

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Niko Oksman

TUOTANNONKEHITYS

Opinnäytetyö

Toukokuu 2016



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijä
Niko Oksman

Nimeke
Tuotannonkehitys

Toimeksiantaja
Pielisen Betoni Oy

Tämä opinnäytetyö käsittelee teollisessa tuotannossa käytettäviä kehitysmenetelmiä ja kehityksen vaiheita käyttöönotosta aina ylläpitoon saakka. Menetelmät ovat valittu kohdeyritykselle hyödyllisimmiksi nähdystä ja koetuista asioista. Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää yrityksen tuotantoa yksityiskohtaisemmin ja saada käynnistetty kehitystoiminta pysymään osana yrityksen toimintaa.

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla yrityksen tuotantoon, jolloin tarkasteltiin kehitystarpeita ja suunniteltiin käytännön toimia kehityksen käynnistämiseksi.

Työssä aihetta esitellään aluksi ja perusasioita avataan aina tuotannon määrittelemisestä asti. Kehitysmenetelmät avataan yksityiskohtaisesti selittämällä niiden tarkoitus ja lopuksi menetelmiä sovelletaan yrityksen tuotantoon.

Työn loppupuolella laskettiin myös tuotantokoneen kokonaistehokuutta kuvaava OEE-luku.

Kieli
suomi

Sivuja 21
Liitteet
Liitesivumäärä

Asiasanat
Tuotanto, Kehitys, Lean, 5S, OEE-luku



THESIS
May 2016
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**
Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
p. (013) 260 6800

Author
Niko Oksman

Title
The Development of Production

Commissioned by
Pielisen Betoni Oy

This thesis presents the development methods, which are used in industrial production and the various phases in development from implementation to maintenance. The methods have been chosen from the subjects the target company has seen and experienced the most useful. The objective of the thesis was to develop the production of the company in more detail and to keep the started development operations as a part of the company's activities.

The thesis was began getting familiar with the production of the company. At that stage, the needs for the development areas were observed and the practical work was planned for starting the development.

In the beginning of this thesis, the topic is presented and the basic facts are opened starting from defining the production. The development methods are dealt with in detail to explain their purpose and, finally, during this work, the methods were applied to production of the company.

In the latter part of the thesis, the overall efficiency of the production machine was also calculated as the OEE score.

Language
Finnish

Pages 21
Appendices
Pages of Appendices

Keywords
Production, Development, Lean, 5S, Overall Equipment Efficiency

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Työn tausta.....	5
1.2	Työn rajaus	5
2	Mitä tuotanto on?	6
2.1	Tuotantoketju	6
2.2	Tuotantostrategia	6
2.3	Tuotannon kilpailutekijät ja tavoitteet	6
3	Tuotannon kehityksen lähtökohdat ja menetelmät	7
3.1	Tuottavuus ja kannattavuus	7
3.2	Lean-ajattelu sekä kaizen-työpaja osana Leania.....	8
3.3	JIT/JOT-tuotanto.....	13
3.4	5S ja sen hyödyt	14
4	OEE-luku ja sen laskeminen.....	18
4.1	OEE-luku	18
4.2	OEE-luvun laskenta käytännössä.....	18
5	Pohdinta	21
5.1	Soveltaminen tuotantoon	21
5.2	Työn luotettavuus	22
5.3	Jatkotutkimukset ja kehittäminen	22
	Lähteet.....	23

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee tuotannon kehittämiseen ja ohjaamiseen vaikuttavia asioita sekä filosofisia periaatteita, joilla pyritään vaikuttamaan kohdeyrityksen tuotantoon kehittävästi. Työn tarkoituksena on havainnollistaa ja pyrkiä selittämään miksi ja millaisissa tilanteissa tuotannon kehitys on tarpeen ja millaisen kehitystyön tämä prosessi kokonaisuudessaan vaatii. Alussa on tarkoitus avata aihetta ennen varsinaista teoriaosuutta. Teoriaosuuden jälkeen työssä käydään läpi, kuinka opinnäytetyössä esille tulleita asioita voidaan hyödyntää kohdeyrityksen tuotannossa.

1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön idea kehittyi ollessani kesätöissä Pielisen Betoni Oy:llä vuosina 2013 ja 2014 Outokummun elementtitehtaalla. Keskustelin yrityksen johdon kanssa opinnäytetyön aiheesta ja mahdollisuudesta tehdä se juuri tässä yrityksessä, koska työtehtäväni oli tuotantopuolella ja yrityksen tuotanto oli alkanut tulla minulle tutuksi. Tuotannon kehitys näin ollen tuntui hyödylliseltä ja loogiselta aiheelta ajatellen samalla tuotannon kehitystä teollisuudessa yleisellä tasolla. Myös koulutusohjelmani puolesta tuotannonkehitys aiheena oli sekä mielenkiintoinen että yleishyödyllinen aihe tehdä opinnäytetyö.

Pielisen Betoni Oy on betonielementtejä valmistava rakennusteollisuuden yritys, jonka toiminta alkoi Lieksassa 1973 laajentuen elementtitehtaaksi vuonna 1983. Elementtitehtaita on neljä, jotka sijaitsevat Joensuussa, Outokummussa, Lieksassa sekä Hollolassa. Lisäksi Kuopiossa sijaitsee vielä yksi valmisbetonitehdas. (Pielisen Betoni.)

1.2 Työn rajaus

Opinnäytetyö on rajattu keskittymään vain suomalaisen teollisuuden tuotantoon, tässä tapauksessa lähinnä kohdeyrityksen tuotantoon. Vaikka tuotannonkehitys on laaja käsite ja

asiaa on paljon, käsittelee työni kohdeyrityksen kannalta vain tärkeimmät asiat ja menettelmät tuotannon kehityksessä.

2 Mitä tuotanto on?

2.1 Tuotantoketju

Tuotanto kattaa kaikki valmistavan yrityksen tehtävät ja toiminnot, joilla saadaan valmistettua asiakkaan tilaama tuote. Tuotantoketju alkaa asiakkaan tilauksesta ja päättyy tilauksen toimitukseen. Heti tuotantoketjun alussa asiakkaan tilauksen jälkeen tehdään tarvittavat materiaalien hankinnat valmistusta varten. (Mertanen 2014, 1–4.)

