

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

LUT Kone

BK10A0401 Kandidaatintyö ja seminaari

LEAN JA 8D-JÄRJESTELMÄN JALKAUTTAMINEN PEMAMEK OY:LLE
IMPLEMENTATION OF LEAN AND EIGHT DISCIPLINES PROBLEM SOLVING
SYSTEM TO PEMAMEK

Lappeenranta 12.5.2014

Juho Niemelä

Tarkastaja: DI Merja Huhtala

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENNE- JA KÄSITELUETTELO

1	JOHDANTO	5
2	LEAN	6
2.1	Toyota Production Systems	6
2.1.1	TPS:n periaate.....	7
2.2	Lean järjestelmän periaatteet	8
2.3	Lean-tuotantojärjestelmä	9
3	LEAN PROSESSI	11
3.1	Hukka.....	11
3.2	Tuotannon tasapainottaminen	13
3.3	Pienet eräkoot	14
3.4	Jatkuva virtaus	14
3.5	Imuohjaus.....	15
4	LEAN HENKILÖSTÖN TYÖKALUNA	16
4.1	Kaizen	16
4.2	Työympäristö	17
4.3	Laadunvarmistus.....	18
4.4	Järjestelmällinen ongelmanratkaisu	18
5	LEANIIN LIITETTÄVÄT TYÖKALUT	20
5.1	Value Stream Mapping	20
5.2	Tuotannon tasapainottaminen	23
5.3	Just-in-time	24
5.4	Kanban	25
5.5	Poka-Yoke	25

5.6	Nopea sarjanvaihto	25
5.7	Standardointi	26
5.8	5S	27
5.9	Tiimityö	27
5.10	Six-sigma	29
5.11	Visuaalinen ohjaus	30
5.12	Tuottava ylläpito	31
5.13	Andon.....	31
5.14	5xWhy.....	31
5.15	Integroidut projektitiimit.....	31
5.16	Lean mittarit.....	32
6	8D-JÄRJESTELMÄ JA ONGELMATAULU.....	33
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	36
7.1	Leanin käyttöönotto ja tuotannon ongelmat	36
7.2	Soveltuvat työkalut	38
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	
	LIITE 1. ONGELMIEN RATKAISULOMAKE	
	LIITE 2. ONGELMATAULU	

LYHENNE- JA KÄSITELUETTELO

JIT	Just In Time
JOT	Juuri oikeaan tarpeeseen
OEE	Overall Equipment Effectiveness (Kokonaistehokkuus)
SMED	Single-minute exchange of die
TPM	Total Productive Maintenance (Tuottavuuden ylläpito)
TPS	Toyota Production Systems
VSM	Value Stream Mapping (Arvoketjuanalyysi)

1 JOHDANTO

Lean ajattelua pyritään tänä päivänä hyödyntämään erittäin laajalti eri aloilla. Tuotannon tehostamiseen tutustuessa ei voi olla törmäämättä edes jossakin määrin Leaniin. Tässä työssä käsitellään Lean-järjestelmää ja osaa siihen usein liitetyistä työkaluista. Aihe on saatu Pemamek Oy:ltä.

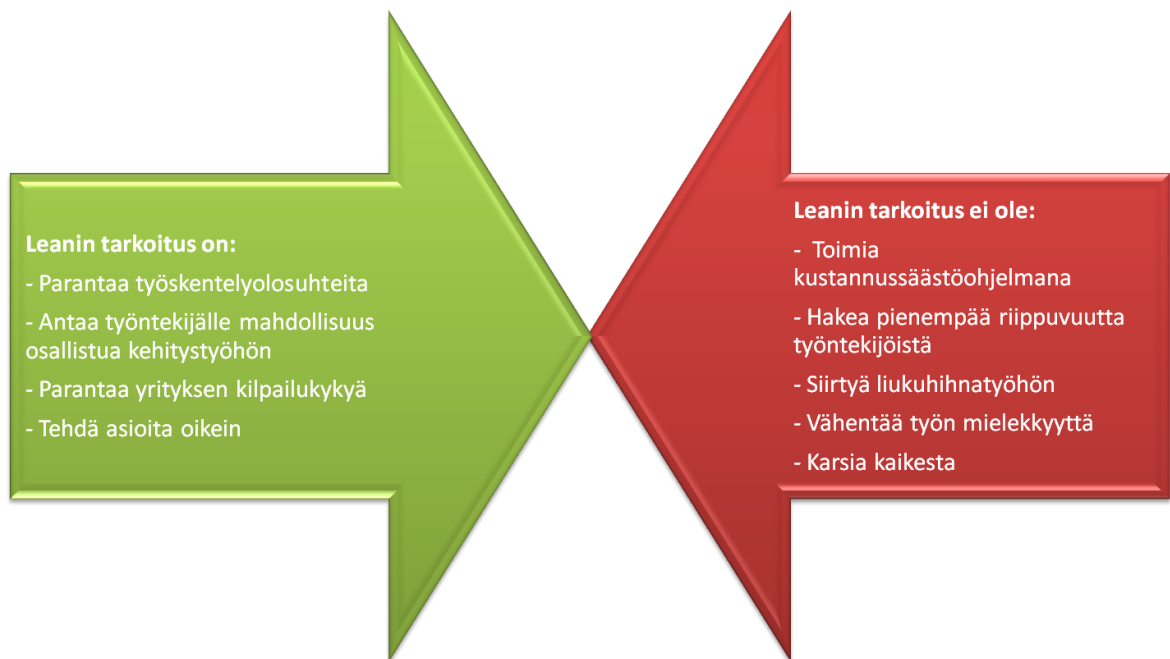
Pemamek Oy on Loimaalla sijaitseva yritys, joka valmistaa ja suunnittelee kappaleenkäsittelylaitteita, sekä hitsauksen mekanisointi ja automatisointi laitteita. Yritys on perustettu 1970 ja henkilöstöä on noin 150. Yritys keskittyy suurimmilta osin vientiin, 90 % tuotteista lähtiessä ympäri maailmaa. Yrityksen tuotteita ovat muun muassa erilaiset tuotantolinjat, hitsausasemat, hitsauspöydät sekä -rullastot ja hitsaustornit. (Pemamek, 2013)

Taustalla työn aiheeseen on Pemamekin kiinnostus kehittää tuotantoaan Leanin periaatteita hyödyntäen. Lisäksi heillä on tavoitteena parantaa ongelmanratkaisua ottamalla käyttöön 8D-järjestelmä, minkä jalkauttamisessa työn yhtenä osana luotava ongelmataulu toimii työkaluna. Työ toteutetaan tutustumalla Leaniin, sekä 8D-järjestelmään aihetta käsittelevien kirjallisuuslähteiden avulla. Kirjallisuuslähteistä saadun tiedon avulla, sekä yrityksen omat toiveet huomioon ottaen luodaan ongelmataulu yrityksen apuvälineeksi tuotannossa ilmenevien ongelmien ratkaisuun. 8D-ongelmanratkaisujärjestelmään liittyvä ongelmien ratkaisulomake pyritään räätälöimään mahdollisimman toimivaksi yrityksen tarpeisiin. Lisäksi työssä pohditaan yrityksen tuotannossa ilmeneviä ongelmia ja mahdollisia ratkaisutapoja näihin Lean-periaatteita apuna käyttäen.

Ensimmäisessä kappaleessa käsitellään Leanin ajattelumallia ja sen historiaa. Tämän jälkeen selvitetään miten Leaniä voidaan hyödyntää yrityksen prosesseissa, henkilökunnan ohjauksessa, sekä käydään lävitse eräitä työkaluja, joita voidaan käyttää yrityksen halutessa kehittää itseään Leaninmäksi. Lopuksi käsitellään 8D-ongelmanratkaisutyökalua ja ongelmataulua, sekä pohditaan, mitä Leanin käyttöönotto vaatii Pemamekissä ja mitkä työkalut soveltuvat heidän käyttöönsä.

2 LEAN

Lean on toimintamalli, joka on kehitetty Toyotan tuotantoperiaatteiden, Toyota Production Systemin (TPS) pohjalta Japanissa (Wilson, 2010, s. 9). Nykyään se on johtava tuotantoperiaate monilla toimialoilla. Lean-toimintamallin tavoitteena on tuoda toimintaan tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä (kuva 1). (Kouri, 2010, s. 6.)



Kuva 1. Leanin tavoite (mukaillen Kouri, 2010, s. 7).

2.1 Toyota Production Systems

Toyotan johtajat tutustuivat 1930-luvulla Fordin ja General Motorsin tehtaisiin ja yrittivät hyödyntää autotehtaiden massatuotannon oppeja omassa kutomakonetuotannossaan. Massatuotanto malli ei kuitenkaan suoraan soveltunut moninkertaisesti pienemmille erille ja hajanaiselle kysynnälle. (Liker, 2010, s. 20.)

Japanin teollisuuden ollessa 1950-luvulla vaikeuksissa, johtuen toisesta maailmansodasta, Toyotan johtaja antoi tehtaanjohtaja Taiichi Ohnolle tehtäväksi tehdä Toyotan valmistusprosessista yhtä hyvän kuin Fordin prosessista. Toisin kuin Fordilla, jossa valmistettiin erittäin suuria määriä käyttäen pientä mallivalikoimaa, Toyotan tuli valmistaa pieniä eriä toisistaan poikkeavia malleja. Ottaen mallia esimerkiksi Fordilta,

amerikkalaisilta supermarketeilta ja laatupioneeri W. Edwards Demingiltä, TPS alkoi muodostua. (Liker, 2010, s. 21.) Vuosien ajan omia periaatteitaan noudattamalla, yrityksen ja erehdyksen kautta oppimalla, Toyota Motor Company onnistui vähentämään kustannuksia poistamalla tuotteiden valmistuksesta turhat elementit. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 8-9.)

2.1.1 TPS:n periaate

Tärkeä tavoite TPS:ssä on kustannusten minimointi, joka saavutetaan hallitsemalla valmistettavien tuotteiden määrää ja laatua, ottaen kuitenkin huomioon inhimillisyys työnteossa (kuva 2). (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 10.)



Kuva 2. Toyotan tuotantojärjestelmä (mukaillen Liker, 2010, s. 33).

Toyota Production Systemsin peruspilareina toimivat JIT (Just In Time) ja Jidoka (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 10). JIT suomennetaan JOT, joka tulee sanoista ”juuri oikeaan tarpeeseen” (Kuisma, 2007, s. XI). JOT on monipuolinen kokoelma erilaisia periaatteita, työkaluja ja menetelmiä, joiden avustuksella pystytään tuottamaan oikeanlaisia tuotteita, juuri oikea määrä ja täsmälleen oikeaan aikaan. Jidokalla rakennetaan laatua tuotteen sisään. Tuotanto pysähtyy välittömästi ihmisen tai koneen toimesta virheen ilmentyessä. Virheet pyritään korjaamaan ja niistä opitaan. Jidoka tukee JOT-toimintatapaa, sillä Jidokan tarkoituksena on, ettei virhe pääsisi koskaan häiritsemään seuraavia vaiheita ja niiden toimintaa. Tavoitetaso tulee asettaa siten, että virheitä ei synny ja niiden tekemistä pyritään välttämään mahdollisimman pitkälle. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 10.)

2.2 Lean järjestelmän periaatteet

Keskeinen osa Lean-toimintaa on tiukka laatuajattelu. Palvelun tai tuotteen arvo syntyy asiakkaan näkökulmasta. Asiakkaan näkökulman pohjalta hahmotellaan tuotteelle toiminnot, jotka tuottavat asiakkaalle arvoa. Näihin toimintoihin kohdistetaan yrityksen resurssit. (Kouri, 2010, s. 6-7.) Lisäksi Lean-tuotannon tulee koko ajan kehittyä ja sitä tulee johtaa harkitusti, jatkuvasti ja johdonmukaisesti (Wilson, 2010, s. 11).

