



Lean-työkalut hitsausprosessin apuna

Olli Eriksson

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2020

Ajoneuvotekniikka
Työkonetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikka
Työkonetekniikka

ERIKSSON, Olli:
Lean-työkalut hitsausprosessin apuna

Opinnäytetyö 35 sivua
Toukokuu 2020

Opinnäytetyössä perehdyttiin tarkemmin yritysmaailmassa yleiseen lean-filosofiaan sekä työnantaja Luvata Pori Oy:n omaan tuotantojärjestelmään. Luvata Production System on kehitetty lean-filosofiaan nojaten, käyttäen sen työkaluja, jotka tukevat yrityksen toimintaa. Luvata Pori Oy toimii koko Luvata-konsernin päätoimipaikkana. Luvata on maailman johtavia haastavien kuparituotteiden valmistajia, jonka tuotteisiin kuuluvat muun muassa jäähdytys-elementit, johdinputket ja suprajohteet.

Lean-filosofian perusteet ja työkalut yhdistettiin yrityksessä jo vallitseviin toimintamalleihin ja tätä kokonaisuutta hyödynnettiin uuden hitsaussorvin käyttöönotossa ja työpisteen suunnittelussa. Toyotan tapaan ja 14 periaatteeseen perehtyminen sekä lean-ajattelun yleinen tietämys olivat olennaisia ideoitaessa ja tutkittaessa työpisteellä vaadittavia toimia, mutta tärkeimpänä oli näiden perusteella tehty LPS ja sen käyttö yhtiön muissa osastoissa ja työpisteissä. Lean-työkaluista erityisesti 5S oli keskeinen osa työpisteen suunnittelua.

Yrityksessä jo käytössä olevat toimintamallit ja lean-ajattelun hyödyntäminen mahdollistavat uuden työpisteen ja sorvin toimimisen tehokkaasti osaston vaihtelevia projekteja. Erityisesti hukkaa aiheuttavien tekijöiden karsiminen hyödyttää koko tuotantoketjua, kun odottelu ja sen jälkeinen kiire vähenevät merkittävästi. Lean-filosofian mukaisesti toiminnot ovat jatkuvan seurannan ja kehityksen kohteena. Erityisesti uuden koneen kohdalla parannus- ja kehityskohteita löytyy, jotka korjataan niiden ilmennettyä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Vehicle engineering
Industrial vehicle engineering

ERIKSSON, Olli:
Lean tools to assist the welding process

Bachelor's thesis 35 pages
April 2020

The aim of this thesis was to become familiar with the Lean philosophy which is very common in modern industry. Luvata Pori Oy has also used Lean thinking in production for many years and the company has developed their own production system based on Lean philosophy and tools, called Luvata Production System. Luvata Pori Oy is operating as the headquarters of the company. Luvata is one of the leading manufacturers of challenging copper and other metal products. Some of the key products are cooling elements, hollow conductors and superconductor wires and cables.

The second part of the thesis was using learned basics of Lean thinking and company's operating models and ideas on planning workstation and important things to consider before starting to use new machine. Target was welding lathe which is the newest investment in department. Knowledge of the Toyota way and Toyota's 14 principles were essential when using Lean thinking and tools on designing and planning the workstation. In addition to them Luvata's own production system defines what good workstation needs and how to apply lean thinking in company's actions.

Operating models already in use in the company and utilizing Lean thinking makes it possible to use new workstation and lathe efficiently as part of the department. Especially removing factors causing losses in production benefits whole production chain because time spent waiting and hurrying after that reduces significantly. Big part of the Lean philosophy is continuous monitoring and developing. Especially with new machine there is going to be things to fix and develop that will come up in the beginning.

Key words: 14 principles, Lean, Lean thinking, LPS, TPS

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Työn tavoitteet ja rajaus	6
2	YRITYSTIEDOT	8
2.1	Luvata Pori Oy	8
2.2	Metallurgical Applications.....	9
3	LEAN-AJATTELU	10
3.1	Toyotan tuotantojärjestelmä	10
3.2	Toyotan tavoin.....	11
3.2.1	Pitkän aikavälin filosofia	12
3.2.2	Oikea prosessi tuottaa oikeat tulokset	12
3.2.3	Lisäarvon tuottaminen organisaatiota kehittämällä	14
3.2.4	Jatkuva taustaongelmien ratkominen edistää organisaation oppimista.....	15
3.3	Hukka.....	16
3.4	JIT	18
3.5	Tasoitettu tuotanto	18
3.6	5S.....	19
3.6.1	Seiri (Lajittele).....	20
3.6.2	Seiton (Järjestele).....	20
3.6.3	Seiso (Siivoa)	21
3.6.4	Seiketsu (Standardoi)	21
3.6.5	Shitsuke (Ylläpidä).....	22
4	KEHITYSPROJEKTI	23
4.1	Luvata Production System	23
4.2	Lähtötilanne.....	25
4.3	Hitsaussolu.....	26
4.4	Kehitysideat.....	27
4.4.1	5S:n soveltaminen	28
4.4.2	Visualisointi.....	29
4.4.3	Ongelmanratkaisu	30
4.4.4	Standardointi	31
4.4.5	Konetehokkuus.....	32
5	YHTEENVETO.....	34
	LÄHTEET.....	35

LYHENTEET JA TERMIT

JIT	Just In Time
LPS	Luvata Production System
MA	Metallurgical Applications
MMC	Mitsubishi Materials Corporation
OEE	Overall Equipment Effectiveness
TPS	Toyota Production System

1 JOHDANTO

Toyotan kehittämän tuotantojärjestelmän pohjalta kehitetty lean-ajattelu on laajalti levinnyt tapa kehittää yrityksen toimintaa. Filosofian perustana toimii kaiken ylimääräisen toiminnan poistaminen tuotannosta, joka ei tuota asiakkaalle lisäarvoa eli hukkaa. Hukkaa ovat muun muassa liialliset varastot, odottelu, ylituotanto tai ylilaatu, jota asiakas ei ole vaatinut. Toimintaa ohjaa asiakkaan toiveet, jotka tulee ottaa huomioon tuotannossa. Toimintojen standardoiminen selkeyttää eri työvaiheiden tehtäviä, jolloin vaihtelu pysyy mahdollisimman pienenä.

Yrityksenä Luvata Pori Oy:n tilanne on hyvin samankaltainen kuin Toyotan tilanne oli sen kehittäessä tuotantojärjestelmäänsä. Maailmanlaajuinen kilpailu, jossa yksinkertaisia tuotteita valmistetaan suuria määriä massatuotannolla halvemman työvoiman maissa pakottaa toimintojen siirtämisen haastavien tuotteiden valmistukseen, jossa erä koot ovat myös pieniä. Toiminnan ollessa projekti-kohtaista, erityisesti kohdeosasto Metallurgical Applicationissa, muuttuvia teki-joita on asiakastoiveitten takia jo riittävästi, joten kaikki muu toiminta tulee olla standardoitua, mutta myös joustavaa. Tästä syystä yritys otti vuonna 2005 käyttöön oman tuotantojärjestelmänsä, joka pohjautuu lean-filosofiaan.

1.1 Työn tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön kohteena on osastolle hankitun hitsaussorvin käyttöönotossa tarvittavat asiat lean-ajattelun ja yhtiön oman tuotantojärjestelmän kannalta ajateltuna. Työpisteen ja koneen ollessa uusia ja toiminnan ollessa vasta alussa, on nämä asiat helppo ottaa huomioon, koska jälkikäteen tehtävät muutostyöt ovat usein vaikeampi ja toteuttaa tuotannon ollessa jo päällä. Samalla työ toimii perehdytyksenä lean-filosofian ja LPS-tuotantojärjestelmän peruseriaatteisiin. Mahdollisissa tulevilla LPS-projekteissa toimii henkilöitä eri osastoilta ja työtehtävistä, joten jokaisen työntekijän tietämys sen periaatteista ja tavoitteista on äärimmäisen tärkeää. Näin tehtävä opinnäytetyö tukee muitakin toimia, kuin vain kohteena olevaa työpisteen käyttöönottoa.

Käyttöönoton ollessa vasta alussa, toimii tämä työ lähinnä ohjeena ja suunnitelmana. Muutostyöt suoritetaan osastolla aluevastaavan toimesta, joka tekee osastolla tarvittavat hankinnat ja hankkii tarvittavan alihankinnan, kuten sähkömiehen tai maalarin. Varsinaisen tuotannon alkaessa aletaan saada lukuja laitteen tuotannosta, kuten tiettyjen putkikokojen läpimenoaikoja, jotka puolestaan mahdollistavat tuotannon seuraamisen ja läpimenoajan huomioonottamisen projektiaikataulujen tekemisessä. Varsinaiseksi LPS-projektiksi yhden pienehkön koneen käyttöönotto on liian pieni. Tosin mahdollisesti tulevaisuudessa koko osaston toimintaan liittyvässä projektissa tätä työtä ja sen kirjoittaessa opittuja asioita voidaan käyttää hyväksi osana projektiryhmää, jonka vetäjänä toimii projekteista vastaava LPS-koordinaattori.

