

Sanna Kauppila

## **Valuprosessin tehokkuuden nostaminen**

Suoravalukone ja MiniFactory-rata

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Teknologiaosaamisen johtaminen, YAMK

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan Yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Teknologiaosaamisen johtaminen, ylempi AMK

Tekijä: Sanna Kauppila

Työn nimi: Valuprosessin tehokkuuden nostaminen

Ohjaajat: Kimmo Kitinoja, Juha Pentinmäki (Ejendals Suomi Oy)

Vuosi: 2018 Sivumäärä: 52 Liitteiden lukumäärä: 4

---

Tutkimustyön tarkoitus oli nostaa jalkineiden valuprosessin tehokkuutta Lean-toimintamallia apuna käyttäen Ejendals Suomi Oy:ssä. Tämä tavoite edellytti prosessissa esiintyvien hukkien tunnistamista ja poistamista, keinoa tunnistaa ja poistaa prosessin häiriöitä sekä valuprosessin muotinvaihtotyön kuvaamista. Työssä selvitettiin ja kartoitettiin valuprosessin toimintaa ennen kehitysehdotuksia sekä niiden jälkeen.

Työ laadittiin kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen keinoin, hyödyntämällä toimintatutkimusta. Tutkimustyö toteutettiin käytännönläheisesti yrityksen näkökulmasta. Laadullisen tutkimuksen myötä havaittiin käytännön vaikutukset sekä työntekijöiden näkemykset valuprosessin tehokkuuden nostamisessa. Kvalitatiivisen tutkimuksen avulla kerättiin valmiit aineistot ja dokumentit. Toimintatutkimus johti toimintatapojen muuttamiseen, missä suunnittelu, toiminta, havainnointi sekä diagnosointi seurasivat toinen toistaan.

Työn tuloksena annetuissa tavoitteissa onnistuttiin. Työssä luotiin muutosehdotus MiniFactory-radalle, mikä mahdollisti tuotteiden valmistusnopeuden noston teoreettisesti 15 prosentilla. Muutosehdotuksella prosessin tehokkuutta onnistuttiin nostamaan 15,65 prosenttia. Työssä tunnistettiin tuotantolinjastossa esiintyviä hukkia ja löydettiin ratkaisuja näiden poistamiselle. Merkittävin saavutus oli häiriöiden seuranta-aulukon luonti ja esiintyvien häiriöiden tarkastelu yhdessä jatkuvan parantamisen kanssa.

Avainsanat: kehittäminen, tehokkuus, lean, jatkuva parantaminen, hukka, häiriöt

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Technology Competence Management

Author: Sanna Kauppila

Title of thesis: Increasing the Efficiency of the Injection Process

Supervisors: Kimmo Kitinoja, Juha Pentinmäki (Ejendals Suomi Oy)

Year: 2018      Number of pages: 51      Number of appendices: 4

---

The aim of the thesis was to increase the efficiency of the injection process by using the Lean method. Ejendals Suomi Oy ordered this thesis. The objectives were to identify and eliminate waste, create a simple and effective way to find the disturbances in the process and eliminate them, and to make a process chart of mold changing in the injection area.

Both quality-based research and operational research were applied in the thesis. In practice the research was carried out from the point of view of the company. The qualitative research showed how the used practices and employees' observations can improve the efficiency of the injection process. Qualitative methods were used to collect all the documents. Operational research could be seen in the thesis as a change in habits, where designing, action, observation, and diagnosis followed one another.

The goals of the thesis were achieved. We were able to create a proposal of change to the MiniFactory-line. The change would increase the manufacturing speed by 15% and improve the efficiency of the process by 15,65%. The most significant achievement was the creation of a disturbance monitoring table which can be used to observe the disturbances a part of continuous improvement.

Keywords: development, efficiency, lean, continuous improvement, waste, interference

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuva- ja kuvioluettelo .....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Tausta.....	8
1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset .....	9
1.3 Tutkimustyö.....	9
2 EJENDALS SUOMI OY.....	12
2.1 Suoravalukone ja MiniFactory-rata .....	13
2.1.2 Suoravalukoneen muotinvaihto.....	14
2.1.3 Häiriöt .....	14
3 LEAN .....	15
3.1 Lean-toimintamalli.....	15
3.2 Lean-johtaminen ja -tekniikka .....	16
3.3 Jatkuva parantaminen.....	19
3.3.1 PDCA-ympyrä.....	20
3.3.2 5 x miksi?.....	22
3.3.3 A3-ongelmanratkaisu .....	22
3.4 Virtaus tuotannossa .....	24
3.5 Hukan estäminen, tunnistaminen ja poistaminen.....	25
3.6 Muda–lisääarvoa tuottamaton työ .....	27
3.6.1 Ylituotanto.....	28
3.6.2 Turhat varastot.....	29
3.6.3 Tarpeeton kuljettaminen .....	29
3.6.4 Tarpeeton liike työskentelyssä.....	30
3.6.5 Odottelu ja viivästykset .....	31
3.6.6 Häiriöt ja viat .....	31
3.6.7 Ylikäsittely.....	32

3.6.8	Luovuuden käyttämättä jättäminen .....	32
3.7	Muri-ihmisten ja laitteiden ylityö .....	32
3.8	Mura-epätasapainoisuus.....	33
4	HÄIRIÖT .....	34
4.1	Häiriöiden poistaminen .....	35
4.1.1	Andon .....	35
4.2	Ehkäisevä, korjaava ja parantava kunnossapito .....	36
4.2.1	Tehokkuus .....	37
5	KEHITTÄMISEHDOTUKSET .....	39
5.1	Työvaiheiden hukat.....	39
5.1.1	Pursaus ja tarkistus MiniFactory-radalla .....	40
5.1.2	Kulutusohjan asennus suoravalukoneella.....	42
5.1.3	Lämmitysuuni suoravalukoneella.....	43
5.2	Häiriöiden seurantataulukko.....	44
5.2.1	Häiriö 1 .....	45
5.3	Andon-valot.....	46
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	47
	LÄHTEET .....	49
	LIITTEET .....	51

## Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1 Ejendals Suomi Oy (Ejendals [Viitattu 28.9.2017]). .....	12
Kuvio 1 Tutkimuksen rakenne.....	10
Kuvio 2 Lean-toimintamallin piirteet asiakasnäkökulmasta.....	16
Kuvio 3 Lean-johtaminen, eri tasot.....	17
Kuvio 4 Lean Tools .....	19
Kuvio 5 PDCA -ympyrä.....	21
Kuvio 6 A3-ongelmanratkaisutyökalu yhdessä PDCA-ympyrän kanssa .....	23
Kuvio 7 Kahdeksan tunnistettua Mudaa.....	27
Kuvio 8 Valuprosessi ennen muutosta.....	40
Kuvio 9 Valuprosessi muutoksen jälkeen.....	42
Kuvio 10 Häiriöt vuonna 2017 .....	45

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>5 x miksi</b>	Menetelmä, minkä avulla selvitetään juurisyytä.
<b>6S</b>	Leanin työkalu työpisteiden ja tuotantotilojen järjestämiseen ja standardointiin. Pitää sisällään sortteerauksen, systematisoinnin, siivouksen, standardisoinnin, seurannan ja uutena turvallisuuden (safety). (Kouri. 2014, 3.)
<b>A3-ongelmanratkaisu</b>	Tavoitteena on tiivistää ongelma paperille siten, että kaikki näkisivät havaitun ongelman sekä toimenpiteet ongelman poistamiseksi.
<b>Andon</b>	Signaali, ääni tai valomerkki, kun prosessissa tapahtuu häiriö.
<b>Jatkuva parantaminen</b>	Tavoitteena on tehdä asiat paremmin, nopeammin, tuottavammin tai halvemmalla.
<b>Just in Time</b>	Tuotteiden valmistaminen juuri oikeaan aikaan.
<b>Kvalitatiivinen</b>	Laadullinen tutkimus. Pyritään ymmärtämään kohteen laatua, ominaisuuksia ja merkityksiä.
<b>Lean-johtaminen</b>	Toimintamalli, mikä keskittyy hukkien poistamiseen ja parantamaan asiakastyytyväisyyttä, laatua sekä pienentämään kustannuksia ja lyhentämään läpimenoaikoja. (Kouri. 2014, 2).
<b>Lesti</b>	Jalkineen valmistuksessa käytettävä puinen tai muovinen tuki, mikä asetetaan jalkineen sisälle.
<b>Läpäisy aika</b>	Tuotteen valmistusaika prosessin alusta loppuun.
<b>Hukka</b>	Toiminta, mikä ei nosta tuotteen arvoa. Hukka ilmenee kolmella eri tavalla: Muda, Muri ja Mura.

<b>Muda</b>	Työ mikä ei tuo lisäarvoa. Tunnistettu kahdeksan hukkamuotoa.
<b>Mura</b>	Epätasaisuudesta johtuva hukka.
<b>Muri</b>	Ylikuormituksesta johtuva hukka.
<b>OEE</b>	Tehokkuuden mittaustapa ja tunnusluku. Huomioidaan käytettävyys, nopeus ja laatu.
<b>PDCA-ympyrä</b>	Toimintamalli ongelmaratkaisuun.
<b>Pullonkaula</b>	Prosessin hitain työvaihe, mikä hidastaa koko prosessia.
<b>Pursaus</b>	Jalkinepohjan valun jälkeen ylimääräinen sulanut kumi poistetaan.
<b>Tahtiaika</b>	Määrää tuotannon tahdin.
<b>Tehokkuus</b>	Resurssien kohdistamista oikeaan tekemiseen sekä korkea käyttöaste.
<b>Toimintatutkimus</b>	Kvalitatiivisen tutkimuksen suuntaus, missä kehitetään kohdetta ja sen toimintatapaa.
<b>Value Stream Map</b>	Prosessin arvovirtakuvaus (VMS).



# 1 JOHDANTO

Yleisesti tuotantoprosessia pidetään yhtenä keskeisimmistä toiminnoista yrityksen sisällä. Suuret päätökset ja ongelmat liittyvät usein tuotantoprosessien hallintaan ja tämän kehittämiseen. Työvaiheet sekä valmistusmenetelmät suunnitellaan tarkasti, jolloin tuottavuus olisi mahdollisimman korkea. Tuottavuus on tehokkuuden mitta. Tehokkuutta mitataan toimitusvarmuuden parantamisella, tuotannon joustavuudella, tiedonkululla sekä varastotasojen pienentämisellä. (Haverila ym. 2009, 350- 351.) Markkinoiden laajentuessa, kasvaa kilpailu eri toimijoiden välillä. Jotta voidaan vastata asiakkaiden vaatimukseen nopeasti, yritykset panostavat oman tuotantonsa tehokkuuteen etsimällä uusia toimivia menetelmiä. Yksi suosituin ja menestyksellisin menetelmä on tällä hetkellä Lean, mikä on alun perin lähtöisin Toyotan autonvalmistuksesta. Lean-johtamisjärjestelmällä onnistutaan saavuttamaan nopeasti radikaaleja parannuksia koko yrityksessä, aina johtamisesta koko toimitusketjuun. (Lewis 2000, 959.)

## 1.1 Tausta

Lean johtamisjärjestelmä on viime vuosina rantautunut Ruotsista Ejendals AB:ltä Suomeen Ejendals Suomi Oy:hyn. Ruotsissa Lean-johtaminen ja -tekniikat ovat olleet mukana päivittäisessä toiminnassa jo useamman vuoden ajan. Tämän esimerkin mukaan, Suomessa on lähdetty tarkastelemaan tuotannon ja varaston toimintaa kokonaisvaltaisesti. Lean 6S-auditointi on suoritettu joulukuussa 2016, minkä jälkeen työympäristöä on muutettu laajasti 6S-työkalun ja layoutmuutoksien avulla. Itse prosessit ovat kuitenkin jääneet Lean-menetelmien ja -työkalujen ulkopuolelle ja tämän vuoksi tässä työssä on kehitetty tuotannossa olevaa tuotantolinjastoa, mikä käsittää suoravalukoneen sekä MiniFactory-radan. Ejendals Suomi Oy:ssa pidetään tärkeänä työntekijöiden työskentelyolosuhteiden parantamista ja nostattaa työntekijöiden innostusta olla mukana kehittämässä yrityksen toimintaa tehokkaammaksi.

## 1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Työn aihe on laadittu Ejendals Suomi Oy:n tuotannon tarpeisiin perustuen. Työn tarkoitus on kehittää yrityksen tuotantoa ja sen kokonaisvaltaista toimintaa siten, että se pystyisi vastaamaan entistä paremmin asiakkaiden tarpeisiin nostamalla omaa tehokkuuttaan. Koska Ejendals Suomi Oy:n tuotanto on toimintana erittäin laaja, päätettiin keskittyä tässä työssä keskittyä vain jalkineiden valuprosessiin. Valuprosessin tuotantolinjasto pitää sisällään MiniFactoryn-radon ja suoravalukoneen konetyön sekä henkilötyön. Selkeän rajaamisen avulla työn laaja kokonaisuus pysyy paremmin hallinnassa, kun keskitytään vain ennalta vaadittuihin asioihin.

