

Juuso Teini

**LEAN-menetelmien hyödyntäminen
ruiskuvalutuotannossa**

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Juuso Teini

Työn nimi: LEAN-menetelmien hyödyntäminen ruiskuvalutuotannossa

Ohjaaja: Heikki Heiskanen

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 48

Liitteiden lukumäärä: 1

Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa lukijalle käsitys LEAN-johtamiseen liittyvistä työkaluista teorian tasolla. Teoriaosuudessa kerrotaan sen määritelmä, historiaa sekä käydään läpi johtamisfilosofian käsitteitä ja työkaluja, joita käytetään laajalti teollisuudessa.

Tästä opinnäytetyöstä käy ilmi, että LEAN on ehkä enemmän tapa ajatella kuin toimia. Filosofiaan kuuluu poistaa tuotannosta kaikki turha ja arvoa tuottamaton materiaali, samoin tuottamattomat toimintamenetelmät. Nämä niin kutsutut seitsemän hukkaa ja niiden poistaminen tuotannosta on LEAN-ajattelun peruseriaate.

Tärkeitä LEAN-työkaluja ovat myös jatkuva parantaminen, päivittäinen johtaminen, ergonomisuus ja tiimityö. Työ tehtiin Junkkari Muovi Oy:n ruiskuvaluosastolle Kauhavan Ylihärmään ja syitä tämän työn tekemiseen olivat muun muassa laatutekijät, tuottavuuden parantaminen sekä pyrkimys kaiken turhan poistamiseen tuotannosta. Työn tavoitteena on löytää työkaluja, joilla virtaus paranee, asetukset lyhenevät sekä visuaalinen johtaminen lisääntyy.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin ja opinnäytetyön perusteella saatujen suositusten avulla Junkkari Muovi Oy:n ruiskuvaluosasto pystyy toimimaan tulevaisuudessa tehokkaammin, varmemmin ja siistimmin. LEAN-ajattelutapaan siirtyminen helpottaa yrityksen sisäistä kommunikointia sekä antaa yritykselle työkaluja laadun, työmotivaation ja joustavuuden parantamiseen.

Avainsanat: laatu, tehokkuus, tuhlaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Juuso Teini

Title of thesis: Exploiting the LEAN methods in the injection molding

Supervisor: Heikki Heiskanen

Year: 2014

Number of pages: 48

Number of appendices: 1

The purpose of the thesis is to provide the reader with an understanding of the tools related to the LEAN management at the level of the theory. The theory section of the philosophy discusses the definition, history and goes through the manufacturing concepts and tools that are widely used in industry.

This thesis shows that LEAN is perhaps more a way of thinking than the action. The main idea of the philosophy is to eliminate all the useless and unproductive values of the material, as well as unproductive methods of operation of the production. The removal of these so called seven wastes from the production is the basic principle.

The continuous improvement, daily management, ergonomics and teamwork are also important LEAN tools. The work were done for the Junkkari Muovi Oy injection molding department in Kauhava, Ylihärmä and the reasons for this job are quality factors, improving productivity and attempt to remove everything useless off from the production. Aims of the work are to find tools which improve the flow, shorten the setting time as well as increase the visual management.

The work objectives were achieved and based on the results of the thesis the Junkkari Muovi Oy injection molding department will be able to operate more efficiently, more securely and neatly in the future. The transition to the LEAN thinking facilitates company's internal communication and offers tools as quality, motivation and flexibility to the company.

Keywords: quality, efficiency, waste

SISÄLLYS

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta ja tutkimusongelma.....	8
1.2 Työn tavoitteet.....	8
1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi ja raportin rakenne	9
1.4 Työn rajaukset.....	9
1.5 MSK Group- konserni ja historia	9
1.5.1 Junkkari Muovi Oy	10
1.5.2 Konekanta.....	11
1.5.3 Muottihuolto	12
1.5.4 Reaktiovalu	12
1.5.5 Laatu ja ympäristö.....	13
2 TEORIA	14
2.1 Ruiskuvalutekniikka.....	14
2.1.1 Ruiskuvalu	14
2.1.2 Ruiskuvalukappaleiden valmistuksen optimointi	16
2.2 LEAN-teoriaa.....	17
2.2.1 Määritelmä	18
2.2.2 Arvovirtakuvaus ja virtautus	22
2.2.3 Benchmarking	23
2.2.4 Kaizen	24
2.2.5 5S	24
2.2.6 Perinteinen prosessin parantaminen vs. LEAN-parantaminen.....	25
2.2.7 Tuotannosuunnittelu	26
2.2.8 Asetusajat	26
2.2.9 Hukka.....	27

3	TUTKIMUSMENETELMÄT JA RUISKUVALUOSASTON NYKYTILA	
3.1	Työntekijöiden haastattelut ja havainnointi ruiskuvaluosastolla	29
3.2	Sopivien LEAN-menetelmien löytäminen ruiskuvalutuotantoon	29
3.3	Benchmarking	30
3.4	Ruiskuvaluosaston tuotannosuunnitteluprosessit.....	30
3.5	Visuaalinen johtaminen	30
3.6	Hukka ruiskuvalutuotannossa	31
3.7	5S ruiskuvaluosastolla	31
4	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	34
4.1	Työntekijöiden haastattelut	34
4.2	Visuaalinen johtaminen	34
4.3	Hukka.....	35
4.4	Aloitetoiminta ja sen kehittäminen.....	35
4.5	Virtautus.....	36
4.6	Kunnossapito	37
4.7	Asetusprosessit.....	38
4.8	Prosessien vakiinnuttaminen	39
4.9	Tuotannosuunnitteluprosessien tehostaminen	39
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	40
6	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	43
	LIITTEET	45

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1. Ruiskuvalutuotteita, ABB.....	10
Kuvio 2. Ruiskuvalutuotteita, Vacon.....	11
Kuvio 3. Ruiskuvalukoneen robotti.....	12
Kuvio 4. Reaktiovalutuote maalauksessa	13
Kuvio 5. Ruiskuvalukone.....	15
Kuvio 6. Granulaatti	17
Kuvio 7. Toyota Production System suomennettuna	18
Kuvio 8. Täytetty A3-raportti.....	21
Kuvio 9. Arvovirtakuvaus	22
Kuvio 10. 5S-ympyrä.....	25
Kuvio 11. Ennen ja jälkeen -kuvat työpisteeltä.....	31
Kuvio 12. Kulkuviivat ja muut merkinnät.	32
Kuvio 13. Lattiamerkinnät ja kulkuviivat.	32
Kuvio 14. Mallisolun rajaus.	33
Kuvio 15. Asetusaikojen lyhentäminen	38
Taulukko 1. A3-raportti.....	20
Taulukko 2. Tyhjä A3-raporttipohja.	21
Taulukko 3. Ongelmanratkaisutaulukko.	36

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

5S	Työkalu järjestyksen ja siisteyden ylläpitoon. Viisi S:ää ovat lajittelu (Seiri), järjestely (Seiton), siivous (Seiso), standardointi (Seiketsu) sekä seuranta (Shitsuke).
A3	A3-raporttia käytetään esimerkiksi ongelmanratkaisun työkaluna, jossa kerrotaan ytimekkäästi ongelma, nykytila, syyn määrittäminen sekä ratkaisuehdotukset.
Kaizen	Jatkuvan parantamisen menetelmä, jossa toimintaa parannetaan pienin askelin.
Muda	Hukka eli kaikki toiminta, mikä ei tuota tuotteelle lisäarvoa.
Mura	Epätasaisuus.
Muri	Ihmisten tai laitteiden ylikuormitus.
PDCA	PDCA on jatkuvan parantamisen kulmakivi, jonka neljä kirjainta tarkoittaa: P (Plan/suunnittele), D (Do/suorita), C (Check/arvioi) ja A (Act/toteuta).
TPS	Toyota Production System, joka on kehitetty Toyota Motor Companyssa kehittämään prosesseja. Tätä pidetään LEAN-filosofian edelläkävijänä.
Visual Management	Visuaalisella johtamisella tarkoitetaan sitä, että asiat ovat kaikkien nähtävissä samaan aikaan. Eri väreillä tehdyt merkinnät kertovat kuinka asiat sujuvat; vihreä (hyvin) tai punainen (huonosti).

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehdyttää lukija LEAN-johtamisfilosofiaan yleisellä tasolla, kuten mitä se sisältää ja mitä eri osa-alueita siihen liittyy. Työn tavoitteena on selvittää uusia menetelmiä, joita hyödynnetään ja sovelletaan Junkkari Muovi Oy:n ruiskuvaluosastolla Kauhavan Ylihärmässä. Junkkari Muovi Oy vaihtoi nimensä huhtikuussa 2014 kansainvälisille markkinoille paremmin sopivaksi MSK Plast Oy:ksi.

Opinnäytetyössä pyritään esittelemään johtamisfilosofian periaatteita, kuten 5S, hukan poistaminen, kaizen ja visuaalinen johtaminen. LEAN-työkalujen soveltaminen (5S) aloitettiin ruiskuvaluosastolla sekä kokoonpano-osastolla syksyllä 2013. 5S:n ja muiden työkalujen tarkoituksena on parantaa työn tuottavuutta, laatua sekä yleistä siisteyttä ja järjestystä työpisteillä.

1.1 Työn tausta ja tutkimusongelma

Toimeksiantajan tutkimusongelman lähtökohtana on se, että yrityksen prosessit eivät toimi kaikilta osin tehokkaasti, tuotannon laatu ei aina vastaa tavoitteita, tuotannon kehittäminen ei ole aina työntekijälähtöistä ja hukkaa tulisi kokonaisvaltaisesti pyrkiä vähentämään. Näistä lähtökohdista lähdettiin miettimään, mitä LEAN-menetelmiä voitaisiin hyödyntää ongelmien vähentämiseen.

1.2 Työn tavoitteet

Työn ensisijaisina tavoitteina ovat virtauksen parantaminen, asetusaikojen lyhentäminen ja visuaalisen johtamisen lisääminen.

Toissijaisina tavoitteina ovat 7 hukan määrittäminen ruiskuvalussa, aloitetoiminnan ja jatkuvan parantamisen kehittäminen sekä ennakoivan kunnossapidon kartoittaminen.

1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi ja raportin rakenne

Tutkimuksessa on tarkoitus edetä ensin selvittämällä nykytila eli selvittää tuotannosuunnitteluprosessia, tuotannon virtausta, tutkia ja kirjata asetusprosessia sekä analysoida kunnossapitoa ja nykyisiä ilmoitustauluja.

Tutkimusmenetelminä käytetään haastatteluja, yleistä havainnointia, kirjallisuutta sekä ylimääräisenä tiedonlähteenä kaksipäiväistä Ilkka Kourin vetämää LEAN-koulutusta.

Toisessa luvussa esitellään teoriaa liittyen ruiskuvalutekniikkaan ja LEAN-johtamisfilosofiaan. Kolmannessa luvussa käydään läpi aineistoa ja tutkimusmenetelmiä sekä ruiskuvaluosaston nykytilaa. Tulokset ja tulosten tarkastelussa kuvataan työn tuloksia ja tarkastellaan niitä tarkemmin. Työn lopussa käydään läpi saadut johtopäätökset sekä yhteenveto työstä ja työn kulusta.