2.2 Tuotantostrategia

”Strategia on suunnittelua edun saamiseksi.” Tuotantostrategia rakentuu aina osastrategioista, joista tärkeimmät ovat myyntistrategia sekä tuotteistus- ja suunnittelustrategia. Tuotantostrategialla vaikutetaan tuotannon päivittäisiin tehtäviin ja valintoihin. (Peltonen 1997, 35).

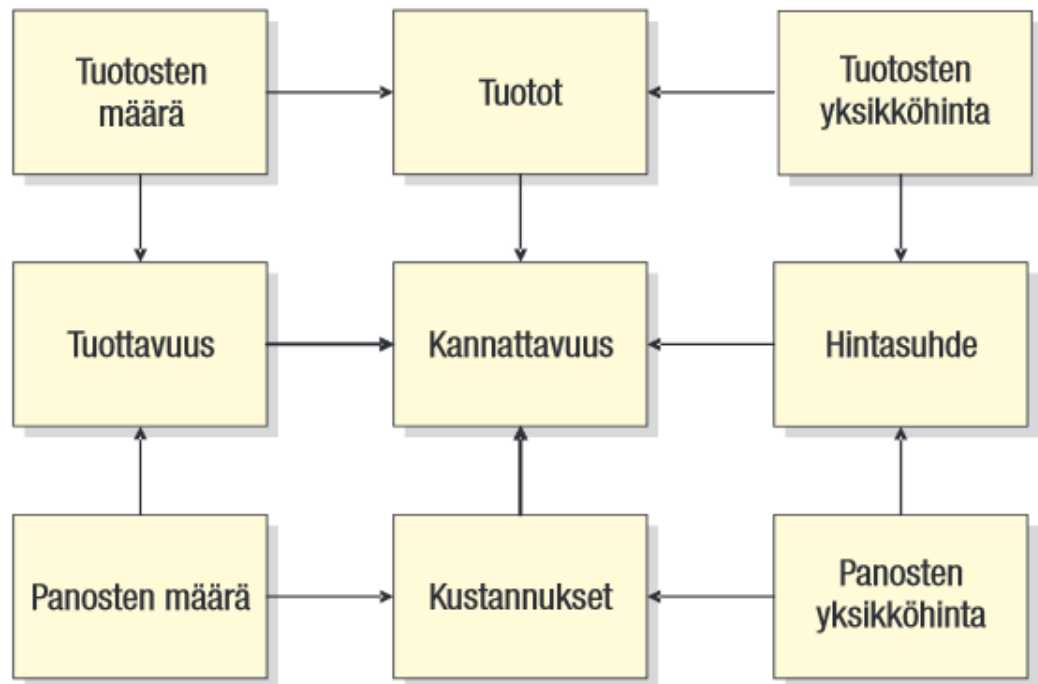
2.3 Tuotannon kilpailutekijät ja tavoitteet

Tuotanto pyrkii valmistamaan tuotteita asiakkaan haluamalla tavalla sekä kustannustehokkaasti. Tuotannon ollessa kustannustehokasta yritys tuottaa laadukkaita tuotteita matalin tuotantokustannuksin, jolloin yrityksellä on kilpailukykyä pärjätä markkinoilla. Muita tärkeitä kilpailutekijöitä ovat muun muassa tuotteen hyvä laatu ja tilaus-toimitusketjun nopeus. Asiakasohjautuvassa tuotannossa tilaus-toimitusketjun tärkeys korostuu entisestään. (Mertanen 2014, 1–4.)

3 Tuotannon kehityksen lähtökohdat ja menetelmät

3.1 Tuottavuus ja kannattavuus

Tuotannon kehityksen lähtökohtana on hyvä pitää yrityksen tuottavuutta ja kannattavuutta, mutta myös asiakasohjautuva tuotanto on tärkeä huomio. (Brax 2007, 11–13.)



Kuvio 1. Tuottavuuden ja kannattavuuden väliset yhteydet (Brax 2007, 12)

Kuviossa 1 näkyy tuottavuuden ja kannattavuuden välinen yhteys. Kuvioista nähdään yrityksen tuottavuuteen ja kannattavuuteen vaikuttavan useita eri tekijöitä, jota kautta nämä käsitteet ovat yhteydessä toisiinsa. (Brax 2007, 12.)

3.2 Lean-ajattelu sekä kaizen-työpaja osana Leania

Lean-ajattelu on filosofinen menetelmä, joka on tuotannonkehityksen ja siinä esille tulevien menetelmien perusta. Ajattelumalli sai alkunsa autoteollisuudessa Japanissa Toyota Motor Corporation tehtaalla. Tämän menetelmän lähtökohtana ja tarkoituksena on pyrkiä poistamaan seitsemän eri ”hukkaa” aiheuttavaa tekijää valmistusprosessissa. Nämä niin kutsutut ”hukat” ovat toimintoja valmistusprosessissa. Näihin kuuluu turhaan aikaa eivätkä ne näin ollen aiheuta lisäarvoa tuotannolle. (Liker 2010, 28.)

Näitä lisäarvoa tuottamattomia tekijöitä ovat

1. ylituotanto
2. odottelu
3. tarpeeton kuljettelu
4. ylikäsittely
5. tarpeettomat varastot
6. tarpeeton liikkuminen
7. viat. (Liker 2010, 28–29.)

Ylituotanto tarkoittaa, että tuotteita valmistetaan enemmän kuin asiakkaan tarve vaatii. Tällainen valmiiksi valmistaminen aiheuttaa tarpeetonta varastojen kasvua, josta aiheutuu lisäkustannuksia ja turhaa resurssien tuhlaamista. Ylituottamiseen voi johtaa muun muassa läpimenoajat, puutteellinen tai heikko tuotannon suunnittelu. Asiakkaan kanssa on syytä sopia ja neuvotella esimerkiksi toimitusajankohdista. (Liker 2010, 28.)