Tavoitteena on havainnollistaa muutostyö lähtötilanteesta loppuvaiheeseen asti. Aihe pitää sisällään kolme tavoitetta. Ensimmäisenä tavoitteena on nostaa tuotantolinjaston tehokkuutta havaitsemalla eri työpisteillä esiintyviä hukkia ja löytää ratkaisuja näiden hukkien poistamiseen. Toinen tavoite on laatia tuotantolinjastossa esiintyvien häiriöiden seurantataulukko sekä etsiä ratkaisuja yleisimpien häiriösyiden vähentämiseksi. Kolmantena tavoitteena on kuvata suoravalukoneessa tapahtuvan muotinvaihdon sekä kärkikupinvaihdon prosessikuvaus. Itse tuotantolinjastosta on jo entuudestaan olemassa prosessikuvaus.

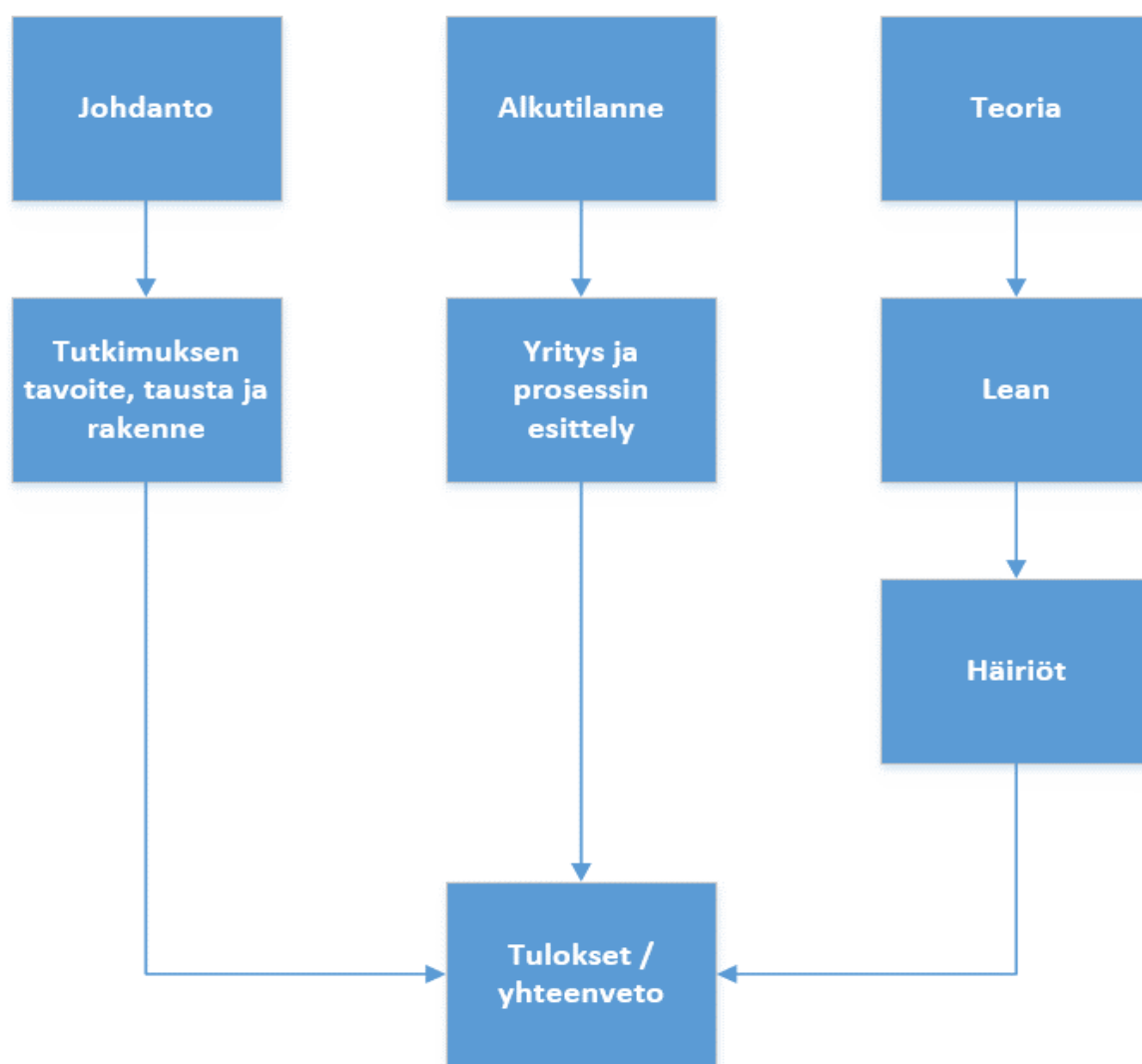
## 1.3 Tutkimustyö

Tämän tutkimustyön sisältö koostuu prosessista ja sen ympäristöstä, työntekijöiden ja laitteiden toimintatavasta sekä koulutuksesta. Työn teoriatausta keskittyy tehokkuuteen, prosesseihin ja Lean-toimintamalliin. Työn tuloksissa nähdään laatutyön merkitys prosessikuvauksien avulla. Laatu antaa työlle lopullisen arvosanan eli kuinka hyvin työssä saadut tulokset onnistutaan opettamaan prosessissa työskenteleville työntekijöille sekä heidän esimiehilleen. Tämän ryhmän oppiminen ja kouluttaminen ovat tärkeitä laadun osatekijöitä.

Jyväskylän yliopisto on julkaissut Koppa-sivuillaan menetelmäpolun, minkä avulla on mahdollista löytää omalle työlleen sopiva suunta. Menetelmäpolun mukaan tämä tutkimustyö on empiirinen eli tulokset saadaan tekemällä havaintoja kohteesta sekä

mittaamalla niitä. Prosessissa kehitystä voidaan selittää kvalitatiivisin (laadullisin) keinoin sekä toimintatutkimuksen avulla. Toimintatutkimus on vaikuttamisohjelma, missä havainnoidaan muutoksien vaikutusta tutkimuskohteessa. (Jyväskylän yliopisto 2015.) Tämä työ on kvalitatiivinen tutkimus ja toimintatutkimus, missä yhdistetään suunnittelu, toiminta, havainnointi sekä diagnosointi.

Kvalitatiivinen tutkimus näkyy työssä tiedon hankintana, mikä kootaan todellisesta tilanteesta eli mittaustuloksien ja tilastojen avulla. Merkittävässä osassa ovat työntekijöiden kanssa käydyt keskustelut ja niistä saadut havainnot. Tämän työn tekijällä on myös pitkä kokemus yrityksessä.



Kuvio 1 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuksen kirjallinen rakenne ja sisältökatsaus näkyy kuviossa 1. Tutkimuksen rakenne koostuu kolmesta eri osiosta. Ensimmäisessä osiossa käsitellään työn

taustaa ja tavoitetta eli mitä ollaan kehittämässä ja kuka kehityksestä hyötyy. Toinen osio koostuu alkutilanteen kartoittamisesta, tuotantoprosessin lähtötilanteesta ja prosessin sisällöstä. Kolmannessa osiossa keskitytään teoriaosuuteen eli tutkimuksen kannalta tärkeimpiin osa-alueisiin eli hukkien tunnistamiseen ja poistamiseen, jatkuvaan parantamiseen sekä häiriötilanteiden vähentämiseen. Nämä edellä mainitut kolme osa-aluetta tuottavat tulokset. Tulokset esitellään luvussa viisi.

## 2 EJENDALS SUOMI OY

Yrityksen taival alkoi vuonna 1916 pienestä nahkuriliikkeestä Kurikan Jokipiin kylästä. 100 vuoden jälkeen pienestä nahkuriliikkeestä on kasvanut kansainvälinen yritys, minkä tuotteita viedään yli 20 maahan. (Ejendals [Viitattu 28.9.2017].)



Kuva 1 Ejendals Suomi Oy (Ejendals [Viitattu 28.9.2017]).

Ejendals Suomi Oy, aiempi toiminimi Urho Viljanmaa, oli tullut tunnetuksi 1940-luvulla hiihtojalkineiden valmistajana. Vuonna 1980 yrityksen pääsuunnaksi valittiin työ- ja turvajalkineet. Vuonna 2008 Urho Viljanmaa Oy:stä tuli osa ruotsalaista Ejendals AB-konsernia. Ejendals AB on vuonna 1949 perustettu perheyhtiö, mikä on Pohjoismaiden suurin työ- ja turvajalkineiden ja käsineiden toimittaja. Ejendals Ab oli Urho Viljanmaa Oy:n yhteistyökumppani vuodesta 1984. (Ejendals [Viitattu 28.9.2017].)

Ejendals-konserni työllistää yli 350 työntekijää ympäri maailmaa. Vuonna 2012 Urho Viljanmaa Oy ja suojakäsineisiin erikoistunut Famon Oy fuusioituivat ja yhtiön uudeksi nimeksi tuli Ejendals Suomi Oy. Fuusion myötä Tegera-käsineiden markkinointi, myynti ja varastointi siirtyivät Jokipiisiin. Tavoitteena oli asiakaspalvelun selkeyttäminen ja tehostaminen. (Ejendals [Viitattu 28.9.2017].)

Yrityksen päätavoite on olla työ-, turva- ja erikoisjalkineiden edelläkävijä ja seurata toimintaympäristöä ennakoimalla mahdolliset muutokset aikaisin. Yrityksen visio on tehdä työpäivästä turvallisempi. Yritys pyrkii vastaamaan, että tuotekehitys, tuotteiden valmistus, markkinointi ja myynti perustuvat asiakkaiden tarpeisiin.

Lähtökohtina ovat luotettavuus, rohkeus ja avoin vuorovaikutus. Vahvuutena ovat ainutlaatuiset ja käyttöominaisuuksiltaan yliveritaiset työ-, turva- ja erikoisjalkineet sekä suojakäsineet. (Ejendals [Viitattu 28.9.2017].)

## 2.1 Suoravalukone ja MiniFactory-rata

Suoravalukoneella valetaan jalkineiden neulokseen kiinni kulutus pohja. MiniFactory-rata hoitaa neuloksen ensivalmistelut ennen valua sekä tarkistuksen valun jälkeen. Suoravalukone on otettu käyttöön vuonna 2007 ja MiniFactory-rata vuonna 2015.

Suoravalukone ja MiniFactory-rata koostuvat yhteensä 12 eri työvaiheesta:

1. jalkinepäällisen asetus lestellle
2. kuivausuuni
3. karhintarobotti
4. siirtorobotti
5. irroitusainerobotti
6. kulutus pohjan asennus
7. lämmitysuuni
8. massansyöttö
9. siirtorobotti
10. pursausrobotti
11. jäähdytysuuni
12. pursaus ja tarkistus

### **2.1.2 Suoravalukoneen muotinvaihto**

Suoravalukoneessa suoritetaan muotinvaihto sekä kärkekupinvaihto. Muotinvaihdossa ja kärkekupinvaihdossa kulunut aika näkyy häiriöminuuteissa, koska tuolloin suoravalukone pysähtyy. MiniFactory-radalla muotinvaihdossa sekä kärkekupinvaihdossa kulunut aika ei näy yhtä helposti puskurin takia. Muotin- ja kärkekupinvaihdon kestoon vaikuttavat suuresti ennakointi ja että tarvittavat työkalut ovat ulottuvilla. Muottien vaihtokertojen määrä viikossa on täysin riippuvainen prosessin työnsuunnittelusta. Muotin- ja kärkekupinvaihdon kaavioita ei voi esittää johtuen yrityssalaisuudesta.

### **2.1.3 Häiriöt**

Tuotantolinjastossa kaikki häiriöminuutit kirjautuvat automaattisesti järjestelmän lokeihin. Häiriöminuutit näkyvät päiväkohtaisesti kokonaismääränä. Häiriöminuuttien syitä järjestelmä ei kykene määrittelemään ja näin itse oleellisin tieto jää uupumaan. Huomioitavaa on, että mikäli suoravalukoneella on häiriötilanne päällä, kyseinen häiriö ei näy MiniFactory-radalla. Häiriötilanne havaitaan työpisteillä usein, kun tehtäväjonoon tulee keskeytys eli työt loppuvat.

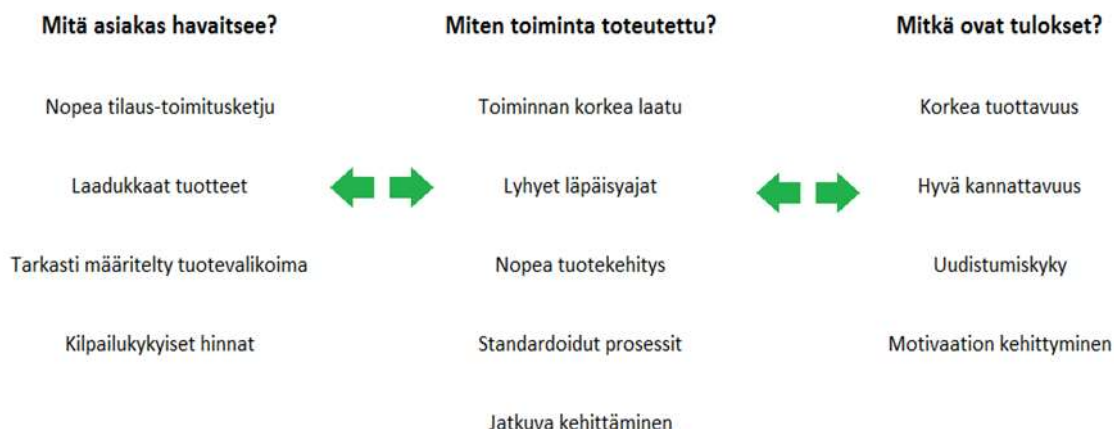
### 3 LEAN

Lean on noussut viimeisen 20 vuoden aikana yhdeksi maailman suosituimmaksi toimintamalliksi melkein kaikilla toimialoilla. Pääosin Lean tunnetaan isojen tuotantolaitosten piirissä, mutta se on nyt levinnyt myös julkishallintoon, kuten sairaaloihin ja terveyskeskuksiin. Näillä kaikilla toimialoilla käyttöönoton mahdollisuudet ovat lähes rajattomat ja tämän vuoksi sitä sovelletaan useissa erilaisissa yrityksissä ja niiden käyttötarkoituksissa. Vuonna 1990 Daniel Roos, Daniel T. Jones ja James P. Womack julkaisivat yhdessä teoksen ”*The Machine that Changed the World*”, mikä toi Leanin kaikkien yleiseen tietoon. (Eaton. 2013, 5.)

