

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

2013

Jani Routamaa

KOKOONPANOSOLUN KEHITTÄMINEN JA OHJEISTAMINEN



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous

2013 | 33

Juha Leimu TkT

Jani Routamaa

KOKOONPANOSOLUN KEHITTÄMINEN JA OHJEISTAMINEN

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata Lean-ajattelua ja miten sen avulla pystyttäisiin kehittämään Labrox Oy:n kokoonpanosolua jossa valmistetaan levynlukijoita. Toisena tavoitteena oli luoda kokoonpano-ohjeet solussa valmistettavalle levynlukijalle. Levynlukijat ovat kemian ja lääketieteen käyttämiä teknisiä mittalaitteita jotka perustuvat näytteiden analysoimiseen valon avulla.

Opinnäytetyön ensimmäisessä osassa on kirja- ja verkko lähteisiin perustuen käyty läpi Lean-ajattelua. Tarkemmin työssä esitellään Lean-ajattelun taustoja ja historiaa sekä keskeisimmät Lean-periaatteet. Myös tärkeimmät Lean-työkalut kuten JIT- ja 5S-systeemi on esitelty ja miten ne soveltuvat kokoonpanosolun kehittämiseen. Työssä on myös käyty läpi kokoonpanosolussa esiin tulleita ongelmakohtia ja näiden ratkaisuehdotuksia Lean-ajattelun näkökulmasta. Opinnäytetyön loppuosiossa on käsitelty kokoonpanosolua varten valmistettuja ohjeita. Ohjeet ovat tämän työn liitteenä.

ASIASANAT:

Lean, kokoonpanosolu, kokoonpano ohje

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management Engineering

2013 | 33

Juha Leimu D.Sc. (Tech.)

Jani Routamaa

DEVELOPMENT AND DOCUMENTATION OF AN ASSEMBLY CELL

The goal of this thesis was to introduce Lean thinking and how it could be used to develop Labrox Oy's manufacturing cell that produces plate readers. The second goal was to create assembly instructions for the manufactured plate reader. Plate readers are technical measuring devices designed for the chemical and medical industry. Plate reader technology is based on sample analysis using light.

This thesis introduces Lean thinking based on book and network sources. This thesis presents Lean backgrounds and history and also its basic principles. The most important Lean tools such as JIT and 5S system are also presented and how these tools can be used to improve the manufacturing cell. In this thesis some problems that emerged from the manufacturing cell and Lean based solutions for them are also presented. The final section of this thesis is an introduction to the assembly instructions and the actual assembly instructions can be found as an appendix.

KEYWORDS:

Lean, manufacturing cell, assembly instructions

SISÄLTÖ

LYHENTEET JA SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn taustat ja tavoitteet	7
1.2 Rakenne	8
2 LABROXIN ESITTELY	9
2.1 Levynlukijat	9
2.2 Kokoonpanosolu	10
3 LEAN-AJATTELU	12
3.1 Lean-ajattelun tausta	12
3.2 Hukka	13
3.3 Hukan poistaminen	14
3.4 Lean-periaatteet	15
3.4.1 Arvo	16
3.4.2 Arvovirta	16
3.4.3 Virtaus	17
3.4.4 Imu	18
3.4.5 Täydellisyys	18
4 LEAN-TYÖKALUT	19
4.1.1 Kaizen	19
4.1.2 5S	20
4.1.3 JIT	21
4.1.4 Kanban	22
5 LEAN-AJATTELUN SOVELTAMINEN KOKOONPANOSOLUUN	23
5.1 Kokoonpanosolu ja Lean-ajattelu	23
5.2 Kokoonpanosolu ja ongelmakohdat	24
5.3 Ratkaisuehdotukset	27
6 OHJEISTUS	29
6.1 Kokoonpano-ohjeiden merkitys	29
6.2 Hyvä kokoonpano-ohje	29

6.3 Kokoonpano-ohjeet	30
-----------------------	----

7 YHTEENVETO	31
---------------------	-----------

LÄHTEET	32
----------------	-----------

LIITTEET

Liite 1. Pääkokoonpano
Liite 2. Storage-yksikkö
Liite 3. Pmt-yksikkö
Liite 4. Flash-lamppu
Liite 5. Top Optics -yksikkö
Liite 6. XY rata ja plate holder
Liite 7. Spektrografi
Liite 8. Kuoret

KUVAT

Kuva 1. Kokoonpanosolun layout	10
Kuva 2. Toyotan tavan neljän periaateluokan malli. (Muokattu, Liker 2004)	13
Kuva 3. Viisi Lean periaatetta ja niiden yhteys. (Muokattu, Lean Enterprise Institute 2009)	15
Kuva 4. Jatkuvan virtauksen ja erä & jonotus menetelmän ero. (Muokattu, Gol logistics 2013)	17
Kuva 5. PDCA-sykli (Muokattu, Kouri 2009)	19
Kuva 6. Kanban järjestelmä (Toyota 2013)	22

TAULUKOT

Taulukko 1. Hukkatyypit ja niiden ilmeneminen kokoonpanosolussa.	25
--	----

LYHENTEET JA SANASTO

JIT	Just In Time on varaston hallintaan liittyvä Lean-menetelmä (Mindtools 2013)
TPS	Toyotan tuotantojärjestelmä (Toyota production system)
Muda	Japanilainen sana, jolla tarkoitetaan hukkaa
Kaizen	Japanilainen sana, joka tarkoittaa jatkuvaa parantamista
Kanban	Eli imu ohjaus on yksi Lean työkaluista
Levynlukija	Kemian ja lääketieteen käyttämä tekninen mittauslaite joka perustuu näytteen analysoimiseen valon avulla

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Tämä opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona turkulaiselle levynlukijoita valmistavalle Labrox Oy:lle. Opinnäytetyön tarkoituksena on olla mukana kehittämässä Labroxin kokoonpanosolua, jossa levynlukijoita valmistetaan, sekä luoda kokoonpano ohjeet solussa koottavalle levynlukijalle. Työ sisältää tarkat kokoonpano ohjeet Labroxin valmistamaan levynlukijaan liittyen jonka vuoksi työ on liitteiden 1-8 osalta salainen. Tämän vuoksi kyseiset liitteet eivät tule julkaistavaan kirjastokappaleeseen.

Labrox on kohtalaisen uusi yritys ja tuotantoa ollaan nykymuodossa vasta aloittelemassa. Valmistettavien levynlukijoiden kokoonpanosolu on vielä kehityksen alla ja siinä koottavaa levynlukijaa ollaan valmistamassa nykyisessä muodossaan ensimmäistä kertaa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena onkin perehtyä kokoonpanosolun kehittämismahdollisuuksiin Lean-ajattelun näkökulmasta. Tavoitteena on tutkia, miten Lean ajattelua voitaisiin soveltaa kyseiseen kokoonpanosoluun, sekä miten solua voitaisiin kehittää erilaisten Lean-työkalujen avulla.

Labroxin valmistavat levynlukijat ovat monimutkaisia, monia osia sisältäviä, huipputeknisiä laitteita. Levynlukijoiden kokoonpano on monimutkaista, tietoa ja tarkkuutta vaativaa, jonka vuoksi tarkkojen kokoonpano-ohjeiden merkitys sujuvan tuotannon takaamiseksi on suuri. Koska tuotanto on Labroxilla alkuvaiheessa, kokoonpano dokumentaatio puuttuu. Toisena tämän opinnäytetyön tarkoituksena onkin luoda kokoonpanosolussa valmistettavalle levynlukijalle kirjalliset kokoonpano-ohjeet.