2 YRITYSTIEDOT

Luvata on maailmanlaajuinen haastavien metallituotteiden valmistukseen erikoistunut yhtiö. Pääasiallisena materiaalina on kupari, jota käytetään nykyään hyvin monissa eri kohteissa. Tämän takia yhtiön toiminnot on jaettu omiin osa-alueisiinsa, jotka vastaavat kyseisistä toiminnoista. Luvata työllistää maailmanlaajuisesti noin 1400 työntekijää 7 eri maassa. Tehtaita on yhteensä 12 tasaisesti ympäri maailmaa, jotta mahdollinen toiminta paikallisten asiakkaiden kanssa olisi mahdollisimman helppoa. Yhtiön historia yltää vuodelle 1910, jolloin Outokummusta löytyneen kupariesiintymän takia perustettiin Outokummun tehtaat. Sotien vuoksi tehdas kuitenkin siirrettiin länsirannikolle ja Poriin. Outokummun luopuessa kuparituotannosta siirtyi yhtiö sijoitusyhtiön Nordic Capitalin omistukseen. Samalla nimeksi vaihtui nykyään käytössä oleva Luvata. Yhtiön nykyinen omistaja on Mitsubishi Materials Corporationia, joka on myös suuri metalliteollisuuden tekijä. MMC on laajempialainen yhtiö kuin Luvata. Kuparituotteiden lisäksi sen tuoteryhmiin kuuluvat muun muassa elektroniikka, koneistusratkaisut, tutkimustyö sekä sementit. (Luvata 2018)

2.1 Luvata Pori Oy

Luvata Pori Oy on Porin alueen yksi suurimmista teollisuuden työllistäjistä. Tehdalla on täällä hetkellä (2019 Heinäkuu) noin 350 työntekijää. Tehdas sijaitsee Porin itäreunalla Kokemäenjoen varrella kupariteollisuuspuistossa, jossa toimii myös muita suuria alan yrityksiä. Porin toimipiste toimii samalla yhtiön päätoimipisteenä, josta käsin johdetaan koko yhtiön toimintaa. Tehdas toimii myös monien muiden tehtaiden tukena valmistamalla puolivalmisteita, jotka toimitetaan kohdemaiden tehtaille viimeisteltäviksi. Suurimpia tuoteryhmiä Porissa ovat metallurgiset komponentit, johdinputket, suprajohtimet, erilaiset profiilit ja langat, joita käytetään esimerkiksi aurinkopaneelien valmistuksessa. Tärkeimmät markkina-alueet ovat auto-, elektroniikka-, energia- ja kaivosteollisuus. Johdinputkea toimitetaan erityisesti terveydenhuollon toimijoille, sillä se on yksi modernien magneettikuvauslaitteiden komponenteista. (Luvata 2019)

2.2 Metallurgical Applications

Opinnäytetyön kohteena ollut osasto Metallurgical Applications eli MA on kaikista muista Luvatan osastoista poikkeava, sillä sen toiminta on täysin projektiluonteista. Näin ollen varsinaisia omia tuotteita ei ole vaan kaikki tehdään asiakkaiden tilausten mukaan. Yleisimmät tuotteet ovat erilaiset kupariset jäähdytys-elementit liekkisulatus- ja masuuniuuneihin. Sulatusuunien lisäksi merkittävät kohteet ovat erilaiset metallien jalostuslaitokset. Elektrolyysissä tarvittavat virtakiskot ovat erilaisista kupariprofiileista valmistettuja. Elementtien ja virtakiskojen valmistamisen lisäksi mahdolliset asennustyöt paikan päällä kuuluvat tarjottaviin palveluihin. (Luvata 2019)

Monissa eri työvaiheissa hyödynnetään laajaa alihankintaverkostoa, johon kuuluvat niin Luvatan eri osastoja ja muita kupariteollisuuden yrityksiä, joista hankitaan esimerkiksi tarvittavat raaka-aineet. Alihankkijoiden seuraaminen, kilpailuttaminen ja valitseminen ovat näin ollen projektitoimitusten olennainen osa-alue. Osaston vahvin osaamisalue on kuparin hitsaaminen, joka suoritetaan omien hitsareiden tekemänä. Yleisimmät hitsaukset ovat putkien, tulppien ja joissain tapauksissa tarvittavat teräsosien kokoon hitsaamiset. Mahdolliset osien ja elementtien kokoonpano ja pakkaaminen suoritetaan myös osastolla. (Luvata 2019)

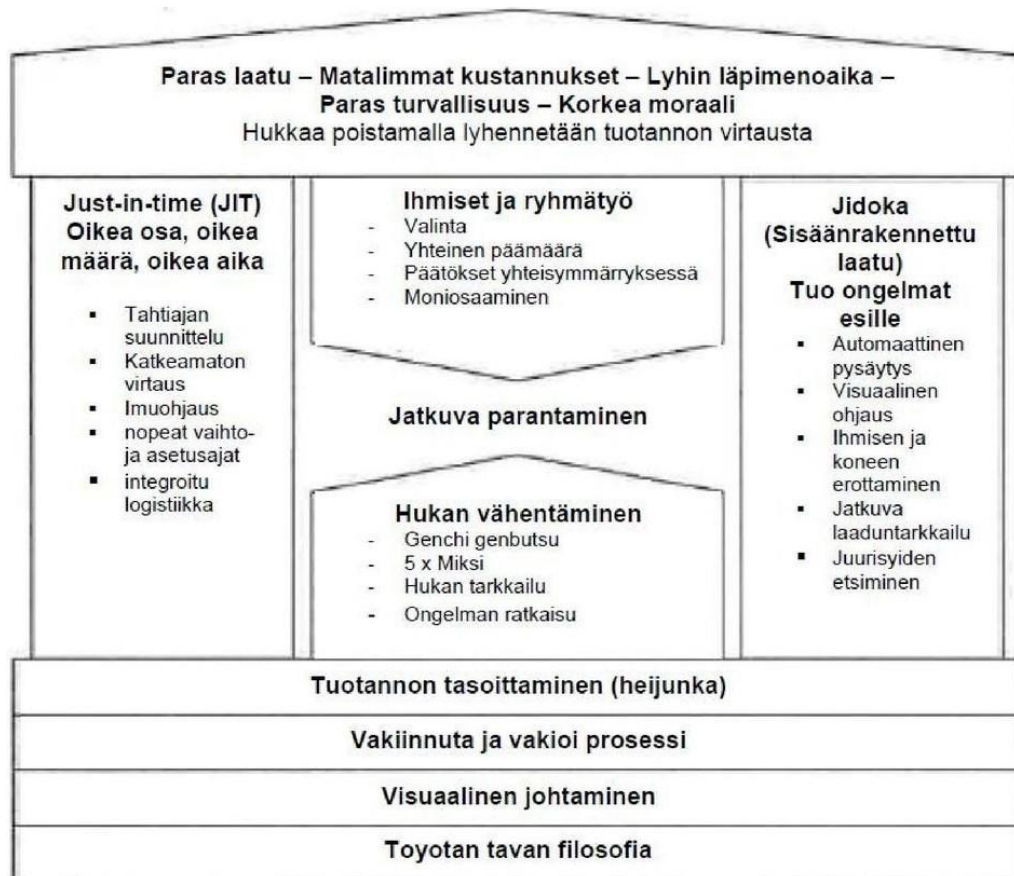
3 LEAN-AJATTELU

Lean-ajattelu on lähtöisin Toyotan kehittämästä tavasta ohjata ja hallita tuotantoaan. Laajemmalle huomiolle se nousi Massachusetts Institute of Technologyn tutkimuksiin pohjautuvan kirjan *The Machine that Changed the World* myötä. Kirja perehtyi japanilaisten ja länsimaisten autovalmistajien eroihin erityisesti valmistajien tehokkuuden eroihin. Lean pohjautuu jo toisen maailmansodan jälkeen kehitettyyn Toyota Production Systemiin eli Toyotan omaan tuotantojärjestelmään. (Womack 1990: 11)

Toisen maailmansodan jälkeen Toyotan tilanne poikkesi huomattavasti kilpailijoistaan. Erityisesti Yhdysvalloissa Fordilla ja General Motorsilla käytössä ollut massatuotanto, jossa samoja valmistettiin suuria määriä ja näin kustannukset saatiin erittäin pieniksi. Toyotan markkina-alue oli kuitenkin huomattavasti pienempi ja talouden vasta elpyessä eräkoot pysyivät pieninä. Samalla uudelleenrakentamiseen vaadittiin paljon erilaisia malleja. Tilanteessa havaittiin, että parhaat tulokset saavutettiin joustavilla tuotantolinjoilla ja panostamalla laatuun. (Liker 2006: 7-8)

3.1 Toyotan tuotantojärjestelmä

Toyotan toimintojen laajentuessa tarvittiin dokumentoitua materiaali Toyota Production Systemistä, jotta uudet työntekijät ja alihankkijat pystyttäisiin perehdyttämään ja opettamaan samojen periaatteiden käyttämiseen. Tuotantojärjestelmä kuvattiin TPS-talokaaviona, josta havaitaan keskeiset arvot ja periaatteet. Jokainen talon osa tulee olla vahva, koska yksikin heikko osa vaarantaa koko talon vakauden. TPS-taloa kannattelevina pilareina toimivat JIT ja sisäänrakennettu laatu. Pilareiden sisältä löytyvät molempien periaatteiden menetelmiä, joiden mukaan ne toimivat. (Liker 2006: 32-33)



KUVA 1. TPS-talo (Like 2006:33)

Olennainen osa TPS-talossa ovat sen keskiössä olevat ihmiset. Vain motivoitunut ja koulutettu henkilökunta mahdollistaa jatkuvan parantamisen, sillä mahdolliset hukat ja ongelmat tulee havaita nopeasti, jotta niihin voidaan tehokkaasti etsiä ratkaisuja. (Liker 2006: 33)