Odottelua voi syntyä etenkin pitkälle automatisoidussa tuotannossa, kun työntekijä odottaa, että koneen voi asettaa seuraavaan työvaiheeseen. Mikäli odotteluaikaa syntyy, kannattaa se käyttää hyödyksi valmistelemalla seuraavaa työvaihetta tai esimerkiksi järjestelmällä omaa työpistettä. (Liker 2010, 28.)

Tarpeeton kuljettelu on kaikkea turhaa työn liikkuttamista paikasta toiseen. Mikäli työ ei vaadi viemistä esimerkiksi välivarastoon tai toiseen työpisteeseen, ei sitä tule tarpeettomasti kuljettaa paikasta toiseen. Työpisteet on suunniteltava niin, että työn valmistaminen

loppuun asti on mahdollista kyseisellä työpisteellä. Tämä säästää myös aikaa. Kun tarvittavat työkalut ja koneet hankitaan työpisteille valmiiksi, ei keskeneräistä työtä tarvitse lähteä viemään muualle loppuun valmistamista varten. (Liker 2010, 29.)

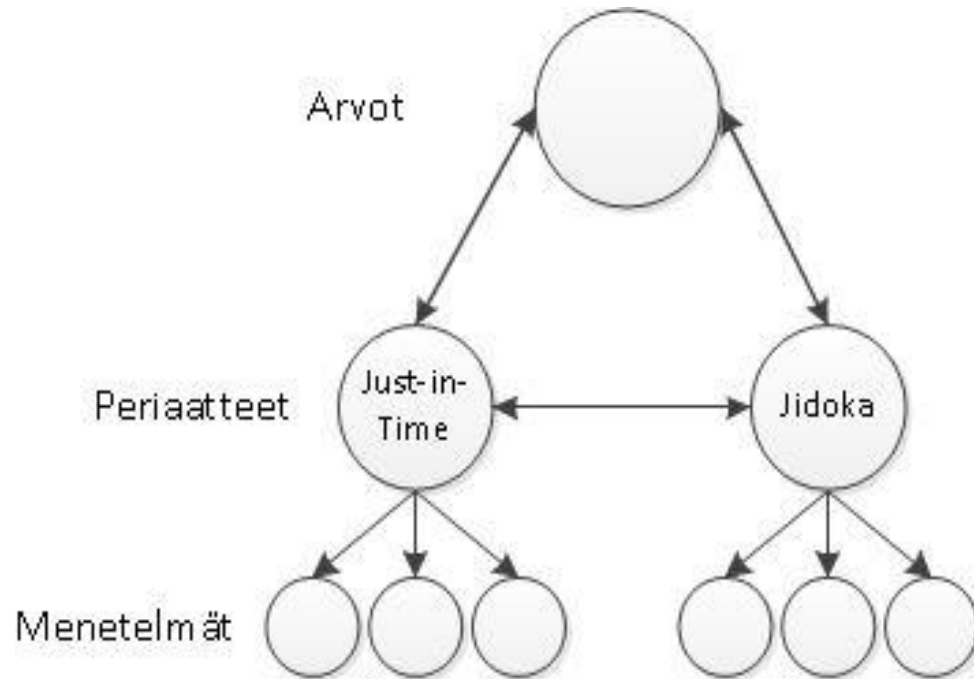
Ylikäsittely eli yliprosesointi tarkoittaa kappaleen työstämistä enemmän kuin asiakkaan tarve vaatii. On tarpeetonta käyttää aikaa ja resursseja turhien ja ylimääräisten työvaiheiden tekemiseen esimerkiksi liian laadukkaan tuotteen valmistamisessa. Tuotteiden tulee olla laadullisestikin asiakkaan vaatimuksen mukaisia, mutta hävikkiä syntyy heti, jos tuotetta viimeistellään yli asetettujen tarpeiden. (Liker 2010 29.)

Varastoja tai muita esimerkiksi raaka-aineille ja muille tuotteen valmistuksen kannalta välttämättömille tarvikkeille ja komponenteille tarkoitettuja tiloja ei ole tarpeen täyttää turhaan. Materiaaleja ei kannata tilata varastoihin yli tarvittavan määrän. Hävikkiä syntyy kustannuksissa, kun materiaalit lojuvat varastoissa vuosikausia tarpeettomina. (Liker 2010, 29.)

Jo aiemminkin mainittu työkalujen, koneiden ja laitteiden sijoittelu ja niiden puutteellisuus työpisteillä aiheuttavat turhaa liikkumista työntekijöille työpisteiden välillä. Hävikkiä syntyy ajallisesti, kun pidemmällä aikavälillä sekunnit kasvavat tunneiksi päivittäisen ajanhukan vuoksi. (Liker 2010, 29.)

Huonot ja vialliset kappaleet voivat johtua koneiden huoltojen laiminlyönnistä. Huollot tulisi ajoittaa sesonkiaikojen ulkopuolelle, jolloin ne tuottavat laadullisesti käyttökelpoisia kappaleita. Jos näin ei ole, tuotteita joudutaan yliprosessoimaan, kun niitä käsitellään uudelleen. Kappaleita joudutaan heittämään jopa pois tai niitä varastoidaan mahdollista uusiokäyttöä varten. Tällä tavalla kustannukset ja ajallinen hävikki kasvavat. (Liker 2010, 29.)

