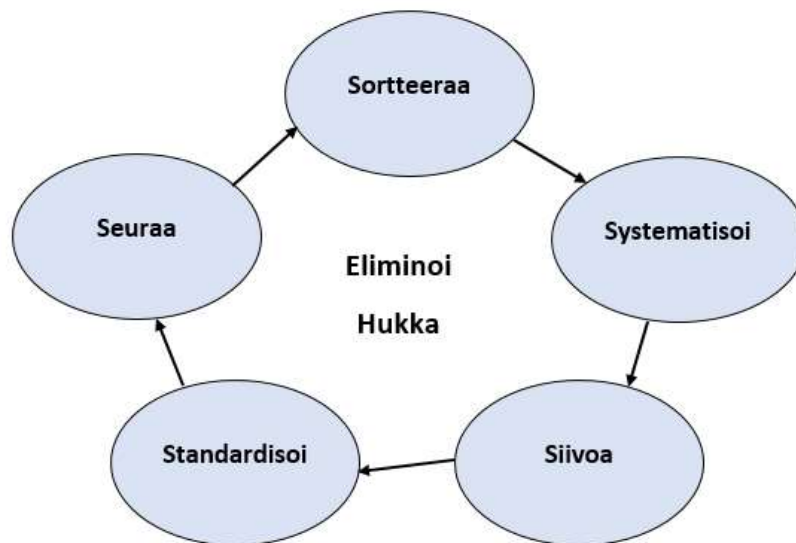
Nykyaikaisen tuotantolaitoksen tuotantoalueen voidaan ajatella olevan käyntikortti, jonka perusteella asiakas saa ensivaikutelman yrityksen toiminnasta. (Tuominen, K. 2010, s 7). Tuontatilojen visualisointi helpottaa tuotannon ohjausta (Tuominen, K. 2010, s 82) sekä luo pohjan jatkuvalla prosessien parantamiselle ja muodostaa siellä työskenteleville ihmisille viihtyisän ja turvallisen paikan työskennellä. (Työturvallisuuskeskus TTK, s2 32).

5S on menetelmä, jonka avulla luodaan visuaalisesti selkeä tuotantoympäristö, jolloin standardista poikkeavat tapahtumat havaitaan helposti ja niihin voidaan puuttua välittömästi. Menetelmän avulla määritellään kaikille materiaaleilla paikat, jolloin voidaan helposti havaita, ovatko kaikki tavarat oikeilla paikoillaan, ja minkä verran tavaraa mahtuu mihinkin paikkaan. Visuaalinen ohjaus on tehokas keino havaita poikkeamia työympäristöstä. (Tuominen, K. 2010, s 82).

5S työkalun käyttöönoton syiden kanssa on oltava tarkkana, jotta hanke käynnistetään oikeista syistä, eikä vain sen takia, että tavoitteena on siivota epäjärjestyksessä oleva työpaikka tai työpiste. Tässä tapauksessa ollaan jo lähtökohtaisesti menossa väärään suuntaan, ja hankkeen epäonnistumisen riski on suuri. Henkilöstöön voi helposti juurtua ajatus, että 5S on siivousmenetelmä, jolloin todelliset syyt työkalun käyttöönottoon saattavat jäädä taka-alalle. 5S on työkalu, jonka tarkoituksena on vähentää hukkaa, pienentää vaihtelua sekä parantaa tuottavuutta. (Bicheno & Holweg, 2016, s 136-137)

5S nimi muodostuu viidestä alun perin japaniksi (myös englanniksi) S-kirjaimella alkavasta sanasta: Sortteeraa, systematisoi, siivoa, standardisoi ja seuraa (engl./jpn Sort/Seiri, Set in order/Seiton, Shine/Seiso, Standardize/Seiketsu, Sustain/Shitsuke). Tämä on samalla järjestys, jossa 5S menetelmän käyttöönotossa tulisi edetä. (Työturvallisuuskeskus TTK, s2 33-34).

Kuvassa 5. on esitetty 5S menetelmän viisi vaihetta sekä niiden kiertosuunta toisiinsa nähden.



Kuva 5. 5S-kaavio hukan eliminoimiseksi

Ensimmäisessä vaiheessa (Sortteeraus) määritellään, mitä työkaluja ja materiaaleja työpaikalla tarvitaan. Tämän vaiheen aikana tunnistetaan ja erotellaan toiminnan kannalta tarpeeton tavara tarpeellisesta ja luodaan tilavampi ja selkeämpi tuotantoympäristö sekä selkeytetään prosessien toimintaa. (Tuominen, K. 2010, s 25). Sortteerausvaiheessa on erittäin tärkeää, että selkeästi turhien tavaroiden lisäksi poistetaan myös sellainen materiaali, jonka tarpeellisuudesta ei olla varmoja. Tämä on usein hyvin vaikeaa, koska ihmiset ajattelevat helposti tarvitsevansa tätä työkalua myöhemmin tai materiaalia voidaan tarvita seuraavassa tilauksessa tai sille voidaan keksiä muuta käyttöä. (The productivity press development team, s 16). Hyväksi todettu keino on merkitä punaisella lapulla sellaiset tavarat, joiden tarpeellisuudesta ei olla varmoja. Merkitsemisen jälkeen tavarat siirretään karanteenialueella, jossa niitä säilytetään siihen asti, että tehdään päätös niiden säilyttämisestä tai hävittämisestä. (Tuominen, K. 2010, s 27).

Toinen vaihe 5S:ssä on systematisointi. Tässä vaiheessa työkaluille, koneille ja alueille määritetään paikat, jotta ne voidaan merkata esimerkiksi väreillä ja teipeillä. (Työturvallisuuskeskus TTK, s2 33). Systematisoinnin tarkoituksena on luoda visuaalinen työympäristö, jossa jokaisella esineellä ja alueella on oma paikka, jolloin normaalista poikkeava tilanne esimerkiksi työkalun puuttuminen huomataan helposti. Tämän vaiheen avulla pyritään myös



löytämään paras mahdollinen työpiste tai alue, jossa työskentely on helppoa ja siellä vältytään turhilta liikkeiltä. Tällöin työskentely on tehokasta ja selkeää. (Bicheno & Holweg, 2016, s 138)

Systematisointi luo myös pohjan standardointivaiheelle. Standardoinnin alkaessa työpisteiden tulee olla järjestyksessä, jotta voidaan määritellä työpistestandardi sekä oikea tapa työskennellä siellä. (The productivity press development team, s 64)

Kolmas vaihe eli siivous tarkoittaa sitä, että työpaikka pidetään siistinä, jolloin siellä on miellyttävää ja turvallista työskennellä. Siivous tulee ottaa päivittäisiksi rutiineiksi, jolloin työskentelyalueet ja työpisteet pysyvät jatkuvasti siistinä ja vältytään perinteisiltä suursiivouksilta. (The productivity press development team, s. 64-65). Siivousvaiheessa työntekijät seuraavat työskentelyympäristön tilaa ja puuttuvat epäkohtiin välittömästi. Tässä vaiheessa määritellään myös siivousalueista vastaavat sekä sovitaan tavoitetaso siisteydelle ja puhtaudelle. (Työturvallisuuskeskus TTK, s2 34).

Standardoinnin tarkoituksena on varmistaa, että kolme ensimmäistä S: ää ovat implementoidut sekä vakiinnuttaa hyväksi havaitut toimintatavat työpaikalle. (Työturvallisuuskeskus TTK, s2 34). Tässä vaiheessa kaikilla työntekijöille on selkeät vastuualueet sekä käytännöt kuinka niissä tulee toimia. Standardoinnilla varmistetaan, että kolme ensimmäistä S: ää vakiintuvat päivittäisiksi toimintatavoiksi sekä luodaan pohja visuaaliselle työpaikalle. (The productivity press development team, s 98).

Viimeisenä vaiheena on seurata ja edelleen kehittää toimintaa. Tässä vaiheessa työnjohtokäy jatkuvaa vuoropuhelua työntekijöiden kanssa käytäntöjen toimivuudesta. (Työturvallisuuskeskus TTK, s2 34). Seuraa-vaiheen tärkeimpänä ajatuksena on pitää 5S elossa vuodesta toiseen. Vaikka neljä ensimmäistä kohtaa olisi kuinka hyvin hoidettu ja saatu implementoiduksi, eivät tulokset ole pysyviä, jos käytäntöjä ei seurata ja pidetä yllä. (The productivity press development team, s 112).

#### 1.4. Johtaminen ja Lean

Kari Tuominen kirjoittaa kirjassaan Lean – kohti täydellisyyttä: “Kehittyminen Lean-organisaatioksi ei onnistu johdon määräyksillä ja niitä vain kiltisti noudattamalla. Se edellyttää koko organisaation sitoutumista sovittujen toiminta periaatteiden noudattamiseen”. Tämä tarkoittaa myös sitä, että johdon on päästettävä irti mahdollisista vanhoista toimintatavoistaan ja luotava pohjaa oppivan organisaation ilmapiirille. Näin toimimalla organisaation jokaisessa portaassa on mahdollista vaikuttaa asioihin sekä kehittää niitä eteenpäin. (Tuominen, K. 2010, s 40).

Lean organisaatioksi kehittyminen tarkoittaaakin useissa tapauksissa sekä kulttuuri-, että organisaatiomuutosta. Yrityksissä ja niiden sisällä organisaatioihin muodostuu ajan kanssa “tapa toimia ja tehdä asioita” – kulttuuri, jonka muuttaminen vaikuttaa organisaatioissa toimiviin ihmisiin. Organisaatiokulttuuri muodostuu mm. seuraavista asioista: organisaatiokulttuurista, arvoista, rutiineista, käyttäytymiskoodistosta, viestinnästä ja toimintavoista. Kulttuurin muodostuminen kestää kauan, ja tavat juurtuvat tiukasti organisaation eri rakenteisiin. Muutostilanteet ovatkin vaikeita hallita juuri edellämainittujen asioiden vuoksi. (Juuti & Virtanen, 2009, s 56). Se kuinka ihmiset kokevat muutokset on täysin yksilöllistä. Yleensä mitä suurempi ja radikaalimpi muutos on, sitä suuremmat ovat myös vaikutukset. Lisäksi muutoksen nopeudella on vaikutusta, koska ihmiset tuntevat ajankulun eri tavalla. Työntekijä voi kokea, että vuosi on todella pitkä aika, kun taas osa ihmisistä kokee saman ajan lyhyenä hetkenä. (Juuti & Virtanen, 2009, s 28).

##### 1.4.1 Johtamisen haasteet

Pauli Juuti kuvaa kirjassaan jaetun johtamisen taito 12 johtamiseen liittyvää haastetta (Juuti, 2013, s 65-73). Nämä ovat varmasti tuttuja kaikille esimiehinä toimiville, mutta vastausten antaminen haasteisiin vaatii syvää ymmärtämystä johtajuuden prosessista. (Juuti, 2013, s 65).

### *Haaste 1: Miksi joku haluaisi seurata esimiestä?*

Tämä kysymys on olennaisin johtamiseen liittyvä kysymys. Yksinkertaista ja lyhyttä vastausta kysymykseen on vaikea antaa, mutta tähän vaikuttavat suuresti esimiehen ominaisuudet sekä hänen oma toimintansa. Esimies, joka luo ihmisille puitteet onnistua työssään sekä mahdollistaa uusien asioiden oppimisen ja toimii itse esimerkillisesti sekä arvostaa muita, saa todennäköisemmin seuraajia kuin esimies, joka toimii päinvastoin.

### *Haaste 2: Miten saada ihmiset sitoutumaan organisaation päämääriin ja tavoitteisiin?*

Tärkeimpänä ja yksinkertaisimpana keinona on valita oikeat ihmiset oikeisiin tehtäviin sekä pyrkiä opastamaan heidät mahdollisimman hyvin. Sitoutumista edesauttaa myös se, että ihmiset ovat päässeet mukaan laatimaan organisaation päämääriä ja tavoitteita. Todennäköisesti nämä henkilöt sitoutuvat paremmin kuin ne, joille tavoitteet ovat ainoastaan kerrottu. Lisäksi päämäärien ja toimenpiteiden olisi oltava kytkettynä henkilön omiin etuihin, jolloin tavoitteiden saavuttaminen vaikuttaisi suoraan esimerkiksi palkkaukseen. Esimiesten on myös asetettava uudet päämäärät sekä seurattava aikaisempien tavoitteiden täyttymistä ja keskusteltava näistä ihmisten kanssa.

### *Haaste 3: Miten saada tuloksia ihmisten avulla?*

Esimiestyön tärkeimpiä tehtäviä on saada henkilöstö tekemään työtä siten, että se on tuloksellista. Tähän pääsemistä edesauttavat olosuhteet, joissa henkilöställä on korkea työmotivaatio ja yhteistyökyky sekä lojaliteetti organisaatiota kohtaan. Hyvät lähtökohdat tälle luo keskusteleva johtaminen, jossa esimies tukee alaistensa työtä sekä keskustelee mahdollisista ongelmista ja muista töihin liittyvistä tapahtumista. Esimies voi vaikuttaa tuloksiin myös säännöllisillä palavereilla, ohjaamalla työt siten, että oikeat ihmiset tekevät oikeita asioita sekä mahdollisen palkkiojärjestelmän avulla.

*Haaste 4: Miten toimia oikeudenmukaisella ja esimerkillisellä tavalla?*

Esimiehen tulisi toimia työpaikalla esimerkkinä, miten siellä tulisi työskennellä ja toimia. Erittäin tärkeää on toimia johdonmukaisesti ja luoda alaisiin hyvät suhteet. Ihmisille on luontaista tulla toimeen eri tavalla eri ihmisten kanssa, mutta esimiestyössä on tärkeää kohdella ihmisiä tasa-arvoisesti, jotta hänen alaisilleen ei tule sitä vaikutelmaa, että ihmiset ovat eriarvoisessa asemassa. Vaikein johtamiseen liittyvä asia on itsensä johtaminen. Hyvien suhteiden luominen alaisiin on erittäin vaikeaa, jos esimies ei hallitse itsensä johtamista.

*Haaste 5: Miten saada erilaiset ihmiset tekemään hyvää yhteistyötä keskenään?*

Usein työyhteisössä samaa tai samankaltaista työtä on tekemässä hyvin erilaisia ihmisiä, niin taustan kuin luonteensakin puolesta. Tämä on positiivinen asia, koska silloin työ nähdään erilaisista näkökulmista, ja toisilta oppiminen on mahdollista. Erilaisista ihmisistä koostuva ryhmä on kuitenkin haastavaa johtamisen kannalta, koska ryhmän kasvaminen yhteen hiileen puhaltavaksi tiimiksi on hitaampaa kuin samankaltaisista henkilöistä koostuvan ryhmän. Tämä vaatiiikin esimieheltä kykyä toimia pitkäjänteisesti vastaan tulevilla ristiriitatilanteissa.

*Haaste 6: Miten kohdata ja ratkaista työyhteisössä esiintyviä ristiriitatilanteita?*

Näkemyserojen syntyminen työyhteisössä on väistämätöntä, koska yhteisöön mahtuu niin monta mielipidettä kuin siellä on ihmisiäkin. Ongelmia syntyy, jos näihin näkemyseroihin ei puututa ajoissa ja ne pääsevät lukkiutumaan. Tämä voi pahimmillaan aiheuttaa vakavia ongelmia työyhteisöön. Paras keino ristiriitojen hoitamiseen on niiden ennaltaehkäisy, mutta jos riitiriita tilanne syntyy, on aloitettava sovittelumentelmä. Tämä alkaa siten, että tunnistetaan ristiriidan olemassaolo ja kerätään tietoa riidan osapuolilta. Tämän jälkeen järjestetään keskustelutilaisuus, jossa molemmilla osapuolilla on mahdollisuus keskustella asiasta ja tuoda esiin oman näkökulmansa. Keskustelutilaisuuden olisi hyvä luoda oppimistilaisuuden mukainen henki.

*Haaste 7: Miten kohdata muutoksia?*

Organisaatiot kohtaavat väistämättä muutoksia jo sen vuoksi, että ympäristö sen ympärillä muuttuu ja usein myös asiakkaan tarpeet muuttuvat ajan kuluessa. Usein muutostilanteet aiheuttavat vastarintaa, koska ihmiset haluavat tehdä työtään siten kuten on aikaisemminkin tehty. Esimiehen onkin kyettävä luomaan työpaikalle sellainen ilmapiiri, että muutostilanteet eivät aiheuta ylitsepääsemättömiä haasteita.

*Haaste 8: Tuleeko esimiehen osata kaikki asiat, joita hänen vastuualueellaan tehdään, ja tietää, mitä missäkin on menossa?*

Esimies ei pysty hallitsemaan kaikkea, mitä hänen vastuualueelleen kuuluu. Hänen alaisensa ovat asiantuntijoita, ja tätä kannattaa hyödyntää siten, että rekrytoi tiimiin itseään osaavampia tekijöitä sekä uskaltaa antaa heille vastuuta ja luottaa heihin. Tällä tavoin on mahdollista rakentaa todella osaava ja ammattitaitoinen ryhmä. Esimiehen on kuitenkin syytä tietää, mitä hänen vastuualueellaan tapahtuu. Tämä onnistuu parhaiten keskustelemalla työntekijöiden kanssa.

*Haaste 9: Pitääkö esimiehen olla läsnä tai saavutettavissa?*

Esimiehen tärkeimpänä tehtävänä on tukea alaisia siten, että he onnistuvat tehtävissään niin hyvin kuin mahdollista. Tämä onnistuu parhaiten siten, että esimies luo hyvää henkeä työympäristöön sekä keskustelee säännöllisesti henkilöstön kanssa.

*Haaste 10: Voiko esimies näyttää tunteensa?*

Esimiestyö on mitä suuremmassa määrin vuorovaikutusta, jolloin esimies tuo esille oman persoonansa ja tätä kautta tunteensa. Onnistuessaan esimies kokee positiivisia tunteita, joiden esiintuomisella on usein asioita eteenpäin vievä vaikutus. Toisaalta epäonnistumisen jälkeen tunteiden esiintuminen suoraan voi vaikeuttaa vuorovaikutusta, joka taas vaikeuttaa esimiehen ja alaisten keskinäistä vuorovaikutusta. Pahimmassa tapauksessa negatiivisten

tunteiden esiintuominen voi aiheuttaa muurin ihmisten välille, jolloin aiheutuu negatiivisten tunteiden kierre, joka ruokkii itse itseään.

#### *Haaste 11: Miten johtaa itseään?*

Itsensä johtaminen on esimiestyön suurimpia haasteita. Esimiehen on kyettävä toimimaan puolueettomasti ristiriitatilanteissa sekä pystyttävä tekemään päätöksiä, jotka eivät välttämättä ole oman edun mukaisia. Tällaisissa tilanteissa on syytä noudattaa sääntöjä omien etujen tavoittelun sijaan. Esimiehen on toimittava eettisten sääntöjen mukaan ja pyrittävä tekemään alaistensa työstä mahdollisimman mutkatonta ja miellyttävää.

#### *Haaste 12: Miten kohdata työhön liittyvä epävarmuus?*

Nykyajan työympäristöä hallitsee epävarmuus. Monet työntekijät kokevat epävarmuutta lomautuksiin tai irtisanomisiin liittyen, ja toisaalta myös liian suuri työtaakka aiheuttaa stressiä ja pahimmillaan loppuun palamista. (Juuti, 2013, s 65-73).

#### 1.4.2 Muutoksille altis organisaatio

Lean toimintatapojen sekä työkalujen käyttöönotto aiheuttavat vääjäämättä muutoksia yrityksen aikaisempiin toimintatamalleihin ja työskentelykulttuuriin. Myös yrityksen sidosryhmissä ja yhteistyökumppaneissa tapahtuvat muutokset heijastuvat yrityksen toimintaan ja vaikuttavat siellä työskenteleviin henkilöihin. Jotta organisaatio selviäisi mahdollisimman kivuttomasti tulevista muutoksista, olisi hyvä pyrkiä rakentamaan muutoksille altista organisaatiota. Käsitteenä muutoksille alttiilla organisaatiolla tarkoitetaan organisaatiota, joka kykenee ennakoimaan tulevat muutostarpeet sekä pystyy toteuttamaan tarvittavat toimenpiteet. Muutoksille alttiin organisaation rakentamisessa tärkeintä on, että johto näkee tälle tarpeen. Johdon olisi tunnistettava ja ymmärrettävä organisaation muutoshistoria, pystyttävä analysoimaan aikaisempien muutosten onnistuneet ja epäonnistuneet seikat sekä kyettävä oppimaan niistä.

Kommunikoinnilla on erittäin suuri rooli, jotta johdon suunta tulee sisäistettyä organisaation eri tasoilla. Tässä kohtaa tulee esille johtajuuden haasteista kohta 2. Paras lopputulos saadaan luomalla yritykseen luottamuksen ilmapiiriä ja osallistamalla koko henkilökunta muutoksen tekemiseen. (Juuti & Virtanen, 2009, s 55-59). Organisaatiokulttuurin rakentamisessa ja johtamisessa perimmäinen tarkoitus on vaikuttaa organisaatiossa työskentelevien henkilöiden mielipiteeseen ja pyrkiä muokkaamaan niitä myönteiseksi muutosta kohtaan. (Juuti & Virtanen, 2009, s 75).

### 1.5 Työn keskeiset tavoitteet ja tulokset

Työn tarkoituksena on tutkia ja kehittää sähkömekaanista valmistusta tekevän yrityksen tuotantoprosessia Lean filosofian avulla ja kehittää olemassa olevia toimintatapoja sekä pyrkiä löytämään keinoja vähentää hukkaa päivittäisessä tekemisessä. Tässä tapauksessa haasteita ovat ainutkertaiset projektit, viranomaisvaatimukset, suurien asiakkaiden asettamat korkeat laatustandardit ja tiukat toimitusaikavaatimukset. Työn keskeisiä tavoitteita onkin kyetä välttämään hukkaa, parantamaan laatua ja samalla lyhentämään valmistukseen käytettyä aikaa sekä parantaa yrityksen toimitusvarmuutta.

Lean menetelmien avulla pyritään supistamaan valmistukseen käytetty aika niin pieneksi kuin mahdollista sekä saamaan hallintaan kokoonpanon tarvitsemat materiaalit. Tätä kautta tavoitellaan myös merkittäviä kustannussäästöjä pitkällä aikavälillä. Myös henkilökunnan osaamista pyritään kehittämään sekä sitouttamaan heidät yrityksen tavoitteisiin. Näin voidaan luoda jatkuvan kehittämisen kulttuuria työyhteisöön.

## 2. KEHITYSKOhteet JA TOIMENPITEET

Elkome Installaatiot on osa Elkome Groupia, joka koostuu tällä hetkellä neljästä eri yhtiöstä. Elkome groupilla on toimipisteitä eri puolilla Suomea sekä myyntiyhtiö Ruotsissa, mutta hallinto kuten myös tuotanto sijaitsevat Hyvinkäällä. Elkome on profiloitunut kokonaisjärjestelmätoimittajana ja saman katon alta löytyy korkeatasoista osaamista mm. anturi-, mittalaite- ja teollisuustietokoneista ja ohjelmistokehityksestä.

Elkome Installaatiot valmistaa sähköisiä testausjärjestelmiä ja sähkökeskuksia sekä tekee sopimusvalmistusta eri asiakkaille. Yrityksen voidaan todeta olevan sähköalan monialayritys, mutta ydinosaaminen on kuitenkin sähköisten testausjärjestelmien suunnittelussa sekä valmistamisessa. Groupin palveluksessa työskentelee tällä hetkellä noin 40 henkilöä, joista puolet Elkome Installaatioissa.

### 2.1 Lähtötilanne

Elkomen Installaatioiden tuotanto toimi maaliskuuhun 2016 asti vuokratiloissa Hyvinkäällä lähellä nykyistä tehdasta. Elkome Groupin muut yhtiöt sekä niiden henkilöstö olivat muuttaneet uusiin toimitiloihin jo vuoden 2015 aikana, ja alkuvuodesta 2016 myös Elkome Installaatioiden tuotannon oli määrä muuttua uusiin tuotantotiloihin.

Kappaleessa 1.3.1 avattiin Mudaa, Muria ja Muraa sekä niiden vaikutuksia toisiinsa. Myös Elkomella oli keskusteltu mudasta sekä sen poistamisen tärkeydestä. Tuotannosta havaittiin useita hukan muotoja, mutta suurimpana esiin nousi odottaminen. Tyypillisesti odottaminen oli sitä, että työn alla olevasta kohteesta puuttui sähköisiä komponentteja tai mekaniikkaa. Odottelua esiintyi lähes jokaisessa projektissa, ja tästä aiheutui projektien aikataulujen viivästymistä, tuotantokatkoksia sekä töiden jakautumista epätasaisesti. Suurin osa komponenttipuutteista johtui toimittajien aikataulujen pettämisestä, mutta myös materiaalien käsittely aiheutti osien katoamista tai rikkoutumisia. Elkomella ei ole materiaalivastaavaa tai varastohenkilökuntaa, vaan materiaalien käsittelyyn osallistuu useita henkilöitä. Resurssitehokkuuden näkökulmasta tämä on järkevää, mutta käytännössä järjestely aiheuttaa hukkaa, koska tuotannon suuret materiaalivirrat eivät olleet hallituja ja järkevästi organisoituja.

Osapuutteiden vuoksi tuotanto ei pystynyt viemään projekteja kerralla valmiiksi saakka, minkä vuoksi tuotannossa oli useita keskeneräisiä projekteja. Tämä aiheuttaa hukkaa siten



että työt kasaantuvat ja asentajien työ oli katkonaista. Tässä voidaan havaita selvästi muran ja murin vaikutus hukkaan. Kun työkuorma ei ole tasaista, vaan projektit kasautuvat, henkilökunta joutuu työskentelemään ääri rajoilla, jolloin virheiden määrä kasvaa ja ihmiset ovat tyytymättömiä.

Ylikäsittely tai virheellinen käsittely oli hukka, joka nousi esiin asentajien kanssa keskusteltaessa. Tuotantodokumenteissa löytyi useita virheitä, jotka olivat toistuneet projektista toiseen. Dokumenttivirheet ovat erittäin ongelmallisia tuotannon kannalta. Niiden vuoksi asentajat eivät luottaneet valmistusdokumentteihin, vaan osa asioita tehtiin niin sanotusti vanhasta muistista.

Testausjärjestelmän mekaaniset osat, kuten rungot, keskuskaapit, asennuslevyt jne. tulevat usein alihankkijalta esikokoonpantuna. Mekaniikassa oli monesti puutteita tai virheitä, joita jouduttiin korjaamaan Elkomen tehtaalla omien asentajien voimin. Tämä aiheutti asentajien keskuudessa suurta tyytymättömyyttä sekä heikensi uskoa toimittajien laatuun. Puutteita havaittiin myös työkalujen sekä työskentelypisteiden laadussa. Elkomen tuotannosta löydettiin epäkunnossa olevia työkaluja, jotka eivät olleet käytössä, mutta niitä ei ollut korjattu tai hävitetty. Käytössä oli myös työkaluja, jotka olivat epäkunnossa ja siten vaarallisia käyttää. Haastatteluissa tuli myös ilmi työmentelmiä, joissa käytettiin työvaiheeseen sopimattomia työmentelmiä ja työkaluja. Myöskään työpöytinä käytetyt rullakkopöydät eivät edesautta- neet sujuvaa työntekoa.

Tuotannosta havaittiin, että tarpeetonta liikuttelua esiintyi useassa työvaiheessa. Laitteistot koostuvat usein sadoista tai jopa tuhansista erilaisista sähkökomponenteista sekä niiden välisistä johdotuksista. Kokoonpanon alussa, jolloin sähköiset osat asennetaan asennulevyille, jouduttiin osia hakemaan useaan kertaan projektihyllystä, koska kaikkia komponentteja ei pystytä kerralla kuljettamaan työpisteelle. Samoin erilaisia johtimia ja kaapeleita jouduttiin hakemaan varastoista. Tästä aiheutuu huomattavasti turhaa liikkumista, lisäksi osien etsimiseen käytettiin paljon aikaa.

Materiaalien etsiminen linkittyi monesti suurimmaksi todettuun hukkaan eli odottamiseen. Asentajat saattoivat etsiä projektihyllystä osaa, jota ei ollut vielä saapunut tehtaalle. Elkomella on käytössä tulostettu paperinen keräilylista, johon merkataan kaikki työlle kerättävät materiaalit. Keräilylistan täyttäminen on täysin manuaalinen työvaihe ja erittäin hidasta

tehdä, koska listat voivat sisältää useita kymmeniä sivuja materiaalkoodeja. Siinä vaiheessa, kun keräilylista on tulostettu ja saatavilla olevat materiaalit kerätty sekä työ mahdollisesti aloitettu, eivät asentajat enää tiedä, onko projektilta vielä puuttuva materiaali tullut tehtaalle vai ei. Tämä jää täysin työnjohdon vastuulle ja aiheuttaa monesti hukkaa siten, että materiaalia joudutaan etsimään usean henkilön voimin.

Sähköisen kokoonpanon ja johdotuksen aikana tarvitaan useita erilaisia työkaluja työvaiheesta riippuen. Asentajat käyttivät joissain työvaiheissa työkaluja, joita ei ollut tarkoitettu kyseiseen työhön tai käytettiin sinänsä oikeaa työkalua, vaikka olisi ollut tehokkaampaa käyttää esimerkiksi käsiruuvimeiselin sijaan sähköistä väännintä. Tämä aiheuttaa valmistusaikojen pitenemistä sekä voi vaikuttaa lopputuotteen laatuun.

Erittäin tärkeä osa tuotantoa on tuotteiden lopputestaus. Testaus on työvaihe, jota pidetään monesti turhana työvaiheena ja tavoitteena olisikin, että tuotanto pystyisi valmistamaan niin laadukkaita tuotteita, että varsinainen tarkastaminen ja testaaminen pystyttäisiin minimoimaan. Kuitenkin sähköalalla valmistettavat tuotteet voivat olla käyttäjälleen sekä ympäristölleen vaarallisia, ellei niitä ole testattu asianmukaisesti.

Lopputestaus on yksi tärkeimpiä vaiheita tuotannossa, koska sillä varmistetaan järjestelmän sähköturvallisuus sekä toimivuus. Elkomella suurimpien järjestelmien testaus on käytännössä yhden henkilön varassa mikä jo itsessään aiheuttaa hukkaa luomalla tuotantoketjuun pullonkaulan. Testaus voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa laitteisto tarkastetaan visuaalisesti. Visuaaliseen tarkastamiseen kuuluu mm. se että laitteet on valmistettu tuotantodokumenttien mukaan ja asentajat ovat noudattaneet hyviä asennustapoja. Tässä vaiheessa tarkastetaan, että komponentit on valittu sekä asennettu piirustusten mukaan ja johdotukset tehty oikein, piirustusten mukaisia johdin- ja kaapelityyppjä käyttäen. Toisessa vaiheessa tehdään sähköturvallisuustestit. Sähköturvallisuustesteissä järjestelmästä mitataan suojajohtimen jatkuvuus sekä tehdään eristysvastusmittaus ja jännittekoe standardin vaatimia koestusjännitteitä ja virtoja käyttäen. Näillä varmistetaan, että laitteistoon on turvallista kytkeä sähköt päälle. Kaksi ensimmäistä vaihetta testauksesta pystyy tekemään useampi kuin yksi henkilö. Kolmannessa vaiheessa jossa järjestelmästä testataan sähköisiä osakokonaisuuksia ja lopulta lopulta koko laitteisto, on käytännössä yhden henkilön vastuulla.

Testauksen osalta on havaittavissa useampaa hukan muotoa kuten aikaisemmin mainittu odottaminen. Odottamisesta aiheutuu turhaa varastointia, koska jos testausta ei voi viedä kerralla läpi, laitteistoa joudutaan säilyttämään tehtaassa lattialla kauemmin kuin on tarpeellista. Ylikäsittelyä aiheutuu siitä, että järjestelmän testaukseen voi osallistua useampi ihminen, jolloin on mahdollista, että tehdään samoja työvaiheita useampaan kertaan. Tämä lisää myös riskiä siihen, että jotain jää testaamatta. Samoin testauksen aloittaminen ennen kuin laite- tai laitteisto on täysin valmis, on monesti ongelmallista. Tähän jouduttiin turvautumaan tavallisesti silloin, kun toimitus oli jo myöhässä ja kaikki tehtävissä oleva työ pyrittiin tekemään. Osatestaus aiheuttaa usein uudelleen testaamisen tarvetta sekä pahimmassa tapauksessa puuttuva osa tai osat voidaan asentaa paikalleen ja eikä testausta näiden osalta tehdä ollenkaan.

Testaamisessa on mahdollista havaita mudan, murin sekä muran suhde toisiinsa pienemässä mittakaavassa. Kun testaaminen on yhden ihmisen varassa, tämä aiheuttaa kyseiselle henkilölle suuren työkuorman jonka vuoksi työt kasautuvat ja aiheuttavat stressiä. Toisaalta testattavat laitteistot kasaantuvat tyypillisesti lyhyelle ajanjaksolle, jolloin työt ovat jakautuneet erittäin epätasaisesti (mura), tämä taas kuormittaa testauksesta vastuussa olevaa henkilöä (muri) joka sitten aiheuttaa edellä mainittuja hukan muotoja.

Vimeisenä ja vaikeimpana havaituista hukan muodoista voidaan pitää henkilöstöosaamisen, henkilöstön kehittämisen ja luovuuden käyttämättä jättämistä.

Suurimpana ongelmana vanhoissa toimitiloissa olivat huonosti organisoidut tuotantotilat sekä järjestelmällisen toiminnan puute. Edellämainitut ongelmat aiheuttivat jatkuvaa kiirettä, materiaalien ja työkalujen etsimistä sekä loivat työntekijöiden keskuuteen epävarmuutta ja huonoa työilmapiiriä. Epäjärjestyksen on todettu aiheuttavan välinpitämättömyyttä, joka yhdessä epäsiistin työpaikan kanssa voi nostaa myös työtapaaturmien riskiä. Tätä taustaa vasten odotukset työskentelystä uusissa toimitiloissa olivatkin työntekijöiden keskuudessa korkealla.

Huonosti organisoitu tuotanto antaa myös asiakkaille huonon kuvan yrityksen toiminnasta, vaikka valmistetut tuotteet olisivatkin laadukkaita. Oli myös sattunut tapaus, jossa mahdolliset kaupat olivat kaatuneet asiakkaan todetessa "tuotantotilojen olevan autotalli". Tässä ti-

lanteessa tuotannon ohjaaminenkin oli haastavaa ja käytännössä mahdotonta toteuttaa tehokkaasti. Ongelmaksi muodostuivat usein pitkiksi venyneet läpimenoajat sekä huono toimitusvarmuus.

Yhtiön johdolta tuli määräys, että uusissa tuotantotiloissa aikaisemmista ongelmista on päästävä eroon sekä toimintaa on ruvettava kehittämään määrätietoisesti. Elkome Installaatioiden tavoitteena on ottaa käyttöön ISO9001 laadunhallintajärjestelmä sekä ISO14000 ympäristöhallintajärjestelmä vuoden 2017 aikana.

Elkome Group oli aikaisemmin kouluttanut henkilöstölle Lean perusteita. Lean matka olikin hyvä aloittaa luomalla visuaaliselta ilmeeltään selkeä ja siisti työpaikka. Hyväksi ja tehokkaaksi havaittu keino on 5S, jota on sovellettu menestyksellä useassa yrityksessä. Lean ja siihen liittyvät menetelmät sekä työkalut ovat tuttuja myös useimmille Elkomen asiakkaille. Lisäksi Elkome Software tekee Lean auditointiohjelmistoja, jolloin omassa tuotannossa käytössä olevia työkaluja voidaan hyödyntää myös muiden Elkome yhtiöiden tuotteiden markkinoinnissa.

## 2.2 Toimenpiteet

Allekirjoittanut aloitti uudessa tehtävässä helmikuussa 2016, jolloin Elkome Installaatioiden tuotanto työskenteli vielä vanhoissa toimitiloissa. Ensimmäisiä tehtäviä uusiin tiloihin siirryttäessä Lean näkökulmasta oli selvittää, mitä materiaalia vanhalta tehtaalta siirretään uusiin toimitiloihin ja mitä kaikkea kierrätetään. Vanhalle tehtaalle oli kertynyt valtavasti materiaalia mm. yritysostojen vuoksi, minkä takia perusteellinen inventaario oli välttämättömyys ennen muuttoa uusiin toimitiloihin. Tavoitteena oli 5S ensimmäisen periaatteen mukaisesti selvittää, mitä kierrätetään, mitä mahdollisesti voidaan tarvita sekä mitä ehdottomasti tarvitaan tulevaisuudessa. Kuvassa 6. yksityiskohta uusista tuotantotiloista ennen muuttoa.



Kuva 6. Uuden tehtaan tyhjä ESD-alue maaliskuussa 2016.

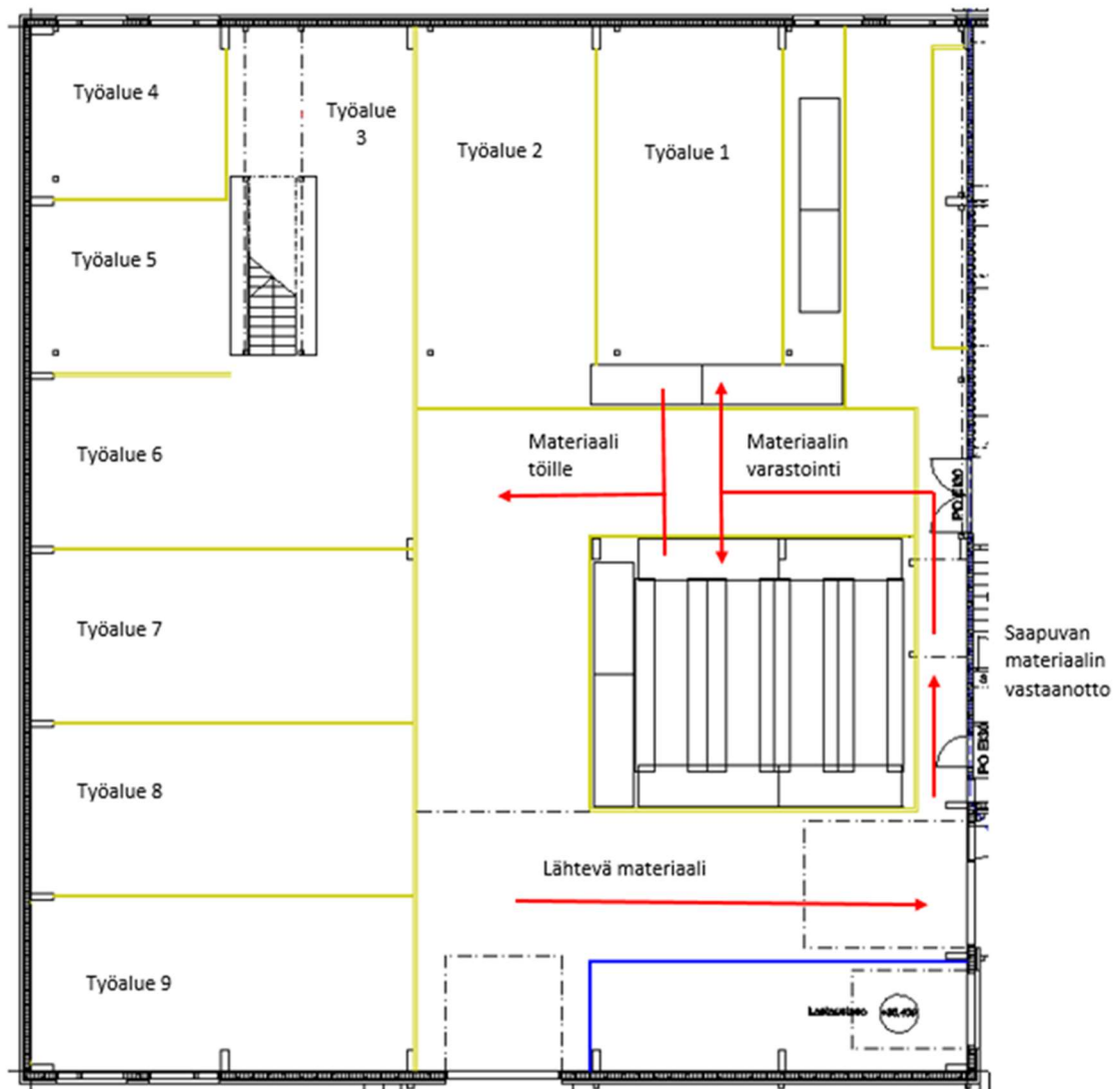
ESD-suojauksen täyttävän lattiapinnan asentaminen uusiin tuotantotiloihin oli koettu tarpeelliseksi niin asiakkailta saatujen vaatimusten kuin tuotannon laadunkin kannalta. Elkomen tuotantotiloissa valmistetaan sähkökeskuksia, testauslaitteistoja sekä järjestelmien osia, jotka voivat tulla tai tulla osaksi asiakkaiden omia järjestelmiä. Kokoonpanon aikana tuotannossa käsitellään ja varastoidaan piirikortteja, elektroniikkaa, puolijohdekomponentteja sekä muita sähköisiä komponentteja. Lähtökohtaisesti kaikkia elektroniikkakomponentteja on pidettävä herkkinä staattisille purkauksille.

Uusien tuotantilojen lattipinta-alasta noin kolmannes on päällystetty maadoitetulla puolijohdettavalla lattiamateriaalilla eri kappaleissa olevien sähkövarausten purkausten ehkäisemiseksi. Tämä alue on määritelty EPA-alueeksi, jolla voidaan käsitellä staattisille purkauksille herkkiä laitteita ja komponentteja. Puolijohdettavan lattian lisäksi EPA-alueella työskentelevillä henkilöillä on puolijohdettavat jalkineet sekä asusteet. Myös kaikki alueelle sijoitetut kalusteet sekä säilytyspaikat kuten laatikot, pöytäpinnat ja hyllyt ovat valmistettu puolijohdettavasta materiaalista.

Lean- näkökulmasta EPA-alueen tärkein tehtävä on ehkäistä mahdollisista sähköstaattisista purkauksista aiheutuvien vaurioiden syntyminen. Sähköpurkausten aiheuttamat vauriot ovat usein vaikeita havaita ja niistä aiheutuvia ongelmia voikin nousta esiin jopa vuosien käytön jälkeen. Tavoitteena on valmistaa täydellistä laatua, joten edellä mainittujen ongelmien ennaltaehkäisy kasvattaa yrityksen tuotteiden laatua sekä pienentää mahdollisten takuukustannusten määrää tulevaisuudessa. Suuri EPA-alue mahdollistaa myös materiaalin säilyttämisen sekä siirtelyn alueen sisällä, jolloin mahdollisen tuotantokapasiteetin noston tarve voidaan järjestää helposti ja nopeasti ilman erikoisjärjestelyjä. Tämä taas vähentää turhaa työtä tuotannon monessa eri vaiheessa.

Koska tuotantotilat olivat täysin uudet, ja tehdasta päästiin suunnittelemaan puhtaalta pöydältä, olikin ensimmäisiä tehtäviä luoda toimiva pohjapiirros, joka sopisi yrityksen valmistamien tuotteiden tekemiseen Lean-periaatteita noudattaen. Lähtökohtana oli luoda selkeä ja helposti muunneltava tuotantoalue, jolloin voidaan myös nopeasti reagoida mahdollisiin tuotannon muutoksiin. Lisäksi tavoitteena oli minimoida varastot, jotta ylimääräistä materiaalia ei olisi mahdollista kerätä varastoihin. Pohjapiirroksen piti myös olla selkeä ja eri alueiden tuli olla helposti erotettavissa toisistaan. Johtoajatuksena oli pitää mielessä Leanin hukat, joita huonosti suunnitellut tuotantotilat aiheuttavat. Materiaalin kulun piti olla selkeää, kaikki tarpeeton siirtely, nostelu jne. tuli minimoida sekä lisäksi ylimääräistä varastointia tuli välttää.

Visuaalisen selvyuden lisäämiseksi tuotantotilat jaettiin työalueiksi. Työalueiden rajat merkittiin keltaisin teippauksin sekä määriteltiin työalueelle kuuluville kalusteille omat paikat. Lisäksi määriteltiin minimisiisteystaso sille, miltä työalueen tulee näyttää työpäivän päätyttyä. Näiden muutosten tarkoituksena ei ollut vaikeuttaa työn tekemistä, eikä siisteys ja järjestys ollut itsetarkoitus, vaan se, että työn tekemisestä saatiin mahdollisimman selkeää ja tehokasta. Myös pääkäytävälle sekä varastohyllyille ja keräilykärryille määriteltiin omat paikkansa ja nämä merkittiin valokuvin sekä keltaisella lattiateipillä. Lähtevän materiaalin alue merkittiin sinisellä teipillä ja saapuvan materiaalin alue vihreällä. Visuaaliselle ilmeelle luotiin tuotantotiloihin vakiototeutus, josta on helppo huomata ovatko materiaalit tai esimerkiksi trukki sille kuuluvalla paikalla. Kuvassa 7. on esitetty tuotannon materiaalivirtaus sekä tuotantotilojen vastuualueiden- ja toimintojen rajat.



Kuva 7. Elkome Installaatioiden uuden tehtaan pohjapiirros ja materiaalin päävirtaussuunnat, jotka mahdollistavat Lean-periaatteiden toteuttamisen. Elkomen erityispiirteenä on testausmahdollisuus kaikilla työalueilla, mikä poistaa tuotannosta siirtelytarvetta. Näin vältetään pullonkauloja.

Työalueita on kaikkiaan yhdeksän kappaletta ja ne ovat keskenään lähes identtisiä. Lean ajattelun mukaan työalueista sekä työpisteistä tehtiin standardi, jolloin operaattorin siirtyminen tarvittaessa työpisteeltä toiselle on helppoa. Asennus- ja lopputestauksen helpottamiseksi jokaisella alueella on työpisteen ja työpöydän lisäksi testaussähkön syöttö. Pistorasiakeskuksia syöttää kaksi 50A/400V lähtöä, jolloin tarvittaessa on mahdollista koestaa

useampaa laitteistoa yhtä aikaa ja välttyään testauksen pullonkaulojen syntymiseltä. Sähkönsyöttö testattavan kohteen lähellä on tärkeää, koska suuria kokonaisuuksia ei haluta lähteä siirtämään erilliselle testausalueella, vaan ne pyritään koestamaan valmistupaikalla. Testauksen aikana alue eristetään ja operaattori voi siirtyä työskentelemään toiselle työalueelle. Testauksen nopeuttamiseksi työskentelyalueiden yläpuolelle on asennettu tehdaskoestukseen tarvittavat kaapelit kiinteästi kaapelihyllyille. Tämä tekee sähköisten testien aloittamisesta nopeaa ja vaivatonta. Vaikka työalueet ovat identtisiä, ja niillä voidaan valmistaa samoja tuotteita, on alueille määritelty tietyt käyttötarkoitukset, jotka on lueteltu alla.

Työalueita numerot 1 ja 2 käytetään tuotantotyön lisäksi pienempien tuotteiden testaamiseen. Muun muassa sähkökeskukset, tuotepaletit sekä johtosarjat tehdaskoestetaan tällä alueella. Mahdolliset juotostyöt suoritetaan tilanteen mukaan näillä työalueilla, koska juotos-saivumurin säilytyspaikka on työalueella 1. Imuri on kuitenkin siirrettävissä, joten juotostöitä voidaan tarvittaessa tehdä myös muilla työpisteillä.

Työalue numero 3 toimii pääsääntöisesti mekaniikkaosien säilytyspaikkana. Kyseistä työaluetta voidaan käyttää myös tuotantotyöhön, mutta sen sijainnin vuoksi laitteistoihin kuuluvat mekaaniset osat säilytetään tällä alueella. Mekaniikkaa on usein paljon, joten siistin yleisilmeen vuoksi, mekaaniset osat pyritään säilyttämään poissa työalueilta. Tällä ratkaisulla pyritään myös standardoimaan tekemistä ja osien etsimisen sekä turhan siirtelyn välttämiseksi mekaniikka säilytetään aina samalla paikalla.

Työalueet 4, 5, 6 ja 7 ovat tehtaalla keskeisellä paikalla ja näille alueille on helppo tuoda suuria kokonaisuuksia sekä sieltä ne ovat myös nopea purkaa pakkausvaiheessa. Tämän vuoksi kyseisiä alueita pyritään käyttämään suurien testausjärjestelmien sekä testiympäristöjen rakentamiseen. Kuvassa 8. on työalueelle 7 rakenteilla oleva testausympäristö, jossa asiakkaan tuotteet testataan kokonaisuutena. Kuvasta voidaan havaita, että järjestelmät voivat olla varsin suuria ja koostua useista sähkönsyöttökeskuksista, testikammioista, moottoreista sekä taajuusmuuttajista. Myös järjestelmän kaapeloinnit tehdään ja testataan muun testauksen yhteydessä.





Kuva 8. Testausympäristön rakentamista Elkomon tehtaalla. Testiympäristö kootaan aina samalla tavalla, jolloin rakentaminen on vaivatonta ja tapahtuu ennalta määrättyssä järjestyksessä.