3.2 Toyotan tavoin

Toyotan tapa on yhtiön alun perin opetuskäyttöön tarkoitettu filosofia, jolla laajentuvan yrityksen uusille työntekijöille ja alihankkijoille opetettiin Toyotan keskeisiä arvoja. Toyotan tapa eroaa Toyotan tuotantojärjestelmästä siinä, että Toyotan tavan periaatteiden noudattaminen mahdollistaa TPS:n toimimisen oikeallisesti. Eri periaatteita on 14, jotka voidaan jakaa neljään eri pääluokkaan. Haluttuihin tavoitteisiin päästään vain, jos jokaista periaatetta noudatetaan. Erittäin kokonaisen pääluokan sivuuttaminen vie pohjan koko järjestelmästä. (Liker 2006: 36)

3.2.1 Pitkän aikavälin filosofia

Periaate 1: Päätösten tekeminen pitkän tähtäimen filosofian pohjalta. Huomioon tulee kuitenkin ottaa myös lyhyen aikavälin taloudelliset tavoitteet. Yleisesti ajatellaan, että yrityksen päätarkoitus on tuottaa rahallista voittoa omistajilleen. Toivotan periaatteen tavoitteena on kulkea kohti parempaa työpaikkaa ja yritystä, joka on kilpailukykyinen myös tulevaisuudessa ja tarjoaa työntekijöilleen vakaan työpaikan. Saadut voitot yritys käyttää investointeihin ja toiminnan kehittämiseen, jotka mahdollistavat toiminnan tulevaisuudessa. (Liker 2006: 37)

3.2.2 Oikea prosessi tuottaa oikeat tulokset

Periaate 2: Jatkuva prosessien virtaus. Keskeisenä tavoitteena on minimoida tuotannossa muodostuvaa hukkaa, joka ei tuota lisäarvoa kenellekään. Samalla mahdolliset ongelmat on haastavampi havaita ja korjata. Hukka käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.2. (Liker 2006: 87-95)

Periaate 3: Imujärjestelmien käyttö ylituotannon välttämiseksi. JIT periaatteen mukaan tuotteita tulee tuottaa vain asiakkaan toiveiden mukaan. Näin niitä ei valmisteta liikaa tai liian ajoissa, jolloin hukan määrä kasvaa tuotannossa. Valmiita tuotteita varastoidaan mahdollisimman vähän, jos lainkaan. Imujärjestelmät ehkäisevät myös mahdollisia myöhästymisiä varmistamalla, että tarvittavia raaka-aineita on aina riittävästi ja varastot ovat oikealla tasolla. (Liker 2006: 104-109)

Periaate 4: Työmäärien tasapainottaminen. Tuotannossa eri työvaiheisiin ja tuotteisiin kuluva aika vaihtelee suuresti. Työntekijöitä tai koneita ei saa kuitenkaan ylikuormittaa. Vaihtelu voi aiheuttaa myös alituotantoa, jolloin koneet seisovat ilman töitä. Kaikki tämä on hukkaa, joka tulisi poistaa tuotannosta. Tasoitettu tuotanto on tarkemmin esitelty kohdassa 3.4. (Liker 2006: 113-116)

Periaate 5: Työpaikalle tulee luoda kulttuuri, jossa mahdollisiin ongelmiin puututaan tehokkaasti. Prosessissa ilmeneviin ongelmiin, kuten laatuongelmat, on paljon tehokkaampaa korjata välittömästi prosessin aikana kuin suorittaa korjaavat toimenpiteet vasta sen jälkeen, kun tuote on käynyt läpi koko prosessin. Nopea reagoinnin ja korjausliikkeiden myötä ongelma tulee korjattu heti ensimmäisellä kerralla eikä se pääse vaikuttamaan useaan otteeseen. Toimiakseen periaate vaatii motivoituneen ja koulutetun henkilöstön, joka puuttuu ja ratkaisee ilmenneet ongelmat. (Liker 2006: 130-136)

Periaate 6: Työtehtävien standardointi mahdollistaa jatkuvan parantamisen ja työntekijöiden sitoutumisen. Prosessin ja työvaiheiden kehittäminen ja tehostaminen on mahdotonta, jos niitä ei ole määritelty tarkasti. Kirjattuna tulee olla tiedot tehtävästä, kuten kesto, työvaiheet, työkalut ja mahdolliset tarveaineet. Tämäkin periaate vaatii toimenpiteisiin sitoutuneita työntekijöitä, jotka noudattavat määriteltyjä ohjeita. Toyotan tapa kuitenkin ottaa myös työntekijöiden toiveet huomioon ottamalla heidät mukaan tehtävän standardoimiseen. Näin suunnitellut toimet perustuvat työntekijöiden kokemukseen, esimerkiksi tehtävästä ei tehdä liian monimutkaista ilman syytä. (Liker 2006: 140-143)

Periaate 7: Visuaalista ohjausta käyttämällä ongelmat eivät piiloudu. Oikein toteutettuna ohjaus on niin yksinkertainen, että jokainen työntekijä voi nopeasti katsomalla nähdä kuinka työpisteen tehtävät suoritetaan oikein standardoidulla tavalla. Samalla työntekijä voi varmistaa, että työ tulee tehtyä hyvin ja tehokkaasti. Tarvittavien työkalujen ja tarveaineiden löytäminen ei vie ylimääräistä aikaa, kun niiden paikat on merkattu selkeästi. Visuaaliset ilmaisimet helpottavat myös esimiesten tehtävää, kun ongelmat ja normaalista poikkeavat tilanteet havaitaan välittömästi, jolloin niihin voidaan puuttua nopeasti. (Liker 2006: 149-157)

Periaate 8: Vain luotettavan ja testatun teknologian käyttäminen palvelee ihmisiä ja prosesseja. Prosessien standardointi ja luotettava toiminta menevät Toyotan periaatteessa uusimman teknologian nopean hyödyntämisen edelle. Uuden teknologian käyttöönotto vaatii pitkän ja kattavan testaamisen, jotta saadaan selvyys onko siitä apua ja soveltuuko se tuotannon käyttöön. Työntekijöitä tulee kuitenkin kannustaa uusien tapoihin ja teknologioihin tutustumista, sillä ne ovat

tärkeitä nopeasti kehittyvässä teollisuudessa. Käyttöönoton tulee olla hyvin tutkittu ja perusteltu, mutta hyväksynnän jälkeen sen käyttöönotto tehdään nopeasti. (Liker 2006: 160-162)

3.2.3 Lisäarvon tuottaminen organisaatiota kehittämällä

Periaate 9: Kouluta yritykseen johtajia, jotka ymmärtävät työnsä perusteellisesti, seuraavat yhtiön filosofiaa ja välittävät tietoa eteenpäin. Toyotan periaatteen mukaan uusia johtajia on parempi kouluttaa jo yrityksessä olevista henkilöistä, kuin palkata sen ulkopuolelta. Näin johtajalla ei ole pohjalla toisessa työpajassa opittuja erilaisia filosofioita, jotka voivat vaikeuttaa uusien oppimista ja käyttämistä. Tehtäviensä lisäksi johtajan on tärkeä näyttää esimerkkiä ja opastaa muita organisaation jäseniä. (Liker 2006: 173-180)

Periaate 10: Vahvista yrityksen kulttuuria kouluttamalla ihmisiä ja ryhmiä, jotka ymmärtävät yrityksen filosofiaa. Kuten edellisessä periaatteessa johtajien tuli seurata yhtiön filosofiaa, tämä periaate vaatii saamaa työntekijöiltä ja ryhmiltä. Yrityksen tavoitteet ja arvot toteutuvat, kun kaikki noudattavat samoja sääntöjä. Erityisen tärkeänä pidetään ryhmätyön opettelemista, koska niiden tehtävä on suunnitella, kannustaa ja oppia toisilta ryhmän jäseniltä. Tuloksena saadaan vahvaa ja vahva yhteinen kulttuuri, jonka ansiosta yrityksen filosofia leviää tehokkaasti. (Liker 2006: 1856-186)

Periaate 11: Kunnioita ja auta yhteistyökumppaneita ja alihankkijoita kehittämään tarjoamalla näille haasteita ja apua. Toyotalle ja monelle muullekin yritykselle alihankkijat ovat välttämättömiä. Alihankkijoita kohtaan toimitaan samoin kuin yrityksen omiakin työntekijöitä eli heiltä odotetaan halua kehittää omaa toimintaansa, ottaa vastaan haasteita ja edistää yrityksen filosofian leviämistä ja opettamista. Alihankkijaa autetaan kehittymään ja selviytymään haasteista, jolloin se kehittyy Toyotan kanssa. Olennaista yhteistyössä on myös tietojen ja uusien käytäntöjen jakaminen, jolloin molemmat yritykset hyötyvät yhteisestä toiminnasta. (Liker 2006: 208-212)

3.2.4 Jatkuva taustaongelmien ratkominen edistää organisaation oppimista

Periaate 12: Tilanteen perusteellinen ymmärtäminen vaatii paikan päällä käymistä. Toyotan periaatteen mukaan mahdollista ongelmaa ei voi todella hahmottaa ilman sen näkemistä paikan päällä. Vain omia havaintoja pidetään riittävän luotettavina eikä koneen tai muiden tekemiä raportteja. Vaikkakin tämä periaate koskee koko yrityksen organisaatiota, niin erityisesti se kannustaa johtoa käymään tuotantotiloissa tarkastamassa ongelmakohtia, jolloin heidän ja työntekijöiden käsitys tilanteesta ovat samanlaiset. (Liker 2006: 223-230)