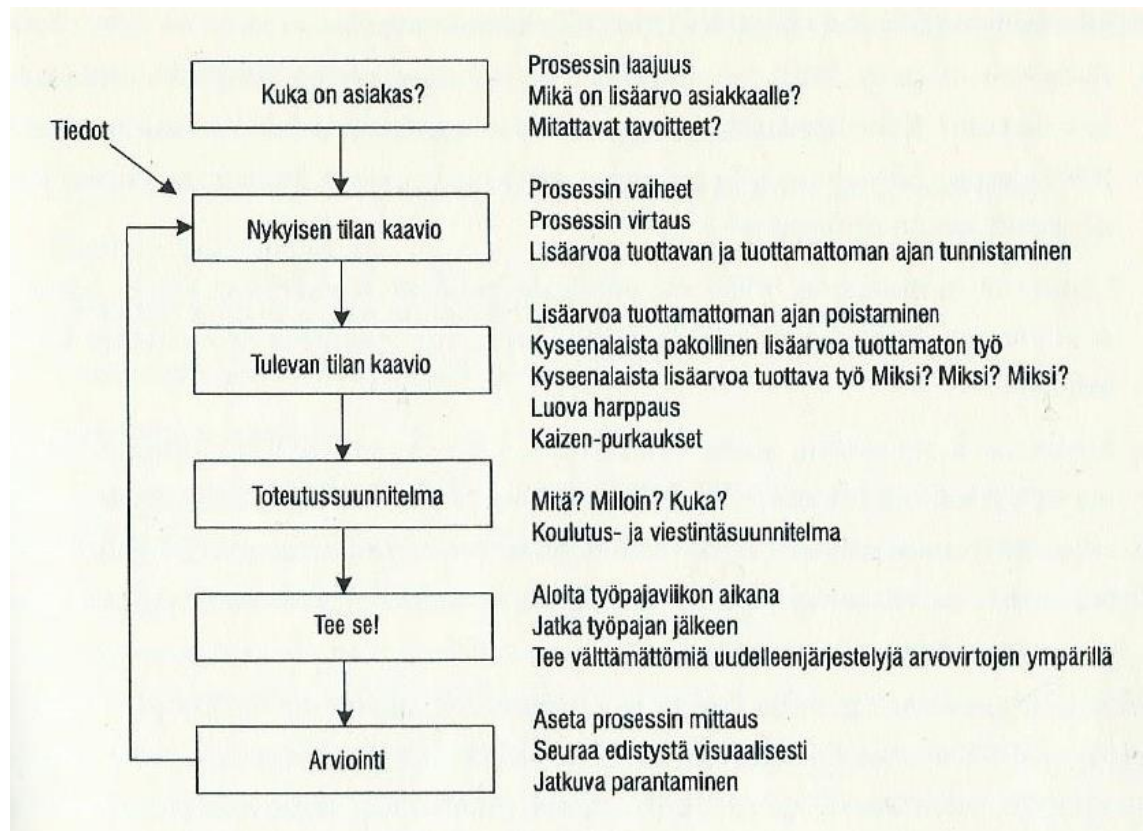
Nykyisin Lean-ajattelu on havainnut myös kahdeksannen lisäarvoa tuottamattoman hävikin. Tämä hävikki on työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen. Tämä tarkoittaa sitä, että myös työntekijää olisi hyvä kuunnella ja ottaa mukaan kehitystyöhön. Monissa työntekijöissä piilee paljon luovuutta, jonka ansioista heillä voi olla paljon hyviä ideoita kehityksen suhteen. (Liker 2010, 29.)



Kuvio 2. Lean periaate (Uitto 2015)

Kuvio 2 havainnollistaa Lean-ajattelun periaatteen ja sen mihin Lean-tuotanto perustuu. Lean-tuotannon lähtökohtana on Just In Time (JIT) ja Jidoka periaate. Nämä asiat täytyy olla hallussa ennen Lean-tuotannon käynnistämistä. (Uitto, 2015.)

Jidokan tarkoituksena on havaita koneen tekemät virheelliset kappaleet ja koneen toimintahäiriöt mahdollisimman nopeasti. Koneen tuotanto keskeytetään joko ihmisen tai koneen toimesta. (Mcs, 2012.)



Kuvio 3. Kaizen-työpajan kulku (Liker 2010, 279)

Kaizen-työpaja käsittää 5 vaihetta, joita tähän määrätty tiimi hoitaa. Työpajan ensimmäisessä vaiheessa tiimi aloittaa pohtimalla kuka on todellinen asiakas, ja millainen toiminta tuottaa lisäarvoa asiakkaalle. Näin saadaan selville prosessin tärkeimmät tehtävät, joilla asiakkaan tarpeet pystytään huomioimaan parhaiten. (Liker 2010, 278.)

Toisessa vaiheessa tiimi kartoittaa ja analysoi nykyistä tilaa. Tämä vaatii keskustelua muun henkilöstön kanssa muun muassa prosessissa ilmenevistä ongelmista sekä mahdollisista parannuksista. Lisäksi tiimi selvittää ajat, jotka tuottavat ja jotka eivät tuota lisäarvoa, jolloin tarpeellinen työkalu on Toyotan luoma kolmen kategorian menetelmä. Nämä kolme kategoriaa ovat lisäarvoa tuottavat, lisäarvoa tuottamattomat ja lisäarvoa tuottamattomat mutta välttämättömät tehtävät. Menetelmän avulla pohditaan asioita mistä asiakas olisi varmasti valmis maksamaan, seulotaan kaikki hukkaa aiheuttava tekeminen pois ja selvitetään tehtävät, mitkä eivät aiheuta lisäarvoa, mutta ovat prosessin kannalta välttämättömiä tehtäviä. (Liker 2010, 279.)

Kaizen-tiimin seuraavana tehtävänä on selvittää ja määrittää tuleva tila ja sen tunnusluvut. Tässä vaiheessa tiimi käy läpi jo edellisessä vaiheessa esille tulleita parannusideoita yksityiskohtaisemmin. Ideoita läpikäydessä lean-ajattelu tulee esille, kun seuraava tila pyritään toteuttamaan vähemmällä hukilla ja esimerkiksi lyhemmillä odotteluajoilla. Lopuksi tiimi käy tulevan tilan pääkohdat ja seikat läpi yrityksen johdon kanssa. Mikäli johto hyväksyy ehdotuksen, voidaan siirtyä neljänteen vaiheeseen. (Liker 2010, 281–282.)

Neljäs vaihe on toteuttaminen, jolloin tiimi alkaa toteuttaa edellä käytyä tulevan tilan visiointia käytännössä. Tiimin jäsenille jaetaan eri tehtävät, joiden toteutumisesta he huolehtivat. Tyypillisimpiä tehtäviä työpajalla on esimerkiksi 5S, henkilöstön uudelleen kouluttaminen ja laatuongelmien ratkaisu. Jo työpajan alussa on hyvä miettiä neljännen vaiheen tehtäviä, että työpajan kesto voidaan määrittää realistisemmaksi eikä työvaiheet jää kesken tai kokonaan tekemättä. (Liker 2010, 282.)

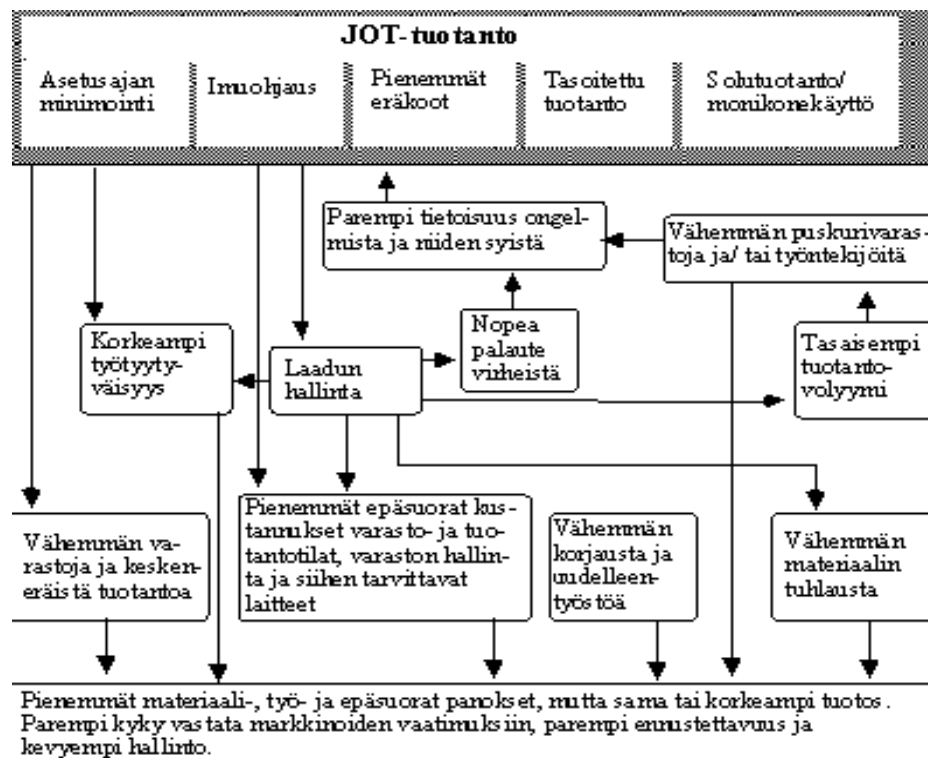
Viides ja viimeinen työpajan vaihe on arviointi. Tässä vaiheessa mietitään keino, miten tarkastaa ja ylläpitää työpajan kehitystä parantavat aikaansaannokset myös tulevaisuudessa. Myös tässä taulukointi on kannattava vaihtoehto, mitä on helppo täyttää ja seurata miten tilanne edistyy. (Liker 2010, 283.)

Mittari	Mittayksikkö	Lähtötaso	Tavoite	% parannusta	Omistaja
Läpimenoaika	Päiviä				
Toimitus	% ajasta				
Laatu	Vikojen määrä projektia kohti				
Tuottavuus	Tuntia projektia kohti				

Kuvio 4. Arviointivaiheen esimerkkitaulukko (Liker 2010, 283)

3.3 JIT/JOT-tuotanto

JIT (Just In Time) ja JOT (Juuri Oikeaan Tarpeeseen) tarkoittavat samaa asiaa mutta suomalaiset käyttävät mieluummin termiä JOT-tuotanto. JOT-tuotanto kehittyi 1950-luvulla myös Japanissa Toyotan tehtaalla, josta se kulkeutui Suomeen 1980-luvulla. Kyseisen periaatteen mukaan tuotteita ei valmisteta yhtään sen enempää kuin tarve vaatii. Tällä tavalla myös varastojen koot sekä hukkaprosentti pysyvät mahdollisimman pieninä. Edellä mainittu Lean-ajattelutavan mukainen ylituotannon poistaminen perustuu JIT/JOT-tuotantoon. (Peltonen 1998.)



Kuvio 5. JOT-tuotannon mallintaminen (Peltonen, 1998)

Kuviosta 5 havaitaan JOT-tuotannon periaatteet ja se, miten JOT vaikuttaa tuotannon kehitykseen. Asetusaika tarkoittaa työvaiheen valmistelussa kuluvaa aikaa. Kun asetusaika minimoidaan, sen seurauksena muodostuu vähemmän varastoja eikä tuotanto ole kesken-eräistä tai katkonaista. Näin ollen materiaali- ja työpanosten tarve pienenee, joka taas vaikuttaa valmistuskustannuksiin. Imuohjauksessa tuotteita valmistetaan vain, kun asiakkaalta tulee tilaus. (MCS, 2012.) Tämän ansioista laadun hallinta helpottuu ja tieto laa-

dusta ja sen mahdollisesta parantamisesta etenee nopeasti. Myös materiaali- ja työpanokset pienenevät. Näin ollen eräkoot pysyvät pieninä kun tieto liikkuu koko henkilökunnalle. (Peltonen, 1998.)

3.4 5S ja sen hyödyt

5S on järjestelmä, jolla pyritään vaikuttamaan tuotantoon ja sen kehittämiseen. 5S-järjestelmän ajatuksena on pitää työpisteet ja paikat siistinä sekä työkalut järjestyksessä vaikuttaen näin hyvinkin suuressa määrin tuotantoon. (Villanen 2013.)



Kuvio 6. Japanissa Toyotan tehtaalla 1980-luvulla kehitetty järjestelmä (Psi, 2012)

Työpiste lajitellaan siistiksi poistamalla kaikki turhat tavarat ja välineet (Psi, 2012). Tämä on 5S:n ensimmäinen vaihe ja samalla ensiaskel 5S:n käyttöönottoon. Yritykset itse voivat soveltaa tapoja tämän vaiheen toteuttamiseksi ja tarkkailemiseksi. Yksi tapa on käyttää punaista lappua. (Villanen 2013, 2.)

5S: Erottele tarpeeton tavara			Pvm: ____/____/____
			Tekijä: _____
Käytössä:	Varastointi:	Tehty pvm:	
<input type="checkbox"/> 1 kerta / vuosi	→ <input type="checkbox"/> hävitä tai työnljohto säilyttää	____/____/____	
<input type="checkbox"/> kerran / 2kk-6 kk kerran / kk kerran viikossa	→ <input type="checkbox"/>	Vain tarpeellinen jää työpisteeseen	
<input type="checkbox"/> joka päivä joka tunti	→ <input type="checkbox"/>	Pvm: ____/____/____ Tekijä: _____	
Huom.			
Kuinka usein käytössä:	Missä säilytetään / varastoidaan:	Kuka päättää?	
<input type="checkbox"/> alle 1 kerta viikossa	→ <input type="checkbox"/> hävitä tai työnljohto säilyttää	Työnjohto <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> tuotekohtainen työkalu	→ <input type="checkbox"/> yhteinen varasto	Työnopastajat <input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> ei tietoa, mitä tavaraa	→ _____	Trukkikuski <input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	

Kuvio 7. Punainen lappu on yksi esimerkki 5S:n ensimmäisen vaiheen toteuttamisesta (Villanen 2013, 2)

Kuvio 7 mukaiseen punaiseen lappuun merkitään kunkin tavaran käyttökerrat, ja sen perusteella se, kuinka ja missä kyseistä tavaraa säilytetään. Todella harvoin käytössä olevat tavarat tai kokonaan tarpeettomat tavarat hävitetään. (Villanen 2013, 2).

Työkalut ja muut tavarat järjestellään siten, että ne ovat helposti ja nopeasti löydettävissä. Työkaluille ja muille välineille järjestetään omat paikat jonne ne palautetaan aina käytön jälkeen. (Psi, 2012).

Työpisteet, työympäristöt sekä koneet ja laitteet puhdistetaan (Psi, 2012).

Lajittelu, järjestely ja puhdistus suoritetaan säännöllisin väliajoin, että näistä kolmesta asiasta muodostuisi rutiini ja jatkossa näiden asioiden hoitaminen sujuisi töiden ohessa. (Psi, 2012.)

Suorittamalla 5S-vaiheet päivittäin on helppo ylläpitää järjestelmää (Psi, 2012). 5S:n viidennen vaiheen aikana on hyvä suorittaa jonkinlaista arviointia tai kartoitusta ensimmäisestä toisesta ja kolmannelta S:stä. Tämä auttaa pysymään tilanteen tasalla esimerkiksi siitä milloin 5S:stä alkaa tulla rutiinia, töiden ohella suoritettavaa toimintaa koko henkilöstölle. (Villanen 2013, 3).

5S		Kriteerit	5S-arviointi: toimisto					Kommentit
			0	1	2	3	4	
1S (Sort) Erottelu	Tarpeettomia varusteita ja kalusteita?							
	Tarpeettomia tarvikkeita (kirjoja, laatikoita, jne.)?							
	Tarvikkeita käytävillä, nurkissa, vastaanottoiloissa, jne.?							
	Turvallisuuspuutteita (laitejohtoja, kompastumisvaaroja, jne.)? PC-tiedostot lajiteltu sovitun standardin mukaisesti?							
2S (Set-In-Order) Järjestä	Tarvikkeet helposti saatavilla, helposti löydettävissä?							
	Tavaroita jätetään laittamatta paikoilleen käytön jälkeen?							
	Käytäviä merkitsemättä ja tavaroita tunnistamatta?							
	Täpötäysiä laatikostoja ja kaappeja? PC-tiedostojen nimeäminen kirjavaa / sopimatta yhteinen tapa?							

Kuvio 8. Esimerkki ensimmäisen ja toisen S:n arviointitaulukosta (Villanen 2013, 3)

Ylläolevan kuvion mukainen taulukko on helppo ja nopea tietokoneen Excel-ohjelmalla tehtävä arviointitaulukko. Tässäkin kohtaa soveltaminen on sallittua ja yritykset tekevät taulukoita oman näköisiksi ja lisäävät kohtia, jotka antavat tarpeellista tietoa oman yrityksen kannalta. Täyttämällä taulukko tai lomake säännöllisin väliajoin, antaa se tietoa kuinka pitkälle 5S on yrityksessä kehittynyt. (Villanen 2013, 3).

Kun 5S saadaan yrityksessä toimimaan kunnolla, alkaa se tuottamaan konkreettista tulosta. Kun yrityksissä on monia työpisteitä ja paljon työntekijöitä, on tilan puute hyvin yleinen asia. Tilan puute etenkin työpisteillä johtuu yleensä ylimääräisestä tavarasta, jota kertyy koko ajan ennen kuin asialle jotain tehdään. Työpisteen ollessa epäsiisti sitä aletaan pitää epäsiistinä alituisesti eikä kukaan puutu asiaan. (Lean Lion, 2013–2015).



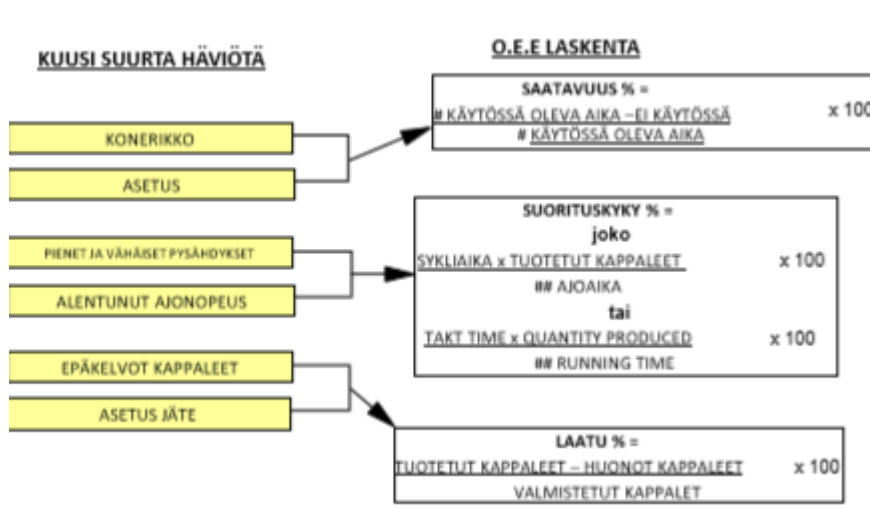
Kuva 1. 5S:n toteutus työpisteellä (Lean Lion, 2013–2015)

Kyseisellä työpisteellä työskentely muuttuu heti paljon mielekkäämmäksi ja turvallisemmaksi, koska kaikki tavarat ja työkalut ovat järjestyksessä ja nopeasti löydettävissä. Lisäksi, kun kaikki tarpeeton tavara on poistettu, on tilan puute ongelma ratkaistu. (Lean Lion, 2013–2015).

4 OEE-luku ja sen laskeminen

4.1 OEE-luku

Overall Equipment Efficiency eli tuotantolaitteen kokonaistehokkuus on menetelmä, jolla mitataan koneen tuottavuutta (Villanen 2013, 1).



kuvio 9. OEE-luvun laskenta. (Mertanen 2013, 2-3)

OEE-luvun laskennassa on kolme päätekijää, jotka ovat saatavuus, suorituskyky sekä laatu. Nämä kolme päätekijää muodostuvat kuudesta häviöitä aiheuttavasta tekijästä. Konerikko ja asetus vaikuttavat saatavuuteen, pienet pysähdykset ja alentunut ajoaika suorituskykyyn sekä epäkelvot kappaleet ja asetusjäte laatuun.

Laskennassa selvitetään ensin saatavuus- %, suorituskyky- % ja laatu- %. Nämä kerrotaan keskenään, josta saadaan OEE-luku, joka kertoo mitatun koneen tuottavuuden. (Mertanen 2013, 2-3.)

4.2 OEE-luvun laskenta käytännössä

Steel Master on Pielisen Betoni Oy:llä käytössä oleva raudantaivutuskone, jolla valmistetaan hakaset raudoituksia varten harjateräksestä 6 millimetristä aina 16 millimetriin saakka. Koneen käyttäjä syöttää tietokoneeseen hakasen ulkomitat ja ajaa koehakasen,

mikäli mitat eivät täsmää, täytyy koneen rullia säätää. Tälle koneelle voidaan laskea OEE-luku.



Kuva 2. (Stema Engineering A/S). Kuvassa on Steel Master Twinmatic 12 XV, joka on vastaava raudantaivutuskone kuin Pielisen Betoni Oy:llä käytössä oleva Twinmatic 16 XV erona vain, että kuvan kone on hieman pienempi.

Taulukossa 1 on esitetty laskennassa tarvittavat tiedot, jotka on selvitetty seuraamalla taivutuskoneen käyttöä Pielisen Betoni Oy:llä.

Taulukko 1

Selitys	Selvitetty tulos
Käytössä oleva aika (raudoituksessa käytettävien hakasten valmistukseen tarvittava aika)	5 tuntia = 300 minuuttia
Ajokatkokset / ei käytössä oleva aika (kone-rikko, harjateräskelan vaihto tai rullien säätö)	0,5 tunti = 30 minuuttia
Sykli aika (yhden hakasen valmistukseen kuuluva keskimääräinen aika)	6 sekuntia = 1/10 minuuttia = 0,1 minuuttia
Tuotetut kappaleet (riippuen elementtilinjan koosta ja palkkien määrästä)	2500 kappaletta
Huonot kappaleet	200 kappaletta

Laskenta alkaa selvittämällä ensin saatavuus- %, suorituskyyky- % sekä laatu- %.

Saatavuus % lasketaan kaavan 1 avulla.

Kaava 1

$$\frac{\textit{käytössä oleva aika} - \textit{ei käytössä}}{\textit{käytössä oleva aika}} \times 100$$

$$\frac{(300\textit{min} - 30\textit{min})}{(300\textit{min})} \times 100 = 90\%$$

Suorituskyyky- % lasketaan kaavan 2 avulla.

Kaava 2

$$\frac{\textit{sykli aika} \times \textit{tuotetut kappaleet}}{\textit{ajo aika}} \times 100$$

$$\frac{(0,1\textit{min} \times 2500\textit{kpl})}{(300\textit{min} - 30\textit{min})} \times 100 = 92,5\%$$

Laatu- % lasketaan kaavan 3 avulla.

Kaava 3

$$\frac{\textit{tuot. kappaleet} - \textit{huonot kappaleet}}{\textit{valmistetut kappaleet}} \times 100$$

$$\frac{(2500\textit{kpl} - 200\textit{kpl})}{2500\textit{kpl}} \times 100 = 92\%$$

Kerrotaan saadut prosentit keskenään ja saadaan koneen OEE-luku:

$$0,9 \times 0,925 \times 0,92 \times 100 \approx 76,6\%$$

Näin ollen koneen OEE-luku on 76,6 %.

76,6 % on hyvä arvo koneen kokonaistehokkuudelle ottaen huomioon sen, että koneen tehokkuus riippuu paljon koneen käyttäjästä itsestään sekä käyttäjän kokemuksesta.

5 Pohdinta

5.1 Soveltaminen tuotantoon

Lean-ajattelu on mielestäni tuotannonkehityksen tärkeimpiä kulmakiviä. Hävikkien poisto tuotannosta on tärkeää ja sen voi aloittaa esimerkiksi ajoittamalla koneiden ja laitteiden huollot sesonkiajan ulkopuolelle hiljaisemmalle aikajaksolle, kuten esimerkiksi talvelle. Näin pystytään vähentämään huolloista johtuvaa turhaa odottelua, sillä säännöllinen huolto talviaikaan pitää koneet käynnissä sesonkiaikaan. Koneiden huoltoon liittyen myös hukka seitsemän saadaan eliminoitua, koska vialliset ja huonot kappaleet minimoituvat tuotannossa. Ylikäsittely aiheuttaa turhia kuluja, koska tarpeettomia työvaiheita tulee lisää ja näin ollen joudutaan palkkaamaan lisää henkilöstöä. Varastojen kokoon on syytä kiinnittää myös huomiota. Jos esimerkiksi materiaaleja tilataan hyvin paljon yli tarpeiden, osa niistä saattaa pysyä varastossa vuosia käyttämättömänä. Mikäli materiaalivarastot sijaitsevat ulkona katoksessa, ajan kanssa metallit alkavat ruostua ja ruostuessaan metalli alkaa haurastua. Toki tässä tulee ottaa huomioon myös materiaalin saanti mahdollisuudet ja varata materiaalia hieman ylimääräistä, mutta kohtuudella.

Turha liikkuminen saadaan pois, kun työkaluja hankitaan riittävästi jokaiselle työpisteelle ja tarvittaessa jokaiselle työntekijälle erikseen pienempiä tarvikkeita. Samalla on hyvä miettiä työpisteiden järkevää sijoittelua, että turha liikkuminen minimoituisi näiden välillä.

5S on järjestelmä, mikä monessa yrityksessä aloitetaan, mutta ylläpito koituu sen ongelmaksi. 5S:ssä on paras edetä vaihe vaiheelta esimerkiksi nimeämällä työryhmät eri vaiheita hoitamaan. Ylläpidon osalta tarkkailun voi suorittaa työnjohto mutta myös jokainen työntekijä itse on vastuussa siitä, että järjestelmä toimii suunnitellulla tavalla. Edellä esille otetut punaiset laput ja 5S:n arviointi taulukot ovat hyviä seurannan apuvälineitä.

OEE-luku antaa hyvää tietoa koneiden käyttöasteesta. Se on etevä mittari tuotannon tuottavuutta seurattaessa. Laskemani OEE-luku kohdeyrityksen raudantaivutus koneelle on 76,6 %, mikä on hyvä arvo kokonaistehokkuudeksi.

5.2 Työn luotettavuus

Opinnäytetyön luotettavuus perustuu käytettyihin lähteisiin ja laskennassa tarvittavien tietojen tarkkuuteen. Mittaukset on suoritettu useaan kertaan ja lähteinä on käytetty mahdollisimman tuoreita sivustoja sekä kirjallisuutta. Mikäli ilmeni tarvetta kerätä materiaalia vanhemmista lähteistä, otin niistä vain pääkohdat esille joista pystyin varmistumaan, että asia todella on näin vielä tänäkin päivänä. Vaikka kehitysmenetelmiä on alettu kehittää jo vuosikymmeniä sitten, eivät niiden periaatteet ja tavoitteet ole aikojen saatossa muuttunut.

5.3 Jatkotutkimukset ja kehittäminen

Tuotannonkehitys on aihe, jota voi soveltaa muuallakin, kuin teollisuudessa. Tässä opinnäytetyössä olen kerännyt kokoon asiat, jotka ovat mielestäni teollisuudessa tärkeimpiä ja kohde yritykselle hyödyllisimpiä asioita. Jatkotutkimuksista saa erilaisia riippuen kohdeyrityksistä ja niiden toiminnasta. Yleensä aina löytyy kehitettävää ja kehitystä voi jallistaa pidemmälle. Kuten tässäkin opinnäytetyössä huomataan, kehittäminen alkaa todella pienistä ja yksityiskohtaisista asioista, joista lähdetään eteenpäin ja menetelmiä käytetään ja sovelletaan kehitystarpeiden mukaan. Jos yrityksessä kehittäminen on saatu jo siihen vaiheeseen, että alkuvaiheet ovat tarpeettomia, voi kehittämistyön aloittaa parhaaksi katsomallaan tavalla ja viedä sitä niin pitkälle kuin yrityksen menestymisen kannalta on tarpeen. Jos taas yrityksen kehitystyö on käynnistetty hyvissä ajoin eikä varsinaiselle kehitykselle löydy välttämätöntä tarvetta, mielestäni kehitystyötä voi jatkaa esimerkiksi ylläpitämällä ja tarkkailemalla etenemistä ja jo huomioon otettujen asioiden sekä muutosten säilyttämistä.

Lähteet

- Brax Saara A. 2007. Palvelut ja tuottavuus - Teknologia katsaus 204/2007
https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/palvelut_ja_tuottavuus.pdf
- Lean Lion Oy, 2013–2015. 5S työkalun hyödyt.
<http://www.leanlion.com/miksi-5s/>
- Liker Jeffrey K. 2010. Toyotan tapaan.
- Logistiikan Maailma, 2013. Tuotanto.
<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tuotanto>
- Mcs Oy, 2012. Lean-sanasto.
<http://leaniksi.fi/lean-sanasto/>
- Medeor, 2009. Tuottavuuden käsite.
<http://www.medeor.fi/content/fi/11501/84/84.html>
- Mertanen Jarno, 2013. TPM ja OEE. Karelia-amk. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opetusmateriaali.
- Mertanen Jarno, 2014. Tuotanto. Karelia-amk. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opetusmateriaali.
- Peltonen Aarne, 1997. Tuottava tehdas.
- Peltonen Aarne, 1998. Tuottava tehdas – Prosessien organisointi, JOT-tuotanto.
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html#8>
- Pielisen Betoni Oy, 2014.
<http://www.pielisenbetoni.fi/yritys/historia>
- Power Solutions International, 2012. The Five Pillars of 5S
<http://www.psiengines.com/about/quality/psi-5s/>
- Stema Engineering A/S.
http://www.iwe.co.rs/english/zastup_stema03.html
- Uitto Jesse, 2015. Mikä on LEAN?
<http://jesseuitto.fi/mika-on-lean/>
- Villanen Hannu, 2013. Prosessitaito – Tuotantokoneiden kokonaistehokkuus, OEE.
http://www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden_kokonaistehokkuus_OEE.pdf
- Villanen Hannu, 2013. Prosessitaito – 5S, tuhlauksen välttäminen työpisteen tasolla.
http://www.prosessitaito.fi/5S_tyopisteen_tuhlauksen_valttaminen.pdf