Lean-ajattelun toteutuessa prosessi käyttää (Wilson, 2010, s. 9-10):

- Vähemmän materiaaleja
- Vähemmän panostusta
- Vähemmän varastoa
- Vähemmän tilaa
- Vähemmän ihmisiä

Lean-toiminta on kehitettävissä useilla tavoilla. Toiminnan kehittäminen aloitetaan usein paneutumalla arvoketjun kehittämiseen. Yritysten sisällä toimintaa pystytään kehittämään Lean-toiminnalla sisäisten asiakkuuksien kautta. Yleisesti Lean-toiminnan kehittämisessä edetään viiden pääkohdan kautta. (Kouri, 2010, s. 8-9.) Nämä viisi pääkohtaa ovat:

1) Arvo

Arvo määritellään niiden seikkojen mukaan, mitkä ovat arvokkaita asiakkaalle ja mitkä eivät. Arvon oikealla määrittelyllä prosessin kehittäminen voidaan ohjata oikeisiin asioihin. (Kouri, 2010, s. 8.) Tuotteen arvoa pyritään lisäämään muokkaamalla ja kehittämällä tuotetta siten, että se saadaan paremmin vastaamaan asiakkaan vaatimuksia. Tuotteella saattaa olla myös välttämättömiä toimintoja, jotka eivät lisää tuotteen arvoa, mutta ovat silti pakollisia esimerkiksi tuotteen valmistettavuuden kannalta. (Kouri, 2009.)

2) Arvoketju

Arvoketju muodostetaan tutkimalla arvoa lisääviä prosesseja, sitä lisäämättömiä prosesseja ja toimintoja. Lisääviä prosesseja pyritään kehittämään ja lisäämättömiä vähentämään. (Kouri, 2010, s. 8.)

3) Virtaus

Virtauksen ideana on luoda tuotteelle virta, jossa se kulkee pysähtymättä arvoketjussa. Tuotannossa tämä tarkoittaa laitteiden sijoittelua siten, että materiaalin on helppo kulkea prosessista toiseen. Välivarastoja pyritään pienentämään ja välimatkoja lyhentämään. (Kouri, 2010, s. 8.)

4) Imu

Tuotteita ja osia valmistetaan vain kulutuksen ja todellisen tarpeen mukaan. Varastoon valmistus pyritään vähentämään mahdollisimman pieneksi. Tuotteissa, joihin ei voida täydellisesti soveltaa imua, käytetään lyhyen aikajänteen tuotantosuunnitelmaa. (Kouri, 2010, s. 9.)

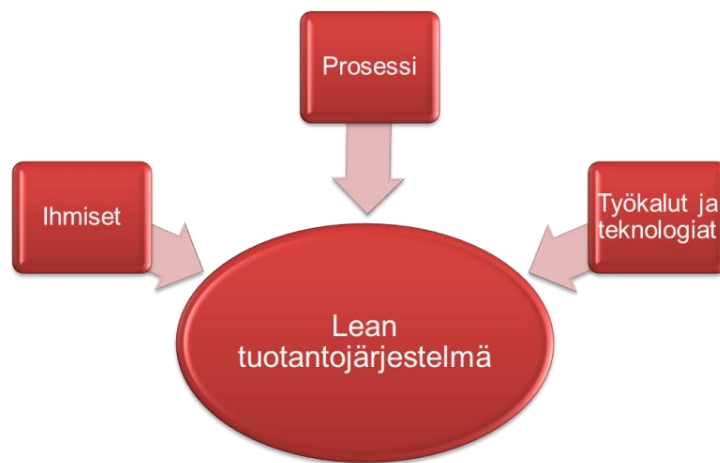
5) Pyrkimys täydellisyyteen

Prosesseja kehitetään jatkuvasti ja pyritään vähentämään hukkaa. Kaikissa tehtävissä pyritään laadukkuuteen ja tehokkuuteen. (Kouri, 2010, s. 9.)

2.3 Lean-tuotantojärjestelmä

Lean-tuotantojärjestelmä (kuva 3) on jaettu prosessien kehittämiseen ja ihmisten kehittämiseen, sekä työkaluihin ja teknologioihin. Näiden kaikkien kolmen osa-alueen pitää olla tasapainossa, jotta Lean-järjestelmästä saataisiin paras mahdollinen hyöty.

Jokainen osa-alue koostuu erilaisista tekijöistä, jotka mahdollistavat tuotantojärjestelmän toimimisen tehokkaasti. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 11.) Mahdollisuudet soveltaa Leania vaihtelevat yrityskohtaisesti, eivätkä kaikki periaatteet sovi jokaiselle yritykselle (Kouri, 2010, s. 34).



Kuva 3. Lean tuotantojärjestelmän jako (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 11).

Työkaluilla ja teknologioilla pyritään saavuttamaan Leanissa olevia tavoitteita. Näidenkin soveltuvuus on yrityskohtaista. Työkalut ja teknologiat ovat tarkoitettu apuvälineeksi, eivätkä ne ole välttämättömiä. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 15.)

3 LEAN PROSESSI

Prosessi pitää sisällään kaikki tehtävät ja tehtäväketjut, joiden avulla prosessissa saadaan tulosta. Se on tutkinnan alla, kun määritellään arvovirtaa raakamateriaalista tuotteiksi. Tuotantoprosessin lisäksi, voidaan tarkastella muitakin prosesseja. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 12.)

3.1 Hukka

Lean-ajattelussa hukalla tarkoitetaan kaikkea, mikä ei tuo lisäarvoa tuotteelle. Hukat poistamalla tuottavuus ja laatu paranevat (Kouri, 2010, s. 10). Hukat pyritään poistamaan sekä yrityksen sisältä, että eri sidosryhmien väliltä (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 12).

Lean-tuotantomallissa hukat jaetaan seitsemään luokkaan. Usein näihin seitsemään hukkaan on lisätty kahdeksas hukka: työntekijän kykyjen käyttämättä jättäminen. Näiden lisäksi on yleistä lisätä muitakin luokkia. (Hamel, 2010, s. 14-15.)

1) Ylituotanto

Ylituotannolla tarkoitetaan tuotteiden valmistamista enemmän mitä todellinen tarve on. Korkeat varastotasot peittävät ongelmia ja lieventävät niiden vaikutuksia, jolloin tuotannon oikeat epäkohdat jäävät huomaamatta. (Kouri, 2010, s. 10.) Ylituotanto on kytköksissä muihin hukkiin, sillä ylituotettuja tuotteita pitää usein liikutella, varastoida ja tarkastaa. Lisäksi ne saattavat sisältää vahingoittuneita tuotteita tai osia. Pääasiallisesti ylituotanto on haitallista, mutta siitä huolimatta se on usein suunniteltua. (Wilson, 2010, s. 25.)

2) Odottelu ja viivästykset

Odottelua ja viivästyksiä voi syntyä esimerkiksi koneiden rikkoutumisen seurauksena tai laitehäiriöistä. Myös materiaalipuutteet aiheuttavat niitä. (Kouri, 2010, s. 10.) Yksinkertaistettuna odottelua ja viivästyksiä tulee aina kun kone tai työntekijä ei tee työtä (Wilson, 2010, s. 26).

3) Tarpeeton kuljettaminen

Tarpeetonta kuljettamista on tuotteiden, osien, materiaalien yms. liikuttaminen turhaan prosessien eri vaiheiden välillä. Lisäksi tuotteen kuljetuksessa asiakkaalle voi olla tarpeetonta kuljettamista. (Wilson, 2010, s. 26.) Tuotantovaiheiden välinen materiaalien ja tuotteiden liikutteleminen on pyrittävä saamaan niin pieneksi kuin mahdollista (Kouri, 2010, s. 10).

4) Laatuvirheet

Tuotteen ollessa virheellinen asiakastyytyväisyys kärsii (Kouri, 2010, s. 10). Viallisen tuotteen valmistamiseen kuluu työntekijältä aikaa, energiaa ja lisäksi siinä menee hukkaan materiaaleja. Lisäksi viallisen tuotteen korjaamiseen kuluu resursseja, joita muuten ei jouduttaisi käyttämään. (Wilson, 2010, s. 26.)

5) Tarpeettomat varastot

Kaikki varastossa oleva tavara on hukkaa, jos se ei ole suorassa suhteessa tuotteiden myyntiin. Tällainen tavara voi olla raakamateriaaleja, osia, keskeneräistä tuotantoa tai valmiita tuotteita. Nämä tekijät sitovat yrityksen rahaa. (Wilson, 2010, s. 26.) Tarpeettomat varastot myös piilottavat prosessin muita ongelmia ja pidentävät tuotteen läpimenoaikaa (Kouri, 2010, s. 11).

6) Ylikäsittely

Ylikäsittelyllä tarkoitetaan sitä, että tuotteeseen luodaan ominaisuuksia tai tehdään asioita, jotka eivät ole asiakkaalle tarpeellisia. Suunnittelussa määriteltyjen toimintojen ja ominaisuuksien rajaaminen väärin johtaa usein ylikäsittelyyn. Myös väärän tai tehottoman tuotantolaitteiston tai/ja työkalujen valinta lisää ylikäsittelyä tuotannossa. Tuotteen kustannukset nousevat, mutta lisäarvoa tuotteelle ei synny. (Wilson, 2010, s. 26.)

7) Tarpeeton liike työskentelyssä

Tällä tarkoitetaan työntekijöiden turhaa liikettä, joka ei tuota arvoa tuotteelle. Tällaisia liikkumista on esimerkiksi työkalujen tai osien noutaminen ja etsiminen. Tällöin työn tehokkuus kärsii ja tuotteen valmistusaika kohoaa. Tämä vaikuttaa tuotteesta aiheutuviin kustannuksiin. Lisäksi tarpeeton liike saattaa rasittaa työntekijää turhaan. Parhaiten ylimääräistä liikettä pystytään karsimaan työn ja työpisteen oikeanlaisella suunnittelulla. (Wilson, 2010, s. 26.)

8) Työntekijän kykyjen käyttämättä jättäminen

Työntekijä saattaa olla työympäristössä, jossa esiintyy yhtä tai useampaa edellä mainituista hukista (Hamel, 2010, s. 15). Hänellä on kuitenkin paras käsitys työskentely-ympäristönsä ja työvaiheiden kehittämistä. Tämän tiedon käyttämättä jättäminen on niin ikään hukkaa. Jos näin ei toimita, työntekijästä voi tulla alisuorittaja, joka saattaa vaikuttaa motivaatioon, sekä työhön sitoutumiseen. (Kouri, 2010, s. 11.)

3.2 Tuotannon tasapainottaminen

Tuotannon tasapainottaminen on oleellinen osa Leania. Sillä tarkoitetaan tuotteiden valmistusta asiakkaiden tarpeiden mukaan, pienissä erissä. Tämä edellyttää lyhyitä asetusajoja. (Kouri, 2010, s. 18.) Lisäksi se vaatii tuotannolta, markkinoinnilta ja hankinnalta saumatonta yhteistyötä (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 13). Haitoiksi voidaan laskea lisääntyvät tuotevaihdot sekä asetukset. Hyötyjä ovat seuraavat (Kouri, 2010, s. 18):

- Koneiden ja ihmisten kuormituksen tasoittuminen
- Materiaalien käytön tasoittuminen
- Varastointitarpeen pienentyminen
- Joustavuuden lisääntyminen tuotannossa
- Alihankkijoiden ja toimittajien ohjauksen helpottuminen

Käytännössä tuotannon tasapainottaminen on pienerätuotantoa, jossa tuotteiden valmistus vaihtelee tasaisin väliajoin tuotteiden ja niiden erilaisten variaatioiden välillä. Tällä tavoin pystytään vastaamaan vaihtelevaan kysyntään vaikuttamatta päivittäiseen työtahtiin. (Kouri, 2010, s. 18.)