#### 3.1 Lean-toimintamalli

Lean-toimintamalli pitää sisällään toiminta- ja johtamisfilosofian kaikilla organisaatiotasolla. Toimintamalli on saanut alkunsa 1940-luvulta Toyotan autotehtailta, Japanista, jonne Lean-toimintamallin ensimmäinen muoto TPS-malli (Toyota Production System) perustettiin tuotantoperiaatteiden pohjalta, pääinsinöörin Taiichi Ohnon toimesta. TPS-malli pitää sisällään suuren määrän erilaisia ajatusmalleja, joilla varmistetaan lyhyet läpimenoajat, parempi laatu sekä joustavuus. 1980-luvun lopulla amerikkalainen tutkija John Krafick kehitti Lean-toimintamallin huomatessaan TPS-mallin olevan liian vähäinen nostamaan organisaatioiden kilpailukykyä. Malliin lisättiin perusajatus minimoida kaikki sellaiset toiminnot, jotka eivät tuota asiakkaalle lisäarvoa. (Kouri 2014, 6; Kouri 2016, 5.)





Kuvio 2 Lean-toimintamallin piirteet asiakasnäkökulmasta (Kouri 2016, 11).

Lean-toimintamallin tavoite on pitää asiakastyytyväisyys aina etusijalla, unohtamatta kuitenkaan tuottajan tarpeita. Lähtökohtana on arvo. Tuotteen tai palvelun arvon määrittelee asiakas. Asiakasarvo koostuu kysynnän ymmärtämisestä, minkä avulla ohjataan tuotteen suunnittelua ja kehitystä valmiiseen tuotteeseen asti. (Kouri 2014, 6-7.) Asiakasarvon ylläpitämisen perustana on tuottaa oikeaa ja laadukasta tuotetta, oikeaan aikaan ja paikkaan. Se, mikä antaa asiakkaalle lisäarvoa, on Lean-toimintamallin mukaista ja kaikki muu on jätettä. Jätteellä tarkoitetaan hukkaa, mikä ei tuo lisäarvoa. Tavoitteena on ei-arvoa tuottavan vähentäminen. (Torkkola 2015, 172; Vuorinen 2014, 72–74.)

### 3.2 Lean-johtaminen ja -tekniikka

Lean-johtamista ja -tekniikkaa käytetään paljon tuotannon organisoinnissa sekä jatkuvassa kehitystyössä. Lean-johtamisen avulla kehitetään ja lisätään prosessin toimintaan tarkoituksenmukaisuutta eli keskitytään oikeisiin ongelmakohtiin kokonaisvaltaisesti kiinnittämättä liikaa huomiota yksittäisiin asioihin. Lisäksi haetaan täsmällisyyttä sekä järkevyyttä eli maalaisjärkeä aina asiakasnäkökulmasta lähtien. (Kouri 2014, 6; Kouri 2016, 5.)



Kuvio 3 Lean-johtaminen, eri tasot (Kouri. 2016, 11).

Lean-johtaminen koostuu kolmesta eri kerroksesta; filosofiasta, järjestelmistä ja periaatteista sekä työkaluista.

## **1 FILOSOFIA PITÄÄ SISÄLLÄÄN PITKÄN AIKAVÄLIN SITOUTUMISTA.**

Onnistumista ei tapahdu ilman ylemmän johdon omaa sitoutumista ja läsnäoloa. Esimerkillä johtaminen saa muut työntekijät mukaan toimintaan ja näin annetaan työntekijöille mahdollisuus osallistua kehitystyöhön. (Kouri 2016, 11–14.) Filosofiassa kaikki kiteytyy toimintaan, jolla tuotetaan asiakasarvoa. Arvon kasvaessa onnistutaan nostamaan yrityksen kilpailukykyä, minkä avulla varmistetaan toiminta tulevaisuudessa. Yksi tärkeimpiä filosofioita on laatufilosofia, mikä vaikuttaa merkittävästi organisaation toiminnan johtamiseen ja kehittämiseen. (Liker 2013, 171.) Laatu perustuu asiakkaan mielipiteeseen tuotteesta tai palvelusta. Asiakas itse päättää täyttääkö tuote hänen vaatimuksensa. Laatu

vaikuttaa laaja-alaisesti organisaation toimintaan ja kuinka se menestyy markkinoilla. (Haverila ym. 2009, 371–372.)

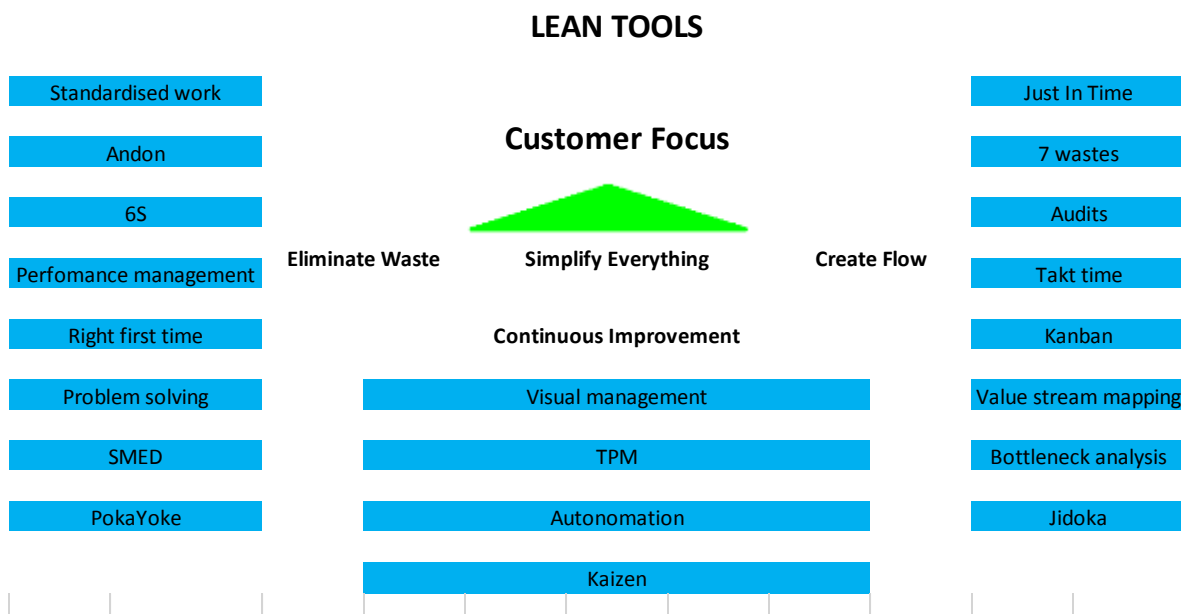
## **2 LEAN-TEKNIikka PITÄÄ SISÄLLÄÄN JÄRJESTELMÄT JA PERIAATTEET, JOTKA OVAT TOIMINNAN KEHITYSPROSESSEJA.**

Tämän keskeisiä periaatteita ovat:

- Töiden hyvä virtaus. Tuotanto tulisi toteuttaa siten, että materiaalivirta olisi jatkuva ja mahdollisimman tehokas, unohtamatta arvon tuottamista asiakkaalle.
- Virheiden ja hukkan vähentäminen.
- Jatkuvan parantamisen tavoitteellinen kehittäminen sekä ylläpito yhdessä työntekijöiden kanssa.
- Johtaminen ja oppiminen. (Liker 2013, 171.)

Lean-tekniikka koostuu erilaisista työkaluista, joiden avulla saadaan aikaan muutoksia itse järjestelmissä sekä periaatteissa. Työkalujen päätehtävänä on tukea prosessien toimintaa siten, että prosesseista saadaan kaikki tehot irti. Työkalut ovat usein yksinkertaisia hahmottaa, mutta haastavia toteuttaa todellisuudessa. Ongelmaksi muodostuu usein työkalun käyttöönotto, mikä on hankala kombinoida oman yrityksen toimintaan siten että se antaisi parhaimman hyödyn. (Kouri 2016, 11–14.)

## **3 LEAN-KEHITYKSEN PERUSEDELITYTYS OVAT TYÖKALUT.**



Kuvio 4 Lean Tools (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.7.2017]).

Lean-työkaluja on kehitetty yhteensä yli 20 erilaista ja jokaisella työkalulla on tarkoitus, mutta toteutustapa on yrityksen itsensä päätettävissä. Jokaista työkalua pystytään käyttämään omalla toimialalla, mutta työkalu on osattava mukauttaa sopivaksi. Yhden työkalun käyttäminen ei tuo yritykselle kestävästä kehitystä, vaan toiminta tulee sitoa jatkuvaan parantamiseen. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.7.2017].)

### 3.3 Jatkuva parantaminen

Lean on kokonaisuudessaan laaja-alainen muutosprosessi, mikä etenee pienin askelin kohti parempaa toimintatapaa. Tätä kutsutaan jatkuvaksi parantamiseksi tai tuttavallisemmin oppimiseksi. Jatkuva parantaminen on yksi Leanin tärkeimmistä osa-alueista, mikä on saanut alkunsa työntekijöiltä tulleista ehdotuksista. Jatkuva parantaminen vaatii vuorovaikutusta ja luottamusta työntekijöiden sekä johdon välille. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 10.10.2017].) Jatkuvan parantamisen vaikutukset näkyvät Ejendals Suomi Oy:ssä. Yrityksellä on käytössä aloitelaatikko, jonne työntekijät voivat kirjoittaa omia kehitys- tai parannusehdotuksiaan. Kaikki aloitteentekijät palkitaan. Aloitelaatikon avulla yritys on saanut paljon erittäin hyviä ideoita muuttaa toimintaansa parempaan suuntaan. Kaikki aloitteet käydään läpi

nimettömästi kuukausittain julkistettavassa tiedotteessa. Tiedote sisältää vastauksen aloitteeseen sekä tiedon mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

Pysyäkseen mukana kilpailussa yrityksen on tehtävä asioita entistä paremmin, nopeammin ja tuottavammin tai halvemmalla. Jatkuva parantaminen keskittyy viemään yritystä kohti täydellisyyttä eli virheetöntä toimintaa. Tämä pitää sisällään kehittämisideoiden ja parannusten viemistä käytäntöön, mikä onnistuu ainoastaan tuntemalla prosessit sekä huomioimalla johtamisen ja suunnittelun. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 10.10.2017].)

Jatkuvan parantamisen työkaluja on useita, mutta silti kaikkien tavoitteena on juurisyiden löytyminen ja niiden ratkaiseminen yhdessä. Jatkuvan parantamisen onnistuminen vaatii koko henkilöstön osallistumista, johdosta lähtien. Tällöin ongelmiin pystytään tarttumaan tehokkaasti ja empimättä. (Lean Manufacturing Tools, Techniques and Philosophy [Viitattu 10.10.2017].) Tämän työn tekijälle syntyneen käsityksen mukaan, jatkuvan parantamisen työkalujen tavoite on aina sama, vaikka työkalu on eri. Oikean työkalun valinta riippuu sitä käyttävistä ihmisistä ja heidän tarpeistaan. Työkalu on loppujen lopuksi vain runko, jota muokataan omaan toimintatapaan sopivaksi.

### **3.3.1 PDCA-ympyrä**

PDCA-ympyrä on ongelman ratkaisu- ja kehittämismalli, mikä on myös hyvin tunnettu jatkuvan parantamisen mallina. Malli on hyvin yleinen ja laajasti käytössä oleva. PDCA-ympyrän avulla ongelmat havaitaan ja niiden juurisyihin pystytään vaikuttamaan ajoissa. (Kouri 2014, 14–15). Kourin (2014, 14-15) mukaan ongelmanratkaisun tulee olla osana päivittäisjohtamista, milloin kiinnitetään huomiota esteisiin, jotka estävät normaalin suoriutumisen. Tämä kasvattaa työntekijöiden keskuudessa oma-aloitteellisuutta ja motivaatiota sekä intoa laajentaa omaa osaamistaan.



Kuvio 5 PDCA -ympyrä (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.7.2017]).

