

# Prosessin mallintaminen ja kehittäminen

Uuden tuotteen implementointi tilaus-  
toimitusprosessiin

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Älykäs teollisuus ja uudet  
liiketoimintakonseptit  
Insinööri (ylempi AMK)  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Markku Lindstam

Lahden ammattikorkeakoulu  
Insinööri (ylempi AMK)  
Älykäs teollisuus ja uudet liiketoimintakonseptit

LINDSTAM, MARKKU:

Prosessin mallintaminen ja  
kehittäminen:  
Uuden tuotteen implementointi tilaus-  
toimitusprosessiin

43 sivua

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, kehittää sekä tuottaa pidemmän tähtäimen kehitysideoita uuden tuotealueen valmistukseen Stalatube Oy:n käyttöön. Uusi tuotealue piti sisällään työvaiheita, joita yrityksessä ei aikaisemmin ollut ollut käytössä asiakkaalle myytävien tuotteiden valmistuksessa.

Uusien tuotteiden osalta yrityksestä puuttui prosessit tilausten käsittelystä toimitukseen. Joiltain osin olemassa olevia prosesseja oli mahdollista hyödyntää uusien tuotteiden kanssa, mutta suurelta osin prosesseja ei ollut luotu. Tuotteiden myyminen ja valmistaminen oli aloitettu asiakkaan aikataulupaineen vuoksi jo ennen prosessien suunnittelua. Tämä johti tilanteeseen, jossa sekä informaatio- että materiaalivirrat olivat hallitsemattomat.

Työssä kuvattiin prosessi Leanin VSM- työkalulla, jossa prosessin eri vaiheet saatiin arvotettua. Lisäksi työssä haastateltiin henkilöstöä heidän näkemyksistään prosessin tilasta sekä toivottavista kehityssuunnista. Lisäksi prosessille luotiin mittareita, joilla prosessin toimintaa on jatkossa mahdollista seurata.

Prosessin tutkimisen sekä nopeiden kehitystoimenpiteiden jälkeen prosessin toimintavarmuutta saatiin parannettua. Tutkimuksen aikana prosessin toimitusvarmuus nousi 100%:iin, ja prosessista saatiin poistettua turhia työvaiheita.

Asiasanat: Value Stream Mapping, Lean, prosessin kehittäminen

Lahti University of Applied Sciences  
Master's Degree Programme in Engineering  
Smart industry and new business concepts

LINDSTAM, MARKKU:

Process modeling and development:  
Implementing a new product to order-  
delivery process

43 pages

Spring 2018

ABSTRACT

---

The subject of this thesis was to study, develop, and implement long-term development ideas for the production of a new product family production at Stalatable Oy. The new product family involved production phases that had not been used earlier in producing customer-related items.

For these new products the company was missing all processes from order handling to delivery. It was possible to partly use existing processes with new products, but a majority of the required processes did not exist. Selling and producing the items was started before designing the processes because of schedule pressure of the customer. This led to a situation where both information and material flows were uncontrolled.

During the thesis the whole order-delivery process was modeled with the VSM tool of the Lean toolbox. With this tool all process phases were set with values of interest. In addition, personnel related to the order-delivery process were interviewed regarding their visions of the current state of the process and how they think the process would need to develop. Also, metrics for this process was created for measuring and controlling the process in the future.

By studying the process and implementing some quick developments, the reliability of the process was improved. During the research, delivery accuracy was improved to 100%, and some unnecessary operations were removed.

Key words: Value Stream Mapping, Lean, process development

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Toimeksiantajan esittely	1
1.2	Tutkimuksen tausta	2
1.3	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	3
1.4	Sanastoa	4
2	PROSESSIEN KEHITTÄMINEN	5
2.1	Prosessin suorituskyvyn mittaaminen	6
2.2	Prosessien kehittämisen työkalut	11
2.2.1	5S	12
2.2.2	Visuaalisuus	13
2.2.3	Prosessikuvaus ja VSM	14
2.2.4	High Mix – Low Volume	16
2.2.5	Toimihenkilöprosessien kehittäminen	18
3	CASE STALATUBE: KEHITETTÄVÄT PROSESSIT	19
3.1	Tietoja kehitettävästä prosessista	19
3.2	Jatkojalostusprosessin kehittämisen vaiheet	19
3.3	Valmistusprosessin lähtötiedot	27
3.4	Prosessin kehittäminen ensimmäisen tarkasteluviikon perusteella	31
3.4.1	Varastointi	31
3.4.2	Kapasiteetin nosto	32
3.4.3	ERP- järjestelmän kehittäminen	32
3.4.4	ERP- järjestelmän kouluttaminen	32
3.4.5	Tuotantotilojen layout- muutokset	33
3.5	Prosessin kehittymisen seuranta	33
3.6	Prosessin toiminta tutkimuksen suorittamisen ajankohdan jälkeen	36
4	YHTEENVETO	37
4.1	Jatkokehityskohteita	39
4.1.1	Tuotantokoneiden integrointi erp- järjestelmään	39
4.1.2	Asetusaikojen lyhentäminen	40
5	LÄHTEET	41
	LIITTEET	43

## 1 JOHDANTO

Tänä päivänä puhutaan paljon kilpailukyvystä ja työn siirtymisestä halpatuotantomaihin. Moni yritys on siirtänyt tuotantoaan Itä-Eurooppaan tai Aasiaan asti halvempien tuotantokustannusten vuoksi. Vaikka halvemmallalla valmistetut tuotteet eivät aina vastaa asiakkaiden laatuodotuksia, laaduttomuuskustannukset ovat joidenkin yritysten mielestä verrattain pieniä valmistuskustannussäästöihin verrattuna.

Jotta yritys voisi menestyä valmistamalla tuotteitaan Suomessa tai muualla Länsi-Euroopassa, tulee sen toiminnan olla kustannustehokasta. Helpoin tie kustannustehokkaaseen valmistukseen on investoida nopeisiin valmistuskoneisiin, jolloin henkilötöön osuus valmistuskustannuksesta jää pieneksi. Tämä tapa toimii niin kauan, kuin yrityksellä on varaa investoida jatkuvasti parhaaseen teknologiaan, ja niin kauan kuin uutta ja tehokkaampaa teknologiaa kehitetään. Vastaavia laitteita on kuitenkin saatavilla myös halpatuotantomaissa. Niissä uuden teknologian käyttöönottoon on suurempi kynnys, koska kustannuspaineita investointiin ei tule yhtä nopeasti. Siinä vaiheessa, kun vastaavat koneet otetaan käyttöön halpatuotantomaissa, korkeamman kustannustason maissa pitää olla seuraava vaihe teknologian päivitykseen käynnissä.