3.3 Pienet eräkoot

Usein ajatellaan, että suurien eräkokojen valmistaminen on tehokasta. Todellisuudessa pienerätuotannolla pystytään tehostamaan ja nopeuttamaan koko tuotantoa. Yksittäisen työvaiheen tarkastelu saattaa tällöin johtaa harhaan. Asetusaikoja ja -tekniikoita tulee kehittää, sillä jokapäiväisten asetuksien määrä kasvaa pieniä eräkokoja käytettäessä. Työntekijän silmissä pieniin eräkokoihin siirtyminen (Kouri, 2010, s. 19):

- Työnvaihtelevuus lisääntyy.
- Työtahti tasaantuu.
- Tuotannon toiminta vakaantuu ja selkeentyy.
- Suunnitelmien muutokset ja yleinen ”sählääminen” vähenee.

Eräkokojen pienentämisen myötä, myös varastot pienevät ja läpimenoaika lyhenee. Lisäksi laatuvirheiden huomaaminen helpottuu, ja ne voidaan havaita aikaisemmin. Välivarastojen pienentyessä valmistuksessa tarvittava tilantarve pienenee ja valmistus muuttuu nopeammaksi. Tuotannon tasapainottaminen on myös helpompaa pienemmillä eräkoilla. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 13.)

3.4 Jatkuva virtaus

Jatkuvalla virtauksella pyritään poistamaan kaikki tekijät arvoketjusta, jotka eivät tuota arvoa tuotteelle. Virtautettu ja joustava tuotanto edesauttaa virheellisten kappaleiden huomaamista aikaisemmin, sillä puskurivarastot ovat pieniä. Tällöin päästään käsiksi virheen aiheuttajaan nopeasti. Jatkuvasta virtauksesta ilmeneviä hyötyjä ovat (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 12-13; Kouri, 2010, s. 21):

- Tuotteen sisälle rakentuva laatu
- Joustavuus
- Tuottavuus
- Pienemmät varastokustannukset, sekä lattiatilan vapautuminen
- Turvallisuuden ja henkilöstön moraalien paraneminen
- Toimitusaikojen lyhentymisen
- Laadun paraneminen
- Suunnitelmallisuuden kasvu toiminnassa

Virtauttamalla pyritään tuotteiden nopeaan valmistamiseen välittömään tarpeeseen. Käytännössä tämä toteutetaan valmistamalla tuotteita pienissä erissä, riippuen tilauskannasta tai varastotarpeista. Varastojen ja keskeneräisen tuotannon ollessa vähäinen, tuotteet pääsevät virtaamaan tuotannossa ilman ylimääräisiä pysähtelyitä. (Kouri, 2010, s. 20.)

Virtauksen mittarina toimii tuotannon läpäisy aika. Tämä tarkoittaa aikaa tuotteen valmistuksen aloittamisesta siihen, että tuote on saatu valmiiksi. Keskeneräinen tuotanto on suoraan sidoksissa läpäisy aikaan. Läpäisy aika on sitä suurempi, mitä enemmän valmistuksessa esiintyy keskeneräistä tuotantoa. Läpäisy aikaa tuotannossa ei pyritä lyhentämään työtahtia kasvattamalla, vaan odotusaikoja vähentämällä ja poistamalla. Tuotekohtainen läpäisy aika koostuu usein 99 prosenttisesti odottelusta. (Kouri, 2010, s. 20-21.)

Virtauttamisen edellytyksenä on kone- ja laitehäiriöiden poistaminen sekä laatuvirheiden vähentäminen. Koneiden ja laitteiden sijoittelu tulee olla sellainen, että reitit tuotannossa ovat mahdollisimman lyhyitä ja selkeitä. (Kouri, 2010, s. 21.)

3.5 Imuohjaus

Imuohjauksella pyritään poistamaan yksi keskeisimmistä hukista: ylituotanto. Sillä tarkoitetaan, että työ aloitetaan osien kulutuksen perusteella. Tuotanto alkaa esimerkiksi tuotelavan tyhjentyessä. Työn aloittava käsky voi tulla seuraavalta työvaiheelta tai kokoonpanosta. Tarveimu on kevyempi muoto imuohjauksesta. Siinä tuotanto saa impulssin tilauskannan pohjalta luodulta lyhyen aikajänteen suunnitelmalta. Mitaltaan aikajänne on usein yhdestä päivästä viikkoon. (Kouri, 2010, s. 22-23.)

Imuohjauksen hyötyjä ovat (Kouri, 2010, s. 23):

- Materiaalinohjauksen selkeytyminen ja varastojen pienentyminen
- Tuotannon läpäisyajan lyhentäminen
- Tuotannon selkeytyminen
- Joustavuuden lisääntyminen tuotannossa
- Asiakaslähtöisyyden lisääntyminen

4 LEAN HENKILÖSTÖN TYÖKALUNA

Lean tarvitsee toimiakseen motivoituneita ja osaavia työntekijöitä. Tuotantoprosessin välivarastojen ollessa pieniä, henkilöstön ammattitaito ja ongelmanratkaisukyky nousevat esiin ongelmien ilmetessä. Tärkeintä tällä osa-alueella on, että kaikki organisaatiossa osallistuvat yrityksen kehittämiseen. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 13-14.)

Lean-tuotantojärjestelmä muuttaa työntekijöiden työntekotapoja, mutta ajattelu ei välttämättä muutu niin sanotusti ”Leaninmaksi”. Ajattelun ja yrityksen sisäisen kulttuurin muuttaminen onkin suurempi haaste. Muutoksen täytyy tapahtua jokaisella organisaation portaalla. Muutosvastaisuus on yleisintä uusien asioiden ja tapojen käyttöönotto vaiheessa. Leanin tarkoituksena on sitouttaa työntekijät yrityksen tavoitteisiin ja kannustaa heitä tiimityöhön. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 14.)

Henkilöstöllä on suuri osa toiminnan kehittämisessä. Lean-toiminta pyrkii siihen, ettei virheen tapahduttua sama virhe tapahtuisi uudelleen. Syyllisen löytäminen ei niinkään ole olennaista. Työntekijöitä kannustetaan miettimään uusia parempia tapoja toteuttaa asioita ja vähentää virheitä. Esimiesten tehtävä on kannustaa ja mahdollistaa parannusehdotusten ja muutosten toteutus käytännössä. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 14.)

Henkilöstön pitää hyväksyä ja ymmärtää Lean-toiminnan ajattelumalli. Kiinnostusta ajattelumalliin voidaan pyrkiä lisäämään henkilöstön koulutuksella ja jakamalla vastuuta. Työntekijät ovat usein tehokkaampia Leanin myötä, sillä he kokevat työnsä haasteellisemmaksi. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 14.)

4.1 Kaizen

Kaizenilla tarkoitetaan japanilaista filosofiaa, jolla pyritään jatkuvaan parantamiseen. Kaizenin kolme perussääntöä ovat: siisteys, hukkien poistaminen ja standardointi. Yksittäiset parannukset eivät ole suuria, mutta kuitenkin pitkällä aikavälillä toiminta saattaa kehittyä laajalti. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 14.)

Kaizeniin pohjautuvan parantamisen lähtökohtana toimivat jatkuvat ja toistettavat analyysit kappaleessa 3.1 esitettyihin hukkatyyppeihin perustuen. Hukkien poistaminen saattaa olla yksi kustannustehokkaimmista tavoista saada kustannukset vähenemään ja lisätä tuottavuutta. Hukkia pyritään vähentämään eikä niinkään tehdä tuottavuutta parantavia hankintoja. Koko yrityksen henkilöstön on omaksuttava kaizen, jos halutaan saada yritys lähemmäksi lean-toimintaa. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 14-15.)

Vastuu tuotteen ja toiminnan laadukkuudesta ja kehityksestä on jokaisella organisaation jäsenellä. Kehitystyö tapahtuu pienissä ryhmissä, jotka paneutuvat ongelmaan, kehittävät ratkaisun ja toteuttavat sen. Kysymyksiä, joilla jokainen työntekijä voi lähteä kehittämään omaa tai yrityksen toimintaa ovat esimerkiksi (Kouri, 2010, s. 14-15):

- Miten voisinkin tehdä työni paremmin tai helpommin?
- Mitkä ovat työntekoani vaikeuttavat tekijät?
- Mitä edellisessä työvaiheessa voitaisiin tehdä, jotta minun työntekoni olisi helpompaa?
- Miten työvaiheiden välistä yhteistyötä voitaisiin parantaa?

Jatkuvan parantaminen vaatii onnistuakseen koko yrityksen henkilökunnan panostusta. Parantamisen tulee tapahtua järjestelmällisesti ja sitä tulee tehdä säännöllisesti. Asennemuutosten ja työntekijöiden motivoiminen tuomaan omia kehitysideoita esille on usein kuitenkin vaikeaa ja hidasta. Työntekijöiden tietotaito ja halu kehittyä ovat avainasemassa kehitettäessä yrityksen kilpailukykyä. Työntekijöiden tulee ymmärtää yrityksen toiminta kokonaisuutena. Organisaation kehittymisen peruspilarina toimii henkilöstön kouluttaminen. Saadakseen siitä täyden hyödyn, yrityksen tulee ottaa opitut asiat käyttöön välittömästi yrityksen toiminnassa. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 15.)

4.2 Työympäristö

Työskentely-ympäristön turvallisuus tulee olla lähtökohtana toiminnan kehittämiseksi. Työskentelytapoja ja menetelmiä kehitettäessä, tuottavuus paranee ja töissä jaksetaan paremmin. Lisäksi keskittyminen itse työhön lisääntyy, turhautuminen menettelytapoihin vähenee, työsuhteet pitenevät ja työpaikan yleinen ilmapiiri paranee. Työympäristön turvallisuudella vähennetään työtapaturmia ja tätä myöten luodaan vähemmän hukkaa. (Kouri, 2010, s. 12-13.)

4.3 Laadunvarmistus

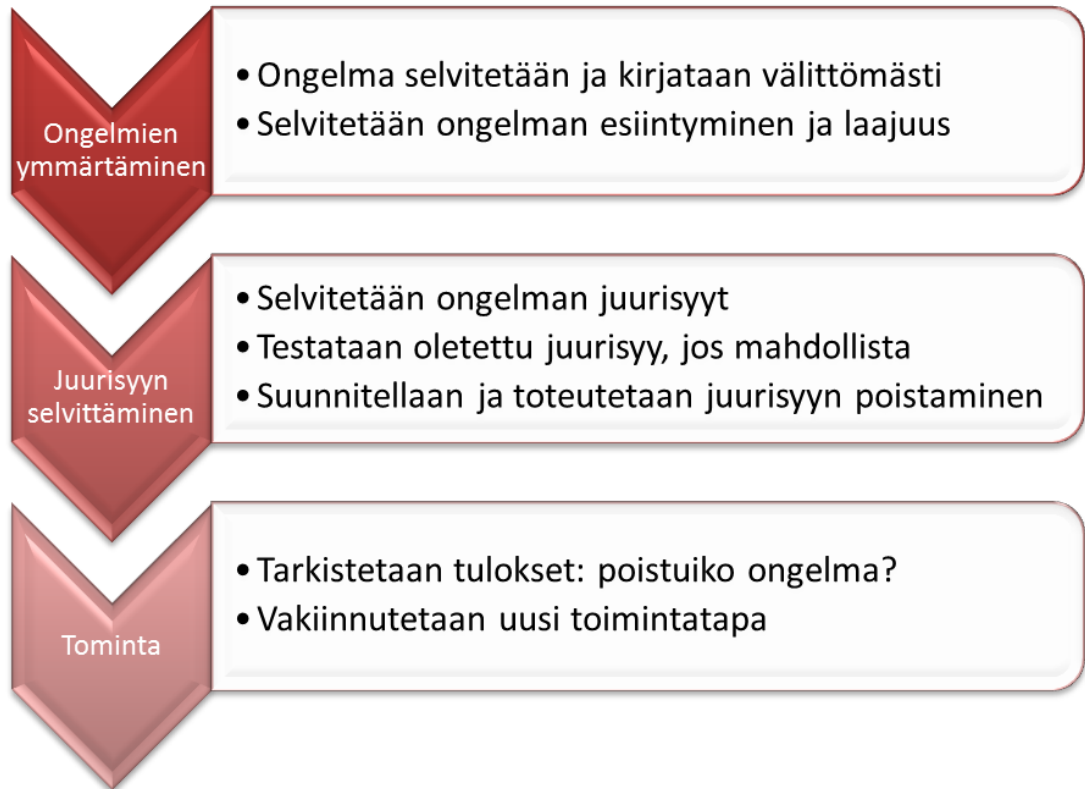
Laadunvarmistus kuuluu Leanissa jokaisen työntekijän jokapäiväiseen työhön. Kaikista puutteista, niin tuotteissa kun työturvallisuudessakin on ilmoitettava heti. Laadunvarmistus tulee tehdä ohjeiden mukaan. Myös häiriöistä on ilmoitettava heti. Kun virheet huomataan nopeasti, virheellisiin tuotteisiin ei käytetä aikaa ja tehdä turhaa työtä. Jokaisen virheen tai häiriön perimmäiset syyt, eli juurisyyt pyritään selvittämään ja ratkaisemaan. Virheiden poistamista tulee suorittaa johdonmukaisesti, jolloin laatu tuotannossa kehittyy pikkuhiljaa. (Kouri, 2010, s. 24.)