1.2 Rakenne

Opinnäytetyö koostuu neljästä pääluvusta. Aluksi on esitelty Labrox yrityksenä sekä hieman tarkemmin levynlukijat, joita yritys valmistaa. Seuraavaksi opinnäytetyössä on kirjallisuuteen ja muihin lähteisiin perustuva katsaus Lean-ajatteluun sen taustoihin, pääperiaatteisiin sekä keskeisimpiin Lean työkaluihin. Kolmannessa luvussa käydään läpi Lean-ajattelun soveltamista kokoonpanosoluun ja miten eri Lean-työkalujen avulla kokoonpanosolua voidaan kehittää. Lopuksi opinnäytetyössä esitellään itse kokoonpano-ohjeet sekä käsitellään lyhyesti kokoonpano-ohjeita ja niiden kirjoittamiseen liittyviä asioita.

2 LABROXIN ESITTELY

Labrox Oy on vuonna 2011 perustettu teknologia-alan yritys, jonka toimiala on analyttisten mittalaitteiden suunnittelu ja toteutus. Labrox työllistää tällä hetkellä kuusi ihmistä ja kaikki ovat yrityksen perustajia taustallaan yhteensä 90 vuoden tuotekehityskokemus. Labrox Oy:n ensimmäinen tuote, jota tälläkin hetkellä valmistetaan, on levynlukija.

Labrox Oy:n kasvu on ollut nopeaa. Ensimmäinen tuotekehitysprojekti alkoi elokuussa 2011, yhteistyösopimus kehitettävän laitteen myynnistä syyskuussa 2011 ja itse tuote lanseerattiin syyskuussa 2012. Kasvua myynnissä on tapahtunut 170 %, ja laitteen jatkokehitys on jo käynnistetty.

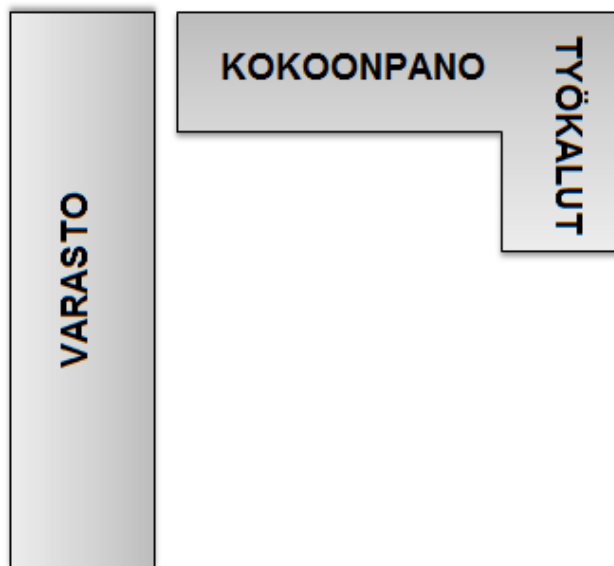
2.1 Levynlukijat

Levynlukijat, jollaista Labrox nyt myös valmistaa, ovat laboratoriokäyttöön suunnattuja laitteita, joilla on tarkoitus mitata kemiallisia, biologisia ja fysikaalisia reaktioita laitteeseen laitettavalta kuoppalevyiltä. Levynlukijoita käytetään yleisesti esimerkiksi lääkekehityksessä, erilaisissa tutkimuksissa sekä valmistusprosessien seurannassa. Levylukijan toiminta perustuu valolla aikaansaatuihin reaktioihin, esimerkiksi valaisemalla näyte tietyn laisella valolla ja mittaamalla sen läpi päästämä valo.

Nykyiset levynlukijat voi karkeasti jakaa kahteen luokkaan; yhden mittausteknologian laitteet ja monileimalukijat, joihin on integroitu monta eri teknologiaa. Labroxin valmistama levynlukija kuuluu jälkimmäiseen, ja siinä on viisi eri mittausteknologiaa; absorbanssi, fluoresenssi-intensiteetti, luminesenssi, aikaerotteinen fluoresenssi ja fluoresenssin polarisaatio.

2.2 Kokoonpanosolu

Koska levymlukijoiden tuotantovolyymit ovat melko pieniä, eikä ole kysymys mistään massatuotannosta, on myös kokoonpanosolu melko yksinkertainen. Solu koostuu kokoonpanopöydästä, jolla laitteiden kasaus pääosin tehdään. Laitteet kootaan käsin. Pöydän oikeaan laitaan on sijoitettu kaikki kokoonpanossa tarvittavat työkalut ja välineet. Kokoonpanopöydän vieressä on varastohylly, josta kaikki kokoonpanossa tarvittavat osat löytyvät. Osat on jaettu varastossa kasattavien osakokoonpanojen mukaan. Kokoonpanosolun layout näkyy kuvassa 1.



Kuva 1. Kokoonpanosolun layout

Valmistettava levymlukija koostuu seitsemästä osakokoonpanosta, ja eri osia se sisältää noin kaksisataa. Komponentteja ja materiaaleja on monenlaisia. Levymlukija sisältää esimerkiksi tarkkoja toleransseja omaavia komponentteja, optiikkaa sekä elektroniikkaa. Optiikan ja elektroniikan vuoksi kokoonpanosolu on oltava suojattu staattisen sähköön purkauksilta sekä pidettävä mahdollisimman puhtaana ja siistinä. Kokoonpano tehdään pääosin käsin. Fyysiseltä kooltaan valmistettava levymlukija on suhteellisen pieni, noin tietokoneen keskusyksikön kokoinen, joten sen kasaus ja liikuttelu työpöydällä käy helposti. Kokoonpano

suoritetaan osakokoonpano kerrallaan, ja lopuksi osat liitetään yhteen loppukokoonpanossa. Kokoonpanoa ja eri työvaiheita on käyty tarkemmin läpi kappaleessa kuusi sekä tietysti itse kokoonpano-ohjeissa.

Tuotanto määrät levyntekijöiden kohdalla ovat yleisestikin melko pienet ja samoin on Labroxin kokoonpanosolussa. Yksi levyntekijä maksaa noin pienen henkilöauton verran ja kilpailu markkinoilla on kovaa. Kyse on siis jatkuvasta piensarjatuotannosta, ja laitteita valmistetaan muutamia kymmeniä vuodessa.