1.4 Työn rajaukset

Työn alustavana rajauksena keskitytään ruiskuvalutuotantoon pois lukien varastot ja lähettämö.

Haastatteluja tehtiin tuotannosuunnittelijalle, esimiehelle, laadusta vastaavalle sekä kehityksestä vastaavalle. Työntekijöistä haastateltiin vuorovastaavia, asentajia ja käytönvalvoja.

Työtehtäviin kuuluu ongelmien kartoitus sekä ratkaisuehdotuksen viittaus teoriaan ja ihmisten palautteeseen.

1.5 MSK Group- konserni ja historia

MSK Group -konserni on suomalainen perheyhtiö, jonka ohjaimissa on jo kolmas sukupolvi. Yhtiön perustaja, Ville Isosaari, aloitti teollisen toiminnan vuonna 1950 ja tämä toiminta jatkuu vielä tänäkin päivänä.

Yrityksen ensimmäinen tuote oli puimakoneen lisäosa, olkilietso, joka on saanut seuraajikseen monenlaisen valikoiman maataloudessa käytettäviä koneita ja laitteistoa. Jo varhaisessa vaiheessa Ilosaari linjasi yritystoiminnan maatalouden viljapuolen koneisiin ja laitteistoon. Maaseudun Kone oli ensimmäisten mukana suunnittelemassa traktoreiden turvaohjaamaa, josta tuli myöhemmin yrityksen tuotannon kulmakivi. (MSK Group, [Viitattu 6.2.2014].)

Konsernin emoyhtiö on MSK Group Oy ja muut konserniyhtiöt ovat Maaseudun Kone Oy, Junkkari Oy, Juncar Oy, Junkkari Muovi Oy. Konsernin toimipisteet sijaitsevat Ylihärmässä (Maaseudun Kone Oy, Junkkari Oy ja Junkkari Muovi Oy) ja Lapualla (Juncar Oy). Nykyään Maaseudun Kone on yksityinen perheyhtiö, joka on kasvattanut toimintaansa monipuoliseksi ja joustavaksi yritysryhmäksi. (MSK Group, [Viitattu 22.2.2014].)

1.5.1 Junkkari Muovi Oy

Junkkari Muovi Oy:n osaamisalaa ovat ruisku- ja reaktiovaletut muoviosat aina yksittäisistä tuotteista osakokoonpanoihin. Modernit raaka-aineet, muoviteknologian laaja tuntemus sekä laaja yhteistyöverkosto varmistavat, että haastavimmatkin projektit voidaan viedä läpi suunnitellusti ja joustavasti. Kuviossa 1 on esitelty ABB-tuotteita. (Junkkari Muovi, [Viitattu 4.2.2014].)



Kuvio 1. Ruiskuvalutuotteita, ABB (Junkkari Muovi, [Viitattu 9.4.2014]).

Ruiskuvalutekniikalla valmistettavien tuotteiden kirjo on laaja ja se ulottuu vaativimpiin teknisiin muoveihin saakka. Ruiskuvaluosastolla valmistetaan sähkö-, energia-, ajoneuvo- ja teknologiateollisuuden muovituotteita, joiden kappalepainot vaihtelevat 0,1–3000 g välillä. Kuviossa 2 on esitelty Vacon-ruiskuvalutuotteita. Ruiskuvalukonekanta on automatisoitu tehokkaaksi ja sulkuvoimaltaan suurimmat koneet kykenevät 800 tonniin asti. (Junkkari Muovi, [Viitattu 16.2.2014].)



Kuvio 2. Ruiskuvalutuotteita, Vacon (Junkkari Muovi, [Viitattu 15.2.2014]).

1.5.2 Konekanta

Junkkari Muovi Oy:ltä löytyy ruiskuvalukoneita sulkuvoimaltaan 25 tonnista 800 tonniin saakka. Konekantaa on automatisoitu ja suurimmassa osassa koneita on robotti tai lineaarirobotti tarttujalla, kuten alla olevasta kuviosta 3 näkyy. Suurin osa konekannasta on itävaltalaisen Engel-konsernin ruiskuvalukoneita, jotka takaavat laadukkaita ja luotettavia ruiskuvalukoneita.

Ruiskuvaluosastolla voidaan valmistaa kappaleita asiakkaan tarpeen mukaan pienistä ja pikkutarkkoja yksityiskohtia sisältävistä aina suurempiin pinnanlaadultaan haastaviin kappaleisiin asti.



Kuvio 3. Ruiskuvalukoneen robotti
(Junkkari Muovi, [Viitattu 16.2.2014]).

1.5.3 Muottihuolto

Ruiskuvaluosastolla on oma muottihuolto, jossa huolletaan ja tehdään tarvittavia muutoksia muottiin ja muotteihin sisältyviin komponentteihin. Käytössä on kattava ja nykyaikainen konekanta koneistuksiin ja muihin tarvittaviin toimenpiteisiin. Oma muottihuolto takaa keskeytymättömän ja varman tuotannon. Muotit huolletaan ja tarkastetaan ennakkohuolto-ohjelman mukaisesti. Muotin huoltotoimenpiteisiin on käytössä esimerkiksi Mastercam (työstökoneiden ohjaus), Cadkey (mallintaminen) sekä Pro ENGINEER -ohjelmat. (Junkkari Muovi. [Viitattu 8.3.2014].)

1.5.4 Reaktiovalu

Modernin reaktiovalutekniikan sekä materiaalina käytettävän Telenen ansiosta Junkkari Muovi Oy:n reaktiovaluosasto pystyy valmistamaan hyvin lämpötilojen vaihteluita ja iskunkestäviä suurehkoja kappaleita (kuvio 4). Telene-materiaali on kaksikomponenttinen, nestemäinen muoviraaka-aine, jolla on hyvä jäykkyys, korkea iskulujuus sekä erityisen hyvä korroosiokestävyys. Tuotteiden valmistukseen käytetään alumiinisia muotteja, jotka mahdollistavat pienemmät volyymit kustannustehokkaasti. (Junkkari Muovi, [Viitattu 11.2.2014].)



Kuvio 4. Reaktiovalutuote maalauksessa (MSK Plast, [Viitattu 12.4.2014]).

1.5.5 Laatu ja ympäristö

Jokaisella konserniyrityksellä on sertifioidut ISO 9001- ja ISO 14001 laatu- ja ympäristöjärjestelmät käytössä (Junkkari Muovi, [Viitattu 4.2.2014]).

2 TEORIA

Teoriaosuudessa on kerrottu ruiskuvalusta ja LEAN-johtamisfilosofiasta. Ruiskuvaluosassa on kerrottu ruiskuvalun historiaa, toimintaperiaate sekä muuta yleistä tietoa ruiskuvaluun liittyen. LEAN-teoriaosassa on kerrottu yleisiä asioita, jotka liittyvät johtamisfilosofiaan, kuten 5S ja arvovirtakuvaus.

2.1 Ruiskuvalutekniikka

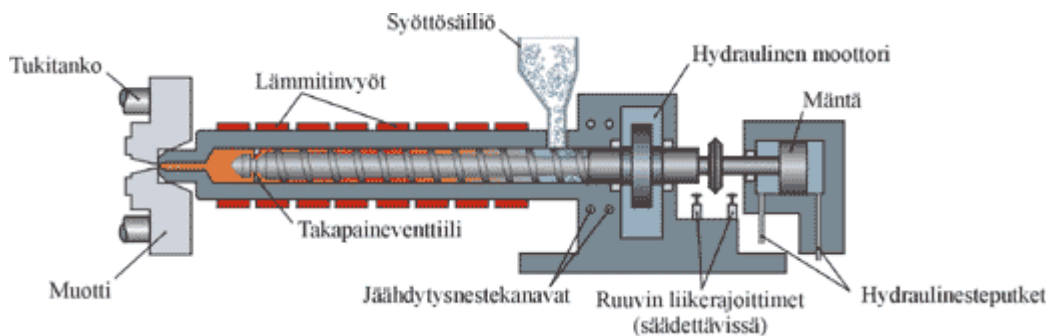
Muovit ovat vakiinnuttaneet paikkansa keskeisenä materiaaliryhmänä metallien ja keraamien rinnalle. Muovit ja muovikomposiitit tarjoavat laajan valikoiman erilaisia materiaaleja ja materiaalikombinaatioita verrattuna muihin materiaaliryhmiin. Muoveja voidaan modifioida usealla eri tavalla ja muovituotteiden valmistaminen lämmön ja paineen avulla tarjoaa runsaasti valmistus- ja muotoilumahdollisuuksia. Kolmiulotteisten muovisten kappaleiden valmistamiseen on kehitetty ruiskuvalu, jossa muovimassa muotoillaan muotissa lopputuotteen määräämään muotoon. (Järvelä ym. 2000, 11.)

2.1.1 Ruiskuvalu

Ruiskuvalumenetelmä kehitettiin ensimmäisenä sulatyöstömenetelmänä jo 1800-luvulla. 1950-luvulla ruiskuvalukoneen nykyinen toimintaperiaate tuli käyttöön annosteluruuvien kehittämisen myötä. Ruiskuvalumenetelmä on yleisin työstötekniikka, jolla teknisiä muoveja työstetään. Alla olevasta kuvioista 5 selviää koneen eri osat. Oleellinen osa ruiskuvalutekniikkaa on hyvin suunniteltu ja valmistettu muotti. Kappaleen pinnan laatuun, muotoon sekä materiaalin sisäisiin jännityksiin voidaan vaikuttaa ruiskuvaluprosessin oikeaoppisella hallinnalla. Jännitykset vaikuttavat suoraan tuotteen mekaaniseen ja kemialliseen kestävyteen. (Järvinen 2008, 180.)

Ruiskuvalukoneen toiminnalliset osat ovat:

- **Sulkuyksikkö.** Tavallisimmin sulkuyksikkö on mekaaninen polvinivel- tai täyshydraulinen.
- **Ruiskutusyksikkö.** Useimmiten vaakatasossa oleva puristin ja annosteluruuvi. Yksikön päässä on sulkuventtiili, joka estää sulan muovin virtausta takaisin.
- **Ohjausyksikkö.** Ruiskuvalukoneen ”aivot”, jotka ohjaavat ja säätävät prosessin kulkua.
- **Hydrauliyksikkö.** Tuottaa yleensä tarvittavat ruuvin lineaariliikkeet. Nykyaikana sähkökäyttöisyys on yleistymässä varsinkin annostelussa. (Järvinen 2008, 180–181.)



Kuvio 5. Ruiskuvalukone
(Tampereen teknillinen yliopisto, [Viitattu 10.2.2014]).

Ruiskuvalutapahtuma eli yksi isku, erotellaan seuraavanlaisiin vaiheisiin:

- **Ruiskutus.** Sylinteriin tuleva sula muovi ruiskutetaan ruuvin liikenopeudella ruiskutusnopeutta sääten muottiin. Tässä vaiheessa muotin kokonaistilavuudesta täytetään n. 90 %.
- **Jälkipaine eli pitopaine.** Loppuosa muotin tilavuudesta täytetään painetta säätelemällä. Tällä toimenpiteellä kompensoidaan muovin kutistuma.
- **Jäähdytys.** Jälkipaineen aikana alkaa muotissa olevan massan jäähdyttäminen ja tehostuu jälkipaineen loputtua. Yleisesti jäähdytysvaihe on pisin vaihe ja se ratkaisee ruiskuvalun jaksonajan.