Laadun kehittäminen tapahtuu Leanissa seuraavien periaatteiden mukaan (Kouri, 2010, s. 25):

1. Jokainen henkilökunnasta on vastuussa laadusta.
 - Henkilökohtainen työn tarkastuksessa noudatetaan ohjeita ja poikkeamiin laadussa puututaan välittömästi.
2. Sataprosenttiset laadunvarmistusmenetelmät.
 - Estetään virheiden tapahtuminen esimerkiksi suunnittelemalla osat niin, ettei niitä voi koota väärin. Varmistetaan huolellisuus työnteossa.
3. Käytetään koneissa ja laitteissa olevia automaattisia virheiden tunnistusmenetelmiä.
 - Esimerkkejä tällaisista ovat: vika-analyysit koneissa, työpistekohtaiset testauslaitteet sekä automaattiset mittaukset ja tarkastukset.

4.4 Järjestelmällinen ongelmanratkaisu

Järjestelmällisessä ongelmienratkaisussa pyritään etsimään juurisyyt ja keskittymään siihen ettei ongelma tule enää toistumaan. Sen sijaan, että korjattaisiin vahinkoja, ratkaistaan vahinkoon johtaneet perimmäiset syyt. Tuotteita joudutaan kuitenkin usein korjaamaan ennen asiakkaalle toimittamista, mutta toistuvat ja pahimmat ongelmat ratkaistaan ja näin estetään niiden toistuminen. Käyttämällä systemaattista ongelmanratkaisumallia (kuva 4), ongelmien käsittely selkeentyy ja osallistujien osaaminen sekä ongelmanratkaisukyvyt kehittyvät. Lisäksi ongelmanratkaisumallia käytettäessä ongelmien käsittely dokumentoidaan, jolloin saavutetun ratkaisun käyttäminen on tulevaisuudessakin mahdollista. (Kouri, 2010, s. 30.)



Kuva 4. Systemaattinen ongelmanratkaisu (mukaiillen Kouri, 2010, s. 31).

Ongelmanratkaisusta ei saa tehdä liian vaikeaa. Siinä tulee turvautua yksinkertaisiin ja toimiviin työkaluihin. Ongelmat, jotka tulevat esille tuotannossa, tulee kirjata heti ongelmataululle. Tällä tavoin ongelmat tuodaan nopeasti esille ja pystytään korjaamaan. (Kouri, 2010, s. 30.)

5 LEANIIN LIITETTÄVÄT TYÖKALUT

Leaniin liitetään usein erilaisia työkaluja, jotka helpottavat leanin tavoitteiden saavuttamisessa. Työkaluja on paljon ja oikeiden työkalujen valinta tulee suorittaa tarkkaan, sillä kaikki työkalut eivät välttämättä sovellu jokaiselle yritykselle. Ne on tarkoitettukin vain apuvälineiksi, eivätkä ole välttämättömiä lean-toiminnassa. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 15.) Tässä kappaleessa käsitellään yleisimpiä työkaluja joita leaniin liitetään.

5.1 Value Stream Mapping

Yksinkertaisimmillaan Value Stream Mapping (VSM, arvoketjuanalyysi) näyttää prosessin eri vaiheet tilauksen saapumisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle. Arvovirta koostuu vaiheista, jotka lisäävät tuotteen arvoa ja tuotteen arvoa lisäämättömiä tekijöistä, jotka ovat hukkaa. (Manos, 2006.)

Arvoketjuanalyysin avulla pystytään huomaamaan kohteet, joista hukkia pystytään vähentämään käyttämällä leanin työkaluja ja yrityksen voimavaroja. Kohteet tulee valita huolella, sillä jos tehtävät parannukset eivät tuota tulosta tarpeeksi nopeasti, kiinnostus leania kohtaan vähenee. Tämän seurauksena yritys saattaa epäonnistua tavoitteessaan parantaa toimintaansa. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 16.)

Arvoketjuanalyysillä pystytään muodostamaan kokonaiskuva valitusta prosessista. Sen pohjalta nähdään kehittämistä vaativat alueet ja voidaan luoda kuva siitä, millainen prosessin todellisuudessa kannattaisi olla. (Kuhmonen, 2011.)

Yrityksen arvovirroista tulee valita tärkein virta yritykselle, esimerkiksi tärkein tuotelinja tai tuoteperhe. Keskityttäessä tiettyyn arvovirtaan vältetään sekaantuminen eri reitteihin ja prosesseihin. Jos muut arvovirrat eroavat suuresti tutkitusta, niin niitä voidaan tutkia erikseen. Arvovirrassa olevia ongelmia tulee etsiä sekä asiakkaan, että yrityksen näkökulmasta. Asiakkaan ja yrityksen tulee kuitenkin olla yksimielisiä ongelmasta ennen kuin arvovirtakartan laatiminen voidaan aloittaa. Yksityiskohtaisemman arvovirran

tarkastelun tueksi on muun muassa seuraavanlaisia analysointityökaluja (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 16):

- Process activity mapping

Työkalua kutsutaan myös nimellä: Time-based Process Mapping. Nimitys tulee siitä, että sillä prosessin eri vaiheet asetetaan aikajanelle. Ideana on kartoittaa prosessissa olevat epäjohtonmukaisuudet, hukat ja turhat toiminnot, joiden poistaminen tai korjaaminen parantaa prosessin toimintaa. (Malvalehto et al., 2011, s. 30.)

Ensiksi kartoitetaan prosessiin liittyvät materiaali- ja informaatiovirrat, jonka jälkeen tunnistetaan mahdolliset niihin sisältyvät hukat. Samalla tutkitaan myös mahdollisuutta prosessin tehostamiseen muuttamalla toimintapisteiden asettelua tai toimenpiteiden järjestystä. Viimeiseksi pohditaan, voiko turhia toimintoja poistaa ja poistamisen vaikutusta prosessin lopputulokseen. (Malvalehto et al., 2011, s. 30.)

Process activity mapping soveltuu hyvin odotusaikojen, prosessoinnin, kuljetuksen ja tarpeettoman liikkeen tutkimiseen. Virheiden ja useiden toimijoiden arvoketjujen mallinnukseen se ei kuitenkaan yksinään sovellu. (Malvalehto et al., 2011, s. 30.)

- Demand amplification mapping

Tällä työkalulla kuvataan kysynnän vaihtelun kasvamista loppukäyttäjistä raaka-ainevalmistajiin. Vaihtelu kuvaa huonoja päätöksiä materiaalivirrassa ja informaatiokulussa. Alkupään käyttäjät joutuvat pitämään suuria varastoja halutessaan vastata vaihtelevaan kysyntään. Loppupään kysynnän vaihtelut heijastuvat moninkertaisina aikaisemmille toimijoille. (Malvalehto et al., 2011, s. 33.)

Demand amplification mapping on tehokas työkalu yhdessä Process activity mapping -työkalun kanssa käytettäessä (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 17). Sillä saatavaa tietoa voidaan käyttää hyväksi kysynnän vaihtelun vähentämisessä suunniteltaessa arvovirran rakennetta. Lisäksi työkalu soveltuu varastojen vähentämismahdollisuuksien tutkimiseen. (Malvalehto et al., 2011, s. 33.)

- Quality filter mapping

Työkalulla pystytään tunnistamaan laatuongelmia. Nämä jaetaan tuotevirheisiin, palveluvirheisiin ja sisäisiin tuotevirheisiin. Tuotevirheellä tarkoitetaan virhettä, joka on päätyntä laatutarkastuksista huolimatta asiakkaalle. Kun tuotteessa itsessään ei ole vikaa, mutta toimituksessa on virheitä tai ongelmia, puhutaan palveluvirheestä. Sisäisestä virheestä puhuttaessa tarkoitetaan virhettä, joka huomataan ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle. (Malvalehto et al., 2011, s. 32.)

Menetelmä on hyvä virheiden paikantamisessa. Tätä kautta se soveltuu hyvin hukan muodostumisen tutkimiseen. Työkalu ei ole sidoksissa muihin ongelmiin virheiden lisäksi. Tämän takia sitä tuleekin käyttää yhdessä muiden menetelmien kanssa. (Malvalehto et al., 2011, s. 32.)

- Supply chain response matrix

Supply chain response matrix perustuu läpimenoaikojen ja varastojen tarkasteluun. Työkalun avulla selvitetään, kuinka paljon aikaa eri toimijoiden vaiheet kuluttavat koko arvoketjussa. Tämän avulla nähdään, mitä osa-alueita kehittämällä saadaan vaikutettua parhaiten arvoketjuun. Supply chain response matrix soveltuu erinomaisesti odotusaikojen ja mahdollisten turhien varastojen tutkimiseen. Näiden lisäksi sillä saatetaan havaita merkkejä ylituotannosta. (Malvalehto et al., 2011, s. 30-31.)

- Production variety funnel

Työkalulla voidaan mallintaa yrityksen tai arvoketjun tuotevariaatiota. Se näyttää tuotevariaatioiden määrän arvoketjun eri kohdissa. Tätä kautta pystytään hahmottamaan johtamiseen liittyviä haasteita tuotevariaatioiden osalta. Haasteet johtamiselle voivat näkyä esimerkiksi laajan tuotevariaatiokirjon hallitsemisena. (Malvalehto et al., 2011, s. 31.)

Product variety funnel soveltuu varastojen supistamisohjelmiin, sekä tuotevariaatioiden määrän kaventamiseen. Itse ongelmia se ei ratko, mutta sen avulla nähdään, mihin osa-alueisiin huomio kannattaa keskittää. Koko arvoketjua tutkiessa, työkalulla voidaan nähdä uusia kehittämiskohteita ja näihin paneutumalla parantaa arvoketjun toimintaa. (Malvalehto et al., 2011, s. 31.)

- Decision point analysis

Työkalun avulla löydetään piste, jossa imuohjaus muuttuu ennusteiden perusteella tehtäväksi työntöohjaukseksi. Eniten hyötyä tästä työkalusta saadaan tutkimalla arvoketjun ylituotantoa ja odotusaikoja. Sen avulla päästään pureutumaan myös ylimääräisiin varastoihin, sekä arvoketjun rakenteeseen ja toimintaan. (Malvalehto et al., 2011, s. 33-34.)