Parantamisen prosessi on jaettu neljään eri vaiheeseen eli PDCA-sykliin. Näiden kaikkien neljän vaiheen tulisi olla keskenään tasapainossa, mikä mahdollistaa tavoitteen saavuttamisen:

1. Ensimmäinen vaihe on haasteen valinta, mikä tehdään yhteisymmärryksessä. Päätöksen valittavasta haasteesta tekevät työntekijät ja heidän esimiehensä yhdessä. Haasteen tulisi olla sellainen, että oikea ratkaisu ei ole vielä nähtävissä.
2. Toinen vaihe on lähtötilanteen selvittäminen, muutoksien suunnitteleminen ja tekeminen. Nykytilan ymmärtäminen helpottaa prosessin aikatauluttamista. Lähtötilanteen selvitys suoritetaan paikan päällä eli yhdessä lähtötilanteessa työskentelevien työntekijöiden ja heidän esimiestensä kanssa.
3. Kolmannessa vaiheessa käydään läpi saavutetut tulokset. Tähän vaiheeseen osallistuu myös ylin johto. Vaihe toteutetaan niin monta kertaa, että päästään lopulliseen tavoitetilaan. Tavoitetilasta seuraa haluttu tavoite. Lopulliseen tavoitteeseen päästään usean tavoitetilan avulla.

4. Neljännen vaiheen jälkeen muutos on valmis. Mikäli muutos ei kuitenkaan ole riittävä, muutetaan suunnitelmaa ja käydään läpi kaikki neljä kohtaa uudestaan. (Kouri 2014, 14–15; Torkkola 2015, 113–118.)

### 3.3.2 5 x miksi?

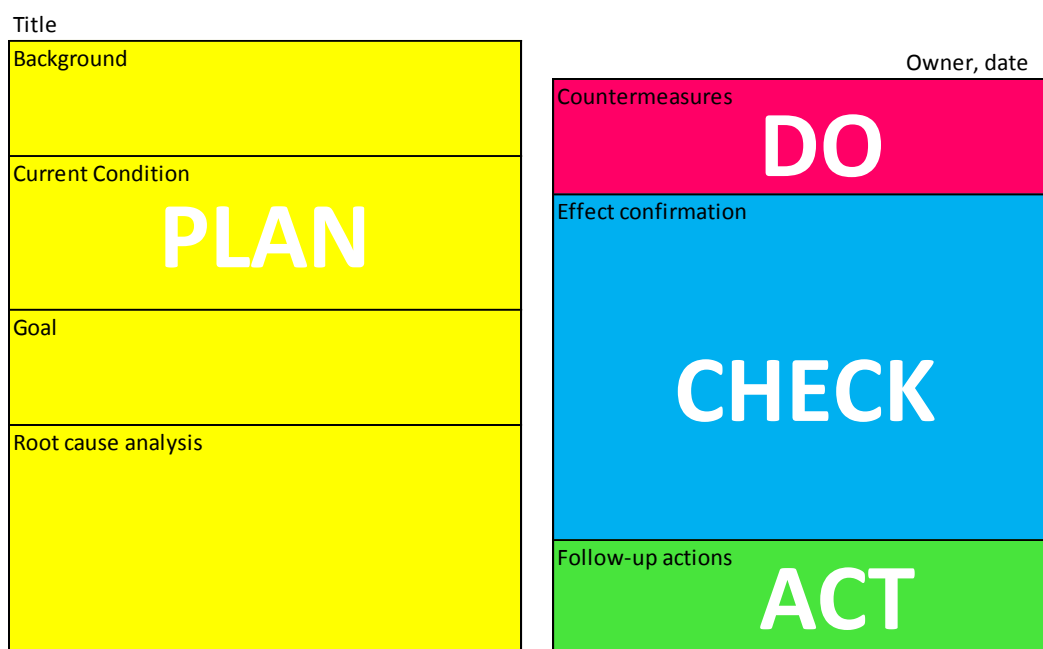
Ongelmanratkaisu edellyttää aina juurisyiden selvittelyä. Mikäli riittävää juurisyiden selvittelyä ei tehdä ja näin onnistuta sulkemaan potentiaalisia ongelman aiheuttajia, voidaan mennä täysin väärään suuntaan tai jopa pahentaa tilannetta. Yksinkertainen 5 x miksi -metodin avulla onnistutaan löytämään ne tekijät, jotka ongelman aiheuttavat. Tämän jälkeen pystytään estämään ongelman esiintyminen jatkossa. (Kouri 2016, 174.) Ongelma ratkaistaan esittämällä viisi kertaa peräkkäin kysymys miksi. Joskus ei edes tarvita viittä kysymystä, jotta päästään haluttuun tilaan. Metodia suositellaan käyttämään silloin, kun ongelmaan ei löydetä ratkaisua yrityksistä huolimatta. Metodia on tarkoitus käyttää ryhmässä, mikä koostuu kaikista asianomaisista. (Kouri 2016, 174–175.)

### 3.3.3 A3-ongelmanratkaisu

Ongelmanratkaisun systemaattinen toimintatapa vaatii toimiakseen:

- ongelmien ottamista esille, tekemällä ne näkyväksi
- määrittelemällä vastuut toimenpiteistä
- nopeaa korjaamista
- ratkaisujen vakiinnuttamista (Kouri 2016, 167–172.)

## Problem solving A3



Kuvio 6 A3-ongelmanratkaisutyökalu yhdessä PDCA-ympyrän kanssa (Kouri 2016, 171).

A3-ongelmanratkaisu pitää sisällään PDCA-syklin eri vaiheet eli loogisesti A3-raportti kattaa kaikki ongelmanratkaisun osa-alueet. Ratkaisun tavoitteena on yksinkertaistaa ongelmanratkaisu ja sen kehityshaasteet. A3-raportin idea on, että kaikki tiedot löytyvät yhdeltä arkilta, mikä koostuu tarvittavista taustatiedoista, kustannuksista, prosesseista ja ratkaisuista. Ratkaisut pitävät sisällään toimivuuden arvioinnin. (Kouri 2016, 167–172.)

A3-ongelmanratkaisun on tarkoitus toimia kommunikoinnin apuna ja tehdä parannusehdotuksia. A3-ongelmanratkaisu on toimiva vasta, kun riittävän moni käyttää sitä. Ryhmän pitää kokoontua mahdollisimman usein, jolloin käydään läpi sovittu aikataulu ja saavutetut tulokset. Usein tapahtuva kokoontuminen auttaa pitämään mielenkiinnon ongelmanratkaisussa. (Kouri 2016, 167–172.)

Kouri (2016, 167–172) toteaa, että A3-ongelmanratkaisu toimii vasta kun riittävän moni käyttää sitä. Tämän työn tekijä on huomionut projektien kautta. Ongelmatilanteiden ilmetessä, on helpompi toimia, kun yhteistyö toimii. Kun kaikki asiantuntijat ovat paikalla, ongelmanratkaisun suunta harvemmin menee väärään suuntaan. Yhteistyön toimivuus on kuitenkin kiinni luottamuksesta ja



kunnioituksesta, mikäli näissä on puutteita, estää se kehityksen ja oppimisen edistämisen.

### 3.4 Virtaus tuotannossa

Virtaus tuotannossa tarkoittaa prosessien eri työvaiheiden muuttamista siten, että tuote valmistuu mahdollisimman nopeasti. Virtauksen tehokkuutta mitataan läpäisyajalla, prosessien välisellä keskeneräisellä tuotannolla, kuljetusmatkoilla, siirto- tai käsittelykerroilla tai prosessissa työskentelevien työntekijöiden lukumäärällä. Virtaus tuotannossa edellyttää tehokkaan laadunvarmistuksen sekä ongelmanratkaisun käyttöönoton prosessiin. Virtauksen hyödyt ovat:

- toimitusvarmuuden kehittyminen
- toimitusaikojen lyhentymisen
- laadunvarmistuksen tehostuminen
- asiakastarpeiden mukainen työskenteleminen
- tuottavuuden kehittyminen
- tilan vapautuminen
- turvallisuuden parantuminen
- vastuunoton parantaminen
- varastojen pienentyminen
- pullonkaulan tunnistaminen
- ei arvoa tuottavan työn määrän väheneminen. (Kouri 2016, 32–34.)

Prosessin pysähtyessä virtaus ei toimi. Tämän voisi ajatella olevan ongelma, mutta Lean-toimintamallin mukaan tämä ei sitä ole. Prosessien pysähtyessä ongelmat tulevat näkyviksi. Jolloin saadaan virtaus takaisin päälle, joudutaan keksimään

ongelmaan ratkaisu. Usein ongelmat jäävät varastojen tai suuren kapasiteetin takia piiloon. (Kouri 2016, 32–34.)

### **3.5 Hukan estäminen, tunnistaminen ja poistaminen**

Yksi Lean-toimintamallin peruseriaatteista on hukan estäminen, tunnistaminen ja poistaminen. Hukalla tarkoitetaan kaikkea turhaa eli työtä, mikä ei lisää tuotteeseen tai palveluun arvoa. Hukan poistaminen on kaikkien etu, koska turha työ ei motivoi ketään. Hukan tunnistaminen voi olla hankalaa, koska usein hukkien olemassa oloon on ajan myötä totuttu ja muutettu oma toimintatapa tukemaan hukkaa. Hukan tunnistamisen avuksi analysoidaan tuotantoketjua tunnistamalla pullonkaulat, tarkkailemalla mittareita sekä luomalla prosessikuvauksia. Prosessikuvaukset paljastavat ongelmat usein tuomalla ne selkeästi esille. Prosessikuvauksesta puhuttaessa käytetään Lean-tekniikan mukaista arvovirtakuvausta (VSM), mutta myös yksinkertainen prosessikuvauksen virtauksen analysointi auttaa hukkien tunnistamisessa. (Kouri 2014, 20—26; Torkkola 2015, 28–30.)

Prosessiteollisuudessa esiintyy monia erilaisia hukkia. Tunnetuimmat ovat energiahukka, jätteen muodostuminen, raaka-ainehukka, ylimääräinen valmistus, alennukseen tai poistoon menevät tuotteet, 2-laadun tuotteet, virheelliset tuotteet, asetushukka eli koneen seisonta-aika tai puhdistus sekä viimeisenä kapasiteetin vajaakäyttö, esimerkiksi konerikot, häiriöt ja epätasainen kuormitus. (Kouri 2016, 26.)

Erilaisten hukkatekijöiden poistamisella onnistutaan nostamaan tehokkuutta, mikä on Lean-johtamisen ydin. Huomioitavaa kuitenkin on, että hukkatekijöiden poistaminen ei ole tavoite, vaan keino päästä haluttuun päämäärään. (Kouri 2014, 20–26). Sari Torkkolan (2015, 28–30) mukaan tehokkuuden nostamista ei pidä aloittaa hukan poistamisella, koska ensin täytyy ymmärtää juurisyyt.

Kuitenkin kokonaisuuden kannalta suurimmat ongelmat piileskelevät pullonkauloissa, eli jos hukan poistamisella aloitetaan, tämä on oikea paikka aloittaa. Hukan poistamisessa tärkeintä on, ettei mitään poisteta ilman perusteluja tai suunnitelmaa siitä, miten hukka tulisi poistaa. (Torkkola 2015, 28–30.)

Yleisesti hukkia pystytään poistamaan keskittymällä:

- työturvallisuuteen ja ergonomiaan. Turvallinen työskentely-ympäristö vähentää työtapaturmia ja hukkaa. Huonot toimintamenetelmät vaihtuvat paremmiksi, yleinen ilmapiiri parantuu ja keskittyminen itse työn tekemiseen parantuu. (Kouri 2016, 18—22.)
- virtaukseen tuotannossa. Virtauksen avulla saavutetaan lyhyempi toimitusaika, tuotteen tai palvelun kehittymistä, tuottavuuden ja toiminnan kasvua sekä varastoon sitoutuneen pääoman pienentymistä. Virtauksessa pienennetään valmistuksen eräkokoja. Pienempien eräkokojen ansiosta tuotteiden virtaus tapahtuisi pysähtymättä. Virtauksen aikaansaamisen suurimpia esteitä ovat konehäiriöt ja laatuongelmat. (Kouri 2016, 18—22.)
- imuohjaukseen. Imuohjauksen ansiosta helpotetaan materiaalihoausta ja pienennetään varastoja, lyhennetään tuotannon läpäisyäikää, selkeytetään tuotantoa ja parannetaan joustavuutta sekä lisätään asiakaslähtöisyyttä. Imuohjaus perustuu osien kulutukseen. Valmistus aloitetaan aina imuohjaukskorttien perusteella, nämä määrittävät valmistavan määrän ja montako erää tuotetta voi olla varastossa. Pitkällä aikavälillä imuohjaukskorttien määrä vähenee, jolloin varastot pienenevät. (Kouri 2016, 18—22.)
- 6S-menetelmä ylläpitämiseen. 6S-menetelmä pitää paikat järjestyksessä, jolloin toiminta on tehokasta. Hukkien poistaminen on mahdollista vain siistissä ympäristössä. 6S-menetelmä pitää sisällään sorteerauksen, systematisoinnin, siivouksen, standardoinnin, seurannan sekä uutena myös turvallisuuden, safety. (Kouri 2014, 20–26.)