- **Annostus.** Sylinteriin annostellaan uusi muovierä ruuvin avustuksella. Muovi alkaa sulaa ja on valmis ruiskutettavaksi seuraavassa iskussa muottiin.
- **Muotin aukaiseminen ja kappaleen ulostyöntäminen.** Ruiskuvalukone avaa muottipuoliskot ja poistaa muottipesästä kappaleet.
- **Muotin sulkeminen.** Muottipuoliskot suljetaan ja tarvittava sulkupaine muodostetaan muottiin. (Järvinen 2008, 181–182.)

Nykyaikaisten ohjausyksiköiden avulla jokainen yllämainittu vaihe on säädettävissä. Ajoarvojen optimointi on ruiskuvalukoneen käyttäjän yksi tärkeimmistä tehtävistä.

Materiaalit ja ruiskuvalukoneet ovat kehittyneet aikojen saatossa harppauksin. Monikomponenttiruiskuvalussa kappale valmistetaan useasta eri materiaalista: joko saman muovin eri väreistä tai toisiinsa kiinnittyvistä eri muoveista. (Järvinen 2008, 182.)

2.1.2 Ruiskuvalukappaleiden valmistuksen optimointi

Ruiskuvalukappaleiden taloudellinen valmistus edellyttää jaksonajan optimoimista. Jaksonajasta pitää saada mahdollisimman lyhyt, mutta kappaleen laatuvaatimukset toteuttava. (Järvelä ym. 2000, 49.)

Ruiskutustapahtuman eri vaiheissa voidaan vaikuttaa kappaleen eri ominaisuuksiin. Ruiskutusvaiheessa voidaan vaikuttaa kappaleen mekaanisiin ominaisuuksiin, pinnan laatuun, massan yhtymäsaumojen näkyvyyteen ja vääntymään. Puristusvaiheessa voidaan vaikuttaa purseiden muodostukseen sekä muottitäytökseen. Jälkipuristusvaiheessa voidaan vaikuttaa kappaleen painoon, kutistumaan, rakkuloiden muodostumiseen, massan yhtymäsaumojen lujuuteen, imujen muodostumiseen, muotista irtaantumiseen ja mittatarkkuuteen. (Bayer, 17.)

Ruiskuvalusta tuleva jäte on kierrätyskelpoista. Uudelleen käytettävää jätettä ovat esimerkiksi vajaat puristeet, mekaanisesti vioittuneet kappaleet tai valutapit. Kierrättää voi ainoastaan moitteettomasti työstettyä materiaalia. Kappaleissa ei

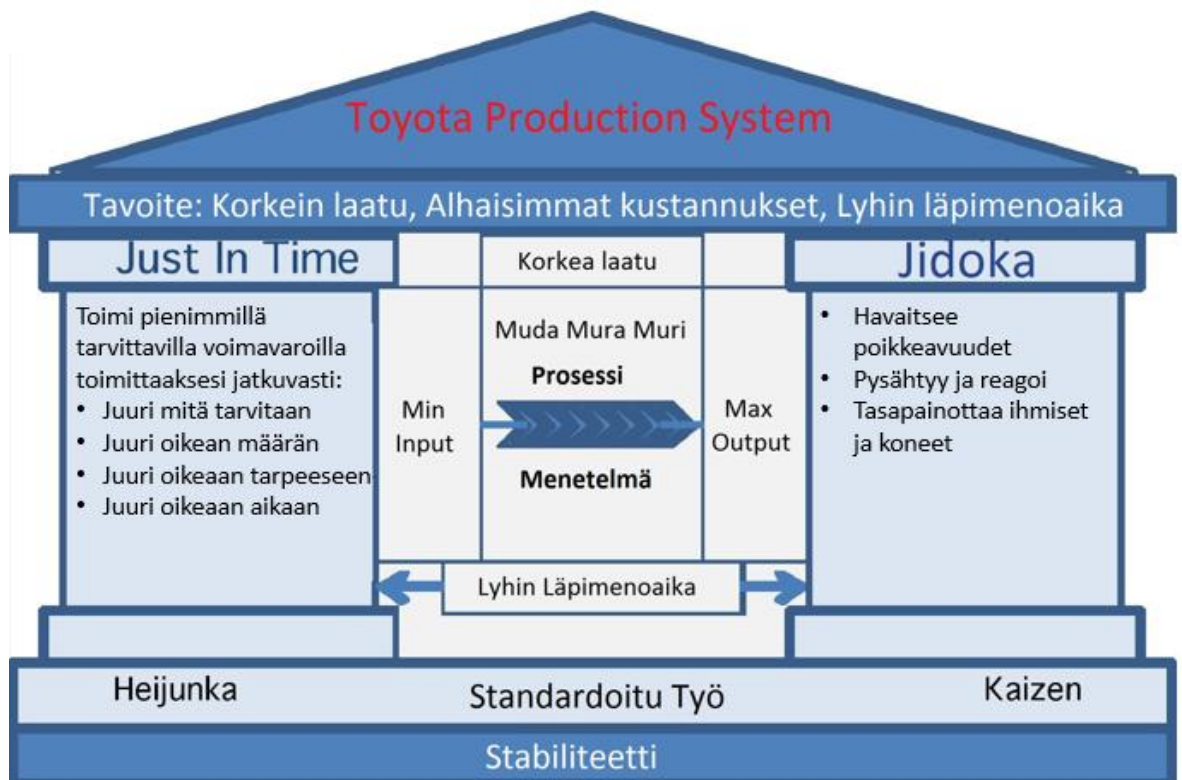
saa olla merkkejä ylikuumentumisesta, eivätkä ne saa olla likaisia. Kappaleet rouhitaan ja rouhitun raekoon tulisi vastata uutta ja käyttämätöntä granulaattia (alla olevassa kuviossa 6 esitetty uusi ja käyttämätön granulaattirae). Rouhetta voidaan sekoittaa uuteen granulaattiin n. 20 % ”normaaleissa” työstöolosuhteissa. Jos kappaleelle asetetaan vähäiset laatuvaatimukset, voidaan käyttää 100 % rouhetta. (Bayer, 32.)



Kuvio 6. Granulaatti
(Mariet Plast, [Viitattu 18.3.2014]).

2.2 LEAN-teoriaa

Autoteollisuuteen keskittynyt monivuotinen tutkimus paljasti, että japanilaiset autonvalmistajat olivat etumatkalla verrattuna pohjoisamerikkalaisiin ja eurooppalaisiin autonvalmistajiin nähden. Tutkijat löysivät japanilaisten, erityisesti Toyotan toimintatavoista eroavaisuuksia, jotka he nitoivat yhteen ja antoivat toimintatavalle nimeksi LEAN. Isona osakokonaisuutena on Toyotan tuotantojärjestelmä TPS (Toyota Production System), josta on havainnollistava kuva seuraavalla sivulla (kuvio 7). LEAN-ajattelun lähtökohtana on tuhlauksen eliminointi. Ideaalilanteessa kaikki toiminta organisaation sisällä lisää asiakkaan kokemaa arvoa. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183.)



Kuvio 7. Toyota Production System suomennettuna (Business 901 2014, suomentaneet Jokimäki & Saari 2014, [Viitattu 3.4.2014]).

2.2.1 Määritelmä

LEAN-ajattelu voidaan jaotella viiteen peruseriaatteeseen:

1. Arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta
2. Arvovirtauksen tunnistus
3. Virtauksen toteutus
4. Imun järjestäminen
5. Täydellisyyden tavoittelu. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183.)

Arvon määrittäminen. Kriittinen aloituskohta LEAN-ajattelulle on arvon määritys. Arvo määräytyy loppuasiakkaalle tuotteen tai palvelun kohdatessa asiakkaan tarpeineen määritettyyn aikaan ja hintaan. Tarkoituksena on siis tunnistaa ja määrittää ne osat tuotannossa, joista asiakas on valmis maksamaan ja toisaalta paljastaa ja poistaa toiminnassa piilevä hukka. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 183.)

Arvovirran tunnistaminen. Tavoitteena tässä vaiheessa on kiinnittää huomio kokonaisuuksiin ja välttää osaoptimointia. Arvovirta käsittää kaikki ne tehtävät, aina arvoa tuottavasta arvoa tuottamattomaan, joita tarvitaan nykytilanteen virrassa, joka alkaa ja päättyy esimerkiksi:

- konseptoinnista tuotteen julkaisuun
- tarjouksen vastaanotosta toimituksen yksityiskohtaiseen aikatauluttamiseen, tai
- raaka-aineiden jalostamisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle.

Keskeinen ajatus on nähdä arvovirtaus tiettyyn tuotteeseen liittyvänä ja toisaalta asettua tarkastelemaan tätä loppuasiakkaan näkökulmasta. Arvovirran tehtävät luokitellaan yleensä kolmeen eri luokkaan:

- Arvoa lisäävät tehtävät
 - Esimerkiksi tuotteen rungon kokoonpano hitsaamalla.
- Arvoa lisäämättömät, mutta välttämättömät tehtävät
 - Hitsauksen jälkeinen laadunvarmistus, jota tarvitaan, koska tuotteen virheettömyydestä ei voida olla varmoja hitsausmenetelmällä.
- Arvoa tuottamattomat tehtävät, jotka voidaan poistaa
 - Toimittajan laaduntarkastusta seuraava vastaanottotarkastus. Mikäli laatu on varmistettu kertaalleen, ei toinen tarkastus lisää tuotteeseen arvoa. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 184.)

Virtauksen toteutus. Arvovirtojen tunnistamisen ja toiminnassa piilevän hukan eliminoinnin jälkeen on jäljelle jäänyt arvoa tuottava toiminta, joka on virtautettava. Tässä vaiheessa pyritään poistamaan virroista kohdat, joissa arvon tuottaminen jostain syystä pysähtyy. Äärimmäisenä tavoitteena on viiveetön ja pysähtymätön kappaleiden virtaus. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 184–185.)

Imun järjestäminen. Imuun perustuvalla ohjauksella halutaan mahdollistaa toiminta, joka perustuu ainoastaan kysyntään. Asiakaskysynnästä muodostuu imu, joka vetää tuotteita ja palveluita sen sijaan, että niitä työnnettäisiin markkinoille jonkin valmiin suunnitelman mukaisesti. Imulla ratkaistaan paikkoja prosesseissa, joihin ei luontevasti saada toteutettua virtausta. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 185.)

Täydellisyys tavoittelu. Täydellisyys tavoittelu tekee muiden LEAN-perusajatuksen vuorovaikutuksesta päättymättömän kehän, jolloin tuotetiimit löytävät suorassa dialogissa asiakkaan kanssa tapoja määrittää arvoa tarkemmin sekä oppia tapoja edistää virtausta ja vetoa. Kuitenkin kaikkein tärkein kannustin täydellisyys tavoittelussa on läpinäkyvyys. Täydellisessä LEAN-järjestelmässä kaikki toimittajat aina alihankkijasta asiakkaaseen voivat nähdä kaiken, jolloin on helppo löytää parempia tapoja luoda arvoa ja tunnistaa kohtia, joissa arvon tuottaminen pysähtyy. (Huhtala & Pulkkinen 2009, 186.)

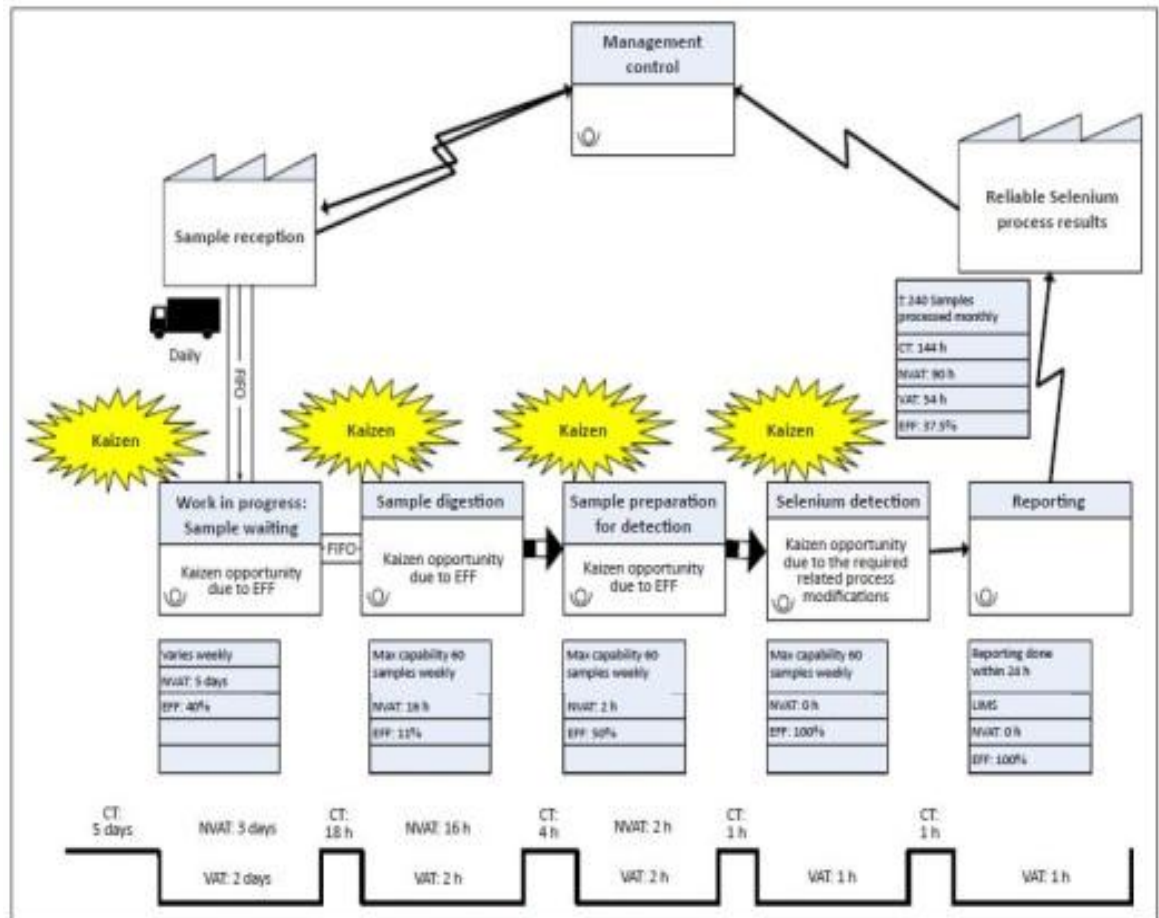
Toyota käyttää yksinkertaisia ja mutkattomia visuaalisia tapoja tiedon välittämiseen. A3 on standardinomainen raportointikeino, joka pakottaa suodattamaan ja tiivistämään ajatukset siten, että ainoastaan keskeisimmät asiat tulevat esille, kun tilaa on ainoastaan A3-kokoisen paperin verran (alla oleva taulukko 1). (Huhtala & Pulkkinen 2009, 217.)

Taulukko 1. A3-raportti
(Huhtala & Pulkkinen 2009, 217.)

A3-raportti	
Aloitteen tai suunnitelman esittäminen	Raportti esittää tiivistetyssä muodossa esimerkiksi ehdotuksen tai idean, toteutukseen liittyvän suunnitelman, mahdolliset ennakoitavat ongelmat ja aikataulun.
Tilannekatsauksen antaminen	Raportin avulla voidaan esittää minkä tahansa hankkeen tilanne. Raportin rakenne voi jakautua esimerkiksi seuraaviin osiin: tausta, tavoitteet, toteutus, tulokset ja jatkosuunnitelmat.
Tiedottaminen	Raporttia voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi messuilla havaituista asioista tiedottamiseen tai yrityksen eri yksiköiden väliseen tiedonsiirtoon. Muodoltaan tämä on näistä raporteista vapaamuotoisin.
Ongelmanratkaisu	Käytetään, kun suunnitelma, tavoite tai standardi on olemassa, mutta näitä ei jostain syystä saavuteta. Raportin rakenne voi olla esimerkiksi ongelman kuvaus, tavoitteet, syiden analysointi, toimenpiteet, toteutussuunnitelma tai seuranta.

2.2.2 Arvovirtakuvaus ja virtautus

LEAN-ajattelussa hyväksi todettu menetelmä on arvovirran kartoitus, jonka Mike Rother ja John Shook (1999) omaksuivat Toyotan materiaali- ja informaatiovirran kaavioista. Arvovirtakartan avulla selvitetään kyseisen tuoteperheen prosessit, materiaalin, informaation, työn etenemisen ja se auttaa tunnistamaan hukkaa järjestelmässä. Kuviossa 9 on esimerkki arvovirtakuvauksesta. (Liker 2008, 275.)



CT, cycle time; VAT, value added time; NVAT, non-value added time; EFF = VAT/CT, efficiency; FIFO, first in first out.

FIGURE 3: Current state value stream map.

Kuvio 9. Arvovirtakuvaus
(Aosis, [Viitattu 4.4.2014]).

Toiminnan virtautuksella tarkoitetaan prosessin eri vaiheiden toteuttamista perättäin siten, että tuote tai palvelu valmistuu mahdollisimman nopeasti tarpeen tunnistamisen jälkeen. Ideaalitilanteessa ei ole varastoja tai pysähdyksiä ja virtautuksella lisätään arvoketjun visuaalisuutta ja hallittavuutta. (Kouri 2013, 48.)

Jatkuvan virtautuksen hyötyjä:

- laaduntuottokyvyn rakentaminen prosessiin
- toimitusvarmuuden ja tuottavuuden kehittyminen
- toimitusaikojen lyheneminen
- lattiatilan vapautuminen
- turvallisuuden kehittyminen
- moraalinen ja vastuunoton parantuminen (työntekijä huomaa)
- ei arvoa tuottavan työn määrä vähenee (esim. etsiminen). (Kouri 2013, 50.)

Tuotannon virtauttaminen käytännössä:

- Pienennä asetusaikoja ja tasoita tuotantomääriä.
- Selkeytä materiaalivirtaa.
- Poista turhat välivarastot prosessista.
- Luo tuotannolle selkeä rytmi ja pelisäännöt.
- Lisää visuaalisuutta prosessissa.
- Lisää prosessin joustavuutta ja työntekijöiden monitaitoisuutta. (Kouri 2013, 52.)

2.2.3 Benchmarking

Benchmarkingilla tarkoitetaan yleisesti sitä, että joku organisaatioon kuuluva ryhmä tai henkilö käy oppimassa parhaita käytäntöjä omalta alalta tai myös oman alan ulkopuolelta. Parhaat käytännöt, jotka liittyvät prosessiin, kerätään tietokantaan, josta tiedot ovat helposti kaikkien käytettävissä. (Tuominen 2010a, 49.)

Benchmarking-menetelmän avulla saatua tietoa ja tapoja voi ”yritysvakoilun” jälkeen soveltaa oman tuotannon tehostamiseen. Benchmarkingia käytetään yleensä sellaiseen organisaatioon, jonka toimintaa haluaa verrata omaan tuotantoon. Vertailukohteina voi olla eri organisaatioiden tunnusluvut ja yritysvierailujen kautta voi kehittää yhteistyötoimintaa yrityksen kanssa.

2.2.4 Kaizen

Jatkuvan parantamisen japanilainen termi on *kaizen*, joka tarkoittaa jatkuvien parannusten tekemistä ja kaiken lisäarvoa tuottamattoman hukkan eliminointia. *Kaizen* opettaa yksilöille taitoja toimia tehokkaasti pienissä ryhmissä, ratkaista ongelmia, dokumentoida ja parantaa prosesseja. Päätöksen teko siirtyy enemmän työntekijöille ja edellyttää avointa keskustelua ja ryhmän yksimielisyyttä ennen päätöksen toteuttamista. (Liker 2008, 23.)

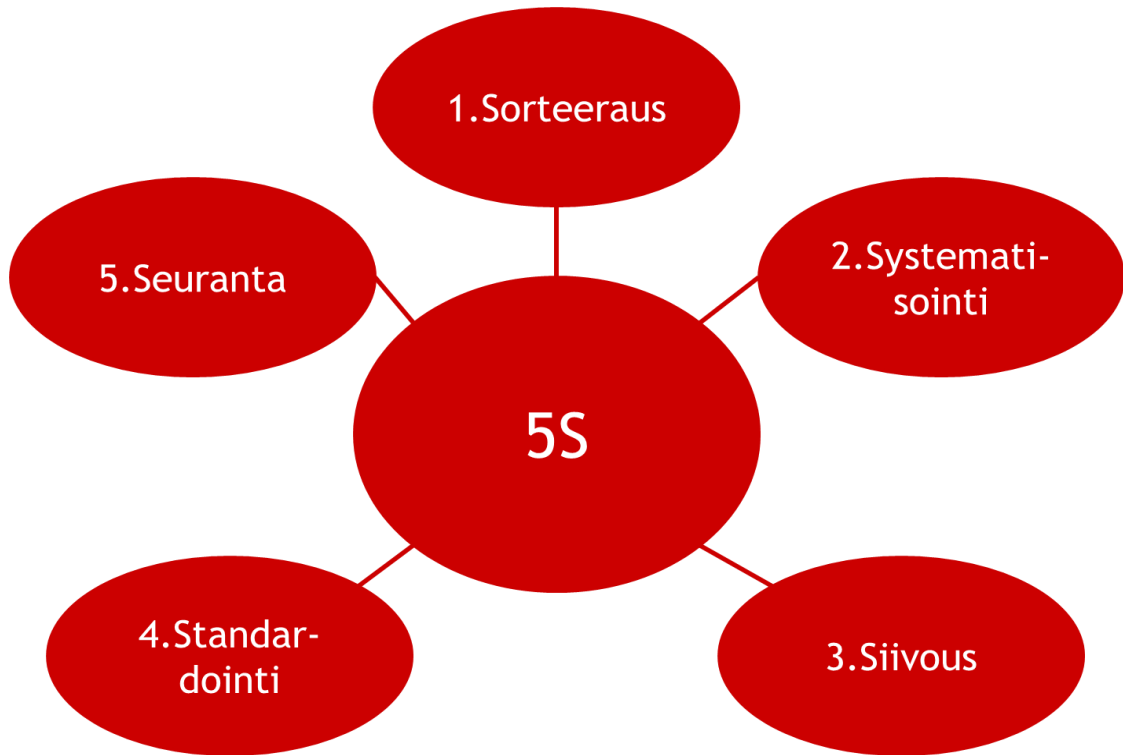
Jatkuvalla kehittämisellä vältetään perinteinen ”alkuräjähdyks, uusi projekti, nyt korjataan kaikki” -kierre, jossa uusia projekteja tulee entisten perään toistuvasti. Organisaatioiden pitäisi ymmärtää pitkäkestoisen työn ja projektiorganisaation matkan aikana kerätyn hiljaisen tiedon tärkeyden. (Auer ym. 2013, 94.)

2.2.5 5S

Amerikkalaiset tekivät ”pyhiinvaellusmatkoja” 1970- ja 1980-luvuilla japanilaisiin tehtaisiin ja ensimmäinen reaktio oli poikkeuksetta: ”Tehtaat ovat niin puhtaita, että lattialta olisi voinut syödä.” Japanissa on käytössä 5S-ohjelmia, jotka sisältävät joukon toimintoja eliminoimaan hukkaa, joka aiheuttaa virheitä, vikoja ja vahinkoja työpaikalla. Kuvion 10 mukaiseen 5S-ympyrään kuuluu:

1. **Seiri** (lajittele) – Käy tavarat läpi ja säilytä vain ne, mitä työpisteellä tarvitaan ja heitä pois mitä ei tarvita.
2. **Seiton** (järjestä) – Etsi paikka kaikelle ja kaikki paikalleen.
3. **Seiso** (puhdistusta) – Puhdistusvaihe toimii usein tarkastuksen muotona, joka paljastaa epänormaaleja ja puutteellisia olosuhteita, jotka saattavat vahingoittaa esimerkiksi laatua.
4. **Seiketsu** (standardoi) – Kehitä järjestelmiä ja toimintaohjeita ylläpitääksesi ja valvoaksesi kolmea edellistä S:ää.
5. **Shitsuke** (ylläpidä) – Tasapainoisen työpaikan ylläpito on jatkuvan parantamisen prosessi. (Liker 2008, 150.)

Siisteydestä tulisi luoda perusarvo. Toimenpiteillä, kuten seinien maalaamisella, lattian päällystyksellä ja ylimääräisen tavaran hävittämisellä luodaan turvallinen ja ennen kaikkea viihtyisä paikka työskennellä. Tämä vaihe on merkki vanhan poispyyhkimisestä ja siirtymisestä uuteen aikaan. (Tuominen 2010b, 77.)



Kuvio 10. 5S-ympyrä.

2.2.6 Perinteinen prosessin parantaminen vs. LEAN-parantaminen

Perinteinen prosessinparannusmenetelmä keskittyy ainoastaan paikallisten tehokkuuksien määrittämiseen, esimerkiksi parannetaan lisäarvoa tuottavien prosessien käynnissäoloaikaa tai korvataan henkilö automatisoidulla laitteella. Lopputulos voi olla tällöin huomattava parannus yksittäisen prosessin kohdalla, mutta vaikuttaa vain vähän kokonaisarvovirtaan. Useimmissa prosesseissa on suhteellisen vähän lisäarvoa tuottavia vaiheita, joten niiden vaiheiden parantaminen ei merkitse paljoakaan. (Liker 2008, 31.)

LEAN-parannusmenetelmässä suurin osa kehityksestä tulee siitä, että suuri määrä lisäarvoa tuottamattomia vaiheita karsitaan pois. Solu koostuu lähelle toisiaan sijoitetuista ihmisistä, koneista tai työpisteistä prosessointiketjussa. Soluja muodostamalla voidaan helpottaa tuotteen tai palvelun yksiosaista virtausta operaatiosta toiseen esimerkiksi niin, että hitsataan, kootaan ja pakataan yksi yksikkö kerrallaan asiakkaan kysynnän määräämällä tahdilla ja mahdollisimman vähäisellä viiveellä ja odottelulla. (Liker 2008, 31.)

2.2.7 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannonsuunnittelussa lähdetään liikkeelle siten, että markkinointiosasto tutkii markkinatilannetta ja laatii myyntiennusteet sovituin aikavälein ja myyntisuunnitelman avulla tuotanto laatii tuotantoennusteen. Yksityiskohtainen ohjelma toimitetaan kokoonpanoon, josta tarveilmoitukset kulkeutuvat osavalmistukseen ja ulkoisille toimittajille. Varautuminen kausieroihin tai muihin vaihteluihin tuotannossa edellyttää työaikojen joustoa sekä henkilöstön joustavuutta.

2.2.8 Asetusajat

Asetus- tai vaihtoajat muodostuvat työn kuluessa vaihdettavista työkaluista, niiden asetuksista, työmenetelmistä, tuotteesta tai tuotteen tyypistä. Nämä asetus- ja vaihtoajat vievät aikaa ja tekevät lyhyet sarjat epätaloudellisiksi. Näiden aikojen vaatima aika täytyy saada lyhyeksi tai poistettua kokonaan. (Tuominen 2010a, 96.)

Asetus- tai vaihtoaika on joko sisäistä tai ulkoista. Sisäinen aika on se, joka kuluu työkalun tai työpaikan järjestelyn vaihtamiseen, kun kone tai linja on pysähtyneenä. Ulkoisella ajalla tarkoitetaan sitä aikaa, joka kuluu, kun valmistellaan asetusta tai vaihtoa, kun kone on käynnissä tai tuotantolinja toiminnassa. (Tuominen 2010a, 96.)

Asetus- ja vaihtoajoja pystytään pienentämään tai poistamaan seuraavien vaiheiden mukaisesti:

1. Alkutilanteessa vaihtoaika on pääosin sisäistä. Kone pysäytetään, tehdään työkalun vaihtoon tarvittavat tehtävät, etsitään käytettävät työkalut, vaihdetaan tarvittavat osat ja järjestellään työpaikka uudelleen. Tällöin vaihtoaika on yleensä pitkä.
2. Erotetaan sisäinen ja ulkoinen vaihtoaika. Suoritetaan asetuksen tai vaihdon vaatimia toimenpiteitä silloin, kun kone on käynnissä. Varmistetaan, että kaikki työkalut ja kiinnitysvälineet löytyvät käyttöpaikan läheltä. Irrotetaan ja kiinnitetään, mitä etukäteen on mahdollista sekä vaihdetaan työssä tarvittavat työohjeet, osat ja komponentit.
3. Sisäisten vaihtoajojen muuttaminen ulkoisiksi. Tutkitaan ulkoiset ja sisäiset vaihtoajat. Kehitetään työkaluja ja menetelmää niin, että mahdollisimman suuri osa vaihdoista voidaan suorittaa ulkoisella vaihtoajalla.
4. Sisäisten vaihtoajojen kehittäminen. Helpotetaan tai poistetaan asetus-kiinnitys- ja vaihtovaiheita esimerkiksi standardoimalla työkaluja, kehittämällä kiinnitystapoja tai tekemällä rinnakkaisia asetusvaiheita. (Tuominen 2010a, 96–97.)

2.2.9 Hukka

Tuotannon hukkalajeja ovat:

- **MUDA** – Lisäarvoa tuottamaton työ
 - 7 hukkalajia
- **Muri** – Ihmisten tai laitteiden ylikuormitus
 - kuormittaminen yli luonnollisten rajojen
 - jatkuva ylityö ja myöhästymiset
 - stressi
 - johtaa laatuongelmiin, häiriöihin ja laitteiden vikaantumiseen

- **Mura** – Epätasaisuus
 - epätasainen kuormitus
 - tuotantomäärien heilahtelu sisäisten ongelmien vuoksi
 - häiriöt ja laatuongelmat
 - kustannusten kasvu. (Kouri 2013, 42.)

Tuotannon hukatekijöitä ovat:

1. Ylituotanto, jolle ei ole välitöntä tarvetta
2. Odottelu ja joutoaika
3. Tarpeeton kuljettelu
4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely
5. Turhat varastot
6. Tarpeeton liikkuminen tai liike
7. Vialliset tuotteet, romutus, korjaaminen tai tarkastus. (Kouri 2013, 43.)

Hukan tunnistaminen:

- Ylituotanto ja varastot kätkevät hukan.
- Ylituotannon karsiminen ja tuotannon virtaus ovat hukkien poistamisen lähtökohta.
- Selkeys ja havainnollisuus tuovat hukan esiin.
- Virtautettu LEAN-tuotantojärjestelmä tuo hukat esiin ja pakottaa hukkien poistamiseen. (Kouri 2013, 45.)

3 TUTKIMUSMENETELMÄT JA RUISKUVALUOSASTON NYKYTILA

Tutkimusmenetelminä tässä työssä käytettiin työntekijöiden ja muiden organisaatioon kuuluvien henkilöiden haastatteluja, havaintoja, kirjallisuutta sekä lisätiedon lähteenä Seinäjoen ammattikorkeakoululla käytyä LEAN-koulutusta.

3.1 Työntekijöiden haastattelut ja havainnointi ruiskuvaluosastolla

Työ aloitettiin tekemällä suunnitelma opinnäytetyön etenemisestä. Seuraavaksi tutustuttiin teoriaan kirjallisuudesta, jonka jälkeen haastateltiin tuotannonsuunnittelijaa, esimiehiä, laadusta vastaavaa ja työntekijöistä muutamaa vuorovastaavaa sekä käynninvalvojaa.

Haastattelussa työntekijöiltä ja organisaation henkilöiltä kysyttiin, minkälaisia ongelmia on tuotannossa, muotin asennuksessa, raaka-aineissa, työohjeissa ja muissa tuotannon asioissa. Haastattelussa saatujen tietojen perusteella lähdettiin hakemaan kirjallisuudesta ja muista lähteistä tietoa ongelmien ratkaisemiseen. Haastattelujen yhteydessä tehtiin myös yleisiä havaintoja liittyen tuotannon epäkohtiin ja ongelmiin.

3.2 Sopivien LEAN-menetelmien löytäminen ruiskuvalutuotantoon

Haastattelujen jälkeen alkoi tiedonhaku kirjallisuudesta liittyen haastatteluista saatuihin kommentteihin. Kirjallisuudesta etsittiin mahdollisia Case-tapauksia, esimerkkejä ja teoriaa, joiden perusteella voidaan antaa ehdotuksia tuotannon ongelmien ratkaisemiseen.

3.3 Benchmarking

Benchmarking-menetelmää käytettiin hyväksi liittyen Junkkari Muovin 5S-projektiin. 5S-projekti oli helppo aloittaa ruiskuvaluosastolla, sillä benchmarkingin yhteydessä saatiin kallisarvoista tietoa ja esimerkkejä liittyen siisteyteen ja järjestykseen. Menetelmää tulisi hyödyntää vielä enemmän vastaavien suurempien projektien alkaessa.

3.4 Ruiskuvaluosaston tuotannosuunnitteluprosessit

Tuotannosuunnittelijalle tulee tieto Axaptasta (Junkkari Muovin oma tietokanta), jonka jälkeen päätetään mitä tuotteita aletaan valmistaa ja millaisella aikataululla. Varastosaldot ja myynnit ovat tietysti avainasemassa sille, mitä kappaleita voidaan valmistaa. Työlistat on ajoitettu n. 1-2 kk eteenpäin, mutta jos tulee uusia ja kiireellisiä ajoja, ne täytyy lomittaa olemassa olevien ajojen väliin.

Joitain tuotteita ei ole määritelty, ja kun haluttu tilaus tulee (esimerkiksi Yhdysvaltoihin) kappaleita tulee tehdä täsmällinen määrä ja toimitusaika tämänkaltaisille tuotteille on yleensä pidempi. Joidenkin asiakkaiden ennusteet määräävät myös tulevia ajoja. Ennusteet ovat normaalisti viikon, kuukauden tai kolmen kuukauden ennusteita.

3.5 Visuaalinen johtaminen

Nykyisistä ilmoitustauluista löytyy paljon tietoa tuotannon tehokkuudesta, veden käytöstä, jätteen määrästä, työturvallisuudesta, läheltä piti -tilanteista sekä raaka-aineen hyötykäytöstä. Ilmoitustaulun sijainti on tällä hetkellä hyvä, se on keskellä tuotantotiloja, jotta kaikilla työntekijöillä ja vieraililla on helppo nähdä tuotannon tila. Ilmoitustaulujen tietoja tulisi päivittää useasti, että organisaatiossa työskentelevät ihmiset ja vierailijat näkevät helposti tuotannon tilastot ja tilan.

3.6 Hukka ruiskuvalutuotannossa

Ruiskuvaluosastolla löytyy hukkakohchia, kuten turhat kappaleen liikuttelut, turhat liikkeet, työkalujen ja työssä tarvittavien esineiden etsiminen, kappaleiden kaksinkertaiset tarkastukset ja yksi suurimmista hukkatekijöistä on kappaleiden romutus ja korjaaminen. Kappaleiden romutuksessa menee hukkaan raaka-ainetta, josta osaa käytetään jauhatuksen jälkeen uudestaan ja kappaleiden korjaaminen on suoraan verrannollinen lisäkustannuksiin.

3.7 5S ruiskuvaluosastolla

Ruiskuvaluosastolle tehtiin syksyllä 2013 5S-projekti, jossa tehtiin 5S:n mukaisesti toimenpiteitä osaston turvallisuuden ja järjestyksen ylläpitoon. Työ tehtiin Junkkari Muovi Oy:n kokoonpanohalliin sekä ruiskuvaluosastolle.

Kokoonpanohallissa työpisteiltä poistettiin kaikki turha tavara ja jätettiin vain pisteellä tarvittavat työvälineet ja tavarat, kuten kuviosta 11 selviää.



Kuvio 11. Ennen ja jälkeen -kuvat työpisteeltä.

Kulkuviivat maalattiin, siivousvälineille ja työkaluille tehtiin omat paikat ja merkittiin ne joko hahmomaalaamalla tai tarroilla (kuvio 12).



Kuvio 12. Kulkuvälineet ja muut merkinnät.

Ruiskuvaluosastolla 5S aloitettiin lähettämöstä, jossa tehtiin samankaltaisia toimenpiteitä kuin kokoonpanohallissa. Tämän jälkeen siirryttiin mallisolun, jossa se rajattiin maalaamalla viivat lattiaan, merkittiin tarpeelliset välineet (kuviossa 13 esitelty roska-astioiden, kuivureiden ym. laitteiden ja tavaroiden merkinnät). Mallisolun jälkeen maalattiin muualle halliin kulkuvälineet sekä merkittiin trukin ja isompien roska-astioiden paikat.



Kuvio 13. Lattiamerkinnät ja kulkuvälineet.

Mallisolu rajattiin ”omaksi alueeksi”, jotta kulkeminen solun ympäristössä olisi vaivatonta ja turvallista. Kuvioista 14 selviää mallisolun rajauksen tuomat edut kulkemiselle.



Kuvio 14. Mallisolun rajaus.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

Tässä luvussa esitellään tuloksia liittyen ruiskuvalutuotantoon. Tulokset perustuvat tutkimusongelmiin ja ovat yhteydessä työntekijöiden haastatteluihin. Ehdotusten avulla Junkkari Muovi Oy:n ruiskuvaluosasto pystyy työskentelemään tehokkaasti, luotettavasti ja siististi.

4.1 Työntekijöiden haastattelut

Työntekijöiden haastattelujen perusteella saatiin hyviä vinkkejä ja toiveita, joiden perusteella saataisiin parannettua ruiskuvaluosaston toimintaa ja tehtäisiin siitä toimivampi yhteisö. Haastatteluista tuli ilmi monia asioita, joita pitäisi parantaa tuotannossa:

- koeajo ja sen tärkeys
- työhöjeiden sisältö ja laatukriteerit ennen uutta ajoa
- informaation kulku
- ruiskuvalukoneen ympäristö siistiksi ja järjestelmälliseksi
- asioiden tarkka seuraaminen ja epäkohtiin puuttuminen
- yhtenäisyys asentajien ja käynninvalvojien välillä.

4.2 Visuaalinen johtaminen

Ruiskuvaluosastolla on yhteinen tila, josta löytyy seinältä ilmoitustaulu. Ilmoitustaulussa on tietoa turvallisuudesta, laadusta, tuotannon tehokkuudesta, varaston tilanteesta sekä aloitteista. Kyseisen tilan seinälle voisi lisätä vielä 5S-pisteytystaulukon, jonka kautta on helppo huomata, mihin päin yleinen siisteys ja järjestys ovat menossa. Kaikkein tärkein tehtävä tällä tilalla on se, että tuotannon esimiehet ja työntekijät ovat tilannetietoisia ja saavat taulusta hyödyllistä tietoa tuotannon tilasta.

4.3 Hukka

Ruiskuvaluosastolla tulisi vähentää raaka-aineiden hukkaa tekemällä valmiiden kappaleiden kuljettimille laivat sivuille, jotta kappaleet pysyisivät paremmin kuljettimella eivätkä tippuisi lattialla. Toiseksi robottien tarttujiin ja robotin ohjelmointiin pitäisi käyttää tarkkuutta ja tarttujien kunto tarkastaa tietyin väliajoin. Turhat liikkeet esimerkiksi muotin asennusten aikana voitaisiin vähentää toimenpiteellä, jossa eniten käytetyt raaka-aineet siirrettäisiin valmiiksi käyttövarastoon, joka on tuotannon välittömässä läheisyydessä ja varastosta on helppo ottaa haluttu raaka-aine käyttöön. Jos raaka-aine alkaa loppua käyttövarastosta, annetaan ilmoitus isompaan varastoon, josta tuodaan haluttu raaka-aine käyttövarastoon.

Hyvä työkalu hukan poistamiseen on 5S, joka minimoi turhat liikkeet sekä työpiste on siistissä kunnossa ja järjestyksessä, tavarat ovat oikeilla paikoilla ja ne on merkitty. Johdon sitoutuminen ja muiden henkilökunnan sitoutuminen siisteyden, järjestyksen ja viihtyvyyteen työpaikalla edesauttaa työntekijöiden uskoa ja halua tehdä asiat paremmin ja tehokkaammin. Tuotannon muita tekijöitä, joita tulisi karsia, ovat turhat kuljetukset, kappaleiden tarkastukset moneen otteeseen, turhat liikkeet ja odottelu. Hukan poistamisen esteenä voi olla ajatus: ”Näin me ollaan aina ennenkin tehty”. Tästä ajatuksesta on päästävä eroon ja motivoitava työntekijät uudelle aikakaudelle.

4.4 Aloitet toiminta ja sen kehittäminen

Ruiskuvaluosastolta löytyy oma aloite- ja jatkuvan parantamisen ohjelma (Jyväjärjestelmä), johon työntekijät voivat käydä kirjaamassa omia parannusehdotuksia. Kynnystä ehdotuksien tekoon madaltava ratkaisu olisi taulukko, johon työntekijät tai muut organisaation toimihenkilöt voivat käydä kirjaamassa tuotannosta havaittuja ongelmia. (Taulukko 3.)

Tavoitetilan perusteella määritellään muutokset ja kehitystavoitteet:

- Analysoi kaavion tiedot.
- Laadi kuvaus tavoitetilasta.
- Merkitse tavoitetilan saavuttamiseen vaadittavia kehitystoimenpiteitä.
- Välivarastoja tulisi karsia/pienentää.
- Prosessissa varaudutaan epätasaisuuksiin.
- Koneiden ja muiden laitteiden pitää olla kunnossa ja luotettavia.
- Muotin vaihtojen yhteydessä laatuvirheiden välttäminen.

4.6 Kunnossapito

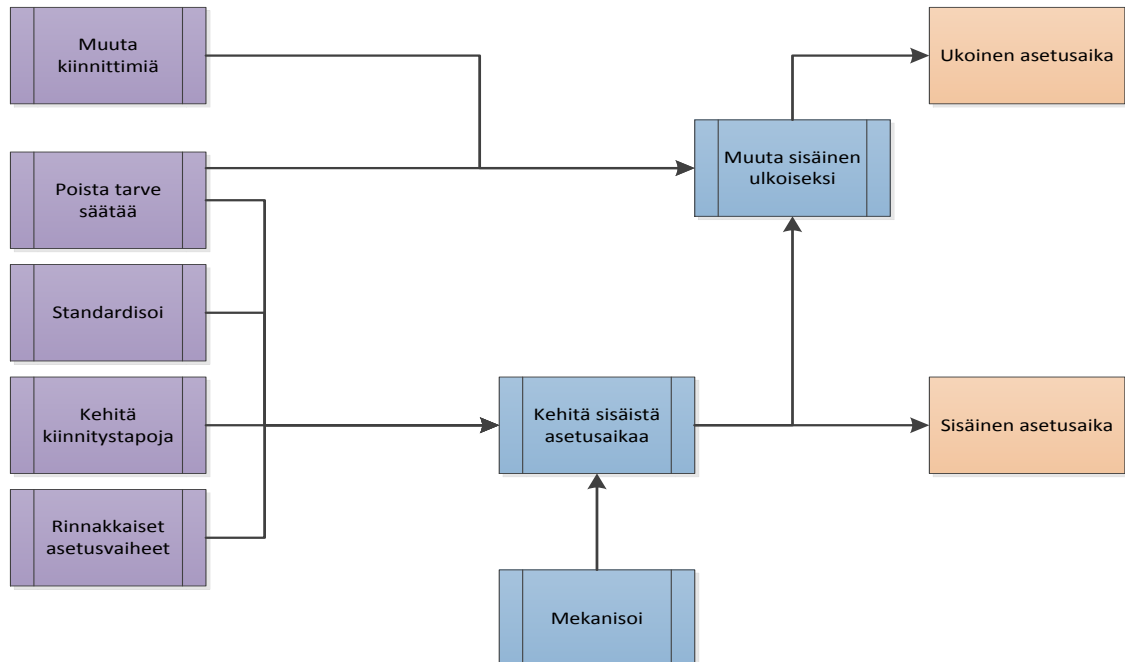
Kunnossapidon puitteet ovat kunnossa, mutta niitä kuuluisi käyttää paremmin hyväksi. Ruiskuvaluosastolta löytyy interaktiivinen ohjelma, josta löytyy tietoa koneiden käyttöasteista ja muoteista. Tätä ohjelmaa tulisi käyttää enemmän hyväksi muottien ja koneiden ennakoivassa kunnossapidossa. Huoltotoimenpiteitä pitäisi tehdä säännöllisin väliajoin ja jos korjaustarvetta ilmaantuu, kuuluisi pyrkiä toimimaan siten, että taloudelliset ja epätoivotut seuraukset ovat mahdollisimman pieniä.

Ennakoivan kunnossapidon avulla pyritään siihen, että korjaustarvetta ei syntyisi milloinkaan. Tähän toimenpiteeseen kuuluu esimerkiksi puhdistus ja voitelu. Palauttavalla kunnossapidolla palautetaan kone tai laite suunniteltuun kuntoon, ja tällöin voidaan vaihtaa esimerkiksi laakeri tai hihna. Parantavalla kunnossapidolla pyritään tutkimaan, miten kunnossapidon tarvetta voitaisiin pienentää tai poistaa kokonaan. Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa vaihdetaan koneen osia joko säännöllisesti tietyin väliajoin, tietyn käyttöajan jälkeen tai mittauksen osoittaessa vaihdon tarpeen. Radikaali ratkaisu olisi päivittää konekanta hankkimalla uudempia koneita vanhempien ja riskialttiimpien ruiskuvalukoneiden tilalle. Tämä toimenpide vaatii runsaasti resursseja, mutta tuottaa voittoa pitkällä aikavälillä.

4.7 Asetusprosessit

Asetusprosessien nopeuttamisen lähtökohtana on, että jokaisella koneella tulisi olla ainoastaan yksi muistitikku/levyke, josta löytyy ohjelmaparametrit ruiskuvalukoneelle. Tällä muotin vaihto onnistuisi nopeammin, koska asentajien ei tarvitse miettiä, ovatko säädöt oikein heti alusta alkaen. Toki muutamia säätöjä pitää muotin vaihdon yhteydessä aluksi tehdä, mutta tavoitteena olisi se, että uusi ajo saataisiin tuotantoon mahdollisimman nopeasti, luotettavasti ja ilman ongelmia.

Uusien kappaleiden koeajoon pitää käyttää tarpeeksi kauan aikaa ja panostusta ja koeajon tärkeys näkyy siinä vaiheessa, kun uusi kappale tulee tuotantoajoon. Asentaja tekee työohjeeseen tarpeelliset tiedot itse ajosta, mahdollisista ongelmakohdista, laatuun liittyvistä asioista tai kappaleeseen liittyvistä testauksista. Näillä toimenpiteillä varmistetaan oikeat toiminnot ajon aikana ja laatu vastaa asiakkaan odotuksia. Kuviossa 15 on asetusajojen lyhentämisen apulaulukko.



Kuvio 15. Asetusaikojen lyhentäminen
(Tuominen 2010, 97.)

4.8 Prosessien vakiinnuttaminen

Hyväksi todetut prosessiin liittyvät toiminnot ja tavat tulisi vakiinnuttaa jokaiselle tuotannossa työskentelevälle. Koneiden ja oheislaitteiden säännöllinen tarkastus ja mahdollinen huolto ovat ensisijainen asia toimivan tuotannon kulmakivenä. Vuorovastaavilla tulisi olla vuorojen vaihdon yhteydessä 5–10 minuutin pituinen tilannekatsaus, jossa vuorovastaavat käyvät läpi vuoron aikana tapahtuneita asioita esimerkiksi laatuun tai keskeneräisiin asennuksiin liittyen. Tällä pienimuotoisella tilannekatsauksella seuraavan vuoron vuorovastaavan on helpompi alkaa jakamaan eri työtehtäviä tai esimerkiksi korjata heti edellisen vuoron aikana tapahtuneet laatuun liittyvät poikkeamat.

Työohjeista löytyy laatuun liittyviä asioita, joita jokaisen työntekijän tulisi noudattaa mahdollisimman hyvin ja tarkasti. Tällä toimenpiteellä vähennetään kaksinkertaisen tarkastuksen määrää tuotannon ja lähettämön välillä.

4.9 Tuotannonsuunnitteluprosessien tehostaminen

Tuotannonsuunnittelun tarkoituksena on täyttää myynnin tarpeet ilman varastojen syntymistä. Varautuminen mahdollisiin kausivaihteluihin tai muihin kysynnän vaihteluihin edellyttää joustavuutta, niin henkilöstössä kuin työajoissa. Käytettäviä menetelmiä ovat esimerkiksi:

- jatkuvan ylikapasiteetin ylläpitäminen
- työvuorojen muutokset ja työvuorojen pidennykset
- ylityö
- alihankintojen lisääminen
- välillisten henkilöitten tilapäinen käyttö
- investoinnit ja kapasiteetin lisäykset pullonkaulakohtissa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli antaa yritykselle käyttökelpoisia ja uusia menetelmiä hyödyntää LEAN-ajattelutapaa. Yrityksen toimihenkilöille ja työntekijöille tehdyn haastattelun jälkeen alettiin etsiä eri tietolähteistä informaatiota tutkimusongelmiin liittyen. Seuraava vaihe havainnoinnin ja tiedonkeruun jälkeen oli hankitun tiedon soveltaminen ruiskuvalutuotantoon. Hyviä suosituksia ruiskuvalutuotannon kehittämiseksi ja ajattelutapaan siirtymiseksi olisivat prosessin vakiinnuttaminen, vuorovastaavien tilannekatsaus vuorojen vaihdon yhteydessä, 5S-menetelmän seuraaminen ja parantaminen, asetusajkojen lyhentäminen sekä hukan vähentäminen, joista löytyy enemmän tietoa luvusta 4. Johdon sitoutuminen LEAN-menetelmien käyttöönotossa ja siihen perehdyttämisessä on ensisijaisen tärkeä asia.

Yhteistyötä Seinäjoen ammattikorkeakoulun kanssa voisi hyödyntää siten, että yrityksestä osallistuu henkilöitä esimerkiksi koululla järjestettäviin LEAN-koulutuksiin. Toinen hyvä yhteistyömahdollisuus on yrityksen kanssa tehtävät projektit, joissa ammattikorkeakoululta tulee projektiryhmä, joka ratkaisee yritykseltä saamia ongelmatilanteita sekä dokumentoi ne yritykselle ja koululle. Mahdollisia kehitysprojekteja olisivat muun muassa tuotannon automatisointi, joka helpottaa yrityksen toimintaa huomattavasti.

Lopuksi voi todeta, että LEAN-johtamisfilosofia on jo vuosikymmenten ajan ollut menestyksekkäin toimintamenetelmä teollisuudessa, etenkin autoteollisuudessa. LEAN on ennen kaikkea laatuun, kustannustehokkuuteen ja toimitusvarmuuden kannalta käytännöllinen menetelmä, joka on menestyvän ja kilpailukykyisen yrityksen kulmakivi.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehdyttää lukija ensinnäkin LEAN-johtamisfilosofiaan yleisellä tasolla, kuten mitä se sisältää ja mitä eri osa-alueita siihen liittyy. Työn tavoitteena oli selvittää uusia menetelmiä, joita hyödynnetään ja sovelletaan Junkkari Muovi Oy:n ruiskuvaluosastolla Kauhavan Ylihärmässä.

Toimeksiantajan tutkimusongelman lähtökohtana oli se, että yrityksen prosessit eivät toimineet kaikilta osin tehokkaasti, tuotannon laatu ei aina vastannut tavoitteita, tuotannon kehittäminen ei aina ollut työntekijälähtöistä ja hukkaa tuli kokonaisvaltaisesti pyrkiä vähentämään. Näistä lähtökohdista lähdettiin miettimään, mitä LEAN-menetelmiä voitaisiin hyödyntää ongelmien vähentämiseen.

Työn ensisijaisina tavoitteina olivat virtauksen parantaminen, asetusajkojen lyhentäminen ja visuaalisen johtamisen lisääminen. Toissijaisina tavoitteina olivat 7 hukan määrittäminen ruiskuvalussa, aloitetoiminnan ja jatkuvan parantamisen kehittäminen sekä ennakoivan kunnossapidon kartoittaminen.

Tutkimuksessa edettiin ensin selvittämällä nykytila eli selvitettiin tuotannosuunnitteluprosessia, tuotannon virtausta, tutkittiin ja kirjattiin asetusprosessia sekä analysoitiin kunnossapitoa ja nykyisiä ilmoitustauluja. Tutkimusmenetelminä käytettiin haastatteluja, yleistä havainnointia, kirjallisuutta sekä ylimääräisenä tiedonlähteenä kaksipäiväisen Ilkka Kourin vetämän LEAN-koulutuksen hyödyntämistä opinnäytetyössä.

Hyvä apuväline osaamisen kehittämiseksi ja kehittymiseksi on tiimityöskentely ja esimerkiksi 5S-ohjelman avulla yritys parantaa yleistä turvallisuutta, siisteyttä ja ensivaikutelmaa vierailijoille ja yhteistyökumppaneille. Tulosten ja tutkimuksen aikana tehtyjen analyysien perusteella ruiskuvalun osastolla tulisi kiinnittää huomiota jatkossa koeajoihin ja koeajon aikana saatuihin havaintoihin (huomiot kappaleisiin liittyen, oikeat arvot ruiskuvalukoneelle, laatatiedot työhjeisiin ym.), hukan eliminoimiseen välttämällä turhia liikkeitä, laadun tarkastusta moneen kertaan sekä käyttää tarpeeksi aikaa robottien ohjelmoimiseen.

Ilmoitustauluilta tulee selvittää selkeästi johtoportaalalle ja työntekijöille tärkeät asiat, kuten laatu, tuotannon tehokkuus ja esimerkiksi 5S-pisteytys, vuorovastaavilla vuorojen vaihdon yhteydessä pienimuotoinen palaveri vuorossa tapahtuneista asioista, kuten keskeneräisistä asennuksista tai laatuvirheistä. 5S:n kautta yrityksen työpisteet ja muut tuotannon osastot pysyvät siistinä ja järjestyksessä sekä ovat aina vierailukunnossa. PDCA-syklin (Plan, Do, Check, Act) ja ongelmanratkaisutaulukon avulla yritys pystyy jatkuvasti kehittämään toimintaansa.

LEAN-menetelmä on laajalti teollisuudessa käytetty tapa, jonka keskeisenä ajatuksena on kaiken turhan ja ylimääräisen poistaminen tuotannosta. LEAN on kaiken kaikkiaan käytännön työkalu, joka kehittää työntekijän henkilökohtaisia taitoja sekä parantaa yrityksen kilpailukykyä.

Kaiken kaikkiaan LEAN-menetelmien hyödyntämisen tutkiminen yritykselle on ollut antoisa ja mielenkiintoinen opinnäytetyön aihe. Yrityksen antamat tavoitteet toteutettiin, tutkimusongelmille löydettiin opinnäytetyön tulosten avulla työkaluja niiden ratkaisemiseen ja yhteistyö yrityksen kanssa oli toimivaa koko opinnäytetyöprosessin ajan.

LÄHTEET

- Abilla, P. Ei päiväystä. Lean A3 Examples in Healthcare - Lean for Haiti. [www-dokumentti]. Schmula. [Viitattu 31.3.2014]. Saatavissa: <http://www.shmula.com/lean-for-haiti/8147/>
- Auer, A. ym. 2013. Ketterää kehitystä. Helsinki: Finn Lectura.
- Aosis. Ei päiväystä. A Lean Six Sigma approach to the improvement of the selenium analysis method. [www-dokumentti]. Aosis Openjournals. [Viitattu 4.4.2014]. Saatavissa: <http://www.ojvr.org/index.php/ojvr/article/view/407/724>
- Bayer. Ruiskupuristajan ohjekirja. Helsinki: Oy Suomen Bayer Ab.
- Business 901. 2014. Toyota Production System The Toyota Lean House. [www-dokumentti]. Business 901. [Viitattu 3.4.2014]. Saatavissa: <http://business901.com/blog1/tag/toyota-production-system/>
- Huhtala, P. & Pulkkinen, A. 2009. Tuotettavuuden kehittäminen. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.
- Junkkari Muovi. Ei päiväystä. Company presentation. Junkkari Muovi Oy. [Viitattu 15.2.2014]. Ei saatavissa.
- Junkkari Muovi. Ei päiväystä. Company presentation. Junkkari Muovi Oy. [Viitattu 9.4.2014]. Ei saatavissa.
- Junkkari Muovi. Ei päiväystä. Muottitoiminnot. [www-dokumentti]. Junkkari Muovi Oy. [Viitattu 8.3.2014]. Ei saatavana.
- Junkkari Muovi. Ei päiväystä. Reaktiovalu. [www-dokumentti]. Junkkari Muovi Oy. [Viitattu 11.2.2014]. Ei saatavana.
- Junkkari Muovi. Ei päiväystä. Ruiskuvalu. [www-dokumentti]. Junkkari Muovi Oy. [Viitattu 16.2.2014]. Ei saatavana.
- Junkkari Muovi. Ei päiväystä. Yritysinfo. [www-dokumentti]. Junkkari Muovi Oy. [Viitattu 4.2.2014]. Ei saatavana.
- Järvelä, P., Syrjälä, K. & Vastela, M. 2000. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata Oy.
- Järvinen, P. 2008. Uusi muovitieto. Porvoo: Muovifakta Oy.

Karjalainen, J. Ei päiväystä. Tuotanto. [www-dokumentti]. Oy Mariet Plast Ltd. [Viitattu 18.3.2014]. Saatavissa: <http://www.marietplast.com/tuotanto.html>

Liker, J K. 2008. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.

MSK Group. Ei päiväystä. Historia. [www-dokumentti]. MSK Group Oy. [Viitattu 6.2.2014]. Ei saatavana.

MSK Group. Ei päiväystä. Yritysinfo. [www-dokumentti]. MSK Group Oy. [Viitattu 22.2.2014]. Ei saatavana.

MSK Plast. Ei päiväystä. Valmistustekniikat. [www-dokumentti]. MSK Plast Oy. [Viitattu 12.4.2014.]. Saatavissa: <http://www.mskplast.fi/tekniikat>

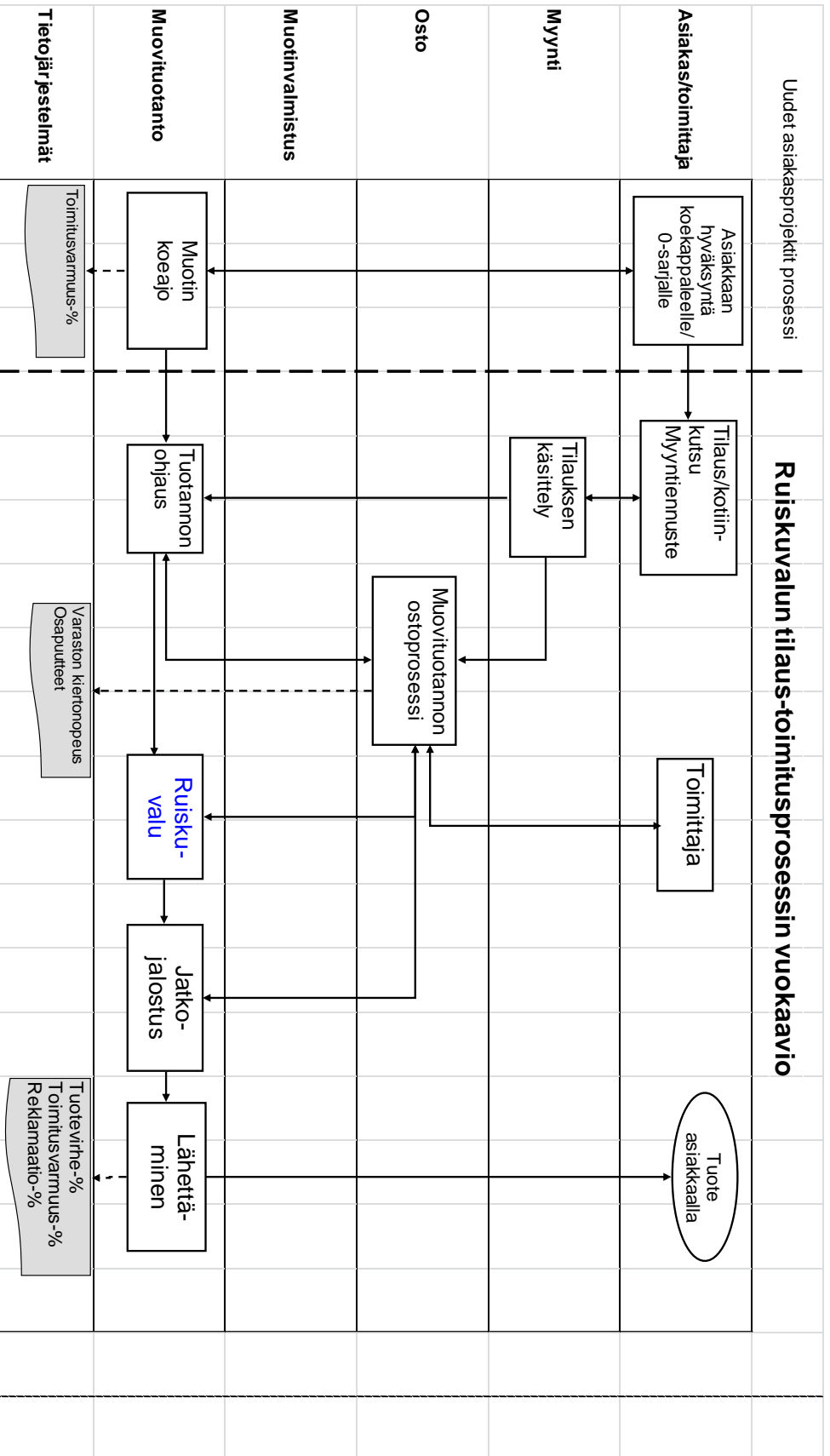
Tampereen teknillinen yliopisto. Ei päiväystä. Muovit. [www-dokumentti]. Tampereen teknillinen yliopisto. [Viitattu 10.2.2014]. Saatavissa: http://www.ims.tut.fi/vmv/2005/vmv_4_4_3.php

Tuominen, K. 2010a. LEAN kohti täydellisyyttä. Helsinki: Readme.

Tuominen, K. 2010b. LEAN käytännössä. Helsinki: Readme.

LIITTEET

Liite 1: Arvovirtakuvaus



PROSESSIN PERUSTIEDOT	
Prosessin nimi:	Muovituotteiden tilaus-toimitusprosessi
Prosessin tarkoitus:	Valmistaa ja toimittaa asiakkaan vaatimusten mukaisia tuotteita
Prosessin omistaja: (kuka vastaa, kuka tekee)	Johtaja, ruiskuvalu
Prosessin ohjaustekijät: (käynnistystekijät, säätöimpulssi)	Myyntitilaus, sopimuskatselmus, työmääräin
Prosessiin sisältyvät keskeiset resurssit: (koneet, laitteet, välineet, dokumentaatio; ohjeistus, piirustus yms.)	Ruiskupuristin, muotti, tuotteen piirustukset, liittyvät ohjeet
Prosessin asiakkaat ja keskeiset asiakasvaatimukset:	Asiakas, myyntitilaus, sopimuskatselmus, tuotespesifikaatio
Prosessin käyttämät keskeiset "inputit": (materiaali, osa, informaatio)	Myyntitilaus, raaka-aineet, uusi muotti
Prosessin tuotokset: (tuote, osa, informaatio, seuraavan vaiheen input, arkistoinnit, lomakkeet, atk-tiedostot)	Asiakkaan vaatimusten mukaisesti toimitettu virheetön tuote, tilausvahvistus, maksutiedot laskutukseen, lähetyslista
Mistä prosessi alkaa?:	Tilaus
Mihin prosessi päättyy?:	Asiakas maksaa laskun
Prosessin menestystekijät:	
Prosessin mittarit:	Report Managerin raportit
Prosessin tulosten ja palautteen käsittelytapa:	
Prosessin kehittämismenettely:	Johdon katselmus, laatusuunnitelmat

	Työvaihe/ osaprosessi	Kuka/keitä, vastuut	Kriittiset tekijät	Mittarit	Työohjeet yms.	Tietojen hallinta, "input ja output"-tieto
1	Tilausten käsittely	Tuotantokoordinaattori, työnjohtaja				Input: Myyntitilaus Output: Tilaukanta
2	Osto ja materiaalivarasto	Hankintapääsilikkö, materiaalinvalvoja, tavaran vastaanottaja			Raaka-aineiden ja komponenttien ostotoiminta, Vastaanotto tarkastus	Input: tieto ruiskupuristuksesta ja jatkoalosteuksesta tarvitsemista materiaaleista, ostettu materiaali, lähetyslista, ratkikijja, ostotilausvahvistus, laskutusliedot toimittajalta Output: materiaali, ostotilaus, laskunnaksu toimittajalle
3	Tuotannon ohjaus	Työnjohtaja			Tuotannon ohjaus	Input: tilaukanta, muotinnuoto/-vkaraportti Output: tilausvahvistus, työjono, työmääräin
4	Muottivarasto- ja huolto	Muottihuoltaja			Muottihuolto	Input: työmääräin, muotti ruiskupuristuksesta Output: huollettu muotti, muotinnuoto/-vkaraportti
5	Ruiskupuristus	Vuorostaava, asentaja,		Koneiden käyttöaste	Ruiskupuristus, Asetusten teko ruiskupuristuskoneille, Tuotannon aikaiset tarkastukset	Input: työmääräin, muotti Output: työmääräin, muotti, ruiskupuristettu tuote
6	Jatkojalostus	Viimeistelijä, kokoonpanija				Input: työmääräin, ruiskupuristettu tuote Output: työmääräin, jatkojalostettu tuote
7	Tarkastus ja testaus	Viimeistelijä, kokoonpanija		Sudet	Loppu tarkastus	Input: työmääräin, jatkojalostettu tuote Output: tarkastettu ja testattu tuote
8	Pakkaus	Viimeistelijä, kokoonpanija, lähettäjä			Pakkaaminen	Input: työmääräin, tarkastettu ja testattu tuote Output: työmääräin, pakattu tuote, tieto Ax:än valmistus erästä
9	Toimitus ja varastointi	Lähettäjä		Toimitusvarmuus	Toimitaminen	Input: työmääräin, pakattu tuote Output: toimitettu tuote, lähetyslista, tieto Ax:än hävikistä, toimituksesta ja toimitusvarmuudesta