

Petteri Ranta-Nilkku

TUOTANNON KEHITTÄMINEN

Case: Demeca Oy

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Joulukuu 2017**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Joulukuu 2017	Tekijä/tekijät Petteri Ranta-Nilkku
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi TUOTANNON KEHITTÄMINEN, Case Demeca Oy		
Työn ohjaaja Heikki Salmela	Sivumäärä 33	
Työelämäohjaaja Risto Ervasti		
<p>Opinnäytetyö on tehty Demeca Oy:lle. Demeca on suomalainen kone- ja automaatiotekniikan kasvava asiantuntija, jonka toimipiste sijaitsee Haapavedellä Pohjois-Pohjanmaalla. Yrityksen päätuotteena on painovoimainen ilmanvaihto kennoikkunoiden ja ilmanvaihtohormien avulla. Tuotteisiin kuuluu myös muita nykyaikaisia maatalouden laitteita ja järjestelmiä sekä uusimpana innovaationa maatilamittaluokan biokaasulaitokset. Demeca Oy tarjoaa myös automaatiotekniikan suunnittelupalvelua yrityksille toimialasta riippumatta.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli muuttaa ilmanvaihtotuotanto imuohjautuvaksi. Tavoitteena oli saada työn tekemisen edellytykset kuntoon sekä jalkauttaa tilastollisen prosessinohjauksen työkalut tuotantoon tuotannon jatkuvan parantamisen mallin mahdollistamiseksi. Tuotantojärjestelmän parantamisen työkaluina käytettiin Leanin periaatteita, 5S-järjestelmää sekä tilastollista mittaamista (SPC).</p> <p>Työ aloitettiin aluksi kartoittamalla tuotannonohjauksen nykytila mahdollisimman tarkasti, haastatteleamalla niin tuotannossa kuin tuotannonjohdossa työskenteleviä henkilöitä. Alkutilannetta pyrittiin selvittämään myös mittaamalla tuotannon läpimenoaikoja eri työvaiheiden aikana. Alkuvaiheessa myös kuvattiin tuotannon nykytila.</p> <p>Työ toteutettiin opiskelemalla imuohjauksen teoriaa ja soveltamalla teoria käytäntöön. Työssä kerrotaan vaiheittain imuohjaukseen siirtyminen sekä pohditaan työn onnistumista.</p>		

Asiasanat imuohjaus, kanban, tuotannonohjaus, SPC, I-mr-kortti, tilastollinen prosessin ohjaus
--

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date December 2017	Author Petteri Ranta-Nilkku
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis PRODUCTION DEVELOPMENT, Case Demeca Ltd		
Instructor Heikki Salmela	Pages 33	
Supervisor Risto Ervasti		
<p>This thesis was commissioned by Demeca Ltd. Demeca is a growing Finnish company designing and manufacturing farming and industrial solutions. The years of experience and their own development and production ensure high-quality products that can resist the harsh Nordic conditions.</p> <p>Demeca's products are Natural ventilation systems for Cow-house, Automatic cow stall bedding systems, manure removal systems and farm size biogas plants.</p> <p>The aim of this thesis was to plan a pull production control system for the production of ventilation systems using the Kanban card method. The aim of this thesis was also to introduce tools for continual improvement.</p> <p>The starting point of this thesis was to study the theory of pull production control system and Kanban card method. The next stage was to plan and execute the pull production control system to production.</p> <p>The thesis describes the phases of the transition to a pull production control system. The pull production control system in this thesis is made for ventilation system production but in the future it is possible to widen it to cover other productions too.</p>		

<p>Key words Kanban, Pull production, SPC, I-MR</p>
--

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TUOTANNONOHJAUS	3
2.1 Lean	3
2.2 Työntöohjaus	6
2.3 Imuohjaus	6
2.4 Kanban-järjestelmä	7
2.4.1 Kanban-kortit.....	8
2.5 5S	10
2.6 SPC	11
3 ALKUTILANNE	13
3.1 Työpisteet.....	14
3.2 Tuotteet	14
3.3 Ongelmat.....	17
4 TAVOITTEET	18
4.1 Ennustettavat ja tasaiset tuotantomäärät.....	19
5 IMUOHJAUKSN TOTEUTUKSEN VALMISTELUT	20
5.1 Vanha toimintatapa	20
5.2 Tuotannon layout	20
5.3 Kanban-järjestelmän valmistelut	21
5.4 Uudet varastopaikat.....	21
5.5 Ohjaukortit	23
5.6 Tiedottaminen uudesta toimintatavasta.....	23
6 IMUOHJAUKSEN KÄYTTÖÖNOTTO	24
6.1 Esiin nousevia ongelmia.....	24
7 TULOKSET	25
8 POHDINTA	26
LÄHTEET	27
KUVIOT	
KUVIO 1. Prosessin kyvykkyys kasvaa	5
KUVIO 2. Imuohjauksen ja työntöohjauksen erot	7
KUVAT	
KUVA 1. Suomalaista laatua tilalle.....	1
KUVA 2. Toimittaja-Kanban.....	9
KUVA 3. Tuotanosolu-Kanban	9
KUVA 4. Tuotanto-Kanban.....	10

KUVA 5. Demeca Kennoikkunat	15
KUVA 6. Demeca Ilmanvaihtohormi	16
KUVA 7. Uusia hyllypaikkoja tuotannon osavalmisteille.....	21
KUVA 8. Kennolevykärry, visuaalinen Kanban	22

1 JOHDANTO

Tein opinnäytetyöni Demeca Oy:lle, joka on kasvava suomalainen maatalo- ja teollisuusratkaisuiden valmistaja Haapavedellä, Pohjois-Pohjanmaalla. Demeca Oy on perustettu vuonna 2008 vastaamaan erityisesti maatalon puhtaanapidon ja ilmanvaihdon tarpeisiin. Kaikkien yrityksen tuotteiden tavoitteena on kehittää maatalon ihmisten, eläinten ja yritysten hyvinvointia. Yrityksen tuotteet suunnitellaan ja valmistetaan Haapavedellä.

Demeca Oy:n yksi strateginen tavoite viime vuosina on ollut tuotannon vaiheittainen siirtäminen imuohjaukseen. Tämä opinnäytetyö käsittelee ensimmäistä vaihetta, jossa yrityksen ilmanvaihtotuotanto siirretään imuohjauksjärjestelmään. Aikaisemmin ilmanvaihtotuotantoa on ohjattu työntöohjauksella.

Opinnäytetyön tavoitteena oli ilmanvaihtotuotannon muuttaminen imuohjautuvaksi, kanban-järjestelmää sekä JOT (Just In Time) periaatteita soveltaen. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotannon informaatiovirta kulkee päinvastaiseen suuntaan tuotteiden kanssa. Tämän seurauksena tuotannon läpimenoaika lyhenee, jolloin saadaan tuotettua enemmän lyhyemmässä ajassa ja yrityksen kannattavuus ja ennustettavuus paranevat. Kanban-korttien avulla osavalmisteiden valmistukset voidaan hoitaa kulutuksen perusteella eikä ennakoivasti arvailemalla.