3 LEAN-AJATTELU

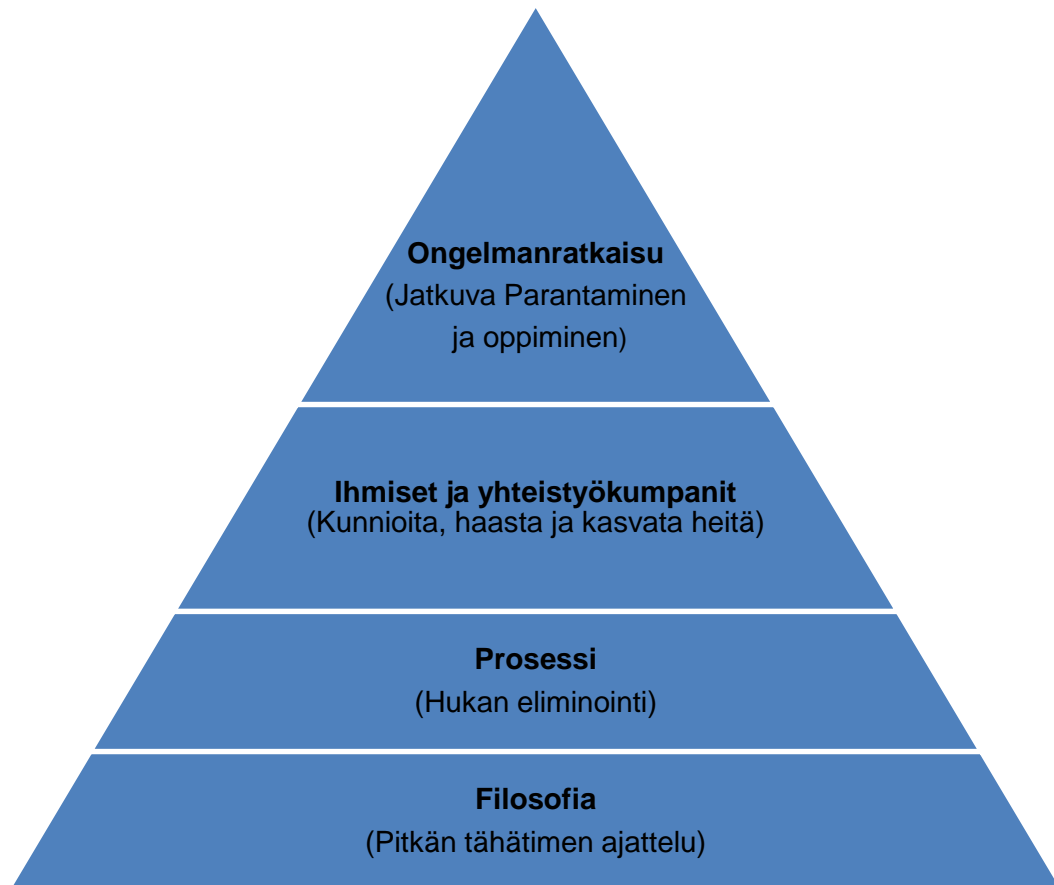
3.1 Lean-ajattelun tausta

Lean-ajattelun perusta on lähtöisin autoteollisuudesta. Lean sai alkunsa Toyotalta vuonna 1950 Toyotan insinöörin tutustuttua Fordin tehtaaseen ja massatuotantomalliin. Toyotalta kuitenkin todettiin, että mallin kopiointi ei tule toimimaan vaan piti luoda jotain uutta. Toyotalta ryhdyttiin kehittämään uutta, massatuotannosta poikkeavaa tuotantomallia. Tämä tuotanto malli otti täysin uuden lähestymistavan esimerkiksi tuotantolinjan järjestykseen ja työntekijöiden rooleihin. Syntyi uusi tuotantomalli, ns. Toyotan tuotantojärjestelmä (TPS). (Womack ym. 1990, 48–68.)

Uusi tuotantomalli oli tehokas eikä Toyotan menestys jäänyt muilta yrityksiltä huomaamatta. Niinpä 1950-luvun jälkeen aina tähän päivään asti moni yritys on pyrkinyt omaksumaan Toyotan tapaa tehdä asioita. Niin kutsuttu Toyotan tapa sekä sen luoma TPS ovatkin perustana Lean-ajattelulle ja -tuotannolle. (Womack ym. 1990, 48–68.)

Lean toiminnan taustalla on muutama keskeinen asia, jotka syntyivät Toyotan kehittäessä tuotantoaan. Yksi tärkeimmistä on hukka, jolla tarkoitetaan lisäarvoa tuottamattoman työn poistamista. Myös työkalut kuten JIT, kanban sekä Kaizen ovat tärkeä osa Leania. (Liker 2004, 5-14.)

Lean on kuitenkin enemmän kuin nippu työkaluja ja menetelmiä. Se perustuu koko ns. Toyotan tavan omaksumiseen ja kykyyn kehittää johtajuutta, työntekijöitä, kulttuuria, jatkuvaa kehitystä, laatia strategioita sekä ylläpitää oppivaa organisaatiota. Lean on järjestelmä, joka ulottuu koko organisaatioon ja sen kaikkiin toimintoihin. Lean-filosofian rakentumista yrityksessä kuvataan kuvassa 1. Lean ajattelun pohjalta löytyy pitkän tähtäimen ajattelu ja vasta tämän päälle rakentuvat itse prosessi eli hukan eliminointi, työntekijöiden ja yhteistyökumppaneiden kehitys sekä ongelmanratkaisu ja jatkuva parantaminen. (Liker 2004, 5-14.)



Kuva 2. Toyotan tavan neljän periaateluokan malli. (Muokattu, Liker 2004)

3.2 Hukka

Hukka, Japaniksi muda, on yksi Lean-ajattelun keskeisistä asioista. Hukalla tarkoitetaan asiakkaalle lisäarvoa tuottamattomia elementtejä. Hukan systemaattista eliminointia voidaankin pitää Lean-ajattelun tärkeimpänä ajatuksena. (Liker 2004, 27–30.)

Toyotalla hukan poistoprosessi alkaa aina kysymyksellä ”Mitä asiakas haluaa tästä prosessista?” Kun prosessi nähdään asiakkaan näkökulmasta, voidaan siitä erottaa lisäarvoa tuottavat ja tuottamattomat vaiheet. Perinteisessä prosessin parannuksessa on keskitytty paikallisten tehokkuuksien määrittämiseen, kun taas Lean-tuotannossa suurin osa kehityksestä saadaan juuri hukan, eli lisäar-

voa tuottamattomien vaiheiden poistamisella. Hukkaa on monenlaista mutta Toyota on tunnistanut seitsemän lisäarvoa tuottamattoman hukan päätyyppiä:

- Ylituotanto
- Odottelu
- Tarpeeton kuljettelu
- Ylikäsittely/virheellinen käsittely
- Tarpeettomat varastot
- Tarpeeton liikkuminen
- Viat (Liker 2004, 27–30.)

Toyotalla ylituotantoa pidettiin pahimpana hukkana, koska se vaikuttaa paljon muihin hukkatyyppeihin esimerkiksi lisäämällä tarpeettomia varastoja. Myöhemmin listaan on myös lisätty kahdeksas hukkatyyppi, työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen, joka Leanin perusajatukseen nähden sopii hyvin mukaan. Jos työntekijöitä ei kuunnella tai huomioida, hukkaa yritys hyviä ideoita, parannuksia ja mahdollisuuksia. (Liker 2004, 28-29.)

3.3 Hukan poistaminen

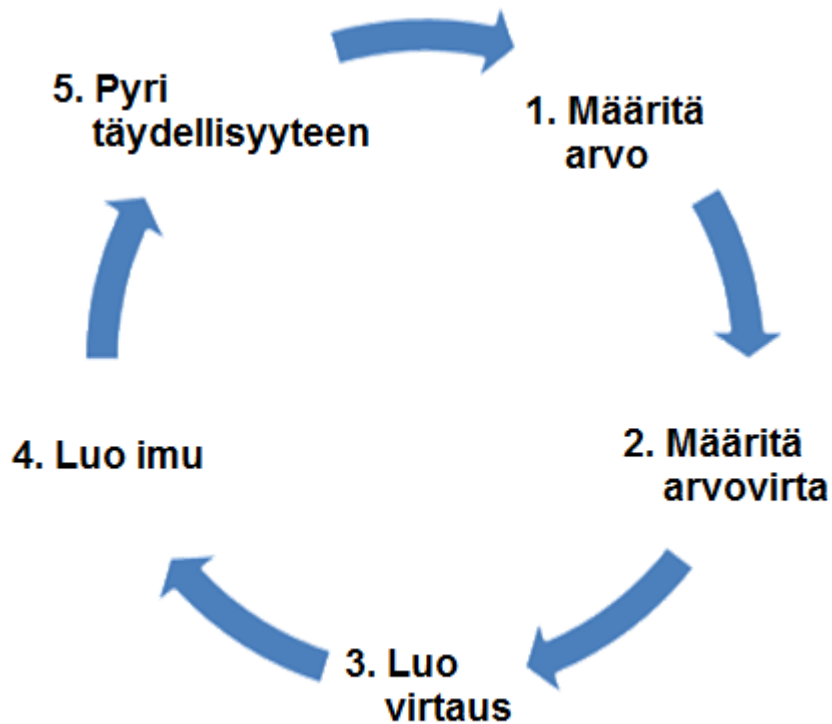
Lean-ajattelun perustana on siis näiden seitsemän hukkatyyppien eliminointi. Käytännön esimerkkejä erilaisista hukista ovat materiaalin puute, kone/laitehäiriöt tai liian pitkään varastossa makaavat tuotteet. Eri hukkailmiöt estävät tehokkaan työn tekemisen. Lean-ajattelun mukaan hukkien systemaattinen ja tehokas poistaminen lisäävät yrityksen tuottavuutta ja parantavat tätä kautta myös laatua. (Kouri 2009, 10–11.)