Tuotannossa ja yleensäkin prosessiteollisuudessa esiintyvät hukat ovat jaettu kolmeen erilaiseen hukkalajiin: Muda (waste), Muri (overburning) ja Mura (unbalanced). Nämä hukkalajit eroavat toisistaan siten, että Murin ja Muran syitä poistetaan ja Muda torjutaan. Näiden kaikkien hukkalajien poistaminen nostaa systemaattisesti työn tuottavuutta ja laatua. Tämä on myös ensisijaisen tärkeää tuotantoa kehittäessä. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 15.9.2017].)

### 3.6 Muda–lisäarvoa tuottamaton työ



Kuvio 7 Kahdeksan tunnistettua Mudaa (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017]).

Japanilainen autonvalmistaja Toyota on omassa liiketoiminta- ja valmistusprosessissaan tunnistanut kahdeksan Mudan hukatekijää. Kaikki kahdeksan hukkaa liittyvät toisiinsa. Poistamalla yksi hukka, onnistutaan myös vähentämään toista. Mudassa kaikki hukatekijät voidaan havaita ja ne käsittelevät ei-toivottua tilaa. Yleisin syy Mudan muodostumiselle on kommunikaation puute tai sen heikkous. (Liker 2013, 27.) Kahdeksan tunnistettua Mudaa (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017]).

Mudan hukatekijöitä on havaittu tuotantolinjastoiden lisäksi myös tuotekehityksessä, tilausten vastaanottamisessa ja toimistotyöskentelyssä. Ajatuksena on minimoida lisäarvoa tuottamattomiin toimintoihin kuluva aika sijoittamalla esimerkiksi työpisteellä tarvittavat työkalut ja raaka-aineet mahdollisimman lähelle työpistettä. (Liker 2013, 27.)

Asiakkaat maksavat sellaisesta, mitä he haluavat, eivät siitä, mitä yritys itse haluaa. Asiakkaat haluavat täydellisen toimitusaikataulun, hinnan ja ennen kaikkea laadukkaan tuotteen tai palvelun. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.7.2017].)

### 3.6.1 Ylituotanto

Ylituotanto on yksi huonoin, mutta toisaalta myös tärkein, tunnistettava hukkatekijä kiinni olevan pääoman takia. Ylituotanto tuottaa tuotteita liian paljon, mikä estää tuotannon todellisten ongelmien havaitsemisen. Tuotannon virtauksen tulisi olla ”Just in time” -periaatteen mukainen, ylituotanto muuttaa virtauksen ”Just in case” -periaatteen mukaiseksi eli valmistetaan tuotteita ”kaiken varalta”. (Lean Manufacturing Tools, [Viitattu 28.8.2017].)

Suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto ja varastoon valmistaminen johtaa nopeasti muiden hukkien syntymiseen. Varastoissa olevat valmiit tuotteet ja jo valmiiksi tilatut raaka-aineet, joille ei ole välitöntä tarvetta, sekä henkilötyömäärät tuovat suuria kustannuksia. (Lean Manufacturing Tools, [Viitattu 28.8.2017].)

Syitä ylituotantoon on:

- Yritys on tehnyt näin aina, on totuttu ylisuuriin varastoihin.
- Halutaan maksimoida tuotantolinjastojen läpäisykyvyt.
- Tilataan enemmän raaka-aineita ja varmistetaan, ettei raaka-aine lopu kesken.
- Oman prosessin luotettavuuden epäileminen.
- Mahdollistetaan tuotantovirran keskeytys, esimerkiksi häiriöt.
- Tuotemenekin ennustukset ovat epäonnistuneet. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017].)

Ylituotannon lopettaminen näkyy ensimmäisenä ennaltaehkäisevän huollon toiminnassa. Ylituotannon lopettaminen pakottaa kehittämään ja korjaamaan prosesseja tuotannon seisokkien välttämiseksi. Ylituotannon seuraus on turha varastointi. (Liker 2013, 28–30.)

### 3.6.2 Turhat varastot

Tarpeettomat varastot kasvattavat sidotun pääoman suuruutta, mitä pidetään yhtenä huonosti menestyvien yritysten tunnusmerkkinä. Turhat varastot myös aiheuttavat laatuvirheitä, tuotteiden vanhentumista sekä pidentävät tuotteiden läpimenoaikoja. Suurimpana haittana turhat varastot aiheuttavat tuotannon epätasapainon, mikä puolestaan vaikuttaa materiaalityöimittämisen saapumiseen. (Liker 2013, 29.)

Turhia varastoja pystytään vähentämään kiinnittämällä huomiota siihen, että varastot ovat lähellä materiaalin käyttöpaikkaa, jolloin työskentelyssä ei tapahdu tarpeetonta kuljetusta, sekä huomioimalla varaston koko. Liian suuri varasto aiheuttaa tarpeetonta kuljettamista sekä tarpeetonta liikettä työskentelyssä. (Lanu 2017.) Varastojen riittäminen saadaan pienemmäksi pienentämällä eräkojoja, tietämällä tuotannon vaihtelut, puskuriajat, materiaalien toimitusajat sekä huomioimalla prosessien välinen tasapaino. Tasapainotetussa prosessissa kaikki toimivat samassa tahdissa, jolloin onnistutaan estämään välivarastojen syntyminen. (Liker 2013, 29.)

### 3.6.3 Tarpeeton kuljettaminen

Tarpeeton kuljettaminen pitää sisällään raaka-aineiden, osien ja valmiiden tuotteiden siirtelyä paikasta toiseen. Ylimääräinen kuljettaminen ei tuota minkäänlaista lisäarvoa asiakkaalle. Hukkana tämä on hankala huomata, koska usein siirtelyyn on totuttu. (Liker 2013, 29.) Tarpeeton kuljettaminen johtuu yleensä huonosta layoutsuunnittelusta, suurista eräko'oista sekä ylituotannosta, mikä puolestaan johtaa turhiin varastoihin. Voidaan sanoa, että tarpeeton kuljettaminen kasvaa, kun kaikki muut hukat lisääntyvät. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017].)

Tarpeetonta kuljettamista pystytään vähentämään kiinnittämällä huomiota kuljetusmenetelmiin sekä lyhentämällä kuljetusmatkaa. Prosessit tulisi aina sijoittaa mahdollisimman lähelle toisiaan. Mikäli siirtelyä on paljon, pyritään kuljettamaan mahdollisimman paljon kerralla. Tarpeetonta kuljettamista pystytään myös

vähentämään huomioimalla vähäiset vaihdot esimerkiksi osien tai tuotteiden kohdalla. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017].)

### 3.6.4 Tarpeeton liike työskentelyssä

Kaikenlainen ylimääräinen liike omassa työskentelyssä on hukkaa. Ylimääräinen liike voi olla tiedon, tarvikkeiden, materiaalin tai työkalun etsimistä. Ylimääräinen liike saadaan vähäisemmäksi, kun kiinnitetään huomiota oikeaan ergonomiseen työasentoon, jolloin kurkotus, nostaminen ja kääntyminen poistuvat kuormituksesta. Tämä tarkoittaa, että työpisteiden pitää olla työn vaatiman tarpeen mukainen eli kaikki ylimääräinen turha pois, ylläpidetään siisteyttä ja järjestystä sekä laaditaan hyvät työohjeet. (Liker 2013, 29.)

Yksi suurin ylimääräisen liikkeen aiheuttaja on toimintatapa työpisteellä. Etenkin prosessiteollisuudessa useat työvaiheet koostuvat toistuvista työvaiheista. Monesti toimintatapa on käsitellä yksi tuote kerrallaan. Käsittelemällä useaa tuotetta samaan aikaan onnistutaan vähentämään turhaa liikettä. (Liker 2013, 29.)

Tämän työn tekijä osallistui Ilkka Kourin Vantaalla järjestämälle kurssille vuonna 2016. Kurssin aihe oli Lean-johtaminen ja -tekniikat tehokkaassa paketissa. Ilkka Kouri kertoi yleisimmistä tuotantoprosesseissa esiintyvistä hukista ja loistavan esimerkin tarpeettomasta liikkeestä. Kohde oli pieni teollisuusalan yritys, missä työstettiin pieniä komponentteja. Siellä oli töissä työntekijä, minkä työtehtäviin kuului ottaa linjastosta komponentti, tehdä komponentille ensimmäinen työvaihe, siirtyä toiseen työpisteeseen tekemään toinen työvaihe, siirtyä kolmanteen työpisteeseen tekemään kolmas työvaihe ja lopulta palata alkuperäiseen työpisteeseen tekemään viimeinen työvaihe. Tämän jälkeen työntekijä laittoi komponentin takaisin linjastoon. Työpiste oli pieni ja työpisteellä olevat koneet suuria, joten layoutmuutokset eivät olleet mahdollisia. Työntekijälle kerääntyi paljon turhaa liikettä. Ongelmaan oli ainoastaan yksi ratkaisu, työntekijän mahdollisuus työstää useampaa komponenttia kerralla. Muutoksen myötä työntekijän tarpeeton liike vähentyisi sekä tuotannon virtaus tehostuisi, kun valmistus olisi nopeampaa.

### 3.6.5 Odottelu ja viivästyksset

Odottelua ja viivästyksiä tapahtuu, kun kaksi prosessia eivät etene samassa tahdissa. Syy tähän voi olla huono virtaus, jolloin ensimmäinen työvaihe kestää kauemmin kuin toinen, ja näin toinen työvaihe joutuu odottamaan ensimmäistä. Odottelu ja viivästyksset voivat johtua myös oikean työkalun ja materiaalin odottamisesta tai epäluotettavista prosesseista, jolloin toinen työvaihe odottaa toista konerikon, laatuksymysten tai muiden hukkien, esimerkiksi tarpeettoman kuljetuksen tai tarpeettoman liikkeen takia. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017].)

Turhaa odottelu ja viivästyksiä pystytään poistamaan kiinnittämällä huomiota työmenetelmien tarkkaan suunnitteluun työohjeiden ja työkalujen osalta. Tärkeää on ottaa huomioon, että työntekijät on koulutettu omaan työtehtäväänsä, varmistamalla että tarvittava tieto saavuttaa kaikki osapuolet sekä kiinnittämällä erityistä tarkkuutta kone- ja laitehäiriöiden ennaltaehkäisevään huoltoon ja kunnossapitoon. (Liker 2013, 28.)

### 3.6.6 Häiriöt ja viat

Häiriöt ja viat syntyvät, kun prosessi ei toimi määrätyn mukaisesti ja aiheuttaa viallisia tuotteita, ylimääräistä tarkastusta, uudelleensyöttöjä, ohjelmointia tai itse prosessin korjaamista. Häiriöt ja viat ovat hankalin hukka havaita, koska hukan huomaamisen estää usein ylituotanto ja varastointi. Tärkeintä on kuitenkin havaita hukka ennen asiakkaita. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 15.9.2017].)

Häiriötä ja vikoja pystytään poistamaan ennaltaehkäisyn avulla, jolloin keskitytään työntekijöiden ohjeistamiseen häiriötilanteen sattuessa sekä pitämällä huolta prosessin kunnossapidosta ennakoivien huoltotoimenpiteiden avulla, jolloin prosessi pystyy suorittamaan sille suunnitellut ja siltä halutut toiminnot. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 15.9.2017].)



### **3.6.7 Ylikäsittely**

Ylikäsittely on tarpeettoman toimenpiteen suorittamista, mikä ei tuota lisäarvoa asiakkaalle. Usein ylikäsittely tehdään väärillä ja tehottomilla työkaluilla ja laitteilla, joista on itse tuotteelle enemmän haittaa kuin hyötyä. Ylikäsittelyssä kulutetaan liikaa aikaa esimerkiksi sellaiseen viimeistelyyn mikä ei nosta tuotteen arvoa. (Lanu 2017.)

Ylikäsittely johtuu yleensä epäselvistä menetelmistä ja työskentelytavoista. Tuotteiden laatuvaatimuksien täytyvät olla tiedossa, koska toisaalta on hukka valmistaa parempaa tuotetta, kuin mitä asiakas vaatii. Ylikäsittelyyn auttaa kirjallisten työskentelyohjeiden jakamisen kaikille työntekijöille, kouluttaminen sekä kiinnittämällä huomiota siihen, onko mahdollista käyttää edullisempia menetelmiä työvaiheessa. (Liker 2013, 29.)

### **3.6.8 Luovuuden käyttämättä jättäminen**

Työntekijän käyttämättä jätetty luovuus on viimeisin tunnistettu kahdeksas hukka. Sanotaan, että ihminen tulee helposti sokeaksi omalle työlleen. Hukkien tunnistaminen on hankalampaa läheltä kuin kaukaa katsottuna. Kuitenkin prosessin lähimmällä henkilöllä on todellinen näkemys, mitä prosessissa tapahtuu ja mahdollisuus muuttaa prosessin tai omaa toimintatapaa siten, että hukat saataisiin minimoitua. Jos työntekijää ei tässä tilanteessa kuunnella, muodostuu hukkaa välinpitämättömyydestä työntekijän luovuutta kohtaan. Tämä kertookin, että Lean-toiminnassa on koko organisaation oltava mukana. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.7.2017].)