Yritysten toimintaa voidaan kuitenkin tehostaa pienemmillä investoinneilla, jotka eivät vaadi suurta rahallista pääomaa. Yrityksen sekä sen työntekijöiden tapa toimia on usein vahvasti henkilösidonainen. Toimintatavat ovat monesta mahdollisesta eri syystä ajautuneet johonkin tilaan, ja niitä ei haluta tai uskalleta kyseenalaistaa. 1960-luvulla Toyotan tehtaan toimintaa kyseenalaisti Taiichi Ohno, jota myöhemmin alettiin kutsua LEAN- filosofian isäksi. Ohnon opeista on tehty lukuisia kirjoja ja niitä on sovellettu moneen eri ympäristöön.

### 1.1 Toimeksiantajan esittely

Stalatable Oy on Lahtelainen vuonna 1972 perustettu metallialan yritys. Vuonna 1972 teollisuusneuvos Reino Rajamäki perusti Stala Oy:n, joka

valmisti ruostumattomasta teräksestä pesupöytiä, suurkeittiökalusteita sekä postilaatikoita. Putkituotanto käynnistyi vuonna 1974, kun suurkeittiökalusteisiin tarvittiin ruostumattomia neliöputkia jaloiksi ja runkomateriaaliksi. Vuonna 2000 putkituotanto eriytettiin Stalatube Oy:ksi, ja liiketoiminnat alkoivat erkanemaan toisistaan. Tällä hetkellä Stalatube Oy:n liikevaihto on n. 90 M€, tuotanto vuonna 2017 28 788 tonnia ja henkilöstöä on n. 120.

Stalatuben kaikki tuotanto on Lahdessa, sisältäen 2 tehdashallia sekä 2 erillistä varastohallia. Tuotteista yli 90% viedään yli 45 eri maahan. Myyntikonttoreita Stalatubella on Hollannissa, USA:ssa ja Intiassa.

Stalatube valmistaa ruostumattomia neliö- ja suorakaideputkia, lattateräksiä, hitsattuja ja särmättyjä profiileja sekä näiden jatkojalosteita. Tämä opinnäytetyö keskittyy putkista valmistettujen komponenttien jatkojalostusprosessin tutkimiseen ja kehittämiseen.

Jatkojalostusprosessia on alkuvuonna 2017 laajennettu kattamaan hitsattuja rakenteita, joita ei tuotevalikoimassa ole aikaisemmin ollut.

## 1.2 Tutkimuksen tausta

Stalatube Oy on käynnistänyt uudenlaista liiketoimintaa nopealla aikataululla toimittaen tuotteita jo asiakkaalle. Prosessien suunnittelua ei ole ehditty tehdä, ja toiminnan ei voida katsoa olevan kunnolla hallinnassa. Uusi liiketoiminta on kuitenkin yrityksen strategian mukaista toimintaa, joten uuden prosessin halutaan toimivan hallitusti ja tehokkaasti.

Valmistusprosessi on tämän tutkimuksen aloitushetkellä käynnissä tavalla, johon sen voidaan katsoa ajautuneen. Prosessia ei siis ole huolellisesti suunniteltu, vaan yrityksen käytössä olevat, toimintaan soveltuvat menettelyt sekä niitä täydentämään keksityt tavat toimia ohjaavat toimintaa. Jotta prosessi saadaan hallituksi, tehokkaaksi ja suorituskykyiseksi, on koko ketju tilauksesta toimitukseen suunniteltava ja dokumentoitava.

### 1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tavoitteena on löytää toimintatavoista sekä lyhyen- että pitkän aikavälin kehityskohteita, joilla prosessin suorituskykyä, tehokkuutta sekä laatua saadaan hallitusti parannettua. Lisäksi tarkoituksena on havaita prosessin suunnittelussa kriittisiä kohtia jotka jatkossa auttavat uuden prosessin ylösajoa. Tutkimuksen tuloksia hyödynnetään jatkossa olemassa olevien prosessien kehittämisessä sekä uusien prosessien suunnittelussa.

Yrityksellä on tavoitteita prosessin toiminnan tasosta. Prosessin toimintaa mittaamaan suunnitellaan tässä työssä mittareita, joilla prosessin suorituskykyä voidaan mitata. Mittausten jälkeen prosessin toimintaa arvioidaan, ja suunnitellaan toimenpiteet prosessin parantamiseksi.

Uuden prosessin perustamisen kannalta tärkeä tutkimuskysymys on, mitkä asiat ovat kriittisiä prosessin sujuvan, tehokkaan ja laadukkaan toiminnan kannalta, ja miten nämä asiat tulisi huomioida? Niin uuden prosessin perustamisen kuin vanhan kehittämisen kannalta halutaan myös selvittää, miten prosessista havaitaan oleelliset kehityskohteet.

Tutkimuksen lähestymistavaksi valikoitui toimintatutkimus.

Toimintatutkimuksessa tyypillisesti tutkitaan ihmisten tai organisaation toimintaa, ja pyritään muuttamaan sitä. Muutosten jälkeen tutkitaan niiden vaikuttavuutta halutuilla mittareilla. Toiminnallisessa tutkimuksessa voidaan käyttää useita eri kehittämistapoja, jotka tukevat toisiaan ja auttavat saavuttamaan laadukkaamman lopputuloksen (Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti 2009, 38).

Kehittämistavaksi valikoituivat havainnointi, haastattelut sekä dokumenttianalyysi. Lisäksi tutkittavasta prosessista laaditaan prosessikartta. Havainnointi on suositeltava menetelmä kaikenlaiseen kehittämiseen, koska tällöin tutkija voi suoraan itse havainnoida tutkimuksen kohdetta (Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti 2009, 42). Mielestäni niin havainnoinnissa kuin muussakin tutkimuksessa on kuitenkin huomioitava, että usein tutkiminen vaikuttaa tutkimuksen kohteeseen.