Yrityksen iskulause ”Suomalaista laatua tilalle” tarkoittaa sitä, että tuotteet rakennetaan suomalaisella osaamisella suomalaisiin olosuhteisiin. Yrityksen visiona on tehdä maataloudesta entistä kannattavampaa liiketoimintaa ja nostaa toimialan arvostusta (KUVA 1).



KUVA 1. Suomalaista laatua tilalle (Demeca 2017)

Toisessa luvussa tutustutaan tuotannonohjauksen teoriaan Leanin näkökulmasta, sekä tutustutaan leanin työkaluihin ja niiden käyttömahdollisuuksiin imuohjaukseen siirtymisessä. Käydään myös läpi työntö-ohjauksen ja imuohjauksen teoriaa sekä niiden eroavaisuuksia. Toisessa pääluvussa tutustutaan myös Kanban-järjestelmään, Kanban-kortteihin, 5S-järjestelmään sekä tilastolliseen mittaamiseen ja jatkuvaan parantamiseen.

Kolmannessa luvussa tarkastellaan tuotannon alkutilannetta, tulevan tilan määrittämistä sekä tuotannon mittaamista. Tuotannon alkutilanteessa oli tärkeä löytää myös ongelmia, jotta tiedetään, mitä muutoksia imuohjaukseen siirryttäessä täytyy tehdä ja huomioida. Tässä luvussa käydään myös läpi ilmanvaihtotuotteita ja niiden valmistusta.

Neljännän luvun aiheena on tavoitteiden asettaminen tuotannon tehostamiseen, tuotannon tasoittamiseen sekä yleiseen siisteyteen liittyen. Viidennessä luvussa käsitellään toteutuksen valmisteluja, vanhaa toimintatapaa, tuotannon layoutia, Kanban-järjestelmän valmisteluja, uusien varastopaikkojen luomista, ohjaukorttien käyttöönottoa sekä tiedottamista uudesta toimintatavasta.

Kuudennessa luvussa käydään läpi imuohjauksen käyttöönotto sekä sen esille nostamia ongelmia ja niiden korjauksia. Seitsemännessä luvussa käydään läpi opinnäytetyön onnistumista ja pohditaan muutosten vaikutuksia vanhaan toimintatapaan. Kahdeksas luku on pohdintaa opinnäytetyön kokonaisvaltaisesta onnistumisesta sekä prosessista, jota yrityksen tuotannossa on useita kuukausia suunniteltu ja valmisteltu.

Päälähteinä työssä on käytetty Lean-tuotantojärjestelmiä käsitteleviä painettuja lähteitä, kuten Jeffrey K. Likerin teosta Toyotan tapaan sekä Mike Rotherin teosta Toyota Kata. Alkutilanteen kartoittamiseen sekä tulosten käsittelyyn liittyen haastattelin myös yrityksen työntekijöitä.

2 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjaus on menetelmä, jolla yritys pyrkii ohjaamaan tuotantoa, jotta se pystyisi täyttämään valmistettavien tuotteiden tai palveluiden vaatimukset laadusta, määrästä sekä toimitusajasta. Tuotannonohjauksen keskeisiä asioita ovat tuotannon tasoittaminen, laadunhallinta sekä keskeneräisen tuotannon hallinta. Toimivan tuotannonohjausjärjestelmän varastojen valvonta toimii Kanban-korteilla. Tuotannonohjauksen avulla pyritään myös selkeyttämään työntekijäresurssien ja tuotantokapasiteetin tehokas hyödyntäminen.

2.1 Lean

Termi Lean –tuotanto (Lean Production) tuli tunnetuksi kirjasta *The Machine That Changed The World*. Kirjan kirjoittivat MIT:n professorit kuvaten japanilaisten menestyksestä autotehtaiden tuottavuuden parannusta Yhdysvalloissa. Lean pohjautuu alun perin Toyotan tuotantosysteemiin (Toyota Production System, TPS), jolla tarkoitetaan Toyotan sisäistä tuotantofilosofiaa, jota on kehitelty lähes 100 vuotta. (Modig & Åhlström 2013, 79.)

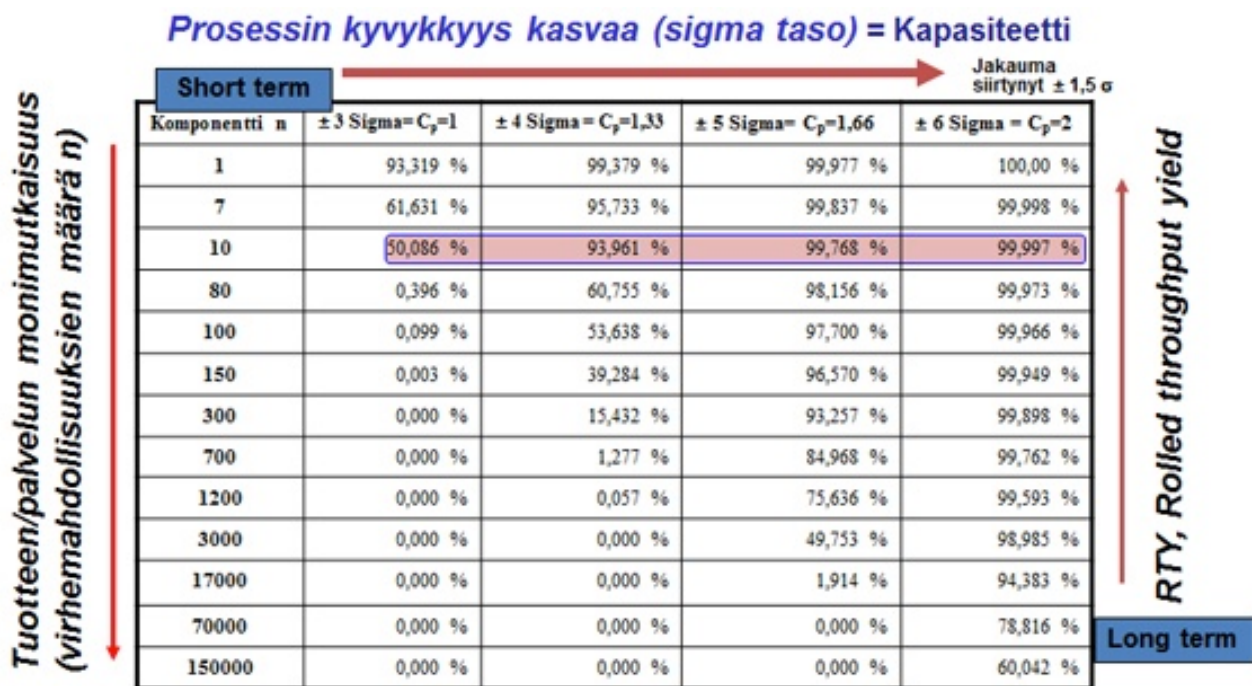
Lean perustuu viiden ydinkonseptin pohjalle, jotka ovat asiakkaan arvon määrittäminen, arvovirran määrittäminen, prosessin jatkuva virtaus, imuohjaus asiakkaasta taaksepäin sekä erinomaisuuden tavoittelu. Jotta yritys on Lean, vaaditaan ajattelutapaa, joka keskittyy siihen, että tuota virtaa koko prosessin läpi jatkuvana ilman keskeytyksiä ja palaa taaksepäin vain asiakkaan vaatimuksesta, sekä kulttuuria, jossa jokainen pyrkii jatkuvaan parantamiseen. (Liker 2011, 7.)