- Physical structure mapping

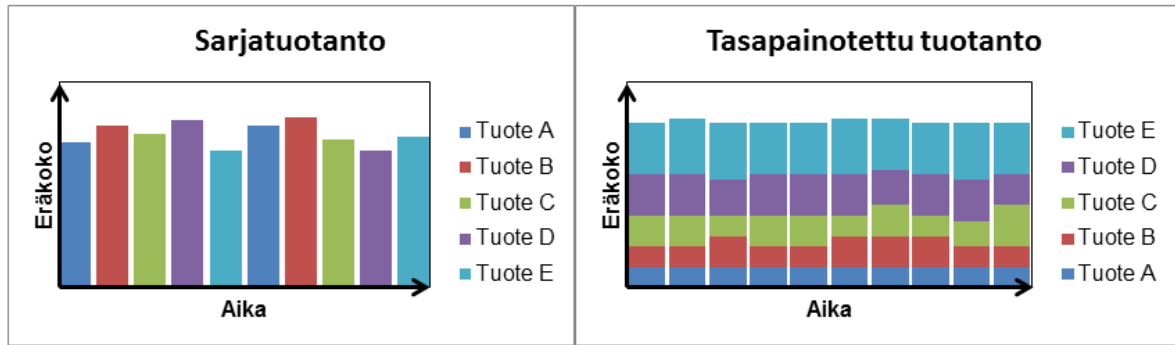
Menetelmällä mallinnetaan arvoketjun rakennetta. Työkalua voidaan käyttää toimijoiden määrän tai arvoketjun kokonaiskustannusten näkökulmasta. Sitä voidaan käyttää apuna kokonaiskuvan saamiseen arvoketjusta. Lisäksi sillä voidaan arvioida uusia toimintamalleja. Kustannusrakennetta tutkimalla nähdään tarvittava arvon määrä ketjussa verrattuna asiakkaan ostohintoihin. (Malvalehto et al., 2011, s. 34.)

- Value adding time profile

Työkalulla kuvataan arvoa tuottamattomien ja arvoa tuottavien toimintojen kustannuksien kasaantumista ajan suhteen. Sen avulla voidaan nähdä toimintoja, joissa rahaa kuluu turhuuteen. Lisäksi sillä pystytään kartoittamaan ajan käyttöä. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 17.)

5.2 Tuotannon tasapainottaminen

Tuotannon tasapainottaminen (Level mix model production, Production Leveling, Heijunka) on aikataulutukseen tarkoitettu työkalu. Siinä eri tuotteet järjestetään siten, että tuotteiden eroista johtuvat muutokset tasoittuvat. Työkalua voidaan soveltaa myös muuhun toimintaan tuotannon lisäksi. Toimiakseen se vaatii prosessien ja toimintojen tarkkaa suunnittelua ja vakiinnuttamista. Level mix model production toimii tukena muille Leanin työkaluilla, mutta se myös tarvitsee toimiakseen muita Lean työkaluja. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 18-19.) Kuvassa 6 esitetään eroja tasoitetun tuotannon ja sarjatuotannon välillä (Kouri, 2010, s. 18).



Kuva 6. Sarjatuotanto ja tasapainotettu tuotanto (mukaiillen Kouri, 2010, s. 18).

Tuotannon tasapainottamisella saadaan muutettua tuotanto eräkoot pieniksi ja varastot jakautumaan asiakaskysyntää paremmin vastaavaksi. Lisäksi varastojen määrä vähenee ja pääoman tuotto kasvaa. Sen avulla saadaan kysyntä ja tuotannon kiertoajat liitettyä toisiinsa. Lisäksi se tukee muita lean-työkaluja, sekä tuotteiden valmistusta päivittäin, pienissä erissä ja kysynnän mukaan (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 19.)

Tuotannon tasapainottamisen vaikutukset heijastuvat myös alihankkijoiden toimintaan. Tuotteiden kysynnän ollessa tasaisempaa, alihankkija pystyy ottamaan paremman hyödyn työntekijöistä ja koneista. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 19.)

5.3 Just-in-time

Just-in-time (JIT) perustuu siihen että kaikki tapahtuu juuri silloin kun tarvetta esiintyy. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että yrityksen ostos ei osta raaka-aineita, eivätkä pidä niitä varastossa, ennen kuin niitä tarvitaan. Tarpeen esiintyessä raaka-aineita järjestetään juuri siihen paikkaan missä niitä tarvitaan. (Brewer et al., 2008, s. 204-205.) Toimiakseen JIT tarvitsee imuohjauksen sekä virtautetun tuotannon. JIT on työkalu varastojen vähentämisen lisäksi koko toimintaverkolle. Suurimmat haasteet JIT asettaa yrityksen ostoon. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 20.)

5.4 Kanban

Kanban on luotu imuohjautuvan tuotannon materiaalivirtojen hallintaan. Monet sekoittavat Kanbanin osaksi JIT-menetelmää, mitä se ei kuitenkaan ole. Työkalu voi olla esimerkiksi kortti, joka kulkee osalaatikon mukana, sisältäen tietoa osasta. Lisäksi kortti voi sisältää esimerkiksi kappalemäärän, kuinka paljon osia tarvitaan, laatikon tyyppin jne. (Santos et al., 2006, s. 174-175.)

Korteilla luodaan imu tuotantoon näyttämällä varastolle tai alihankkijalle tarve osista, tai prosessin edelliselle vaiheelle uusien osien valmistamisesta. Kanbanista on useita eri variaatioita, joiden käyttäminen riippuu tilanteesta riippuen. Parhaiten se toimii yhdessä muiden Lean työkalujen kanssa. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 20-21.)

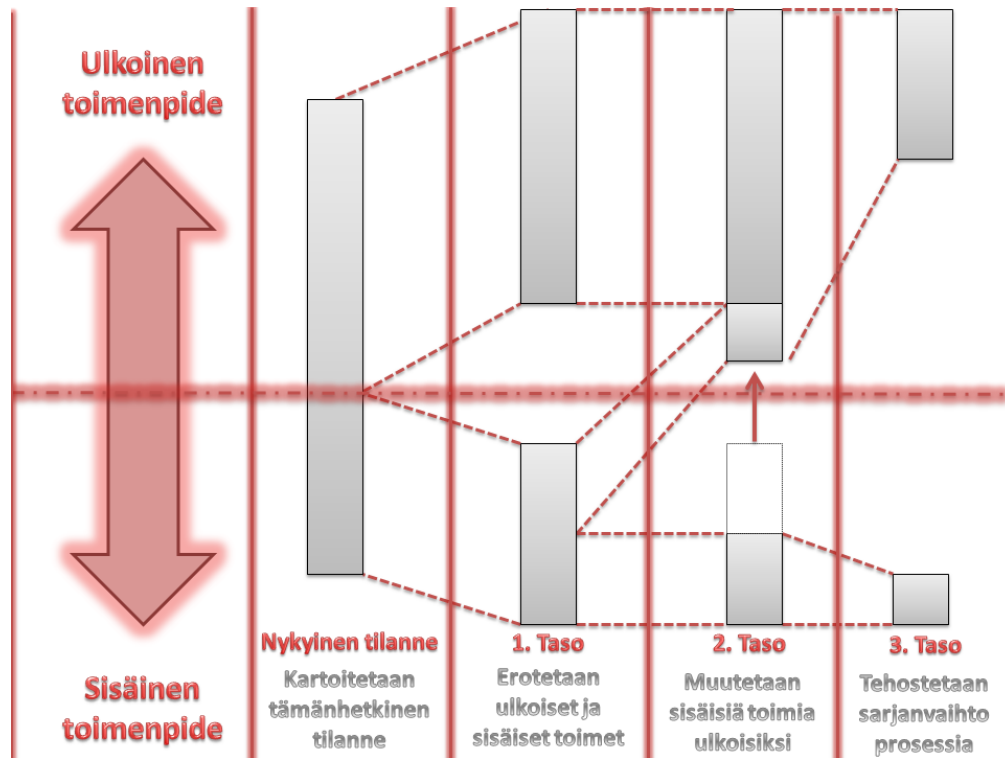
5.5 Poka-Yoke

Poka-Yoke on työkalu virheiden eliminointiin ja tätä kautta laadun parantamiseen. Se soveltuu käytettäväksi suunnitteluvaiheessa, työkalujen ja laitteiden käytössä, sekä itse prosessin suunnittelussa. Työkalu perustuu laitteisiin tai työtapoihin, joilla estetään virheiden syntyminen ja työkalujen toimimattomuus. Ne joko estävät väärän toiminnan tai hälyttävät ja pysäyttävät koneet. Näin estetään koneiden tai tuotteiden vahingoittuminen. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 21.)

5.6 Nopea sarjanvaihto

Jotta pystyttäisiin yksittäisvirtaukseen tuotannossa, vaaditaan nopeaa sarjanvaihtoa (Quick Changeover / Rapid SetUp). Nopealla sarjanvaihdolla saadaan helposti suuriakin säästöjä. SMED (Single-minute exchange of die) sisältää kattauksen toimia, joilla voidaan vähentää tuotantovälineiden ja prosessin vaihtoon kuluvaa aikaa. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 21.)

Sarjanvaihtoon liittyvät toimet voidaan jakaa SMED-työkalulla ulkoisiin ja sisäisiin toimenpiteisiin. Ulkoisia toimintoja voidaan tehdä koneen ollessa käynnissä. Sisäiset toimet vaativat koneen seisahdusta. Kuvasta 7 nähdään SMED-toimintaperiaate. (Santos et al., 2006, s. 126-127.)



Kuva 7. SMED-toimintaperiaate (mukaillen Santos et al., 2006, s. 127).

5.7 Standardointi

Jotta työtapoja ja menetelmiä pystyttäisiin kehittämään, ne pitää ensimmäiseksi vakiinnuttaa. Kun työntekijät toimivat samalla tavalla, voidaan alkaa tutkimaan millaisia vaikutuksia toteutustavalla on tuottavuuteen, laatuun ja turvallisuuteen. Standardoitu tekeminen takaa tuotteelle laadun. Oma-aloitteisuutta ei pyritä rajoittamaan, vaan henkilöstöä kannustetaan keksimään parempia menetelmiä ja tuomaan esiin uusia ongelmia ja kehitysideoita. (Kouri, 2010, s. 16-17.)

Vakiinnuttamisesta seuraavia hyötyjä ovat (Kouri, 2010, s. 16):

- Hyvien työskentelytapojen kehitys tehostuu
- Oppiminen ja tietojen jakaminen tehostuu
- Työtaturmat vähenevät
- Laatu paranee
- Tuottavuus paranee

Standardoinnin määritellään Haapasalon ja Merikallion (2009, s. 19) mukaan ”joukkona menettelytapoja, jotka tehokkaasti yhdistävät ihmiset, materiaalit, prosessit, teknologian sekä laitteet laadun, tehokkuuden ja turvallisuuden ylläpitämiseksi”. Ongelmat näkyvät nopeasti standardoidussa tuotannossa, sillä kaikki mikä poikkeaa vakiinnutetusta työstä, erottuu selvästi joukosta. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 19.)

5.8 5S

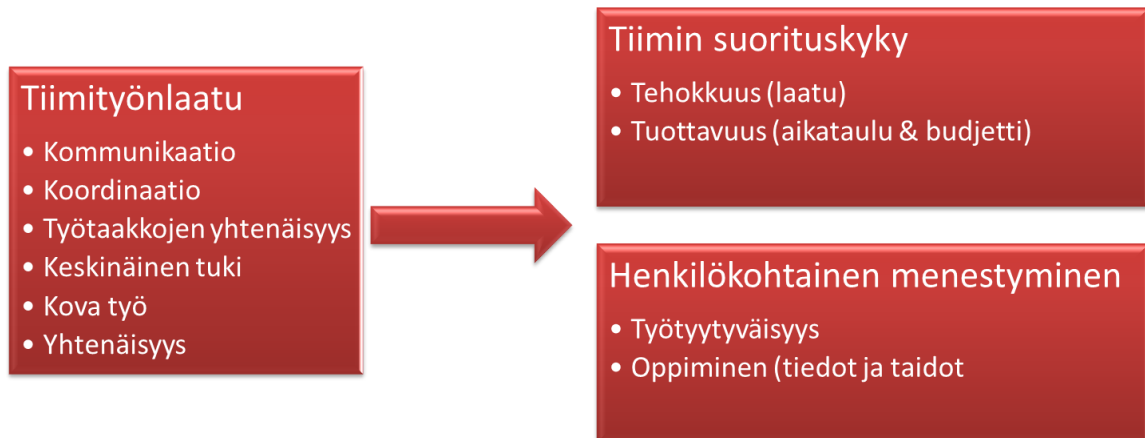
5S on työkalu tehokkaan työympäristön järjestämiseen ja työtapojen vakiinnuttamiseen. Työkalun avulla työympäristö on siistimpi ja hukan määrä työn teossa vähenee. Lisäksi työn tehokkuus ja turvallisuus kasvavat. 5S koostuu viidestä askeleesta (Smith & Hawkins, 2004, s. 127-128):

- 1) *Lajittele (Seiri)*. Ylimääräiset tavarat poistetaan työpisteeltä.
- 2) *Järjestä (Seiton)*. Järjestetään tavarat niin, että niitä on tarvittava määrä ja ne ovat helposti saatavilla. Jokaisella tavaralla tulee olla oma paikkansa.
- 3) *Puhdista ja huolla (Seiso)*. Puhdistetaan työ asema ja pidetään se siistinä. Siisteyttä ylläpidetään päivittäisellä puhdistuksella ja tarvittaessa huollolla. Puhtaassa työskentely ympäristössä puutteet ja virheet huomataan nopeammin.
- 4) *Standardoi (Seiketsu)*. Kullekin työpisteelle toimivimmat tavat tulee vakiinnuttaa.
- 5) *Ylläpidä (Shitsuke)* on vaikein viidestä s:stä. Siinä pidetään huoli siitä että 5S-mallia noudatetaan, eikä palauduta takaisin vanhoihin tapoihin.