Haastattelu toteutetaan puolistrukturoituna haastatteluna, koska halutaan selvittää mitä kaikkea prosessissa tarkalleen tehdään tietämättä sitä etukäteen. Puolistrukturoitua- eli teemahaastattelua käytetään tilanteessa, jossa ei tarkalleen tunneta tutkimuksen kohdetta eikä haluta liikaa ohjata vastajia (Ojasalo, Moilanen ja Ritalahti 2009, 41). Mielestäni toimihenkilötyön tutkimiseen haastattelu on soveltuvampi tapa kuin havainnointi. Toimihenkilötyön havainnointi olisi toteutettava hyvin läheltä, jolloin on hyvin todennäköistä, että tutkiminen vaikuttaa suuresti tutkimuksen kohteeseen.

Dokumenttianalyysiä toteutetaan tässä työssä suunniteltujen ja toteutettujen mittareiden perusteella. Itse dokumenttianalyysi ei välttämättä johda tässä työssä toteutettaviin toimenpiteisiin pitkän aikajänteen takia. Analyysin perusteella pyritään kuitenkin saamaan aikaan vähintään kehitysehdotuksia.

#### 1.4 Sanastoa

VSM, Value Stream Mapping – Arvovirtakartta, jota käytetään prosessien kehittämiseen. VSM:ssä kuvataan prosessin materiaali- informaatio virrat sekä ilmoitetaan prosessivaiheiden suorituskykyä ilmaisevaa dataa. Tyypillisiä ilmaistavia asioita ovat esim. prosessivaiheen läpimeno- ja prosessointiajat sekä valmistuote- ja välivarastojen koko. Myös koko prosessin läpimenoaika on usein kiinnostuksen kohteena.

5S – Tapa saavuttaa ja ylläpitää siisti ja organisoitu työpiste.

HMLV, High Mix Low Volume – Laaja valikoima ja matalat volyymit

PPAP, Production Process Approval Procedure – Tuotantoprosessin hyväksyntämenettely. Menettelyä käytetään usein korkeamman volyymin tehtaissa, joissa sekä tehtaalle tulevan että sieltä lähtevän tavaran laatuvaatimukset ovat tiukkoja. Tällaiset tehtaot vaativat usein toimittajiltaan PPAP- menettelyä toimittamiensa tuotteiden osalta.

ERP, Enterprise Resource Planning - Toiminnanohjausjärjestelmä

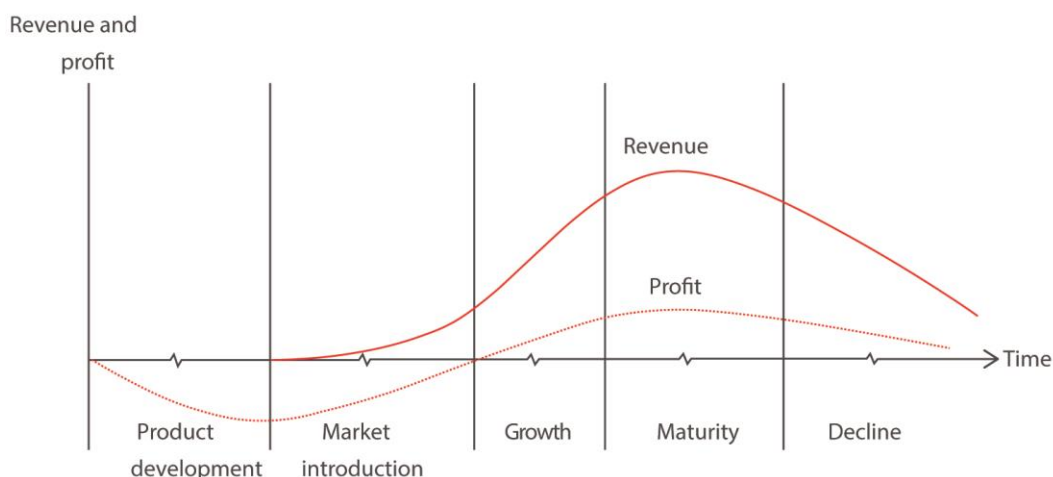


## 2 PROSESSIEN KEHITTÄMINEN

*”Tilaus-toimitusprosessi sisältää useita vaiheita. Jokainen niistä voidaan tehdä uudella tavalla tai mikä parasta jättää kokonaan tekemättä!” (Sakki, 1997, 184)*

Yrityksissä on erilaisia tarpeita kehittää toimintaa, kun huomataan, että asioita pitäisi tehdä paremmin tai tehokkaammin. Useimmiten kehitystarve tulee esille viimeistään, kun tuotteen elinkaari saavuttaa vaiheen, jossa markkinahinta laskee markkinoiden mielenkiinnon hiipumisen, saturaation tai kilpailun tuloksena (Möller, 2016). Tässä vaiheessa tuotteiden valmistuksen kustannuksia pitää pystyä laskemaan markkinahinnan mukana, jotta tuotteiden valmistaminen olisi edelleen kannattavaa liiketoimintaa. Kuviossa 1 on esitettyä tuotteen elinkaaren vaiheet sekä niiden suhde volyyymiin ja katteeseen.

Tuotteiden kustannukset muodostuvat muuttuvista- ja kiinteistä kustannuksista. Muuttuvat kustannukset ovat luonteeltaan sellaisia, jotka kasvavat myynnin kasvaessa. Tällaisia ovat esim. materiaalikustannukset, valmistuksen työkustannukset, rahdit, yms. Kiinteät kustannukset ovat kustannuksia, joihin ei vaikuta myynnin määrä. Tällaisia ovat esim. toimihenkilötyöt, toimitilakustannukset, korot, yms. (Canada Business Network. 2009)



**Kuvio 1: Tuotteen elinkaari, volyyymi sekä myyntikate (Möller, 2016)**

Tuotteen kustannuksia voidaan laskea kehittämällä valmistusprosessia tai laskemalla kiinteitä kustannuksia. Kiinteiden kustannusten laskeminen ei usein ole mahdollista, jos halutaan samalla kasvua, joten tässä työssä keskitytään muuttuvien kustannusten eli prosessin kehittämiseen.

Ottamalla käyttöön uusi, tehokkaampi tapa tehdä jokin työvaihe yhdessä prosessivaiheessa, voidaan kuitenkin hidastaa tai muuten vaikeuttaa jotain toista työvaihetta prosessissa. Kehittämistä tulisikin aina tarkastella koko prosessi huomioiden, jotta näin ei pääsisi tapahtumaan. Jos laajemman tarkastelun jälkeen ollaan silti valmiita kehittämään yhtä vaihetta toisen kustannuksella, organisaatio on silloin tietoinen asiasta ja se on silloin tiedostettu ja hyväksytty riski.