Leanin avulla pyritään parantamaan asiakastyytyväisyyttä ja laatua, pienentämään kustannuksia sekä lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. Toisin sanoen Lean on laiskuusperiaatteen noudattamista, mikä tarkoittaa sitä, että tehdään vain mitä on järkevä tehdä ja tehdään se kerralla oikein mahdollisimman pienellä energialla. Silloin ei tarvitse korjata toisten tai itse tehtyjä virheitä, asiat sujuvat tasaiseen tahtiin koko prosessin läpi. Leanissa on määritelty seitsemän tärkeintä hukkaa, joista tulisi päästä eroon prosessin tehostamisessa. Nämä ovat:

1. Ylituotanto: Tilaamattomien tuotteiden valmistaminen, mikä aiheuttaa tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista.
2. Odottelu ja viivästykset: Molemmat ovat arvoa tuottamattomia, esimerkiksi koneiden häiriöistä tai materiaalipuutteista johtuvat odottelut.
3. Tarpeeton kuljettaminen: Ylimääräinen tuotteiden kuljettaminen ei lisää niiden arvoa. Materiaalivirtojen kulku tuotannossa on pyrittävä pitämään mahdollisimman pienenä.
4. Laatuvirheet: Laatuvirheiden seurauksena materiaaleja ja resursseja menee hukkaan, minkä seurauksena asiakastyytyväisyys laskee.
5. Tarpeettomat varastot: Liian suuret varastot lisäävät kustannuksia, pidentävät tuotteiden läpimenoaikoja sekä kätkevät ongelmia.
6. Ylikäsittely: Ylikäsittelyssä tehdään asioita, jotka eivät ole asiakkaalle merkityksellisiä. Hukkaa syntyy, kun tuotetaan laadukkaampia tuotteita kuin on välttämätöntä.
7. Tarpeeton liike: Myös tarpeetonta liikkumista työpisteiden välillä tulisi välttää. Tarpeetonta liikettä on yksinkertaisin välttää pitämällä työpisteet puhtaina ja järjestelmällä työkalut oikeisiin paikkoihin, jotta työkaluja ei tarvitse etsiä ympäri tehdasta.
8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen: Ajan, ideoiden, taitojen, parannusten ja oppimismahdollisuuksien hukkaaminen, kun työntekijöitä ei kuunnella.

Perinteinen prosessinparannusmenetelmä keskittyy usein vain paikallisten tehokkuuksien määrittämiseen, kun taas lean-parannusmenetelmässä suurin osa kehityksestä tulee siitä, että suuri määrä lisäarvoa tuottamattomia vaiheita karsitaan pois. Samalla myös lisäarvoa tuottava aika pienenee. Ilman Lean-ajattelua useimmat ihmiset eivät osaa nähdä valtavia mahdollisuuksia hukan vähentämiseen poistamalla tai karsimalla lisäarvoa tuottamattomia vaiheita. (Liker 2011, 31.)

Usein ilman lean-ajattelua osaoptimoidaan tuotantoa, kun ei nähdä tuotantoa kokonaisuutena. Jatkuvan parantamisen mittarit, kuten I-mr -kortit tuovat esille suurimmat ongelmat, erityissyyt. I-mr korttien avulla löydettyjen erikoissyiden korjaus ja parannukset on helpompi kohdistaa oikeaan paikkaan. Toimittaessa kolmen sigmatason mukaan parannuksen onnistumisprosentti on 93,319%.



KUVIO 1. Prosessin kyvykkyys kasvaa (Karjalainen 2017)

2.2 Työntöohjaus

Työntöohjaus on tuotannonohjauksen muoto, jossa tuotteita valmistetaan riippumatta siitä, onko asiakastilauksia jo olemassa. Valmistetut tuotteet menevät varastoon, josta ne aikanaan toimitetaan asiakkaille. Työntöohjaus on tyypillisesti kehitetty palvelemaan yrityksen omia tarpeita eikä niinkään asiakkaiden tarpeita.

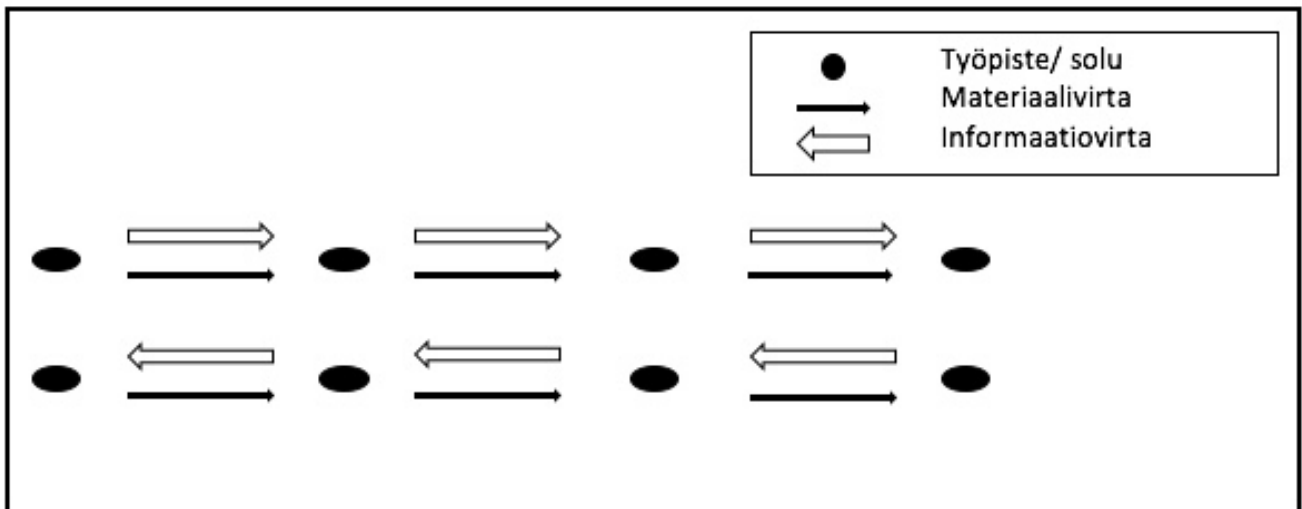
Ennen imuohjaukseen siirtymistä ilmanvaihtotuotanto ohjattiin Demecalla työntöohjatusti, mikä aiheutti tuotannossa suuria vaihteluita. Tuotannon vaihteluiden takia tuotantokapasiteettia ja todellisia tuotantomääriä oli vaikea laskea, kun toisena päivänä tehtaasta saatiin ulos 10 metriä kennoikkunoita ja toisena päivänä taas 100 metriä.