Periaate 13: Päätökset tulee tehdä yksimielisyyden pohjalta ottaen huomioon kaikki vaihtoehdot ja toteuttaa ne nopeasti. Toyotan periaate ongelmanratkaisussa on hidas, koska jokaisen eri vaihtoehdon läpikäyminen vie aikaa, mutta näin saadaan varmuus, että valittu ratkaisu on paras mahdollinen. Pohdittaessa ratkaisua mukaan tulisi saada jokainen, jota käsittelyssä oleva asia koskee, jotta jokaisen mielipide kuultaisiin ja saataisiin kirjattua. Kattava pohjatyö ratkaisuvaiheessa lyhentää huomattavasti hyväksyntävaihetta, koska kaikki osapuolet ovat olleet jo sopimassa siitä. Pitkään kestävää päätöksentekoa tasapainottaa nopea käyttöönotto, joka toteutetaan niin pian päätöksen jälkeen kuin mahdollista. (Liker 2006: 238-240)

Periaate 14: Yrityksen organisaation tulee tehdä koko ajan oppiva arvioinnin ja jatkuvan parantamisen kautta. Keskeinen ajatus Toyotan filosofiassa on jatkuva prosessien kehittäminen, jonka avulla saavutetaan halutut tavoitteet. Kun prosessi on saatu vakaaksi, ei sitä jätetä siihen vaan jatketaan sen kehittämistä aina edelleen. Varastot tulee pitää mahdollisimman pieninä, jotta mahdolliset ongelmat ja hukat tulisivat nopeasti esiin ja niiden poistamisprosessi voidaan aloittaa nopeasti. Jokainen erillinen kehitysprojekti toimii mahdollisena oppimistilanteena, jonka virheitä ja hyviksi havaittuja tapoja voidaan soveltaa seuraavissa projekteissa. (Liker 2006: 251-252)

3.3 Hukka

Lean-ajattelussa kaikki toiminta, aika ja materiaali, jotka eivät tuota yritykselle tai asiakkaalle lisäarvoa ja aiheuttavat kustannuksia ovat hukkaa. Hukan poistaminen ja näin ollen kustannuksien pienentäminen on olennainen osa siirtymistä Leanin mukaisiin prosesseihin. Perinteisesti hukka jaetaan seitsemään eri ryhmään, jotka ovat kuljetukset, virheet, varastot, ylituotanto, odottelu, liikkuminen ja ylitekeminen. Yleinen lisäys kahdeksanneksi hukaksi on työntekijöiden taitojen ja luovuuden hyödyntämättömyys. (Drew et al. 2004:15)

1. Kuljetukset: Hyvin harvoin kaikki tuotanto tapahtuu vain yhdessä paikassa, vaan tuotetta tai sen osia täytyy siirtää paikasta tai työpisteeltä toiseen. Kuljetukset lasketaan hukaksi, koska niiden aikana prosessi ei tuota tuotteelle lisäarvoa. Työpisteiden sijainnin suunnittelulla voidaan minimoida tarvittavat kuljetukset. Kuljetusten vaikutus prosessiin korostuu erityisesti alihankkijoita käytettäessä, koska ne voivat sijaita hyvinkin kaukana alkuperäisestä toimipisteestä.
2. Virheet: Virheellisten tuotteiden sekä toimintatapojen karsiminen tuotannosta on tärkeä osa hukkien vähentämistä. Virheellisten tuotteiden korjaaminen, romuttaminen ja korvaavien tuotteiden lisäksi hukaksi voidaan mieltää yrityksen ja tuotteen imagoon kohdistuva hukka, mikäli virheellisiä tuotteita pääsee markkinoille ja asiakkaille asti. Olennaisina vaikutuskeinoina ovat prosessien välissä suoritettavat tarkastukset sekä työtehtävien mahdollisimman laaja standardointi.
3. Varastot: Samoin kuin kuljetusten aikana, varastoinnin aikana tuotteen tai sen komponentin arvo asiakkaalle ei kasva. Suurin varastoihin on myös sidottuna suuri pääoma, joka voitaisiin myös hyödyntää muualla. Varastot toimivat puskurina, jolloin tuotanto pysyy koko ajan liikkeessä, mutta suuret varastot häivyttävät tuotannossa mahdollisesti olevat ongelmat, kuten pullonkaulat.

4. Ylituotanto: Ylituotanto kuormittaa jokaista prosessin eri vaihetta. Se aiheuttaa usein muitakin hukkia, kuten liian suuret varastot. Tulisi valmistaa vain tuotteita, joilla on olemassa jo tilaus. Tuotteet, joille ei ole tilausta päätyvät varastoihin odottamaan, jotka molemmat ovat itsessään jo hukkaa. Jotkin tuotteet eivät välttämättä koskaan saa tilausta, vaan ne voivat päätyä romuksi, jolloin koko sen valmistus on ollut hukkaa.
5. Odottelu: Aina tuotteen odottaessa seuraavaa työvaihetta, sen arvo ei kasva ja näin ollen se on hukkaa. Työnjohdon tehtävänä on saada aikaan mahdollisimman sujuva ja yhtäjaksoinen prosessi, jossa tuote siirtyy mahdollisimman nopeasti työpisteeltä seuraavaan. Ylituotanto ei kuitenkaan ole ratkaisu, koska se johtaa suurempiin hukkiin. Lean-ajattelun kannalta parempi ratkaisu on työntekijöiden ja koneiden odottelu, kuin tavaran odottelu.
6. Liikkuminen: Työntekijöiden ja tuotteen prosessin aikana tekemä ylimääräinen liike on hukkaa, koska se ei ole välttämätöntä tuotteen arvon kannalta. Esimerkiksi työkalujen etsiminen on aikaa tuhlaavaa turhaa liikettä. Työtehtävien suorittaminen usealla eri työpisteellä turhaan aiheuttaa myös ylimääräistä liikettä. Mahdollisena työkaluna tämän hukan vähentämiseen on 5S.
7. Ylitekeminen: Kaikki välttämättömän tekemisen lisäksi tehtävä työ on hukkaa. Prosessi tulee saada mahdollisimman tehokkaaksi ja poistaa ylimääräiset työtehtävät, jolloin jäljellä jäävät vain pakolliset tehtävät. Ylitekeminen tulee ottaa huomioon myös jokaisessa tehtävässä. Ylilaatu on hyvä esimerkki tästä, sillä se kuluttaa resursseja, joita voitaisiin käyttää muualla, eikä ylilaatu nosta tuotteen arvoa, koska se ei ole asiakkaan vaatimaa.
8. Työntekijä resurssit: Uusin lisäys ottaa huomioon työntekijöiden ajankäytön, taidot sekä tahtotilat huomioon. Mikäli työntekijä on toimettomana, kuluu tällöin resursseja, joka on hukkaa. Samoin

työntekijällä olevien erityistaitojen käyttämättä jättäminen tai ylikuormittaminen on hukkaa. Työnjohdon tehtävänä on kuunnella työntekijöiden toiveita ja kommentteja ja kehittää niiden pohjalta prosessin toimivuutta, jolloin ihmisresurssit ovat tehokkaammin käytettynä.

3.4 JIT

Just in time- filosofian tavoitteena on pitää kaikki tuotannon osat koko ajan liikkeessä. Tarvittavaa tuotetta valmistetaan vain tarvittava määrä nopeassa ajassa. Perinteiseen tapaan vastata nopeisiin toimitusaikoihin verrattuna JIT:in etuna on, ettei yrityksellä ole tarvetta suuriin varastoihin. Keskeneneräiseen tai odottavaan tavaraan sidottuna oleva pääoma on näin paljon pienempi. Joissain tapauksissa varastointi ei edes ole vaihtoehto, jos tuotteet vanhentuvat, vaan oikea määrä tuotteita tarvitsee lähettää heti valmistumisen jälkeen. (Drew et al. 2004: 27)

Ylimääräisten tuotteiden varastoinnin vähentäminen helpottaa asiakastarpeiden seuraamista. Samoin jokaisen eri työvaiheen seuranta yksinkertaistuu, kun JIT-toiminnassa jokaista työvaihetakin kohdellaan asiakkaan tavoin, joten jokaisessa tuotannon prosessissa liikkuu vain tarvittava määrä tavaraa. Tuotannon reagointinopeus tuotteissa tai tuotannossa tapahtuviin muutoksiin kasvaa, kun ylimääräistä ei tehdä. JIT-tuotannon asettaa yrityksellä tiettyjä vaatimuksia. Pienien varastojen vuoksi tuotanto tulee suhteuttaa sen hetkiseen kysyntään. Tarveaineiden hankinnat täytyy samoin kysynnän ja kulutuksen mukaan, jottei niitä hankita liikaa varastoon, muttei kuitenkaan liian vähän. (Drew et al. 2004: 27)

3.5 Tasoitettu tuotanto

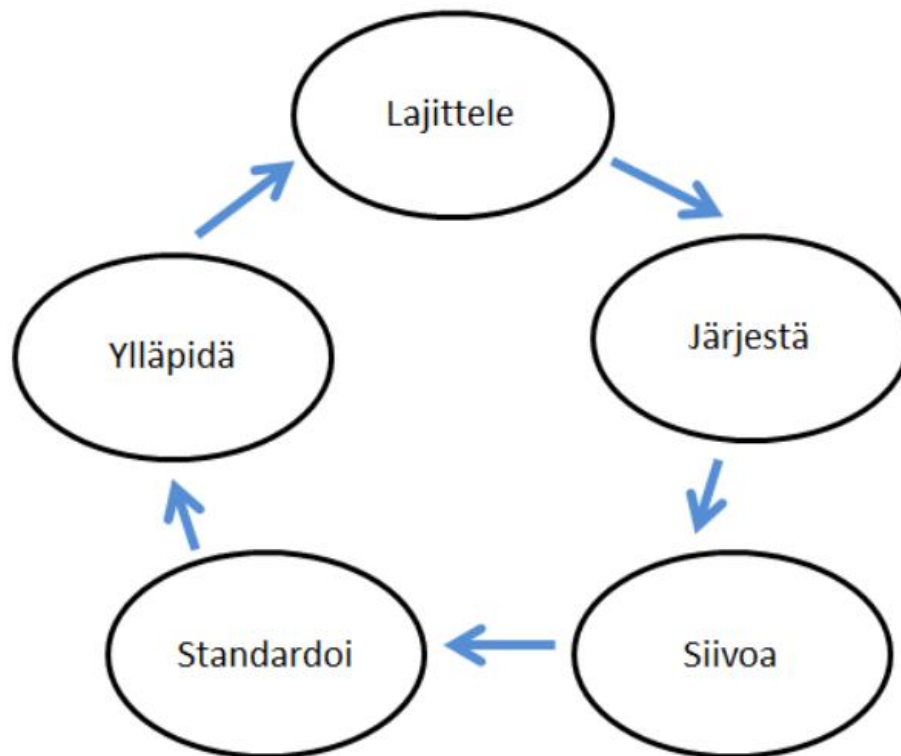
Tarvittavien tuotteiden määrä saattaa vaihdella merkittävästi ja jos tuotannon ohjaus perustuu vain asiakkaiden sen hetkiseen tarpeeseen, se voi aiheuttaa suuria hetkellisiä kuormituksia tuotantoon. Vastaavasti kysynnän ja tarpeen ollessa alhaisempaa, jäävät työntekijät ja koneet alikäytölle. Tasoitetussa tuotannossa py-

ritäänkin tasoittamaan näitä ääripäitä jakamalla työvaiheet tietyn aikajakson aikana niin, että päiväkohtainen tuotanto pysyy mahdollisimman tasaisena ilman suuria heilahduksia ja aikahukkaa. (Drew et al. 2004: 27)

Tasaisemman työtahdin lisäksi tasoitettu tuotanto vähentää varastohukkaa. Kiireisempänä aikana tuotteita kertyy suuret määrät varastoihin. Samalla tarvitaan suuremmat määrät raaka-aineita, jotta ne riittäisivät valmistettaviin tuotteisiin. Raaka-aine pulasta johtuvien ongelmien todennäköisyys kasvaa samalla. Tasoitetussa tuotannossa varastokoot pysyvät tasaisina, jolloin raaka-aineidenkin hankinta on tasaisempaa eikä yllättäviä tarpeen muutoksia synny. Tasoitettu tuotanto ei kuitenkaan sovellu kaikkiin kohteisiin. Mikäli tuotantomäärät ja tuotteet muuttuvat päivittäin, on niihin äärettömän vaikea laatia standardoituja toimintasuunnitelmaa. Osaavat työntekijät, jotka pärjäävät eri työtehtävissä ovat vaatimuksena, jotta seisahduksia ei synny kuin myös johdon osaaminen ovat välttämättömiä toiminnan sujuvuuden kannalta. (Drew et al. 2004: 27)

3.6 5S

5S on osa Toyotan kehittämää TPS-tuotantojärjestelmää ja hyvin yleinen osa lean-ajattelun hyödyntämistä yrityksissä. Sen tarkoituksena on luoda ja ylläpitää hyvin organisoitu, siisti ja turvallinen toimipaikka standardoimalla toimintatavat, joilla toimipisteellä toimitaan. 5S:n käyttöönotto on oiva tapa parantaa tuottavuutta, lisätä turvallisuutta ja vähentää mahdollisia hukkia. Nimensä mukaisesti 5S koostuu viidestä eri S-kirjaimella alkavasti vaiheesta, joita vuorotellaan vaiheesta toiseen. Lean-ajattelun tapaan toiminta perustuu jatkuvaan kehitykseen ja toistoon. Tämän takia kierto aloitetaan alusta, kun kaikki vaiheet on käyty läpi kuvan 2 tapaan. (Tuominen 2010: 10-11; Liker 2006: 150)



KUVA 2. 5S-kierto (Liker 2006:151)

3.6.1 Seiri (Lajittele)

Ensimmäiseen vaiheen tarkoitus on siistiä kaikki ylimääräinen pois työpisteeltä. Hävitettävä tavara tulee poistaa sille tarkoitettuun paikkaan tai merkitä ne selkeästi, jotta ne tulee poistettua eikä epäselvyyksiä pääse syntymään. Työpisteellä harvoin käytettävät työkalut ja tavarat tulee myös siirtää pois omaan paikkaansa. Vain säännöllisesti käytettävät esineet jäävät. Näin ollen aikaa ei kulu turhaan etsimiseen, kun kaikki tarvittava on lähellä työpistettä. Tämän vaiheen aikaansaama siisteys mahdollistaa seuraavien vaiheiden toiminnan sujuvasti. (Tuomi-nen 2010: 25-30)

3.6.2 Seiton (Järjestele)

Ensimmäisen vaiheen jatkoksi jäljelle jääneet tavarat tarvitsevat tarkkaan määri-tellyt säilytyspaikat. Paikkoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon muutamia

seikkoja. Järjestelyn tulee olla mahdollisimman selkeä, jotta kuka tahansa voi sen puolesta työskennellä työpisteellä. Jokaisen tavaran paikka tulee selkeästi merkata esimerkiksi värimerkein tai tekstein. Sama pätee tarvittavien dokumenttien, kuten käyttöohjeiden ja käyttöturvatiedotteiden säilyttämisessä. Säilytyspaikkojen tulee olla myös työntekijän hyvin ulottuvilla sekä loogisessa järjestyksessä työtehtävää ajatellen. Ylimääräisen liikkeen minimointi on olennainen osa koko toimintaa. (Tuominen 2010: 35-40)

3.6.3 Seiso (Siivoa)

Kolmas vaihe keskittyy työpisteen puhtaana pitämiseen. Kaksi edellistä vaihetta helpottaa tämän suorittamista, kun ylimääräiset tavarat eivät ole tiellä. Siivoaminen tulee suorittaa säännöllisesti sovittuina aikoina, esimerkiksi vuoron loppuessa. Samalla laitteet tulevat silmämääräisesti tarkastettua, jolloin suuremmalta ongelmalta tulevaisuudessa voidaan välttyä. Siisti työpiste mahdollistaa poikkeamien nopeamman havaitsemisen, kuten esimerkiksi vuodot. Laitteet ja koneet pysyvät myös usein paremmin kunnossa, kun niiden putsamisesta on huolehdittu oikein. Epäpuhtaudet aiheuttavat myös usein laatuongelmia. Tämä korostuu erityisesti äärimmäisen tarkkoja ja haastavia tuotteita valmistettaessa. (Tuominen 2010: 51)

3.6.4 Seiketsu (Standardoi)

Jotta kolme ensimmäistä vaihetta eivät mene hukkaan, on äärimmäisen tärkeää vakioida niiden vaiheet. Tarvittavat toimenpiteet, kuten siivoaminen ja tavaroiden järjestely paikoilleen tulee ohjeistaa tarkasti. Näin niistä muodostuu rutiini, joka on mahdollisimman tehokas. Jokaisen erillisen pistelle tulee luoda työohjeet sekä vastuuhenkilöt, jotka ovat kaikille työntekijöille selkeät, ettei sekaannuksia pääse tapahtumaan. Tarkat toimintatavat helpottavat myös poikkeustilanteessa poikkeaman syyn selvittämistä. (Tuominen 2010: 63-70)

3.6.5 Shitsuke (Ylläpidä)

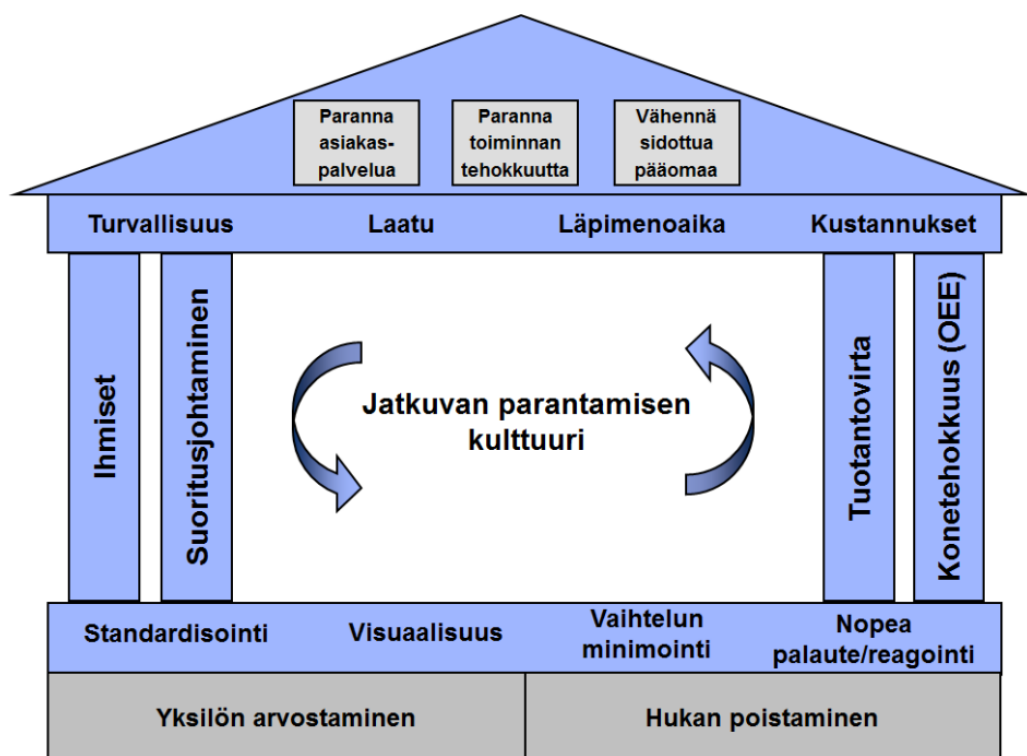
Viimeinen vaihe 5S-menetelmää on toiminnan ylläpitäminen, jolla estetään paluu ennen muutoksia käytettyihin tapoihin. Toimintaa seurataan säännöllisin väliajoin tehdyin tarkastuksien avulla, joista vastaa siihen osoitettu henkilö. Kehitystä ja mahdollisia ongelmakohtia voidaan näin seurata ja muuttaa ohjeistusta, jos haluttuja tavoitteita ei saavuteta. Toiminta ei kuitenkaan lopu ylläpitämiseen, vaan se on jatkuva prosessi, jota voidaan kuvata eri vaiheiden jatkuvana kehänä kuten kuvassa X (Tuominen 2010: 75-77)