5.9 Tiimityö

Lean kannustaa käyttämään tiimityötä jokaisessa organisaation portaassa. Tiimillä voidaan saada aikaiseksi merkittäviä tuloksia kun tiimi tekee oikeanlaista työtä, siihen kuuluu oikeat ihmiset ja sitä rohkaistaan oikeassa ympäristössä. Tiimityö avustaa tiedon kulkua, suunnitelman muodostumista ja päätösten tekemistä. Parhaimmillaan tiimityö on ratkaistaessa haastavia ongelmia, jotka koskevat useaa eri osastoa yrityksen organisaatiossa. Lisäksi tiimityöskentely toimii erinomaisesti kehitysprojekteissa, joiden keinot tai lopullinen tulos ei ole vielä määritetty. Tiimin sisäiset näkemuserot tuovat esille ratkaisuja, joita yksittäinen tiimin jäsen ei olisi osannut ajatellakaan. Yhteistyön laajuus kasvaa ongelman tai tavoitteen muuttuessa vaikeammaksi. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 17-18.)

Toimivassa tiimityöskentelyssä, toiminnot tulee jakaa ryhmän jäsenten välillä. Jäsenten välinen työnjako tehdään tasaisesti ja järjestelmällisesti. Tämä vaatii, että tiimi asettaa itselleen aikataulun, budjetin ja työn tavoitteen. Tiimityön laatu määrää sen, kuinka tyytyväisiä tiimin jäsenet ovat työhönsä ja kuinka hyvin he kehittyvät prosessin aikana (kuva 5). (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 18.)



Kuva 5. Tiimityön laatu ja hyödyt (mukaillen Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 18).

Lean-tuotannossa tiimejä käytetään (Kouri, 2010, s. 32) mukaan:

- Ongelmanratkaisussa
- Toiminnan kehityksessä
- Valmistusketjun hallinnassa
- Laadunvarmistuksessa

Pelkkä tiimiorganisaatioon siirtyminen ei riitä, vaan työntekijöiden tulee sisäistää leanin periaatteet ja toimintatavat. Tiimin jäsenien on noudatettava sovittuja sääntöjä. Lisäksi tiimin jäsenien täytyy (Kouri, 2010, s. 32) mukaan:

- Tehdä työ ohjeiden mukaan
- Etsiä keinoja jatkuvaan parantamiseen
- Osallistua pienryhmissä ongelmien ratkaisuun
- Pitää huolta 5S-toiminnasta
- Hoitaa koneiden käyttäjäkunnossapitoa

Toimivassa tiimissä tiimityön pohjan luovat tiimin johtajat ja tukitoiminnot. Tukitoiminnoilla aikaansaadaan parhaat mahdolliset työskentelyolosuhteet työn tekemiselle ja kehittämiseksi. Tiimin johtajat ohjaavat muun ryhmän toimintaa, jolloin muut tiimin jäsenet voivat keskittyä itse työhön. Lisäksi johtaja järjestää kokoukset ja ongelmanratkaisun. Tiiminjäsenten välillä pitää olla luottamus siitä, että jokainen näkee vaivaa tiimin tavoitteen eteen. (Kouri, 2010, s. 33.)

5.10 Six-sigma

Six-sigma on laatuajattelutapa. Sillä tarkoitetaan kuuden sigman laatutasoa (taulukko 1). Virheitä on 3,4 miljoonaa aina miljoonaa mahdollisuutta kohti. Virhe voi olla mikä tahansa aina asiakastyytyväisyydestä virheisiin tuotteessa tai sen osissa. (Kortelainen, 2000.)

Taulukko 1. Kuuden sigman laatutasot (mukaillen Chiarini, 2012, s. 38)

Sigma taso	Virheitä suhteessa miljoonaan	Virheettömyystaso [%]
2	308537	Ei hyväksyttävissä
3	66807	25-40 %
4	6210 (tyypillinen yritys)	15-25 %
5	233	5-15 %
6	3,4	>1%

Six-sigmassa toimen parantaminen tapahtuu viiden portaan kautta. Näistä portaista käytetään lyhennettä DMAIC, joka tulee sanoista (Chiarini, 2012, s. 39):

- D = Define
- M = Measure
- A = Analyse
- I = Improve
- C = Control

Ensiksi määritellään ongelma. Ongelmaa lähdetään ratkaisemaan edellä mainittujen viiden portaan kautta (Kortelainen, 2000):

1) Määrittely

- Ensiksi määritellään projektin tavoitteet ja joko sisäisen tai ulkoisen asiakkaan tarpeet (Chiarini, 2012, s. 41).

2) Mittaaminen

- Määritetään mittarit ja näiden avulla tämänhetkinen tila ja ongelman tai virheen yleisyys/määrä (Chiarini, 2012, s. 41).

3) Analyysi

- Tässä vaiheessa analysoidaan tuloksia ja selvitetään ongelmien juurisyitä (Chiarini, 2012, s. 41).

4) Parantaminen

- Ongelmat ratkaistaan (Chiarini, 2012, s. 41).

5) Hallinta

- Hallitaan tehtyjä parannuksia ja estetään ongelman toistuminen tulevaisuudessa (Kortelainen, 2000).

Six-sigma muistuttaa arvoketjuanalyysiä, mutta se kuitenkin eroaa siitä. Arvoketjuanalyysissä ratkotaan vaikeasti huomattavia ongelmia, jotka ovat helposti ratkaistavissa, kun taas Six-sigma on hyvä työkalu vaikeasti huomattavien, nopeaa ratkaisua vaativien ongelmien selvittämiseen. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 20.)

5.11 Visuaalinen ohjaus

Visuaalisella ohjauksella pyritään työpisteen järjestelyn, vakiinnuttamisen ja visuaalisten mittareiden ja näyttöjen kattavaan järjestelmään. Tähän kuuluu myös työkalujen ja niiden paikkojen selkeä merkkäminen. Tämän lisäksi se soveltuu moniin muihin alueisiin. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 22.)

5.12 Tuottava ylläpito

Tuottavan ylläpidon (Total Productive Maintenance, TPM) lähtökohtana on ylläpitää laitteiden ja koneiden toiminta sekä estää niiden rikkoutuminen. Uutta työkalua, laitetta tai konetta pyritään jatkuvasti parantamaan. Mittarina käytetään kokonaistehokkuutta (Overall Equipment Effectiveness, OEE). TPM luottaa työpisteen työntekijän pitävän huolta työpisteensä laitteistosta. Työntekijät koulutetaan laitteiston käyttöön kunnolla. Lisäksi siinä käytetään suunniteltua, ehkäisevää ja ennakoivaa ylläpitoa. (Moore, 2007, s. 174-175.) TPM on parhaimmillaan soveltaessa siihen 5S-työkalua, virhemahdollisuuksien estämistä ja nopeaa sarjanvaihtoa (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 22).

5.13 Andon

Andonilla tarkoitetaan kontrollointimenetelmää, jonka avulla kuka tahansa työntekijöistä pystyy kutsumaan apua ja tarvittaessa pysäyttämään tuotantolinjan. Havaittaessa virhe pyritään kutsumaan apua paikalle ja ratkaisemaan virhe. Jos virhettä ei pystytä tarpeeksi nopeasti ratkaisemaan, tuotantolinja pysäytetään. Virhe analysoidaan ja sen toistuminen estetään. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 23.)

5.14 5xWhy

Viisi kertaa miksi (5xWhy) on työkalu ongelmienratkaisuun. Sen avulla pyritään selvittämään ongelmien juurisyitä. Juurisyy pystytään selvittämään kysymällä tarpeeksi monta kertaa miksi. Numero viisi työkalun nimessä on pelkästään viitteellinen, eikä ongelma vaadi välttämättä viittä miksi-kysymystä. Kysymyksen voi joutua esittämään joko useamman kerran tai voidaan selvittää vain kahdella. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 23.)

5.15 Integroidut projektitiimit

Ideana integroiduissa projektitiimeissä on eliminoida hukka ja maksimoida tuotteen arvo asiakkaalle. Siinä kootaan niin paljon osaamista koko toimituksen alueelta kuin mahdollista. Tavoitteiden tulee olla yhtenevät ja tehtävät ovat tasapuolisesti jaettu. Tiimin tulee toimia lean-ajattelua hyödyntäen. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 27.)

5.16 Lean mittarit

Mittareita on olemassa monenlaisia ja kaikki niistä eivät sovellu jokaiselle yritykselle. Ydinasia on, että ymmärtää, koska mittauksen tulee ylittää organisaatorajat ja ottaa tämä huomioon toiminnassa. Lean-järjestelmässä käytettävät mittarit ottavat huomioon arvon, arvovirran, hukan, ihmisten toiminnan ja hajonnan. (Haapasalo & Merikallio, 2009, s. 28.)

Mittaamisen tavoitteena on asettaa toiminnalle yksiselitteiset tavoitteet. Sen avulla huomataan ongelmat ja häiriöt nopeasti. Lisäksi niillä pystytään seuraamaan tehtyjen parannusten vaikutuksia. Ne eivät ole tarkoitettu valvomaan työntekijöitä, vaan prosessia. Keskeisimpiä lean-mittareita ovat (Kouri, 2010, s. 29) mukaan:

- Tuottavuus
- Laatu
- Läpäisy aika
- Keskenäinen tuotanto
- Hukka

6 8D-JÄRJESTELMÄ JA ONGELMATAULU

8D-järjestelmä (Eight Disciplines Problem Solving) on Fordin kehittämä tapa juurisyiden selvittämiseen ja ongelmanratkaisuun. Siinä ratkaistaan ongelmia tiimityön avulla, käyttäen kahdeksaa askelta ja 8D-ongelmanratkaisulomaketta (Liite 1). (Hoyle, 2009, s. 695.) 8D-järjestelmän eri askeleet saattavat kestää muutamasta tunnista viikkoihin. Suurimpia virheitä järjestelmän käyttöönotossa on sen pitäminen ”yhden sivun ongelman raportointi” työkaluna. (Riesenberger & Sousa, 2010.)

8D-ongelmanratkaisulomake on pyritty muokkaamaan yritykselle sopivaksi käyttäen pohjana Hoylen (2009, s.269), sekä Touseyn (2010) julkaisuja. Siihen on liitetty työkaluja, jotka voivat auttaa ongelman kuvauksessa ja juurisyiden selvittämisessä. Lomake ei välttämättä sovellu kaikkein yksinkertaisimpien ongelmien ratkaisuun niin hyvin kuin monimutkaisempien ongelmien. Kuvassa 8 esitetään 8D-järjestelmän etenemisvaiheet.



Kuva 8. 8D-järjestelmän vaiheet (mukaillen Hoyle, 2009, s. 697).