Toyotan määrittelemien seitsemän hukan poistaminen on systemaattista koko yrityksen kattavaa toimintaa. Hukan poisto lähtee hukkatyyppien tunnistamisesta. Yrityksen on tutkittava yleisimpiä hukan lähteitä, kuten varastointiaan, tuotannon sujuvuutta, työntekijöiden liikkumista ja tuotteiden siirtelyä. Ongelmakoh- tien ja hukkaa aiheuttavien tekijöiden löydyttyä ne pitää eliminoida mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Hukan poistamiseen ja vähentämiseen on

myös erinäisiä Lean-työkaluja, kuten JIT ja 5S, jotka esitellään tarkemmin tulevissa kappaleissa. (Liker 2004, 28–32.)

3.4 Lean-periaatteet

Seuraavassa on esitelty tarkemmin viisi Lean-periaatetta; arvo, arvoketju, virtaus, imu ja täydellisyys. Kaikki periaatteet liittyvät toisiinsa ja toinen vahvistaa toista. Kuvassa 3 periaatteiden yhteys on kuvattu kehän muodossa. Nämä periaatteet ovat tärkeitä seurata ja noudattaa onnistuneen Lean-yrityksen saavuttamiseksi. (Womack 1990, 15–26.)



Kuva 3. Viisi Lean periaatetta ja niiden yhteys. (Muokattu, Lean Enterprise Institute 2009)

3.4.1 Arvo

Ensimmäisenä Lean-periaatteena on arvo (value). Tärkeää on määritellä arvo asiakkaan näkökulmasta, ei yrityksen. Usein tämä on kuitenkin toisin päin. Arvo on kuitenkin se, mitä asiakas lopulta yritykseltä haluaa ostaa. Arvon määrittäminen on siis tärkein askel Lean-prosessissa. Ilman sitä yritys myy väärää tuotetta oikealla tavalla ja tämä on Lean-ajattelun mukaan hukkaa. (Womack 1990, 16–18.)

3.4.2 Arvovirta

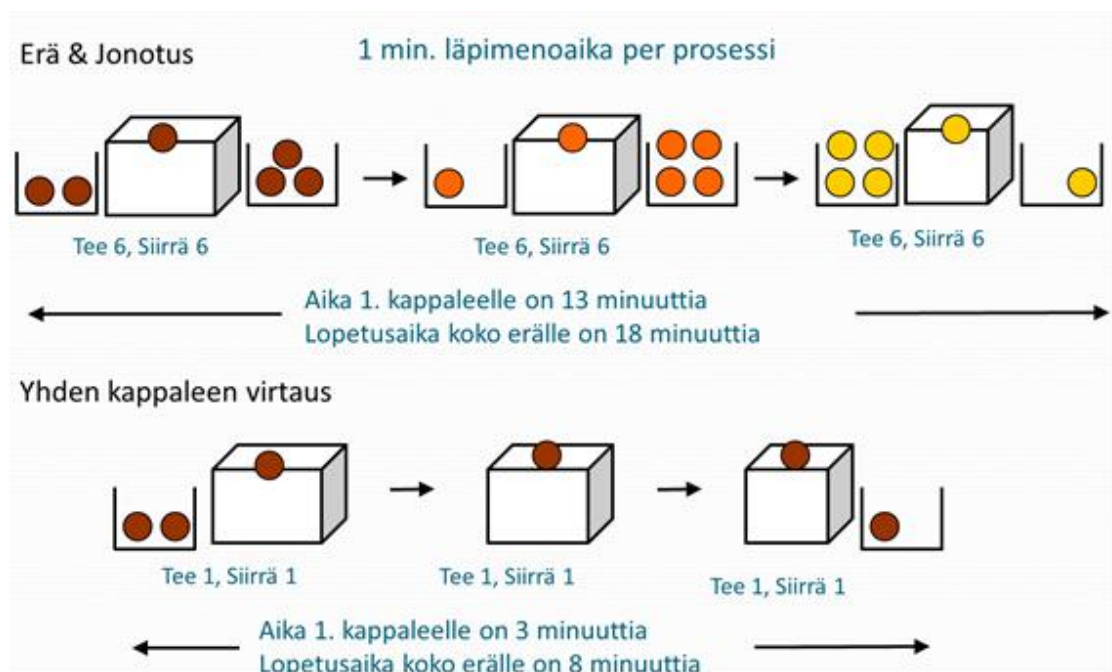
Toisena periaatteena on arvovirta (value stream) ja sen määrittely. Arvovirran määrittelyllä tarkoitetaan prosessia ja kaikkia siihen liittyviä toimintoja, jotka liittyvät tietyn tuotteen suunnitteluun, valmistamiseen ja lopulta asiakkaalle luovuttamiseen. (Womack 1990, 19–21.)

Arvovirran selvitys on periaatteissa toisena koska sen tärkeys Lean-ajattelun kannalta on merkittävä. Tuotteen kulun raaka aineesta aina valmiiksi tuotteeksi selvittäminen auttaa huomaamaan ja paljastamaan prosessissa piilevät hukat. Tässä kohtaa hukon eliminointi, seitsemän pää hukon tunnistaminen ja erinäiset Lean-työkalut tulevat käyttöön. Kartoittamalla ja poistamalla kaikki turha jää prosessiin, toisin sanoen arvovirtaan, vain asiakkaalle arvoa tuottavat vaiheet. (Womack 1990, 19–21.)

3.4.3 Virtaus

Kun arvo on määritelty ja arvovirta kartoitettu ja turhat vaiheet karsittu pois, on seuraavana periaatteena vuorossa virtaus (flow). Tarkoituksena on saada jäljelle jääneet arvoa tuottavat prosessin vaiheet periaatteen mukaisesti virtaamaan niin sujuvasti kuin mahdollista. (Womack 1990, 21-24.)

Virtauksella tarkoitetaan yksiosaisen virtauksen ajatusta ja sen soveltamista yrityksen prosesseihin. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi tuotteen valmistamista ajatuksella että tuote liikkuu jatkuvasti eteenpäin, työvaiheesta toiseen, toisin kuin vanhanaikaisissa menetelmissä, jotka perustuvat eri vaiheita tekeviin osastoihin joissa valmistetaan erä kerrallaan ja vasta sitten siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Jatkuvan virtauksen ja erä valmistuksen eroja on kuvattu kuvassa 5. (Womack 1990, 21-24.)



Kuva 4. Jatkuvan virtauksen ja erä & jonotus menetelmän ero. (Muokattu, Gol logistics 2013)

Virtauksen suurin ja näkyvin hyöty syntyy juuri nopeudesta. Hyvin toimiessaan virtaus järjestelmä vähentää tuotteiden valmistusprosessiin kuluvaan aikaan sekä lisää joustavuutta tuotantoon. Jatkuvan virtaus menetelmän avulla tuotanto pystyy reagoimaan nopeammin asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin. Menetelmä poistaa myös hukkaa esimerkiksi turhien välivarastojen muodossa. (Womack 1990, 21–24.)

3.4.4 Imu

Neljäs Lean-periaate on imu (pull) ja se liittyy vahvasti edelliseen virtaus periaatteeseen. Tuotannon toimiessa joustavasti yrityksellä on mahdollisuus vastata suoraan ja nopeasti asiakkaiden tarpeisiin ja asiakkaat saavat juuri mitä haluavat. Asiakkaiden tarpeet aiheuttavat imun joka taas luo virtauksen ja toisin päin. Sen sijaan että valmistettaisiin paljon jotain, tehdäänkin juuri oikea määrä vastaamaan ns. imua. Imun ei aina tarvitse tulla asiakkaalta vaan sen voi myös aiheuttaa valmistusprosessin seuraava vaihe. (Womack 1990, 24–25.)