Työntöohjauksessa logistiikka nähtiin kustannuseränä, joka piti minimoida. Logistiikassa säästäminen aiheutti sen, että esimerkiksi materiaalilaukset hoidettiin usein yhdellä kerralla, mikä aiheutti joidenkin raaka-aineiden loppumisen ja tuotannon keskeytymisen.

2.3 Imuohjaus

Imuohjauksen taustalla on ajatus siitä, että varastot aiheuttavat kustannuksia ja piilottavat prosessien ongelmia: ne tulisi siis minimoida. Lean-ajattelun mukaan imuohjaus on tuotannonohjausmenetelmä, jonka toiminta perustuu asiakastarpeen tahtiin ja jossa varastojen ja keskeneräisen tuotannon määrä on rajoitettu. Tuotteita ja puolivalmisteita valmistetaan ja siirretään eteenpäin ainoastaan, mikäli niille on tarve, eli ketjun seuraava vaihe pyytää sitä. Imuohjaus toteutetaan usein esimerkiksi Kanban-ohjauskorttien avulla. (JIT (Just In Time) ja imuohjaus 2017)

Toyotan kolmannen periaatteen mukaan imuohjausjärjestelmää käytetään, jotta vältetään ylituotanto. Imuohjauksessa tuotannossa pystytään myös vakioimaan varastot. Imuohjauksen menetelmä parantaa todennäköisyyttä, että seuraavan asiakkaan tilaus saadaan nopeasti valmiiksi. Imuohjauksen ja työntöohjauksen suurin ero on informaatiiovirran kulkusuunta. Työntöohjauksessa tuote työnnetään läpi tuotannon, kun taas imuohjauksessa informaatio valmistuksesta tulee edelliseltä työvaiheelta (KUVIO 1).



KUVIO 2. Imuohjauksen ja työntöohjauksen erot

2.4 Kanban-järjestelmä

Kanban on japaninkielinen sana joka tarkoittaa ”korttia, ”lippua” tai ”merkkiä”. Kanban on työkalu, jolla hallitaan materiaalien kulkua ja tuotantoa imuohjauksessa. Kanban-järjestelmässä informaatio ilmoitetaan visuaalisina signaaleina, mikä voi yksinkertaisimmillaan olla tyhjä laatikko. Kun laatikko on tyhjä, siihen valmistetaan osia merkityn määrän verran. Kanbanin avulla hallitaan ja varmistetaan virtausta ja materiaalien tuotantoa juuri oikeaan aikaan (JIT). (Liker 2011, 35)

Kanban näki päivänvalon, kun Toyotalla oli tarve ylläpitää nopeaa parannusvauhtia Toyota Production System- järjestelmässä. Kanbanista tuli tehokas työväline koko tuotantojärjestelmän ohjauksen. Lisäksi se nosti esille erilaisia tuotantoprosessin ongelmia ja edisti sitten parannusten keksimistä ja käyttöönottoa. Kanbanissa kysyntä ohjaa tuotantoa, ja parhaimmillaan loppuasiakkaan tilaus menee koko asiakas-kauppa –ketjun läpi. (Ohno 1988, 25.)

Kanbaneiden avulla on myös helppo vähentää varastoja, koska voidaan helposti ottaa yksi kortti pois tuotannosta, jolloin varasto automaattisesti pienenee yhden kortin verran. Korttien poisottamisen avulla nähdään myös tarpeita parannuksille.

2.4.1 Kanban-kortit

Kanban-kortit ovat yksi tapa visuaalisen ohjauksen toteuttamiseen. Kanban-kortit ovat viestimekanismeja, jotka kertovat, milloin ja mitä tuotteita ja niiden osia saa valmistaa. Kanban-korttien määrän avulla voidaan määrittää varastojen sekä puskureiden koot. Liian suuri korttimäärä aiheuttaa pidemmän läpimenoajan koska tuotetaan ylimääräisiä tuotteita, kun taas liian pieni korttimäärä aiheuttaa turhaa odottelua. Täydellisen Kanban-järjestelmän toimimiseksi on tärkeää saada korttimäärä oikeaksi, jolloin tuotteiden läpimenoaika on mahdollisimman pieni sekä turhien ja ylimääräisten tuotteiden valmistaminen laskee mahdollisimman vähäiseksi. Kanban-korteista näkyy selkeästi tuotteen nimike, tarkennus, varastopaikka, tilausmäärä sekä tilausta helpottava viivakoodi.

Kanban-korttimäärien laskemiseen voi käyttää seuraavaa kaavaa:

$$\text{kanban} = \text{vkm} + (\text{ta} + \text{te} * \text{vkm})$$

missä VKM on viikkomenekki, TA on toimitusaika viikkoina ja TE on toimittajan epävarmuus viikkoina.


Vihreä kortti on toimittaja-kanban, eli vihreän kortin loppuessa kortilla tilataan lisää uusia tuotteita toimittajalta (KUVA 2). Keltaiselta kortilta otetaan tuotteita tuotannon tarpeisiin, ja sillä tilataan vasta sitten, kun vihreät kortit on loppuneet (KUVA 3.) Punainen kortti on tuotanto-kanban ja se eroaa vihreästä kortista siten, että punaisten korttien tuotteet valmistetaan itse, tässä tapauksessa yrityksen omassa hit-saamossa (KUVA 4).

Tunnus:	
Kierretanko M20	
Tarkennus:	
Kierretanko 8.8 M20X2000 kuumasinkitty	
Toimittaja: Ahlsell	Varastopaikka: 13 03 05 T
	Tilauserä [kpl]: 2
MET00264	15

KUVA 2. Toimittaja-Kanban

Tunnus:	
Kierretanko M20	
Tarkennus:	
Kierretanko 8.8 M20X2000 kuumasinkitty	
Toimittaja: Ahlsell	Varastopaikka: 13 03 05 T
	Tilauserä [kpl]: 2
MET00264	15

KUVA 3. Tuotantosolu-Kanban

Tunnus:	
W1033, Osanumero 1	W1033/4 vetolaite
Tarkennus:	
EN 10278 - 30 - 155mm	Hitsi market
Toimittaja:	Varastopaikka:
H01 01 03	
Osavalmistus	
	Tiluserä [kpl]:
	10
met00250	

KUVA 4. Tuotanto-Kanban

2.5 5S

5S on kehitetty Japanissa, ja sen tarkoitus on helpottaa työpaikkojen organisointia ja työmenetelmien standardisointia. 5S:n pääperiaate on kasvattaa työn tuottavuutta välttämällä kaikenlaista hukkaamista sekä poistamalla arvoa tuottamatonta toimintaa. 5S:n avulla pyritään luomaan myös visuaalisesti tehokas ja mielekäs työpaikka. 5S ei ole pelkästään fyysisiä muutoksia, vaan se on Leanin kaltaisesta suurimmalta osin kulttuurillinen muutos. (Liker 2011, 150-151)

5S koostuu seuraavista osa-alueista;

1. Sort

Sorteerauksessa poistetaan työpaikoilta tarpeettomat tavarat, minkä avulla vapautetaan tilaa ja vähennetään rikkoontuneita tai tarpeettomia työkaluja joita ei oikeasti tarvita.

2. Set In Order

Systematisoinnilla pyritään löytämään hyviä menetelmiä esimerkiksi alueiden rajaukseen, erilaisiin säilytysmenetelmiin, lattioiden maalaukseen sekä roskakorien sijoitteluun.

3. Shine

Siivouksella tarkoitetaan työpisteiden päivittäistä siivoamista, minkä tuloksena saadaan työskennellä puhtaassa ympäristössä, jossa työkalut ja muut tarvittavat välineet ovat aina lähettyvillä ja löydettävissä eivätkä roskien alla piilossa.

4. Standardize

Standardisoinnissa käydään läpi työpaikan parhaat käytännöt yhdessä työntekijöiden kanssa, jolloin saadaan selville mitä ja missä työpisteillä pitää oikeasti olla.

5. Sustain

Seurannassa pidetään huolta siitä, että jokainen noudattaa sovittuja menetelmiä jatkuvasti.

2.6 SPC

Tilastollinen mittaaminen ja prosessinohjaus eli SPC on mittauksiin sekä tilastotieteisiin perustuva menetelmä, jota voidaan käyttää prosessinhallinnan apuna. SPC voi olla myös laadunhallinnan työkalu, jota käytetään jatkuvan parantamisen mahdollistamiseen. (Salomäki 1999, 145)

Tilastollisessa mittaamisessa käytetään toleranssirajoja sekä kontrollirajoja. Toleranssirajat ovat niin sanottuja laadullisia rajoja, joiden sisällä asiakas haluaa tuotteiden olevan. Mikäli toleranssirajoista poikeaan, saattaa seurata reklamaatioita sekä asiakkaiden tyytymättömyyttä. Kontrollirajoja kutsutaan UCL:ksi (Upper Control Limit) sekä LCL (Lower Control Limit). Nämä rajat kuvaavat keskihajonnan kautta yksittäisiä poikkeamia prosessin seurannassa.

Kontrollirajat voidaan laskea seuraavasti:

$$UCL = \text{keskiarvo} + 2,66 * \text{keskihajonta}$$

$$LCL = \text{keskiarvo} - 2,66 * \text{keskihajonta}$$

Tilastolliseen mittaamiseen kuuluvat myös valvontakortit eli ohjauskortit. Ohjauskortteja käytetään SPC:n keinona virheitä aiheuttavien ja prosessin normaalitoimintaan kuulumattomien poikkeamien löytämiseksi. Ohjauskortteja käytetään tuotannon mittaamiseen lattiatasolla. Tässä opinnäytetyössä valittiin käytettäväksi I-MR ohjauskorttia, joka kuvaa hyvin prosessin suoriutumista.

I-MR-korttia käytetään myös jatkuvan tiedon analysointiin. I-MR-kortissa jokainen havainto on itsenäinen piste, eli käytössä ei ole alaryhmiä, vaan jokaisen ryhmän koko on yksi. Ohjauskorttiin lisätään myös kontrollirajat, joiden perusteella nähdään poikkeamat ja niille voidaan etsiä aiheuttajat ja erityisyyt

3 ALKUTILANNE

Aloittaessani opinnäytetyötäni Demecan tuotanto ohjautui työntöohjauksella. Ulkopuolisen silmään tuotanto näytti toimivan hyvin, mutta lähempi tarkastelu toi esille tuotantosysteemissä piilevät ongelmat. Nykytilannetta aloitettiin selvittämään mittaamalla tuotantoa I-MR-kortilla (jatkuvan datan seuranta), mutta tuotanto ei ollut riittävän stabiili, jolloin mittaamista ei voitu toteuttaa. Mittausten aikana todettiin työn tekemisen edellytysten olevan riittämättömällä tasolla tilastollisen mittauksen toteuttamiseksi.

Jotta tilastollisesti pystyy mittaamaan, prosessin pitää olla stabiili (Ervasti 2017).

Alkutilanteessa tuotannossa työskenteli vaihtelevasti 2-4 henkilöä, jotka tekivät töitä eri työpisteillä lähes sattumanvaraisesti. Tuotanto oli myös erittäin vaihtelevaa, joskin kiireisinä aikoina tuotanto saattoi olla hyvinkin nopeaa. Suurimmaksi osaksi kuitenkin rauhallisena aikana tuotantomäärät olivat todella pieniä. Tuotannon ensimmäisillä työpisteillä, eli sahoilla, valmistettiin paljon puskuriin, minkä jälkeen tuotteita kasattiin kokoonpanossa nopeasti. Tämä taas sai tuotannon näyttämään valheellisesti nopealta.

Työmääräimet, eli uudet tilaukset tuotiin tuotantoon sattumanvaraisesti jollekin työntekijälle, joka alkoi itsenäisesti valmistaa osia työmääräimien mukaisesti. Tuotannon lattiatasen ohjauksen tekivät työntekijät keskenään. Tämä aiheutti sen, että usein tuli vastaan tilanteita, jolloin ainoastaan yksi työntekijä tiesi, millaisia tuotteita milloinkin valmistetaan. Työmääräimien sattumanvarainen tuominen tuotantoon aiheutti sen, että yleensä perjantaisin oli erittäin kova kiire saada tarvittava määrä tuotteita toimitukseen seuraavalla viikolla. Tuotannossa ei ollut selkeää kuvaa mitä tehdään, minkä vuoksi työntekijät kulkivat kysymässä työnjohdolta vuorotellen mitä tehdään ja miten tehdään.

Leanin kulttuuria oli tuotu tuotantoon jo aikaisemmin, mutta nykyisen tuotantopäällikön ajanpuutteen ja muiden kiireellisten tehtävien vuoksi se oli jäänyt hieman kesken. Tästä sitten lähdin jatkamaan. Myös Kanban-kortteja oli jo jonkin verran valmistettu mutta jalkauttaminen oli jäänyt kesken. Isoimpana ongelmana oli, että Kanban-korttien käytölle ei ollut luotu järjestelmää, jolloin kortit olivat hyödyttömiä tuotantosysteemissä.

3.1 Työpisteet

Alkutilanteessa tuotannon työt olivat jaettu kolmeen työpisteeseen, joiden lisäksi tuotannon läheisyydessä toimi varastomies. Työpisteet olivat kennosahaus, alumiinisahaus sekä kokoonpano. Varastomies ei kuitenkaan pystynyt kiireiden takia hoitamaan omaa työnkuvaansa varastomiehenä, jolloin tehdas oli paikoitellen sekaisin ja sotkuinen. Myöskään tulevien tavaroiden varastointiin ja hyllyttämiseen ei ollut aikaa.

3.2 Tuotteet

Demecan ilmanvaihtoratkaisuihin ja tähän opinnäytetyöhön keskeisesti liittyviä tuotteita ovat Demeca-kennoikkunat sekä Demeca-ilmanvaihtohormit. Molemmat tuotteet valmistetaan UV-suojatusta polykarbonaattikennolevystä, kuumasinkityistä runkorakenteista, alumiinikehyksistä sekä korkealaatuisista solukumitiivisteistä.

Demeca-kennoikkunat soveltuvat lisäilmanvaihtoon tai ainoaksi tuloilmaluukuiksi. Kennoikkunoiden osia ovat alumiiniprofiili, kennolevy, H-lista sekä solukumitiiviste. Kennoikkunakokonaisuuteen kuuluvat vakioimitoitettut elementit sekä päädyt. (KUVA 5).



KUVA 5. Demeca Kennoikkunat (Demeca 2017)

Demeca-ilmanvaihtohormien seinä- ja katemateriaalina käytetään kirkasta kennolevyä, joka eristää hyvin ja päästää runsaasti valoa lävitseen. Ilmanvaihtohormit valmistetaan UCL-alumiiniprofiilista sekä kennolevystä. Ilmanvaihtohormin osia ovat sivut (4), katto, luukku sekä lintuverkko. (KUVA 6).



KUVA 6. Demeca Ilmanvaihtohormi (Demeca 2017)

3.3 Ongelmat

Alkutilanteessa tuotannon ongelmia olivat tuotannon vaihtelu, välivarastojen puuttuminen, työpisteiden sekalaisuus, puuttuvat ohjaukset, työkalujen järjestelyt sekä yleisen siisteyden puute. Alkutilanteessa tuotanto suunniteltiin asennusten mukaisesti, jolloin syntyi suunnatonta vaihtelua tuotantolinjalle. Vaihtelu aiheutti sen, että välillä tuotanto oli erittäin kiireellistä, kun taas välillä todella rauhallista. Myös tuotantomäärät vaihtelivat valtavasti.

Tuotannon vaihtelut ja vaikeudet voidaan osittain selittää sillä, että yritys on vasta aloittanut uudenmallisen kennoikkunan tuotannon. Päivitetystä mallissa kokoonpano sekä osavalmistus poikkeavat hieman edellisestä mallista, minkä seurauksena kokoonpanolinjastoon on tehty vähän väliä muutoksia.

Alkutilanteessa osien ja raaka-aineiden tilaaminen oli työntöohjauksessa ja yleensä tilaaminen tapahtui sillä periaatteella, että katsottiin edellinen tilaus ja tilattiin samanlainen erä kuin viimeksi välittämättä menekistä tai olemassa olevista varastoista ja piilovarastoista. Usein kävi myös niin, että tuote pääsi loppumaan ennen kuin sitä edes tilattiin lisää. Tilaamisen taloudellisuutta ajateltiin usein niin, että tilattiin rahtivapaasti isoja eriä, jolloin säästyttiin rahtimaksuilta, mutta samalla sidottiin pääomia varastoihin, mikä ei tue ollenkaan Lean-ajattelua.

4 TAVOITTEET

Tavoitetilanteessa tuotantoa pystytään suunnittelemaan paremmin, kun tiedetään tuotantokapasiteetti tietyillä työntekijämäärillä, eli pystytään tarkasti arvioimaan tuotantomääriä riippumatta siitä, onko töissä kaksi vai neljä työntekijää.

Tavoitetilanteessa kaikki työntekijät osaisivat kaikki työtehtävät, jolloin työntekijät voivat vaihdella eri työpisteiden välillä, mikä varmasti lisäisi työn mielekkyyttä, kun tulee vaihtelua rutiineihin. Tavoitetilanteessa tuotannossa on neljä työpistettä: kennosahaus, alumiinisahaus, kokoonpano sekä keräily ja osavalmistus yhdistettynä yhdeksi työpisteeksi. Opinnäytetyön jälkeisessä vaiheessa tuotannossa on tarkoitus ottaa käyttöön myös tiimityöskentely.

Suurimpana tavoitteena on saada imuohjattu tuotanto toimimaan moitteettomasti ja saada sillä aikaan haluttuja parannuksia tuotantoon. Toimivassa imuohjatussa tuotantojärjestelmässä päämääränä on ennustettava ja tasainen tuotantojärjestelmä. Ilmanvaihtotuotannon parantuessa voitaisiin jakaa hyviä kokemuksia imuohjauksesta myös yrityksen muuhun tuotantoon, jolloin muukin tuotanto voitaisiin vähitellen muuttaa imuohjautuvaksi.

Tavoitetilaan pääsemiseen tarvitaan tietoa aikaisemmasta tilanteesta kuin myös halutusta tavoitetilasta. Kennoikkuna- ja ilmanvaihtohormituotanto pyritään saamaan tasaiseksi ja ennustettavaksi niin, että keskeneräisen tuotannon määrä vastaa neljän tunnin kokoonpanon tuotosta. Kennosahauksen ja alumiinisahauksen jälkeisissä välivarastoissa on siis aina kokoonpanoon neljäksi tunniksi töitä. Näin molemmissa sahauksissa olevat työntekijät voivat sahausten jälkeen tehdä muita töitä, esimerkiksi projektien parissa. Alkutilanteen laskelmat perustuivat lukuihin, joiden mukaan molemmat sahat saisivat neljän tunnin varaston valmiiksi kahdessa tunnissa, mikä tarkoittaa sitä, että koko päivän varaston valmistumiseen menee molemmilta neljä tuntia, jonka jälkeen työntekijöillä on neljä tuntia aikaa muihin töihin. Muuta työtä voi olla esimerkiksi kokoonpano, jos kyseisenä päivänä kokoonpanossa ei ole työntekijää.

