

LEAN-JÄRJESTELMIEN HYÖDYNTÄMINEN TELATUOTANNOSSA

Niko Kuusio

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) KUUSIO, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 01.04.2013
	Sivumäärä 52	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi LEAN-JÄRJESTELMIEN HYÖDYNTÄMINEN TELATUOTANNOSSA		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) PARVIAINEN, Miikka PEURANEN, Harri		
Toimeksiantaja(t) Metso Paper, Rautpohja Symtela-, Symbelt- ja sylinterivalmistus		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin Metson telatuotannon kehittämisen nykytilaa ja seuraavaa toteutettavissa olevaa Leanin mukaista kehitysaskelta tulevaisuudessa. Lähtötilanteeksi opinnäytetyölle asetettiin telatuotannon sen hetkinen tilanne, jossa käytössä on 5S ja Kaizen-tyyppiset kehitysryhmät. Myös aiempia kehitysprojekteja tuli tutkia osana nykytilannetta.</p> <p>Opinnäytetyössä kehitysprojektille valittiin myös esimerkkikohde, jossa kehitysprojektia pyrittiin tutkimaan tarkemmin. Pilottikohteeksi opinnäytetyöhön valittiin yksi verstaan kolmesta avarrusporasta. Tästä huolimatta opinnäytetyön tuloksen tuli olla mahdollisimman monikäyttöinen työpisteiden välillä. Telatuotannossa työpisteitä on kaikentyyppisiä aina koneistuksesta kokoonpanoon ja pintakäsittelyihin.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena työpisteelle syntyi projektikohtainen mittarointi- ja seurantajärjestelmä, jolla yksittäisen työpisteen tuotannollisia tunnuslukuja voidaan mitata 5-akselisella tutkadiagrammilla. Tutkadiagrammi osoitti dataa viidestä tavoitteiden kautta määritellystä tunnusluvusta, jotka olivat oma valmistusprosessi, käyttöaste, käytettävyyden virheettömyys ja saapuvuus.</p> <p>Mittaroinnilla selvitettiin, että pilottikohteeksi valitulla aarporalla heikoiden hallittava prosessi omassa tuotannossa on oikea-aikainen saapuvuus ja erityisesti valuihion saapuvuus.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Metso Paper, kehitys, parannus, TPS, Lean, Kaizen, 5S, Six Sigma, mittarointi, tutkadiagrammi, käyttöaste, käytettävyyden virheettömyys		
Muut tiedot		



Author(s) KUUSIO, Niko	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 01042013
	Pages 52	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title USAGE OF LEAN THINKING IN CYLINDER PRODUCTION		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) PARVIAINEN, Miikka PEURANEN, Harri		
Assigned by Metso Paper, Rautpohja Sym-roll, SymBelt and Cylinder Manufacturing		
Abstract <p>The subject of this bachelor's thesis project was to improve Metso's cylinder production and finding out the next step of development by using Lean-thinking. The baseline of the thesis was the current situation of roll production, where there are 5S and Kaizen-type development groups in use. Previous development projects were also part of the baseline.</p> <p>The thesis includes a pilot-project in the actual working space, where the development project was investigated further. One of the workshop's three broaching machines was elected for the pilot-project. Despite this, the result of the thesis had to be versatile and suitable for different work places. Roll production includes working spaces from machining to assembly and surface finishing.</p> <p>The result of the thesis study was a new measuring and monitoring system. The monitoring system is a 5-axis radar diagram which uses productivity parameter data and reveals the weakest process part. Radar diagram uses data from five process parts of the working space. These process parts were manufacturing, utilization, usability, accuracy and availability.</p> <p>The measuring and metering project showed that in the pilot working space the worst managed process part was availability and especially the availability of the cast cylinder axel.</p>		
Keywords Metso Paper, development, improvement, TPS, Lean, Kaizen, Six Sigma, measuring, radar diagram, utilization, availability		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
2	OPINÄYTETYÖN PÄÄMÄÄRÄT	5
2.1	Lähtökohdat ja tavoitteet	5
2.2	Lähestymistapa	6
3	METSO-KONSERNI.....	6
3.1	Historia.....	6
3.2	Nykypäivä.....	7
3.3	Tulosalueet	9
3.4	Sym-tela, Sym-Belt ja sylinterivalmistus.....	10
4	LEAN OSANA TUOTTAVAA TAPAA TOIMIA	11
4.1	Toyota Production System	11
4.2	Kaizen – jatkuvan parantamisen periaatteet	13
4.3	LeanSixSigma	15
4.4	5S-metodin käyttäminen lähtötilanteen luomiseksi	17
4.5	Tavoitetila pitkäaikaisena tähtäimenä	18
4.6	Jidoka - Kulttuuri, jossa pysähdytään korjaamaan ongelmat.....	19
4.7	Prosessien mittaaminen ja monitorointi.....	21
5	TELATUOTANNON KEHITTÄMINEN.....	23
5.1	Lähtötilanne.....	23
5.1.1	Telatuotannon nykytilanteen kuvaus.....	23
5.1.2	Aiemmat kehitysprojektit ja niissä kohdatut haasteet	24
5.1.3	PETRAUS	30
5.2	Pilottikohde	31
5.2.1	Kohteen valinta	31
5.2.2	Nykytilanteen kuvaus	31
5.2.3	Tavoitetilan asettaminen	32
5.2.4	Tutkadiagrammin valinta mittausvälineeksi	34
5.2.5	Diagrammiin syötettävät lähtötiedot ja niiden kerääminen.....	36
5.2.6	Koemittaukset	39
5.2.7	Mittausten virhearviointi	41

	2
6 TULOKSET	43
6.1 Mittausdatan analysointi.....	43
6.2 Kehitysehdotukset	44
7 POHDINTA	46
7.1 Rautpohjan telatuotannon kehitys.....	46
7.2 Mittarin laatiminen.....	47
7.3 Opinnäytetyö oppimisprosessina	49
LÄHTEET.....	50
LIITTEET	51
Liite 1. Koemittausprojekti 1, LP-30	51
Liite 2. Koemittausprojekti 2, LP-30	52
KUVIO 1. Vuoden 2011 liikevaihdon koostuminen asiakasteollisuuksittain. (Metso Oy, 2013).....	8
KUVIO 2. Metson liikevaihto raportointisegmenteittään 2011. (Metso Oy, 2013)	8
KUVIO 3. Paperikonetehtas ja SSS-valmistus	10
KUVIO 4. TPS:n rakennekaavio (Liker 2004, 33).....	12
KUVIO 5. 8-hukkaa Toyotan määritelmän mukaisesti.	13
KUVIO 6. Demingin ympyrä (Liker 2004, 265).....	14
KUVIO 7. DMAIC-prosessiympyrä (MET 2001, 8).....	15
KUVIO 8. DMAIC-prosessin eteneminen seitsemällä askelmalla.....	16
KUVIO 9. Six Sigma keskiarvomittaukseen verrattuna (Ryynänen, 2011)	16
KUVIO 10. Ajattelumme kohdatessamme epänormaalitilan (Rother 2010, 105)	18
KUVIO 11. Oikein asetetun mittarin tuomat edut (Moisio & Ritola, 2001, 133)	21
KUVIO 12. Työkalukaappi koneella LP-30 huhtikuussa 2012	27
KUVIO 13. Työpöytä LP-30:llä huhtikuussa 2012	27
KUVIO 14. Kiinnitysarkut LP-30 pöydällä huhtikuussa 2012	28
KUVIO 15. Arkut ja imurinletkut huhtikuussa 2012	28
KUVIO 16. PETRAUS-projektin vaiheet ja toimintakehys (Ryynänen, 2013, 2).....	30

KUVIO 17. LP-30 alitavoitteet.....	33
KUVIO 18. 5-akselin tutkadiagrammi kuvitteellisilla esimerkkiarvoilla	34
KUVIO 19. Alitavoitteiden koostuminen olemassa olevista tietokannoista	37
KUVIO 20. Ensimmäisen koemittauksen tulokset.....	40
KUVIO 21. Toisen koemittauksen tulokset.....	41
TAULUKKO 1. LP-30 liikeradat ja dimensiot	31
TAULUKKO 2. Virheettömyyden koostuminen	38

1 JOHDANTO

Jokaisen omaa tuotetta valmistavan yrityksen on hallittava omat työprosessinsa tehokkaasti ja niitä on kehitettävä jatkuvasti. Poikkeuksetta liiketoiminnassa ollaan tilanteessa, jossa kilpaillaan toisen yrityksen kanssa samoista asiakkaista. Oma tuotantoa tehokkaasti kehittämällä yritys on kilpailukykyisempi ja asiakas todennäköisemmin valitsee kilpailukykyisemmän yrityksen valmistamaan heidän tarvitsemansa hyödykkeen.

Oman tuotannon kehityksessä voidaan käyttää monia ideologioita. Yksi keskeisimpiä ja laajimmin levinneitä tapoja on soveltaa Leania. Lean on lähtöisin Japanista, joka on tehokkaan tuotannon malliesimerkki useiden autonvalmistajien onnistuttua kehittämään oman tuotantonsa asemaan, johon muut pyrkivät. Japanissa on huomattu, että systemaattinen kehittäminen on lähtöisin kaikilta organisaation tasoilta ja yhteisenä lopputuloksena syntyy itse itseään tehokkaammaksi ja kilpailukykyisemmäksi muuttava järjestelmä. Virhe on tilaisuus oppia uutta ja virheiden saaminen näkyviin on syvintä rehellisyyttä ja kunnioitusta omaa tuotantoa kohtaan. Se, että virheen sattuessa se korjataan tänään tarkoittaa käytännössä, ettei sama virhe toistu enää huomenna uudelleen.

Metso Paperin Rautpohjan yksikössä Leanin oppeja on sovellettu järjestelmällisesti vasta muutamia vuosia. 5S-järjestelmää on käytetty tuloksellisesti ja Kaizen on tuonut mukanaan kehitysryhmätoimintaa, mutta seuraava askel on edelleen hämäränpeitossa. Työssä kulmakivet muodostavat ongelmien todennettavuus sekä faktapohjainen ratkaisujen laatiminen. Opinnäytetyössä pyritään selvittämään tuotannon epäkohtia järjestelmällä, jonka käytettävyys on mahdollista aina konekeskeisiltä työpisteiltä kokoonpanoon.

2 OPINÄYTETYÖN PÄÄMÄÄRÄT

2.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteet johtuvat pitkälle aiemmin tehdyistä kehitysprojekteista. Metson telatuotannossa on viime vuoden aikana viety läpi menestyksekkäästi useita 5S-projekteja. Lisäksi vuoden 2012 lopulla käyttöön on otettu myös Kaizen-tyyppiset kehitysryhmät. Kaizenin avulla on kaikkien ääni saatu kuuluviin kehitysasioissa ja 5S -projektit ovat säilyttäneet vaaditun tason keskiarvollisesti melko hyvin, jolloin ajan-kohtaiseksi asettuu kehityksen seuraava askel. Systemaattista kehitystä hidastaa merkittävästi se, että näiden muutamien valmiiden kehitystyökalujen käytön jälkeen ei välttämättä ole nähtävillä selkeästi seuraavaa kehityskohdetta tai kehityksen tarvetta työpisteellä.

Opinnäytetyö keskittyy seuraavaan askeleeseen 5S-projektien jälkeen soveltuen mahdollisimman monelle työpisteelle ja koneelle. 5S-projektin voi toteuttaa lähes mille työpisteelle tahansa, mutta tämän jälkeen ei ole olemassa yhtenäistä seuraavaa askelta. Tällöin on olennaista saada kohdistettua projekti oikealle työpisteelle oikeaan toimintoon. Tärkeänä piirteenä opinnäytetyössä ovat nykytilannekuvaukset, sillä nämä luovat lähtökohtaisen tietoperustan nykyhetkestä, josta tehdään vasta tavoitteelliset kehityssuunnitelmat tulevaisuuteen. 5S-projektien luonteesta poiketen tämän kehityksen tulisi olla tavoitepohjaista ja mitattavissa olevaa, jolloin saman menetelmän käyttötapa ajan kuluessa ei muuttuisi merkittävästi. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että vaikkakin tavoitetta lähestytään jatkuvasti, mittarointi osaa ohjata kehitystä edelleen siihen prosessin osaan, jossa ei menestytä yhtä hyvin kuin muilla prosessin osa-alueilla. Prosessien osa-alueilla kuvaan koneiden- ja työpisteiden yleisiä mittaustapoja ja tunnuslukuja, kuten käyttöastetta, käytettävyyttä ja toimitusvarmuutta. Aihe on rajattu tälle alueelle, sillä 5S-projektien tulokset ovat jo selkeästi nähtävillä useissa työpisteissä, eikä selkeää yksiselitteistä kehityssuunnitelmaa jatkoa varten ole olemassa.

Opinnäytetyön yksi osuus on soveltaa valittua kehitystapaa pilottikohteessa. Koko telatuotantoon sovellettavissa olevaa kehitysprojektia päätettiin kokeilla opinnäyte-

työn laadinnan yhteydessä yhdellä verstaan aarporista, jossa 5S-projekti on suoritettu noin vuosi sitten hyvillä tuloksilla.

2.2 Lähestymistapa

Opinnäytetyössä telatuotannon kehitystä lähestyttiin aiemmin tehtyjen projektien sekä kirjallisuudessa laajasti esitetyn ja käsitellyn tilastollisen kehittämisen kautta. Tavoiteajattelun korostaminen ja sen siirtäminen tilastollisesti perusteltuna verstashenkilöstölle lattiatasolle sitoi yhteen useita Lean-projekteissa yhdessä vaikuttavia toimintoja. Mittarointiin tarvittavia tietoja kerättiin useista Metson omista tietokannoista. Myös haastattelut verstashenkilöstön kanssa loivat kuvaa nykytilanteesta ja osoittivat pilotti kohteessa halukkuutta muutokseen. Kirjallisuuden tutkimisessa metodina käytettiin lähtötilanteeseen kytkeytyvien Lean-työkalujen tutkimista sekä erityisesti implementoinnin onnistumiseen vaikuttavia piirteitä.

3 METSO-KONSERNI

3.1 Historia

Metson historia ulottuu aina 1920- ja 30-luvuille asti. Tuolloin yhdistetyt teollisuusyhtiöt muodostivat teollisuuden osan, jonka päätehtävä oli varustaa Suomen armeijaa. Nämä ase- ja varustetehtaat yhdistettiin ensimmäisen kerran saman nimen alle 1940-luvulla, jolloin nimeksi tuli Valtion Metallitehtaat. ValMetin valikoimaan kuului mm. laivat, lentokoneet, aseet, veturit, traktorit laivamoottorit ja hissit. Samaisella vuosikymmenellä myös Rauma Raahe Oy:n telakka aloittaa toimintansa, kun joukko höy-

rysahtoista kehittyneitä saha- ja puutavarayhtiöitä yhdistyi vuonna 1942. (Metso Oy 2012)

Molemmat yrityksistä kasvoivat vuosikymmeniä ja suorittivat monia yritysostoja ja fuusioita. 1950-luvulla Rauma Raahen nimi vaihtui, kun yhtiöön liitetään kaksi merkittävää sahateollisuuden toimijaa: Repola-Viipuri Oy ja Lahti Oy. Nimeksi muodostui Rauma-Repola. Nimi vaihtui vielä kerran vuonna 1991, jolloin Rauma- Repola ja Yhtyneet Paperitehtaat fuusioituivat. Lopulliseksi nimeksi muodostui Rauma Oy, joka oli Repola Oyn omistuksessa ja toimi tytäryhtiönä. Tällöin Raumaan keskitettiin uuden yhtiön kone- ja metalliteollisuus. 1980-luvulla ValMet selkeytti toimintaansa myydessään telakkateollisuuden Wärtsilälle ja ostaessaan vaihdossa Wärtsilältä Järvenpäässä toimivan paperikoneiden jälkikäsitteilylaitteita valmistavan yksikön. (Metso Oy 2012)

Varsinaisesti historia Metso-nimeä kantavalla yrityksellä alkoi heinäkuussa vuonna 1999, jolloin ValMet ja Rauma Oy yhdistyivät ja uusi yritys sai nimekseen Metso. Metson merkittävimpiä yritysostoja sen nykyisten liiketoimintalinjojen perusteella ovat Beloitin kanssa solmittu kauppa vuonna 2000. Tällöin Metso osti Beloitin paperikoneteknologian, sisältäen telapinnoituksen, silloisten maailmalla olevien Beloit-paperikoneiden kaikki jälkimarkkinatoiminnot, sekä kaikki Beloitin paperiteknologian patentit ja useita koepaperikoneita. (Metso Oy 2012)

3.2 Nykypäivä

Henkilöstöä yrityksessä tänä päivänä on globaalisti yli 30 000 ja asiakkaita on yli 100 maassa. Kaiken kaikkiaan Metsolla on toimintaa yli 300 yksikössä jotka sijaitsevat yli 50 maassa. Liikevaihto vuonna 2011 oli 6 646 milj. euroa. Liikevaihto on kasvanut liki 20 % edelliseen vuoteen verrattuna. Kuviossa 1 on kuvattu Metson liikevaihto asiakasteollisuuksittain. Merkittävästi osuuttaan yhtiön sisäisessä liikevaihdon koostumuksessa on kasvattanut ainoastaan kaivosteollisuuden osa, joka on noussut 3 % edellisvuodesta. (Metso Oy 2013)