### **3.7 Muri-ihmisten ja laitteiden ylityö**

Muri aiheuttaa työntekijöille, prosesseille ja toiminnoille ylikuormitusta, oikeastaan mihin tahansa, missä tapahtuu arvonlisäystä. Tällöin toiset työvaiheet joutuvat odottelemaan hitaampaa työvaihetta tai työntekijät odottelevat suuremman kuormituksen omaavaa työntekijää. Ylikuormitus aiheuttaa sairaslomia

työntekijöiden keskuudessa, virheellisiä tuotteita sekä laiterikkoja. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017].)

Murin muodostumisen juurisyöt ovat koulutuksen puute, huono suunnittelu, aliarviointi, epäselvät toimintatavat, tiedonkulun puute, väärät työkalut ja mittarit, jotka mittaavat epäolennaista tai virheellistä tietoa. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017]). Muri pystytään onnistuneesti poistamaan kiinnittämällä huomiota:

- työpisteiden ergonomiaan ja työturvallisuuteen
- siisteyteen ja toimivaan layoutratkaisuun
- oikeanlaisiin työkaluihin
- selviin ohjeisiin
- työntekijöiden perehdytykseen, jolloin osaaminen pystytään hyödyntämään tehokkaammin
- luotettaviin prosesseihin (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 28.8.2017].)

### **3.8 Mura–epätasapainoisuus**

Mura–epätasapainoisuutta tai sen hajontaa pidetään usein suurimpana syynä Mudan kahdeksaan hukkatekijään. Aiheuttaja tähän on, että epäonnistumisen jälkeen asetetaan epärealistiset tavoitteet itse linjastoille sekä työntekijöille. Tämä synnyttää varastoja ja hukkaa eli kyseessä on oire, ei syy. (Lean Manufacturing Tools [Viitattu 10.10.2017].) Mura on luonnollinen osa kaikki prosessia, joten sen poistaminen ei ikinä täysin onnistu. Ainoa tapa vähentää Muran esiintymistä on pitää vaihtelu mahdollisimman hillittyinä. Muran positiivinen puoli on, että Muran avulla onnistutaan helposti havaitsemaan linjastossa esiintyvät pullonkaulat. (Liker 2014, 114.)

## 4 HÄIRIÖT

Teolliset tuotantoprosessit ovat nykyään laajasti automatisoituja. Laitteissa tapahtuvat häiriöt ja rikot voivat aiheuttaa suurta taloudellista tuhoa yritykselle. Tämän vuoksi laitteiden hallinta ja ennakoidun kunnossapidon merkitys on kasvanut. Tämä on noussut vahvasti esille myös Lean-toimintamallissa, missä keskitytään pienentämään tuotannossa tapahtuvaa suurta vaihtelua. Häiriöiden ja erilaisten virheiden määrät lisäävät moninkertaiseksi sen ajan, minkä työ parhaillaan kestää. Häiriöt vaikuttavat suuresti käyttöasteeseen ja läpimenoaikaan. (Torkkola 2015, 200–202.) Syitä tuotantoprosessien häiriöille on monia:

- Työnkulkujärjestyksessä on ongelmia. Epäselvät ohjeet johdon ja työntekijöiden välillä.
- Tiedonkulku on puutteellinen. Tieto kulkee liian monen ihmisen kautta ja vääristyy, tai jättää kokonaan kulkematta. Tämä aiheuttaa virheellistä valmistusta.
- Tottuminen väriin asioihin. Virheitä on tehty niin kauan, että näitä ei enää huomata.
- Materiaalitoimittajista johtuvat häiriöt, ongelmat itse raaka-aineen tai sen saatavuuden kanssa.
- Muista seikoista johtuva syy, kuten sää tai tapaturma. (Väänänen ym. 2003, 10–12.)

Häiriöiden ja vikojen korjaamiseen ja työn uudelleen aloittamiseen kuluva aika on pois tuottavasta työstä. Tämän vuoksi henkilöstöltä vaaditaan aikaisempaa laajempaa ammattitaitoa, jolloin tuotannossa pystyttäisiin vastaamaan ilmeneviin häiriöihin ja ongelmatilanteisiin riittävän ajoissa. Huomionarvoista on, että onnistumistodennäköisyyden parantaminen vapauttaa kapasiteettia ja usein samalla henkilömäärällä saadaan enemmän valmista ja tuottavuutta nostettua. (Torkkola 2015, 204–205.)

## 4.1 Häiriöiden poistaminen

Häiriöiden seurannan täytyy olla ajan tasalla ennen niiden poistamista. Ilman automaattista valvontaa ongelmien havaitseminen on lähes mahdotonta. Mikäli dataa ei ole olemassa, on raportointi aloitettava. Seurannasta saadaan järkevää, kun huomioidaan kaikki poikkeavat toiminnot sovituista tavoitteista tai suunnitelmista. Täytyy ottaa huomioon, että kaikki poikkeamat eivät ole seurausta häiriötilanteesta, vaan kyseessä voi olla myös hyödyllinen muutos. (Torkkola 2015, 200.)

Häiriötilanteita pystytään poistamaan kiinnittämällä huomiota:

- nopeaan reagointiin sekä ennakointiin.
- aikaisempiin kokemuksiin ja dokumentoida nämä hyvin tulevaisuutta ajatellen.
- selkeisiin toimintaohjeisiin ja näiden aktiiviseen päivittämiseen.
- henkilöstön kouluttamiseen.
- riskienhallintasuunnitelman käyttöönottoon ja sen hyödyntämiseen uusissa projekteissa.
- häiriöiden jälkihoitoon.
- toimivaan häiriönhallintajärjestelmään.
- säännöllisiin huoltotoimenpiteisiin. (Torkkola 2015, 200.)

### 4.1.1 Andon

Andon voi olla signaali-, ääni- tai valomerkki, mikä ilmoittaa havaitessaan poikkeaman prosessin kulussa. Andon on signaali, jolla pyydetään apua. Andon perusajatus on, että prosessissa tapahtuvat häiriöt onnistutaan poistamaan heti, kun ongelma ilmenee. Avunpyynnön ei tule virheellisesti pysäyttää koko linjasto, vain osittain. Signaali ilmoittaa esimiehelle häiriötilanteesta. Esimiehen pitäisi olla koulutettu vastaamaan nopeasti häiriötilanteeseen, ennen kuin tuote siirtyy seuraavalle työpisteelle. Mikäli häiriötilanteen korjaaminen kestää odotettua kauemmin, voidaan häiriötä korjata linjan liikkuessa. Esimiehellä tulisi olla myös mahdollisuus pysäyttää koko linjasto tarpeen vaatiessa. (Liker 2014, 114.)

## 4.2 Ehkäisevä, korjaava ja parantava kunnossapito

Automaatio on tuonut tuotantoon haluttua tehokkuutta, tasaista laatua, tarkkuutta ja työturvallisuutta. Kun koneista saadaan suuret tehot, onnistutaan saamaan tuotosta mahdollisimman suuri. Tämän vuoksi teollisten tuotantoprosessien käyttövarmuuteen on kiinnitetty huomiota entistä enemmän. Työntekijöiltä vaaditaan omassa työpisteessä olevan automaation valvontaa, ja prosesseilta vaaditaan luotettavuutta sekä kestävyyttä. (Kouri 2014, 24–25.)

Vaadittuihin tuloksiin päästään kiinnittämällä huomiota tehokkaaseen ja toimivaan kunnossapitoon, jolloin mahdollisiin ongelmiin pystytään puuttumaan ajoissa. Kunnossapito on yksi suurimmista kustannuksista prosessiteollisuudessa. Tämän vuoksi prosessien kulumista pyritään hallitsemaan ja ehkäisemään rikkoutuminen. (Kouri 2014, 24–25.)

Ehkäisevän kunnossapidon avulla onnistutaan ehkäisemään laitteiden vikaantuminen ja tästä aiheutuva tuotantokatkos. Tavoitteena on ehtiä tehdä laitteisiin tarvittavat toimenpiteet ennen laitteiden rikkoutumista. Ehkäisevän kunnossapidon toimivuus vaatii suunnitelmallisuutta ja aikataulutusta. Tarkka suunnitelma vaatii varaosien käyttömäärän selvittämistä ja tietoa näiden vikaantumistiheydestä. Ehkäisevä kunnossapito koetaan toimivaksi, kun onnistutaan pääsemään eroon korjaavasta kunnossapidosta. (Väänänen ym. 2003, 10–12.)

Korjaavan kunnossapidon avulla onnistutaan selvittämään rikkoutuneen komponentin elinaika. Korjaava kunnossapito on toiminto, mikä tapahtuu vikaantumisen jälkeen. Kun viat korjataan ajoissa, yllättävien rikkoutumisten todennäköisyys pienenee. (Väänänen ym. 2003, 11–13.)

Parantava kunnossapito on jaettu kolmeen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä on komponenttien päivittäminen uudemmilla. Toinen ryhmä pitää sisällään uudelleensuunnittelun, jolloin pyritään kasvattamaan koneen luotettavuutta. Kolmannen ryhmän tavoitteena on parantaa suorituskykyä. (Väänänen ym. 2003, 11–13.)

#### 4.2.1 Tehokkuus

Tehokkuus on resurssien kohdistamista oikeaan tekemiseen sekä korkeaa käyttöastetta. Tuotantoprosessien tehostamiseen kiinnitetään huomiota kilpailukyvyyn säilyttämiseksi ja kilpailuedun lisäämiseksi. Lähtökohtana on tunnistaa tuotantoprosessin osat ja niiden tehokkuutta mittaavat mittarit. Yleisemmin tehokkuuden mittarina käytetään OEE-lukua eli Overall Equipment Effectiveness. OEE-luku kertoo yrityksen, tuotantolinjaston tai tuotantokoneen tehokkuuden prosenttilukuna. Suomessa OEE tunnetaan parhaiten terminä KNL eli käytettävyys, nopeus ja laatu. KNL-luku on yksi tärkeimmistä tunnusluvuista kunnossapidossa, sen avulla voidaan saada selville mistä koneiden ja laitteiden häiriöt johtuvat. (Kauppinen 2012, 10- 15.)

$$\text{Käytettävyys} = \frac{\text{suunniteltu käyntiaika} - \text{seisokkiaika}}{\text{suunniteltu käyntiaika}} \quad (1)$$

$$\text{Nopeus} = \frac{\text{valmistuneet tuotteet}}{\text{teoreettisesti paras mahdollinen saanto}} \quad (2)$$

$$\text{Laatu} = \frac{\text{valmistetut tuotteet} - \text{hylätyt tuotteet}}{\text{valmistetut tuotteet}} \quad (3)$$

$$\text{KNL - luku} = \text{käytettävyys} * \text{nopeus} * \text{laatu} * 100 \% \quad (4)$$

Tuotanto toimii tehokkaasti, jos OEE-luku on yli 80 %. Tällöin puhutaan "World Class"-tasosta. Tällöin linjat toimivat tehokkaasti, tauot on jaksotettu sekä huollot ja korjaukset ovat nopeita. Käytettävyyteen, nopeuteen ja laatuun vaikuttavat kuusi suurta hävikkiä. Näitä hävikkejä ovat odottamattomat laiteviat, lyhyet pysähdykset prosessissa, asetukset, alentunut käyntinopeus, korjausta vaativat huonolaatuiset tuotteet sekä huonolaatuisten tuotteiden määrä. (Kauppinen 2013, 10–15.) Yrityksen valuprosessi toimii kohtuullisen tehokkaasti, mutta tehokkuutta olisi kuitenkin vielä mahdollista parantaa merkittävästi. Tehokkuuden lukuja ei voida esittää johtuen yrityssalaisuudesta.

## 5 KEHITTÄMISEHDOTUKSET

Työ eteni systemaattisesti tutkimustyölle määritellyistä tavoitteista. Lähdeaineisto valittiin tavoitteiden mukaan. Tämän työn tekijän pitkä työura yrityksessä auttoi kehitysehdotusten eteenpäin viemistä. Kaikkia kehitysehdotuksia ei ollut työn loppuunsaattamisen aikana mahdollista toteuttaa nopealla aikavälillä. Kehitysehdotukset suositellaan kuitenkin ottamaan huomioon tulevia muutoksia suunniteltaessa.

### 5.1 Työvaiheiden hukat

Työ aloitettiin mittaamalla eri työvaiheiden tahtiaikoja. Tuotantolinjasto on laajasti automatisoitu, joten pidettiin tärkeänä keskittyä työn alussa linjaston kokonaisuuden sijasta linjaston eri työvaiheisiin. Koska linjastossa valmistetaan eri tahtiajan omaavia tuotteita, kuvattiin työvaiheet videolle. Työvaiheet kuvattiin useamman kerran. Eri kerroilla tahtiaika heitteli suuresti. Kuvauskertoja oli kymmenen ja jokainen video kuvattiin eri päivinä. Tällöin työpisteellä työskentelevät työntekijät sekä itse tuotteet vaihtuivat. Videoinnin avulla onnistuttiin pilkkomaan eri työvaiheet tarkasti ja laskemaan keskiarvo käytetystä ajasta. Videoiden kuvaamiseen pyydettiin jokaisella kerralla lupa työntekijöiltä. Videot eivät missään vaiheessa tule julkiseen jakeluun, vaan toimivat ainoastaan tahtiaikojen tarkastelussa.