4.1 Ennustettavat ja tasaiset tuotantomäärät

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada ilmanvaihtotuotanto toimimaan niin, että se olisi mahdollisimman tasaista ja ennustettavaa. Tuotannon tasoittaminen on tärkeää, jotta tuotannon kuormittaminen pysyisi vakaana. Kun tuotannon kuormittaminen on epävakaata, vaihtelu seuraavissa työpisteissä ja –vaiheissa lisääntyy ja niin sanottu lumipalloefekti pääsee valloilleen. Ennustettavassa tuotannossa voidaan viikoittain nähdä, kuinka paljon tekemistä milläkin viikolla on. Näin ollen nähdään, montako työntekijä ilmanvaihtotuotantoon milloinkin tarvitaan ja milloin ilmanvaihtoon kuuluvat työntekijät ehtivät tehdä muita töitä.

5 IMUOHJAUKSN TOTEUTUKSEN VALMISTELUT

5.1 Vanha toimintatapa

Vanhassa toimintatavassa tuotanto oli työntöohjattua, ja lattiataason toiminnanohjauksen suorittivat työntekijät itsenäisesti. Vanhassa toimintatavassa osia tehtiin varastoon vaihtelevia määriä, välillä paljon ja välillä taas vähän. Välivarastoja ei ollut käytössä samoin kuin ei myöskään mitään rajoitusta keskeneräiselle tuotannolle. Tästä syystä tuotannossa saattoi olla jonossa todella paljon tuotteita osittain valmiina. Osittain valmiit tuotteet pyörivät kokoonpanolinjastolla lattialla, mikä kasvatti tuotteiden rikkoontumisen riskiä.

Vanhassa toimintatavassa ei ollut eritelty työpisteitä, vaan työntekijät tekivät, mitä milloinkin näkivät parhaaksi. Esimerkiksi keskeneräisessä tuotannossa saattoi olla suuri määrä kennoa, mutta ei ollenkaan alumiinia, tai toisinpäin. Myös jo olemassa olevien kanban-korttien käyttäminen ilman osaamista ja ohjausta aiheutti sen, että varastoissa oleva tavara saattoi silti loppua tai sitä saattoi olla enemmän kuin pitäisi.

5.2 Tuotannon layout

Tuotannon layoutia muutettiin useaan kertaan ja siitä pyrittiin saamaan mahdollisimman yksinkertainen, kuitenkin niin, että materiaalivirrat olisivat mahdollisimman lyhyitä ja suorita. Layoutin muutokset aloitettiin piirtämällä materiaalivirtoja tehtaan vanhaan pohjakuvaan, minkä perusteella muutimme varastopaikkoja sekä työpisteiden sijainteja. Tällä hetkellä työpisteet on sijoitettu niin, että alumiinisahaus on alumiinien varastohyllyn vieressä, kun taas kennosahaus on toisella puolella tuotantoa kennolevyvarastojen vierellä. Näiden työpisteiden välissä on kokoonpanopiste sekä välivarastot, joihin on mahdollisimman helppo toimittaa tuotteita molempien sahojen työpisteiltä.

5.3 Kanban-järjestelmän valmistelut

Alkaessani tutustua Kanban-järjestelmään, kävin opinnäytetyön ohjaajan kanssa läpi Kanban-järjestelmän sekä imuohjauksen teoriaa ja käytännön soveltamista. Kävimme läpi myös jo tuotannossa olevien Kanban-korttien käyttöä ja tarkoitusta. Kanban-korttien valmistelussa aloitimme rakentamalla lisää hyllypaikkoja tuotantoon, jotta saisimme tarvittavat tuotteet riittävän lähelle tuotantosolua.

Opiskelin myös kanban-korttien tekoa sekä korttimäärien laskentaa. Tavoitteena oli saada kaikki tuotannon sisällä liikkuva tavara korteille, jotta niitä on helppo seurata sekä myös tarvittaessa muuttaa tai korjata.

5.4 Uudet varastopaikat

Kanban-järjestelmän laajentumisen ja korttien lisääntymisen takia teimme uusia varastohyllyjä ja -paikkoja. Uudet varastot pyrittiin rakentamaan mahdollisimman lähelle sitä tuotantosolua, mihin liittyviä osia hyllyissä on. Uudet hyllyt rakennettiin jokaisen työpisteen välittömään läheisyyteen (KUVA 7).



KUVA 7. Uusia hyllypaikkoja tuotannon osavalmisteille

Varastohyllyjen lisäksi teimme niin sanottuja visuaalisia kanban-kortteja kennolevyjen varastointiin kennosahauksen ja kokoonpanon välillä. Keskenräisten tuotteiden varastointi toteutettiin liikuteltavilla kärryillä, mihin mahtui kahden tunnin kokoonpanoa vastaava määrä kennolevyä. Kärryjä tehtiin aluksi kuusi kappaletta, mikä vastaa kokoonpanossa 1,5 työpäivän työmäärää (KUVA 8).



KUVA 8. Kennolevykärry, visuaalinen kanban

5.5 Ohjauskortit

Käyttöönoton valmisteluissa jokaiselle työpisteelle jaettiin uudet ohjauskortit sekä virhetaulut. Virhetaulujen käyttöönotto tapahtuu vasta jälkepäin, kun imuohjattua tuotantoa on käytetty sen verran, että saadaan ohjausrajat laskettua. Ohjausrajojen laskemisen jälkeen virhetaulut on tarkoitus ottaa käyttöön ja merkitä kaikki poikkeamat ohjauskortista virhetauluun, minkä jälkeen poikkeamille voidaan etsiä erikoissyyt. Ohjauskortteihin merkattiin työpisteen läpi kulkevat tuotteet tunnin välein.

5.6 Tiedottaminen uudesta toimintatavasta

Toteutuksen valmistelujen aikana työntekijöitä informoitiin tulevasta toimintatavasta ja heiltä kysyttiin mielipiteitä ja kehitysideoita tuotannon kehittämistä. Työntekijöitä myös opastettiin kanban-korttien oikeaoppiseen käyttöön, eli miltä kortilta otetaan ja mihin mikäkin kortti kuuluu. Vaikein osa uutta toimintatapaa oli saada työntekijät ymmärtämään, että tuotantoerien pienentäminen ei ollut huono asia vaan päinvastoin. Esimerkiksi molemmilla sahauspisteillä oli totuttu aina sahaamaan suuria eriä kerralla ja heistä tuntui turhauttavalta valmistaa vain muutamien kymmenien kappaleiden eriä.

6 IMUOHJAUKSEN KÄYTTÖÖNOTTO

Imuohjauksen käyttöönottoa valmisteltiin useita viikkoja, ja siinä samalla tehtiin paljon muutoksia tuotannossa niin osien valmistukseen kuin tuotannon layouttiin liittyen. Tulimme siihen tulokseen, että mitä paremmin ja määrätietoisemmin valmistelut toteutetaan, sen helpompi siirtymisvaihe on.