4 KEHITYSPROJEKTI

Lean-ajattelun teorian, työkalujen ja periaatteiden jälkeen siirryttiin hyödyntämään niitä opinnäytetyön työnantajana toimineen Luvata Pori Oy:n antamaan tehtävään suunnitella uudelle työpisteelle huomioon otettavat asiat, jotta se toimi heti sen käytön alusta alkaen yrityksessä vallitsevien toimintamallien mukaisesti.

4.1 Luvata Production System

Pysyäkseen mukana aina vain kiristyvässä kilpailussa, Luvatassa kehitettiin oma tuotantojärjestelmä Luvata Production System. LPS julkaistiin vuonna 2005 ja se pohjautuu vahvasti lean-ajatteluun ja sen työkaluihin. Tuotantojärjestelmän keskeiset periaatteet ja niiden väliset suhteet voidaan kuvata niin sanotulla LPS-talona. (Manelius 2019)



KUVA 3. LPS-talo (Manelius 2019)

Kuvaa lähdetään tutkimaan talon kivijalasta eli koko tuotantojärjestelmän pohjana olevista periaatteista, jotka ovat yksilön arvostaminen ja hukan poistaminen. Kaikki muut periaatteet rakentuvat näiden päälle ja näiden tulee olla kunnossa, mikäli halutaan keskittyä ylempänä oleviin asioihin. Seuraavana on talon lattia, joka koostuu standardisoinnista, vaihtelun minimoimisesta, visuaalisuudesta ja reagoinnista. Talon kattoa tukevinä ja tärkeinä osina ovat osaavat ihmiset, johtaminen, tuotantovirtojen eli materiaali- ja tietovirtojen hallinta sekä konetehokkuus eli OEE. Pilareiden päälle voidaan tehdä välikatto, jossa ovat turvallisuus, laatu, läpimenoaika ja kustannukset. Kaikki nämä ovat tärkeitä tavoitteita, joiden kehitystä seurataan jokaisessa toiminnossa jatkuvasti. Elementit ovat asetettuna tärkeysjärjestyksessä vasemmalta oikealle eli työturvallisuus on kaikista tärkein. Viimeisenä talon osana on katto, jossa ovat arvot Luvata yrityksenä lupaa asiakkailleen. Se on kuitenkin vain mahdollista, kun talon kaikki alemmat kerrokset kannattelevat kattoa. Talon osien lisäksi kuvaan on lisätty jatkuvan parantaminen, joka vaaditaan eri osien kehittämiseen ja näin ollen kilpailukyvyyn ylläpitämiseen. (Manelius 2019)

Lean-menetelmien käyttöönotto tapahtuu samanlaisesti jokaisella Luvatan tehtaalla. Uusia menetelmiä eri voida ottaa kerralla jokaiseen eri prosessiin, sillä eri osastoilla ja työpisteissä tehtävät työt vaihtelevat suuresti. Tämän takia niiden käyttöönotto tehdään yksi työpiste tai osasto kerrallaan niin sanottuna LPS-projektina, jossa otetaan huomioon juuri kohteena olevan prosessin tarpeet ja haasteet lean-ajattelun kannalta. Projektin vetäjänä toimii LPS-navigaattori, jonka pääsääntöisenä työnä on vetää projekteja ja seurata tehtyjen muutosten vaikutusta työpisteillä. Navigaattorin lisäksi työryhmään kuuluu 2-3 kokoaikaista ja 1-4 osa-aikaista henkilöä. Ryhmään valitaan kohteena olevan työpisteen tai osaston henkilöiden lisäksi työntekijöitä muilta osastoilta tai joissain tapauksissa Luvatan muilta tehtailta. Näin kerätty tietotaito leviää ja tulevien projektien toteuttaminen helpottuu. Kehitysprojektin kesto standardoitu kuuteentoista viikkoon, jonka aikana projekti saatetaan valmiiksi. Projektin pääkohteet ovat LPS-talon pilarit eli ihmiset, suoritusjohtaminen, tuotantovirrat sekä OEE. Käytettävissä oleva 16 viikkoa on jaettu neljään osaan. Ensimmäiset kaksi viikkoa käytetään nykytilan arviointiin sekä tavoitteiden määrittelyyn. Kolmas viikko käytetään projektin suunnitteluun. Varsinaiseen projektin suorittamiseen käytetään 12 viikkoa, jonka aikana

tehdään kaikki muutostyöt sekä mittareiden ja seurannan toteuttaminen. Viimeisellä viikolla arvioidaan saavutetut muutokset sekä pohditaan mahdollisia jatkokehitystarpeita, jotka ovat ilmentyneet projektin aikana. (Manelius 2019)

4.2 Lähtötilanne

Työn kohteena olleen osaston MA:n erilaisista tuotteista olivat masuuni- ja liekki-sulatusuunielementit ja niiden valmistus. Elementit valmistetaan joko valetusta tai valssatusta ahiosta, joka on asiakkaan vaatimusten mukaista kuparia riippuen elementtien tyypistä. Ahiot koneistetaan ja taivutetaan haluttuihin mittoihin, jonka jälkeen ne saapuvat hitsattavaksi. Monet elementit voivat olla useita metrejä pitkiä ja leveitä, jolloin hallissa oleva tila loppuu helposti. Onkin tärkeää, että hitsaus voidaan suorittaa mahdollisimman nopeasti, jonka jälkeen elementti voidaan tarkastaa, varustella, pakata ja lähettää tai suuremmissa toimituksissa viedä varastoon odottamaan. Esimiesten toimesta tapahtuvan työnohjauksen lisäksi nopean läpimenoajan saavuttamiseksi tarvitaan vaadittavat tulpat ja putket, jottei hitsaus viivästy puuttuvien osien vuoksi.

Masuunin toiminta kemialliseen reaktioon, jossa rautamalmissa olevat raudan oksidit pelkistetään raudaksi. Sivutuotteena syntyy hiilidioksidia. Uunin polttoaineena toimii koksi, jonka palamisreaktiossa syntyvää hiilidioksidia käytetään rautaoksidien pelkistämässä. Masuunissa hiilidioksidi pelkistyy hiilimonoksidiksi, joka puolestaan sitoo myöhemmässä vaiheessa rautaoksidista happea pelkistäen sen. (Peacey 2016) Liekkisulatusuuni kehitettiin Suomessa Outokummun toimesta toisen maailmansodan jälkeen olleen energiapulan vuoksi. Uunin ainoana polttoaineena toimii happirikastettu ilma, jolloin sen käyttökustannukset pysyvät pieninä. Uunissa tapahtuva raaka-aineen palamisreaktio, sula aine ja happirikas ilma pitävät uunin toiminnassa. Sula aine jää alauunin pohjalle, josta se voidaan kerätä talteen. Tätä menetelmää käytetään erityisesti kuparin ja nikkelin sulatuksessa. (Outotec 2014) Molemmissa uunityypeissä kupariset elementit jäädyttävät uunin seinissä olevaa eristystä, jotta nämä eivät sulaisi. Kupari onkin loistava materiaali sen suuren lämmönjohtavuutensa ansiosta.

Aiemmin elementtien putket hitsattiin kasaan käsin. Putkissa olevat liittimet ja holkit hitsataan putkiin kiinni ennen kuin putki voidaan hitsata elementtiin, koska hitsisauma tuli tarkastaa ja mahdolliset korjaukset olisivat äärimmäisen vaikea tehdä putken ollessa jo paikallaan. Apuna käytettiin pientä pyörittäjää, joka itsessään nopeutti toimintaa huomattavasti sekä paransi hitsisauman laatua, kun putken ympäri päästiin ilman katkoksia. Jokainen sauma tarkistetaan kolmannen osapuolen toimesta, jottei mahdollisia vuotokohtia ei ole. Samoin tarkastuksessa paljastuvat mahdolliset huokoisuudet, jotka tulee korjata. Korjaustoimet vievät taas aikaa seuraavan päivän töiltä ja ovat näin hukkaa, joka halutaan välttää kokonaan.

Putkiholkkien ja liittimien hitsaaminen sitoi yhden neljästä hitsaajasta, jolloin valmistuvien elementtien määrä putoaa merkittävästi. Yhdessä projektissa putkia voi olla tuhansia ja niiden valmistuksessa menee jopa yli kuukausi riippuen niiden koosta, tyypistä ja määrästä. Mainituista syistä päätettiin hakea investointilupaa ja hankkia osastolle automaattinen hitsaussorvi, jonka tehtävänä on valmistaa tarvittavat putket ja näin ollen mahdollistaa neljän hitsarin keskittymisen vain elementtien hitsaamiseen. Kone ei ole täysin automaattinen, joten työpisteelle koulutettiin operaattori, joka vastaa hitsaussorvin käytöstä.

4.3 Hitsaussolu

Ideoinnin kohteena ollut työpiste koostuu kolmesta pääosasta, jotka tarvitaan putkien valmistuksessa. Samoin varsinainen hitsaussorvissa on kolme erillistä osaa. Tärkein komponentti on itse sorvi ja koko laitetta ohjaava keskusyksikkö. Muut komponentit ovat hitsauskone ja siinä kiinni oleva langansyöttölaite. Kokonaisuutta ohjataan ohjauspaneelin avulla. Laittekokonaisuuden mukana toimitettiin kuvilla varustetut kattavat ohjeet sekä tarvittavat tiedot jokaisesta komponentista.



KUVA 4. Hitsaussorvi

Työpisteellä toiminta alkaa uunista, jossa kupariputket kuumennetaan. Uuni toimii sähkövastuksilla, joita voidaan säätää ja ajastaa erillisen ohjausyksikön avulla. Tämä mahdollistaa esimerkiksi putkien lämmityksen jo ennen työvuoron alkua. Kupari poikkeaa hitsattavana materiaalina merkittävästi esimerkiksi teräkistä. Perusaineen tulee olla kuumaa koko hitsauksen aikana, joka aiheuttaa vaikeuksia erityisesti suuremmissa kappaleissa, koska kupari johtaa lämpöä pois todella tehokkaasti.

Kuumennetun putken hitsaamisen jälkeen sen annetaan jäähtyä yleensä yön yli ja seuraavana päivänä hitsisauman tiiveys testataan painekokeella. Holkissa olevan reiän kautta putken ja holkin väliin päästetään paineilmaa ja se upotetaan veteen, jolloin mahdolliset vuodot havaitaan välittömästi. Lämpäistyn painekokeen jälkeen putki voidaan toimittaa seuraavaan vaiheeseen.

4.4 Kehitysideat

Teoriaan ja työpisteeseen tutustumisen jälkeen työssä pohditaan lean-ajatteluun ja Luvata Production Systemin periaatteisiin pohjautuvia asioita, joiden avulla tuleva tuotanto saadaan heti alusta alkaen osaksi yrityksessä käytössä olevia standardeja ja toimintamalleja. Valmistelujen ja suunnittelun aikana onkin loistava

tehdä tarvittavat muutokset ja hankinnat, jolloin ne tulevat heti osaksi työpisteen toimintaa, kun valmiiksi opittuja toimintamalleja ei ole vielä päässyt syntymään.

4.4.1 5S:n soveltaminen

Työpisteen suunnitellussa on heti huomioita 5S-järjestelmän vaatimukset. Tilanteessa, jossa ryhdytään suunnittelemaan uutta työpistettä, vältetään aluksi ylimääräisen tavaran ja työkalujen poistamiselta, kunhan pisteelle hankitaan vain siinä tarvittavat tarvikkeet. Jatkuvan parantamisen kulttuurissa tätä vaihetta ei voida kuitenkaan unohtaa vaan vaihe tulee suorittaa säännöllisesti koneen käyttöönoton jälkeen. Työpisteelle tuotavat työkalut tulee merkitä välittömästi niille kuuluville paikoille. Erityisesti käyttöönoton alkuvaiheessa koneella tarvittavia työkaluja ei ole suuria määriä ja ne ovat melko pieni, joten ne voidaan järjestää työkalukaappiin, jonka hyllyihin merkataan hyllyjen sisältö. Kaapin oviin voidaan myös ottaa kuvat kaapin järjestyksestä, jolloin mahdolliset puutteet havaitaan nopeasti.

Hitsaussorvin ollessa vain yhdessä vuorossa on loogisinta sopia, että työpisteen siivoaminen suoritetaan aina vuoron lopussa, jolloin seuraavana päivänä päästään aloittamaan suoraan työnteko puhtaalla pisteellä. Suuremmat siivoamiset kuten lattianpesu voidaan sopia erikseen tarpeen mukaan ja siinä voidaan hyödyntää alueen siivoamisesta vastaavaa yritystä, jolla on käytössään siivouslaitteet. Neljännen 5S-periaatteen mukaisesti kaikki toiminta tulee vakioida, jolloin toiminta pysyy tehokkaana ilman jatkuvia muutoksia. Työnjako tähän liittyen on koneella selkeä, koska sen käytöstä vastaa vain yksi operaattori, joka pitää työpisteen järjestyksessä ja siistinä ohjeiden mukaisesti. Olennainen tehtävä on myös ilmoittaa puutteista ja ongelmista osaston esimiehelle, joka puolestaan vastaa dokumentoinnista, huoltojen ja palveluiden tilaamisesta sekä tarvittavien hankintojen hoitamisesta.

Mahdolliset hukat pyritään poistamaan heti kun ne havaitaan erityisesti koneen koekäytön aikana. Näin ongelmat eivät pääse vaikuttamaan varsinaiseen tuotantoon. Nopeasti havaittiin suuri hidaste koneen käytössä, kun hitsaussorvi oli alus-

tavasti kytkettynä yhdeksän kaasupullon patteriin, joka täytyi vaihdettaessa nostaa siltanosturilla pois ja vaihtaa uuteen, joka laskettiin paikalleen ja kytkettiin koneeseen. Kaikki tässä kulunut aika oli pois koneen käytöstä ja se oli myös työturvallisuus riski. Rakennuksessa on kuitenkin kaasuverkko, joten paikalle tilattiin kunnossapidon työntekijöitä, jotka liittivät sorvin verkkoon.

4.4.2 Visualisointi

Työpisteelle tultaessa on tärkeää, että jokainen henkilö näkee nopeasti sillä välitsevan työtilanteen. Erityisesti visuaalisuuden tarve korostuu, jos työpisteellä työskentelee useita henkilöitä, mahdollisesti eri vuoroissa. Työntekijän tullessa esimerkiksi yövuoroon tulee tietää, mistä aloittaa ja missä järjestyksessä. Työn kohteen tapauksessa tämä ei varsinaisesti ole ongelma. Kaikkien ollessa päivävuorossa tieto kulkee nopeasti työntekijöiden ja esimiesten välillä.

Yksinkertainen ja tehdasalueelta tuttu tapa on työpisteelle sijoitettava taulu, johon esimies merkkää järjestykseen tulevat työt. Tästä ohjaustaulusta työntekijä näkee välittömästi seuraavan työtehtävänsä. Taulu sisältää muutkin tarvittavat tiedot, kuten putkien piirustusten numeron tai usein käytettävän putken pituuden. Operaattori päivittää taululle myös aina sen hetkisen valmiiden putkien määrän suhteessa tarvittavaan määrään. Toimihenkilöiden kannalta taulu mahdollistaa nopealla vilkaisulla sen hetkisen tilanteen putkien valmistuksessa, vaikka työntekijä ei olisikaan sillä hetkellä työpisteellä. Tämä on äärimmäisen kätevää projektituontoisessa työssä, kun suunnitellaan seuraavien päivien hitsausjärjestystä sekä projektin edistymäseurannasta saadaan huomattavasti tarkempi. Taulu on helposti muutettavissa, mikäli vaadittava työjärjestys muuttuu. Magneeteilla taulussa olevat laput vain siirretään uusille paikoilleen, joten toimenpide ei vie juurikaan aikaa ja muutos saadaan nopeasti toteutukseen.

Työkalujen lisäksi tarvittavat raaka-aineet tulee säilyttää niille merkatuilla paikoilla. Säilytystä ja tarvittavien imuvarastojen suunnittelua helpottaa osaston toiminen täysin projektikohtaisesti. Koneen viereen hallin käytävän varrelle rajataan alue, johon putket tuodaan koneistuksen jälkeen. Viereiselle alueelle tuodaan

puolestaan tarvittavat holkit tai liittimet. Nämä kaikki säilytetään helposti liikutettavissa olevissa puulaatikoissa, joka viedään yksitellen koneen vieressä olevalle alueelle, josta operaattori saa ne nopeasti otettua. Joissain tapauksissa putket ovat hyvin samanlaisia ja lähes yhtä pitkiä, joten laatikoiden merkitseminen on äärimmäisen tärkeää. Virheellisesti putki voidaan havaita vasta hitsauksen jälkeen, jolloin sen korjaaminen on haastavampaa. Varsinaista imuvarastoa koneella ei ole, johtuen vaihtelevista asiakkaiden eri toiveista. Koneelle tulevat putket koneistetaan erikseen aina uudelle projektille asiakkaan toiveiden mukaan, jotka eivät koskaan ole täysin identtiset edeltävien toimitusten kanssa. Tästä syystä koneistettuja putkia ei voida pitää varastossa, vaan ne toimitetaan projektin kuluessa hitsaussorville.

4.4.3 Ongelmanratkaisu

Työpisteellä syntyvien ongelmien nopea havaitseminen on kriittistä koneen tuotavuuden kannalta. Ongelman havaitsemisen jälkeen voidaan välittömästi ryhtyä korjaamaan sitä. Kuten työnohjauksessakin, tulee mahdolliset ongelmat esittää selkeästi työpisteellä, jolloin jokainen havaitsee nopeasti tilanteen. Tähän löytyy myös tehdasalueelta valmis pohja, jota käytetään usealla osastolla.