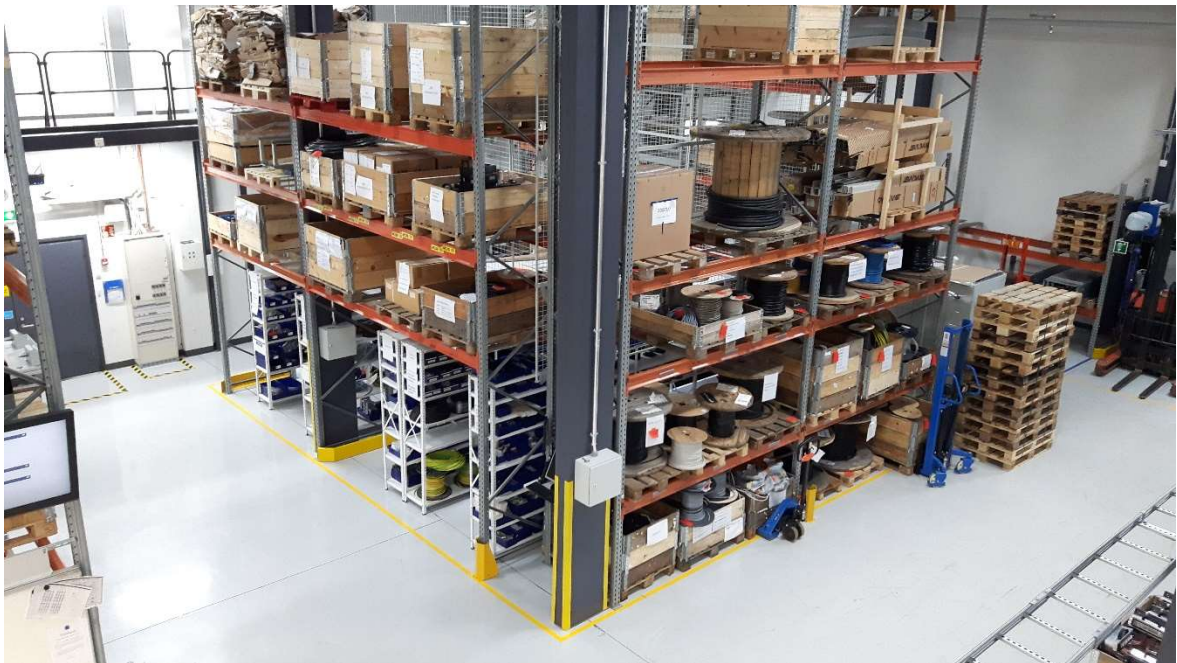
Työalueista 8. ja 9. ovat varsinaista EPA-alueita, jolla käsitellään sähköisille purkauksille herkkiä laitteita. Näillä alueilla ei saa säilyttää mitään varauksia kerävää materiaalia, ja kaikki työpisteet, materiaalivaunut ja hyllyt ovatkin ESD-käyttöön hyväksytyjä.

Materiaalin virtauksen juohevuus on Lean filosofiassa avainasemassa, joten tähän kiinnitettiin suurta huomiota. Suunnittelussa lähdettiin siitä, että tehtaalle saapuva materiaali vaatisi mahdollisimman vähän siirtelyä. Lisäksi sen tulisi olla nopeasti lajiteltavissa joko varastoon tai suoraan projekteille. Elcome Installaatiot pyrkii siihen, että materiaalia ostetaan pelkästään saatuja tilauksia vastaavasti, joilloin varaston arvo saadaan pidettyä pienenä ja vältytään varastoinnista johtuvan hukan kasvulta. Kuvassa 9. näkyy varastoalue kuvattuna yhdestä kulmasta.

Varastoalue on erotettu keltaisella teipillä pääkäytävistä sekä lähtevän materiaalin alueesta. Visuaalisen selkeyden tavoittelemiseksi ja käytön helpottamiseksi varasto on jaettu kahteen osaan: pää- ja tarvikevarastoon. Tarvikevarastossa säilytetään päivittäistä kulutustavaraa kuten johtimia, merkintätarvikkeita jne. Päävarastossa taas säilytetään pääasiallisesti sähköisiä

komponentteja, kuten releitä, riviliittimiä sekä erikoisimpia kaapeleita. Yrityksen varastossa on kirjoitushetkellä yli 30000 eri nimikettä, minkä vuoksi siisti- ja visuaalisesti selkeä varasto on avainasemassa siinä, ettei asentajilta kulu turhaa aikaa tarvittavien materiaalien etsimiseen. Varastoitu materiaali on merkitty QR-koodilla, viivakoodilla tai lavamerkillä riippuen siitä, mistä materiaalista on kyse.

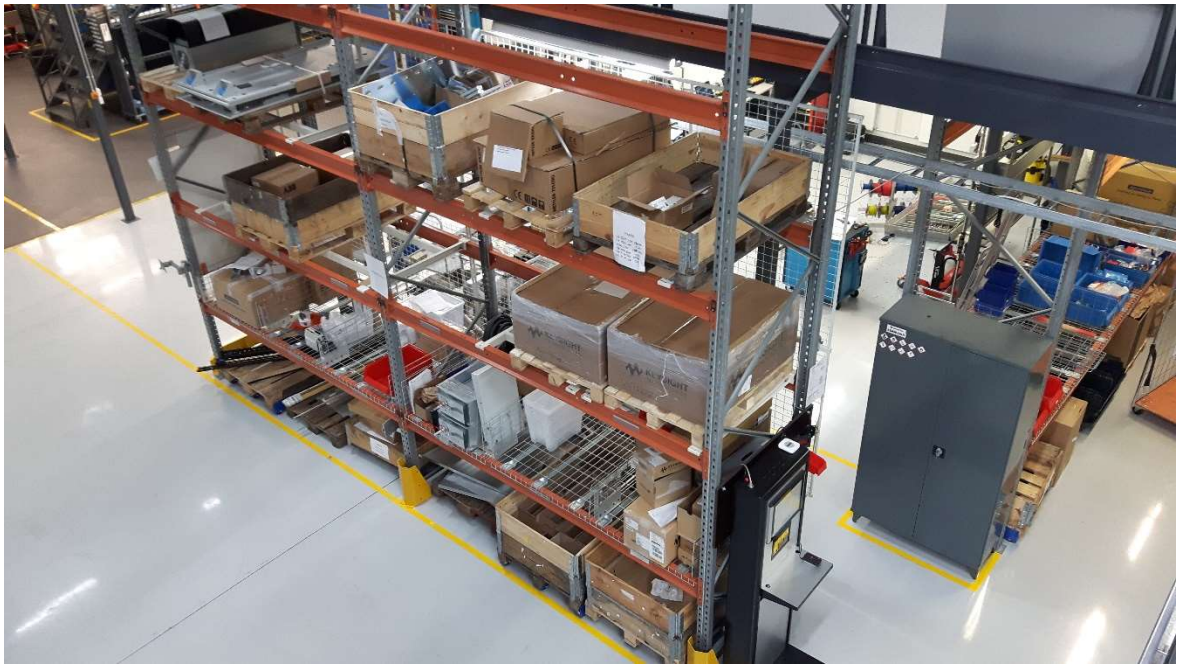
Tuotantotilat pelkistettiin siten, että kiintokalusteita on mahdollisimman vähän, minkä ansiosta arvokasta lattiapinta-alaa jäi enemmän käytettäväksi tuottavalle työlle. Avarat ja väljät tilat vähentävät myös työtapaturmien riskejä, mikä onkin todella tärkeää yrityksen näkökulmasta. Tapaturmista johtuvista sairaspöissaoloista voi kertyä vuosittain suuria kustannuksia.



Kuva 9. Elkomen uuden tehtaan keltaisin nauhoin erotettu varastoalue.

Materiaalin käsittelyn sekä asentajien työn helpottamiseksi pientarvikevarastosta erotettiin projektivarasto, jonne komponentit ja muut osat voidaan varastoida siksi aikaa, kunnes ne tulevat tuotantopaikalle. Projektihyllyssä tasot on merkitty projektinumeroilla, jolloin materiaalin sekoittuminen ja häviäminen saadaan minimoitua. Materiaalin virtauksen ja turhan asioiden etsimisen vuoksi materiaali projektivarastossa on jaettu kahteen osaan: trukkihyllyyn ja keräilykärryihin. Kuvassa 10. olevaa trukkihyllyä käytetään pääasiassa mittalaitteiden, sähkömoottoreiden sekä muiden suurempien komponenttien varastoimiseen. Varasto

sijaitsee tehtaalla keskeisellä paikalla, jolloin materiaalin varastointi ja sieltä otto on tehokasta, mikä vähentää kuljettamiseen käytettyä aikaa ja sitä kautta turhaa työtä. Tässä hyllyssä säilytettävät materiaalit ovat tyypillisesti sellaisia, että niitä tarvitaan vasta projektien loppuvaiheessa. Myös osien fyysinen koko on usein niin suuri, ettei näiden säilyttämistä asentajan välittömässä läheisyydessä koettu järkeväksi.



Kuva 10. Projektimateriaalin varastopaikka.

Sen sijaan pienemmät asennuskomponentit on lajiteltu keräilykärryihin. Tällä ratkaisulla on päästy siihen, että asentajat voivat viedä kärryn työpisteeseensä ja siellä toteutettavan projektin välittömään läheisyyteen. Keräilykärryssä materiaalit ovat selkeästi näkyvillä lajiteltuina eri tasoille, jolloin oikean osan löytäminen on nopeaa ja helppoa. Näillä toimenpiteillä on poistettu paljon turhaa työtä eli hukkaa, koska materiaalit ovat helposti saatavilla ja niiden etsimiseen ei kulu turhaa aikaa.

Merkittävä asia tehtaan layoutin suunnittelun jälkeen oli tuotantotilojen visualisoinnin aloittaminen. Eri alueet kuten saapuva tavara, lähtevä tavara, varastot, työpisteet jne. merkittiin selkeiksi alueiksi, jolloin nähtiin helposti, ovatko työkalut, koneet tai materiaalit niille kuuluvilla paikoilla. Tehdasalueille jaettiin omat vastuhenkilöt, jotka vastaavat siitä, että oma

alue on työpäivän päätyttyä siistissä kunnossa. Intallaatiossa investoitiin myös uusiin työpisteisiin ja tuotantoon hankittiin yhdessä asentajien kanssa suunnitellut työpöydät ja työpisteet. Työpisteiden suunnittelun lähtökohtana oli tehdä asentajien työ mahdollisimman helposti siten, että työpisteessä löytyy käden ulottuvilta tarvittavat työkalut, asennustarvikkeet sekä johtimet. Työergonomia oli myös erittäin suuressa roolissa, koska sillä on selvä yhteys työtehoon, työssäjaksamiseen sekä sairaspöissaoloihin. Aikaisemmin tehtaalla oli vakiokoiset pöydät, jotka aiheuttivat tietyille henkilöille selkäongelmia sekä hidastivat työntekoa. Uudet työpisteet ovat täysin säädettäviä korkeussunnassa sekä pöytätaaso on kallistettavissa vaakatasosta lähes pystyasentoon. Työpisteitä rakennettaessa otettiin huomioon myös asiakkaiden ESD-vaatimukset, joten kaikki työpisteet täyttävät EPA-alueen vaatimukset. Lisäksi kaikissa työpisteissä on säädettävä valaistus, jonka ansiosta asentajien on mahdollista säätää valaistusvoimakkuus haluamalleen tasolle.

Työpisteiden toiminta ja käyttö on suunniteltu visuaalisen ohjauksen sekä sujuvan käytettävyyden periaatteita noudattaen. Kuvassa 11. nähdään, että työpöytä- ja varsinainen työpiste ovat molemmat pyörin varustettuja, joten niitä voidaan siirtää tarpeen mukaan. Mahdollisuus liikuttaa työpöytää helpottaa asentajan sijoittumista työn alla olevan kohteen mukaan. Työpöytää voidaan kallistaa ja nostaa portaattomasti, mikä helpottaa sekä nopeuttaa työn tekemistä siten, että asentaja voi määritellä työasentonsa sekä oman sijoittumisen täysin työkohteen mukaan. Elkomella työkohteet vaihtelevat pienistä johtosarjoista aina suuriin sähkökeskuksiin, jolloin työn sujuvuuden vuoksi monipuolisesti säädettävä työpöytä on erittäin tärkeässä asemassa. Yleisimmin tarvittavat työkalut voidaan sijoittaa työpisteessä olevaan työkaluseinään, jolloin iso osa työstä voidaan tehdä siten, että työkalut ovat aina käden ulottuvilla. Tämä taas pienentää työkalujen vaihtoon käytettävää aikaa ja parantaa työn tuottavuutta. Työpisteeseen on myös integroitu kaapelihylly, joka helpottaa ja nopeuttaa johdotustyötä. Johtimet roikkuvat ylhäältä alaspäin ja ovat välittömästi asentajan saatavilla. Kaapelihylly parantaa myös tuontantotilojen siisteyttä, koska sen avulla vältytään siltä, että keloja säilytettäisiin työtasoilla tai pakkien päälle. Työtasoon on myös integroitu teline piirustuksille sekä muille dokumenteille, joiden sujuva käyttö on koettu aikaisemmin haasteena.



Kuva 11. Tuotannon uusi työpiste. Työpiste on ESD-suojattu, varustettu korkeuden säädöllä ja merkitty keltaisin nauhoin.

Päivittäiseen toimintaan puututtiin johtamisen osalta siten, että tavoitteena oli olla läsnä mahdollisimman paljon sekä pyrkiä parantamaan huonohkoa työilmapiiriä. Aiemmin osa tuotannon tehtävistä oli vahvasti henkilöitynyt tietyille asentajille. Tämän seurauksena työntekijöiden osaaminen oli hyvin kapeaa tai vaihtoehtoisesti todella laajaa. Kokeneet asentajat kuormittuivat jatkuvasta kysymysten tulvasta ja opastamisesta. Lisäksi osaavien henkilöiden poissaolot aiheuttivat suuria ongelmia tuotantoon. Muutosta edellämainittuihin ongelmiin haettiin antamalla kokemattomille asentajille monipuolisempia ja haastavampia töitä, jolloin myös työssäkehittyminen oli mahdollista. Tämän kautta kokeneet henkilöt pystyivät keskittymään paremmin omaan tekemiseensä ja työntekemisestä on siten tullut aikaisempaa suoraivaisempaa.

Aikaisemmasta poiketen tuotannossa siirryttiin siihen, että asentajien tarvitsisi käsitellä mahdollisimman vähän materiaalia, joka ei kuulu työn alla olevaan kohteeseen. Vanhoissa toimitiloissa tietyt asentajat vastasivat itse materiaalin vastaanottamisesta sekä jakamisesta projekteille. Tämä aiheutti sen, että asentajien työ oli katkonaista sekä johti väijäämättä läpimenoaikojen pidentymiseen, koska osa työpäivästä osa kului materiaalin käsittelyyn.

Vuoden vaihteessa asentajien palkkausta muutettiin. Muutoksen myötä osa palkasta sidottiin ns. 5S indeksiin, joka esiteltiin kehityskeskustelujen yhteydessä. Pääosin vastaanotto tälle oli positiivista, koska kuluneen vuoden aikana henkilökunta oli havainnut siistin työympäristön merkityksen niin oman kuin muidenkin työn kannalta.

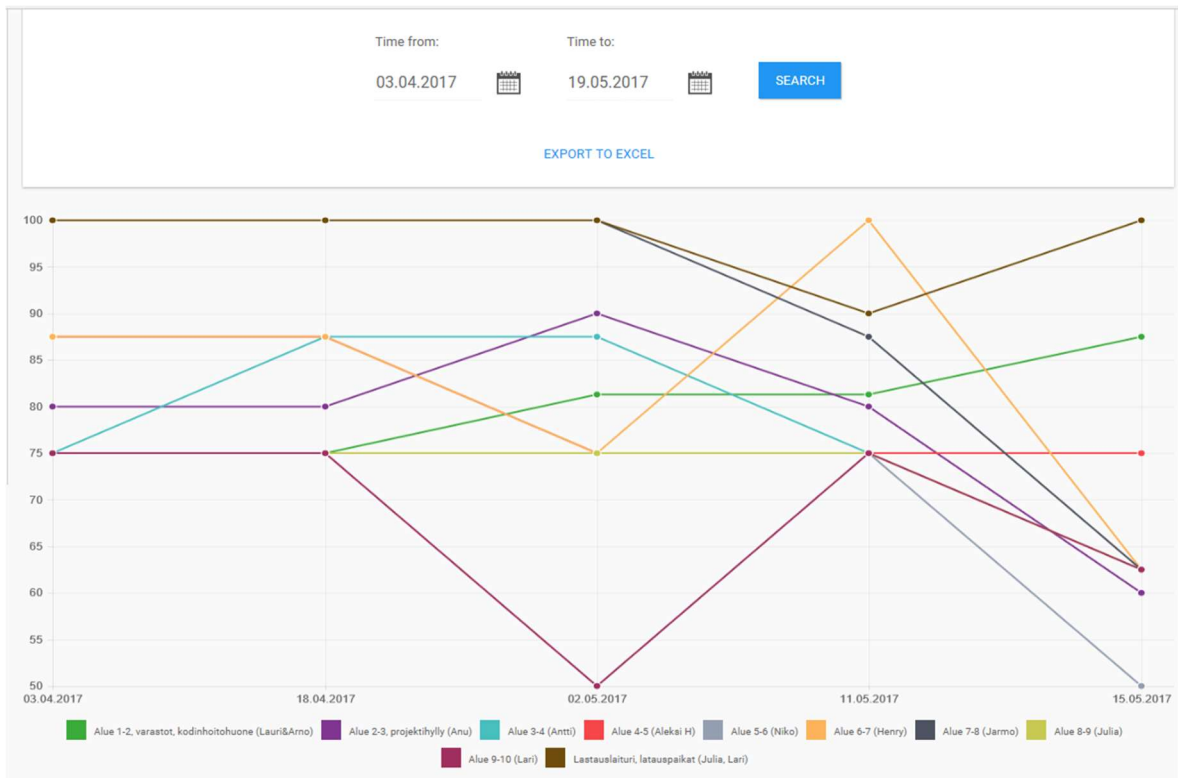
Asentajien vastuulla olevien työalueiden tilaa seurataan Elkomen echeck ohjelmistolla, johon jokaisen asentajan vastuualueesta on määritelty neljä arvioitavaa kohtaa sekä niiden kriteerit. Arvioitavat kohteet ovat työpiste, jätteiden keruustasia, työkalupakit sekä työalueen lattian siisteys. Työpisteessä- ja työkalupakeista tarkastellaan, onko yleisilme siisti ja työkalut niille kuuluvilla paikoilla. Jätteiden keruustasiasta katsotaan, onko se tyhjennetty työpäivän päätteeksi ja työalueen lattian arvioinnissa tarkastellaan, ettei sinne ole jäänyt tyhjiä lavoja, johtimen pätkiä tai muuta roskaa. Kohteet pisteytetään kolme portaisella järjestelmällä jossa kohteille ( $k_1 - k_4$ ) määritellään arvo: 0  $\cong$  ei kunnossa, 50  $\cong$  yksittäiskorjattavaa ja 100  $\cong$  erinomaisessa kunnossa. Indeksiksi lasketaan

$$\frac{k_1+k_2+k_3+k_4}{4} = 5S \text{ indeksi (\%)} \quad (1)$$

Arvioitavien kohtien mukaan lasketaan indeksi, joka arvioinnin ensimmäisen jakson aikana tulisi olla vähintään 50 %. Läpäisyyn vaadittavaa tulosta kiristetään 3 kk välein ja tavoitteena on, että vuoden lopussa työpisteet läpäisevät auditoinnin 80 % indeksillä.

Kuvassa 12. on näkymä mittaustuloksista aikavälillä 3.4.-19.5.2017. Siitä havaitaan, että kaikki alueet ovat päässeet mittausjaksolla vaadittuun 50 % indeksiin tai sen yli. Mittaustuloksissa on kuitenkin vaihtelua ja tämä johtuu osittain siitä, että tyypillisesti uudet työntekijät eivät aivan heti omaksu vaadittavaa siisteystasoa, ja myös auditoinnin tekohetki vaikuttaa tulokseen. Usein suurten projektin valmistumis- ja pakkaushetkellä tuotannossa on ahdasta, mikä aiheuttaa väistämättä poikkeamia työympäristöön. Kyseinen näkymä on viimeisimmän

mittauksen osalta asentajien näkyvillä tuotannon info-näytössä ja tällöin jokainen pääsee tarkastelemaan oman alueensa tuloksia. Lisäksi näytössä rullaavat kullakin alueella havaitut poikkeamat.



Kuva 12. Echeck auditointitulostenäkymä.

### 3. TULOSTEN ANALYSOINTI

Tätä kirjoittaessa projektia voidaan pitää toisestaiseksi onnistuneena. Toki työtä täytyy jatkaa edelleen eikä koskaan voida todeta olevansa valmis, vaan uutta kehitettävää ja parannettavaa löytyy jatkuvasti lisää. Kahdeksan kuukautta on lyhyt aika etenkin silloin, kun toiminnan lähtökohdat ovat melkoisen haastavat. Muutoksen aikana yrityksen tekemistä lähdettiin viemään ns. autotallitasosta kohti järjestelmällistä ja ammattimaista valmistusta. Suurimpana haastena olivat aikatulujen viivästyminen suunnitellusta ja suuri työkuorma, joka sitoi koko muun henkilöstön lähes täysin tuottavan työn tekemiseen. Aikatulujen venymisen syyt olivat muuttoon käytetty aika sekä suuri työkuorma. Opinnäytetyön luonne muuttui siten hieman alkuperäisestä, mutta hyvänä puolena tässä oli ongelmien esiinnousu sekä selvät parannukset tuontantoon kuten myös henkilöstöltä saatu positiivinen palaute parannuksiin liittyen.

Elkomen liiketoiminta-alueella hukan poistaminen on erityisen tärkeää, koska tuotteiden valmistusajat ovat usein pitkiä, jolloin mahdolliset hukan muodot kertautuvat työvaiheesta toiseen aiheuttaen suuria ylimääräisiä kustannuksia. Esimerkiksi turha liikkuminen ja komponenttien sekä kaapeleiden etsiminen satoja työtunteja kestävän kokonaisuuden rakentamisessa voi viedä kymmeniä ylimääräisiä tunteja. Muita sähköalalle tyypillisiä hukan muotoja, joita myös Elkomella edelleen esiintyy, ovat asennusten uudelleen teko joko tehtaalla, tai huonoimmassa tapauksessa asiakkaalla. Näitä aiheutuu muun muassa väärien komponenttien tai kaapelityyppien käyttämisestä sekä mahdollisista asennus- ja kytkentävirheistä. Edellä mainitut ongelmat ovat usein huolimattomuuden aiheuttamia, mutta myös liian kireät aikataulut lisäävät hukan muodostumisen mahdollisuutta.

Muraa eli työkuorman epätasaisuutta ei pystytty oleellisesti parantamaan käyttöönotetuilla menetelmillä. Syy tähän on täysin asiakasohjautuva tuotanto sekä laaja tuotevalikoima. Tuotantosuosunnitelma pyrittiin laatimaan siten, että tuotanto jakautuisi mahdollisimman tasaisesti, mutta usein aikataulujen venyminen sekä mahdolliset materiaali puutteet vaikeuttivat tilannetta. Tutkimuksen aikana tuli ilmi selkeästi muran, murin ja mudan sidonnaisuus toisiinsa. Työkuorman ollessa epätasaista (Mura) henkilöstö joutuu työskentelemään kiireessä ja mahdollisesti ylikuormittuu (Muri), jolloin syntyy helposti virheitä, joita joudutaan korjaamaan jälkeinpäin. (Muda).



Lean työkaluista käyttöön implementoitiin ensimmäiseksi 5S, koska sen avulla voidaan päästä nopeasti näkyviin tuloksiin ja se on suurimmaksi osaksi tuttua lähes kaikille yhtiössä työskenteleville henkilöille. Näkyviä tuloksia saatiin nopeasti aikaan, mikä olikin odotettavissa, koska menetelmän ensimmäisissä vaiheissa työskentelytilat visualisoidaan sekä luodaan pohja siisteydelle ja järjestykselle. 5S:n myötä vastuualueiden jakamisen jälkeen asentajat pitivät tarkemmin oman alueensa siistinä, mutta usein ajauduttiin siihen tilanteeseen, että jos materiaalille ei tiedetty paikkaa, se joko jäi lattialle lavalle tai laitettiin seinänviereen tai jonnekin muualle pois omista silmistä. Vastuualueiden auditointia suoritettiin Elkome Softwaren omalla Echeck -auditointiohjelmistolla, jonka avulla viikottaiset siisteystarkastukset suoritettiin.