Prosessien kehittäminen aloitetaan dokumentoimalla koko prosessin lähtötilanne laatimalla joko perinteinen prosessikaavio, tai jalostamalla siitä arvovirtakartta (VSM, Value Stream Mapping). VSM on perinteistä prosessikaaviota sofistikoituneempi työkalu, koska siitä käy ilmi prosessivaiheiden vaatimat resurssit sekä vaiheiden välillä olevat varastot sekä materiaali- ja informaatiovirrat. Prosessin kuvaaminen on usein hyvin havainnollista, ja siitä voidaan havaita asioita suuremmassa mittakaavassa helpommin kuin yksittäisten toimijoiden suoritteita tutkimalla. Prosessikuvausta tutkimalla voidaan jo usein löytää parannuskohteita, jotka eivät vaadi ollenkaan investointeja.

## 2.1 Prosessin suorituskyvyn mittaaminen

Ennen prosessin kehittämistä, prosessin johdon on syytä tietää nykytilan suoritustaso. Eri prosesseilta vaaditaan eri asioita riippuen sen tarkoituksesta. Valmistavassa teollisuudessa kiinnostavia asioita ovat usein prosessin kustannukset, läpimenoaika, laaduntuottokyky, kapasiteetti, yms. Tuotteiden vaatimuksista riippuen prosessin painopisteet ovat erilaisissa tärkeysjärjestyksissä, mutta kiinnostuksen kohteet liittyvät usein samankaltaisiin asioihin.

Mittareihin liittyy oleellisesti tavoitetaso, jota vasten mitattua dataa verrataan. Tavoitetaso on samalla myös viesti tekijöille, mitä heiltä odotetaan. Tavoitetaso sekä tulokset ovat johtamismielessä tärkeitä viestiä selkeästi, jotta kaikki ovat tietoisia odotuksista ja tekemisen tasosta.

### Läpäisy aika (Lead time)

Läpäisy aika kuvaa tuotteen prosessissa käyttämää aikaa, jossa materiaali sekä tuotetta koskeva informaatio muutetaan spesifikaatiota vastaavaksi tuotteeksi. Teoksessa Learning to See (2003) Rother ja Shook esittävät, että läpäisy aikaa kuvaamaan käytettäisiin vain sekunteja.

Läpäisy ajan mittaamisessa on tapauskohtaisesti sovittava, mistä mihin aikaa mitataan. Aika voi olla joko asiakkaan tilauksesta toimitukseen, siitä kun materiaali saapuu tehtaalle siihen, kun valmiit tuotteet lähtevät, tai tiettyjen prosessivaiheiden välillä kulunut aika. Yleisesti läpäisy aika tarkoittaa aikaa joka näkyy asiakkaalle, eli tilauksesta siihen kun tuote on toimitettu asiakkaalle. (Zhou, 2014)

### Vaiheaika (Cycle time)

Vaiheaika tarkoittaa aikaa, joka kuluu siitä kun tuotetta aletaan valmistamaan siihen kun mitattavan vaiheen työ on tehty. Vaihe aikojen mittaaminen on tapauskohtaisesti sovittava mitä vaiheita mittari sisältää, vai mitataanko jokainen vaihe erikseen. Mitä pienempiin osiin mittarin pilkkoo, sen tarkemmaksi mittaaminen muuttuu.

VSM:a laadittaessa on usein kiinnostavaa, miten vaiheaika suhtautuu läpimeno aikaan. Tästä suhteesta voidaan päätellä, kuinka paljon tuotteen matka materiaalista tuotteeksi sisältää jalostavaa työtä ja varastointia tai muuta jalostamatonta työtä.

### Reklamaatioprosentti

Reklamaatioprosentti kuvaa prosessin ulkoista laaduntuottokykyä. Toimitettua määrää verrataan asiakkaan toimesta reklamoituun määrään, josta saadaan prosenttilukema:

Reklamaatio % = (reklamoidut kappaleet) / (toimitetut kappaleet) x 100%

Reklamaatioprosentin mittaamisen haasteena on, että asiakkaalta reklamaatio voi tulla vasta paljon myöhemmin kuin muu prosessin data on kerätty. Tähän vaikuttaa toimitusaika asiakkaalle, asiakkaan oman puskurivaraston koko, sekä asiakkaan prosessin toiminta, milloin virhe tuotteessa havaitaan. Tällöin jo kertaalleen mitattu ja mahdollisesti esitetty mittausdata on päivitettävä reklamaatioiden osalta.

## Toimitusvarmuus

Toimitusvarmuus kuvaa kykyä toimittaa asiakkaalle tuotteet sovittuna ajankohtana. Toimitusvarmuutta mitattaessa on tiedostettava, mitkä ovat tutkittavan prosessin rajaukset ja mitä prosessin ulkopuolisia tekijöitä mittariin voi vaikuttaa. Asiakas ei kuitenkaan ole kiinnostunut, miten yritys tulkitsee omat prosessinsa, vaan heille toiminta näkyy vasta sitten kun tilatut osat ovat saapuneet heille.

Toimitusvarmuus % = (ajoissa toimitetut kappaleet) / (kaikki toimitetut kappaleet) x 100%

Toimitusvarmuutta mitataan yleensä toimitushetkestä. Jos halutulla toimitushetkellä ei voida toimittaa tuotteita, toimittamaton tuote ei vielä silloin vaikuta mittariin.

Tässä työssä on havaittu, että toimitushetkestä mittaaminen aiheuttaa viivästystä mittarissa. Mittaustavan huono puoli on se, että siillä hetkellä kun tuotteet toimitetaan myöhässä, mittari vasta huomioi asian. Jos tuotteet ovat paljon myöhässä, pelkästään mittaria seuraamalla asia havaitaan vasta toimitushetkellä, jos käytössä ei ole muita menetelmiä toimitusten seurantaan. Toimitusvarmuutta voisi mitata yhtä hyvin kaavalla:

Toimitusvarmuus % = (ajoissa toimitetut kappaleet) / (kappaleet jotka piti toimittaa) x 100%

Tällä kaavalla toimitusvarmuus putoaa heti, kun jotain jää toimittamatta. Jos toimitusvarmuutta seurataan esim. johdon toimesta, mahdollistaa tämä laskentatapa nopeamman reagoinnin. Tämä tekee mittarista hyödyllisemmän johtamisen työkalun.