ONGELMA	RATKAISU	AIKAT	VASTUU

KUVA 5. Käytössä oleva taulu

Poikkeamataulu on äärimmäisen yksinkertainen, jotta halutut tiedot löytyvät siltä nopealla vilkaisulla. Se koostuu neljästä osasta, joista ensimmäisenä on itse ongelman kuvaus. Tähän poikkeaman tai muun ongelman havainnut henkilö merkitsee havaintonsa. Sen lisäksi siitä ilmoitetaan tietysti myös osaston esimiehelle. Operaattorin, esimiehen ja mahdollisesti muiden osaston työntekijöiden kanssa käydään läpi havaittu ongelma. Samalla päätetään korjaustoimenpiteistä vastaava henkilö, joka merkataan taulun neljänteen ruutuun. Toiseen ruutuun merkitään yleisellä tasolla vaadittavat toimenpiteet, jotta ongelma saataisiin korjattua. Vastaava henkilö päivittää kolmanteen ruutuun sen hetkisen edistymisen käyttäen neljään osaan jaettua ympyrää. Ensimmäinen neljännes tarkoittaa poikkeaman löytämistä ja taululle lisäämistä ja täysinäinen ympyrä kokonaan hoidettua. Myöhempää tarkastelua varten taululla olevat poikkeamat kirjataan ylös myös tietokantaan, jotta niistä saatuja tietoja voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa.

Pelkän taulun käyttäminen ei riitä kaikissa tapauksissa, vaan laajemmissa ja vaativammassa tapauksissa ongelma siirretään taululta erilliselle listalle. Tällaiset tapaukset vaativat ylempien esimiesten toimia, laajemmin osaston tai työketjun muutoksia tai mahdollisesti suurempia investointeja.

4.4.4 Standardointi

Työpisteen tuotannon tarkka seuranta, mahdollisimman hyvin toteutuva työturvallisuus sekä suurien hukkien syntymisen eliminointi pohjautuvat kaikki tarkasti määriteltyihin toimintamalleihin, joita noudatetaan pisteellä toimittaessa. Jokaisen mahdollisen työntekijän tehtävät tulee ilmoittaa selkeästi työohjeessa, joka on helposti jokaisen luettavissa. Varsinaisen työtehtävän lisäksi tulee ilmoittaa vaadittavat suojavarusteet sekä syntyvien jätteiden käsittelyyn ja sijoitteluun liittyvät ohjeet.

Hitsaussorvin työpiste poikkeaa hieman monista tavallisista osaston pisteistä, sillä siinä työskentelee vain koneen käyttöön koulutettu työntekijä. Monia yksinkertaisempia laitteita, kuten sahaa, voi käyttää kuka tahansa työntekijä tai ali-

hankkija, jolloin ohjeiden tulee kattaa yksinkertaisemmatkin toiminnot. Mikäli hitsaussorvin varsinaisessa käytössä tarvitaan ohjeita, käytetään sen mukana tullutta kattavaa ohjekirjaa, joka löytyy selkeästi merkattuna työpisteeltä. Standardoinnissa keskitytään edellä käsitellyn työnohjaustaulun lisäksi muiden toimien ja työturvallisuuden ohjaamiseen.

Näin ollen työpisteellä olevaa ohjastukseen kuuluvat suojarusteet, jotka ovat suojalasit, turvakengät, kuulosuojaus, kypärä, hitsauskäyttöön tarkoitetut työvaatteet sekä hitsauksen aikana hitsausmaski ja sen yhteydessä oleva raitisilmasuodatin sekä hanskat. Syntyvän jätteen sijoituspaikka on hallin päässä olevat jäteastiat, joiden paikka merkataan hallin karttaan. Työohjeiden sijainti kirjataan ohjeistukseen, jolloin jokainen löytää aina tarvittaessa selkeästi merkattun paikan, jossa ohje sijaitsee. Työturvallisuus ja sen huomioiminen tulee olla selkeästi myös ohjeistuksessa, joten siihen liittyvät erikoishuomiot lisätään. Hitsaus- ja tulityöpisteinä näihin kuuluvat kuumien kappaleiden käsitteleminen sekä muiden oikeanlaiset suojarusteet ennen hitsauksen aloittamista. Palokuorman minimoimiseksi kaikki ylimääräinen tulee poistaa ohjeiden mukaisesti ennen työn aloittamista.

4.4.5 Konetehokkuus

Olennainen osa koneen ottamista osaksi tuotantoketjua, on sen toiminnan jatkuva seuraaminen ja arvioiminen. Uudenlaisen koneen ja vaihtelevan projektitoiminnan vuoksi näin alkuvaiheessa on mahdoton määrittellä tarkkoja lukuja ja arvoja koneen tuotannosta. Riittävän kattavan tiedon kerääminen onkin tärkeintä, jotta myöhemmin voidaan seurata tuottavuutta ja erityisesti LPS-talon yhtenä pilarina olevaa OEE-lukua. Hitsaussorvin saattaminen osaksi tuotantoa, hitsareiden tukeminen tulevilla projekteilla ja kokemusten ja tiedon kerääminen ovatkin pääasialliset tavoitteet ennen tilanteen täydellisen vakioitumisen.

Tilanteen tuoreuden lisäksi tuotannon arviointia hidastaa laaja valikoima tuotteita, joita sorvilla voidaan hitsata. Varsinkin putkien vaihteleva halkaisija vaikuttaa merkittävästi yhden putken valmistus aikaan. Koko vaihtelee yleisesti 33mm:stä aina 85mm asti. Putkien kehämitta eli tarvittava sauman määrä näiden välillä on

erittäin suuri. Samoin liitettävän holkin paksuudella ja materiaalilla on vaikutus valmistusaikoihin. Eripari saumaa tehdessä erillisiä saumoja tarvitaan useampi, kun taas ohuessa kupariliitoksessa riittää vain yksi sauma.

5 YHTEENVETO

Tehdyn opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä lean-ajattelun teoriaan, työkaluihin ja soveltaa niitä yrityksen työpisteen tulevassa käyttöönotossa. Työnantajana toimi Luvata Pori Oy, joka on maailmanlaajuisen organisaation päätoimipiste. Luvata on maailman johtavia haastavien kuparituotteiden valmistajia, jolla on tehtaita seitsemässä eri maassa. Yrityksellä on pitkät perinteet lean-ajattelun käyttämisestä osana sen toimintoja. Maailmanlaajuisen kilpailun kiristyessä jatkuvasti, oli Luvata samankaltaisessa tilanteessa kuin Toyota sen kehittäessä oman tuotantojärjestelmänsä. Vuonna 2005 Luvata julkaisi Luvata Production Systemin, joka on käytössä jokaisessa yritykseen tehtaassa. Näin jokaisella tehtaalla on yhtenäiset toimintamallit ja ohjeet, joita kehitetään jatkuvasti parempaan.

Toyotan tuotantojärjestelmä ja sen pohjalta kehitetty lean-ajattelu ovat nykyään yritysmaailman erittäin käytettyjä tapoja vähentää tuotannossa tai toiminnoissa syntyvää hukkaa ja näin minimoida ylimääräiset kulut. Kuluiksi määritellään kaikki tekeminen ja pääoma, joka ei tuota asiakkaan kannalta katsottuna arvoa tuotteelle tai palvelulle. Voidaankin todeta, että Lean on joukko työkaluja, periaatteita ja tapoja havaita ja poistaa hukkaa aiheuttavat hukat ja niiden lähtösyöt.

Yrityksen toimintojen ollessa lean-ajattelun mukaisesti vakioituja, on myös erilaisien kehitysprojektien toteutus määritelty. LPS-projektien suunnittelusta vastaa koordinaattori, jonka tehtävänä on suunnitella projektin tavoitteet yhdessä kohteena olevan osaston tai toiminnon työntekijöiden kanssa. Projektin eri osa-alueisiin määritellään niistä vastaavat henkilöt. Tästä syystä tämä opinnäytetyö on vain suunnitelma työpisteen käyttöönottoon liittyen. Samalla se toimii tiivistelmänä lean-ajattelun ja Luvatan tuotantojärjestelmän pääperiaatteisiin, jota voidaan tarvittaessa käyttää yrityksen toiminnoissa. Tämän opinnäytetyön tekeminen vaati myös henkilökohtaista perehtymistä aiheisiin ja saatu tieto mahdollistaa paremman toimimisen yrityksen työntekijänä ja osana tulevia LPS-projekteja. Vuosien varrella erilaiset lean-työkalut, kuten 5S sekä muut toimintatavat ovat tulleet hyvin tutuiksi, mutta niiden käytön varsinaiset syyt selvisivät vasta työtä tehdessä.

LÄHTEET

Drew, J., McCallum, B. & Roggenhofer, S. 2004. Journey to Lean: Making Operational Changes Stick. Lontoo: Palgrave MacMillan.

Liker, J. K. 2006 Toyotan tapaan. Jyväskylä: Gummerus.

Luvata 2018. Company Overview. Luettu 7.1.2020.

<https://www.luvata.com/en/Company/Overview/>

Luvata. 2019. Welcome to Luvata Pori Oy. Julkaisematon esitys.

Manelius, M. 2019 Luvata Production System. Julkaisematon esitys.

Outotec. 2014. Outotec Flash Melting Technology. Luettu 3.2.2020.

https://www.outotec.com/globalassets/products/smelting-and-converting/ote_outotec_flash_smelting_technology_eng_web.pdf

Peacey, J. G. & Davenport, W. G. 2016. The Iron Blast Furnace: Theory and Practice. Amsterdam: Elsevier

Tuominen, K. 2010. Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen-5S. Helsinki: Readme.fi

Womack, J., Jones, D. & Roos, D. 1990 The machine that changed the world: the story of lean production. New York: Rawson Associates.