Edellä mainitut ongelmat johtuvat mitä todennäköisimmin siitä, ettei henkilöstö ole oikeasti sisäistänyt visuaalisen työskentelytilan etuja sekä iso osa asentajista on tehtaalla ”vain töissä” eli tekevät ainoastaan sen, mitä heidän käsketään tehdä. Tietysti osa työntekijöistä haluaa kehittää toimintaa ja näkevät parannukset omaa työtään helpottavana tekijänä sekä taloudellisen turvan varmistajana. Työntekijöiden panosta tähän astisiin toimenpiteisiin voidaan pitää riittävänä. Haasteena työntekijöille, kuten johdollekin on ollut suuri työkuorma, joka on hidastanut toimenpiteiden implementointia. Niin työntekijöillä, kuten johdollakin suurimmat onnistumiset ovat tulleet työympäristön ja suoraan työhön liittyvien toimintatapojen parannuksista. Molemmissa ryhmissä kehitettävää löytyy omien asenteiden ja työpaikan kulttuurin muutoksessa. Muutokselle alttiin kulttuurin luomisessa johdolla on vielä paljon tekemistä ja sen eteen on tehtävä töitä sekä oltava kärsivällinen. Nopeaa keinoa asennemuutoksen tekemiseen ei ole olemassa, vaan johdon on toimittava määrätietoisesti esimerkkinä ja tuotava esiin etuja, joita järjestelmällisellä toiminnalla saavutetaan. Lisäksi tässä tulee ilmi organisaatiomuutos -kappaleessa käsitelty muutosvastarinta ja työpaikan kulttuurin muuttuminen. Kulttuurin uudelleenluonti kestää todella kauan eikä sen tekemiseen ole oikotietä.

Kappaleessa 2.2 on avattu laajemmin 5S toimenpiteitä. Tuotantotilojen visualisoinnilla vähennettiin useampaa hukkan muoto, joista suurimpana työkalujen ja materiaalin etsiminen. Myös turhaa liikuttamista onnistuttiin vähentämään 5S:n myötä. Materiaalin turha varastointi sekä keskeneräiset työt aiheuttavat edelleen ongelmia ja näihin tulisikin kiinnittää jatkossa huomiota.

Kaizenista tehtiin päivittäinen rutiini, koska parannuskohteita oli paljon. Parannusehdotuksia, kuten myös palautetta mahdollisista epäkohdista pystyi antamaan suoraan tai vaihtoehtoisesti niin sanotuilla punaisilla lapuilla. Suurimmat käytännön parannukset liittyivät työpaikan yleisiin käytäntöihin. Lean filosofian mukaan yrityksen toiminta pitää olla tänään parempaa kuin eilen ja huomenna parempaa kuin tänään. Yksi tärkeimmistä parannuskohteista oli sähköisen testaamisen osaamisen levittäminen sekä siihen liittyvät toiminnot. Testauksessa parannuksia tuli sähköturvallisuuteen, tuotteiden laatuun sekä testauksen dokumentointiin.

Jatkuvan parantamisen myötä yrityksen testauskäytäntöihin kiinnitettiin erityistä huomiota. Sähköinen testaus on olennainen osa tuotteiden valmistusprosessia, joten testaus osaamista laajennettiin siten, että koestus osaamista jaettiin kokeneimmille asentajille, jolloin tavoitteena pidemmän ajan kuluessa on päästä siihen, että Elkomella on useampia testauksen hallitsevia henkilöitä. Ensisijaisesti tehdaskoestuksen tarkoituksena on varmistaa, että valmistettu tuote täyttää asiakkaan määrittelemät toiminnalliset vaatimukset, eikä aiheuta vaaraa ympäristölle tai tuotteen käyttäjille. Jälkeenpäin tehtävät muutokset ja mahdolliset korjaukset ovat hukkaa monessa mielessä, koska niistä aiheutuu aina lisää työtä sekä mahdollisia myöhästymisiä ja sitä kautta yrityskuvan heikkenemistä. Testausenaikaista sähköturvallisuutta parannettiin siten, että otettiin käytännöksi erottaa testattava laite ympäristöstä varoitushallilla sekä merkittiin laite tai laitteistot varoituskyltein. Testauksissa käytettävien mittalaitteiden kuntoon kiinnitettiin huomiota sekä luotiin mittalaiterekisteri, jossa näkyvät kaikki yhtiön käytössä olevat mittalaitteet sekä niiden kalibroitipäivä sekä seuraava kalibroitajankohda. Testauksen suorittamisesta tehtiin myös insinöörityö, jolloin sähköisen testaamisen kulku alusta loppuun tuli hyvin dokumentoitua.

Heijunkaa eli tuotannon tasapainottamista ei saatu tämän työn puitteissa toimimaan. Tavoitteena oli jakaa tuotanto siten, että työkuorma jakautuu mahdollisimman tasaisesti eikä hyljaisia hetkiä tai kuormituspiikkejä juuri esiintyisi. Käytännön esteenä tähän on täysin asiakasohjattu tuotanto ja laaja tuotevalikoima. Tämä on tyyppillistä Elkomen toimialalla, jossa tuotteet voivat olla yksinkertaisia johtosarjoja, joiden valmistusajat ovat tunteja tai vaihtoehtoisesti suurien testerikonaisuuksien valmistusajat ovat satoja tai jopa tuhansia tunteja. Edellä mainittu tuotannon monimuotoisuus vaikeutti myös JIT:n käyttöönottoa. JIT:ssä joh-toajatuksena tuotannon kannalta on hankkia tarvittavat komponentit sekä muu materiaali tuotantoon silloin kun sitä tarvitaan. Tietyillä komponenteilla on erittäin pitkät toimitusajat, jolloin materiaalia ei välttämättä saada silloin kuin sitä tarvittaisiin. Saatavuuteen vaikuttaa myös yleinen taloustilanne. Taloudellisen tilanteen parantuessa komponenttien kysyntä kasvaa ja tilauksesta tehtävien tuotteiden saatavuus heikkenee. Materiaalien ajoittaminen juuri oikeaan valmistuksen vaiheeseen edes viikon tarkkuudella ei Elkomen tapauksessa useinkaan onnistu. Suurimpana syynä tähän on edellä mainittu komponenttien saatavuus sekä pitkät toimitusajat kuten myös asentajien väliset nopeuserot valmistuksessa. Materiaalin hankintoja yritettiin kohdentaa tarkemmin tuotantoaikataulun mukaisesti, mutta käytännössä aina tiettyjen toimittajien materiaalit saapuivat tehtaalle liian aikaisin tai liian myöhään.

Elkomen valmistamien tuotteiden osa kokonaisuuksien läpimenoajoissa tapahtui parannusta, mutta projektien kokonaisläpimenoajat ovat edelleen liian pitkiä. Myöskään asiakkaille luvattuja toimitusaikoja ei pystytty usein pitämään. Seuraava tärkeä kehityskohde onkin varmistaa toimitusaikojen pitäminen. Suurten järjestelmien toimituksissa käyttöönotot asiakkailla on pitkiä prosesseja, joten myöhästymiset aiheuttavat taloudellisia ongelmia sekä yrityskuvan heikkenemistä toimittajana.

Kuvissa 13. ja 14. on esitetty kaaviot vuosien 2015 ja 2016 aikana valmistettujen ja toimitettujen projektien toimitusvarmuudesta prosentteina. Toimitusvarmuusprosentti lasketaan seuraavasti

$$\text{Toimitusvarmuus} = \frac{T}{A} \times 100 \text{ [\%]} \quad (2)$$

*T* tarkoittaa seurantajakson aikana ajoissa toimitettujen tilausten määrää

*A* tarkoittaa seurantajakson kaikkien tilausten määrää

Toimitusvarmuus on laskettu riippuen siitä, onko projekti lähtenyt tehtaalta viimeistään myyntitilauksessa olevana toimituspäivänä vai ei. Tämä aiheuttaa sen, että tilastoissa saattaa olla mukana projekteja joiden toimituspäivää on siirretty esimerkiksi asiakkaasta johtuvista syistä, joita ovat mm. valmistuskuvien hyväksynnän pitkittyminen, mahdolliset muutokset sekä puuttuvat asiakkaan toimittamat osat. Siltä osin toimitusvarmuustilastoissa voi olla virheitä.

Kuvassa 13. havaitaan, että vuonna 2015 toimitusvarmuus oli ainoastaan 37,25 %. Myöhässä olevista projekteista noin puolet on ollut myöhässä yli 30 päivää. Näin pitkät myöhästymiset ovat usein haitallisia myös projektin muille toimijoille, koska ne vaikuttavat vääjämättä aikatauluihin sekä projektisuunnitelmiin.

## Toimitusvarmuus

Ajalta: 01.01.2015 - 31.12.2015



Kuva 13. Toimitusvarmuus vuonna 2015

Kuvassa 14. on esitetty toimitusvarmuus vuoden 2016 projektien osalta. Kaaviosta nähdään, että toimitusvarmuuteen on tullut selvää parannusta vuoden 2015 toimitusvarmuustasoon verrattuna. 69,30 % on selkeä parannus, mutta 100 %:n tavoitetasoon verrattuna toimitusvarmuus on edelleen heikko. Huomionarvoista tässä on se, että yli 30 päivää myöhässä olevien projektien osuus on pienentynyt selvästi vuoden 2015 tilanteeseen verrattuna. Kuten aikaisemmin on todettu, niin pitkät myöhästymiset ovat toimitusketjun kannalta kaikkein haitallisimpia, koska ne vaikeuttavat muiden toimittajien työn aikatauluttamista sekä projektointia. Lisäksi suurissa projekteissa sovittuun toimitusajankohtaan varataan tyypillisesti paljon resursseja, jotka ovat hukkaan heitettyä rahaa, jos työtä ei päästäkkään aloittamaan silloin kun on tarkoitus.

## Toimitusvarmuus

Ajalta: 01.01.2016 - 31.12.2016

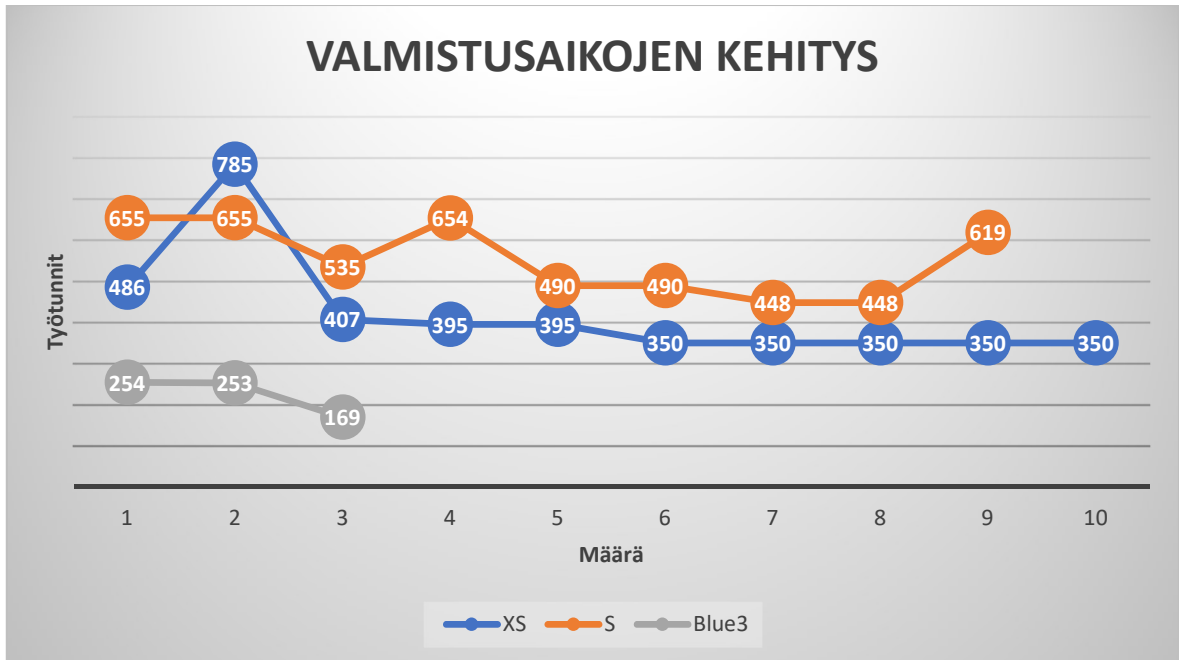


Kuva 14. Toimitusvarmuus vuonna 2016

Elkome valmistaa yksittäisiä tuotteita sekä kokonaisia testausjärjestelmiä, jolloin tuotantoajat vaihtelevat tunneista aina tuhansiin tunteihin. Tämä aiheuttaa haasteita valmistusaikojen tilastointiin sekä niiden vertailuun. Lisäksi monet tuotteet ovat yksittäisiä projekteja, jolloin valmistusaikaa ei voida verrata mihinkään aikaisempaan vastavaan. Toimitusaikojen kehityksen seuraamiseksi valittiin kolme eri tuotetta, jotka ovat vakioituja testausjärjestelmiä. Tämän vuoksi aikojen kehittyminen on vertailukelpoista ja sen perusteella voidaan päätellä, onko parannusta tapahtunut vai ei.

Kuvasta 15. voidaan havaita, että selvää kehittymistä valmistusajoissa on tapahtunut. Yrityksen suurimmat volyymituotteet ovat XS- ja S testausjärjestelmät, joita tehtiin mittausjakson aikana yhteensä 19 kpl. Blue3:sta valmistettiin ainoastaan kolme kappaletta, mutta sen kokoonpanoon käytetyt työtunnit laskivat suhteellisesti eniten. Tuotantoon käytetty aika viimeisimmän osalta 169 tuntia. XS:n ja S:n valmistamiseen käytetty työaika on laskenut tasaisesti ja taulukosta voidaan havaita, että valmistusajat ovat vakiintuneet S:n osalta 450 tuntiin ja XS:n osalta 350 tuntiin. Tuotteiden valmistusaikojen tasoittuminen helpottaa projektien hinnoittelua, kuten myös tuotannon suunnittelua, jolloin päästään näiden osalta tarkempiin tuloksiin. Toki täytyy huomata, että eniten vaihtelua tuotantoaikoihin aiheuttavat asentajat. Kokemattomilta asentajilta kuluu kokoonpanoon huomattavasti enemmän aikaa kuin kokeneilta ja tämä täytyy muistaa tarjouslaskenta- ja tuotannosuunnitteluvaiheessa. Seurantajakson aikana yritykseen rekrytoitiin uusia asentajia, joten heidän vaikutuksensa näkyy kuvaajissa.

Tuotantoaikojen kehityksestä voidaan päätellä, että käyttöönotetut Lean-menetelmät ovat vaikuttaneet valmistusaikojen pienetymiseen, koska itse tuotteisiin ei ole tullut merkittäviä muutoksia. Suurimmat muutokset ovatkin tapahtuneet työympäristössä sekä siinä kuinka töitä Elkomen tuotannossa tehdään.



Kuva 15. Valmistusaikojen kehitys kolmen tuotteen osalta vuosina 2015-2016.

Opinnäytetyön tekemisen aikana nousi myös esiin yrityksessä käytäntönä ollut huono asioiden dokumentointi. Voidaan sanoa, että suurin osa töistä tehtiin ulkomuistista, jolloin tultiin monesti siihen tilanteeseen, että puuttuvat osat tms. havaittiin vasta siinä vaiheessa, kun kyseistä osaa tarvittiin kokoonpanossa. Suuria puutteita oli myös piirikaavioissa sekä materiaalin tilauslistoissa. Tätä kirjoittaessa vastaavia ongelmia tulee edelleen jatkuvasti vastaan ja ongelmia poistetaan päivittämällä dokumentaatiota jatkuvasti, kun puutteita nousee esiin. Juurisyy tälle voidaan jäljittää suunnitteluun ja projektin hoitoon. Asentajat ja projektinhoidajat eivät olleet välittäneet tietoa muutoksista suunnitteluun, jolloin nämä ovat tietysti jääneet korjaamatta dokumentteihin. Suunnittelukaan ei ole ottanut kaikkia tehtäviä hoidettavaksi, jolloin jo ilmoitetut korjaukset ovat jääneet tekemättä.

Loppuvuoteen 2016 asti Elkomen sähkösuunnittelu toimi Kauhajoella eli toisella puolella Suomea, jolloin päivittäinen kommunikaatio tehtaan ja suunnittelun välillä on helposti jäänyt kehnoksi. Sähkösuunnittelu siirtyi marraskussa 2016 Hyvinkäälle samoihin tiloihin missä tuotanto toimii, jolloin päivittäisestä kommunikaatiosta tuli huomattavasti helpompaa ja ongelmiin päästiin käsiksi välittömästi.

Elkome Installaatioiden hankkeet ovat usein kuukausien mittaisia, joten opinnäytetyön puitteissa ehdittiin valmistaa ainoastaan kolme suurempaa hanketta sekä muutamia pienempiä töitä. Uudistuksien todelliset vaikutukset näkyvät vasta siinä vaiheessa, kun koko henkilöstö on koulutettu tekemään töitä asiakasvaatimusten mukaan sekä dokumentointi ja materiaalinhallinta on saatu sille tasolle, että ne eivät aiheuta päivittäisiä ongelmia.

#### 4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia ja kehittää sähkömekaanista valmistusta tekevän yrityksen tuotantoprosessia Lean filosofian avulla ja kehittää olemassa olevia toimintatapoja sekä pyrkiä löytämään keinoja vähentää hukkaa päivittäisessä tekemisessä. Lean työkaluiksi valittiin 5S ja tämän myötä tehtaan visuaalisuuden rakentaminen. Jatkuvaa parantamista tehtiin päivittäin pieniä asioita kehittämällä, puuttamalla epäkohtiin sekä ottamalla henkilöstön parannusehdotukset huomioon. Työntasaaminen on haastavaa johtuen todella vaihtelevasta tuotevalikoimasta sekä melko uniikeista projekteista.

Tutkimuskysymykset joihin tutkimuksessa etsittiin vastausta, esiteltiin kappaleessa 1.2.

Pääkysymys oli:

- *kuinka sähköistä ja mekaanista kokoonpanoa valmistava pk-yritys voi kehittää tuotantoprosessiaan sekä parantaa tuottavuutta Lean filosofian ja työkalujen avulla?*

Tuotanto prosessin kehittäminen Lean filosofian ja siihen liittyvien työkalujen avulla on parhaimmillaan erittäin tehokasta, mutta vaatii samalla paljon henkilöstöltä. Tutkimuksen aikana onnistuttiin luomaan siisti ja visuaalinen tuotantoympäristö implementoimalla Lean työkaluista 5S ja kehittämällä jatkuvan parantamisen käytäntöjä sekä laajentamalla henkilöstön osaamista. Tutkimuksessa myös selvisi, etteivät kaikki Lean työkalut sovellu pieniä sarjoja ja uniikkeja tuotteita valmistavan yrityksen käyttöön.

Pääkysymys jaettiin seuraaviin alakysymyksiin:

- *Kuinka työntekijöiden osaamista kehitetään sekä kuinka heidät sitoutetaan jatkuvaan laadun parantamiseen?*

Henkilöstöä pidetään yritysten tärkeimpänä voimavarana. Osaava sekä motivoitunut henkilökunta onkin monesti yrityksen suurin kilpailuvaltti. Henkilöstön osaamista kehitettiin kannustamalla työntekijöitä ottamaan laajempaa vastuuta omasta työstään ja tekemällä itsenäisemmin päätöksiä. Työntekijät sitoutettiin jatkuvaan parantamiseen antamalla heille mahdollisuus osallistua oman työskentely ympäristön sekä toimintatapojen kehittämiseen.



- *Miten valmistusprosessista tunnistetaan ja poistetaan arvoa tuottamatonta työtä?*

Hukan tunnistamista varten toimintoja standardoitiin, jotta mahdollisen tuottamattoman työn jäljille päästiin. Tutkimuksen aikana nousi esiin useita hukan muotoja eri vaiheissa tuotantoprosessia. Hukkaa pyrittiin poistamaan sekä tuotantoa tehostamaan parantamalla tuotantoympäristön visuaalisuutta 5S menetelmän avulla sekä vahvistamalla jatkuvan parantamisen kulttuuria.

- *Mikä on johtamisen rooli Lean kulttuurin luomisessa ja siitä aiheutuvassa organisaatiomuutoksessa?*

Lean kulttuurin luomisessa johtaminen on kaikki kaikessa. Tutkimuksen aikana johto työskenteli tiiviisti tuotantohenkilökunnan kanssa ja pyrki toimimaan päivittäin esimerkkinä. Johdon on myös annettava tarvittavat taloudelliset ja ajalliset resurssit henkilöstölle sekä kannustettava oman osaamisen sekä työympäristön jatkuvaan kehittämiseen.

Elkomen tapauksessa kyseessä oli ja on edelleen työpaikalla tapahtuvasta suuresta kulttuurimuutoksesta. Leanin itsessään voidaan ajatella olevan "tapa toimia" ja Lean -ajatusmaailman ja -työkalujen käyttöönotto aiheuttaa vääjäämättä suuren muutoksen työntekijöiden toimintaympäristössä. Myös Elkomen tapauksessa, vaikkakin kyseessä oli melko suuri muutos verrattuna vanhaan, voidaan havaita selkeää kehittymistä, vaikka Lean-matka onkin vasta alussa. 5S ja visualisointi parantavat huomattavasti tehtaan yleisilmettä ja tekevät siitä mielyttävämmän ja turvallisemman paikan työskennellä. Tuotannon tasaaminen on vielä haastavaa vaihtelevien projektien takia, mutta tässäkin on havaittavissa kehitystä ja eteenpäin menoa. On tietysti selvää, ettei Lean toimintamallia voida ottaa käyttöön ainoastaan tuotantoon. Ketjun voidaan ajatella olevan niin vahva kuin sen heikoimman lenkin ja tämä pätee myös tässä tilanteessa. Jos parannuksia ja kehittämistä tapahtuu tilaustoimitusketjun yhdessä osassa, ei voida vielä puhua Leanistä. Tämän vuoksi Lean ajattelua tuleekin viedä tuotannon lisäksi niin myyntiin, suunnitteluun, kuin johdon käytäntöihin asti. Ilman koko yrityksen yhteistä päämäärää ei ole olemassa myöskään Leania. Ideaalitapauksessa ajatusmallia voidaan levittää myös yhteistyökumppaneiden ja alihankkijoiden suuntaan, jolloin verkosto saadaan toimimaan tehokkaasti kaikkia osapuolia hyödyttävällä tavalla.

## LÄHDEAINEISTO

- Bicheno, J. Holweg M. 2016. *The Lean toolbox*. Buckingham. PICSIE Books.
- Eskelinen, H. Karsikas, S. 2014. *Tutkimusmetodiikan perusteet*. Vantaa. Hansaprint Oy.
- Feld, William M. 2001. *Lean Manufacturing – Tools, Techniques, and how to use them*. Boca Raton. CRC PRESS.
- Haverila, Matti J. Uusi-Rauva, E. Kouri, I. Miettinen, A. 2009. *Teollisuustalous*. Tampere. Infacs Oy.
- Juuti, P. Virtanen, P. 2009. *Organisaatiomuutos*. Helsinki. Otavan kirjapaino Oy.
- Juuti, P. 2013. *Jaetun johtajuuden taito*. Juva. Bookwell Oy.
- Liker, Jeffrey K. 2004. *The Toyota way*. New York. McGraw-Hill.
- Mellahi, K. Frynas, George J. Finlay, Paul. 2005. *Global strategic management*. Oxford. Oxford university press.
- Modig, N. Åhlström, P. 2013. *Tätä on Lean – ratkaisu tehokkuusparadoksiin*. Tukholma. Rheologica Publishing.
- Putkiranta, A. Sopanen, P. 2017. Lean ajattelu ei ulotu terveydenhuoltoon. *Talouselämä*, Vol. 81, pp. 59-60
- Reijula, J. 2017. Onnistunut lean-hanke vaatii vahvaa johtamista. *Talouselämä*, Vol. 81, pp. 63
- Suomen Standardoimisliitto SFS Ry. 2016. Kalvosarja oppilaitoksille. *Johdanto laadunhallinnan ISO 9000 -standardeihin*.
- The productivity press development team. 1996. *5S for operators – 5 pillars of the visual workplace*. New York. Productivity Press.
- Tuominen, K. 2010a. *Lean – kohti täydellisyyttä*. WS Bookwell Oy.

Tuominen, K. Lahti, S. 2010b. *Lean – tehoa ja laatua tuotteiden ja tuotatojärjestelmän kehittämiseen*. Jyväskylä. WS Bookwell Oy.

Tuominen, K. 2010c. *Lean – tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen – 5S*. Jyväskylä. WS Bookwell Oy.

Tuominen, K. 2010d. *Lean – tehoa ja laatua prosessien ja virtauksen kehittämiseen*. Jyväskylä. WS Bookwell Oy.

Työturvallisuuskeskus TTK. 2013. *Menestyvä työpaikka – tuottavuus ja hyvinvointi*. Erweko Oy.

Womack, James P. Jones, Daniel T. 2003. *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*. New York. Free Press.

Womack, James P. Jones, Daniel T. Roos, D. 2007. *The Machine that changed the world*. New York. Free Press.