## Tuotetut kappaleet

Tuotetut kappaleet on yksinkertainen mittari, jolla lasketaan halutussa aikayksikössä tuotetut kappaleet. Tätä voidaan mitata työvaiheittain tai koko prosessin tasolla. Mittari ei ota kantaa siihen, mitä kaikkea vuoron sisällä tapahtuu osien valmistamisen lisäksi, mutta se on helppo rakentaa uusien vaiheiden mittaamista varten. Tieto on saatavilla oikein toimivasta tuotannonohjausjärjestelmästä tai se on myös kerättävissä manuaalisesti joko prosessin työntekijöiden tai prosessin ulkopuolisen henkilön toimesta.

## Saanto

Saanto kuvaa prosessin kykyä tuottaa materiaalista vaatimusten mukaisia kappaleita. Saanto on prosentuaalinen osuus käytetystä materiaalista, joka on kelvollisia kappaleita. Saannon mittaamisessa on sovittava tapauskohtaisesti, mitä mittayksiköitä laskennassa käytetään. Metalliteollisuudessa yksiköt ovat yleensä kilogrammoja.

$$\text{Saanto \%} = (\text{myyntikelpoiset tuotteet kg}) / (\text{valmistetut tuotteet kg}) \times 100\%$$
  
(Lane 2007, 153)

Saantoa laskettaessa on oltava tiedossa, paljonko materiaalia käytetään kunkin tuotteen valmistamiseen. Myös tieto hukkamateriaalista sekä viallisista tuotteista on oltava luotettavasti saatavilla.

On olemassa kahta erilaista laskentatapaa saannon määrittämiseen. Toisessa huomioidaan vain prosessivaiheen laaduntuottokyky, jolloin jakajana käytetään valmistettuja tuotteita. Tällöin ainoastaan epäkurantit kappaleet laskevat saantoprosenttia. Toisessa tavassa jakajassa käytetään työvaiheessa kulutettua materiaalia, jolloin prosessivaiheen tai prosessin vaatima hukkamateriaalikin vaikuttaa lukemaan.

## Käynti- tai prosessointiaika

Käynti- tai prosessointiaika voidaan esittää joko ajan yksiköinä tai prosentteina. Ajan yksiköinä lukema kertoo, kuinka kauan prosessi on tehnyt jalostavaa työtä. Tällä tavalla ilmaistuna lukemaa voidaan käyttää esim. yksittäisen tuotteen prosessointia tai eri prosessivaiheita tutkittaessa. Prosentteina ilmaistuna lukemassa on huomioitu myös käytettävissä oleva aika, joka tekee lukemasta käyttökelpoisemman myöhemmin joko toisissa mittareissa kuten OEE, tai raportoinnissa. Käytettävissä olevan ajan esittämisessä on sovittava sisäisesti, mikä aika on todella käytettävissä tuotteiden valmistukseen. Esim. konerikot tai huollot ovat asioita jotka ovat huomioituna kunnossapidon mittaristossa. Tällöin tämän kaltaiset ajat eivät ole käytettävissä tuotteiden valmistamiseen. Käyntiajan laskentakaava prosentteina esitettäväksi on:

Käyntiaika % = (käyntiaika) / (käytettävissä oleva aika) x 100% (Lane 2007, 153)

## Käyntinopeus

Käyntinopeus on prosentuaalinen lukema tavoitenopeudesta suhteutettuna tavoiteltavaan nopeuteen. Nopeus voi olla esim, koneen käyntinopeus tai tuotetut kappaleet / aikayksikkö.

Käyntinopeus % = tavoitenopeus / saavutettu nopeus (Lane 2007, 153)

Tavoitteellinen käyntinopeus olisi hyvä olla todennettu paras mahdollinen nopeus, johon on mahdollista päästä. Kaikilla tuotteilla ei ole kuitenkaan mahdollista etukäteen todentaa tätä nopeutta, jolloin mittariin joko arvioidaan tavoitenopeus, tai siinä käytetään tuotteiden hinnoittelussa käytettyjä periaatteita.

## OEE

Overall Equipment Efficiency (OEE) on kokonaisvaltainen toiminnan tehokkuutta kuvaava mittari. Mittari on yhdistelmä käyntinopeudesta, saannosta sekä käyntiajasta. Lukema antaa hyvän käsityksen prosessin

kokonaiskapasiteetista. Tätä tutkiessa on kuitenkin muistettava, että 100% OEE tai edes lähellä sitä on todella harvoin mahdollinen.

$OEE = \text{käyntinopeus \%} \times \text{saanto \%} \times \text{käyntiaika \%}$  (Lane 2007, 153)

### Informaation laatu (Percent complete and accurate, CA%)

Tätä tietoa käytetään kuvaamaan esim. tuotekehitysprosesseissa prosessivaiheiden välisen informaation laatua. Prosenttilukema kertoo, kuinka suuri osuus prosessivaiheen seuraavalle vaiheelle välittämästä tiedosta sisältää kaiken tarvittavan tiedon oikeana. (Locher, 2008)

Tämän mittarin käyttöä suunniteltaessa todettiin, että mittari on hyvä toimihenkilöiden mittaamiseen, koska toimihenkilötyö on usein tiedon jalostamista ja välittämistä. Itse mittaaminen voi usein olla hyvin vaikeaa, jos tietoa ei välitetä järjestelmien kautta.

Edellä esitetyjä mittareita käyttämällä saadaan hyvä käsitys prosessin toiminnan tasosta. Osa näistä vaatii kuitenkin kehittyneitä järjestelmiä taustalle, jotta haluttu tieto on saatavissa prosessista. Kaikissa prosesseissa ei ole tarpeellista tai kiinnostavaa mitata kaikkea edellä esitetyjä asioita. Yrityksen johdon tehtävä on asettaa prosesseille tavoitteet, joita voidaan mitata. Jos yrityksessä ei ole käytössä tehokasta BI- järjestelmää (Business Intelligence), mittareiden datan kerääminen ja sen jalostaminen esitettävään muotoon voi olla hyvinkin työlästä.

## 2.2 Prosessien kehittämisen työkalut

Prosessien kehittämiseen on olemassa erilaisia työkaluja. Prosesseja voidaan kehittää myös ilman, että sitä mitataan. Tällöin kehittämisen tavoitteet voivat olla yksittäisten prosessivaiheiden parannuksia ergonomia-, työturvallisuus- tai muusta näkökulmasta. Mittaamatta prosessin toimintaa on kuitenkin vaikea arvioida, miten kehittäminen onnistui prosessin suorituskyvyn näkökulmasta. On kuitenkin tilanteita, joissa prosessin kehittämiseen on vain luotettava mittaamatta. Nämä tilanteet voivat olla joko vaikeasti mitattavia, tai asioita joita ei suoraan ole

mielekäästä mitata. Myös organisaation yleinen näkemys kehityskohteen tarpeellisuudesta voi saada prosessin toimimaan paremmin kehitysprojektin jälkeen, kun ihmiset pääsevät itse osallistumaan kehittämiseen ja näkevät oman kädenjälkensä prosessin toiminnassa.

Lean- filosofia tarjoaa paljon erilaisia menetelmiä prosessien kehittämiseen. Lean- työkalujen käyttöönotto itsessään on myös prosessin kehittämistä. Seuraavaksi käydään läpi muutamia lean- työkaluja pintapuolisesti, vaikka niitä ei suoraan tässä työssä käytetä. Esitellyt työkalut ovat kuitenkin osaltaan vaikuttamassa prosessien toimintaan.

### 2.2.1 5S

5S on tarkoitettu työympäristön järjestelmälliseen ylläpitoon. Menetelmän tarkoituksena on saada työympäristö sellaiseksi, että siellä on vain ja kaikki tarvittavat työkalut ja välineet helposti saatavilla. 5S tulee viidestä S- kirjaimella alkavasta japaninkielisestä termistä, jotka ovat käännetty englannin- ja suomen kielille. Käännöksissä on haluttu pitää mukana S- alkukirjain jokaisessa sanassa, joten käännökset eivät välttämättä kuvaa sanaa parhaalla mahdollisella tavalla. Käytän tässä esittelyssä englannin- ja japaninkielisiä nimiä, jotta sanojen merkitys pysyisi paremmin selkeänä. (Lane, 2007, 134)

1S: Sort (seiri), lajittelu tarkoittaa työpisteiden tavaroiden lajittelua tarpeellisiin ja tarpeettomiin. Työpisteellä tarpeettomina tavaroina voidaan pitää sellaisia, joita tarvitaan harvemmin kuin kerran viikossa. Tarpeettomat tavarat viedään pois työpisteeltä joko hävitettäväksi tai varastoitavaksi muualle. (Lane, 2007, 134)

2S: Straighten (seiton), järjestäminen tarkoittaa työpisteelle jätettävien tavaroiden järjestämistä omille paikoilleen. Kaikilla tavaroilla on omat nimetyt paikkansa, joista ne on helppo ottaa. Paikasta on heti myös nähtävissä, jos jotain puuttuu. (Lane, 2007, 134)



3S: Shine (seiso), puhdistetaan ja ylläpidetään siisteyttä työpisteellä. Luodaan järjestelmä, jolla varmistetaan, että työpisteet pysyvät siisteinä ja sinne ei kerääny ylimääräistä tavaraa. (Lane, 2007, 134-135)

4S: Standardize (seiketsu), standardoidaan eli määritellään, minkälainen minkäkin työpisteen tulee olla. Pitkälle vietynä standardointi voi olla esim. kuva ja dokumentti jokaisesta työpisteestä, joista käy ilmi mitä ja missä siellä kuuluu olla. (Lane, 2007, 135)

5S: Sustain (shitsuke), luodun siistin ja standardoidun työpisteen ylläpitäminen vaatii paljon työtä. Osa työntekijöistä haluaa itse pitää työpisteensä siistinä, mutta kaikki eivät koe sitä tärkeänä. Varsinkin vuorotyössä jossa samaa työpistettä käyttävät useat työntekijät, koetaan usein, että joudutaan siivoamaan toisten sotkuja. Ylläpitoa voi suorittaa esim. sisäisten auditointien muodossa. (Lane, 2007, 135)

Onnistunut 5S implementointi auttaa työn sujuvuutta ja parantaa työviihtyvyyttä, kun työkalujen ja tarvikkeiden etsintään ei tarvitse käyttää ylimääräistä aikaa. Osaltaan se parantaa myös prosessin tehokkuutta.

## 2.2.2 Visuaalisuus

Lean- ajattelun mukaan tehtaan ja prosessien toiminnan mittaaminen ja mitatun datan esittäminen pitäisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja visuaalinen. Tietojen pitäisi olla myös kaikkien nähtävillä, jotta koko tehtaan työntekijät tietävät miten työstä on suoriuduttu viime aikoina. Visuaaliset mittarit ovat myös muistuttamassa kaikkia, mitkä ovat heidän tavoitteitaan lähitulevaisuudessa. (Lane, 2007, 1)

Lane esittelee myös teoksessaan (2007) monia erilaisia tapoja tuoda visuaalisuutta esiin. Tapoja voivat olla esim. tulosteet ilmoitustaululla, infonäytöt tehtaalla, liikennevalot joista värien perusteella tiedetään tilanne, yms. Visuaalisuuden tarkoitus on tuoda tarvittava tieto helposti luettavasti esille. Eräässä esimerkissään Lane (2007, 12) esittää, kuinka hyvää tarkoittaen on tehty huonosti visuaalinen mittarin esitystapa. Täysin

mustavalkoinen tuloste, jossa on paljon lukuja, on vaikeaselkoinen ja se vaatii syventymistä ennen kuin katsoja ymmärtää mikä on tilanne.

Tauluja, joissa esitellään mittareita, voisikin olla useassa paikassa tehtaalla. Työpisteiden tai tiimien nähtävillä tietoa ko. työntekijöitä varten, sekä keskitetty tehdastaulu, jossa on tietoja koko yrityksen tai yksikön tilanteesta. Tauluja ja mittareita suunniteltaessa on kuitenkin huomioitava niiden ylläpitovastuut. Jokaiselle mittarille tai taululle on nimettävä ylläpitäjä, joka on vastuussa taulun tietojen päivittämisestä ja tietojen oikeellisuudesta.

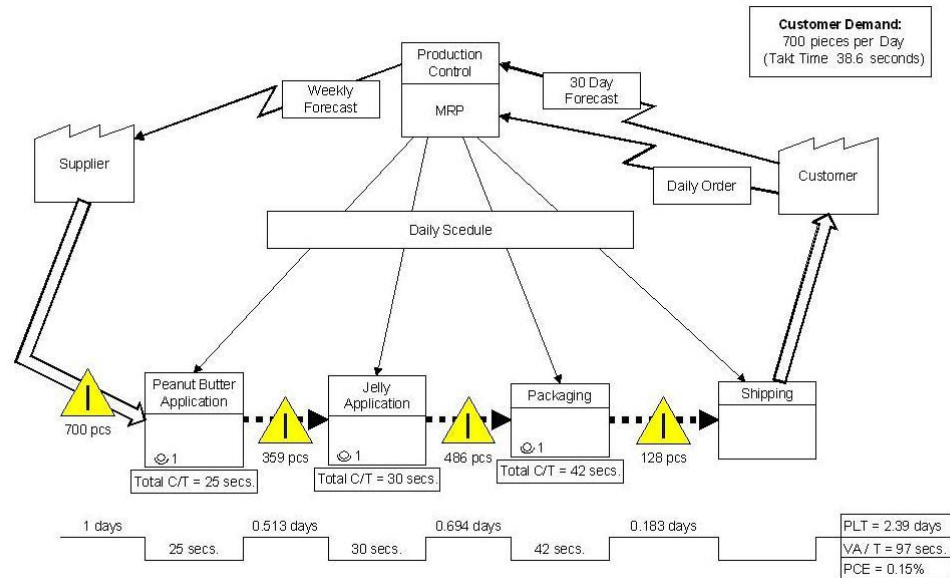
Visuaalisuutta parantaa myös merkityt työalueet, työkalujen ja tarvikkeiden paikat, tuotantoon sijoitetut opasteet, yms. Tämä vähentää tilanteita, joissa tarvikkeita ja esim. lavoja on epämääräisissä paikoissa.

### 2.2.3 Prosessikuvaus ja VSM

Prosessin kehittämisen pohjana on hyvä käyttää prosessikuvausta. Prosessi kuvataan sopivaksi katsotulla tarkkuudella, jotta nähdään yhdellä silmäyksellä prosessin kulku tilauksesta ja materiaalin vastaanotosta toimitukseen ja laskutukseen. Yrityksissä, joissa on sertifioituna ISO 9001-laatujärjestelmä, prosessit ovat jo kuvattuna, koska kuvaaminen on standardin vaatimuksena.

Prosessikuvaus esittää prosessivaiheet kronologisessa järjestyksessä, mutta ei välttämättä sisällä tarkempia tietoja prosessista. Lean- työkalu value stream map (VSM), arvovirtakartta, on pidemmälle viety prosessikuvaus. VSM sisältää tietoa jokaisesta prosessivaiheesta, jotta prosessin tehokkuutta ja kapasiteettia voidaan arvioida. Rotherin ja Shookin (2003) teos käsittelee kattavasti VSM- työkalun käyttöä ja arvovirtakartan luomista.

VSM:n käytön lähtökohta on prosessin nykytilan kuvaaminen. Prosessin nykytila kuvataan prosessikuvaukseksi ja siihen kerätään jokaisesta prosessivaiheesta tarvittavia tietoja. Kuviossa 2 on esimerkki arvovirtakartasta (VSM).



**Kuvio 2, esimerkki arvovirtakartasta (VSM) (Pereira, 2008)**

Prosessin kehittämistä varten on ollut tarve. Tarve voi olla esim. tehokkuuden parantaminen, läpimenoajan lyhentäminen, kustannusten laskeminen yms. Nykytilan kuvaamisen jälkeen VSM:iin merkitään prosessin kehitettävät kohteet, joilla oletetaan olevan paras vaikutus annettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Jos tämän kaltaista kehittämistä ei ole yrityksessä aikaisemmin tehty, johtamismielessä järkevää olisi valita kohde, jossa muutokset ovat nopeimmin nähtävillä. Tämä helpottaa vastaavanlaisen kehittämisen tekemistä jatkossa, kun useampi henkilö on havainnut kehittämisen vaikutukset (Kotter, 2012).

Muutosten merkitsemisen jälkeen laaditaan tulevaisuuden tilan VSM, joka vastaa muutosten jälkeistä aikaa. Siihen voidaan arvioida muutosten vaikutusta koko prosessiin. Kun parannetaan yhtä vaihetta, minkälaiset vaikutukset sillä on muihin prosessivaiheisiin? Myös muutosten kohteena olevien prosessivaiheiden datakenttiin joudutaan arvioimaan vaiheen suorituskykyä. Tällä päästään kuitenkin hieman etukäteen arvioimaan ovatko muutokset riittäviä. Jos näyttää, että muutokset eivät ole riittäviä halutun suoritusasteen saavuttamiseksi, joko palataan nykytilan VSM:iin ja suunnitellaan erilaisia muutoksia, tai suunnitellaan lisää muutoksia.

Tavoitetilan VSM:n luomista varten Locher on teoksessaan (2008, 55) esittänyt 7 kysymystä, joilla prosessin muutoksien suunnittelua voidaan ohjata:

1. Mitä asiakas todella tarvitsee?
2. Kuinka usein vertaamme suoritustamme asiakasvaateisiin?
3. Mitkä vaiheet tuottavat arvoa ja mitkä hukkaa?
4. Kuinka voimme virtauttaa työtä vähemmällä keskeytyksillä?
5. Kuinka hallitsemme työtä (virtauksen) keskeytysten välillä ja kuinka työ käynnistetään (triggered) ja priorisoidaan?
6. Kuinka hallitsemme työn määrän?
7. Mitkä prosessiparannukset ovat pakollisia?

Yllä olevilla kysymyksillä Locher haluaa haastaa prosessin suunnittelijat ajattelemaan asiakaslähtöisemmin, jotta prosessi muutosten jälkeen vastaisi paremmin todelliseen asiakstarpeeseen. Kysymyksissä tulee vahvasti esille myös virtaus, joka on yksi Leanin kantavia ajatuksia.

Kun suunnitelma näyttää siltä, että muutoksilla on riittävä vaikutus prosessin toimintaan, suunnitellaan muutosten toteuttaminen ja toteutetaan ne. Tämä työ ei käsittele muutosten suunnittelua tai projektinhallintaa, joten vaikka itse muutosten toteuttaminen on todennäköisesti suurin työ koko kehitysprojektissa, ne eivät ole tämän työn kohteena.