Ongelmataulun tarkoituksena on tuoda tuotannossa ilmenevät ongelmat aikaisempaa paremmin esille (Rehakka, 2013). Ideana on, että työntekijä kirjoittaa taululle kuvauksen virheestä tai ongelmasta ja mahdollisesti parannusehdotuksen. Tämä jälkeen taulun seurannasta vastuussa oleva henkilö ottaa ongelman käsittelyyn ja nimeää vastuuhenkilön ongelman ratkaisuun. Ratkaisusta vastuussa oleva henkilö päättää käytetäänkö 8D-järjestelmää, vai ratkaistaanko ongelma käyttäen muita ongelmanratkaisutyökaluja. Lisäksi määritetään ongelman kiireellisyysaste asteikolla yhdestä kolmeen. Kun ratkaisu on löydetty, kirjataan tauluun aikataulu millä ratkaisu toteutetaan. Ratkaisun käyttöönoton jälkeen seurataan ratkaisun toimivuutta ja mahdollisista ongelmista tiedotetaan vastuuhenkilöä. Ongelmataulun rakenne on esitetty liitteessä 2.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn perusteella huomattiin eräitä tapoja hyödyntää leaniä työn aiheen antaneessa yrityksessä. Lisäksi työn perusteella löydettiin yrityksen tuotannon ongelmakohtia ja työkaluja, jotka saattaisivat soveltua yrityksen tuotannon kehittämiseen. Seuraavissa kappaleissa on käsitelty leanin käyttöönottoa ja tuotannon ongelmia Pemamek Oy:ssä.

7.1 Leanin käyttöönotto ja tuotannon ongelmat

Lean-ajattelun käyttöönotto vaiheessa voidaan valita tuotteet ja kartoittaa niiden arvo sekä arvoketju. Monet yrityksen tuotteista ovat yksittäisiä projekteja, mutta useissa toistuu samat tai samantapaiset toteutukset. Tarkalla kartoituksella pystytään karsimaan arvoa lisäämättömiä tekijöitä.

Tuotteita ei tulisi valmistaa varastoon odottamaan toimitusta tai käyttöä. Tämä saattaa sitoa lattia- ja varastointitilaa. Sellaisilla osa-alueilla, missä on mahdollista, tulisi pyrkiä imuohjaukseen. Usein kappaleita voidaan joutua siirtelemään useaan otteeseen turhaan, mihin kuluu tuotannon työntekijöiden aikaa. Tämä aika on poissa arvoa tuottavista prosesseista. Lisäksi ylimääräinen siirtely saattaa lisätä tuotteiden kolhiintumista ja jälkityön tarvetta.

Odottelut ja viivästykset tulisi karsia mahdollisimman pieneksi. Tuotteiden osien tulisi olla saatavilla juuri silloin kun niitä tarvitaan, juuri siellä missä näitä tarvitaan. Tämä saattaa vaatia tarkkaa projektien ja kokoonpanojärjestyksen suunnittelua sekä imuohjauksen tai tarveimun käyttämistä tuotannossa. Tuotanto, markkinointi ja hankinta pitäisi saada toimimaan yhdessä mahdollisimman sulavasti.

Suunnitellessa tuotetta, tulisi tuotteen toiminnot ja ominaisuudet rajata mahdollisimman hyvin ja oikein. Tuotteeseen tulisi tehdä vain sellaisia toimintoja ja ominaisuuksia, mitkä lisäävät arvoa niin yrityksen kuin asiakkaan näkökulmasta. Suunnittelun tulisi tehdä yhteistyötä tuotannon kanssa, jotta tuotteet olisivat mahdollisimman valmistusystävällisiä.

Itse työn teon tulisi olla toteutettu niin, ettei turhaan liikkumista tapahdu, vaan mahdollisimman suuri osuus liikkumisesta tuottaisi lisää arvoa tuotteelle. Tällä tarkoitetaan lähinnä sitä, että työkalut ja osat olisi helposti saatavilla. Osien etsimiseen kuluva aika ei tuota arvoa itse tuotteelle. Lisäksi tulisi miettiä mitkä työkalut soveltuvat parhaiten käytettäväksi missäkin kappaleen valmistuksen vaiheessa.

Työntekijöillä voi olla arvokasta tietoa työnteossa ilmenevistä hukista ja erittäin hyvä kuva siitä miten toimintaympäristöä voisi kehittää. Tämä tieto saattaa olla tärkeää ja sen huomioon ottaminen voi olla kannattavaa niin tuotantoa, kuin koko yritystä kehitettäessä.

Lean-tuotantojärjestelmää käyttöön otettaessa on erittäin tärkeää, että muutos tapahtuisi tuotannon lisäksi muissakin organisaation portaissa. Kaikkien tulisi pyrkiä parantamaan omaa ja yrityksen toimintaa jatkuvasti. Jatkuvaa parantamista olisi hyvä toteuttaa esimerkiksi sisäistämällä kappaleessa 4.1 mainittu kaizen ja sen kolme perussääntöä.

Toteutettavaksi päätetyt parannusehdotukset tulisi ottaa käyttöön heti. Henkilöstö saattaa turhautua jos muutokset tapahtuvat viiveellä tai jäävät täysin tapahtumatta. Tätä kautta into jatkuvaan parantamiseen kuihtuu ja toiminnan kehitys tätä kautta loppuu. Kiinnostusta leaniin voidaan lisätä esimerkiksi perehdytyksellä.

Ongelmat tulisi ratkaista järjestelmällisesti ja selvittämällä niiden juurisyyt. Lisäksi tulisi pyrkiä varmistamaan, että virheet eivät tule enää toistumaan. Ongelmataulun avulla tuotannossa mahdollisesti paljastuvat ongelmat saadaan tuotua esille ja ratkaistavaksi. Riippumatta miten ongelma ratkaistaan, tulee joka tapauksessa pyrkiä systemaattiseen ongelmanratkaisuun.

Ongelmataulun avulla tuotannon työntekijät voisivat seurata käsittelyn etenemistä ja saamaan tiedon ratkaisusta. Lisäksi selvä vastuuhenkilön nimeäminen saattaisi varmistaa käsittelyn etenemisen. Pitkällä aikavälillä taulun ongelmien seuraaminen saattaa antaa tietoa osa-alueista missä yrityksellä on eniten kehitettävää. Ongelmataululla pyritään esimerkiksi välttämään, etteivät piirustuksissa havaitut virheet jäisi yksittäisen työntekijän tietoon, vaan tieto virheistä kulkisi eteenpäin ja piirustukset korjattaisiin. Tällöin virhe ei enää toistuisi jatkossa.

Lisäksi kaikkien yrityksessä ilmenevien ongelmien jaottelu niiden tyyppin mukaan saattaa tuoda esiin toiminnan ongelmakohtia. Näihin kohtiin pureutumalla saadaan yrityksen toimintaa kehitettyä.

7.2 Soveltuvat työkalut

Arvoketjuanalyysillä pystytään huomaamaan kohteita, joista hukkia pystytään vähentämään, ja millainen prosessin pitäisi olla. Arvoketjuanalyysi tulisi ensisijaisesti tehdä prosessille, jonka arvoketjusta voidaan tehdä johtopäätöksiä muille samantapaisille prosesseille. Tarkempia arvovirran tarkasteluun valittava työkalu riippuu tutkittavasta arvovirrasta.

Tuotannon tasapainottaminen saattaisi tulla kysymykseen käsiteltäessä yrityksen sisällä tapahtuvaa lopputuotteen osien valmistusta. JIT taas voisi soveltua yrityksen tuotantoon erittäin hyvin. Kun osia ja raaka-aineita on juuri silloin siellä, missä niihin on tarve, säästettäisiin tilaa ja välttyttäisiin turhalta kappaleiden siirtelyltä. Tämä saattaa kuitenkin luoda suuria haasteita yrityksen ostoon ja vaatia, että osat tulevat ajallaan alihankkijoilta. Toteutuessaan hyvin, myös alihankkijoiden toiminta saattaisi helpottua.

Muutettaessa tuotanto enemmän imuohjautuvaksi, tulee tarkistella materiaalivirtojen hallintatyökaluja ja niiden soveltuvuutta. Kanban tai jokin sen variaatio saattaisi olla toimiva työkalu käytettäessä muitakin Leanin työkaluja.

Poka-Yokella voitaisiin tehokkaasti poistaa virheitä, esimerkiksi suunnittelemalla kokoonpanot niin, että kokoaminen väärin on fyysisesti mahdotonta. Itse tuotteet olisi pyrittävä tekemään niin, että niiden käyttö väärin olisi mahdotonta.

Nopea sarjanvaihto saattaa soveltua yrityksen tuotteissa olevien osien valmistamiseen. Muuttamalla mahdollisimman suuren osan sisäisistä toimenpiteistä ulkoisiksi, saadaan kasvatettua aikaa, mitä käytetään kappaleen valmistamiseen.

Standardointi voisi soveltua erityisesti yrityksen vakiolaittepuolen kehittämiseen, mutta myös muihinkin projekteihin, sillä suuri osa tuotteista sisältää samanlaisia tai samantapaisia elementtejä. Olennainen osa olisi, että henkilöstö kehittäisi omaa toimintaansa ja yrityksen toimintaa, sekä se että heitä kannustettaisiin tuomaan esille uusia kehityskohteita ja ongelmia jatkuvasti.

5S-työkalu on erittäin hyvä työkalu yrityksen työympäristön tehostamiseen. Erityisesti yrityksen tuotteiden kokoonpanossa saatetaan tarvita hyvinkin paljon erilaisia työkaluja sekä laitteita ja kokoonpanot voivat olla suuria. Tällöin olisi hyvin tärkeää että ne löytyisivät helposti, ympäristö olisi siisti, ei olisi ylimääräisiä tavaroita ja toimintatavat olisivat standardoituja.

Tiimityöskentely soveltuu yrityksen jokaiselle portaalle ja sitä käytetäänkin yrityksen toiminnassa. Tiimityön käyttö olisi erittäin tuottavaa ongelmanratkaisussa, eri kehitysprojekteissa, valmistusketjun hallinnassa ja laadunvarmistuksessa. Projektitiimeihin on suositeltavaa kerätä osaamista koko toimituksen alueelta, jotta saataisiin paras mahdollinen lopputulos. Lisäksi tiimien tulisi käyttää hyväkseen lean-ajattelua.

Kaikessa toiminnassa, mistä on mahdollista saada numeroarvo, voitaisiin hyödyntää Six-sigmaa. Tämän avulla pystyttäisiin ratkaisemaan vaikeasti huomattavia, mutta nopeaa ratkaisua vaativia ongelmia.

Visuaalista ohjausta pystyttäisiin hyödyntämään yksinkertaisesti vaikka merkitsemällä työkalujen säilytyspaikat selkeästi. Tuottavaa ylläpitoa yrityksessä käytetäänkin jossakin määrin, mutta sen soveltaminen tehostuisi entisestään esimerkiksi 5S-työkalua käytettäessä.

Yrityksen tuotteiden toteutuksessa voitaisiin huomioida kappaleessa 5.13 mainittu andon. Itse yrityksen toimintaan se ei välttämättä sovellu. 5xWhy-työkalua taas voitaisiin käyttää 8D-järjestelmän tukena tai erillisenä työkaluna ongelmanratkaisussa jokaisella yrityksen portaalla.

Myös eri leanin mittarit saattavat soveltua hyvin apuvälineeksi yrityksen kehittämisessä. Olennaista on, että valitaan mittarit, mitkä milloinkin soveltuisivat parhaiten prosessin analysoimiseen.

LÄHTEET

Brewer, A. M., Button K. J. & Hensher, D. A. 2008. Handbook of Logistics and Supply Chain Management. 3. painos. Bingley: Emerald, Inc. 522 s.

Chiarini, A. 2012. From Quality Control to Lean Six Sigma. Milan: Springer. 59 s.