Liikevaihto 6 646 milj. e
(2010: 5 552 milj. e)



KUVIO 1. Vuoden 2011 liikevaihdon koostuminen asiakasteollisuksittain. (Metso Oy, 2013)



KUVIO 2. Metson liikevaihto raportointisegmenteittäin 2011. (Metso Oy, 2013)

3.3 Tulosalueet

Metson toiminta nykyisessä organisaatiossa rakentuu kolmen toimintosegmentin mukaan. Nämä segmentit ovat Kaivos- ja maarakennus, Automaatio ja Massa, paperi ja voimantuotanto. Liikevaihto segmentteittäin on esitetty kuviossa 2. Jokainen näistä liiketoiminnoista koostuu usean liiketoimintalinjan summasta. Jokaiselle toimintosegmentille oleellisena osana kuuluu Palvelut-liiketoimintalinja, jonka kokonaisuus Metson liikevaihdosta 2011 oli yli 40 %. (Metso Oy, 2013)

Kaivos- ja maarakennussegmentti koostuu Mineraalien jälkikäsittelyjärjestelmät-, Murskaus- ja seulontalaitteet- sekä Palvelut-liiketoimintalinjoista. Tämä liiketoimintasegmentti toteuttaa asiakkailleen kaikkea kaivosteollisuuden kokonaisratkaisuksista erillissuuniteltuihin kaivostyölaitteisiin. Vahvana osana tälläkin alueella on Palvelut-liiketoiminta, joka tarjoaa yksilöllistä suunnittelua, asiantuntijapalveluita, sekä varaosa- ja huoltopalveluja. (Metso Oy, 2013)

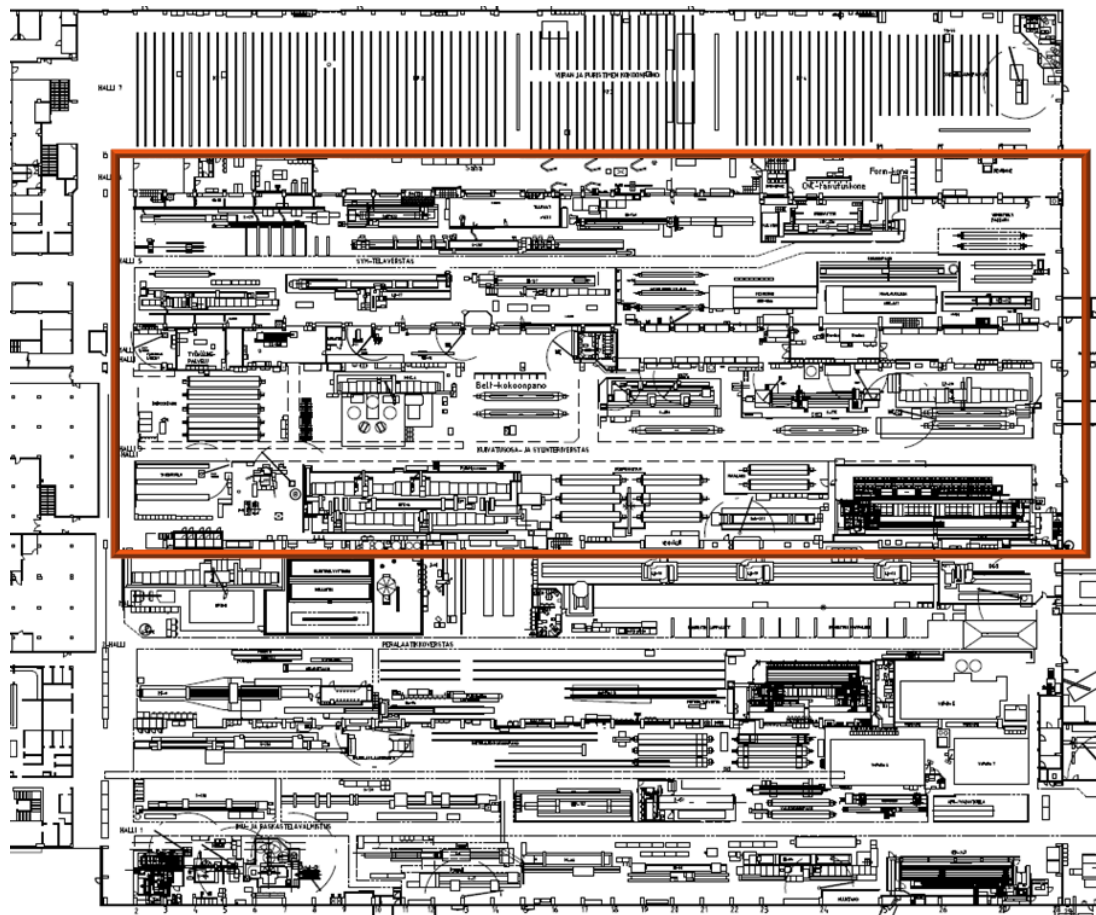
Automaatiosegmentillä toiminnallisina linjoina ovat Prosessiautomaatiojärjestelmät-, Virtauksensäätöratkaisut- ja Palvelut-liiketoimintalinja. Automaation vahvimpina tuotteina toimivat prosessiautomaatio- ja informaatiohallintajärjestelmät ja sovellusverkot, sekä niiden kehittäminen. Segmentin asiakkaat ovat usein voimantuotanteollisuuden, massa – ja paperiteollisuuden tai öljy- ja kaasuteollisuuden piiristä. Myös kaivosteollisuudessa on hyödynnetty automaation ratkaisuja. (Metso Oy, 2013)

Massa, paperi ja voimantuotanto-segmentillä voidaan asiakasteollisuuksille toimittaa valmiita ratkaisuja koko paperi ja voimantuotannon saralla. Paperiteollisuuden pitäessä sisällään osittain myös kemianteollisuuden osia, on koekoneiden avulla mahdollista simuloida juuri asiakkaan konetta, jolloin prosessissa voidaan kokeilla haluttuja muutoksia, ilman että nämä vaikuttavat varsinaisen paperitehtaan tuotantoon tässä vaiheessa. Segmentti pitää sisällään myös massateollisuuden, paperin- ja kartongin tuotantolinjat, sekä niiden modernisoinnin. Segmentiltä löytyy myös mahdollisuus esimerkiksi huoltopalveluun, mikäli jo olemassa olevalle paperikoneelle pitää tehdä

uusi huoltosuunnitelma ja sopimus. (Metso Oy, 2013)

3.4 Sym-tela, Sym-Belt ja sylinterivalmistus

Metso Paperin Rautpohjan paperikonetehtaan halleissa 3-5 sijaitsee Sym-tela-, Sym-Belt- ja sylinterivalmistus. SSS-verstaan sijainti on esitettyinä kuviossa 3. Sym- ja belt-telat ovat paperikoneessa puristinosalla olevia taipumakompensoituja teloja, joiden päätehtävä on poistaa vettä paperiradasta. Lisäksi näitä teloja käytetään myös kalanteloina. Telat toimivat aina telapareittain, jolloin taipumakompensoiduilla teloilla saadaan suurista päätypuristusvoimista huolimatta pidettyä nippi suorana. Puristinosan jälkeen paperiradan kuiva-ainetaso on 35-50 % (KnowPap, 2005).



KUVIO 3. Paperikonetehtas ja SSS-valmistus

Puristinosan taipumakompensoitujen telojen lisäksi sss-valmistuksessa tehdään osia myös kuivatusosalle. Kuivatusosan telat voidaan karkeasti jakaa vac-teloihin ja kuivatussylintereihin. Vac-telat ovat alipaineen avulla kuivattavia teloja ja kuivatussylinte-

rit ovat vesihöyryn avulla kuumennettuja kontaktikuivatusmenetelmää käyttäviä te-
loja. (KnowPap, 2005)

Telatuotannon tuotteista johtuen tuotanto on funktionaalista ja vaiheajat vaihtelevat
tunneista viikkoihin. Paperikoneiden tela-akselit painavat itsessään useita kymmeniä
tonneja ja ovat lähes 10 metriä pitkiä jolloin useiden tuntien asetusajat ja vaativat
erikoisnostot ovat tällä verstaalla arkipäivää. Vaikka tuotteissa hyödynnetään aina jo
olemassa olevaa tietoa, asiakkaat haluavat usein sellaisen paperikoneen, jollaista ei
yksinkertaisesti ole ennen valmistettu. Näistä syistä telatyypin pysyessä samana,
niiden mittoja halutaan usein muuttaa siten, että kappaleen valmistaminen ei ole
mahdollista täysin samoin kuin viimeksi. Tuotanto vaikuttaakin usein ulkoa katsottu-
na lähes prototyyppituotannolta, koska sillä hetkellä valmistettavaa telaa vastaavilla
mitoilla ei välttämättä valmisteta enää ikinä.

4 LEAN OSANA TUOTTAVAA TAPAA TOIMIA

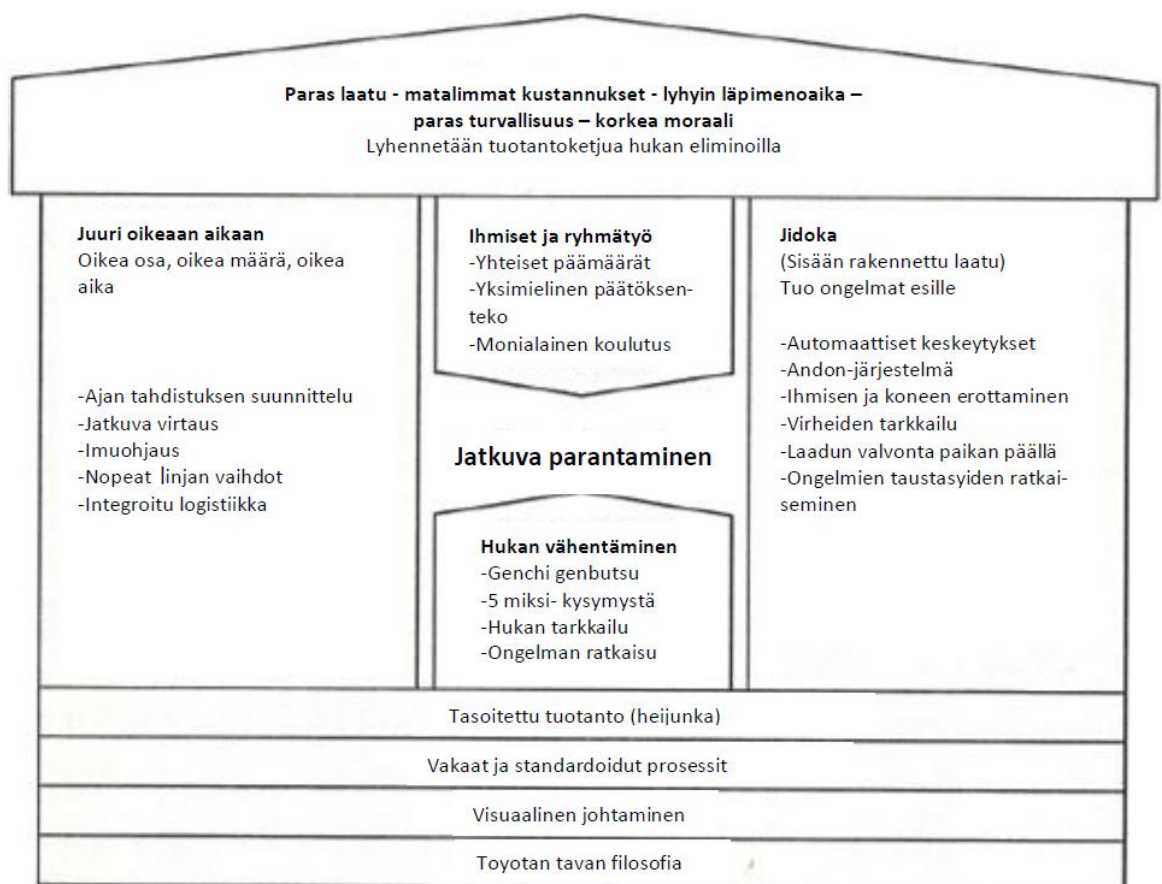
4.1 Toyota Production System

Toyota Production System (TPS) on kenties tehokkaimpia ideologiaperustaisia tuo-
tannon kehitysmalleja joita on olemassa. Ajatusmalli on kehittynyt vuosikymmenien
saatossa ja nostanut autovalmistajan asemaan, johon muut pyrkivät. Monet pääsevät
ajan kuluessa samalle tasolle, mutta tällöin Toyota on jälleen askeleen edempänä.
Tästä on tunnistettavissa yksi selkeä kehitystyön ero muihin yrityksiin nähden: Kehit-
täminen ei tapahdu menetelmäkeskeisesti, vaan se perustuu toiminnan rakentee-
seen. Tämä kehittämisen rakennekaavio on esitetty kuviossa 4 ja kaavio ohjaa kaikkia
kehitystoimia ja on yksi yleisimmin ja laajimmin käytössä olevista kehitystekniikoiden
seinätauluista. (Liker 2004, 33)

Se kuinka tätä kaaviota luetaan, mihin koko TPS pohjautuu, tapahtuu alhaalta ylös-
päin. Alimmilla tasoilla luodaan kestävä pohjatyö yrityksen johtamiskäytäntöihin sekä
vakaisiin prosesseihin. Näiden ollessa kunnossa, aletaan kasata kahta reunapylvästä:

Just-In-Timea sekä Jidokaa. Näiden ajatus- ja toimintamallien muutos vaatii myös henkilöstön kykyjen lisäämistä sekä ongelmanratkaisun kehittämistä. (Liker 2004, 33)

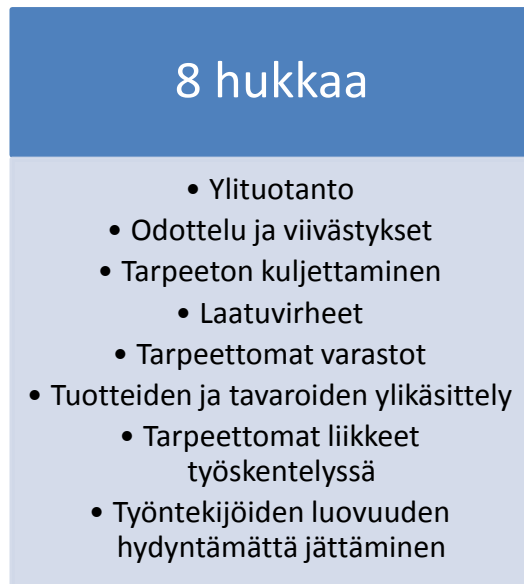
Toyotan henkilöstö mieltää suurimman eroavaisuuden Toyotan ja muiden autovalmistajien välillä olevan *genchi genbutsu*. Käännettynä tämä tarkoittaa että ”mene itse katsomaan ymmärtääksesi tilanteen täysin”. Tämä asia on helposti havaittavissa, kun puhutaan tuotantoyksiköiden johdossa tuotannossa merkitsevistä kysymyksistä, kuten ”noudattavatko työntekijät standardeja töitä tehdessään?” tai ”onko virtaus tasainen ja toimitetaanko osia ennen kuin niitä tarvitaan?”. Näitä asioita voi ymmärtää vain, kun menee itse seuraamaan tuotantoa. (Liker 2004,224)



KUVIO 4. TPS:n rakennekaavio (Liker 2004, 33)

TPS pitää sisällään myös useita työkaluja joiden avulla ja joita käyttäen Toyota edistyy jatkuvasti ja lähenee omaa tavoitettaan. Yksi järjestelmän keskeisistä ajatuksista perustuu hukan poistamiseen ja tämä mielletään usein alueeksi jota ajatellaan kun pu-

hutaan Leanista. Hukkaa Toyota on määritellyt olevan 8 eri tyyppiä. Mikäli nämä hukat (kuviossa 4) ovat niin pieniä kuin mahdollista, tuotanto toimii asetetulla tasolla niin hyvin, kuin mahdollista. Toiminta ongelmien poistamiseksi on pitkäjänteistä vuosien ja vuosikymmenien työtä, joiden tuloksista päästään varsinaisesti nauttimaan vasta, kun ongelman poiston eteen ei tehdä enää työtä. (Liker 2004, 27-30)



KUVIO 5. 8-hukkaa Toyotan määritelmän mukaisesti.

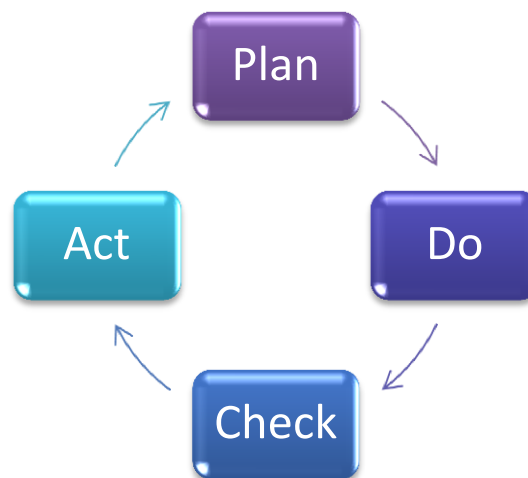
Hukkien poistamiseen on luotu useita kohdistettuja työkaluja jotka ohjaavat yritystä TPS:n rakennekaavion suhteen oikeaan suuntaan, samalla kun ne pienentävät hukkaa. Yksi näistä työkaluista on mm. 5S, josta lisää kappaleessa 4.4.

4.2 Kaizen – jatkuvan parantamisen periaatteet

Kaizen on japanin kieltä ja käännettynä tarkoittaa ”jatkuvaa asteittaista kehittämistä, parannusta tai kohennusta” (Imai, 1986). Suoranaisen kehitystyökalun sijaan Kaizen on siis Leanin tapoja mukaillen ideologia ja ajattelutapa. Kaizenissa sovelletaan syy-seuraus- tyyppistä ajattelua, jossa syy johtaa aina seuraukseen. Jokaisella seurauksella on siis syynsä. Länsimaisesta ajattelusta poiketen Kaizenissa syytä pyritään hallit-

semaan ja ohjaamaan. Länsimaiselle ajattelulle on ominaista, että mikäli se mitä saavutettiin prosessilla ei täytä seuraukselle asetettuja vaatimuksia, koko syy-vaihe muutetaan toiseksi. Itämaisen ajattelun suurin ero, on käsitellä sitä kuinka asteittain muuttamalla syy-vaiheesta saadaan haluttu seuraus. Tämä on pienempien prosessiosien kehittämistä asteittain, joilla on lopulta suuri yhteisvaikutus kokonaisuuteen. (Kaizen-Institute, 2012)

Kaizen noudattaa lähes poikkeuksetta sen peruskaavaa, joka tunnetaan Suunnittele-Tee-Tarkasta-Toimi-ympyränä. Yleisemmin tämä tunnetaan englanniksi esitettynä PDCA- tai Demingin-ympyränä (kuviossa 5). Jatkuvan parantamisen terminä Kaizen tarkoittaa, jatkuvien parannusten tekemistä, olivatpa ne kuinka pieniä tahansa ja kaiken lisäarvoa tuottamattoman hukan eliminointia. Tämä opettaa yksilöille taitoja toimia tehokkaasti pienissä ryhmissä, ratkaista ongelmia, taltioida ja dokumentoida tilanteita, kyseenalaistaa aina vallitseva tilanne sekä analysoida tietoja ja parantaa prosesseja.

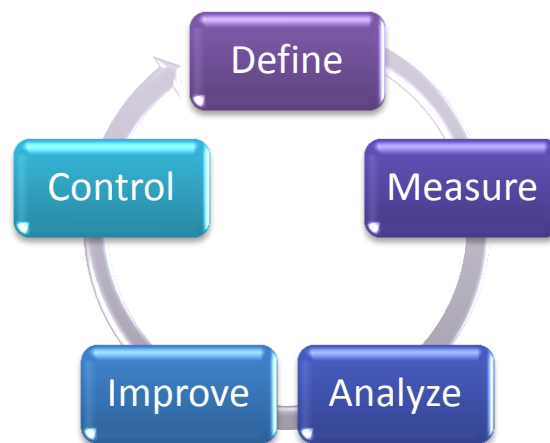


KUVIO 6. Demingin ympyrä (Liker 2004, 265)

Kaizenille ominaista on, että se mitä tavoitellaan, ei välttämättä ole selvillä lähtötilanteessa. On usein tärkeämpää kyseenalaistaa nykytilanne ja miettiä mitä osia prosessikokonaisuudesta ei ole täydellisesti hallinnassa. Tähän tulisi keskitetysti käyttää voimavaroja, jolloin prosessia voidaan hallitusti ohjata tavoitteelliseen suuntaan. Mikäli prosessi ei ole hallinnassa, sitä ei voida satunnaisten muutosten vuoksi ohjata oikeaan suuntaan. (Rother 2010, 59)

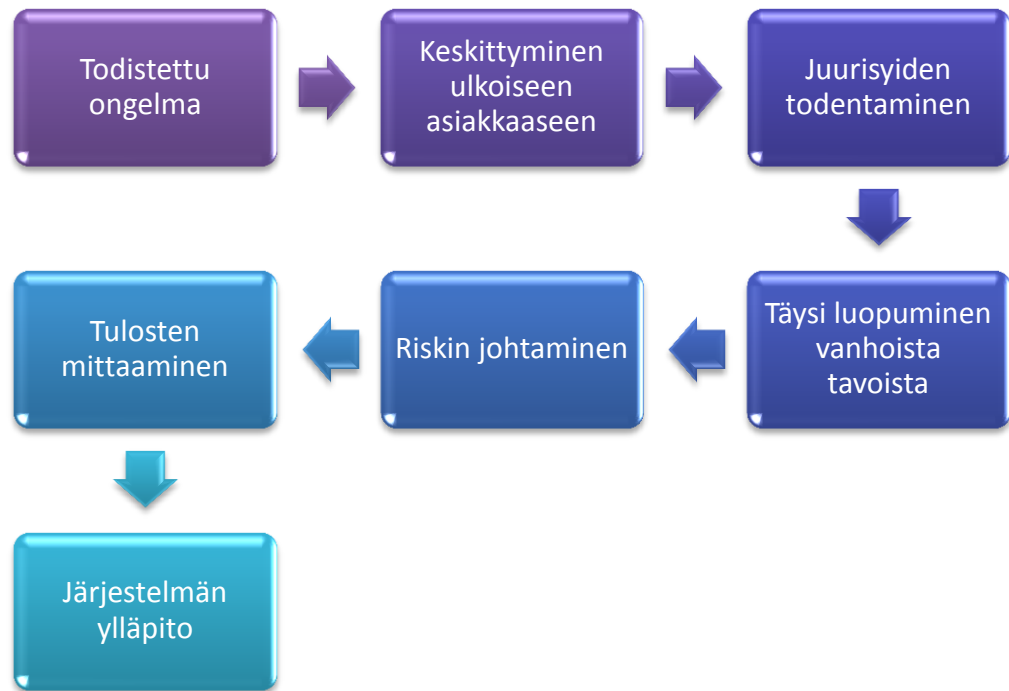
4.3 LeanSixSigma

Six Sigma (6σ) on tilastotieteeseen pohjautuva laatujohtamisen työkalu ja siinä on kyse uudesta tavasta organisoida kehitystä ja johtaa tietotaidon lisääntymistä. Lean-SixSigma (LSS) puolestaan on Six Sigman ja Leanin yhdistelmä, joka osaa ohjata käyttäjänsä kohti luovaa Lean-tyyppistä ratkaisua ongelman todentamisen jälkeen. Järjestelmissä käytetään, kuten Kaizenissakin, Demingin ympyrää, mutta myös samantyyppistä prosessia joka käyttää nimitystä DMAIC-prosessi. (Karjalainen 2008)



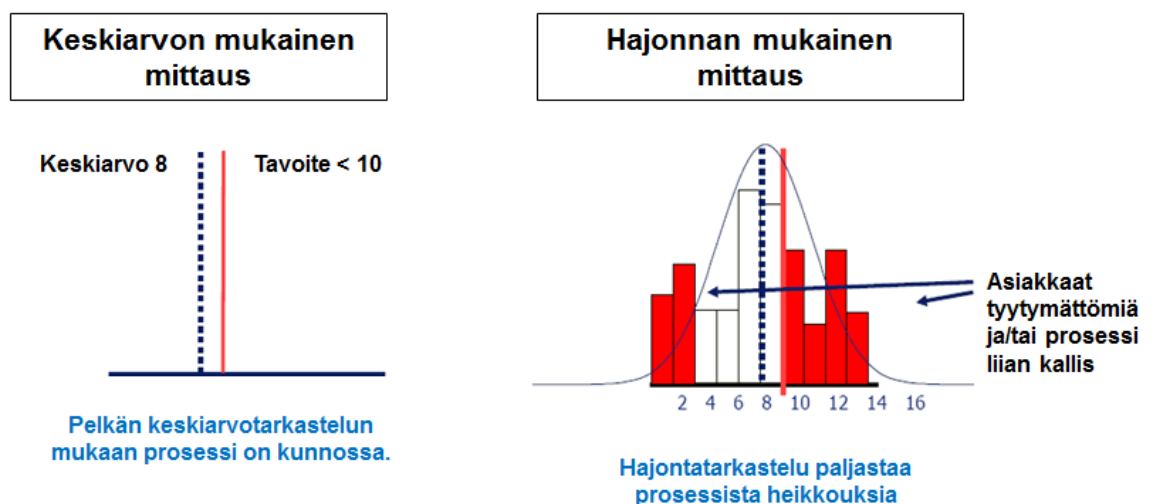
KUVIO 7. DMAIC-prosessiympyrä (MET 2001, 8)

DMAIC-prosessia käytetään järjestelmän jokaisen muutosta vaativan kohteen kehittämiseksi. Tämä jatkuvan parantamisen prosessi on systemaattinen tieteellinen ja tosiasioihin perustuva. Tämä ympyräprosessi eliminoi tuntemattomat askeleet, keskittyy uusiin mittauksiin ja tuo esiin uusia kehityskohteita. Yleisimmin prosessia sovelletaan seitsenaskel tyyppisesti, joka on esitetty kuviossa 8. (MET, 2001)



KUVIO 8. DMAIC-prosessin eteneminen seitsemällä askelmalla

Six Sigman tavoitteellisuus ja prosessien tilastollinen eteneminen kuvataan keskiarvomittauksen vastaisesti sigmamittauksella, kuten kuviossa 9 on osoitettu. 1σ kuvaa standardijakaumaa, jossa on n. 68 % kaikista mahdollisuuksista osua oikeaan. Kun sigmoja lisätään, ne käsittävät enemmän prosessin vaihtelun mahdollisuuksia osua raja-arvillisesti vielä määrätylle alueelle. (MET, 2001, 20)



KUVIO 9. Six Sigma keskiarvomittaukseen verrattuna (Rynnänen, 2011)

Kun asiakkaan vaatimusten ja tavoitteen väliin saadaan mahtumaan 6 standardija-kaumaa, tämä tarkoittaa että 99,99966 % ”mahdollisuuksista” on mukana. Six Sigma on laadun visio, joka toteutuessaan tarkoittaa vain 3,4 virhettä miljoonaa tuotannon tai palvelun yksikköä kohti. Mikäli Six Sigman hahmottaminen on vaikeaa, kannattaa asiaa tarkastella tuotannollisesta näkökulmasta, esimerkiksi vertaamalla tavoitearvoa valmistustoleransseihin ja toleranssirajoihin, tai yhteiskunnallisessa kaavassa vertaamalla ihmisten keski-ikää tavoitearvoksi. (Karjalainen, 2008, 21-22)

4.4 5S-metodin käyttäminen lähtötilanteen luomiseksi

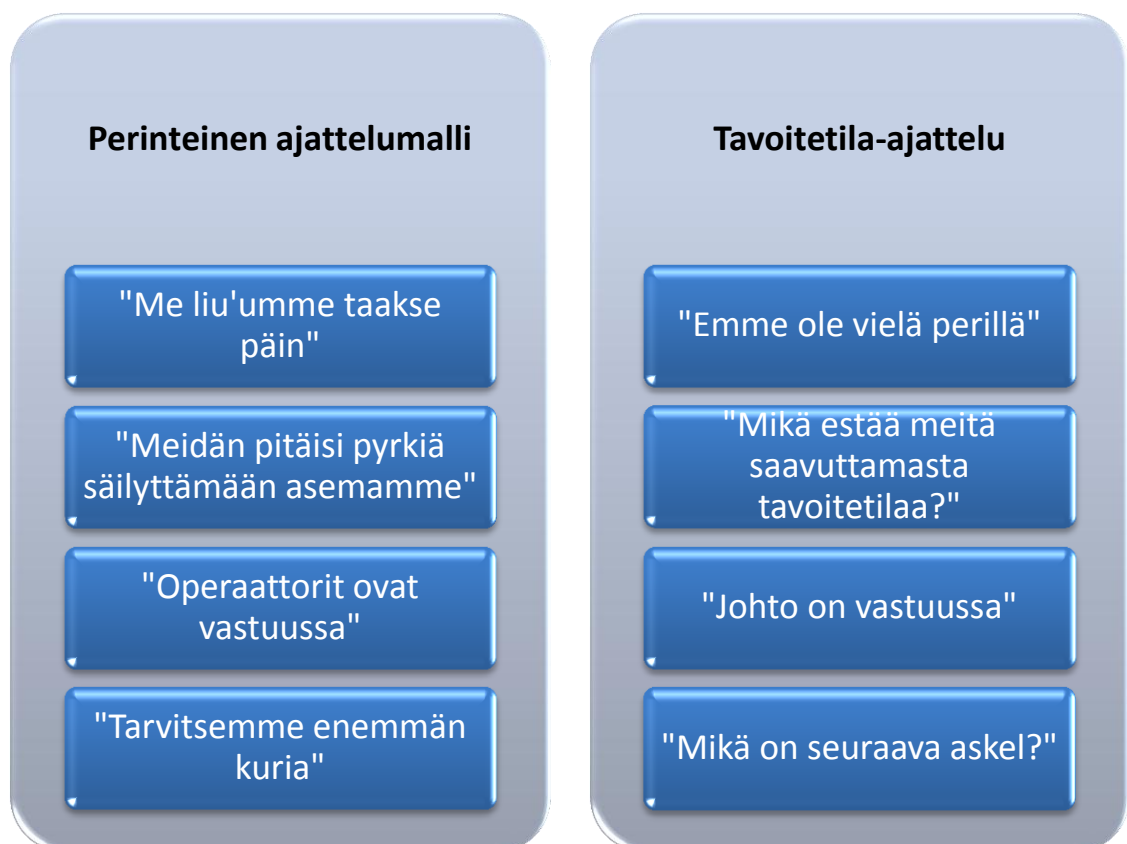
5S on alun perin Japanissa kehitetty menetelmä työpaikan järjestämiseksi työntekijäystävälliseksi, turvalliseksi ja tehokkaaksi. Menetelmä on yleensä ensimmäisiä selkeitä askelia kohti systemaattista tuotannon laadun kehittämistä. Nimi 5S tulee prosessin vaiheiden japaninkielisistä vaiheista. Nuo vaiheet ovat erottelu (seiri), systematisointi (seiton), siivous (seiso), standardisointi (seiketsu) ja seuranta (shitsuke). (Teknologiateollisuus, 2009, 8-14)

5S-järjestelmän implementoinnissa käydään pääpiirteissään läpi viisiportainen prosessi, jossa työpiste laitetaan vaadittuun kuntoon. Ensimmäinen prosessin vaiheista on erottelu. Erotteluvaiheessa työpisteeltä poistetaan kaikki siellä olevat, mutta ei työntekoon tarvittavat tavarat. Toisessa vaiheessa työpisteelle jätetyt tavarat järjestellään niin, jotta kaikelle on oma paikkansa. Myös tavaroiden sijainteihin on syytä kiinnittää erityishuomiota. Jos työkalua tai tavaraa tarvitaan aina samassa paikassa, sitä tulisi säilyttää mahdollisimman lähellä. Kolmannessa vaiheessa työpiste siivotaan ja työpisteelle asetetaan tietty siisteystaso, joka tulisi olla aina. Tämän helpottamiseksi voi työpisteelle asettaa myös kiinteitä apuvälineitä, kuten lastujen ohjaimet ja kohdepoistoon käytetyt imurit. Neljännessä vaiheessa kaikki tähän mennessä suoritettavat vaiheet standardisoidaan. Tämä tarkoittaa sitä, että tarvittuja toimenpiteitä käyttäen

työpiste on aina projektilla aikaan saadussa tilassa. Tässä apuna voidaan käyttää tarkastuksia ja tarkastuslomakkeita. (Teknologiateollisuus, 2009, 14-15)

4.5 Tavoitetila pitkäaikaisena tähtäimenä

Tavoitetila käsitteenä on prosessin määritelmä, jossa osa prosessin haastavista piirteistä sijoittuu nykyisen suorituskyvyn yläpuolelle. Prosessien syvimät ja kohdistetuimmat tavoitetilat muodostuvat saavutettavissa olevien tavoitteiden ja saavuttamattomissa olevien tavoitteiden harmoniasta. Tavoitetilojen asettamisajankohtana ei ole oleellista tietää onko tavoite realistinen. Tavoite on tällöin passiivinen maalialue, jota kohti edetään jokapäiväisellä työnteolla ja kiinnittämällä huomiota pienimpiinkin prosessin osiin. Näin prosessin suorituskky nousee tasaisesti ja jatkuvan kehittämisen syvin olemus on kokoajan läsnä. (Rother 2010, 105)



KUVIO 10. Ajattelumme kohdatessamme epänormaalitilan (Rother 2010, 105)

Kuten yleensä muutosjohtamisessa, myös tavoitetilaa käytettäessä suurin muutos tapahtuu ajattelussa. Tavoitetilaa käytettäessä epänormaalitilassa, kuten esimerkiksi konerikon sattuessa, tulisi ajattelu kohdistaa objektiivisesti kohti sitä, missä meidän pitäisi olla. Tässä ajatusmuutoksessa siirrytään tapahtuman passiivisesta ohjaamisesta ja -vastuunotosta kohti aktiivista ongelman poistoa. Tähän suuntaan ensimmäisiä askeleita otettaessa joudutaan väistämättä vastaamaan kysymykseen: Mitä informaatiota tavoitetila sisältää? (Rother 2010, 106)

Tavoitetilan on oltava mahdollisimman yksiselitteinen. Tavoitetila ei käytännössä voi olla kahta asiaa yhtä aikaa. Tavoitetilaa asetettaessa on olennaista erottaa toisistaan alitavoitteet ja todellinen ydintavoite. Hyvänä esimerkkinä ydintavoitteen asettelussa toimii Toyotan Lexus-mallin kompromissiton kehitys. Ydin tavoitteeksi asetettiin varsin yksiselitteinen tila: ”Valmistamme omassa sarjassaan maailman parhaimman auton”. Tämä ei juuri jätä tilaa prosessin vaiheelle, joka ei ole yhtä tärkeä kuin toinen. Kuitenkin alitavoitteet ohjaavat prosessia aina suunnittelusta asti. Alitavoitteina kyseiselle autolle oli mm. korkein huippunopeus, pienin kulutus, pienin massa, hiljaisimmat sisätilat, sekä pienin ilmanvastus. (Liker 2004, 47)

Keskeinen osa tavoitteen asettelussa on se, kuinka juuri tämän työkoneen tavoite edesauttaa yhtiötä lähestymään omaa tavoitettaan? Tällöin ongelmat tulisi olla yksiselitteisesti mitattavissa ja kaikkien nähtävillä. Ydintavoitetta joko lähestytään tai ei lähestytä. Tämän tosiasian muuttaminen mittarointia säätämällä tulisi olla mahdollonta.

4.6 Jidoka - Kulttuuri, jossa pysähdytään korjaamaan ongelmat

Toinen TPS:n tukipilareista on jidoka. Jidoka tarkoittaa prosessin virheiden korjaamista välittömästi, kun virhe havaitaan. Tarvittaessa on pysäytettävä vaikka koko tuotantolinja, jotta ongelma voidaan poistaa. Ongelman poistamisessa pyritään usein juurisyyden kautta ongelman todelliselle lähtöalueelle, jolloin sen toistuvuutta voidaan pienentää tai parhaimmassa tapauksessa koko ongelman aiheuttaja voidaan poistaa.

Pelkistettynä tilanne voidaan nähdä niin, että järjestelmän käyttöönotosta eteenpäin koko linjan pysäytyksiä tapahtuu valtava määrä. Ongelmien kokonaismäärä vähenee kuitenkin jokaisella kerran yhdellä, eikä tällä ongelmalla ole teoriassa systemaattisesti poistettuna mahdollisuutta toistua. (Liker 2004, 129)

Pääperiaatteena jidokassa laatu pyritään rakentamaan pitkäjänteisellä työllä tuotannon sisään, joka muuttaa koko laatuajattelua. Inhimillisten virheiden sattuessa, jo virheellisen kappaleen jalostus loppuu välittömästi ja virhe tuotannossa voidaan korjata. Tämä tuo paremmin esiin tuotannon todelliset ongelmat ja niihin on helpompi vaikuttaa. Jidokan visualisoinnissa käytetään usein monitorointia, joka paljastaa tuotantolinjan osan, jolla ongelma on havaittu ja josta käsin linja on pysäytetty. Tätä monitorointia kutsutaan andon-järjestelmäksi. (Liker 2004, 131-134)

Parhaiten asian on osannut ykselitteisesti esittää Toyotan Georgetownin tehtaan toimitusjohtaja:

Fordilla työskennellessäni jos tuotanto ei pyörinyt 100-prosenttisesti koko vuoron ajan, se piti selittää johdolle. Linjaa ei koskaan pysäytetä. Meillä täällä Toyotalla eivät työkoneet pyöri sataprosenttisesti koko työvuoron ajan. Toyotan vahvuus on mielestäni siinä, että ylempi johto tajuaa, mistä andon-järjestelmässä on kyse. He ovat kokeneet sen ja tukevat sitä. Sen vuoksi en ole kaikkien Toyota-vuosieni aikana saanut koskaan varsinaisesti kritiikkinä menetetyistä tuotannosta ja turvallisuuden ja laadun asettamisesta etusijalle tuotantotavoitteisiin nähden. He haluavat ainoastaan tietää, miten ratkaisen ongelman päästäkseni perimmäiseen syyhyn. Ja voivatko he auttaa minua. Minä kerron tiimin jäsenille, että täällä on kaksi tapaa ajautua ongelmiin: ensinnäkin ettei saavu töihin ja toiseksi, että ei vedä köydestä kun ongelma tulee vastaan. Velvollisuuden tunne laadun varmistamiseksi jokaisella työasemalla on todella olennaista. (Liker 2004, 130)

4.7 Prosessien mittaaminen ja monitorointi

Sillä, millä tavoin liikeyritys saavuttaa tuloksensa, ei ole loppujen lopuksi väliä, jos menetelmä on eettisesti hyväksyttävä. Yritykset mittaavat prosessejaan ainoastaan sen vuoksi, että uskovat jonkin tietyn toimintamallin tuottavan parempaa tulosta, kuin toisen. Mittaamisen merkitys erikokoisissa organisaatioissa on erilaista. Isoissa organisaatioissa jonkin olennaisen tilan mittaaminen saatetaan laiminlyödä sen mittaamisen vaikeuden vuoksi, tai yrityksessä voidaan kokonaan tyytyä taloudelliseen seurantaan. (Laamanen, 2009, 149)



KUVIO 11. Oikein asetetun mittarin tuomat edut (Moisio & Ritola, 2001, 133)

Mittaamisen tarkoitus on saada todellinen käsitys siitä, mitä todella on tapahtumassa. Mittaaminen toimii voimakkaana huomion kiinnittimenä jollekin seuraamista vaativalle asialle. Taloudellinen tulos harvemmin paranee pelkästään mittaamisella, mutta se toimii viestimenä asian merkityksestä. Tulos on niin monen tekijän summa, että

ihmiset eivät pysty kytkemään omaa toimintaansa suoraan tulokseen, eivät ainakaan isoissa organisaatioissa. Prosessien mittaaminen ei ole mikään itsetarkoitus, vaan mittaaminen on prosessien ohjauskeino, joka luo kehitysenergiaa ja muutosta. (Moisio & Ritola, 2001, 119. Laamanen, 2009, 150)

Prosessimittarit ovat luonteeltaan operatiivisia, antavat objektiivista tietoa prosessin tehokkuudesta ja tuottavuudesta sekä visualisoivat toimivuutta. Prosessimittareilla mitataan usein toimitusvarmuutta, läpäisyajoja ja asiakastytyväisyyttä. Sitä vastoin toimintolähtöisillä mittareilla mitataan taloudellisia lukuja kuten myyntikatteita, suunnitteluajataulun pitävyyttä ja valmistuskustannuksia. Nämä ohjaavat liiketoimintaa, kun operatiiviset mittarit ohjaavat yksittäisiä toimintoja strategian mukaiseen suuntaan. (Moisio & Ritola, 2001, 119)

Mittarin laatimisessa lähdetään liikkeelle organisaation visiosta ja strategisista päämääristä sekä asiakkaiden ja muiden sidosryhmien tarpeista ja odotuksista. Tarkka kuvaus siitä, mitä tuotantotasolla tarkoitetaan esimerkiksi asiakas-käsitteellä on yhdenmukaista. Jokainen peräjälkeinen prosessivaihe on toiselleen asiakas, sillä mikäli tarvittu prosessitoimi tuotannon aiemmalta vaiheelta ei täytä vaadittuja vaatimuksia, ei tuote ole valmis seuraavaan vaiheeseen. Nämä prosessiketjut muodostavat asiakastilan prosessin sisään, jossa ei olla vielä lähelläkään loppuasiakasta. (Moisio & Ritola, 2001, 121. Laamanen, 2009, 157)

Jokainen organisaatio joutuu itse ratkaisemaan mitä tunnuslukuja haluaa käyttää ja mitkä ovat omalle tuotannolle ja organisaatiolle oleellimmat tunnusluvut. Nämä tunnusluvut toimivat pääosviittana kehittämisessä ja ohjaamisessa. Yleisimpiä tunnuslukuja ovat virtaus, tehokkuus, hävikki, läpimenoaika ja poikkeamat. Näistä mittareita voidaan laatia suoraan asettamalla suoritteille numeeriset arvot ja keräämällä dataa, mutta myös yleisessä käytössä ovat myös näistä johdetut indeksiarvot. Yhteen indeksiin voidaan asettaa vaikka kaikki edellä mainitut suureet. Kaikille suureille annetaan prosentuaalinen osuus loppuarvosta, jolloin voidaan määrittää esimerkiksi painotetut arvot sekä kohdistaa keskiarvojen huomiota sitä tarvitseville alueille. (Laamanen, 2009, 163-165)

5 TELATUOTANNON KEHITTÄMINEN

5.1 Lähtötilanne

5.1.1 Telatuotannon nykytilanteen kuvaus

Telatuotannon yleinen kehitysilmapiiri on vaihteleva. Osalla henkilöstöstä on myönteinen asenne tuotannon kehittämiseen joka helpottaa uusien ideoiden läpivientiä sekä antaa mahdollisuuden työntekijän luovuudelle. Osasta tuotantohenkilöstöä tunnetaan että moni kehitykseen vaadittava asia on selkeästi heidän toimivaltansa ulkopuolella ja päättävät elimet ovat heidän ulottumattomissaan. Kun tässä tilanteessa on koettu olevan pitkän aikaa, tilanne muuttuu mielessä ylivoimaiseksi ja epätoivoiseksi, vaikka se ei sitä todellisuudessa edes olisi. Näiden tuntemusten myötä myös vuoden 2012 lopulla olleet yt-neuvottelut ovat lisänneet negatiivista ilmapiiriä merkittävästi. Näihin voisi osaltaan olla apuna Rautpohjassa sijaitsevan telatuotannon ylimmän johdon *genchi genbutsu*-tyyppinen jalkauttaminen ja lähentäminen valmistuksen kanssa. Samanlaista lähentämistä voisi olla syytä miettiä myös valmistuksen ja suunnittelun välillä.

Kenties suurin yksittäinen haitta tuntuu olevan ”hierarkia” joka on syntynyt suunnittelun ja tuotannon väliin. Valmistuksen ja suunnittelun tulisi tehdä merkittävää yhteistyötä. Esimerkkinä tästä on tilanteita, kun työkuvat kiertävät tuotannossa. Todella monissa työkuviissa on merkitsemättömiä kohtia ja virheitä. Näitä ei aina koeta haittaavaksi tekijäksi, koska ongelmakohtat ja väärät piirustusmerkinnät tiedetään jo aiemmin valmistettujen vastaavien telojen perusteella. Tämä aiheuttaa valtavan määrän niin sanottua hiljaista tietoa ja suullista perimää, josta aiheutuu ongelmia kun henkilöstöä pitää yllättäen palkata lisää tai korvata miehitystä tilapäisesti. Myös inhimillisten virheiden riski kasvaa, mikäli tuotannossa tietoisesti hyväksytään virheellisiä työkuvia ja tämä asia on kuitenkin lopulta jokaisen työntekijän vastuulla.

Telatuotannossa nykytilanne silmämääräisesti on kohtalainen. Tilaa alueella on sekä sisällä että ulkona erittäin niukasti. Erityisesti 5-hallissa tuotantotila kokonaisuudes-

saan on melko täysi, johtuen käytävän vieressä säilytettävistä kappaleista ja koneiden osista. Kun suuri osa työvaiheesta toiseen siirtyvistä kappaleista säilytetään sisällä, niistä syntyy valtava menetys tilalle. Tila olisi hyödynnettävissä paljon tehokkaammin, mikäli esimerkiksi valmiiden telojen varastointi suoritettaisiin organisoitusti.

Telatuotannossa toimii myös vuoden alusta käynnistetyt kehitysryhmät, jotka vierailvat kaikilla työvaihealueilla, tarkkailevat työprosessia ja pyrkivät kehittämään sitä. Vuoden aikana kehitysryhmät vierailevat yhteensä 7 työvaiheessa. Tämä on erittäin hyvä esimerkki kuinka Kaizen voidaan tuoda kaikkien lähelle siten, että kaikilla, jotka kyseisessä työvaiheessa työskentelevät, on mahdollisuus antaa äänensä kuuluu. Kehitysryhmä koostuu työnjohtajista, tarkastajista sekä valmistusinsinööristä ja verastyöntekijöistä.

5.1.2 Aiemmat kehitysprojektit ja niissä kohdatut haasteet

Telatuotannossa tuotannonkehitys on alkanut kovimmalla paineella systemaattisesti vasta muutamia vuosia sitten. Tavoitteiksi asetettiin koko tuotannon tehostaminen ja kilpailukyvyyn kasvattaminen. Aloitin oman harjoitteluni Metsolla tammikuussa 2012. Vedin silloin yhtäaikaaisesti useita 5S projekteja yli puoli vuotta. Lopputuloksena noin 25 kohteesta saatiin valmiiksi alle kymmenen. Investointeja ja hankintoja jäi odottamaan useita kohteita. Tällöin keskusteltuani tuotantohenkilöstön kanssa, selveni että heidän mielestään investointeihin ja kehitykseen ohjattava raha ei löydä tietään kehityskohteisiin ilman monen kuukauden jonoja ja kamppailua muiden investointien kanssa. Kehityskohteet eivät ole useinkaan akuutteja paikkoja, joihin resurssien saanti on välttämätöntä. Tämä seikka ja alkuasenne vaikeuttivat loppuaikana tehtyjä projekteja merkittävästi, kun muutoksessa useimmiten on kyse ajattelun muutoksesta. Tähän mennessä mielestäni ongelma ei ollut, etteivätkö tuotannosta tulleet kehitysehdotukset olleet saaneet kannatusta saadakseen rahoitusta. Ennen kaikkea: kenelläkään ei ollut aikaa keskustella ja ohjata aloitteita oikeaan suuntaan, jos ne eivät ensimmäisellä kerralla olleet osuneet aivan siihen maaliin, johon oli tarkoitus. Nämä

seikat ovat omiaan aiheuttamaan muutosvastarintaa etenkin, kun asiasta ei keskustella kasvotusten, vaan vastaus tulee sähköisesti ja on aina pelkästään kyllä tai ei. Ajatusmuutoksen läpivienti valmiiksi negatiivisen asenteen kanssa on varsin haastavaa. Joissakin kohteissa onnistuttiin näistä syistä paremmin, kuin toisissa.

Tämä tilanne on varsin yleinen ja johtuu useimmiten yhtenäisistä resurssien ohjauksesta, kun toiminta on siirretty tulosityksikkökohtaiseksi. Tällöin resursseja ohjataan tärkeysjärjestyksessä ja usein määräraha-perustaisesti, joka on muutenkin kenties huonoin mahdollinen tapa rahoittaa kehitystä samasta rahavirrasta kuin tuotantoa.

Merkittävin aikahävikki projektien aikana tuntuu syntyneen siitä, että kehitysprojekteja viedään normaalin tuotannon rinnalla yhtäaikaisesti. Tuotantoa ei tietenkään voida täysin pysäyttää projektien ajaksi, mutta projektiin panostaminen heikkenee aina, kun aikajana projektin läpiviennissä kasvaa. Kun työpisteeltä kerätään turhat tavarat pois ja aletaan järjestellä työpistettä, karenssista kulkeutuu tavarat takaisin tuotantoon. Tällöin selkeää järjestystä synny ja työympäristö muuttuu jatkuvasti päivittäisestä työkuormasta johtuen. Nämä toki olivat vain yksittäisiä haasteita, mutta näihin haasteisiin tulisi yksinkertaisesti varautua ja suhtautua eritavalla. Projektit toimivat, kun mukana oli yksi lisähenkilö, joka oli projektin lähin yhteyshenkilö ja jolla oli aikaa panostaa sen vaiheisiin täysipäiväisesti. Mutta kun lopetin harjoitteluni, useat projektit jämähitivät paikoilleen. Parhaimpana, tai kenties pahimpana, esimerkkinä lienee hiomakone, jolla aloitin 5S-projektin toukokuun alussa 2012, mutta joka on edelleen keväällä 2013 kokonaisuutena kesken. Tämä yksiselitteisesti johtuu siitä, että kehitysmentaliteetti ei ole kaikkien vastuulla osana jokapäiväistä työntekoa. Se on yksi asia lisää, joka tulee jokaiselle henkilökohtaiseen työtaakkaan normaalien työtehtävien lisäksi. Tämän kaltaista tilannetta ja ajattelua kehitys ei saisi tarkoittaa. Kehittämiseen tulisi varata enemmän työtunteja ja henkilöitä, joilla olisi aikaa ja motivaatiota olla apuna projekteissa. Tällä tavoin kehittäminen, luovuus ja ongelmanratkaisu voitaisiin saada osaksi jokapäiväistä työtä. Kesken jäänyt projekti on projekti, joka ei ole osunut tavoitteeseen. Jos tavoitetta ei saavuteta, tai edes lähestyttyä, tehty työ projektin eteen on turhaa.

Tuotannon taso on kokonaisvaltaisesti kohtalaisen hyvällä tasolla. Laajoja kehitysprojekteja viedään verstaalla lävitse muutamia vuositason tasolla. Ajoitus ja kohdistaminen

osassa projekteista ovat kuitenkin mielestäni hieman väärät, sillä parannettavaa olisi paljon lähtien verstaan yleisestä siisteydestä ja tuotannon tavoista reagoida ohjaukseen. Kattavien projektien läpivienti ei useinkaan osoita todellista kehityskohdetta mikäli valmistusprosessi ei ole hallinnassa kokonaisuutena, tai edes osittain. Satunnaisuuksiksi usein hyväksytään liian suuria arvoja. Esimerkkitapaus löytyy verstaan koneelta, jolle tehdään myös tämän opinnäytetyön kehitysprojekti. Koneelle suoritettiin LeanSixSigma-projekti vuonna 2011 jolla oli tavoitteena parantaa koneen kilpailukykyä ja tuottavuutta pienentäen läpimenoaika.

LSS-projektin lopputuloksena koneelle laadittiin parannussuunnitelma. Korjaavat toimenpiteet jakautuivat karkeasti neljään pääryhmään, jotka olivat työturvallisuuden-, työmenetelmään-, akselin rakenteeseen-, sekä koneeseen liittyvät parannukset.

Turvallisuuteen liittyvät parannukset koskivat lähinnä nostoapuvälineiden käyttöön ja koneen käytönaikaisen valvonnan kehittämiseen. Esimerkiksi työtapoja helpottamaan ja turvallisuutta lisäämään päätettiin hankkia kamera, jolla voidaan nähdä työkalun asema kappaleeseen nähden. Menetelmän kehittämisessä kohteeksi osui työstettävien kappaleiden kiinnittäminen pöytään, sekä sen suunnittelu jo etukäteen. Rakenteellisissa muutoksissa osa putkitetuista kanavista päätettiin korvata poratuilla öljykanavilla, joka taas lisäsi työtä poralla, mutta helpotti ja tarkensi kokoonpanotyötä merkittävästi. Konekohtaisista muutoksista merkittävimmät koskivat työkalumakasiinin käyttöä, sekä työpisteelle hankittavaa imuria, jolla työpöytä johon myös kappaleet kiinnitetään pyritään pitämään siistinä.

Kun LSS-projektin tavoitteena oli kehittää nimenomaan tuottavuutta läpimenoajan lyhentämiseksi, oli mielenkiintoista että törmäsin vielä seuraavanlaisiin tilanteisiin, kun aloitin kuukausia myöhemmin harjoitteluni aikana 5S-projektin. 5S-projekteille on ominaista, että lähtötilanne taltioidaan, jotta myöhemmin on nähtävissä motiivointitarkoituksessa alkuperäinen lähtötilanne. LP-30 aarporalta otetut valokuvat (kuviot 6, 7 ja 8) on otettu LSS-projektin päätöspalaverin jälkeen, eikä parannussuunnitelma ota näihin asioihin kantaa. Valokuvat olen käynyt ottamassa eri päivinä normaalin työntö ohessa ja nämä valokuvat kuvaavat asetettua normaali-tilannetta työpisteellä ennen 5S-projektia.



KUVIO 12. Työkalukaappi koneella LP-30 huhtikuussa 2012



KUVIO 13. Työpöytä LP-30:llä huhtikuussa 2012



KUVIO 14. Kiinnitysarkut LP-30 pöydällä huhtikuussa 2012

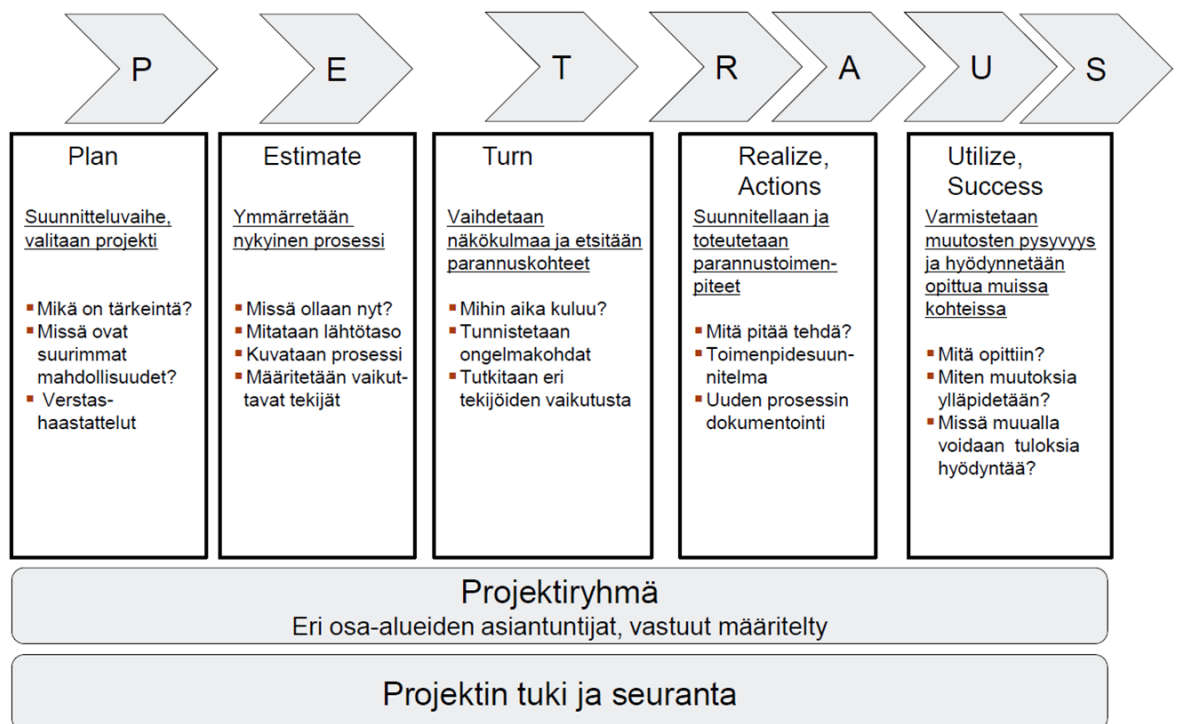


KUVIO 15. Arkut ja imurinletkut huhtikuussa 2012

Mielestäni nämä varsin perustasolla olevat asiat on välttämätöntä olla kunnossa, kun hankitaan mittausdataa seuraavaan kehitysprojektiin. LSS-projekti on viety läpi ja tuloksena on saatu tuottavuutta kehittäviä ideoita, mutta herää väistämättä kysymys, onko projektin alkaessa kerätty mittausdata tuotannossa käytetyn ajan suhteen relevanttia tietoa ja mikä on hyväksytty poikkeama? Kohteeseen sovellettuna: millä todennäköisyydellä löydät työkalukasasta (kuviossa 6) tai kaapista (kuviossa 7) oikean työkalun aina samassa ajassa ja niin, että työkalu on käyttökelpoinen eli ehjä? Kuviossa 8 ja 9 ovat arkut, joita käytetään kappaleen kiinnitykseen työpöydälle. Ovatko arkut tällä tavoin säilytettynä helposti saatavilla ja käyttökunnossa vaaditulla hetkellä? Saadaanko ylipäätään tässä paikassa tällä tavoin työskentelystä ulos mittautustietoja, joilla voidaan porautua juurisyihin: miksi tuottavuus ja läpimenoaika eivät ole sitä mitä niiden tulisi olla? Tässä yksi tarkastelukulma asiaan, johon mielestäni olisi syytä kiinnittää paljon enemmän huomiota projekteja valittaessa. Kohde on oikea, suunniteltu projekti on hyvä, mutta pohjatyö ei yksinkertaisesti ole sillä tasolla, että LSS-projektilla olisi tälle kohteelle sitä annettavaa, mitä kyseisellä projektilla yleensä on.

5.1.3 PETRAUS

PETRAUS-projekti on Metson telatuotannon viimeisin kehitysprojektityyppi, joka on käynnistynyt tammikuussa 2013. Projektilla on pyrkimys vaikuttaa tuotannon tunnuslukujen systemaattiseen kehittämiseen ja näin kasvattaa telatuotannon kilpailukykyä. Tämä projekti on osa koko Metso Paperin tuottavuuden parantamis-prosessia, joka on asetettu tavoitteeksi vuosille 2013 - 2015. Projektit toteutetaan tuotokeskeisesti, jolloin saman projektin alle sitoutuvat kaikki osapuolet: suunnittelu, valmistus ja hankinta. Projektin toimintakehys on avattuna kuviossa 15.



KUVIO 16. PETRAUS-projektin vaiheet ja toimintakehys (Ryynänen, 2013, 2)

Projekti on käynnistynyt tammikuussa henkilöstön haastatteluilla, joilla pyritään selvittämään laadulliset- ja toiminnalliset ongelmat. Tämä on ensimmäinen askel kehityskohteiden selkeyttämisessä, joka ohjaa projektia oikean kohteen valintaa. Haastatteluista saadut palautteet analysoidaan ja tuloksista tiedotetaan valmistusosastoille. Näiden jälkeen varsinainen kehityskohde valitaan.

5.2 Pilottikohde

5.2.1 Kohteen valinta

Kohteeksi tälle kehitysprojektille valittiin aarpora, LP-30. Koneella valmistetaan pääasiassa Sym- ja Belt-telojen akseleiden koneistuksia. Kone toimii pääsääntöisesti kolmessa vuorossa ja koneen kokonaismiehitys koostuu kolmesta koneistajasta ja yhdestä työkaluasettajasta. Työkaluasettajan vastuualueeseen kuuluu myös muut versataan aarporat.

Koneen pöytä on 23000 mm pitkä ja 4000 mm leveä. Koneen liikeradat ovat näkyvillä taulukossa 1.

TAULUKKO 1. LP-30 liikeradat ja dimensiot

Aarpora LP-30 Skoda Pöytä: 23000 mm x 4000 mm	X = 24000 mm Y = 4000 mm Z = 1500 mm W = 1000 mm m = 80 tn
--	--

Kohteeksi valittiin juuri LP-30, koska koneella on hyvä kehitysmentaliteetti ja ilmapiiri entuudestaan. Aiempia projekteja ei ole suuremmin haitannut muutosvastarinta ja koneella on läpi vietyjen projektien ansiosta jo kohtalaisen hyvä lähtötaso.

5.2.2 Nykytilanteen kuvaus

Kone on hankittu Rautpohjaan vasta 2008, joten sen kanssa työskentely on vaatinut paljon uuden omaksumista ja osa koneen toiminnallisista piirteistä ja käyttäytymisestä on tullut täytenä yllätyksenä. Kun työstöprosessien ohjaamiseen ja kehityskohteen valintaan käytetään Six Sigmaa, on nähtävissä onko prosessi hallinnassa vai ei. Uusien koneiden ollessa kyseessä prosesseissa on usein reilusti hajontaa. Tämä johtuu siitä,

että kaikkia osatekijöitä jotka vaikuttavat prosesseihin ei osata vielä alussa ottaa oikealla tavalla huomioon. Näistä syistä koneella on aiemmin toteutettu myös LeanSix-Sigma-projekti, jota on käsitelty kappaleessa 5.1.2.

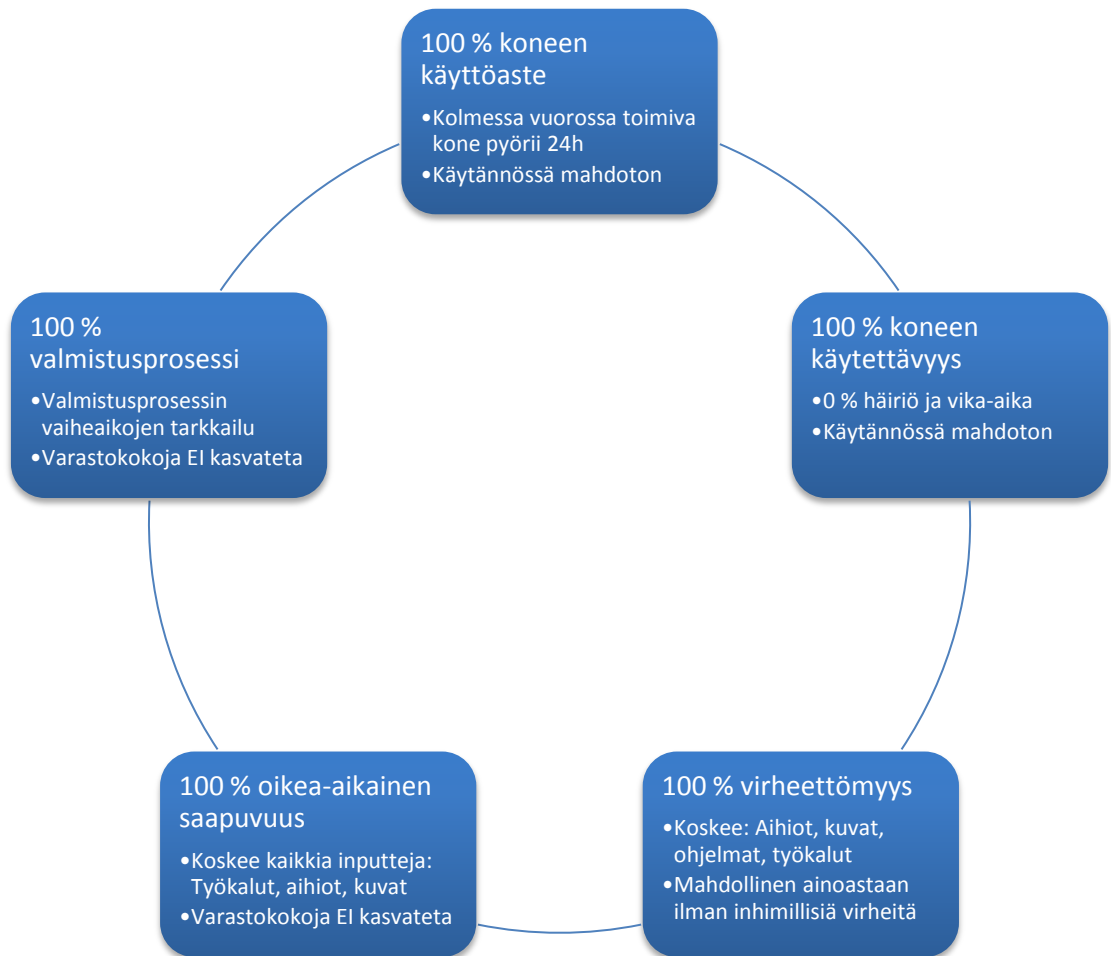
Koneelle suoritettu edellinen Lean-projekti ajoittuu viime keväälle, jolloin työpisteelle tehtiin perusteellinen 5S:n implementointi. Projekti alkoi huhtikuun puolenvälin paikkeilla ja lopputarkastus kohteessa oli heinäkuun lopulla. Projektiin kulunut aika vaikuttaa todella pitkältä, mutta kun siitä vähennetään kesälomiin kuluneet viikot ja normaaliin työntekoon kuormitetut viikot, päästään vasta tarkastelemaan ajankäyttöä lähemmin. Projektin läpivientiin oli aikaa kerättävä sieltä täältä ja sitä oli käytettävissä usein vain muutamia tunteja viikkotasolla. Kuitenkin lopputulos 5S-projektilla oli hyvä ja kone on säilyttänyt asetetun siisteystason melko hyvin. Samoihin projektiolosuhteisiin aikataulutuksen puolesta oli siis syytä varautua myös opinnäytetyössä käsiteltävän kehitysprojektin osalta.

5.2.3 Tavoitetilan asettaminen

Tavoitetila asetettiin alitavoitteiden avulla. Yhden selkeän ydintavoitteen johtaminen on tärkeää silloin, kun koneella on tavoitekaaren aikana muuttuvat alitavoitteet. Tällä projektilla pyritään selvittämään kuitenkin pääasiassa ensimmäisten kehitysaskelien toimintaa ja toimivuutta, sekä valinnan tarkkuutta. Konekohtaista ydintavoitetta voisi miettiä vaikka seuraavasti: Tehokkain mahdollinen aarpora.

Alitavoitteet perustettiin mittarin laatimisen vuoksi numeerisista arvoista, jolloin niiden mittaaminen ja tulosten esittäminen on yksinkertaista. Alitavoitteet ja niiden selvitykset näkyvät kuviossa 6. Alitavoitteeksi valittiin kaikki aarporan tehokkuuteen vaikuttavat suurimmat tekijät ja toiminnot, joiden kanssa oli aiemmin ollut vaikeuksia. Tavoitteiksi tulivat koneen käyttöasteen ja käytettävyyden nostaminen, virheettömyys kaikissa muodoissaan, sekä saapuvuus ja valmistusprosessi. Näihin viiteen kohteeseen haettiin systemaattista työkalua, jolla voidaan myös valita seuraavaa kehityskohdetta.

Tavoitteiden asettamisen jälkeen näille tuli kehittää jokin mittari, jossa kaikki tavoittearvot löytyvät samasta kuvaajasta ja kuvaajan perusteella voidaan valita kehityskohde.

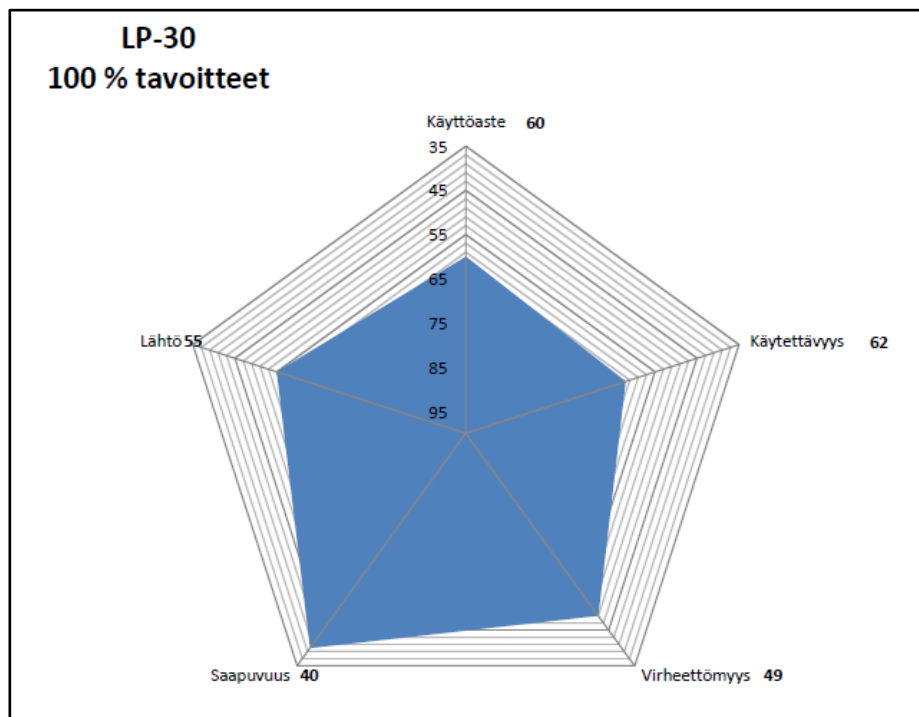


KUVIO 17. LP-30 alitavoitteet

Kun kaikki pohjatiedot ja alitavoitteet oli kartoitettu, määriteltiin mittarin vaatimukset. Mittarissa tuli olla mahdollista kuvata prosenttisarvoja välillä 0 – 100 % ja tulonäkymässä tulisi selkeästi olla esillä jokainen mitattava prosessiosa. Käytännössä avoinna olivat kaikki diagrammityytit, sillä mikä tahansa diagrammityyppi mahdollistaa viiden eri arvon yhtäaikaisen esittämisen.

5.2.4 Tutkadiagrammin valinta mittausvälineeksi

Mittausten esitystavaksi valittiin 5-akselinen tutkadiagrammi, koska sillä on helppo esittää kaikki tavoitearvot yhdessä kuvaajassa. Lisäksi diagrammin mitta-asteikon muutoksen avulla tarkentaminen yksinkertaisesti toimii paremmin kuin muilla diagrammeilla. Esimerkiksi kuviossa 18 mitta-asteikko on asetettu alkamaan 35 % kohdalta nollan sijaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mittauskohteen kehittyessä ja mitta-alueen pienentyessä mittaria on helppo tarkentaa, jolloin se pystyy yhä hahmottamaan huonoiten hallittavissa olevan prosessiosan. Tutkadiagrammi on selkeä, luotettava ja yksiselitteinen mikäli kaikki numeerinen data on myös nähtävissä. Numeerisen datan merkitys korostuu, sillä kaavioon syötettyjä tietoja on muutettava asetettujen sääntöjen mukaisesti esimerkiksi ajan yksiköistä prosenttiarvoiksi. Tämänkaltaiset muutokset luovat virhettä ensimmäisiin mittauksiin erittäin paljon, sillä vertailukelpoista dataa aiemmista mittauksista ei ole, eikä välttämättä tiedetä mikä diagrammin datasta on vertailukelpoista. Uusia mittareita tehtäessä onkin ensiarvoista tietää että mittauksitulokset ovat ennen kattavaa pohjatietojen keräämistä vertailukelpoisia ainoastaan keskenään.



KUVIO 18. 5-akselin tutkadiagrammi kuvitteellisilla esimerkkisarvoilla

Tutkadiagrammissa olevaa dataa voidaan tulkita myös ilman numeerista dataa, kuten kuviossa 18 on nähtävissä. Data on syötetty kaavioon prosenttisarvoina, jolloin jokaisen tavoitearvon maksimitulos on 100 %. Kaaviota katsoessa on nähtävissä mitattavista arvoista koostuva 5-kulmio.

Dataa voi pääasiassa ilmetä kahta eri tyyppiä:

- Mikäli yksi 5-kulmion kulmista on selkeästi terävämpi kuin muut, se on heikoin sen hetkisistä mitattavista prosessivaiheista. Tämä tarkoittaa sitä, että tällä kyseisellä toiminnolla on heikoin prosenttisarvo, jolloin tuossa toiminnossa on suurinta vaihtelua tai yksittäinen vaihe sisältää enemmän virhetoimintoja. Tämä on esitetty kuviossa 18, jossa terävänä kulmana on kuvattu saapuvuutta.
- Mikäli 5-kulmio on tasakulmainen tai lähellä sitä, ollaan melko hyvässä tasapainossa tuotannon toimintojen välillä. Tuossa tilanteessa kehitysprojektin lähtökohtana voidaan pitää esimerkiksi varastojen pienentämistä, joka on yksi Lean-ajattelun ominaispiirteistä. Varastot tuotannossa ovat varastoimi, joka piilottaa ongelmat. Vähentämällä varastoja reagointitapa muuttuu ja varastojen peittämät ongelmat paljastuvat. Varastot lisäävät keskeneräisen työn määrää, josta aiheutuu yritykselle kustannuksia sillä varastointi ei ole lisäarvoa tuottava työvaihe.

Kun puhutaan tuotannollisista tunnusluvuista, kuten esimerkiksi käyttöasteesta, on oleellista tietää, että täysin kuormitetun koneen käyttöaste on tyypillisesti maksimissaan 80 %. Mikäli kone olisi kuormitettu 100 %:in asti konetta ei ole mahdollista pysäyttää lainkaan, eikä esimerkiksi kappaleen vaihtoihin, huoltoihin tai vikaantumisiin ole varattu lainkaan aikaa. Korkea (yli 80 %) käyttöaste nostaa lisäksi ennakoivan huollon merkitystä ja kustannuksia epäsuhteessa, jolloin koneen käyttö on itse asiassa kalliimpaa 90 % teholla kuin hitaammalla työskentelyllä ja karsitummalla huoltosuunnitelmalla. Näitä asioita huomioidaan tietenkin myös mittaustuloksia lukiessa.

Tätä mittarointia käyttämällä ja muuttamalla siihen asetettuja tuotannon tunnuslukuja, sen saa soveltumaan todella moneen kohteeseen. Monikäyttöisyys työpisteiden

välillä oli myös yksi pääkriteereistä tavoitteita asetettaessa. Mittarointi ei sinänsä ole yksittäinen valmis ratkaisu millekään kohteelle, mutta kun mittariin on saatu luotettavat lukuarvot, se osoittaa varsin yksiselitteisesti, mikä osa tuotantoprosessista on heikoiten hallittavissa. Valmiin ratkaisun tuottamisen sijaan päädyttiin verstaan johdon kanssa tähän vaihtoehtoon monikäyttöisyyden ja tarkkuuden vuoksi. Kun mittarin ohjausta noudattamalla voidaan kohdistaa kehitysprojekti oikeaan kohteeseen, on vaikutus merkittävästi parempi kuin suppeasti kohdistettavalla joka paikkaan sopivalla projektilla.

Samalla kun tehtiin päätös mittarityypistä, hyväksyttiin myös se tosiasia, että tässä kohteessa mittarointiprojekti ei välttämättä tule paljastamaan heikkoja osia tuotannosta, jotka eivät olisi jo ennalta tiedossa. Tämän mittaroinnin tehokkuus ilmenee vasta, kun päästään mittaamaan tuotannollisesti todennettujen pullonkaulana toimivien työpisteiden toimintaa. Pullonkaulatyöpisteistä mitattu data todentaa koko tuotantoketjussa eniten lopputuotteen läpimenoaikaan vaikuttavat epäkohdat, jotka tulevat mittaroinnissa esille varsin yksiselitteisesti.

5.2.5 Diagrammiin syötettävät lähtötiedot ja niiden kerääminen

Diagrammiin syötetään dataa viiteen eri tavoitteeseen liittyen. Kuviossa 19 on avattu kuinka jokainen mitta-akseli on kasattu. Osassa mitta-arvoista prosenttiluvut koostuvat suhdelukutyypisesti, jolloin mittaushenkilöstön vaihtuessa myös eritavoin tulkittavissa olevat mitta-arvot ovat alttiita virheille. Tätä ongelmaa ei voida täysin poistaa millään tavoin, sillä virhekustannuksien maksimiarvot vaihtelevat tietenkin projekteittain, koska valmistettavan tuotteen arvo ei ole jokaisessa valmistusprosessissa samalla koneella yhtenäinen. Mikäli tehdään kalliimpaa telaa, uutta työvaihetta, tai muulla tavoin vertailullisesti poikkeavaa prosessia ei tuloskaan ole täysin vertailukelpoinen. Tätä ongelmaa voidaan kuitenkin pienentää merkittävästi, mikäli kaikki kaavoissa olevat tiedot kirjoitetaan auki siten, että jokaisen mittariakselin sisältämä data on nähtävissä. Tämä on mahdollista tehdä esimerkiksi kirjallisesti akselikohtaisina selvityksinä, tai asettamalla esimerkiksi toiset kuvaajat jokaiselle akselille, jossa akse-

lin arvossa on tulkinnanvaraisuutta paljon tai mikäli akseli koostuu useammasta lähdearvosta. Data muovautuu ajanyksiköistä prosenteiksi suhdelukujen avulla. Suhdelukuja voidaan muuttaa, mikäli jonkin tietyn toiminnon painoarvoa tuotteen valmistuskaassa halutaan tuoda enemmän esille.



KUVIO 19. Alitavoitteiden koostuminen olemassa olevista tietokannoista

Akseleiden taustalla on tiedot jokaisesta prosessiosasta jotka on määriteltävissä. Jokainen akseli kerää tietoa eripuolille tietokantoja, jolloin niiden koostaminen ja todentaminen on usein haastavaa. Alla olevasta taulukosta on nähtävillä kuinka esimerkiksi virheettömyys koostuu.

Virheettömyyttä voidaan tutkia virheistä aiheutuneiden kustannusten tai kuluneen ajan kautta. Lisäksi tarvitaan suhdeluku, jotta tuntiarvoja ja rahayksiköitä voidaan muuttaa prosenteiksi. Suhdelukujen käyttö lisää merkittävästi virhettä, mutta kaventaa numeeristen lukujen vertailuvälin välille 0-100. Suhdelukuja voidaan määrittää kohtalaisen helposti, mikäli koneen tuntihinta ja sen koostuminen on tiedossa. Suhdelukua voidaan määrittää esimerkiksi siten, että kun virheistä ja niiden korjaamisesta aiheutuneet kustannukset ovat samansuuruiset kuin koneelle laskettu voittomarginaali, tuolloin virhe- % on 100 %. Tällöin kone ei tee voittoa, vaikka selviää sille asetetuista töistä.

Näiden kahden arvon lisäksi päätettiin mukaan ottaa myös yksi määriteltävä lukuarvo, jota kutsutaan painoarvoksi. Painoarvoa käyttämällä on mahdollista korostamalla tuoda esille haluttuja lukuarvoja. Tätä käytetään, jotta omien prosessien hallintaan voidaan panostaa merkittävästi suuremmalla huomiolla, kuin tukiprosesseihin. Mikäli painoarvoa käytetään, kuten esimerkiksi taulukossa 2 on osoitettu, on selvää että tässä tapauksessa työkaluilla on suurin vaikutus lopulliseen kokonaisvirheprosenttiin. Tällä voidaan korostaa sitä, että konetyökalujen kuntoon ja käyttöön on mahdollisuus vaikuttaa enemmän työpisteeltä käsin, kuin esimerkiksi valuaihion myöhästymiseen. Järjestelmällä on mahdollista jakaa vastuu prosenteittain sen mukaisesti, missä vaiheessa viivästys tai heikko laatu on taloudellisesti kaikista kalleinta.

TAULUKKO 2. Virheettömyyden koostuminen

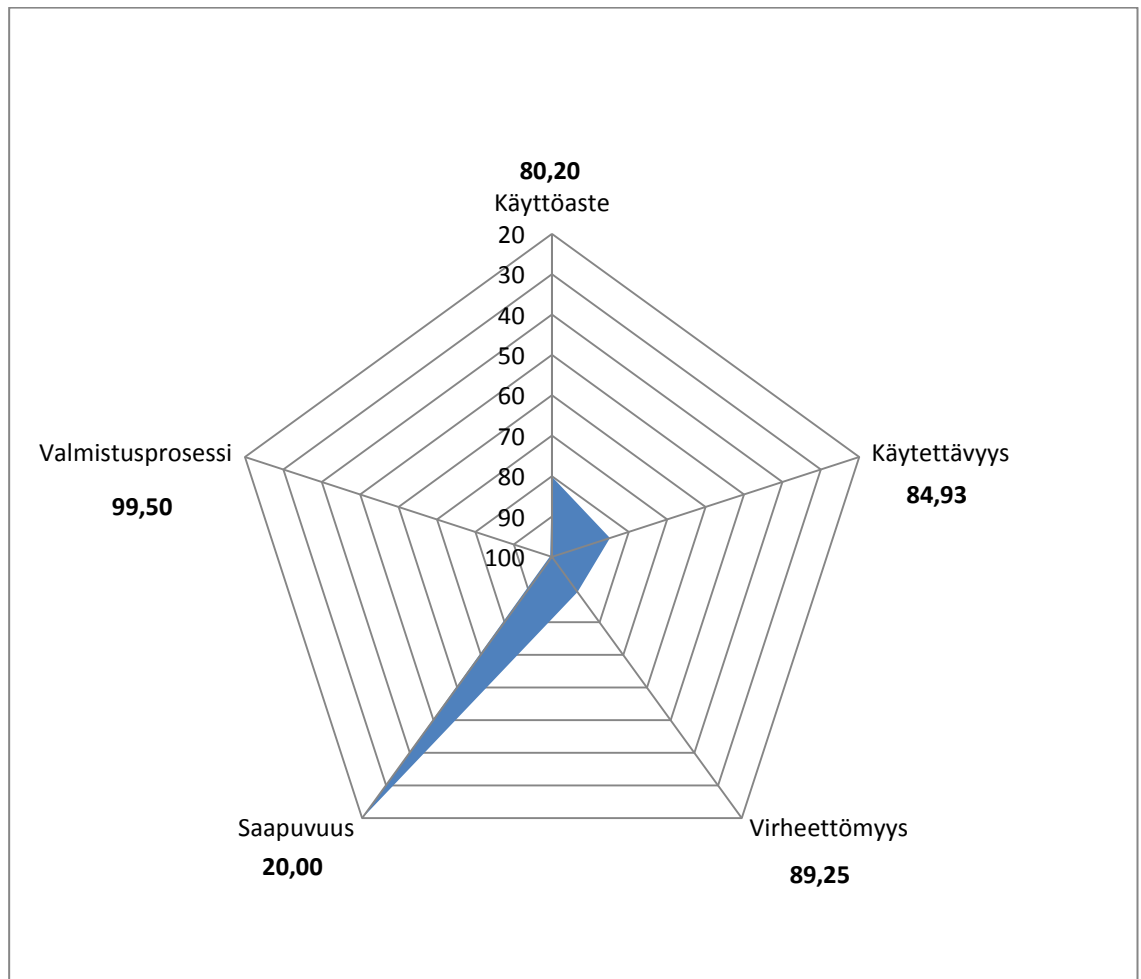
Virheettömyys	Viivästys/korjaus (h)	Painoarvo	Suhdeluku (tunti = %)	Virhe %
Aihio	0	5	5	0
Työvaihe (koneistus+asetus)	0	5	20	0
Konetyökalut	0,5	55	20	5,5
Ohjelmat	0,5	35	30	5,25

Jokaisella akselilla on siis yksilöllisesti laadittu taulukko, joka koostuu mitattavan arvon lisäksi myös suhdeluvusta sekä painoarvosta. Painoarvot ja suhdeluvut asetettiin siten, että kaikki mittaukset mahtuivat taulukkoon. Aihion osuutta painoarvoissa ja suhdeluvuissa pienennettiin, sillä se koostuu pääasiassa tämän työpisteen ulkopuolisista toimista, joihin ei voida tämän työpisteen toimilla vaikuttaa.

5.2.6 Koemittaukset

5.2.6.1 Ensimmäinen valmistusprojektin mittaus

Ensimmäinen valittu valmistusprojekti mittaukseen ajoittuu alkukesälle 2012. Projekti on tyypillinen ja vastaavia projekteja kulkee LP-30:n kautta vuositasolla kymmeniä. Kyseessä on ZLC-telan akselin koneistus, johon aikaa kuluu pelkästään LP-30:lla useita satoja tunteja. Ennen kuin akselivalu on valmiina vastaanotettavaksi telatuo-
tantaan sisään, ollaan jo vuotta aiemmin tehdyistä tuntikuormitusten ajankohdista jäljessä n. 6 viikkoa. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että akselitoimittajalla on ollut ongelmia valujen kanssa ja kiireellisemmät valut on ollut pakko tehdä ensin, jolloin tämä on viivästynyt merkittävästi. Suurin kysymys näitä viivästyksiä ohjatessa on: Ehtiikö tela oikeaan laivaukseen? Pitääkö telan laivarahtausta muuttaa? Niin kauan kuin telat ovat ehtineet oikeaan laivaukseen, ongelmaa ei ole tunnustettu olevan lainkaan. Yksin tämä viivästys romuttaa koko saapuvuus-osan mittarista, joka on nähtävissä kuviossa 20. Muut valmistusprosessin osat ovat tähän verrattuna kunnossa. Projektin mittaustulokset ovat kokonaisuudessaan nähtävillä liitteessä 1.

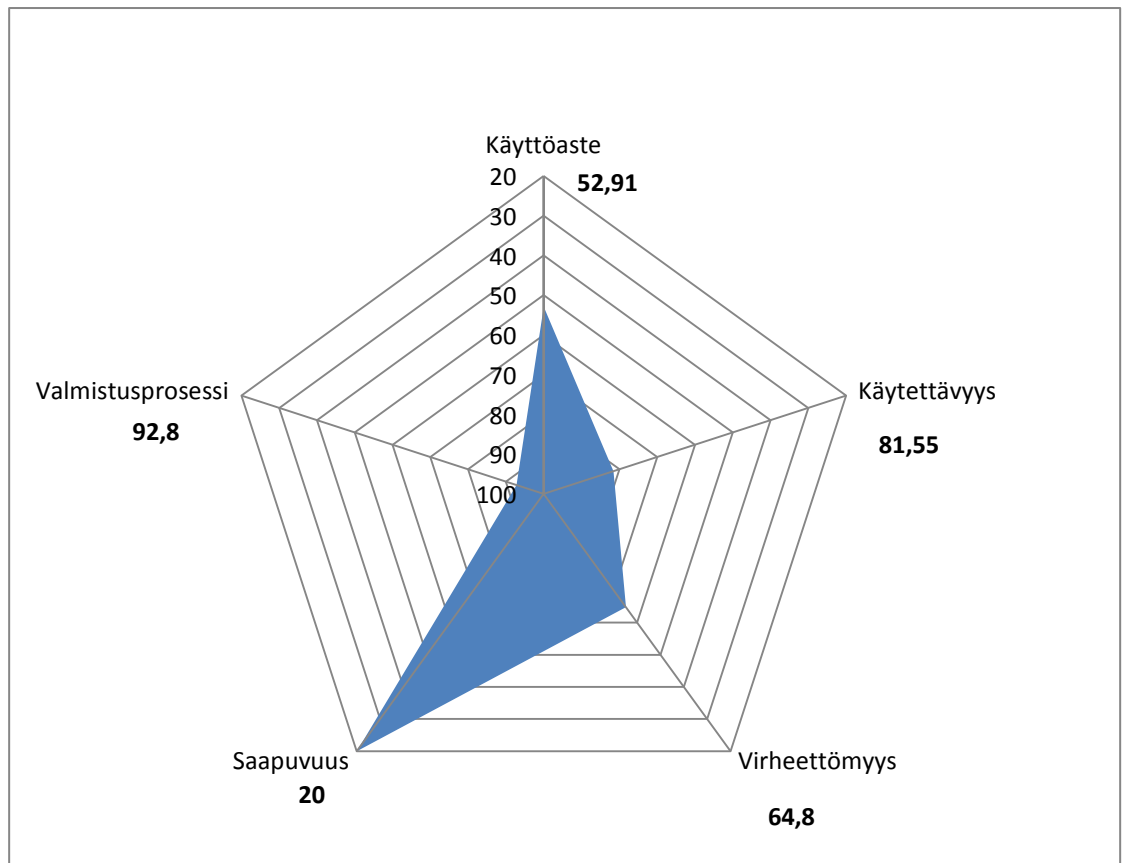


KUVIO 20. Ensimmäisen koemittauksen tulokset

5.2.6.2 Toinen valmistusprojektin mittaus

Toinen tarkasteltava projekti osuu aikaväliltään vuoden 2012 elokuulle. Myös tässä projektissa valmistettava tuote on ZLC-tela. Projektilla oli ensimmäisessä mittauksessa käsitellyn projektin tavoin toimitusongelmia, mutta tällä kertaa kyseessä oli aihion ennenaikainen toimitus. Valuaihio toimitettiin Rautpohjaan 4 viikkoa etuajassa. Ennenaikainen saapuminen on kaaviossa luokiteltu yhtä pahaksi virheeksi kuin myöhästyminen, sillä liian aikaisin saapuneita aihioita joudutaan varastoimaan pitkiä aikoja, eikä niille välttämättä ole tilaa. Tela valmistui suunnitellussa aikataulussa, mutta työkierrossa oli tapahtunut yksi koneistusvirhe, jonka vuoksi akseli palasi samalle koneelle 5 viikkoa myöhemmin korjattavaksi. Virhe huomattiin ennen kokoon-

panoa ja kyseessä oli ainoastaan huonosta kierteestä, joten korjaus oli kohtalaisen nopea tehdä. Kaikkiaan aikaa korjaukseen meni n. 10 h. Toisen projektin mittaustulokset tutkadiagrammissa ovat nähtävillä kuviossa 21, sekä kokonaisuudessaan liitteessä 2.



KUVIO 21. Toisen koemittauksen tulokset

5.2.7 Mittausten virhearviointi

Tutkadiagrammissa on tietokannoista kerättyä tietoa noin kymmenestä eri lähteestä. Diagrammiin kerättävä tieto vaihtelee mittayksiköllisesti ja mittausarvovollisesti suuresti, eivätkä kaikki mitta-arvot ole lainkaan vertailukelpoisia ilman suhdelukuja. Näin ollen suhdelukujen käyttö lisää virhettä merkittävästi, vaikkakin mahdollistaa tulosten vertailun. Suhdelukuja valittaessa niitä ei ole laskettu teoreettisten valmis-

tuskustannusten kautta, vaan ne on valittu siten, että mitta-asteikko riittää kaikissa mittauksissa. Tämä on oleellista mittausten alkuvaiheessa, jotta tuloksilla saadaan kartoitettua suurpiirteiset ääripäät ja tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. Suhdelukujen laskeminen kustannuksien kautta olisi ollut opinnäytetyöhön mahdollista, mutta työmäärä nykyiseen verrattuna olisi moninkertaistunut, eikä tieto olisi sinänsä parantanut mittaustulosta. Se olisi parantanut mittaustulosten todellista tarkkuutta merkittävästi, mutta esimerkiksi opinnäytetyössä käsiteltyjä koemittauksia se ei olisi voinut tarkentaa, sillä oleellista näissä mittauksissa on niiden vertailukelpoisuus keskenään realistisen mitatun prosenttiluvun sijaan.

Toinen mahdollisuus olisi ollut määrittää suhdeluvut ja painoarvot keskiarvomenetelmällä, jossa mitattavia koeprojekteja olisi ollut huomattavasti suurempi sarja. Tällöin kaikista mittauksista olisi saatu keskiarvollinen data, jonka mukaan suhdeluvut ja painoarvot olisi voitu sijoittaa siten, että jokaisessa mittauksessa mitta-arvot mahtuvat diagrammiin. Tämä menetelmä toteutettiin tässä opinnäytetyössä käytännössä vain kahden projektin osalta, sillä aikaa on opinnäytetyössä rajallinen määrä ja vuoden vanhojen projektien kartoittamiseen aikaa kului ennakoimattoman paljon.

Mittarin dataa ja virhettä määritettäessä on oleellista tietää mihin mittaustuloksia käytetään. Virhettä todellisiin taloudellista karttaa käyttäen määriteltyihin prosentteihin voi olla kymmeniä prosenttiyksiköitä. Mittaustulosten prosenttiarvot ovat kuitenkin keskenään äärimmäisen tarkkoja, sillä mitta-akseleiden tiedot ovat kaikki mittausten kesken täysin vertailukelpoisia ja tiedot on kerätty samoista tietokannoista. Myös suhdeluvut ovat luonnollisesti molemmissa mittauksissa olleet samat, jolloin tulokset ovat täysin vertailukelpoisia keskenään.

Mittauksiin valitut projektit ovat hyvin samanlaiset keskenään. Työkierto on kohtalaisen samankaltainen, vaikka toinen valmistetuista teloista oli merkittävästi suurempi. Myös vuoden 2012 keväällä suoritettut kehitysprojektit ovat päättyneet jo ennen näitä telaprojekteja, eikä telaprojektien välissä ole ollut merkittäviä kehitysprojekteja.

6 TULOKSET

6.1 Mittausdatan analysointi

Mittaustulokset kahdesta käsitellystä projektista ovat nähtävillä liitteissä 1. ja 2. 5-akselisen mittauksen lisäksi esitysdiagrammiin päätettiin lisätä myös saapuvuuden ja virheettömyyden pylväsdiagrammit, sillä näihin kahteen suhdeluku ja painoarvo vaikuttavat kaikista eniten. Näiden kahden akselin tiedot ovat lisäksi suhdeluvulla käännetty neljästä eri prosessialueesta, joiden kytkökset keskenään eivät ole näkyviä, vaikka kaikista tulee sama seuraus. Pylväsdiagrammit osoittavat esimerkiksi saapuvuuden osalta todellisen myöhästymän päivinä, jolloin myöhästymisen tai etuaikaisuuden summa on nähtävissä päivissä, eikä pelkästään prosenttina. Molemmissa mittauksissa saapuvuus on tasan 20 % joka johtuu diagrammin painotuksesta, jossa aihion osuus kokonaissaapuvuudesta on 80 %.

Mittaustulokset osoittavat varsin yksiselitteisesti että suurin yksittäinen ongelma on saapuvuudessa, tarkemmin sanottuna valuaihion saapumisessa työkoneelle. Ajan kohdat jolloin aihiot saapuvat vaihtelevat usean viikon etuaikaisuudesta vajaan kahden kuukauden myöhästymiseen jo näiden kahden valitun projektin välillä. Tämä yksiselitteisesti tarkoittaa sitä että omalla tuotannolla on ulkoisista piirteistä johtuen äärimmäisen heikko ennustettavuus. Heikko ennustettavuus lisää suoraan kustannuksia valmistuksen hinnoitteluun, mutta tämän lisäksi väärään aikaan tuotannossa olevat aihiot lisäävät varastointikuluja ja ne sitovat paljon muun muassa turhaa siirteilyä osakseen. Tuotantoa joudutaan kuormittamaan äärimmäisen aktiivisesti ja tarkasti viimeisten viikkojen ja päivien ajalta ennen varsinaisen työprosessin alkua, vaikka tarvittavat tiedot tuotannon tarkkaan kuormittamiseen on ollut jo vuotta aikaisemmin. Ongelma vaikuttaa olevan enemmän verstaan ulkopuolinen, mutta tällaiselle tilanteelle on silti annettu hyväksyntä, sillä merkitsevin mittari tähän asti on ollut valmiin telan laivaus. Mikäli tela ehtii oikeaan laivaan, järjestelmä toimii. Tai näin sitä on ainakin tulkittu. Mutta ongelman aiheuttavat suuret yksittäiset poikkeamat. Kone-rikkoja verstaalla tapahtuu vaihtelevasti. Myös inhimillisiä virheitä tapahtuu. Mikäli näitä tapahtuisi molempia samalle projektille, aikataulu olisi hetkessä täysin mene-

tetty. Tämän vuoksi on syytä pyrkiä tarkemmin kohti suunniteltuja aikatauluja. Niillä on mahdollista kerryttää säästöjä monessa eri portaassa, sekä lisätä merkittävästi tietämystä ja tehokkuutta omassa tuotannossa.

Mittaroinnin tuloksista on myös helppo päätellä että tietämys omasta valmistusprosessista on erinomainen. Nämä molemmat projektit ovat vieneet sen verran aikaa mitä on suunniteltukin, tai ainakin hyvin lähelle sitä.

Toisessa projekteista tapahtui virheettömyydessä useamman kymmenen prosenttiyksikön muutos heikompaan, kun yksi kappaleeseen tehty kierre oli viallinen. Tapahtunut virhe huomattiin vasta 5 viikon päästä siitä, kun akseli oli lähtenyt LP-30:ltä. Akseli otettiin takasin koneelle heti kun virhe oli huomattu ja kierre korjattiin välittömästi. Asetuksineen korjaukseen meni aikaa noin 10 tuntia. Kaksinkertaiset asetusajat jättivät merkkinsä myös saman projektin käyttöasteeseen, joka oli jo ennestään matalampi kuin toisen mitatun projektin. Lisäksi tämä yksi virhe näkyy myös valmistusprosessin prosenttiluvussa, vaikkakin muutos oli kuviteltua pienempi.

6.2 Kehitysehdotukset

Kuten virhearvioinnissa on mainittu, tulokset ovat vertailukelpoisia ainoastaan keskenään. Mikäli projekteja päätetään alkaa seurata tällä tavoin systemaattisesti, on syytä miettiä tarkemmin akseleiden painoarvoja sekä suhdelukuja. Näillä tuloksilla on varmasti paikallaan tehdä selvitys siitä, millainen on valuaihioiden hankintasuunnitelma jatkossa. Nykyisellään valuaihioille on tietty toimitusikkuna, jonka ajalle valutoimituksen on osuttava. Vastaavasti valimo täyttää oman toimitussuunnitelmansa siten, että aihiot pyritään toimittamaan tyyppikohtaisesti, jolloin valimon oma tuotanto voidaan laskea valupaikkojen mukaan. Toimitusikkunan päätekohtaksi on merkitty ensimmäisen suunnitellun koneistustyövaiheen aloitus, mutta ilmoitettu toiveviikko valulle määräytyy usein sen mukaan miten valimon valupaikat määräytyvät. Toiveviikko valun saapumiselle on usein muutamia viikkoja ennen ensimmäistä koneistustyövaihetta. Mikäli valut tulevat toiveviikon jälkeen, mutta ennen ensimmäis-

tä koneistustyövaihetta, tilanne on kohtalaisen hyvin hallinnassa. Tämä tosin tarkoittaa sitä että valimo ei pysty toimittamaan telaa asetetun toiveajan ja oman tuotannon suunnittelun puitteissa, mikäli se haluaa toteuttaa oman toimintansa taloudellisesti tehokkaasti. Taloudellinen tehokkuus ja lopputuloksen ajankohta poikkeavat suunnitellusta toiminnasta. Mikäli taas valut toimitetaan ennen toiveviikkoa, tämä tarkoittaa valmistukseen kiinni sidotun pääoman kasvattamista merkittävästi ja sen sitomista lisäarvoa tuottamattomaan toimintaan: varastointiin. Lisäksi ylimääräinen varastointi aiheuttaa usein siirtokuluja ja varastointikustannuksia sekä rahassa, että ajassa säilytyksen pituudesta riippuen.

Tämän opinnäytetyön suurimpana tuloksena voidaan pitää vertailukelvollisesti suurimman yksittäisen hävikin aiheuttajan selvittämistä tällä työpisteellä. Tieto ei kuitenkaan ole sinänsä millään tapaa uutta, sillä myöhästymisten viikkomäärät sekä väärään aikaan tulleiden toimitusten yleisyys on kyllä tiedossa. Tämä mittaustapa tuo kuitenkin kaikki valmistukselliset toiminnot ensimmäistä kertaa samaan diagrammiin ja vertailtavaksi. Näiden tulosten vertailussa ja päätöksiä tehdessä pitäisi periaatteena käyttää yhden virheen korjausta. Tällöin mittaria pyritään yksittäisillä toimilla säätämään vain yhteen suuntaan. Mittaroinnissa jokainen akseli on jollakin tasolla kytketty toisiinsa, jolloin yhden akselin säätäminen muuttaa kaikkia akseleita hieman. Mikäli prosessissa pyritään ohjaamaan vain yhtä akselia parempaan suuntaan, voidaan toiminta tehdä tämän suhteen kaikista tehokkaasti. Suurin poikkeama myös peittää alleen kaikki muut ongelmat. Kun saapuvuuden on havaittu olevan suurin epäkohta nykyisessä tuotannossa, sillä on taipumus peittää kaikkien muiden mitattujen toimintojen virheitä. Mikäli näissä mittauksissa saapuvuus olisikin ollut 80 % nykyisen 20 % sijaan, jokin muu mitatuista arvoista olisi voinut aiheuttaa vastaavanlaisen piikin diagrammiin, ottaen saapuvuuden paikan diagrammissa. Diagrammin pohjalta tehtävissä ratkaisuisissa on siis oleellista pyrkiä muuttamaan yhtä prosessin osaa kerrallaan.

7 POHDINTA

7.1 Rautpohjan telatuotannon kehitys

Telatuotannossa systemaattisesti kehitykseen nykyisellä toimintakehyksellä on pyritty vasta muutamia vuosia. Kehitysorganisaatio on siis kohtuullisen uusi, eikä ole saavuttanut verstaalla sellaista asemaa, kuin sen kuuluisi. Kehitys ei näistä syistä ole myöskään verstasyöntekijöille rutiini ja osa jokapäiväistä työntekoa. Tämä lisää yksittäisten kehitysprojektien taakkaa moninkertaisesti, sillä muutoksissa on usein kyse ajatusmuutoksesta. Uuden organisaatorakenteen myötä telatuotannon kehitys on siirretty kokonaisuutena Järvenpäähän. Rautpohjassa ei ole omaa kehitysorganisaatiota, joten kehityksen voimavaroja ei ole omasta takaa. Tietenkin Rautpohja kuuluu Järvenpään kehitysosastolle vastuualueena, mutta mikäli resurssit on sijoitettu muualle kuin missä kehityksen tarve on, on turha haaveilla hyvistä lopputuloksista. Sama pätee ylipäätään lähes kaikkiin kehitysprojekteihin.

Verstaalla kehitys tarkoittaa yksittäistä hanketta, tai yritystä tehdä jokin asia eritavalta. Ei sitä, kuinka tänään tulisi menetellä, että huomenna olisi helpompaa. Luova kehitystyö tehdään toimistoissa, joissa päätökset tehdään katsoen kuvaajia ja diagrammeja, jota esimerkiksi tässäkin opinnäytetyössä käsiteltiin ja laadittiin. Kuitenkin todellisuudessa verstaalla on lattiatasolla huutava pula kehityksestä: Koneet ja työtävät ovat vanhoja, koneiden kunto ja henkilöstön motivaatio vaihtelee laidasta laitaan. Eikä ilmapiirin kehittämiseen ja paljon korostettuun yhteistyöhenkeen panosteta tarpeeksi paljon. Tämä vaikuttaa myös kokonaiskuvaan, jossa liiketoimintalinjan johdosta ansaitsisi kunnioituksen ottamalla vastuun tapahtuneista muutoksista ja tukemalla työyhteisöä parempaan tulokseen. Näin ei ainakaan vaikuta olevan. On vaikea yrittää saada selkeää kuvaa toiminnasta ihmiseltä, jota ei itseäkään kiinnosta tulla töihin kuin ainoastaan palkan takia. Kyse on kuitenkin ammattilaisesta joka tuntee oman työprosessinsa paremmin kuin kukaan tässä yhtiössä, luultavasti vielä usean kymmenen vuoden työkokemuksella. Kun tällaisista tapauksista puhutaan, kyseessä on kenties koko Rautpohjan suurin yksittäin, mutta hyödyntämättömissä oleva voimavara.

Mielestäni ennemmin kuin kehittämällä yksittäistä systemaattista askelta 5S-projektien jälkeen nyt olisi ajankohtaista miettiä kuinka työilmapiirin parannus ja luottamus tuotannon johtoon ja työn säilyvyyteen saavutetaan. Tähän voisi ratkaisuna olla mm. yhteistapahtumat, joissa olisi mukana niin suunnittelu-, tuotanto- ja johtohenkilöstöä ilman erinäisiä auktoriteettilinjoja. Jokaista työntekijää tarvitaan työyhteisössä ja tätä asiaa nykyisin lähinnä ruokitaan siirtämällä tiettyjä tukitoimia organisaatorakennemuutosten myötä parhaassa tapauksessa useiden satojen kilometrien päähän. Mielestäni paras mahdollinen tapa ajaa näitä kaikki asioita eteenpäin olisi alkaa järjestää verstashenkilöstölle benchmarking-matkoja menestyneisiin kotimaisiin yrityksiin. Tällä voitaisiin herätellä ajatuksia mahdollisesta lopputuloksesta. Samalla henkilöstö viettäisi aikaa yhdessä jolloin työyhteisön ryhmähenki parantuisi ja kehittämislle voisi olla näkyvissä selkeämmin jatkuvuutta omalla työpaikallakin.

Tämänkaltaiset kehitystoimenpiteet vaikuttavat kalliilta päällepäin. Mutta on muistettava että n. 80 % kehitysprojekteista menee järjestään ohi onnistumis sektorista. Eikä lähtötaso anna vielä valmiuksia siihen, että tehokkaista projekteista voitaisiin saada Rautpohjassa paras hyöty irti. Benchmarking-toiminnasta kehityksen ensimmäisessä vaiheessa enemmänkin koulutusmielessä on kyse todella korkeasta onnistumisprosentista ja kyseinen menettelytapa mielestäni on kiistattomasti halvin tapa korostaa ajatusmuutosta. Ylipäätään se että rahalla voidaan aikaansaada ajatusmuutosta parempaan, on mielestäni vähintäänkin kokeilun arvoista.

7.2 Mittarin laatiminen

Opinnäytetyön tuloksena syntyi mittari, jolla voidaan kartoittaa työvaihekohtaisesti heikoiden hallittavissa oleva prosessiosa. Mittaustulokset ovat keskenään varsin vertailukelpoisia ja tulokset näyttävät siltä mitä oli odotettavissakin. Opinnäytetyön mukainen projekti tässä pisteessä ei tuonut esiin mitään merkittäviä uusia tietoja omasta tuotannosta, mutta tämä tosiasia oli hyväksyttävä tavoitteissa määritellyn monikäyttöisyyden vuoksi.

Kun opinnäytetyötä vastaavaa projektia päästään 5S-projektien jälkeen aikanaan soveltamaan esimerkiksi kokoonpanovaiheisiin, on mielenkiintoista nähdä miten prosessin hallittavuus siellä koostuu ja kuinka kokoonpano eroaa prosessien toiminnallisuudessa osavalmistuksesta. Kun lähtötasoa on tasoitettu 5S-projekteilla ja tuotannolliset pullonkaulat on hahmotettu, on mielenkiintoista kuinka tarkasti tällä voidaan pullonkaulatyöpisteistä selvittää ongelmien syntyperä sekä prosessin hallittavuuden merkitys. Tämän työssä luodun mittarin merkitys tulee siis esiin vasta silloin, mikäli sitä voidaan soveltaa kohteeseen, jossa mittaroinnilla paljastuvat asiat vaikuttavat mahdollisesti koko tuotteen läpimenoaikaan.

Kokonaisuutena mittarin laatiminen oli varsin työläs. Kaikki tiedot oli haettava eri järjestelmistä, joihin oli pääsy vain asianmukaisilla henkilöillä. Kaikkiaan mittariin koostettavien tietojen saamiseksi kävin keskustelemassa kuuden eri henkilön kanssa. Tämä osoittaa varsin selvästi, että vaikka kyse on tuotannon tunnusluvuista, ne eivät ole selkeästi kaikkien saatavilla, tai edes yleisesti käytettyä tietoa. Nykyisellään paikkoja, joihin tietoa kerätään, on liikaa. Ne eivät vastaa tämän tapaista käyttöä lainkaan, eikä ole mitään yksittäistä kantaa, joka keräisi tuotannosta ylös edes tärkeimpiä tunnuslukuja. Kuitenkin nämä lukuarvot ovat keskeisiä tietoja kun puhutaan tietämyksestä omaa tuotantoa ja tuotantojärjestelmää kohtaan.

Myös yksi tämän mittarin koostamiseen haluttu piirre oli datan näkyvissä oleminen. Osassa mittareista joita Rautpohjassa on käytössä, käytetään lähinnä tuottavuuden index-arvoja. Näissä on lähtötiedot piilotettu niin, että mikäli index-luku on huono, ei mittaria lukeva käytännössä tiedä mitä tulisi muuttaa parempaan jotta myös index-luku paranisi. Tässä opinnäytetyössä laadittuun mittariin laitettiin esitysmalliin näistä syistä lisäksi kaksi pylväsdiagrammia, jotka osoittavat prosenttiarvojen ja indexien sijaan konkreettisesti esimerkiksi saapuvuudesta myöhästymispäivien lukumäärän. Samoin eriteltynä löytyy myös virhe- % työkaluista ja ohjelmista.

7.3 Opinnäytetyö oppimisprosessina

Opinnäytetyö oli varsin haastava, kuten uuden luominen yleensä on. Vaikeinta oli yrittää toimia objektiivisesti koko projektin ajan, vaikka kyseisestä työpisteestä tiedossa oli jo etukäteen paljon yksityiskohtaisempaa tietoa telaprojekteista, kuin muista työpisteistä. Myös aiemmin tehdyt kehitysprojektit asettivat luonnollisesti hieman painetta, sillä uuden tilan ja kehityksen saavuttamista oli aiemmin yritetty vaihtelevin tuloksin.

Myös opintojen vähäisyys tältä aihealueelta lisäsi työn haastavuutta. Käytännössä tuotannon kehittämiseen syventyviä kurssikokonaisuuksia ei ole, vaan koko aihealue on pieninä osina muutamilla kursseilla. Kattava tietämys oli kerättävä jo ennen opinnäytetyötä ja tässä suureksi eduksi ole ennen kaikkea vuotta aiemmin Metsolla suorittamani harjoittelujakso. Tuolloin luin yksittäisiä artikkeleita sekä muutamia kirjoja aiheesta. Nyt opinnäytetyön alussa oli kohtalaisen helppoa hahmottaa mistä aihepiiristä voisi löytyä tietoa, jota voisi hyödyntää. Oman mausteensa tähän tieteenkin lisäsi käännettyjen kirjojen löytäminen eri aihepiireistä, sillä ainoastaan Six Sigmasta ja mittaamisesta on alkuperäistekstinä suomenkielellä julkaistuja tiedoltaan kattavia kirjoja. Kaikki muut opinnäytetyössä käytetyt Lean-tekstit on julkaistu aiemmin englanniksi tai japaniksi.

Tiedonhaun sekä projektitaitojen lisäksi tämä syvensi merkittävästi tuntemusta Leanista sekä tuotannon kehittamisestä ja kehittämistekniikoista. Lean käsitellään koulussa yhtenä metodina kohtalaisen lyhyesti, mutta erittäin hyvin toiminut opinnäytetyön ohjaus motivoituneiden ohjaajien tuloksena paransi lopputulosta merkittävästi. Myös Metsolta tarjottiin paljon apua ja vaihtoehtoja työn tekemiseen, mutta annettiin samalla vapaat kädet työn laatimiselle ja aikatauluttamiselle. Mielestäni näiden ohjeiden ja opasteiden saattamana opinnäytetyöllä saavutettiin tavoite todella hyvin. Tällä hetkellä telatuotannossa on tieto seuraavasta mahdollisimman monikäyttöisestä kehitysaskeleesta 5S-menetelmän jälkeen.

LÄHTEET

Imai, Masaaki, 1986. Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success, McGraw-Hill, ISBN-978-0075543329

Kaizen Institute, 2012, Implementation Success Stories (Viitattu 12.2.2013)

<http://www.kaizen-institute.com/knowkaizen/Kaizenorg.html>

Karjalainen, T. & Karjalainen E. 2008. Six Sigma – Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. QK Karjalainen Oy. ISBN 951-98355-2-0

KnowPap, 2005. Paperin ja kartongin valmistus – demo, VTT Industrial systems (Viitattu 13.1.2013)

http://www.knowpap.com/www_demo/suomi/paper_technology/general/5_paper_making/frame.htm

Laamanen, K. 2009. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – ideasta käytäntöön, Laatu keskus Excellence Finland. ISBN 978-952-5136-16-6

Liker, J.K. 2004. Toyotan tapaan, Mc-Graw-Hill. ISBN 978-952-220-226-0

MET, Metalliteollisuuden Keskusliitto. 2001. Six Sigma pähkinänkuoressa. Metalliteollisuuden Kustannus Oy. ISBN 951-817-766-X

Metso lyhyesti, 2013. Liiketoimintamme lyhyesti (Viitattu 16.1.2013)

http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-090602-2256F-AA11F?OpenDocument

Metso lyhyesti, 2012. Metson historia (Viitattu 11.1.2013)

http://www.metso.com/fi/corporation/about_fin.nsf/WebWID/WTB-041026-2256F-0E48B?OpenDocument&mid=035F37BD264FB77AC2256F4E0049BD51

Rother, M. 2010. Toyota Kata, Rother & Comapny, LCC. ISBN 978-952-220-362-5

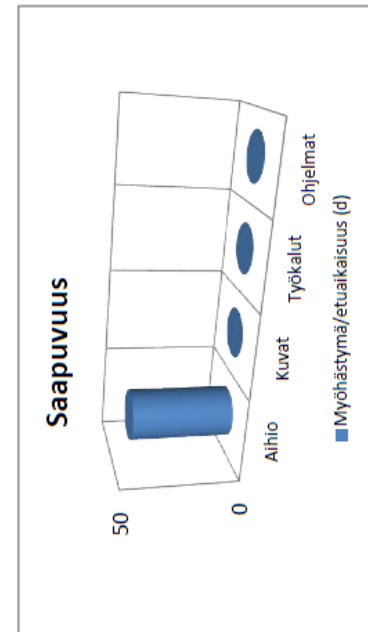
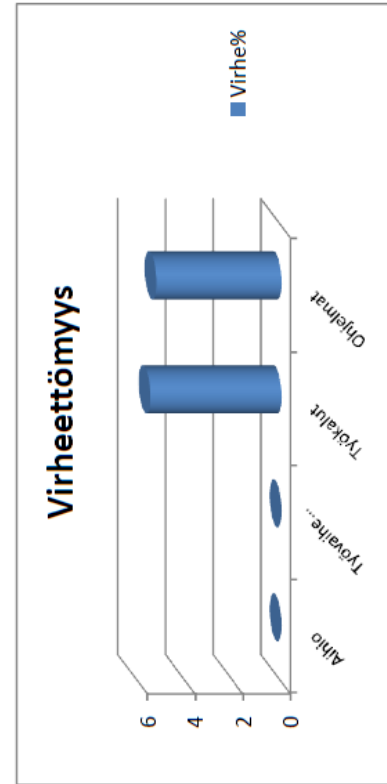
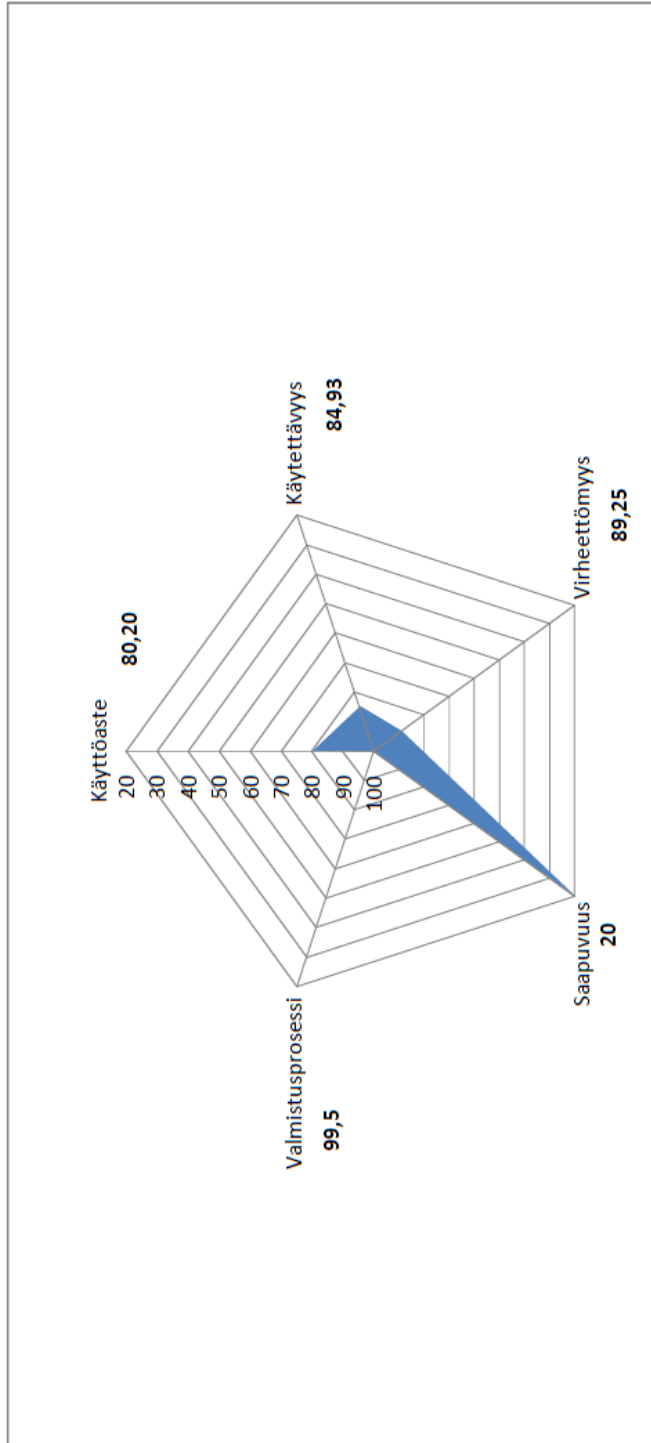
Ryynänen, J. 2011. Laadunparantamisen työkalut. Opetusmateriaali. Metso Paper.

Ryynänen, J. 2013. PETRAUS-projekti. Koulutusmateriaali. Metso Paper.

Teknologioteollisuus ry, 2009. 5S. MET-julkaisuja. ISBN 951-817-765-1

LIITTEET

Liite 1. Koemittausprojekti 1, LP-30



Liite 2. Koemittausprojekti 2, LP-30