3.4.5 Täydellisyys

Viimeinen ja viides Lean-periaate on täydellisyys. Tällä tarkoitetaan jatkuvaa prosessin seurausta ja parantamista. Uusien tuotteiden, menetelmien taikka asiakkaiden kautta yrityksen prosessit muuttuvat ja vaikuttavat myös Lean-periaatteiden ketjuun. Eri vaiheista saattaa aina löytyä parannettavaa tai uusia hukkia poistettavaksi. Tarkoituksena on luoda systeemi jossa asiakas saa juuri sitä mitä haluaa, juuri niin paljon kuin haluaa, juuri silloin kuin haluaa. (Womack 1990, 25–26.)

4 LEAN-TYÖKALUT

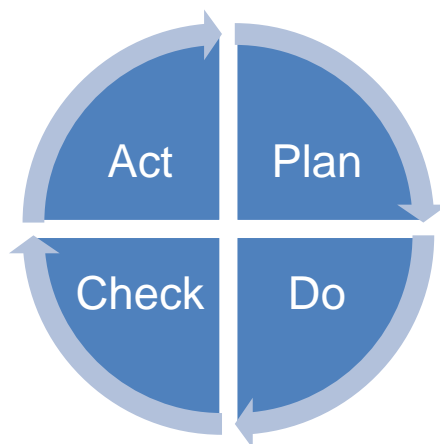
Hukka ja sen poistaminen on Lean-ajattelun yksi kulmakivistä ja sen kautta tuotantoa saadaan tehostetuksi. Hukan poistamiseen löytyy myös liuta erilaisia Lean-työkaluja, joista tärkeimmät ja tunnetuimmat on esitelty tarkemmin seuraavaksi.

4.1.1 Kaizen

Kaizen on japanilainen sana ja tarkoittaa jatkuvaa parantamista. Jatkuva parantaminen on osa Toyotan tavan neljän periaateluokan mallia (kuva 1) ja keskeinen osa Lean toiminnassa. Kaizen lähtee työntekijöistä ja heidän osallistumisestaan kehittämiseen. (Ortiz 2009, 7-25.)

Jatkuvaa kehittämistä toteutetaan ns. Kaizen tapahtumien avulla. Näissä tapahtumissa yrityksestä kasataan tiimi, joka keskittyy yrityksessä jonkin osa-alueen kehitykseen. (Ortiz 2009, 7-25.)

Jatkuva parantaminen ei kuitenkaan jää vain Kaizen tapahtumiin vaan nimensä mukaan se on jatkuvaa ja läsnä yrityksen jokapäiväisessä työssä. Jatkuvaa parantamista toteutetaan PDCA syklin mukaan (kuva 4) eli plan, do, check ja act. (Kouri 2009, 14-15.)



Kuva 5. PDCA-sykli (Muokattu, Kouri 2009)

4.1.2 5S

Yksi Lean-ajattelun lähtökohdista on että tuottava sekä laadukas työ onnistuu ainoastaan siistissä työympäristössä. Tuottavuus lisääntyy kun työntekijöiden ei tarvitse etsiä esim. työvälineitään. 5S on tähän malliin tarkoitettu työkalu jonka tarkoitus on vastata siisteyden ja järjestyksen ylläpidosta. 5S parantaa työpaikan turvallisuutta ja sen ylläpitämä järjestys helpottaa kaikin puolin työntekoa. 5S mallin viisi s kirjainta tulevat seuraavista japanilaisista sanoista:

- Lajittele (Seiri)
- Järjestä (Seiton)
- Puhdista ja huolla (Seiso)
- Vakiinnuta (Seiketsu)
- Ylläpidä (Shitsuke) (Kouri 2009, 26-27.)

Ensimmäinen askel 5S systeemissä on lajittelu (seiri). Tämä tarkoittaa työpisteen siivousta ja järjestelyä. Materiaalit, työkalut ja laitteet käydään läpi ja jäljelle jätetään vain työprosessissa tarvittavat. Tavoitteena on yksinkertaisesti siivota työpiste ja vapauttaa tilaa. (Steve Stephenson 2013.)

Toinen s on järjestä (seiton). Lyhyesti sanottuna kaikille paikkansa ja kaikki paikalleen. Tämä voidaan hoitaa esimerkiksi rajaamalla tietyt alueet, järjestämällä selkeät telineet esim. työkaluille taikka työpisteessä olevien tavaroiden merkitseminen nimilapulla/kylteillä. (Steve Stephenson 2013.)

Kolmantena on puhdista ja huolla (seiso). Tämä tarkoittaa yksinkertaisesti säännöllistä siivoamista ja työpisteen huoltoa. Siivoamisen yhteydessä on myös helppo huomata mahdollisia ongelmakohtia työpisteessä. (Steve Stephenson 2013.)

Vakiinnuta (seiketsu) tarkoittaa ensimmäisten vaiheiden vakiinnuttamista ja varmistamista että ne toteutuvat tehokkaasti. Tärkeää on että koko työyhteisö

on tässä mukana ja yksi tapa hoitaa neljäs s on standardisoida uudet 5S:n mukaiset tavat. (Steve Stephenson 2013.)

Viimeisenä vaiheena on ylläpidä (Shitsuke), eli pidä käytteenotettua 5S järjestelmää yllä ja valvotaan että se toimii. (Steve Stephenson 2013.)

4.1.3 JIT

Just In Time (JIT) eli juuri oikeaan aikaan on menetelmä, jolla voidaan pienentää varastoja ja tätä kautta myös hukkaa. JIT:n tarkoituksena on toimittaa mitä tarvitaan juuri kun sitä tarvitaan ja myös juuri oikea määrä. (Mindtools 2013.)

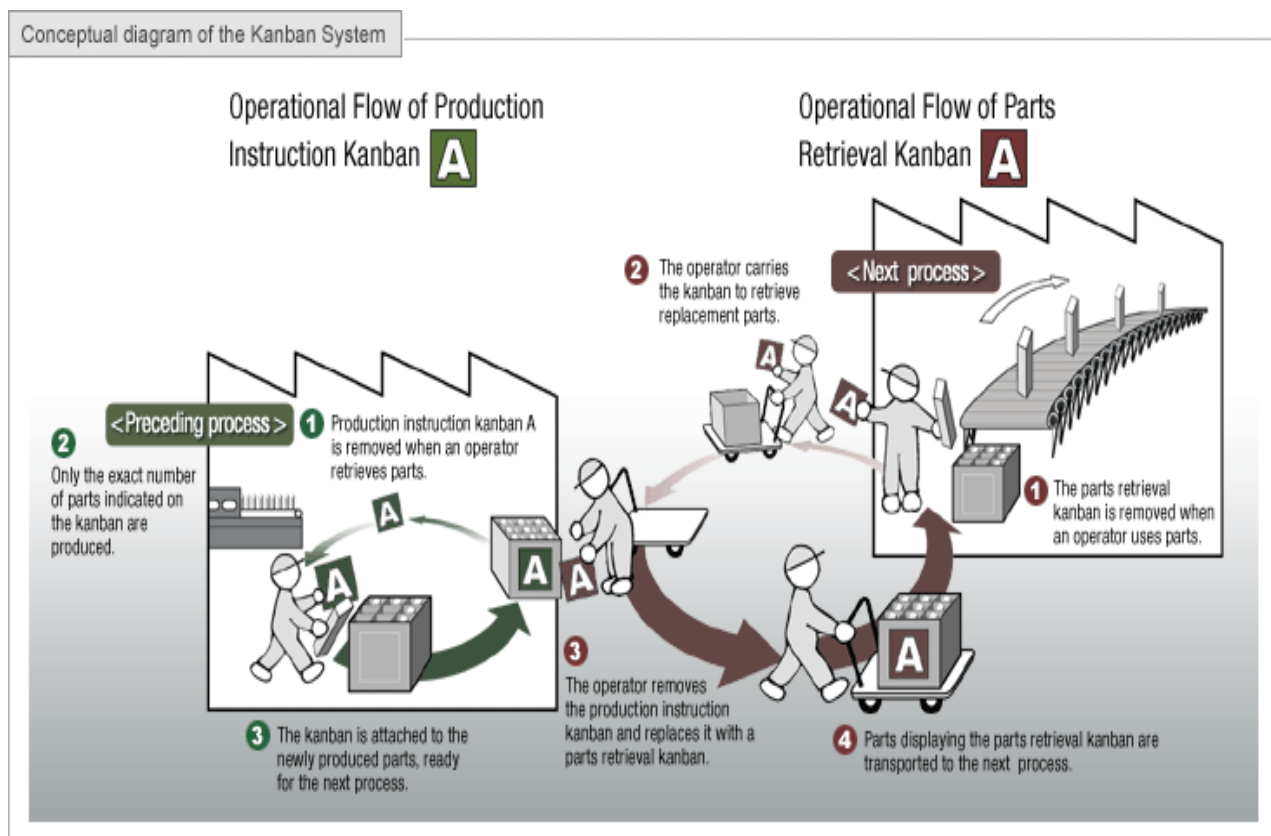
Suurien varastojen pitäminen on kallista kun rahaa on sidottuna varastossa maakaavaan tavaraan. Lean-ajattelun mukaan tarpeeton varasto on yksi seitsemästä hukasta ja siitä on päästävä eroon. Toimittamalla tavarat juuri oikeaan aikaan poistaa turhan varastoinnin ja vähentää kustannuksia huomattavasti. JIT filosofia lisää myös asiakaskeskeisyyttä ja joustavuutta, sillä tuotanto pystyy helpommin vastaamaan asiakkaiden vaihtuviin vaatimuksiin. Toisaalta puskurivaraston puuttuminen poistaa ns. turvallisuutta tuotannosta ja tuotantoprosessin toteutus ja valvonta täytyykin olla JIT menetelmää käytettäessä erityisen tarkkaa. (Mindtools 2013.)

4.1.4 Kanban

Kanban eli imuohjaus on yksi Lean tuotannon tunnetuimmista työkaluista. Kanban liittyy läheisesti edellä mainittuun JIT filosofiaan ja on yksi mahdollisuus toteuttaa sitä. (Toyota 2013.)

Kanbania on myös kutsuttu ns. supermarketti metodiksi sillä sen idea on lainattu supermarketista. Karkeasti ajateltuna kanban toimii niin että otetaan hyllystä tuote jolloin hyllyyn syntyneelle tyhjälle tilalle tuodaan uusi tuote. Kaikki perustuu siis kulutukseen. (Toyota 2013.)

Keskeistä kanbanissa ovat kanban kortit. Kanban kortit ovat viestintävälineitä joilla kerrotaan että asiakkaat ovat kuluttaneet hyödykkeitä ja että lisää voi nyt valmistaa. Korttien määrällä voidaan vaikuttaa eräkokoihin ja varastoihin. Kuvassa 3 näkyy kanban toiminta yksinkertaistetusti. (Kouri 2009, 22–23.)



Kuva 6. Kanban järjestelmä (Toyota 2013)

5 LEAN-AJATTELUN SOVELTAMINEN

KOKOONPANOSOLUUN

Seuraavissa kappaleissa käsitellään levynlukijan kokoonpanosolua ja sen kehittämismahdollisuuksia edellä käytyjen Lean-periaatteiden ja -työkalujen avulla. Opinnäytetyön varsinaisena tarkoituksena ei ollut etsiä solusta ongelmakohtia, mutta seuraavassa on esitetty joitakin kokoonpano ohjetta tehdessä esiin nousseita kohtia, tai Lean-ajattelun mukaan hukkia, jotka voidaan tehdä Lean-ajattelua soveltaen toisin ja paremmin.

5.1 Kokoonpanosolu ja Lean-ajattelu

Ennen eri ongelma kohtiin siirtymistä on syytä pohtia miten hyvin Lean-ajattelu yleisesti ottaen soveltuu levynlukijan kokoonpanosoluun. Kuten alussa jo esitettiin, Lean ei ole työkalu vain yhden yrityksen osan parantamiseen vaan se ulottuu koko organisaation läpi ja on melko laaja käsite. Työn rajaamiseksi tässä opinnäytetyössä on kuitenkin keskitytty vain kokoonpanosoluun ja siihen mitä Lean-ajattelu voi sitä kehittää.

Kuten aiemmin käydyissä Lean-periaatteissa käy ilmi, Lean-ajattelun pohjalla on tuotteelle määritetty arvo asiakkaan näkökulmasta, sekä arvovirran selvittäminen. Näiden jälkeen on luotava ns. virtaava tuotanto, josta asiakas vetää itselleen tarpeelliset tuotteet. Viimeisen periaatteen, eli jatkuvan parantamisen kautta, prosessi alkaa käytännössä alusta.

Kokoonpanosolun näkökulmasta tarkasteltuna arvon käsite on melko selkeä. Tarkoitus on valmistaa asiakkaan vaatimia levynlukijoita. Arvon tarkempi määrittely jää kokoonpanosolun ulkopuolelle. Myös arvovirran selvitys, eli kokoonpanosolun kohdalla hukkien kartoitus, on sovellettavissa. Hukan poistaminen on ehkä tärkein osa Lean-ajatusmaailmaa ja kokoonpano solua tarkasteltaessa myös selkeimmin sovellettavissa. Näkyvin kehitys syntyy juuri hukkien tunnis-

tamisesta, sekä poistamisesta. Kokoonpanosolussa esiin nousseita hukkia on käyty läpi kappaleessa 5.2.

Myös periaatteet virtaus ja imu ovat kokoonpanosoluun sovellettavissa. Pyrkimyksenä on luoda mahdollisimman sujuvasti ja tehokkaasti toimiva kokoonpanosolu, joka valmistaa asiakkaiden muuttuviinkin tarpeisiin laadukkaita levynlukioita.

Virtaus periaatteen taustalla oleva jatkuva virtaus ei periaatteessa sovi Labroxin kokoonpanosoluun. Jos levynlukijoita verrataan esimerkiksi Toyotaan ja sen autoihin ovat kokoonpanot melko erilaiset. Esim. volyymit ovat aivan eri luokkaa ja tuotannon layoutit poikkeavat täysin toisistaan. Levynlukijoita valmistettaessa nykyinen osakokoonpanoihin perustuva menetelmä on toimivampi. Virtaus periaatteen mukainen tehokas ja sujuva tuotanto on kuitenkin sellainen johon myös levynlukijan tyylinen kokoonpanosolu ja tuotanto voi yleisesti tähdätä.

5.2 Kokoonpanosolu ja ongelmakohdat

Levynlukijoiden kokoonpanosolu ja levynlukijan kokoonpano sisältävät Lean-ajattelun esiin nostamia hukkia. Taulukossa yksi on esitetty Toyotan tunnistamat pää hukkatyypit sekä niiden ilmeneminen kokoonpanosolussa.

Kaikkia hukkatyyppejä ei kuitenkaan ole tunnistettavissa kokoonpanosolusta. Esimerkiksi Toyotan pahimpana pitämää ylituotantoa ei Labroxilla juuri esiinny koska levynlukijoita valmistetaan sopimusten mukaan, jolloin turhia varastoja ei käytännössä pääse syntymään.

Kokoonpanosolun pienen koon ja layoutin, joka esiteltiin aiemmin kuvassa 1, ansiosta myöskään tarpeetonta kuljettamista taikka liikkumista ei juuri pääse syntymään, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta.

Taulukko 1. Hukkatyypit ja niiden ilmeneminen kokoonpanosolussa.

Hukka	Ilmeneminen kokoonpanosolussa
1. Ylituotanto	-
2. Odottaminen	Joidenkin osien toimitusten odottelu ja muista työvaiheista johtuva odottelu
3. Tarpeettomat varastot	Kalliiden osien säilyttäminen varastossa koko kokoonpanon ajan.
4. Tarpeeton kuljettaminen	-
5. Yli/virheellinen käsittely	Tarpeettomat työvaiheet.
6. Tarpeeton liikkuminen	Osien/työkalujen etsiminen.
7. Viat	Työntekijöiden inhimilliset virheet ja vialliset osat.

Hukkaa kokoonpanosolussa syntyy siis lähinnä vikojen, virheellisen käsittelyn, odottamisen ja tarpeettomien varastojen vuoksi. Koska Labrox on kohtalaisen uusi yritys ja levynlukijoiden kokoonpano alkuvaiheessa, selittyy osa aiheutuneista hukista myös tällä. Hukkaa aiheuttavia tekijöitä on käyty läpi hieman tarkemmin seuraavassa.

Odottamista kokoonpanosolussa syntyy kun jonkin kokoonpanon etenemisen kannalta ratkaisevan osan toimitus viivästyy. Tämä johtuu lähinnä toimittajista ja kuljetuksista, taikka liian myöhään tehdyistä tilauksista. Odottamista syntyy myös jos kokoonpanossa tarvittava komponentti on kiinni jossakin toisessa työvaiheessa.

Vaikka kokoonpanosolun layout johtaa tehokkaaseen, turhaa liikkumista ja liikkuttelua johtavaan työskentelyyn, löytyy kokoonpanosolusta myös turhaksi liikkeeksi laskettavaa työtä. Tällaista on esimerkiksi tietyn työkalun etsiminen taikka halutun osan löytäminen varastohyllystä. Kun tavarat eivät ole varastossa niille määrättyllä paikoilla eivätkä työkalut järjestyksessä tuhlaantuu niiden etsimiseen ja järjestelyyn yllättävän paljon tehokasta työaikaa. Työkalujen tai komponenttien etsiminen on myös tavallaan odottelua.

Vikoja kokoonpanosolussa saattaa syntyä lähinnä työntekijän virheestä. Tällaisia voivat olla esimerkiksi väärän komponentin käyttö, virheellinen kokoonpano tai jonkin komponentin rikkominen. Virheet heikentävät laatua ja niiden korjaamiseen kuluva aika on aina pois arvoa tuottavasta työstä, eli pelkkää hukkaa. Myös tuotevirheet taikka valmiiksi vialliset komponentit johtavat odottamiseen ja vähentävät työn tehokkuutta.

Hukkaa syntyy myös turhista työvaiheista, jotka eivät ole asiakkaalle arvoa tuottavia. Uuden tuotteen elinkaaren alussa tuotekehitysvaiheen ongelmat heijastuvat suoraan alkavaan tuotantoon. Hukkaa syntyy osien muutostarpeiden kautta. Osa komponenteista on suunniteltu virheellisesti tai niihin kohdistuu muita muutostarpeita. Mutta kuten jo sanottu, suurin osa juuri näistä ongelmista johtuu aluillaan olevasta tuotannosta ja sen vakiinnuttua nämä ongelmat poistuvat. Luonnollisesti niihin pitää kuitenkin kiinnittää huomiota, eikä odottaa vain korjaantuvan itsestään. Keskeiseen rooliin tuotannon vakiintumisen jälkeen nousevat tuotannon suunnittelu ja toiminnanohjausjärjestelmä. ERP järjestelmän käyttöönotto on Labroxilla parhaillaan meneillään ensimmäisen varsinaisen tuotantosarjan ohessa.

Kokoonpanosolusta löytyi myös tarpeetonta varastoa. Kokoonpano tapahtuu solussa osakokoonpano kerrallaan. Yhtä osakokoonpanoa tehtäessä kaikkien muiden osakokoonpanojen osat makaavat varastossa. Halpojen ja pienten osien merkitys ei tässä ole niin suuri, mutta osakokonaisuuskohtaiset kalliimmat komponentit aiheuttavat tarpeettomana varastona hukkaa.

5.3 Ratkaisuehdotukset

Seuraavassa on muutamia Lean-ajatteluun pohjaavia ratkaisuehdotuksia edellisessä kappaleessa läpikäytyihin ongelmakohtiin.

Yhtenä hukkana kokoonpanosolussa oli tarpeeton liike, jota syntyy esimerkiksi työkalujen/osien etsimisestä. Ratkaisuna tämän hukan poistoon on 5S järjestelmän hyödyntäminen. 5S järjestelmän mukainen, siisti ja selkeä työpiste, työkalujen sekä osien merkityt paikat työpöydällä ja varastossa auttavat luomaan työpisteen, jossa kaikki on järjestyksessä ja aikaa ei kulu turhaan etsimiseen vaan arvoa tuottavaan työhön.

Vikoja kokoonpanosolussa saattaa syntyä esimerkiksi työntekijän virheestä. Lean-ajattelun mukaiset menetelmät ja työkalut auttavat myös ehkäisemään tätä hukkaa. Myös selkeät ja hyvät kokoonpano-ohjeet auttavat osaltaan ehkäisemään työntekijän virheitä ja takaamaan laadukkaan työn. Kokoonpano-ohjeita on käyty tarkemmin läpi kappaleessa kuusi.

Tarpeettomat varastot ovat myös yksi kokoonpanosolussa esiintyneistä hukista. Kuten sanottu tarpeetonta varastoa syntyy osakokoonpanojen osien varastossa makaamisesta. Lean-ajattelun mukaan tähän on ratkaisuna JIT menetelmä. Sen mukaan levynlukijan kalliimpien osien toimitus pitäisi hoitaa siten että osat saapuisivat juuri kun niitä kokoonpanossa tarvitaan. Tämä vähentäisi huomattavasti turhaa varastoa ja vapauttaisi tilaa. Menetelmä kuitenkin vaatii tehokkaan tuotannon suunnittelun ja tavaroiden toimituksen, muuten se johtaa vain odotteluun ja luo lisää hukkaa.

Kokoonpanosolusta löytyi myös odottelua ja ns. turhia työvaiheita. Nämä virheet selittyvät myös alussa olevalla tuotannolla ja esimerkiksi suunnittelussa tapahtuvista muutoksista, jotka johtavat ylimääräiseen työhön. Lean-ajattelun mukainen systemaattinen ja virtaava työtapa auttavat kuitenkin poistamaan näitä hukkia.

Kun kaikki hukat on saatu poistettua kokoonpanosolusta, on tärkeää että toiminnan parantaminen ja menetelmien hyödyntäminen jatkuu. Lean-ajattelun perään kuuluttaman jatkuvan parantamisen kautta. Esimerkiksi Kaizenin tyyllisillä työkaluilla Leanin tuoma kehitys ja hyöty säilyvät ja sitä syntyy todennäköisesti myös lisää.

Tiivistettynä Lean-ajattelu ja Lean-työkalut soveltuvat kokoonpanosoluun ja sen kehittämiseen melko hyvin. Kaikki Lean-mallit ja -ajatukset eivät siihen sovi mutta esimerkiksi hukan kartoittaminen ja sen poistaminen eri Lean-työkalujen avulla ovat hyvin hyödynnettävissä. Lean-ajattelun ottaminen mukaan kokoonpanosoluun ja tuotantoon, auttaa varmasti kehittämään sitä ja nostaa esille asioita sekä toimintatapoja, joita voi parantaa.

6 OHJEISTUS

Opinnäytetyön toisena osana oli luoda kirjallinen kokoonpanoohje solussa valmistettavalle levynlukijalle. Kokoonpano-ohjeet luotiin kasaamalla viisi laitetta, jonka aikana eri työvaiheet dokumentoitiin ja kuvattiin. Ohjeiden tavoitteena on mahdollistaa levynlukijan kokoonpano ilman ohjausta ja valvontaa sekä aiempaa tuntemusta laitteesta. Seuraavassa on käyty läpi kokoonpano-ohjeiden merkitystä sekä millaiset ovat hyvät kokoonpano-ohjeet. Lopuksi on esitelty valmistetut kokoonpano-ohjeet pääpiirteittäin ja itse ohjeet 1-8 löytyvät tämän opinnäytetyön liitteistä.