Haapasalo H. & Merikallio, L. 2009. Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämisalueet kiinteistö- ja rakennusalalla [verkkodokumentti]. Päivitetty 8.2.2013 [viitattu 29.11.2013]. 43 s. Saatavissa: [http://www.lci.fi/sites/default/files/Merikallio%20-%26%20Haapasalo%20\(2009\)%20Projektituotantoj%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20strategiset%20kehitt%C3%A4miskohteet%20kiinteist%C3%B6-%20ja%20rakennusalalla.pdf](http://www.lci.fi/sites/default/files/Merikallio%20-%26%20Haapasalo%20(2009)%20Projektituotantoj%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20strategiset%20kehitt%C3%A4miskohteet%20kiinteist%C3%B6-%20ja%20rakennusalalla.pdf)

Hamel, M. R. 2010. Kaizen Event Fieldbook. Foundation, Framework and Standard as a Framework for Business Improvement. Dearborn: Society of Manufacturing Engineers. 247 s.

Hoyle, D. 2009. ISO 9000 Quality Systems Handbook – Using Standards as a Framework for Business Improvement. 6. painos. Oxford: Taylor & Francis. 826 s.

Kortelainen, K. 2000. Mitä six sigma on? [verkkodokumentti]. Päivitetty 28.11.2013 [viitattu 29.11.2013]. Saatavissa: <http://lehtiarkisto.talentum.com/lehtiarkisto/search/show-?eid=226075>. Palvelu on maksullinen ja vaatii käyttäjälisenssin.

Kouri, I. 2009. Toyotan filosofiasta lean toiminnaksi [verkkodokumentti]. Päivitetty 28.4.2009 [viitattu 30.1.2013] Saatavissa: http://www.tekes.fi/fi/gateway/PTARGS_0_-201_403_994_2095_43/http%3B/tekes-ali1%3B7087/publishedcontent/publish/programme/tuotantokonseptit/documents/seminaariaineistot/tre_ilkkakouri.pdf

Kouri, I. 2010. LEAN taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus ry. 38 s.

Kuhmonen, M. 2011. Tuottavuuden loputon jahti. Metallitekniikka 2011:11. s. 26-28.

Kuisma, V. M. 2007. Joustavan konepaja-automaation käyttöönoton onnistumisen edellytykset. Espoo: VTT. 315 s.

Liker, J. K. 2010. Toyotan tapaan. Jyväskylä: Readme.fi. 323 s.

Malvalehto, J., Sipponen, T., Herrala, M. & Haapasalo, H. 2011. Infrastruktuurin arvoketjuanalyysi [verkkodokumentti]. Päivitetty 24.1.2011 [viitattu 29.11.2013]. Saatavissa: <http://herkules.oulu.fi/isbn9789514293740/isbn9789514293740.pdf>

Manos, T. 2006. Value Stream Mapping. Quality Progress, 39:6. s. 64-69.

Moore, R. 2007. Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools – What Tool? When. Burlington: Elsevier. 322 s.

Pemamek. 2013. [Pemamek Oy:n www-sivuilla]. Päivitetty 28.11.2013 [viitattu 29.11.2013]. Saatavissa: <http://www.pemamek.com/>

Rehakka, R. 2013. Tuotantopäällikkö. Pemamek Oy. Loimaa 20.2.2013. Suullinen tiedoksianto. Muistiinpanot haastattelin hallussa.

Riesenberger, C. A. & Sousa, S. D. 2010. The 8D Methodology. An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints [verkkodokumentti]. Päivitetty 24.5.2010 [viitattu 29.11.2013]. Saatavilla: http://www.iaeng.org/publication/WCE2010/WCE2010_pp2225-2230.pdf

Santos, J., Wysk, R. & Torres, J. M. 2006 Improving Production with Lean Thinking [verkkodokumentti]. Päivitetty 18.3.2010 [viitattu 29.11.2013] Saatavissa: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpIPLT0001/improving-production>. Palvelu on maksullinen ja vaatii käyttäjälisenssin.

Smith, R. & Hawkins, B. 2004. Lean Maintenance. Burlington: Elsevier. 288 s.

Tousey, H. 2010. 8D Problem Solving Form [verkkodokumentti]. Päivitetty 9.5.2010 [viitattu 21.12.2013]. Saatavissa: http://www.ims.fi/sites/default/files/article_attachments/21005_Artikkeli_Ongelmien_ratkaisulomake.pdf

Wilson, L. 2010. How to implement Lean Manufacturing [verkkodokumentti]. Päivitetty 22.12.2009 [viitattu 29.11.2013]. Saatavissa: <http://freemindconsulting.files.wordpress.com/2009/12/lean-implementation-tools.pdf>

8D-ongelmanratkaisulomake (mukaiillen Hoyle, 2009, s.269; Tousey 2010).

ONGELMIEN RATKAISULOMAKE				
Ongelman nimi/tunniste:		Havaintopäivämäärä:		Havaitsija:
HÄTÄTOIMENPITEET				
Toimenpide:				
Vastuhenkilö(t):				
Aikataulu(t):				
TIIMI				
Osasto	Nimi (Tiimin johtaja ensin)	Osaamisalue	Vastuu	
ONGELMA				
Projektitunnus:	Piirustusnumero:	Nimike:	Kiireellisyys: 1 = Erittäin kiireellinen 2 = Kiireellinen 3 = Ei kiireellinen	Ratkaistava viimeistään:

Ongelman ratkaisua edesauttavat datalähteet ja dokumentit:	Ongelman luonnostelu:
Ongelman kuvaus: Kuvaa ongelma ja sen esiintymiseen liittyvät tiedot mahdollisimman tarkasti. Voit käyttää apunasi liitteessä 1 olevia kysymyksiä.	
VÄLIAIKAISET TOIMENPITEET	
Määrittele mahdolliset väliaikaiset ja leviämistä ehkäisevät toimenpiteet ennen kuin lopulliset korjaavat toimenpiteet on suoritettu:	

TUNNISTA JUURISYY(T)

Juurisyys(t): Selvitä koottua tietoa analysoiden ja tarvittaessa käyttäen liitteessä 2 olevia työkaluja juurisyys(t)

Suunnitellut toimenpiteet: Määritellään juurisyiden poistamiseen tarvittavia toimenpiteitä ja varmistetaan niiden liittyminen ongelmaan. Pohditaan mitkä juurisyysyt ovat niitä, joita kannattaa poistaa tai vähentää niiden vaikutusta.

TOTEUTTETTAVAT TOIMENPITEET

Määrittele toteutettavat pysyvät korjaavat toimenpiteet: Valitaan eri ratkaisuvaihtoehdoista paras/parhaimmat. Valitut toimenpiteet dokumentoidaan toimenpidelistaan.

TOTEUTUS JA VARMISTUS

Toimenpiteiden toimivuus: Toteutetaan pysyvät toimenpiteet ja varmistetaan, että ongelma poistuu tai sen vaikutukset lievenevät. Seurataan pitkäaikaisia vaikutuksia. PALAA TARVITTAESSA TAKAISIN JUURISYYN TUNNISTAMINEEN.

ENNALTAEHKÄISEVÄT TOIMENPITEET MUISSA PROSESSEISSA

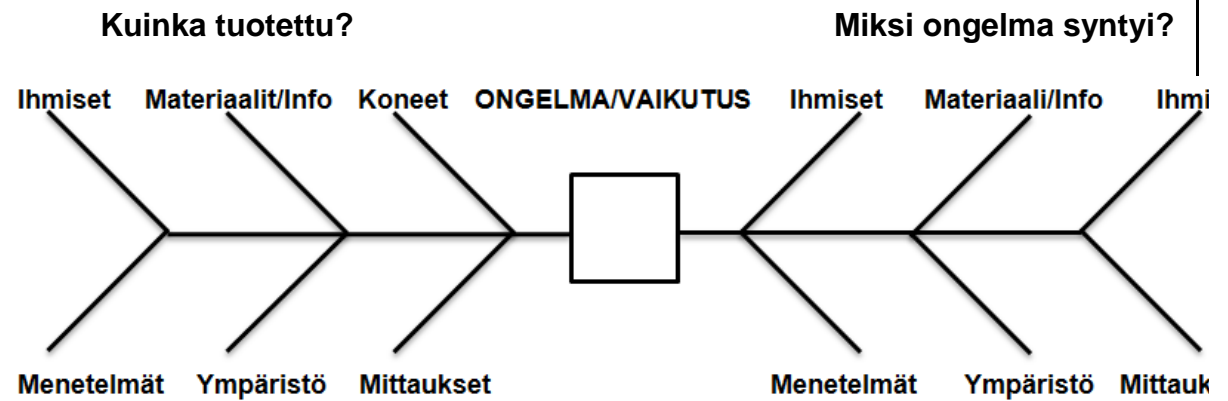
Määrittele ennaltaehkäisevät toimenpiteet: Listaa toimenpiteet, joilla estetään ongelman toistuminen prosesseissa ja tuotteissa.

KÄSITTELYN PÄÄTTÄMINEN**Päivämäärä:****Allekirjoitus:**

	Mitä ON-havainnot?	Mitä EI OLE-havainnot?
Kuka?	Keiden työhön vaikuttaa? Kuka havaitsi ongelman? Kenelle ongelmasta raportointiin?	Keiden työhön ongelma ei vaikuta? Kuka, ketkä eivät havainneet ongelmaa?
Mitä?	Minkä tyyppinen ongelma on? Mikä on ongelma? Mitä on tapahtunut, tapahtumassa? Todisteet, että ongelma on todella olemassa?	Minkä tyyppinen ongelma ei kuitenkaan ole? Mitä voisi tapahtua?
Miksi?	Miksi havaittu asia on ongelma, vaikutukset? Onko prosessi, jossa ongelma on stabiili?	Miksi se ei ole ongelma?
Missä?	Missä ongelma havaittiin? Missä ongelma tulee edelleen esille?	Missä ongelma voisi esiintyä, mutta ei kuitenkaan esiinny? Missä muualla ongelma voisi tulla esille, mutta ei kuitenkaan tule?
Milloin?	Milloin ongelma havaittiin ensimmäisen kerran? Milloin sen jälkeen ongelma on havaittu?	Milloin ongelma olisi voitu havaita, mutta ei havaittu?

	Mitä ON-havainnot?	Mitä EI OLE-havainnot?
Kuinka monta/paljon?	<p>Miten useita kohteita ongelma koskee?</p> <p>Kuinka paljon ongelma kuluttaa rahaa, työaikaa ja muita resursseja?</p>	<p>Kuinka laajana ongelma voisi esiintyä, mutta ei kuitenkaan esiinny?</p>
Kuinka usein?	<p>Kuinka usein ongelma tulee esille?</p> <p>Onko ongelmaa esiintynyt aikaisemmin? Jos on niin miten tutkittu ja mitä tehty?</p>	<p>Miten usein ongelma olisi voinut tulla esille, mutta ei kuitenkaan tullut</p>

Syy- ja seurauskaavio (Liitä tarvittaessa täydellinen kaavio aineistoon)



Ota molemmilta puolin 3 töidennäköisintä syytekijää huomioon

5xWhy analyysi (Kysy MIKSI tarpeeksi monta kertaa, että juurisyy selviää)

Miksi? Vastaus:









Miksi? Vastaus:

Miksi? Vastaus:

Miksi? Vastaus:

Miksi? Vastaus:

Ongelmataulun rakenne (mukailten Hoyle 2009, s.269; Tousey, 2010).

ONGELMATAULU			
Tila-kuvaajan selitykset:			
	Ongelma havaittu		Ongelma otettu käsittelyyn
	Ongelma havaittu		Ongelma otettu käsittelyyn
	Ongelma havaittu		Ongelma otettu käsittelyyn
	Ongelma havaittu		Ratkaisu käyttöön otettu
Päivämäärä: Kellonaika: Projektitunnus: Piirustusnumero: Nimimerkki: Kuvaus:	Ongelman ratkaisu Päivämäärä: Kellonaika: Vastuhenkilö: Toteutuksen aikataulun arvio: Kommentit:	Ongelma otettu käsittelyyn Päivämäärä: Kellonaika: Vastuhenkilö: Kiireellisyys (1-3): 1 = Erittäin kiireellinen 2 = Kiireellinen 3 = Ei kiireellinen Kommentit:	Ratkaisu käyttöön otettu Päivämäärä: Kellonaika: Vastuhenkilö: Kommentit:
