

Noora Heikkinen

**Lean Management-
Tuotantolinjan kehittäminen työntutkimuksen avulla**

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2010



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Noora Heikkinen	
Työn nimi Lean Management - Tuotantolinjan kehittäminen työntutkimuksen avulla	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tuotannon johtaminen Kunnossapito	Ohjaaja(t) Jarmo Happonen Toimeksiantaja Jari Kemppainen
Aika Kevät 2010	Sivumäärä ja liitteet 29+2
<p>Insinööritö on tehty kajaanilaiselle tuotantoyritykselle Lean Management tuotannonohjaukseen liittyvän tuotannon kehittämiseksi.</p> <p>Insinööritön tavoitteena oli saada tietoa tuotannon kehittämiseen liittyvästä tuotantolinjan muuntamisesta tuotantosoluun. Tarkoituksena oli saada tietoa siitä, onko uusi tuotantosolu tehokkaampi ja kannattavampi kuin vanha tuotantolinja.</p> <p>Tutkimus suoritettiin tekemällä työntutkimus kumpaakin tuotantomenetelmään. Työntutkimuksessa selvitettiin tuotteen tekemiseen kuuluvat työvaiheet sekä kelloitettiin jokainen työvaihe.</p> <p>Tässä työssä esitellään työntutkimuksen tekeminen, käydään läpi saatuja tuloksia sekä pohditaan mahdollisia parannuksia tutkittuun kohteeseen. Lisäksi työssä käydään läpi Lean Management tuotannonohjausjärjestelmää sekä tarkastellaan tuotannon historiaa.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Lean-toiminta, työntutkimus
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Noora Heikkinen	
Title Lean Management and Development Line Production with Work Analysis	
Optional Professional Studies Production Management Maintenance	Instructor(s) Mr. Jarmo Happonen Lecturer
	Commissioned by Mr. Jari Kemppainen
Date Spring 2010	Total Number of Pages and Appendices 29+2
<p>This Bachelor`s thesis is a study of a company that has adopted lean management as a manufacturing philosophy.</p> <p>An element of the thesis is to use lean thinking to develop the production process of the company. The company has aimed to improve its effectiveness and achieve a flow process. The thesis was implemented in order to examine critically and to evaluate the usefulness of lean management.</p> <p>The aim of the thesis was to investigate if the new techniques provide improvements and whether the company achieves savings in its production process.</p> <p>In the thesis literature in the fields of lean management and process mapping were studied. The most challenging part of the thesis was the process mapping which required a high level of detail and accuracy. The thesis offers a conclusion and recommendations.</p> <p>The study was successful and the company can apply the findings of the thesis when developing its manufacturing processes.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Lean management
Deposited at	<input type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Insinööriyössä tehtiin työntutkimus, jonka tarkoituksena on parantaa ja kehittää yrityksessä olevaa tuotantolinjaa. Tutkimuksessa keskityttiin yhden tuotteen tuottamiseen ja vertailtiin sen tuotantoaikaa vanhassa tuotantolinjassa sekä uudessa tuotantosolussa. Kiitoksena yhteistyöstä haluan kiittää kajaanilaisen tuotantoyrityksen kehitysinsinööriä Jari Kempaista sekä muuta henkilökuntaa sekä myös ohjaavaa opettajaa Jarmo Haposta.

Kajaanissa 9.4.2010

Noora Heikkinen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO

2 LEAN-FILOSOFIA	1
2.1 Tuotannon hukat	2
2.1.1 Ylituotanto	2
2.1.2 Odottaminen ja viivästykset	2
2.1.3 Kuljetukset	2
2.1.4 Laatu	3
2.1.5 Varastot	3
2.1.6 Käsittely ja tarpeeton liike	3
2.2 Kaizen -jatkuva parantaminen	4
2.3 Kanban	7
3 5S -TOIMINTA	9
4 TUOTANNON HISTORIAA	13
4.1 Tuotannon muutokset yrityksessä	15
4.2 Tuotannon nykyinen layout yrityksessä	16
5 TYÖNTUTKIMUS	17
5.1 Työnkulkukaavio	17
5.2 Työvaiheiden selvittäminen	18
5.3 Työvaiheiden kellottaminen	18
5.4 Henkilöiden liikematkojen mittaus	19
5.5 Materiaalivirtojen selvittäminen	19
5.6 Videotallennus	19
6 LOPPUTULOKSET	20
6.1 Tuotannon kehittäminen ja johtopäätökset	20
6.2 Ergonomian kehittäminen	20
7 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	29
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämä insinööri työ on tehty kajaanilaiselle tuotantoyritykselle sen tuotannon kehittämiseksi. Työn tavoitteena on tutkia tuotantolinjan ja solutuotannon eroavaisuuksia tuotantonopeuden suhteen. Yritys on mukana suomalaisessa FinnLean – projektissa, jossa useat yritykset kehittävät tuotantoaan Lean management tuotannonohjauksen periaatteiden mukaan. Insinööri työ tutkimus on tehty tähän projektiin kuuluvana osana. Tutkimuksen tarkoituksena on saada numeroihin pohjautuvaa tietoa tuotannon kehittämisestä. Tuotannon kehittäminen tehdään vaihtamalla tuotantolinja solutuotantoon. Tutkimuksella haetaan numerotietoa siitä, onko solutuotanto kannattavaa. Tutkimus tehdään työkulkukaaviolla, jolla mitataan työhön kuluva aika vaiheittain. Tutkimuksessa mitataan myös materiaalin ja työntekijöiden kulkema matka ja tarkastellaan työntekijän työergonomiaa.

Insinööri työ on jaettu kahteen osioon. Alussa tarkastellaan työntutkimusmenetelmiä ja sitä, miten tutkimus on toteutettu. Toisessa vaiheessa käsitellään tutkimustuloksia ja pohditaan, miten tuloksista saatua tietoa voidaan soveltaa käytännössä ja mitä kehitysideoita tutkimus synnytti.

2 LEAN-FILOSOFIA

Lean-filosofia kehittyi Japanissa Toyotan tehtaalla, jossa haluttiin eliminoida seitsemän erilaista hukkaa tai turhaa tekijää tuotannossa. Tällaisiksi hukkatekijöiksi luetaan ylituotanto, virheet, odottaminen, kuljetukset/siirrot, varastot, kaikki turha ja ylimääräinen liike sekä turhat käsittelyt. Aluksi Lean-ajattelutapa levittäytyi autoteollisuuteen, josta se levisi muihinkin toimialoihin. [1, s. 6.]

Lean-toimintamalli näkyy selvästi sitä käyttävässä yrityksessä, toiminta näkyy kaikkialla yrityksen organisaatiossa. Tärkeä osa myös Lean-ajattelua on, että asiakkaat ovat suuressa roolissa. Asiakaslähtöinen ajattelu on yksi Leanin tärkeimpiä puolia, joten tuotanto tulisi rakentaa niin, että asiakkaat ovat tyytyväisiä. [1, s. 6.]

Lean-ajattelu on maalaisjärjen käyttöä tuotannon suunnittelussa ja ylläpidossa. Tavoitteena on joustava ja jatkuvasti kehittyvä toiminta. Pää tavoitteena on, että karsitaan tuotannosta kaikki niin sanotut tuottamattoman tuotannon vaiheet. Tällaisia vaiheita ovat kaikki ne tuotannossa olevat vaiheet, joista asiakas ei ole valmis maksamaan. Asiakas tulisikin näkyä kaikilla toiminnan tasoilla niin, että jokainen yrityksen työntekijä ymmärtää asiakkaan tarpeet ja ottaa ne huomioon työskennellessään. [1, s.6.]

Lean-ajattelun toimintatapa perustuu tiettyihin periaatteisiin, joilla yrityksen toimintaa parannetaan. Keskeisiä periaatteita ovat asiakkaan arvot, joka koostuu kolmesta tekijästä: hinta, laatu ja aika. Hinnan tulee olla kohdallaan, jotta se vastaa asiakkaan tarpeisiin. Laatu kuvastaa tuotteiden virheettömyyttä ja yrityksen toiminnan tehokkuutta. Ajalla on suuri merkitys asiakkaan tyytyväisyyteen. Aika kuvastaa yrityksen toimitusaikaa, toimitusvarmuutta sekä reagointiaikaa. Aika on asiakkaalle tärkeä, koska se on eräänlainen hukkatekijä, josta asiakas joutuu tuotteessa maksamaan. [2, s. 213 - 215.]

Lean-toiminnassa kyse ei ole työntekijöiden työmäärän kasvattamisesta eikä työtahdin nopeuttamisesta. Tässä toiminnassa tuotannon nopeuttamiseksi karsitaan tuotannosta kaikki ylimääräinen, mikä hidastaa ja tuottaa turhaa työtä. Hukkatekijät estävät tehokkaan, laadukkaan ja tuottamattoman työn tekemisen. [1, s. 10.]

2.1 Tuotannon hukat

Tuotannossa on selvästi huomattavissa seitsemän erilaista hukkaa, jotka Lean-toiminta pyrkii poistamaan. Tällaisia hukkatekijöihin pystytään puuttumaan eivätkä ne tuota suurta ongelmaa, kun ne poistetaan tuotannosta. Kuvassa 1 on esitetty tuotannossa olevia hukkia. [1, s. 10.]

2.1.1 Ylituotanto

Ylituotanto tarkoittaa sitä, kun tuotteiden tuotanto on suurempaa kuin menekki. Se ei ole kenenkään etu tuotannossa. Tuotantoon syntyy puskurivarastoihin suuria määriä tuotteita, jolloin ne odottavat turhaan eteenpäin siirtymistä. Tällaiset varastot ovat kalliita, ja ne hankaloittavat tuotannon loppupään toimintaa. Syitä, joista nämä syntyvät, ovat suuret eräkoot tuotannossa ja keskeneräinen tuotanto sekä varastoon valmistaminen. Nämä aiheuttavat syntyessään muita hukkia. [1, s. 10.]

2.1.2 Odottaminen ja viivästykset

Tuotteiden seisoessa turhaan tuotannossa syntyy niistä asiakkaalle turhaa maksua. Tästä ajasta asiakkaat eivät ole valmiita maksamaan, joten se on yritykselle kallista. Turhia odotteluja ja viivästyksiä syntyy, kun materiaalien toimitukset pettävät, jolloin tuotanto joutuu seisomaan. Myös erilaiset koneiden ja laitteiden rikkoontumiset aiheuttavat odotuksia tuotannossa. Nämä ovat estettävissä kunnollisella koneiden ja laitteiden kunnossapidolla, mutta yllättäviäkin rikkoontumisia tapahtuu. [1, s. 10.]

2.1.3 Kuljetukset

Tuotantotilat tulisi suunnitella siten, ettei tuotteita tarvitsisi kuljettaa keskeneräisinä työvaiheiden välillä. Tuotetta kuitenkin joudutaan kuljettamaan tuotannossa, jolloin tärkeää olisi suunnitella tilojen layout siten, että välimatkat olisivat mahdollisimman lyhyet. Tällöin matkoihin kuluva aika olisi mahdollisimman pieni ja säästöjä syntyisi. [1, s. 10.]

2.1.4 Laatu

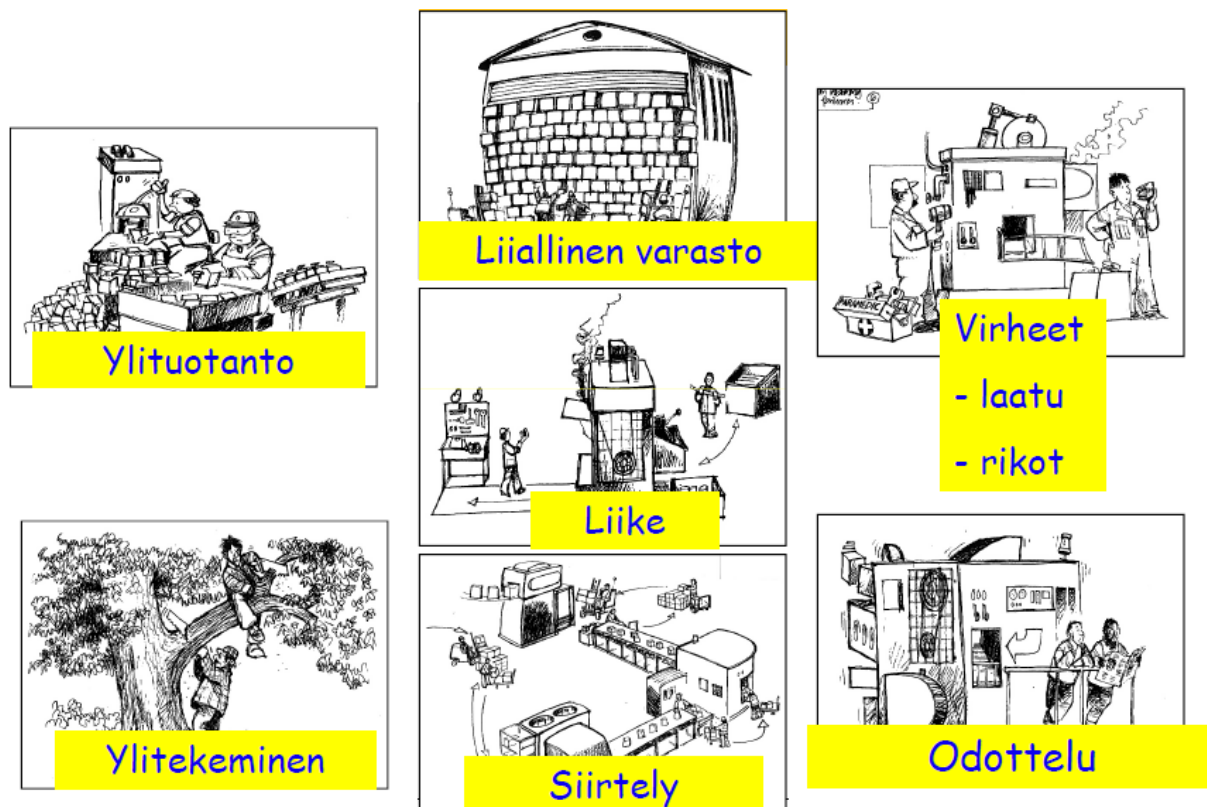
Asiakas maksaa laadukkaasta tuotteesta. Turhia kustannuksia syntyy, kun laatu ei vastaa asiakkaan tarpeisiin. Tärkeää olisi huomioida myös alihankkijoilta tulevat osat, sillä niiden laadun tulee olla yhtä hyvä kuin yrityksen vaatimukset ovat. Laadukkaat tuotteet säästävät aikaa ja kustannuksia myös laaduntarkastukselta. Näin taataan asiakkaalle virheetön ja laadukas tuote. [1, s. 10.]

2.1.5 Varastot

Liian suuret varastot sitovat omaisuutta ja niiden taakse piiloutuu usein erilaisia ongelmia. Suuret varastot vievät tilaa ja niiden ylläpitämiseen ja huoltamiseen joudutaan uhraamaan paljon turhaa aikaa. Turhat ja isot varastot myös pidentävät tuotteen läpimenoaikoja, jolloin syntyy ylimääräisiä kustannuksia. [1, s. 11.]

2.1.6 Käsittely ja tarpeeton liike

Työvaiheet sekä työympäristö tulisi olla sellainen, ettei turhia käsittelyjä syntyisi. Käsittelyihin kuuluvat kaikki sellaiset työntekijän tekemät liikkeet, jotka eivät lisää tuotteen arvoa. Tuotteen turhat siirrot työpöydällä tai osien hakeminen työpöydältä ovat turhia liikkeitä. Kaikki tällainen tarpeeton liike, joka ei tuo lisäarvoa tuotteeseen, on turhaa. Tämä turha liike voidaan eliminoida työpisteiden ja tilojen suunnittelulla. [1, s. 11.]

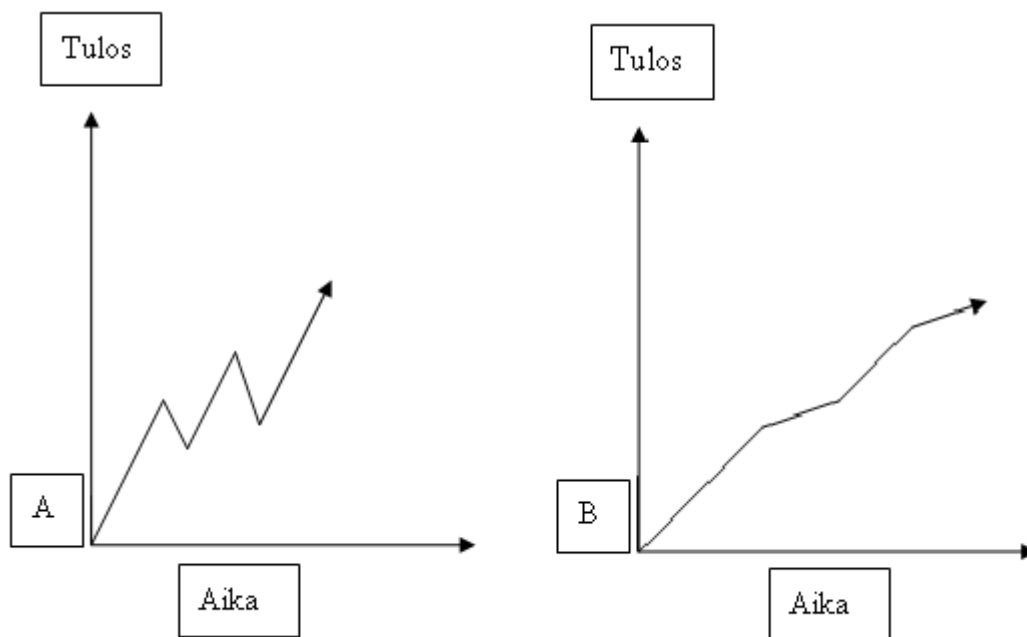


Kuva 1. 7 -hukatekijää

2.2 Kaizen -jatkuva parantaminen

Lean -ajattelun pohjalla on ajatus siitä, että tuotantoa ja yritystä pyritään kehittämään jatkuvasti. Kaizen -sana tulee japanin kielestä, ja se tarkoittaa suomeksi jatkuva parannus. Parannus tapahtuu koko yrityksen henkilöstön voimin. Se vaatii henkilöstöltä jatkuvaa järjestelmällistä ja säännöllistä toimintaa. Muutos ei tapahdu hetkessä, vaan se vie aikaa; suurin muutos tapahtuu työntekijöiden asenteessa. [3, s. 10 – 11.]

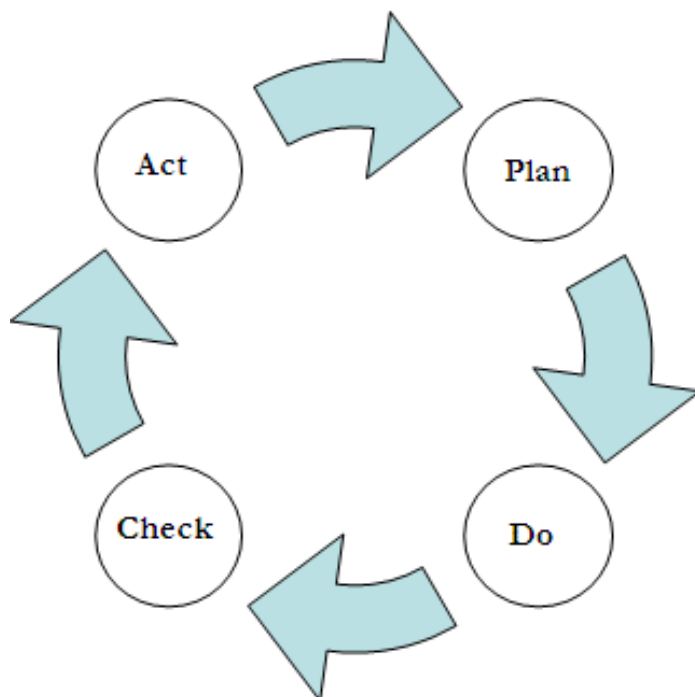
Jatkuvan parantamisen tulee nimensä mukaan jatkua koko ajan. Näin käy harvemmin projekteissa, sillä niillä on tapana projektin loppumisen jälkeen unohtua. Projektissa saadut tulokset ja toiminnan muutokset häviävät käytännöstä projektin loputtua. Tämä näkyy selvästi kuvan 2 osoittamissa kuvaajissa. [3, s. 10 – 11.]



Kuva 2. Projektien kehitysmallit: A) ilman jatkuvaa parantamista B) jatkuvan parantamisen kanssa

Ongelmien ratkaiseminen kuuluu osana jatkuvaan parantamiseen. Ongelmat tulee kohdata niin, että siinä nähdään tilaisuus kehittää ja parantaa laatua, työskentelyolosuhteita ja työturvallisuutta. Lean-ajattelu tuo esille ongelmia varastossa ja tuotannon virtauttamisessa. Näihin ongelmiin tulee koko henkilöstön puuttua ja yhdessä toimia, jotta ongelmiin osataan puuttua ja saada poistettua. [1, s. 14]

Ongelman ratkaisutapoja on useita, mutta Lean-toiminnassa käytetään yleisesti PDCA-sykliä. Kuva 3 osoittaa PDCA -syklin osiot, miten tulee toimia, kun ongelma kohdataan. Ensimmäinen vaihe, kun ongelma tulee esille, on suunnittelu, kuinka asian voi korjata. Määritellään toimenpiteet, joilla ongelma poistuu. Pohditaan erilaisia vaihtoehtoja, jotta saavutetaan parempi lopputulos. Suunnittelun jälkeen siirrytään vaiheeseen kaksi, jossa tehdään tarvittava toimenpide. Lopuksi kun ongelma on ratkaistu, mietitään ja arvioidaan ratkaisua. Viimeisessä vaiheessa toteutetaan suunnitelma parannettavalla kohdealueella. Hyvä toteuttamismalli vakiinnutetaan, jotta tulevaisuudessa tulevassa ongelmassa osataan tehdä ratkaisut nopeasti ja vaivattomasti.



Kuva 3. Deming -sykli (PDCA)

Tuotekehitys on osana Lean-ajattelua. Yritys pystyy kehittämään nopeammin ja tehokkaammin pienemmillä resursseilla tuotetta kuin yritys, joka ei noudata Lean tuotannonohjausmenetelmää. Yritys kykenee tekemään kehityksen nopeammin ja tehokkaammin, koska se on hyvin organisoitu. Prosessi tapahtuu tiimityönä, jossa jalostusketjun kaikki osapuolet ovat läsnä. Prosessiin osallisia osapuolia ovat alihankkijat, valmistus, jälleenmyyjät ja asiakkaiden edustajat. Lean-ajattelun etuna kehitysprojektissa on, että ongelman sattuessa siihen puututaan heti ja ongelma pyritään ratkaisemaan tiimissä. [2, s. 215.]

Hyvän tuotekehityksen ansiosta yritys voi tarjota asiakkaalleen suuren määrän erilaisia tuotteita ja malleja. Tuotetta voidaan muuntaa asiakkaan tarpeisiin tarvittavan nopeasti ja tehokkaasti. Näin ollen yritys kykenee vastamaan kysyntään muita nopeammin. [2, s. 215.]

Lean-ajattelun takana on ajatus siitä, että koko yrityksen organisaatio on mukana kehittämässä ja tuottamassa yrityksen tuotteita. Kaikilla on selkeät päämäärät ja tavoitteet, joihin yritystä yhdessä viedään. Toimintaa seurataan erilaisilla mittareilla, joilla varmistetaan oikea suunta haluttuun tavoitteeseen. Henkilöstö on innostunut ja monitaitoinen sekä halukas viemään työtään sille asetettuihin tavoitteisiin. Vastuu tavoitteiden saavuttamisesta

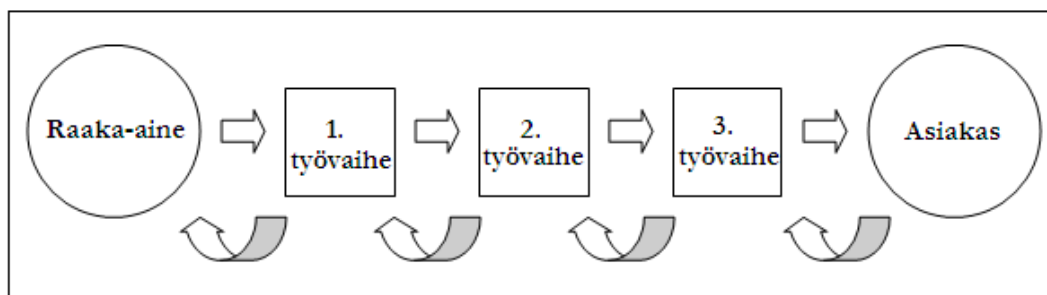
on jaettu johtoportaalte, jossa jokaisella johtoportaan henkilöllä on omat vastualueensa. [1, s. 6.]

Lean-ajattelun periaatteena on tehdä tuotanto sujuvaksi, yhtenäiseksi ja tasaiseksi (virtautettu tuotanto). Lean-toiminnan takana ovat JOT -varastointiperiaatteet, tuotannon imuohjaus, jatkuva parantaminen Kaizen, Six sigma, asiakaslähtöinen laadunohjaus sekä visuaalinen toiminnanohjaus. [2, s. 216.]

2.3 Kanban

Kanban eli imuohjaus helpottaa varastointia ja edesauttaa tuotannon suunnittelua. Imuohjauksessa tuotetaan tarvittava määrä tuotteita. Näin ollen pyritään välttämään tuotantoon syntyviä ruuhkia ja tuotannosta saadaan joustavaa ja tuotanto pyörii sopivalla tahdilla. Usein tuotannon loppupää ruuhkautuu, joten sitä pyritään välttämään sillä, että uuden tuotantosarjan aloitus alkaa vasta, kun tuotannon loppupää antaa ”luvan”. Valmistettavien osien määrää ei lasketa lopputuotteen määrästä, vaan varastoidaan tarvittava määrä osia ja osia aletaan valmistaa lisää, kun varasto alittaa tietyn raja-arvon. [4, s. 19]

Imuohjauksessa eri työvaiheet määrittelevät edellisen työvaiheen materiaalin tarpeen. Seuraava vaihe imee edelliseltä vaiheelta materiaalin tarpeen. Seuraava työvaihe ei saa aloittaa tuotteen valmistamista ennen kuin sitä edeltävä vaihe on imenyt edeltävän vaiheen tuottaman osan. Näin ollen hitain työvaihe eli ns. pullonkaulatekijä määrää tuotannon tahdin. Kuvassa 4 on esitelty imuohjauksen periaate. Jokainen työvaihe on riippuvainen edellisestä vaiheesta. [4, s. 19.]



Kuva 4. Imuohjauksen periaate

Imuohjauksen toteuttamista helpottavat käytännössä esimerkiksi erilaiset kortit, joilla visuaalisesti voidaan helpottaa varaston toimintaa. Myös 2 -laatikkojärjestelmä ja läpivirtaushyllyt sekä muunlaiset visuaalisesti helposti havaittavat toimintatavat ovat käytännöllisiä. Kanban-korttien käyttö soveltuu sellaisille tuotteille, joiden valmistaminen on suhteellisen tasaista. [1, s. 22.]

Kanban-korteilla voidaan helposti ohjata tuotantoa, sillä korteista voidaan seurata tuotannon sujuvuutta. Korteista voidaan seurata tuotteen osien kulkemista tuotannossa ja seurata materiaalin menekkiä. Kuvassa 5 on kuvattu Kanban-hylly, jossa työlaatikot ovat merkitty työkorteilla. [1, s. 23.]



Kuva 5. Kanban-hylly

Kanban-hyllyjen lisäksi materiaalien tarvetta voidaan seurata 2 -laatikkojärjestelmällä. Periaatteena tässä järjestelmässä on, että laatikoita sijoitetaan esimerkiksi hyllyyn tai työpisteeseen peräkkäin. Laatikot ovat aina yhdelle tietylle osalle tai materiaalinimikkeelle, esimerkiksi kaksi laatikkoa. Ensimmäisen laatikon tyhjentyessä se siirretään perälle tai erilliselle paikalle, jolloin se täytetään. Laatikot kiertävät ikään kuin kehää toistensa kanssa ja materiaalia on aina saatavilla työpisteessä. [1, s. 22 – 23.]

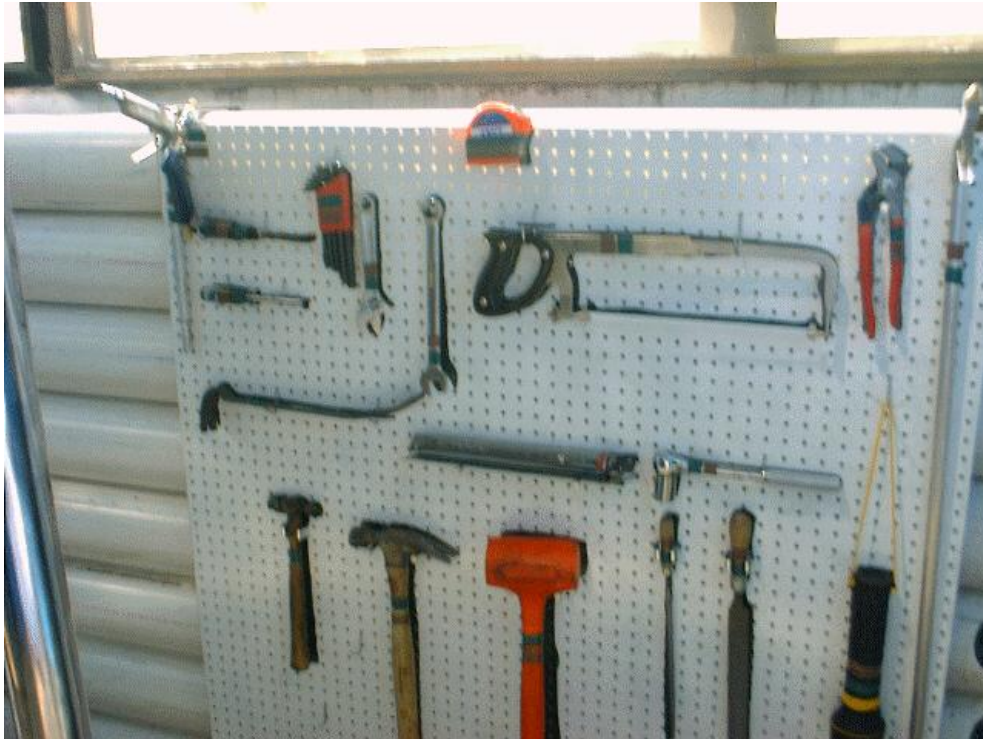
3 5S -TOIMINTA

Yksi Lean-toiminnan tärkeimmistä lähtökohdista on pitää työympäristö siistinä ja viihtyisenä. 5S-toiminnassa on viisi eri kohtaa, jotka ohjaavat toteuttamaan tuotannossa järjestelmällistä ja siistiä ylläpitoa. 5S-toimintaa pidetään ensimmäisenä askeleena Lean-toiminnan toteuttamista. Tämän toiminnon avulla voidaan pyrkiä kurinalaiseen ja systemaattiseen työskentelyyn tuotannossa. [1, s. 26.]

Nimikkeen viisi s -kirjainta tulevat sanoista lajittele, järjestä, puhdistu ja huolla, vakiinnuta ja ylläpidä. Lajittelu (sort) sisältää tavoitteen saada käytöstä pois kaikki sellaiset tavarat, työkalut, koneet, laitteet, työpisteet ja materiaalit, jotka eivät ole välttämättömiä työn tekemiseen. Esimerkiksi tällaiset turhat työvälineet vievät työpisteestä ylimääräistä tilaa ja sotkevat työpöydän. [1, s. 27.]

Seuraavana vaiheena 5S:ssä on järjestely (set in order & simplify). Tässä vaiheessa etsitään tarpeellisille tavaroille omat paikat ja merkitään ne selkeästi. Esimerkiksi työkaluille voidaan tehdä seinälle tai pöydälle teline, jossa kaikilla työkaluilla on omat paikat. Kuva 6 havainnollistaa tätä menettelyä. [1, s. 27.]

Järjestelyvaiheessa voidaan myös organisoida visuaalisesti tiloja. Värit, numerokoodit ja rajat selkeyttävät tuotantotiloja. Jokaiselle koneelle tai laitteelle voidaan merkitä lattiaan rajoja, tai esimerkiksi siivousvälineille voidaan rajata lattiasta tietty alue, jossa niitä pidetään. Kun kaikilla työkaluilla ja laitteilla, joita työn tekemiseen tarvitaan, on oma merkitty paikkansa, on niiden käyttäminen helpompaa sekä ne pysyvät järjestyksessä. Tämä vaatii työntekijöiltä sitoutumista toimintaan, jotta jokainen työkalua käyttänyt henkilö laittaa tavaransa myös takaisin paikoilleen. [4, s. 6.]



Kuva 6. Työkalujen paikkojen merkkkaus

Kahden edellisen 5S-toimenpiteen jälkeen tulee kolmas vaihe eli siivoa (sweep). Tähän vaiheeseen kuuluu työtilojen puhdistus ja koneiden sekä laitteiden huoltaminen. Tavoitteena tässä vaiheessa on, että määritellään kaikille tiloissa oleville asioille (työkalut, koneet ja pöydät) tietyt siivousajat. Ne voivat olla päivittäisiä, viikoittaisia tai jokin muu ajankohta, jolloin kyseinen alue siistitään. Määritellessä siivouksen ajankohtaa tulee ottaa huomioon se, onko kyseinen paikka mahdollisesti altis turvallisuudelle tai jätteiden kertymiselle. Tämä vaikuttaa siihen, kuinka usein kyseinen kohde tulee siivota. [4, s. 7.]

Standardointi eli vakiinnuta (standardize) -taso tulee seuraavaksi tason kolme jälkeen. Tämä tarkoittaa sitä, että vakiinnutetaan kaikki toimenpiteet, joita tehdään aikaisemmissa tasoissa 1, 2 ja 3. Tasolla tehdään kirjalliset ohjeet, kuinka toimitaan aikaisemmilla tasoilla niin, että jokainen työntekijä pystyy toteuttamaan tasojen vaatimat toimenpiteet. Kirjallisten ohjeiden tulee olla selkeitä ja helppoja seurata, jotta toimenpide tulee varmasti suoritettua helposti ja vaivattomasti. [4, s. 7.]

Viimeinen taso on ylläpidä (sustain). Tällä tasolla pidetään yllä aikaisempia tasoja sekä auditoidaan eli tarkastetaan tasojen jatkuva toimivuus. Auditointi tulisi tehdä riittävän usein ja sellaisillekin tiloille tai paikoille, joiden käyttöaste on alhaisempi. Auditoinnissa voidaan

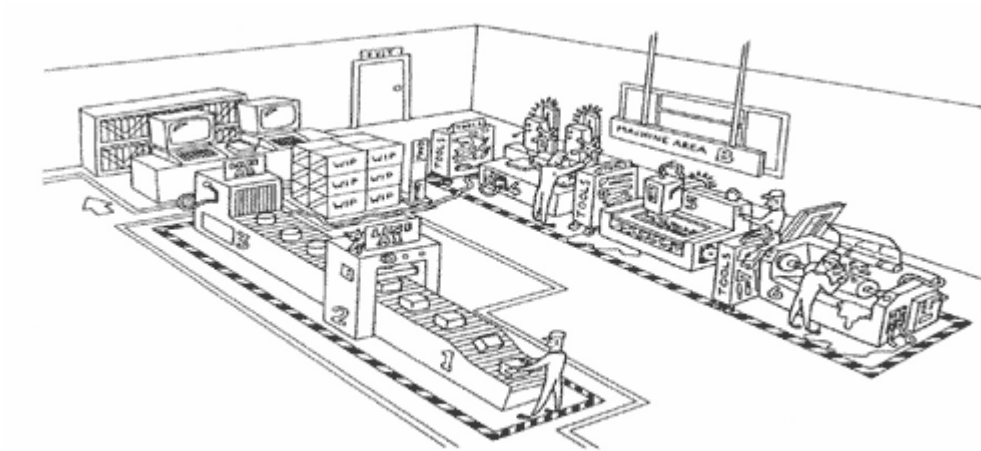
tarkastettaville asioille antaa pisteitä. Tällöin huomataan helpommin, mitä tulisi korjata ja missä on ongelmia tai mistä tavaroista ja tiloista ei pidetä huolta. Huomioitavaa on myös, että jokaiselle työpisteelle tai koneelle voidaan määrätä jokin työntekijä, joka vastaa tilan ylläpidosta. Tällöin auditoinnissa huomataan, kuka on ylläpitänyt toimipistettään parhaiten ja auditotijat voivat palkita kyseisen henkilön. Palkitseminen tuo työntekijöille motivaatiota ylläpitää vastuualuettaan paremmin. [4, s. 9.]

5S-toiminta on hyvin yleinen toimintatapa monilla toimialoilla, ja sitä arvostetaan. 5S-toimintaa ylläpitävällä yrityksellä on siistit työympäristöt, työkalut löytyvät helposti ja toiminta tiloissa on sujuvaa. Yleisesti viihtyisässä työympäristössä työskentely on mukavaa. 5S vaikuttaa myös työturvallisuuteen, sillä kun tiloissa ei ole ylimääräisiä tavaroita ja lattiat ovat siistit, pystyvät työntekijät kulkemaan ja työskentelemään tiloissa vaivattomasti. Esimerkiksi kompastelut lattioilla lojuviin laatikoihin on eliminoitu 5S-toiminnassa. Työergonomia parantuu, koska tavaroilla on omat paikkansa ja tavaroiden paikat on sijoitettu niin, ettei työntekijä joudu kurkottamaan tai nostamaan raskaita tavaroita. [4, s. 10.]

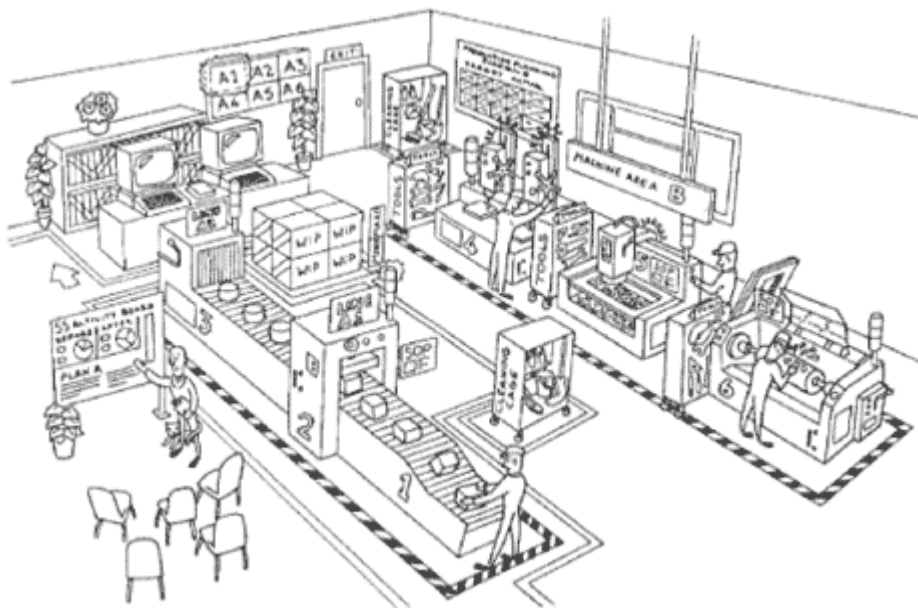
Seuraavat kuvat esittävät 5S-toiminnan kehittymistä tuotantotiloissa. Kuva 7 esittää sellaista työtilaa, jossa ei ole käytössä minkäänlaista toimintaa työtilojen ylläpitämiseen. Kuvassa 8 on esitelty työtila, jossa on otettu käyttöön 5S-menetelmä. Esimerkiksi kuvassa 7 tiloissa on otettu jo käytäntöön lattioihin merkityt alueet eri työkoneille. Viimeinen kuva 9 esittää täydellistä Lean management -tuotannonohjausta, jossa 5S on toteutettu mallikkaasti.



Kuva 7. Työtilat ennen 5S-toimintaa



Kuva 8. Työtilassa 5S: n toiminta aloitettu



Kuva 9. Työtila 5S:n mukaisesti

4 TUOTANNON HISTORIAA

Teollisuus on kehittynyt kovaa vauhtia eteenpäin. Kehitystä on tapahtunut myös tuotannonohjauksessa ja tuotantomuodoissa. Myöhemmin jokaiselle tuotantomuodolle voidaan määritellä sille ominaisia piirteitä. Yhteistä kuitenkin kaikille näille eri muodoille on ollut se, että tuotannosta on pyritty saamaan tehokasta. Yhteiskunta määritteli suurilta osin, minkälainen tuotantotyyli oli milläkin aikakaudella muodissa. Yhteiskunnan arvot määrittivät tietojen ja taitojen pohjalta, minkälainen tuotanto oli, massatuotantoa vai täsmätuotantoa. [6]

Vanhin tuotantomuoto on ns. ammattilaistuosanto. Tällöin yritykset olivat hyvin pieniä ja niissä vallitsi luovuus, kokeilunhalu ja vapaus. Näissä yrityksissä korostui ammattitaito, ammattitieteisyys sekä monitaitoisuus. Vaikka yritykset olivat pieniä, ne pärjäsivät hyvin ja tuotanto oli tehokasta. Vasta myöhemmin alkoi itää ajatus siitä, että tuotantomäärät tulisi saada korkeammiksi. Yritykset alkoivat saada tehokkaan organisaation muotoja ja sisältöjä. [6]

Tuotantomäärien kasvusta seurasi se, että alettiin hakea tuotannossa massatuotannon piirteitä. Ajattelutapa alkoi muuntua pienestä taitavan osaamisen tuotannosta kohti massatuotantoa. Tätä ajatusta veti eteenpäin kasvanut talous; markkinat vetivät tuotteita, joten tuotannon tehokkuutta tuli lisätä. Uudet teknologian keksinnöt antoivat lisävoimaa tuotannon muuttamiselle. [6]

Massatuotanto -käsitettä alkoi ensimmäisenä käyttää 1926 Henry Ford, josta johtui massatuotannon toinen nimi fordistinen tuotanto. Tällöin haettiin tuotantoon yleisesti suurtuotantoa. Muutos kuitenkin vaikutti myös tuotteisiin. Tuotteista poistettiin ylimääräiset osat eli niitä yksinkertaistettiin, jotta ne sopivat tuotettavaksi massatuotannossa. Tuotteet pelkistettiin äärimmilleen. Tuotteet rakennettiin niin, että useat osat sopivat eri tuotteisiin. Pelkistetty rakenne mahdollisti käytettäväksi samoja varaosia useissa tuotemalleissa. Myös työkalut kehiteltiin niin, että ne olivat erikoistuneet tiettyyn tehtävään eikä niitä voitu käyttää eri tehtävissä. [6]

Sota-aika lienee vaikuttanut suuresti tuotannon tyyliin. Massatuotanto sopi mainiosti aseiden tuottamiseen: paljon tuotteita, vähän erilaisia variaatioita. Tällöin tuotevalikoima suppeni huomattavasti ja asiakas ei voinut valita. Myös työliikkeet kärsivät vähentämisestä.

Työntekijöillä työt koostuivat vain pienistä ja yksinkertaisista liikkeistä. Työliikkeet olivat niin yksinkertaisia ja helppoja, että kuka tahansa pystyi tekemään työtä. Monitaitoisuus katosi. Suunnittelijat ja tuotteiden kehittäjät olivat arvostuksessa, ja heillä oli hyvin suppea osaamisalue. [6]

Linjatuotanto alkoi kehittyä, sillä yksinkertaiset työvaiheet mahdollistivat teknisen järjestelyn. Monimutkaisetkin kappaleet pystyttiin kokoamaan linjassa, sillä ne oli pilkottu pieniksi työvaiheiksi. Tuotantolinja osoittautui myös hyvin tehokkaaksi menetelmäksi. Tuotantolinjatoiminta sai jatkoa kuljettimista. Henry Ford siirsi teurastamoista tutun kuljetinjärjestelmän ensimmäisenä autotehtaaseen. Kuljettimet helpottivat tavaroiden siirtämistä tuotannossa, ja ne levittyivätkin hyvin nopeasti kaikenlaiseen tuotantoon. [6]

Henry Ford kehitteli ensimmäisenä ajatuksen siitä, että kaikki tuotannon vaiheet sijoitettaisiin lähelle toisiaan. Tästä muotoutuikin käsite ”visible hand” eli suomeksi näkyvä käsi. Periaatteena oli, että kaikki tuotanto oli yrityksen omassa hallinnassa ja laatua pystyttiin tarkkailemaan. Alfred Sloanin aikana General Motorsilla syntyi toinen muoto tuotantoon. Tässä muodossa hyväksyttiin alueellisesti hajautettu toiminta sekä erikoistuminen johonkin tiettyyn osa-alueeseen. Tässä muodossa kehittyi nykyisinkin käytössä olevat budjetti-, hallinnointi- ja markkinarutiinit. Tuotannon monimutkaisuuden aiheuttamana yritysten tuli myös kehittää tilastollisia menetelmiä tuotannonohjaukseen ja laadunvalvontaan. [6]

Kehittyneempi tuotantomuoto alkoi hahmottua, kun täsmätuotanto eli Lean-tuotannon ajatukset nousivat esille. Täsmätuotannossa tärkeää on laatu, tuotekehitys sekä yleisesti tuotannon täydellinen hallinta. Organisaation yhtenäisyyden tärkeys oli suuri tekijä ja muutos yrityksissä. [6]

Linjatuotanto on nykyäänkin suosittu tuotantomenetelmä, vaikka sen ajatus syntyi melkein sata vuotta sitten. Tuotantolinja on vieläkin tehokas ja soveltuu suurien tuotemäärien tuottamiseen pienillä yksikkökustannuksilla. Nykyään tuotantolinjoihin voidaan yhdistää robotiikka sekä automatisointi, mikä antaa uusia mahdollisuuksia ja parannuksia tuotantoon. [6]

Muutosta tapahtuu jatkuvasti ja Lean tuotannonohjausmenetelmän vakiinnuttua yrityksissä tuotanto on siirtymässä jokseenkin takaisin menneisyyteen. Kankea linjatuotanto alkaa siirtyä osittain pois muodista ja tuotanto alkaa keskittyä pieniin eräkokoihin ja tuotantosoluihin. [6]

Tuotantosolu toteuttaa koko osakokonaisuuden valmistustyöstä. Solu kootaan jonkin tietyn tuotteen tai tuoteryhmän ympärille. Tällaisessa solutuotannossa korostetaan työryhmän tai tiimin työpanosta. Entisessä linjatuotannossa pyrittiin siihen, että työntekijät eivät olisi niinkään riippuvaisia toistensa työtavasta. Solussa tiimillä on suuri merkitys, ja ansio oli riippuvainen tiimin tehokkuudesta. Tällaisessa tiimityöskentelyssä on työntekijöiden suhteen suuri merkitys siten, että yhteistyökyvyt tulee ottaa huomioon. Tärkeää on, että yritys tukee työntekijöitä toimimaan ryhmässä. Tukemista on esimerkiksi soveltava palkkaus, jossa huomioidaan työntekijöiden panostus työhön. Ryhmän sisällä työntekijät sopivat ja jakavat työtehtävät autonomisesti ja ottavat huomioon, että kaikki työntekijät saavat tehdä kaikkia työtehtäviä. Työtehtävien jakaminen tuo työhön mielekkyyttä ja osaamisen alue laajenee. Näin ollen työntekijöiden tulee osata kaikkia solussa tarvittavia työtehtäviä. [6]

Työpaikkoja solussa on yleisesti enemmän kuin työntekijöitä eli jokaista työpistettä kohdin voi olla useampi työntekijä. Tämä johtunee siitä, että kaikkia työpisteitä tai koneita ei ole välttämättä miehitetty. Ajatuksena toiminnassa on, että työntekijät siirtyvät paikasta toiseen tuotannon kuormitustilanteen mukaan. Näin tuotannossa voidaan sijoittaa enemmän työntekijöitä esimerkiksi tuotannossa olevaan pullonkaulakohteeseen tai jos jollain työpisteellä ei ole tuotantoa tietyllä hetkellä, voivat työntekijät joustavasti siirtyä toiseen kohteeseen. Näin ollen tuotantosolu on joustava tuotantomenetelmä. [6]

4.1 Tuotannon muutokset yrityksessä

Kyseisessä kajaanilaisessa tuotantoalan yrityksessä on käyty läpi edellä mainittuja tuotannon muotoja vuosien varrella. Tuotannon alettua 1990- luvulla tuotanto oli lähinnä työpisteissä tehtävää ja työntekijät olivat erikoistuneita tiettyyn tuotannon vaiheeseen. Tuotteita tehtiin varastoon, ja tuotteita siirrettiin työpisteestä seuraavaan tuotteen vaiheen mukaan. Työpisteet olivat erillisiä toisistaan. Käytössä ei ollut mitään kanban-tyylistä varastointia. Osalaatikon tyhjentyessä kävi työntekijä sen täydentämässä itse varastolla.

2000- luvun alussa tuotanto alkoi siirtyä linjatuotantoon. Työpisteet sijoitettiin toistensa kanssa vierekkäin. Kuitenkaan tuotanto ei ollut selvää linjatuotanto, vaan edelleen työpisteet toimivat hieman erillään toisistaan.

Vuonna 2005 yritys hankki tuotantoon FPS - ja DAS -linjastot, joissa alettiin tuottaa tuotteita. Suurin muutos tapahtui tuotteiden valmistusmäärissä. Eräkoot pienenivät huomattavasti aikaisemmista tuotantomalleista. Linjat oli myös osittain automatisoituja, niissä oli automaattinen kuljetin, joka kuljetti tuotteita työpisteeltä toiselle. Varastoinnissa siirryttiin kanban-toimintaan sekä osien toimituksesta työpisteille huolehti ja vastasi yksi tai kaksi työntekijää. Osat kerättiin työpisteille työkohtaisesti eli jokaiselle tuote-erälle kerättiin tarvittavat osat. Mukaan yrityksen toimintaan tuli alihankinta, josta hankittiin osa tuotteiden osista.

Viimeisimpänä vuonna 2010 tuotantoa alettiin muuttaa solutuotantoon. Tuotannonohjaus on toteutettu Lean -ajattelun pohjalta. Aikaisemmissa vaiheissa tuotannonohjausta ei juuri ole ollut, vaan ohjaus on toteutettu lähinnä toimitusaikojen perusteella. Työntekijät ovat monitaitoisia ja työskentelevät tiimeissä.

4.2 Tuotannon nykyinen layout yrityksessä

Tutkimus suoritettiin yrityksen tuotantotiloissa. Tiloissa tehdään yrityksen tuotteen valmistus pääsääntöisesti kokonaan. Tiloissa sijaitsee korkeavarasto, johon sijoitetaan yritykseen tulevat tuotteiden osat sekä tytäryrityksiin lähetettävät tuotteiden osat. Korkeavarasto sijaitsee tuotantotilojen takaosassa, josta tuotteiden kokoamiseen tarvittavat osat toimitetaan työntekijöiden toimesta työpisteisiin.

Tuotantotiloissa sijaitsee kaksi tuotantolinjaa, joissa kootaan ja rakennetaan yrityksen tuottamat tuotteet. Linjastot sijaitsevat tilojen keskellä. Tiloissa on myös osakokoonpanolle oma työpisterivistö, jossa rakennetaan tuotteisiin tarvittavat osakokoonpanot. Tämä ”osakokoonpanolinjasto” koostuu useasta työpöydästä, jotka on sijoitettu niin, että kaksi työpöytää on asetettu vastakkain ja heti näiden viereen seuraavat.

Osia varastoidaan myös kanban-hyllyköissä, jotka sijaitsevat tilojen reunoilla. Kanban -hyllyköt kuuluvat osana joustavaan ja järjestelmälliseen varastointiin, joka on osana Lean -toiminnassa. Hyllyköissä säilytetään osakokoonpanosta tulevia osia sekä muita tuotteeseen tarvittavia kappaleita. Osat on sijoitettu laatikoihin ja laatikoita seurataan kanban-korteilla (työkorteilla).

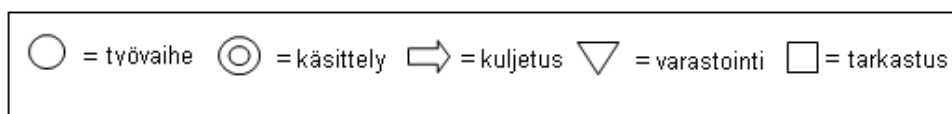
5 TYÖNTUTKIMUS

Työntutkiminen on työstä tehtävää tutkimusta. Siinä tutkitaan järjestelmällisesti ihmisten, työvälineiden ja aineiden yhteistoimintaa. Tavoitteena työntutkimuksessa on saada tietoa tuotantoon vaikuttavista tekijöistä ja löytää keinoja tuotannon parantamiseen. Tässä tekniikassa on neljä aluetta, joihin tutkimuksella voidaan vaikuttaa. Työntutkimuksella voidaan parantaa ajankäyttö eliminoimalla häviö, - järjestely- ja odotusaikoja. Sillä voidaan myös tehostaa työnkulkua ja saada työvaiheita selkeämmäksi. Lisäksi työvaiheita pystytään tehostamaan ja työliikkeitä saadaan yksinkertaistettua. [6]

Työntutkimuksen tekemisessä tulee tietää tarkoin työvaiheet ja työnkulku, sillä on varottava mittaamasta sellaisia töitä, jotka eivät kuulu varsinaisen työn tekemiseen. Työtä voidaan tutkia esimerkiksi ajankäyttötutkimuksella, jossa selvitetään kokonaistyöajan jakautumista teholliseen ja aikahäviöön. Tehollista työaikaa on se työ, jossa tuotteen valmistaminen etenee. Aikahäviö tarkoittaa sitä aikaa, mikä kuluu, kun tuote ei etene valmistuksessa. [6]

5.1 Työnkulkukaavio

Tutkimuksessa käytettiin yleistä työnkulkukaaviopohjaa (liite 1), jota muokattiin sopivaksi tehtyyn työntutkimukseen. Työnkulkukaaviossa on esitetty tutkittavan kohteen nimi ja tehtävä. Työtehtävässä olevat työliikkeet on kirjattu ylös työvaiheittain. Työntutkimuksessa jokainen työvaihe on yksitellen kelloitettu. Kellotusaika on kirjattu kaavioon työvaiheen kohdalle. Kaavioon on myös määritelty työvaiheiden tekemisen laatu, onko kyseessä työvaihe, tarkastus, kuljetus tai varastointi. Jokaiselle laadulle on määritelty tietty symboli Kuva 10. Näin pystytään tarkastelemaan työvaiheessa olevien tehtävien tekemisen lajit, matkat, joita työntekijä kävelee sekä aika, mikä kuluu eri vaiheisiin. Liitteessä 2 on täytetty työnkulkukaavio.



Kuva 10. Symbolien merkitys työnkulkukaaviossa

5.2 Työvaiheiden selvittäminen

Ensimmäisenä tutkimuksessa selvitettiin, mitä työvaiheita tuotteen valmistamiseen kuuluu sekä mitä tehtävää ja osaa missäkin työpisteessä valmistetaan. Tämä työvaihe oli tutkimuksen hitain ja vaikein vaihe. Jokainen työntekijän tekemä liike kirjattiin kaavioon ylös. Kuitenkin joissakin kohdissa pyrittiin yhdistelemään joitakin pienimpiä liikkeitä niin, että kellotusvaiheessa pystyttäisiin vaiheelle saamaan järjellinen aika. Tärkeää oli saada tutkimuksesta pois kaikki sellainen työntekijän tekemä työ, mikä ei ollut työohjeen mukaista sekä sellaiset liikkeet, mitkä eivät kuuluneet jokapäiväiseen työvaiheen tekemiseen. Esimerkkinä tällaisesta ylimääräisestä ja turhasta liikkeestä ovat hävinneet työkalut tai tukkeutunut liimapullo. Näitä tekemisiä ei otettu huomioon tutkimuksessa, koska haluttiin keskittyä vain normaalin työn tekemiseen ja saada ideaalisia kellotusaikoja. Kaikki tuotteeseen tarvittavat osat nimettiin. Osien nimien kanssa tuli olla tarkkana. Työntekijät olivat muuttaneet tai kutsuivat jotakin osaa eri nimellä, kuin mikä se oikeasti oli.

Työvaiheet selvitettiin tuotteen koko valmistusprosessista. Näin ollen tuotteen läpimenoaika tuotannossa alkoi, kun työntekijä keräsi osat varastosta ja vei ne työpisteeseen. Seuraavana oli tuotteen koko kokoonpanovaihe, johon kuului lukuisia eri työvaiheita sekä sarjanumerointi. Tässä vaiheessa tuote on valmis testaukseen ja pakkaukseen, kuitenkin näitä vaiheita ei otettu mukaan tutkimukseen.

5.3 Työvaiheiden kellottaminen

Kellotukset aloitettiin vasta, kun oli selvitetty kaikki tuotteen valmistuksen työvaiheet. Työvaiheiden tuli olla kirjoitettu kaavioon selvästi ja oikeassa järjestyksessä. Kellotuksen alkaessa aika kirjattiin seuraavaan tyhjään sarakkeeseen kaaviossa. Näin ollen tutkija ei pystynyt kellottaessa lukemaan saraketta, koska käytössä oli vain tavallinen sekuntikello. Kello laitettiin käyntiin työn alkaessa ja pysäytettiin työvaiheen loputtua. Kellotusajat olivat hyvin pieniä, joissakin vaiheissa vain muutamia sekunteja. Tarkkuutta vaativa homma kuitenkin onnistui hyvin, sillä työntekijät tekivät työvaiheen vaiheittain.

5.4 Henkilöiden liikematkojen mittaus

Työntutkimuksessa huomioitiin myös kaikki työntekijöiden kulkemat matkat työvaiheissa. Pois lukien sellaiset kävelyt tai liikkeet, jotka eivät olleet välttämättömiä tai eivät kuuluneet varsinaiseen työvaiheeseen. Tällä haettiin tutkimukseen normaalia keskivertoista aikaa, mikä olisi vertailukelpoinen.

Työntekijän kulkemat matkat mitattiin metrin tarkkuudella. Matkan ja matkareitin varmistuttua matka käveltiin normaalilla kävelyvauhdilla eli sellaisella nopeudella, millä työntekijä tavallisesti liikkuu paikasta toiseen. Matkat kelloitettiin useaan kertaan, jotta varmistuttiin siitä, että nopeus oli oikea.

5.5 Materiaalivirtojen selvittäminen

Materiaalivirtoja selvitettiin tutkimuksessa, mutta niillä ei ollut juurikaan tärkeyttä tutkimuksessa. Tutkimuksessa selvitettiin materiaalin reitti, kun se saapuu yritykseen ja varastointi. Materiaalin saapuessa yritykseen se kuljetetaan tuotantotiloihin, missä sijaitsee varasto. Materiaalista katsotaan, onko se menossa korkeavarastoon tai sitten kanbanhyllyihin. Materiaali viedään varastoon odottamaan.

Materiaalin kulkema matka mitattiin ja kelloitettiin. Tällä ei kuitenkaan ollut tutkimuksessa merkitystä, sillä se ei muuttuisi tuotantomuodon vaihtuessa.

5.6 Videotallennus

Lopuksi tutkimuksessa kelloituksen jälkeen videokuvattiin kaikki työvaiheet. Tällä pystyttiin varmistamaan, jos ilmenee jotain uutta. Työvaiheet pystytään kellottamaan uudelleen kätevästi videolta. Videot kerättiin yrityksen verkkoon tiedostoksi, josta ne on helppo löytää. Videot myös nimettiin ja järjesteltiin siten, että ne ovat löydettävissä yhdessä työntutkimuskaavion kanssa. Näin ollen jokaiselle työvaiheelle on kaavio, josta näkee kellotukset sekä video, mistä voidaan tarkistaa kellotukset.

6 LOPPUTULOKSET

Lopputuloksissa käsitellään tuotannon ja ergonomian kehittämistä yrityksessä sekä pohditaan mahdollisia kehitysideoita ja ratkaisuja.

6.1 Tuotannon kehittäminen ja johtopäätökset

Työntutkimus tehtiin molemmille tuotantomalleille, jotta niiden tuotantoaikoja pystyttiin vertailemaan. Ensimmäisenä tutkimus tehtiin tuotantolinjalle yhdelle tuotteelle sekä tutkittiin myös kokoonpanovaiheet ja osien kerääminen varastosta. Tuotantosolun valmistuttua tutkimus tehtiin siihen. Tässä vaiheessa tutkimus oli helpompi tehdä, koska kokemusta oli jo kattunut ja työvaiheet pysyivät jokseenkin samoina, joten niitä ei tarvinnut selvittää erikseen. Tulokset ovat vertailukelpoisia ja niitä pystyttiin hyödyntämään. Yritys sai tarvitsemaansa tietoa. Uusi tuotantosolu on huomattavasti nopeampi kuin vanha tuotantolinja. Tällöin säästetään tuotantoajasta yhtä tuotetta kohdin useita tunteja.

Lopullisia todellisia läpimenoaikoja pystyttiin vain arvioimaan, koska uutta solua ei tutkimuksen tekoaikana pystytty käyttämään täydellä teholla. Osapuutosten vuoksi solun tuotanto oli vaihtelevaa eikä todellista tuotantonopeutta voitu kuin arvioida. Kuitenkin työvaiheiden ajat pystyttiin selvittämään ja niitä voitiin verrata vanhaan menetelmään. Niistä selvisi jo huomattavia eroja työajan suhteen.

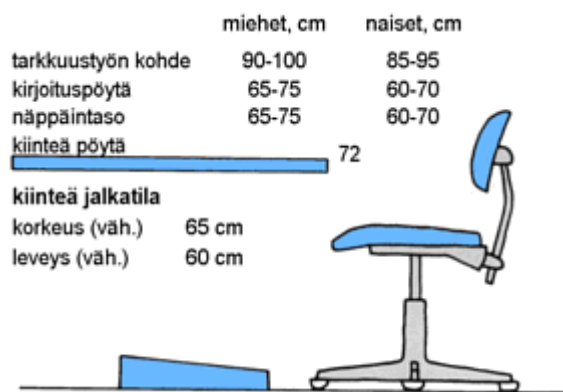
Kehittämistä uudessa tuotantosolussa kuitenkin riittää, jotta päästäisiin sille asetettuihin tuotantonopeuksiin. Tuotanto solussa tulee saada vakiinnutettua.

6.2 Ergonomian kehittäminen

Ergonomia tutkii ihmisen, työn ja tekniikan vuorovaikutusta ja tuottaa tietoa, menetelmiä, joiden avulla sovitetaan työtehtävät ja ympäristö ihmisen omien ominaisuuksien, kykyjen ja tarpeiden mukaisesti. Tavoitteena ergonomiassa on ihmisen turvallisuus työskennellessään niin, ettei ihmisen hyvinvointi, terveys eikä toiminta tai sujuvuus ole uhattuna. [7]

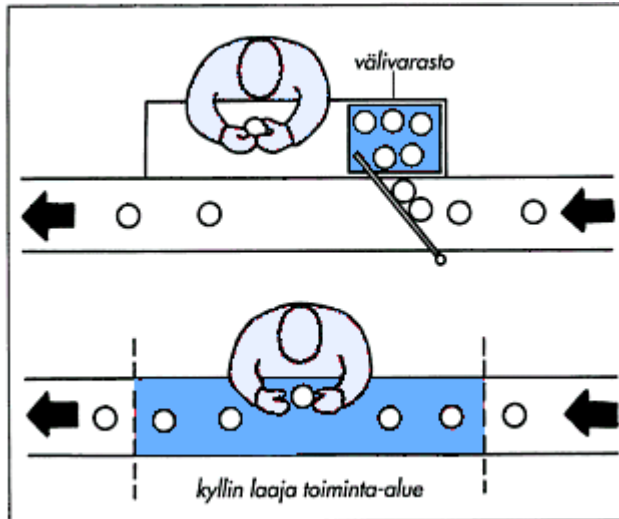
Tuotantosolussa ilmeni useita ongelmia työntekijöiden puolesta. Työntekijöiden mielestä vanha linjasto tuntui paremmalta vaihtoehdolta. Syynä tähän mielipiteeseen pidän sitä, että solua ei voitu käyttää siten, miten se oli suunniteltu. Osapuutosten vuoksi tuotteet solussa eivät kulkeneet niin kuin oli suunniteltu. Tuotanto oli tökkivää ja joidenkin osakokoonpanojen kohdalla jouduttiin turvautumaan ylituotantoon, mikä haittasi taas tuotteen loppukokoonpanon työskentelyä kiireellä.

Solua pidettiin myös työntekijöiden mielestä ergonomisesti huonona. Syynä tähän oli työpöydän väärä korkeus, sillä pidemmät työntekijät eivät saaneet jalkojaan hyvin pöydän alle ja taas pienemmät työntekijät tunsivat, että pöytä oli liian korkea, jolloin hartiat väsyivät. Havaittavissa oli myös hartioiden väsymisen lisäksi jalkojen huonot asennot, jolloin jalat kipeytyivät. Parannuksena tähän ongelmaan voisi olla paremmat työtuolit, jossa olisi jaloille omat paikat, esimerkiksi rengaskehä jaloille. Toinen vaihtoehto jalkojen väsymisen parantamiseksi voisi olla lattialle sijoitettava jalkatuki, mutta tällöin työtason tulisi nostaa ylemmäksi, jotta jalat mahtuisivat työtason alle. Hankaluutena on myös työtason alla oleva tukiputki, mikä on pöytälevyn alla kiinni. Se on haitalla, kun jalat ovat pöydän alla sekä se vie tilaa pöydän alta. Kuva 11 esittää oikean korkeuden työtasolle. Jos työtason ei pystytä nostamaan tai laskemaan, tulisi tason alla olla jalkatuki.



Kuva 11. Työtason mitat

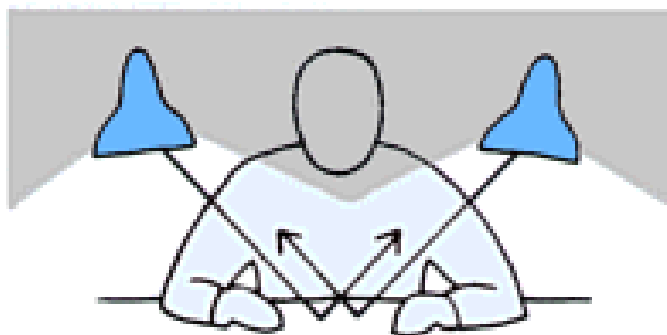
Työtasot ovat myös liian kapeat, eli työskentelytilaa pöydällä on liian vähän. Kaikille tavaroille ei ole omia paikkoja pöydällä, mikä vaikeuttaa työn tekemistä. Parannuksena olisi levenyttää työtilaa tai nostaa tavarat pöydästä irti ylös hyllylle. Näin ollen työtilaa tulisi lisää ja tavaroille saataisiin omat paikat, jos hyllytilaa olisi enemmän. Kuvassa 12 on esitelty tarpeeksi laaja työtila.



Kuva 12. Laajatyöskentelytila

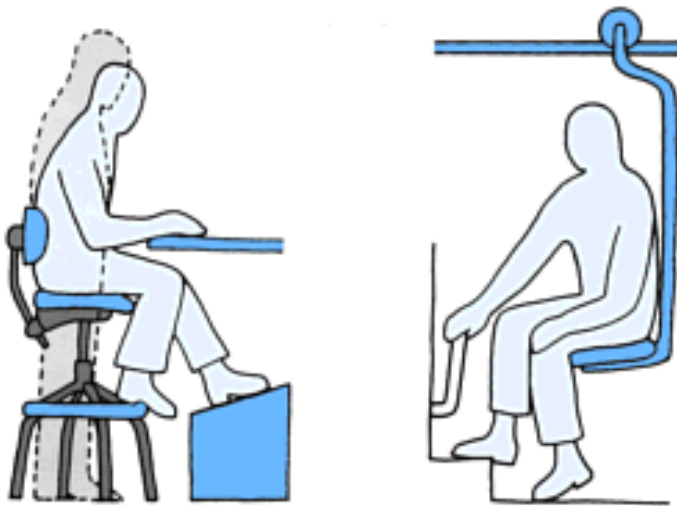
Solussa olevat valot eivät saaneet kiitosta työntekijöiltä. Lamput ovat led-valoja, yhdessä valotangossa on kymmenen led-valoa. Näin ollen pöydän pintaan heijastuu kymmenen varjoa, jotka häiritsevät työntekijän työskentelyä. Kuvassa 13 on kuvattu, miten valaisimet pitäisi sijoittaa, jotta välttyttäisiin heijastuksilta. Vaihtoehtona olisi laittaa soluun tavalliset loisteputket, mutta niissä ongelmaksi voi tulla välkkyminen tai riittämätön valoteho. Työntekijät kuitenkin pitäisivät loisteputkivaloja parempana vaihtoehtona solun valonlähteeksi.

Parannusta voisi tehdä myös loop- lamppujen kiinnityksessä, sillä loop- lamppu pääsee heilumaan, kun työntekijä katsoo siitä. Varsinkin jos toinen työntekijä on työskentelemässä yhtä aikaa ja työpöytä heiluu tai tärisee, pääsee myös loop- lamppu heilumaan, jolloin siitä katsovan työntekijän silmät rasittuvat. Parannuksena olisi parempi kiinnitys lampulle.



Kuva 13. Lamppujen heijastukset

Yksi selkeä ongelma solussa on: solun keskityöpiste eli puhalluspiste. Työpiste on suunniteltu siten, että siinä työntekijä toimii seisaaltaan. Ongelmana onkin, että työntekijät ovat hyvin eripituisia, joten työtaso on liian korkea pienelle työntekijälle ja liian matala pitkälle työntekijälle. Toisaalta työntekijät kokivat, että työpiste on liian raskas tehdä seisaaltaan. Vaihtoehtona olisikin, että työpisteeseen hankittaisiin korkeussäädettävä työtuoli. Esimerkiksi satulatuoli sopisi työpisteeseen, koska tuoli on pienikokoinen. Näin ollen se ei veisi niin paljon tilaa muutenkin jo ahtaasta työtilasta. Tuoli on myös ergonominen, koska siinä selkä tulee oikeaan asentoon, jalat saavat verta eivätkä puudu niin helposti sekä tuolista on helppo nousta seisomaan ja laskeutua istumaan. Kuva 14 esittää mahdollisen ratkaisun työpisteelle, jossa työntekijä voi valita istuma tai seisonta-asennon.



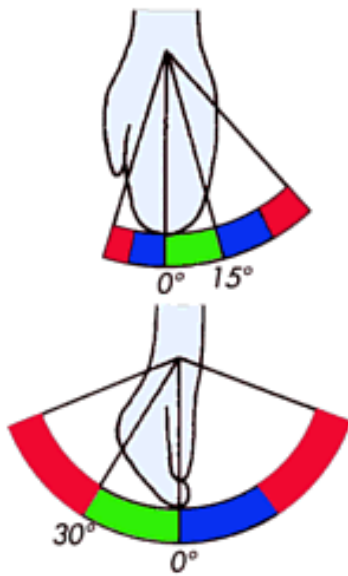
Kuva 14. Seisoma/istumatyöpiste ja mahdollinen ratkaisu

Puhalluspisteessä on myös muita ongelmia kuten valon puuttuminen. Työpisteessä ei ole omaa valoa. Pisteeseen voisi hankkia loisteputken, josta tulisi tasaisesti valoa koko työpisteeseen.

Työpisteessä myös työkalut on sijoitettu huonosti ajatellen työn tekemistä. Ruuvinvääntimen roikkuu vaarallisen matalalla keskellä pöytää. Tässä on vaarana, että työntekijä loukkaa kätensä ruuvinvääntimen terään ottaessaan tavaroita ruuvinvääntimen takaa. Parannuksena olisi sijoittaa ruuvinvääntimen parempaan paikkaan, esimerkiksi sivummalle pöytään siten, että työntekijä saa ruuvinvääntimen vedettyä tarvittaessa esille.

Puhallin on hankala käyttää, koska se sijaitsee pöydän takaosassa eikä se sovi työntekijän käteen. Näin ollen työntekijä joutuu puhallinta käyttäessään pitämään kättään hankalassa

asennossa, jolloin vaarana on esimerkiksi pitkään käytettynä jännetupentulehdus tai muu käden ongelma työntekijällä. Kuva 15 esittää käden työalueen, jossa vihreä alue kuvastaa turvallista ja ergonomista käden asentoa. Puhaltimen käytössä on myös ongelmana se, että se sijaitsee pöydän päällä. Näin ollen puhallettaessa osia pöydällä olevat pienet tavarat lentävät pois pöydältä. Parannuksena olisi sijoittaa puhallin paremmalle paikalle tai tehdä puhaltimelle oma tila, esimerkiksi pieni muovinen koppi pöydän viereen. Tällöin säästettäisiin työntekijää myös puhaltimesta lähtevältä kovalta ääneltä.



Kuva 15. Käden asento

Tärkeää olisi kiinnittää huomiota työpaikan ergonomiaan. Hyvä työntekijöiden hyvinvointi tuo yritykselle säästöjä. Työntekijät ovat tuottavampia ja tehokkaampia työssään. Kuva 16 esittää hyvällä ergonomialla varustettua työpistettä. Työpöytä on säädettävissä kahdessa eri osassa, mikä tuo paljon mahdollisuuksia. Laatikot on sijoitettu oikein. Työntekijä ei joudu kurottamaan ottaessaan osia eivätkä laatikot ole työpöydällä viemässä tilaa työskentelyltä. Tietokoneen näyttö on sijoitettu sivulle, mikä antaa tilaa työlle. Näyttö on myös oikealla korkeudella työntekijään nähden. Työtuoli on myös säädettävissä ja siinä on myös säädettävät käsinojat.



Kuva 16. Ergonomisesti toimiva työpiste

7 YHTEENVETO

Lean Management on lähtöisin japanista, josta se on levinnyt ympäri maailmaa ja kasvattanut suosiotaan eri toimialoilla. Lean-ajattelumalli kattaa koko yrityksen tuotannonohjauksen ja antaa ohjeita miten asiat tulisi hoitaa yrityksessä

Lean-ajattelun lähtökohtana on poistaa tuotannosta kaikki ylimääräinen ja turha tekeminen. Tuotannossa olevia hukkia on ylituotanto, odottaminen ja viivästykset, kuljetukset, laatu, varastot sekä käsittely ja tarpeettomat liikkeet. Tavoitteena on keventää tuotannon kustannuksia ja saada tuotanto virtautettua. Lean keskittyy myös työntekijöiden hyvinvointiin ja tuotantotilojen organisointiin. 5S-toiminta ohjaa yritystä saamaan tuotantotilat järjestykseen ja viihtyvämmiksi. 5S-toiminassa on viisi tasoa, jotka ovat lajittele, järjestä, puhdista ja huolla, vakiinnuta sekä ylläpidä. Seuraavalle tasolle pääsy edellyttää edellisen tason onnistumista. Lopputuloksena on viihtyisä ja visuaalisesti järjestelmällinen tuotantotila, jossa työskentely on helppoa ja mutkatonta.

Lean Management pyrkii myös jatkuvaan parantamiseen, jota toteutetaan Kaizen-toiminnalla. Kaizen keskittyy siihen, että muutos ei tapahdu hetkessä vaan se vaatii sitoutumista ja kurinalaista toimintaa koko yritykseltä. Ongelmien sattuessa kohdalle niihin tartutaan ripeästi ja ongelmaan etsitään ratkaisu. Ongelmien ratkaisemisessa käytetään apuna demingin-sykliä, mikä antaa ohjeet, kuinka ongelmanratkaiseminen etenee. Demingin-syklissä on neljä vaihetta, jotka ovat suunnitteleminen, toimiminen, tarkastaminen ja parantaminen. Ongelma ratkaistaan vaiheissa ja ratkaisumalli vakiinnutetaan, jotta tulevaisuudessa ongelma on helppo ratkaista.

Kanban eli imuohjaus helpottaa tuotannon virtauttamista. Kanbanin tarkoituksena on antaa ohjeita varastointiin sekä tuotannon suunniteluun. Varastointia helpottamaan ovat erilliset työkortit tai kanban-kortit, joilla merkitään varastoissa olevat materiaalit tai puolivalmiit tuotteet. Visuaalisuus on tärkeää varastoinnissa, sillä se helpottaa varaston ylläpitämistä ja sen käyttöä käytännössä. Imuohjauksessa periaatteena on, että tuotannon loppupää antaa luvan alkupäälle, kun saa alkaa valmistamaan tuotetta. Näin ollen jokainen työpiste on riippuvainen viereisestä työpisteestä. Tällä tavoin tuotanto on sujuvaa eikä ruuhkia synny valmistukseen.

Insinööriyössä perehdytään myös tuotannon historiaan ja muutoksiin, joita on tapahtunut yrityksen tuotantotiloissa. Yrityksen tuotantomuodot ovat noudattaneet yleistä trendiä

tuotantomuodoissa. Tuotannon historia alkaa pienistä yrityksistä, joissa tuotantomuotona oli ns. ammattilaistuotanto. Tässä tuotantomuodossa arvostettiin luovuutta, kokeilunhalua ja vapautta. Tuotantomäärät olivat pieniä ja työntekijät olivat ammattilaisia vain yhdessä asiassa. Yhteiskunta kuitenkin kasvoi ja pian alkoi itää ajatus siitä, että tuotantoa tulisi saada nopeammaksi ja tehokkaammaksi. Syntyi massatuotanto, jossa määrä korvasi laadun. Massatuotannon ominaispiirteitä on yksinkertaiset tuotteet. Tämä johtui siitä, että tuotteisiin tulevat osat tehtiin yhteensopiviksi usean tuotteen kanssa. Näin ollen mahdollistettiin nopea varaosien ja materiaalien saanti sekä tuotteiden kokoaminen oli nopeaa ja vaivatonta.

Linjatuotanto syntyi massatuotannon tarpeisiin. Tuotteet olivat jo tarpeeksi yksinkertaisia, joten ne oli helppo jakaa työvaiheisiin. Tämä jako mahdollisti tuotteen valmistamisen tuotantolinjassa. Tuotantolinjaa nopeutettiin lisäämällä erilaiset kuljettimet linjastoon, jolloin työn tekeminen nopeutui entisestään. Autoteollisuus oli suuri edellä kävijä linjatuotannossa.

Linjatuotanto on nykypäivänäkin suosittu valmistusmenetelmä, mutta se on saanut rinnalleen uuden version. Tuotantosolu-ajattelu, jossa päätavoitteena on saada sujuvuutta tuotantoon. Tuotanto ei ole riippuvainen yhdestä työpisteestä ja näin ollen tuotannossa pystytään välttämään ns. pullonkauloja eli ruuhkautuvia työpisteitä. Työntekijät ovat monitaitoisia ja he pystyvät tekemään useaa työvaihetta. Näin ollen työntekijöiden työtä on saatu mielekkääksi.

Työntutkimuksessa tutkitaan ja tarkastellaan jonkin tietyn tuotteen tai työvaiheen tekemistä. Työntutkimuksen avulla saadaan tietoa tehtävästä työstä, saadaan tietoa tuotantoon vaikuttavista tekijöistä ja voidaan löytää keinoja tuotannon parantamiseen. Tutkimuksessa tutkitaan ihmisten, työvälineiden ja ainesten yhteistoimintaa.

Työntutkimuksessa selvitetään työvaiheet, mitä tuotteen valmistamiseen kuuluu. Työvaiheet pilkotaan mahdollisimman pieniin osiin niin, että voidaan erotella työvaiheessa olevat työliikkeet. Työvaiheen tekemisessä olevat vaiheet voidaan jaotella erilaisiksi tekemisiksi. Tällaisia erilaisia tekemisiä ovat työvaihe, käsittely, kuljetus, varastointi ja tarkastaminen. Työnkulkukaavioon kirjataan kaikki työvaiheen sisältämät tekemiset. Kaikki työvaiheen työntekijän tekemät liikkeet kelloitetaan, jotta lopuksi voidaan laskea työhön kulunut aika. Kun koko tuotteen valmistamiseen tehdyt työvaiheet on kelloitettu, voidaan tuotteelle laskea läpimenoaika. Tästä läpimenoajasta voidaan päätellä onko mahdollista kehittää tuotantoa

siten, että läpimenoaika lyhenisi. Työntutkimuksen avulla pystytään karsimaan ylimääräisiä ja turhia aikoja joka puolelta tuotantoa ja täten kehittää tuotantoa paremmaksi.

LÄHTEET

Kouri, I. Lean taskukirja. 2009 Teknologiateollisuus ry: Helsinki

Hannus Jouko, Prosessijohtaminen, Ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky. 1994 Gummerus Kirjapaino Oy: Jyväskylä 2000

Kajaste, V. & Liukko, T. Lean toiminta- suomalaisten yritysten kokemuksia. 1994 Tammerpaino Oy: Tampere

Heikkinen, P. Lean Management –Visuaaliset taulut, Opinnäytetyö 2009






Merikallio, L, Haapasalo, H. Projektituotantojärjestelmän strategiset kehittämiskohteet kiinteistö- ja rakennusalalla. [www-dokumentti]
<<http://tuta.oulu.fi/lean%20kehitysprojektin%20raportti%20final.pdf>> (luettu 6.4.2010)

Kilpeläinen, T. Tuotantotalouden peruskäsitteet. [www-dokumentti]
<<http://www.uwasa.fi/itt/titu/tutaperuskasitteet.html>> (luettu 7.4.2010)

Työterveyslaitos, Ergonomia. [www-dokumentti].
<<http://www.ttl.fi/fi/sivut/default.aspx>> (luettu 20.5.2010)

Kellotusajat eivät ole totuudenmukaisia.

TYÖNKULKUKAAVIO	VALMISTUS							
Yhteenveto								
KUVAUS						MATKA m	AIKA min:s	HUOMAUTUKSIA
2. Vaihe							yht. 0:12	Tehdään 2 kpl
Työvaihe aika	X						0:12	
Käsittely aika		X						
Kuljetus aika			X					
3. Vaihe							yht. 2:34	Tehdään 2 kpl
Työvaihe aika	X						2:06	
Käsittely aika		X					0:28	
Kuljetus aika			X					
4. Vaihe							yht. 3:29	
Työvaihe aika	X						2:56	
Käsittely aika		X					0:21	
Kuljetus aika			X			15 m	0:15	kärryn kuljetus vaiheeseen 5
Varastointi aika				X			22 h	akun lataus
5. Vaihe							yht. 25:11	
Työvaihe aika	X						0:56	
Käsittely aika		X						
Kuljetus aika			X				0:15	
Varastointi aika				X			n. 3 h	testi

 = työvaihe  = käsittely  = kuljetus  = varastointi  = tarkastus