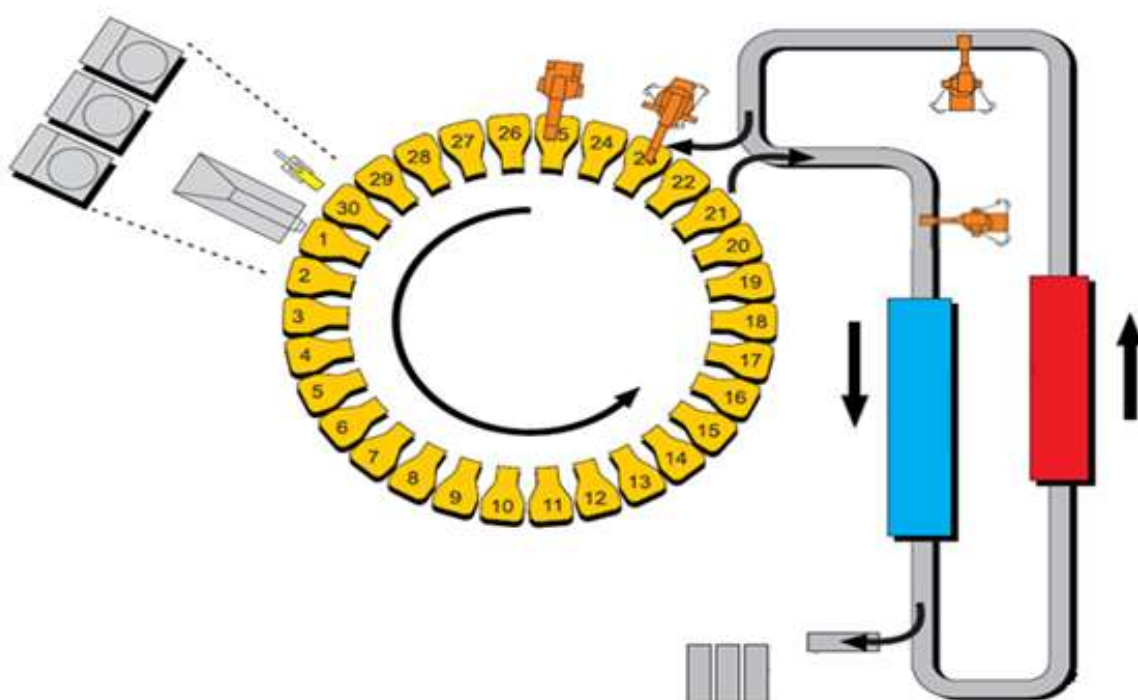
Videoinnin avulla onnistuttiin hahmottamaan hukkaa aiheuttavia tekijöitä sekä tunnistamaan linjastossa esiintyvä pullonkaula. Erityisesti tarkastelussa kiinnitettiin huomiota työvaiheisiin: kulutuspohjan asennus, lämmitysuni sekä pursaus ja tarkistus. Edellä mainituissa kolmessa työvaiheessa työtahti vaihteli suuresti.

Torkkolan (2015, 28–30) mukaan tehokkuuden nostaminen tulisi aloittaa etsimällä prosessin pullonkaula. Tämän vuoksi työ aloitettiin keskittymällä pullonkaulaan. Ennen pullonkaulan työtahdin vakiinnuttamista muiden työvaiheiden tehokkuuden nostaminen ei ole suotavaa, koska silloin tuotannon virtaus ei ole tasaista.



### 5.1.1 Pursaus ja tarkistus MiniFactory-radalla

Tuotantolinjaston viimeiset työvaiheet pitävät sisällään pursauksen ja tarkistuksen. Näissä työvaiheissa suoritetaan tuotteen lopullinen hyväksyminen ennen seuraavaa työskentelypistettä. Mikäli tuotteen laatu kulutuspohjan osalta ei ole määriteltyjen kriteerien mukainen, tuote käsitellään linjastossa uudestaan. Tarkistuksessa käydään läpi tuotteen laatu ja suoritetaan kosmeettiset korjaukset. Näissä työvaiheissa tahtiaika vaihtelee suuresti. Työvaihe on tuotantolinjaston pullonkaula, sen kapasiteetti on muita työvaiheita alhaisempi. MiniFactory-radassa oleva puskuri auttaa korvaamaan pursauksessa ja tarkistuksessa menetetyn työajan muille työvaiheille, mutta tämä estää muiden työvaiheiden nopeuttamisen. Tämän vuoksi linjastossa on tärkeää pitää pullonkaulavaihe koko ajan käynnissä. Mikäli pullonkaulavaihe pysähtyy, pysähtyvät samanaikaisesti myös linjaston muut työvaiheet.

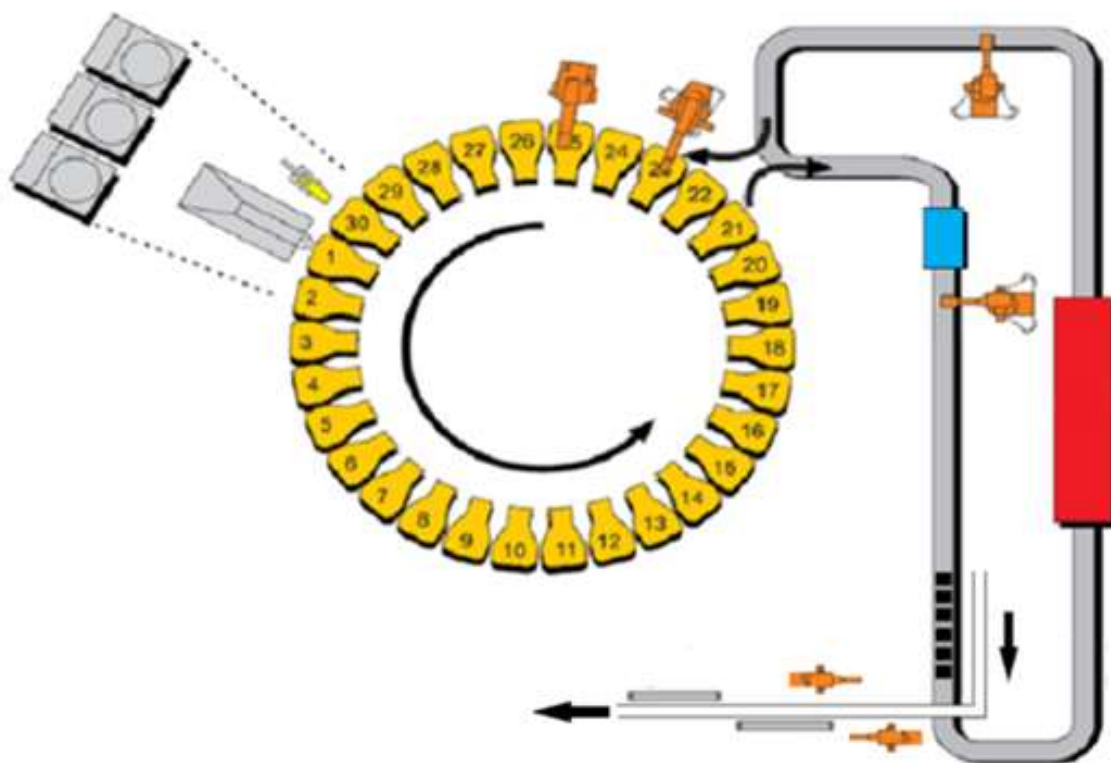


Kuvio 8 Valuprosessi ennen muutosta

Jalkineiden pursaus suoritettiin yksi jalkine kerrallaan -toimintatavalla. Jokaiseen toimintoon kului siirtymäaika linjastolle, siirtymäaika takaisin pursauspisteelle sekä itse pursaukseen kulunut aika. Työssä tutkittiin mahdollisuutta muuttaa toimintoa siten, että työntekijä työstäisi kuusi jalkinetta kerrallaan. Tätä kutsuttiin toimintatavan muuttamiseksi.

Toimintatavan muutos mahdollistaisi ajallisesti yhden jalkineen pursauksen siirtämisen suoraan tarkistukseen, jossa jalkineen pursaus suoritettaisiin. Tämän mahdollistaa se, että yrityksellä on käytössä useampi pursauskone. Työssä laskettiin siirtymiin ja pursaukseen kulunut aika kuvatussa videomateriaalista, ottaen huomioon näistä laskettu keskiarvo. Näitä laskelmia käytettiin hyväksi tarkastellessa kuusi jalkinetta kerralla -toimintatapaa.

Toimintatavan muuttamisen ongelmaksi muodostui kuitenkin tilanpuute. Jäähdytysuunit eivät olleet käytössä ja suurin hyöty käytössä olevista jäähdytysuuneista oli pursausrobotille. Jäähdytysuunit oli sijoitettu alun perin väärään paikkaan. MiniFactory-linjasto ei tarvitse toimiakseen tehokkaasti kahta jäähdytysuunia. Tilaa löytyi tarpeeksi, kun toinen jäähdytysuuni poistettiin.



Kuvio 9 Valuprosessi muutoksen jälkeen

Uuden toimintatavan suurin hyöty olisi itse työntekijöille, jolloin he onnistuisivat välttämään turhia liikkeitä. Uusi toimintatapa vaatisi toimiakseen uuden kuljettimen käyttöönoton. Tulevaisuutta ajatellen, kuljetin on mahdollista yhdistää seuraavaan työvaiheeseen. Muutos vähentäisi turhia siirtoja, ylimääräistä käsittelyä, turhaa varastointia ja odottamista.

### 5.1.2 Kulutus pohjan asennus suoravalukoneella

Työntekijät pysyvät hyvin työtahdissa mukana kulutus pohjan asennuksessa suoravalukoneella. Erityisesti huomiota kiinnitettiin työntekijöiden turhiin liikkeisiin ja kiertoliikkeisiin kulutus pohjia haettaessa sekä asennettaessa. Kulutus pohjat ovat työntekijöiden takana olevassa rullakossa, minkä täydennyksestä työntekijät itse huolehtii, ajan salliessa. Tarvittavat työkalut sijaitsevat muutaman metrin päässä. Työntekijät huolehtivat myös muotinvaihdosta. Vaihdetun muotin työntekijät hakevat muutaman metrin päästä.

Työpiste on tilava, mutta huonosti sijoiteltu. Työntekijät joutuvat liikkumaan työpisteellään paljon. Poistamalla turhaa liikettä, työpisteelle tulisi ottaa käyttöön helposti kuljetettavia ja kevyitä kärriä, joihin pystytään kiinnittämään korit tarvittavia työkaluja varten. Esimerkiksi muotinvaihdon aikana työntekijät voivat siirtää kärryn lähelle omaa työpistettään. Näin kurkottaminen sekä turha liikkuminen vähentyisi.

Muotinpuhdistus oli yksi linjastossa esiintyvistä häiriöistä. Muotti on kovassa kulutuksessa, minkä takia muottiin tarttuu jonkin verran pohjamateriaalia pitkän käytössä olon jälkeen. Kulutuspuhdistuksessa työskentelevät työntekijät huolehtivat muotin puhdistamisesta teräsvillan avulla. Käytössä oleva teräsvilla on karheudeltaan 00. Alumiinipinnoitteen omaava muotti suositellaan puhdistettavan hienoimmalla teräsvillalla, mikä on karheudeltaan 0000. Liian suuren karheuden omaava teräsvilla vaurioittaa muotin pintaa ja näin muottiin tarttuu enemmän pohjamateriaalia. Yksi ratkaisu esiintyvään ongelmaan olisi mahdollinen muotin pinnoittaminen, jolla estäisi pohjamateriaalin tarttumisen. Tätä mahdollisuutta tutkitaan.

### **5.1.3 Lämmitysuuni suoravalukoneella**

Lämmitysuunin tarkoitus on lämmittää kulutuspuhja ennen lestin painautumista muottiin. Suoravalukoneen tahti aika on sama lämmitysuunin kanssa. Tämän vuoksi suoravalukonetta ei pystytä nopeuttamaan. Tutkimus aloitettiin kuvaamalla lämmitysuunin toiminta videolle ja huomioimaan jokainen liike. Itse lämmitysuunin aktivointia ei pystytä nopeuttamaan, mutta liikettä pystytään. Liikkeiden nopeuttamiseen löytyi selkeitä parannuskohtia. Lämmitysuunin liikenopeutta pystytään säätämään sylinterin säädöllä ja lukituksella sekä pikapoistoventtiilin lisäyksellä. Tällä nopeutuksella ei ole vaikutusta muihin suoravalukoneen työvaiheisiin. Tahti aikaa ei voida esittää johtuen yrityssalaisuudesta.

## 5.2 Häiriöiden seurantataulukko

Olemassa oleva järjestelmä ei kyennyt määrittelemään häiriötilanteissa esiintyvien häiriöiden syitä, ainoastaan häiriöminuuttien kokonaismäärän päiväkohtaisesti. Huomioitavaa oli, että valuprosessi piti sisällään kaksi eri linjastoa, suoravalukoneen sekä MiniFactory-linjaston. Yritys halusi yhtenäisen seurantataulukon, minkä kirjaaminen tapahtuisi työn ohessa, ajan salliessa. Häiriöiden seurantataulukko suunniteltiin yhdessä työntekijöiden kanssa, jolloin varmistettiin heille sopivin tapa toimia. Molemmat linjastot päätettiin yhdistää samaan seurantataulukoon, koska taulukon täyttäjänä toimii sama henkilö. Tällöin seurannan täyttö pysyi mahdollisimman selvänä ja helppona.

Häiriösyöt otettiin aluksi vanhasta tietokannasta viiden vuoden takaa eli lähdettiin liikkeelle aivan alusta, koska päivitettyä tietoa häiriösyistä ei ollut. Seuranta lähti hyvin käyntiin. Työntekijät omaksuivat perehdytyksen avulla häiriöiden kirjaamisen taulukkoon hyvin. Seurannan edetessä kuitenkin huomattiin yhdessä työnjohdon kanssa, että vanhat häiriösyöt eivät vastanneet enää päivitetystä tuotantolinjastossa esiintyviä häiriöitä. Työntekijöillä oli ongelmia sopivan häiriösyyn löytämisessä. Häiriösyöt käytiin läpi yhdessä tuotantolinjaston esimiesten ja työntekijöiden kanssa, jolloin häiriösyöt saatiin vastaamaan paremmin todellisuutta. Tämä mahdollisti myös tiettyjen häiriösyiden avaamisen pienempiin osiin, jolloin itse juurisyiden hahmottamisesta tuli mahdollista.

Häiriöiden seurantataulukon luonti onnistui erittäin hyvin ja tämän vuoksi samainen taulukko on otettu käyttöön myös toisessa vastaavanlaisessa valuprosessissa. Häiriö 1 nousi voimakkaasti esille kaikkien häiriöiden joukosta.

## Häiriösyitä ei voida esittää johtuen yrityssalaisuudesta

Kuvio 10 Häiriöt vuonna 2017

### 5.2.1 Häiriö 1

Häiriö 1 oli suurin häiriöminuuttien aiheuttaja linjastossa. Häiriö 1 on ollut jo kauan esillä ollut ongelma, mutta vasta häiriöiden seuranta paljasti sen suuruuden. Häiriö 1 aiheutuneet häiriötilanteet ovat yleensä pitkäkestoisia tilanteita, joihin useasti tarvitaan huollon apua. Häiriöt kuitataan väliaikaisilla toimenpiteillä mahdollisimman nopeasti takaisin toimintakuntoon, mutta lopullista korjaavaa toimenpidettä häiriön poistamiseksi ei ole löydetty.

Ongelman suuruus vaati systemaattisen ja laaja-alaisen ongelmanratkaisun, johon osallistui kaikki ongelman parissa työskentelevät henkilöt. Väliaikaiset korjaavat toimenpiteet, varsinkin niiden pitkittyminen, olivat seuraus siitä, miksi työssä lähdettiin miettimään jatkuvan parantamisen eri menetelmiä ja niiden työkaluja. Lean-lähdeaineistoa apuna käyttäen päädyttiin systemaattiseen ongelmanratkaisuun. Tärkeää oli löytää sopiva työkalu, jota pystyttäisiin onnistuneesti hyödyntämään myös yrityksen lattiatasolla eli eri tuotannon ja varaston linjastoissa. Tämän vuoksi päädyttiin A3-ongelmanratkaisuprosessiin. A3-ongelmanratkaisukaavio löytyy liitteestä 3. Jotta saavutetaan tehokkain hyöty systemaattisesta ongelmanratkaisusta, päätettiin ottaa käyttöön myös 5 x miksi -kaavio, minkä avulla pystyttiin yksinkertaisesti selvittämään juurisyyt. 5 x miksi -kaavio löytyy liitteestä 4. Yhdessä A3-ongelmanratkaisukaavio ja 5 x miksi -kaavio saivat aikaan tehokkaan toimintatavan ongelman ratkaisussa.

Molemmat kaaviot sijoitettiin tuotannossa sijaitsevaan laatunurkkaukseen. Laatunurkkauksessa ovat näkyvillä eri osastojen mittarit ja kehitysprosessien suunnitelmat sekä saavutetut tavoitteet. Laatunurkkauksessa pidetään myös päivittäiset osastonpalaverit. Laatunurkkauksesta löytyy tyhjiä A3- ja 5 x miksi -lomakepohjia. Tulostettavat lomakepohjat löytyvät myös yrityksen tietokannasta. Tuotannon ja varaston toimihenkilöt koulutettiin käyttämään A3-ongelmanratkaisukaaviota ja 5 x miksi -kaaviota oikein.

### **5.3 Andon-valot**

Linjastossa tapahtuvat häiriöt tapahtuvat pääosin suoravalukoneella. Tämä tieto ei näy MiniFactory-radalla. Useimmiten häiriötilanne havaitaan MiniFactory-radalla, kun työt loppuvat. Radalla oleva pushuri pitää tiedon piilossa pitkään.

Jotta tieto mahdollisesta häiriötilanteesta saavuttaisi mahdollisimman nopeasti linjaston kaikki työntekijät, esimiehet sekä huoltotiimin, tulisi linjastolle asentaa Andonin mukaisesti merkkivalot. Merkkivalojen avulla linjastossa työskentelevät työntekijät voisivat ilmaista muille työntekijöille linjan pyörivän normaalisti (vihreä valo) tai pienestä säätämisestä tai odottamisesta johtuvan viiveen (keltainen valo). Lisäksi voidaan ilmaista muille linjan pysäyttämisen aiheuttavasta häiriöstä (punainen valo). Punaisen valon syttyminen voidaan yhdistää älypuhelimeen, jolloin tieto saavuttaisi tarvittavat henkilöt heti. Valo tulisi sijoittaa sellaiseen paikkaan linjastossa, että linjaston tilanne on mahdollista havaita jo kaukaa.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Lean on laaja-alainen muutosprosessi, jonka perusedellytys on tiimityö. Tiimityö edellytti tässä työssä uuden toimintatavan oppimista jatkuvan parantamisen ja ongelmaratkaisujen parissa. Kehitysehdotukset otettiin erittäin hyvin vastaan ja osaa ehdotuksista on otettu käytäntöön jo laajemmassa mittakaavassa.

Kehitysehdotukset olivat tulosta onnistuneesta kvalitatiivisesta tutkimuksesta sekä toimintatutkimuksesta. Kehitysehdotuksien avulla tuotannon valuprosessin tehokkuutta onnistuttiin nostamaan. MiniFactory-radon pursaus ja tarkistustyövaiheen tuotteiden valmistusmäärää onnistuttiin nopeuttamaan toimintatavan muutoksella teoreettisesti noin 15 prosenttia, pullonkaulasta huolimatta. Muutoksen myötä myös muiden työvaiheiden tahtiajan nopeuttaminen oli mahdollista. Tämä mahdollisti sujuvan virtauksen koko prosessissa. Tällöin valuprosessin tehokkuutta oli mahdollista nostaa merkittävästi. Tehokkuuden lukuja ei voida esittää johtuen yrityssalaisuudesta.

Tässä kohtaa täytyy kuitenkin muistaa, että lisääntyvä valmistusmäärä vaatii asteittaisen nostamisen, jolloin löydetään kultainen keskitie. Muutoksessa pitää ottaa huomioon ensisijaisesti tarve ja laatu, mutta myös kiinnittää huomiota koneiden ja laitteiden parantavaan ja ennalta ehkäisevään kunnossapitoon, raaka-aineiden saantiin sekä uuden toimintatavan sisäistämiseen käyttäjien keskuudessa.

Tehokkuus ei kuitenkaan ole vain valmistusajan nopeuttamista, vaan myös työntekijöiden motivaation ylläpitämistä. Tämän vuoksi työssä keskityttiin hukkien tunnistamiseen ja poistamiseen. Tuotantolinjastosta tunnistettiin ja poistettiin erityisesti turhasta liikkeestä ja siirtelyistä muodostuneita hukkia. Merkittävin kehitysehdotus oli häiriöiden seurantataulukko ja jatkuvan parantamisen A3-ongelmanratkaisun ja 5 x miksi -metodin kaaviopohjat, jotka kiteyttivät työntekijöiden osaamisen, oppimisen ja osallistumisen sekä tehokkaan vuorovaikutuksen.

Tämä työ on antanut tämän työn tekijälle valtavasti innostusta lähteä viemään Lean-johtamista ja -tekniikkaa laajemmassa mittakaavassa eteenpäin kohdeyrityksessä. Tieto siitä, että tekemä työ on tärkeää ja tarpeellista toimeksiantajalle oli motivoivaa.



Tämän työn tekijä sai erittäin kattavaa käytännön kokemusta kehitysprojektien eri vaiheista sekä tiimityöskentelystä. Työn aihe oli mielenkiintoinen ja erittäin mieluinen vaihtoehto, käytännönläheisyyden sekä uuden aluevaltauksen (tuotanto) vuoksi.

## LÄHTEET

- Eaton, M. 2013. The Lean Practitioner's Handbook. United Kingdom, London: Kogan Page.
- Ejendals. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Ejendals Suomi Oy. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavana: <https://www.ejendals.com/fi/>
- Haverila, J. Matti., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Johtamistekniikka Oy.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1996. Tutki ja kirjoita. Hämeenlinna: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Jyväskylän yliopisto. 2015. Koppa-sivusto. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 25.9.2017]. Saatavana: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku>
- Kauppinen, S. 2013. Tuotantokoneiden käyttötehokkuus. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 9.10.2017] Saatavana: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/52680/Kauppinen\\_Sami.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/52680/Kauppinen_Sami.pdf?sequence=1)
- Kouri, I. 2016. Lean-johtaminen ja –tekniikat tehokkaassa paketissa. Ratekoulutus. Kurssimateriaali.
- Kouri, I. 2014. LEAN taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- Lanu, J. 2017. LEAN – torju hukka. HUB logistics. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.10.2017]. Saatavana: <http://www.tervary.net/opintopaiva/Lean%20ja%20hukan%20poisto.pdf>
- Lean Manufacturing Tools. Ei päiväystä. Techniques and Philosophy. Lean and Related Business Improvement Ideas. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 28.7.2017]. Saatavana: <http://leanmanufacturingtools.org>
- Lewis, M. 2000. Lean production and Sustainable competitive advantage. International Journal of Operations & Production Management.
- Liker, J, K. 2013. Toyotan tapaan. Suomentaja Marko Niemi. Jyväskylä: Bookwell Oy.
- Torkkola, S. 2015. Lean-asiantuntijatyön johtamisessa. Suomi: Talentum Oyj.

Vuorinen, T. 2014. Strategiakirja 20 työkalua. Suomi: Talentum Oyj.

Väänänen, M., Nieminen, T. & Jokinen, J. 2013. Kunnossapidon tietojärjestelmät – osa yrityksen tiedonhallintaa. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu.

## LIITTEET

LIITE 1 Muotinvaihtoprosessi (salattu yrityksen pyynnöstä)

LIITE 2 Kärkikupinvaihtoprosessi (salattu yrityksen pyynnöstä)

LIITE 3 A3-ongelmanratkaisukaavio

LIITE 4 5 x miksi -kaavio

LIITE 1: Muotinvaihtoprosessi (salattu yrityksen pyynnöstä)

LIITE 2: Kärkikupinvaihtoprosessi (salattu yrityksen pyynnöstä)

## LIITE 3: A3-ongelmanratkaisukaavio

				<b>A3 Ongelmanratkaisu</b>			<b>ejendals</b>				
Osasto:		Pvm:									
Kone:		Tekijä:									
<b>PLAN</b> (SUUNNITTELE)	<b>KUVAA ONGELMA</b>				<b>DO (TOIMI)</b>	<b>TOIMENPITEET HETI</b>					
	Ongelma:					Nro	Toimenpide		Vastuu	OK / EI	
	Ongelma alkanut:					1					
	Laajuus/vakavuus:					2					
	Mittaus-/todentamistapa:					3					
						4					
						5					
						6					
						7					
						<b>TOIMENPIDESUUNNITELMA</b>					
<b>KUVAA TAVOITE</b>				Nro	Toimenpide		Vastuu	Tavoiteaika	Toteutunut		
				1							
				2							
				3							
				4							
				5							
				6							
				7							
<b>KUVAA PROSESSI</b>				<b>VARMISTA TULOKSET</b>							
Työkalun tunniste:											
Asetus:		<input type="checkbox"/> Määriteltyjen asetusten mukainen <input type="checkbox"/> Säädetty ja poikkeaa aiemmasta*									
		* Miten?									
Työmenetelmät:		<input type="checkbox"/> Ohjeistuksen mukainen <input type="checkbox"/> Poikkeaa ohjeistuksesta									
Raaka-aineet/komponentit:											
		Nimike	Tunniste	Huollettu (aika)							
Proessin aiempi laatutaso:											
<b>MAHDOLLISET SYYT ONGELMAAN</b>				<b>ACT (PÄIVITÄ)</b>	<b>VAKIOI JA LAAJENNA TAI ALOITA ALUSTA</b>						
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											

## LIITE 4: 5 x miksi -kaavio

<b>5 x Miksi?- juurisyiden selvittäminen</b>	
<b>ejendals</b>	
<b>Pohdi syitä ongelmaan vaikuttaneisiin asioihin</b>	<b>Vastaukset:</b>
<b>Miksi?</b>	
<b>Miksi?</b>	
<b>Miksi?</b>	
<b>Miksi?</b>	
<b>Miksi?</b>	