Kun imuohjaukseen siirtymisen valmistelut oli tehty, työntekijöille pidettiin perehdytys imuohjauksesta ja kanban-järjestelmästä sekä niiden tarkoituksista ja tavoitteista, jotta työntekijät tietäisivät, miten missäkin tuotantovaiheessa imuohjaus toimii ja miten se eroaa työntöohjauksesta. Työntekijöiden työ muuttui osittain paljonkin, mikä tuntui työntekijöistä aluksi jopa siltä, että heidän tekemisiään tuotannossa rajoitettiin.

6.1 Esiin nousevia ongelmia

Käyttöönoton alkuvaiheessa esiin nousi jo edellä mainittu ongelma, että työntekijät kokivat, että heidän työtään tuotannossa rajoitetaan. Näitä asioita käytiin läpi työntekijöiden kanssa, ja heidät pyrittiin vakuuttamaan muutosten paremmuudesta verrattuna työntöohjattuun tuotantojärjestelmään. Työpisteiden läpi menevien tavaroiden määrät kirjattiin I-mr ohjauskortteihin, mistä myös työntekijät itse näkivät heti, että muutos parempaan on tapahtunut. Ohjauskorteista nähtiin hyvin nopeasti myös se, että tuotanto ei ole pelkästään kasvanut vaan ennen kaikkea tasoittunut.

Esiin nousi myös ongelmia kanban-korttien käytöstä, mutta sekin asia keskusteltiin työntekijöiden kanssa ja heitä ohjattiin lisää korttien käytössä, minkä seurauksena myös kanban-järjestelmä alkoi toimia halutulla tavalla.

7 TULOKSET

Opinnäytetyön johdannossa kävin läpi Demeca Oy:n strategisia tavoitteita, joihin kuului imuohjauksen toteuttaminen aloittaen ilmanvaihtotuotannosta. Opinnäytetyöni tukee tätä tavoitetta antaen puitteet imuohjauksen toteuttamiseen ja mahdollistaen sen toteuttamisen alusta loppuun asti. Toyotan periaatteiden mukaisesti yrityksessä on ensin luotava kulttuuri, missä pysähdytään korjaamaan ongelmia, jotta saataisiin laatu kuntoon mahdollisimman nopeasti. Ongelmien korjaamiseen ja löytämiseen ovat imuohjaus- ja Kanban-järjestelmät täydennettynä Leanin filosofialla erittäin toimivaksi havaittu yhdistelmä.

Imuohjauksen toteuttamisen seurauksena saatiin luotettavia mittaustuloksia työpisteille sijoitelluista ohjauskorteista. Kun ohjauskortteihin saatiin riittävästi mittauspisteitä ohjausrajojen laskemiseen, pystyttiin heti kertomaan muutoksesta parempaan, varsinkin tuotannon tasoittumisessa.

Kanban-järjestelmien toteuttaminen imuohjauksen apuna auttoi pitämään tuotannon varastot ja välivarastot mahdollisimman pienin, mutta kuitenkin riittävinä. Leanin periaatteiden mukaisesti tarpeettoman suuret varastot kätkevät ongelmia sekä pidentävät tuotteiden läpimenoaikoja, joten nekin ongelmat saatiin minimoitua mahdollisimman hyvin. Kanban-kortit pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertaisiksi, jotta niitä olisi helppo lukea.

Uuden järjestelmän ja varsinkin työpisteiden selkeyttämisen myötä tuotannon työntekijöillä oli selkeämpi kuva mitä heidän tulee tehdä työpisteillä ja varastoilla sekä kuinka heidän tulee toimia työmääräinten ja kanban-korttien kanssa.

8 POHDINTA

Tehokkaan nykyaikaisen imuohjausjärjestelmään pohjautuvan tuotantomallin perusideana on, että tavara liikkuu nopeasti tehtaaseen sisälle ja ulos eikä seiso turhaan varastoissa. Mikäli tuotantojärjestelmää ei ole, tehdas ei voi toimia maksimaalisella tehokkuudella ja hyödyllä. Opinnäytetyön tavoitteena oli saada Demeca Oy:n ilmanvaihtotuotanto toimimaan imuohjauksella noudattaen Leanin kulttuuria. Prosessissa käytettiin apuna Leanin ajattelutapaa, 5S-menetelmää, kanban-kortteja sekä erittäin tärkeää ja tiivistä yhteistyötä minun ja opinnäytetyön ohjaajan välillä.

Lean-kulttuurin luominen ei ole kuitenkaan kovin nopeaa, ja siihen täytyykin panostaa jopa useita vuosia. Tällä hetkellä kulttuurin luominen on kuitenkin siinä vaiheessa, että voidaan sanoa sen olevan näkyvissä. Yrityksen tulevaisuuden tavoitteena onkin ylläpitää ja jatkaa jatkuvaa parantamista.

Muutosprosessia toteuttaessa tulee muistaa, että uuden tuotannonohjausjärjestelmän tuominen jo valmiina olevaan tuotantoon ei ole missään tapauksessa helppo prosessi. Se vaatii pitkäjänteistä työtä ja ennen kaikkea suunnittelua. Tässäkin työssä välillä vastaan tuli toimenpiteitä, joita en ollut aikaisemmin tehnyt, joten sellaisia vaiheita ei voinut oikein edes suunnitella. Täytyi kokeilla ja testata erilaisia ratkaisuja, mikä oli välillä hieman turhauttavaa. Muutostöiden onnistumiseen tarvittiin koko tehtaan työpanosta.

Kokemuksena opinnäytetyön tekeminen oli erittäin mielekästä ja samalla myös opettavaista. Koin, että teoillani oli merkitystä niin yrityksen tuotannossa ja tulevaisuudessa kuin myös omassa tulevaisuudessani. Ennen opinnäytetyön tekemistä en tuntenut imuohjausjärjestelmää tai kanban-järjestelmää järin hyvin, mutta nyt sen parissa työskenneltyäni uskon sen olevan erittäin suuressa roolissa menestyvän yrityksen tuotantojärjestelmänä.

LÄHTEET

Demeca Oy 2017. Saatavissa: <http://www.demeca.fi> Viitattu 25.11.2017.

Ervasti, R. 2017. Tuotantopäällikön haastattelu 11.11.2017. Demeca Oy. Haapavesi.

JIT (Just In Time) ja imuohjaus. Logistiikan Maailma. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/> Viitattu 4.12.2017.

Karjalainen, E. 2017. Prosessin ja työkoneen säätäminen ja asettaminen - OSA II. Julkaistu 29.8.2017. Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/prosessi-osa2/> Viitattu 4.12.2017.

Liker, J. 2011. Toyotan Tapaan. 2. Painos. Jyväskylä: Bookwell.

Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on lean. Halmstad: Bulls Graphics.

Ohno, T. 1988. Toyota Production System. New York: Sheridan Books.

Rother, M. 2011. Toyota Kata. Porvoo: Bookwell.

Salomäki, R. 1999. Hyödynnä SPC: suorituskykyiset prosessit. Jyväskylä: Metalliteollisuuden Kustannus.