6.1 Kokoonpano-ohjeiden merkitys

Kokoonpano-ohjeiden merkitys yritykselle ja tuotannolle on suuri. Usein yrityksissä on työntekijän tiedonvaraisia työvaiheita. Kirjallisilla ohjeilla pyritään poistamaan näitä ja luomaan dokumentoitu kokonaisuus, joka on kaikkien saatavilla ja apuna, niin uusien kuin vanhojenkin työntekijöiden. Ohjeen tarkoituksena on opastaa työntekijää omassa tehtävässään. Huonot ohjeet saattavat johtaa väärin tehtyyn tuotteeseen tai materiaalihävikkiin. Selkeät kokoonpano-ohjeet varmistavat suoraviivaisen ja tehokkaan työprosessin. Hyvät ohjeet varmistavat myös sen, että tuotteista tulee laadukkaita, kun ne valmistetaan samaa hyväksi todettua ohjetta noudattaen. (Danuta Highet. 2006)

6.2 Hyvä kokoonpano-ohje

Tärkeimpinä hyvän ohjeen merkkeinä ovat selkeys ja järjestelmällisyys. Ilman näitä ohjeen noudattamisesta tulee vaikeaa ja tämä johtaa huonoon tuotteeseen. Hyvän ohjeen tulee siis olla helppolukuinen. Ei liian monimutkainen muttei myöskään liian yksinkertainen. Hyvä kokoonpano-ohje ei myöskään sisällä mitään turhaa, koska tämä tekee ohjeen lukemisesta turhauttavaa. Hyvä ohje on siis selkeä, täsmällinen, hyvin jäsenelty ja helppolukuinen. Tällaisia ohjeita on

helppo seurata ja ymmärtää, mikä taas takaa hyvän ja tehokkaan työtuloksen. Hyvä kokoonpano-ohje on myös ajan tasalla ja käyttäjien saatavilla. Vanhaa tietoa tai työn ja tuskan takana oleva ohje ei palvele ketään. (Danuta Highet. 2006)

Leania ajatellen kokoonpano-ohjeiden merkitys on myös suuri. Hyvä kokoonpano-ohje auttaa työntekijää tekemään laadukasta ja asiakkaalle arvoa tuottavaa työtä. Selkeät ohjeet auttavat ehkäisemään hukan syntymistä. Hyvät ohjeet estävät työntekijän virheiden syntymistä, poistavat tarpeetonta liikettä sekä odotte-
lua.

6.3 Kokoonpano-ohjeet

Valmistetut kokoonpano-ohjeet löytyvät tämän opinnäytetyön liitteistä. Koska kokoonpano-ohjeet sisältävät tarkkoja tietoja levynlukijaan liittyen, ne on salattu. Kokoonpano-ohjeet valmistettiin kokoonpanoa noudattaen eli osakokoonpanoihin jakamalla. Yksi levynlukija koostuu seitsemästä osakokoonpanosta, jotka lopuksi yhdistetään pääkokoonpanossa. Jokaista osakokoonpanoa kohden tehtiin oma ohje ja loppukokoonpanoa varten kaiken yhteen kasaava ohje. Kokoonpano-ohjeet pyrittiin tekemään edellä mainittuja hyvän ohjeen kriteerejä ja normeja tavoitellen.

Kokoonpano-ohjeet sisältävät kirjallisen selityksen työvaiheista sekä useimmissa vaiheissa myös kuvat. Eri työvaiheet on eritelty ohjeissa numeroin. Kussakin ohjeessa on aluksi eritelty käytettävät erikoistyökalut kuten momenttiavaimet tai erikoisliimat. Ohjeissa on eritelty myös alustavat toimenpiteet, jotka voidaan ja on suositeltavaa suorittaa ennen varsinaista kokoonpanoa. Jokaisen ohjeen lopussa on myös räjäytyskuva kyseisestä moduulista. Räjätyskuvan osien numerointi täsmää ohjeen tekstiosioissa olevaan numerointiin sekä varastossa olevien osien numerointiin. Tätä kautta ohjeen käyttäjä pystyy varmistumaan käyttävänsä oikeita osia.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli käydä läpi Lean-ajattelua ja miten sen avulla pystyttäisiin kehittämään kokoonpanosolua, jossa valmistetaan levyn lukijoita. Lean-ajattelun hyödynnettävyys kokoonpanosolua ajatellen on melko suuri. Vaikka Lean on koko yrityksen tai organisaation kattava toimintamalli, on siitä hyödynnettävissä ajatuksia ja menetelmiä yksittäisiä yrityksen osia kuten kokoonpanosolua ajatellen.

Tärkeimpänä Lean-ajatuksena on hukka. Hukalla tarkoitettiin asiakkaalle arvoa tuottamattomia prosesseja. Eri hukkien kartoittamisen ja poistamisen kautta on saavutettavissa suuriakin hyötyjä ja parannuksia myös kokoonpanosolun kohdalla. Opinnäytetyössä käytiin läpi kokoonpanon aikana esiin nousseita ongelmakohtia eli hukkia kokoonpanossa, sekä esitettiin näihin parannusehdotuksia Lean-ajattelun kautta. Kokoonpanosolun kehittämisen kannalta eniten hyödynnettävissä ovat hukkan eliminoitiin tarkoitetut Lean-työkalut. JIT, 5S ja Kaizen mallien avulla kokoonpanosolua ja levynlukijoiden tuotantoa pystytään parantamaan ja tehostamaan.

Lean-ajattelun perus periaatteiden; arvo, arvovirta, virtaus, imu ja jatkuva parantaminen sisäistäminen ja tuotannon järjestäminen niihin pohjaten nostaa tehokkuutta ja auttaa kehittämään toimintaa. Lean-periaatteet ovat hyödynnettävissä myös kokoonpanosolun kohdalla ja sen kehityksessä.

Toisena opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimivat ja selkeät kokoonpano-ohjeet kokoonpanosolussa valmistettavalle levynlukijalle. Toimivat ohjeet ovat parhaimmillaan järjestelmälliset, selkeät ja helppolukuiset. Hyvät ohjeet nostavat työn laatua ja estävät myös virheiden syntyä. Opinnäytetyön liitteenä olevat kokoonpano-ohjeet luotiin kokoonpanon yhteydessä ja edellä mainittuja ns. hyvän ohjeen kriteerejä tavoitellen.

LÄHTEET

Danuta Highet. 2006. Verkkodokumentti. Viitattu 14.4.2013
www.grizmo.com/management_news_200607.html

Danuta Highet. 2006. Verkkodokumentti. Viitattu 14.4.2013
www.grizmo.com/management_news_200810.html

Gol Logistics. 2013. Lean. Viitattu 14.4.2013 www.gollogistics.fi/lean/

Just In Time. 2013. Verkkodokumentti. Mindtools.com. Viitattu 24.2.2013
www.mindtools.com/pages/article/newSTR_78.htm

Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. 6. Helsinki: Teknologiateollisuus ry
Labrox Oy. 2013 Historiikki.

Liker, J. 2010. Toyotan tapaan. Niemi Marko. Helsinki: Readme.fi.

Lean Enterprise Institute. 2009. Principles of lean. Viitattu 15.4.2013
www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm

Ortiz, C. 2009. Kaizen Assembly. Boca Raton: CRC Pres and Tylor and Francis Group.

Steve Stephenson. 2013. Verkkodokumentti. Viitattu 15.4.2013
www.graphicproducts.com/tutorials/five-s/

Toyota, 2013 Viitattu 24.2.2013.
www.toyotaglobal.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html

Womack, J; Jones, D. & Roos, D. 1990. The Machine that Changed the World. New York:
Macmillan Publishing Company.

Womack, J; Jones, D. 2003 Lean Thinking. London: Simon & Schuster UK Ltd.