Muutosten jälkeen jäljellä on seuranta ja jälkiarviointi. Muutosten toteuttamisen jälkeen on kerättävä dataa ja seurattava, että muutoksilla saavutettiin tavoiteltu parannus prosessin toimintaan. Jos tulevaisuuden tilan VSM oli hyvin tehty, voi mitatun datan siirtää suoraan siihen suunnitteluvaiheessa tehtyjen arvioiden tilalle. Seuraavaa kehitysprojektia varten nykytilan VSM on jo valmiina.

#### 2.2.4 High Mix – Low Volume

Useat lean- oppikirjat käsittelevät tuotantoa auto- tai muun korkean volyymin teollisuuden näkökulmasta. Näitä oppeja on hieman sovellettava, kun toimitaan alihankinta- tai muussa ympäristössä, jossa voluumiin tai valmistettavien nimikkeiden määrään ei voida juurikaan vaikuttaa. Yritys

toimii tilausohjautuvana (MTO, Make-To-Order). Puhutaan tällöin suuren valikoiman ja matalan voluumin tuotannosta (High Mix, Low Volume, HMLV) (Lane, 2007).

HMLV- tyyppisessä tuotannossa on hyvin yleistä, että tiettyä tuotetta valmistetaan vain yhden kerran, jonka jälkeen samaa tuotetta ei enää koskaan valmisteta. Myös toisinaan toistuvia tuotteita valmistetaan samoissa tehtaissa. Leanin näkökulmasta tämä ei ole ongelma, sillä puhtaasti leanilaisessa valmistuksessa valmistuksen erä koko on 1 kappale, ja se kulkee virtana läpi tuotannon pysähtymättä välivarastoihin. Käytännössä puhtaasti leanilainen valmistus varsinkin alihankintateollisuudessa on kuitenkin erittäin vaikeaa toteuttaa. Tämän kaltaisissa yrityksissä tuotantokalusto pyritään pitää mahdollisimman joustavana, jotta koneilla on mahdollista tehdä suuri valikoima erilaisia tuotteita. Tämä johtaa yleensä pidempiin asetusaikeihin, jotka tekevät yhden kappaleen valmistamisesta erittäin kalliin.

HMLV- ympäristöissä tuotteita voidaan jakaa tuoteperheisiin erilaisin menetelmin. Jakaminen tuoteperheisiin selkeyttää tehtaan sisäisesti tuotteiden kulkua materiaali- ja informaatioprosessien näkökulmasta. Tuotteet voidaan jakaa toistuvuuden mukaan perheisiin tarvittavaksi katsotulla jaolla. Esim. yhden kerran valmistettavat tuotteet, harvemmin kuin kerran 6kk aikana valmistettavat, harvemmin kuin kerran 1kk valmistettavat tuotteet ja useammin kuin kerran 1kk valmistettavat tuotteet. Informaation käsittelyn ja prosessien ylläpidon kannalta toistettavuus on oleellinen tieto. Toistuvien tuotteiden informaation säilyttäminen sekä sen saatavuus oikeaan aikaan on varmistettava, jotta näiden tuotteiden valmistaminen olisi mahdollisimman sujuvaa. Tällaisia tuotteita varten voidaan myös hankkia tai rakentaa erityisiä työkaluja tai apuvälineitä, jotta niiden valmistaminen olisi mahdollisimman tehokasta.

Toistuviin tuotteisiin verrattuna yhden kerran tehtävät tuotteet tehdään olemassa olevilla välineillä, ja niihin liittyvä informaatio voidaan ”taluttaa” valmistusprosessin läpi. Tämä on kuitenkin aikaa vievää ja siten kallista. Tyypillistä onkin, että tuotteeseen liittyvä informaatio ja spesifikaatiot

käydään läpi verraten tehtaan välineiden kyvykkyyteen ja neuvotellaan asiakkaan kanssa spesifikaatioiden päivittämisestä. Näissä tapauksissa myös asiakkaan päässä on oltava tietoisia siitä, millä välineillä ja mitä spesifikaatiota vasten heidän tilaamat tuotteet tullaan valmistamaan.

### 2.2.5 Toimihenkilöprosessien kehittäminen

Tuotannon toimintojen seuraaminen ja kuvaaminen on verrattain yksinkertaista. Seuraamalla materiaalivirtaa ja tutkimalla tekemistä tuotantosoluissa, saadaan dokumentoitua nykytila. Seurannan dokumentoinnin perusteella voidaan laskea erän läpimenoaika ja kappaleen prosessointiaika. Lisäksi työvaiheiden välillä olevien varastojen koko ja niiden kierto saadaan selville.

Toimihenkilötyön analysointi poikkeaa hieman tuotannon prosessivaiheiden analysoinnista. Mielestäni Drew A. Locherin (2008) teos tuotekehityksen kehittämisestä on osittain rinnastettavissa toimihenkilötyön kehittämiseen, joten sovellan tämän teoksen oppeja tutkimukseen.

Locherin (2008) mukaan tuotekehitystyössä tärkeä mittari on informaation laatu (CA%). Tutkittuaan tuotekehitysprosesseja Locher totesi, että suurin ongelma näiden prosessien pitkään läpimenoaikaan on prosessivaiheiden toisilleen välittämän informaation laadussa. Informaatio on usein joko väärää, vajavaista tai saapuu myöhässä, jolloin seuraava prosessivaihe joutuu palauttamaan kertaalleen prosessoidun informaation edelliselle prosessivaiheelle korjaamista tai täydentämistä varten.

Leania toteuttavat yritykset käyttävät rutiininomaisten toimihenkilöiden suorittamisessa paljon tarkistuslistoja, jotka käydään läpi prosessivaiheessa. Lista pitää sisällään seuraavien prosessivaiheiden tarvitsemat asiat, jotka meneillään olevassa vaiheessa tulee huomioida. Tarkistuslistat ovat Locherin mukaan parantaneet oleellisesti CA%-lukemia, mikä on osaltaan johtanut tuotekehitysprosessien läpimenoaikojen lyhenemiseen.

### 3 CASE STALATUBE: KEHITETTÄVÄT PROSESSIT

#### 3.1 Tietoja kehitettävästä prosessista

Tutkimuksen kohteena oleva prosessi valmistaa ja toimittaa eräälle vientiasiakkaalle Stalatuben valmistamien putkien jatkojalosteita. Tuotteet ovat asiakkaan itse suunnitteleimia, ja valmistusdokumentaatio tulee asiakkaalta. Stalatube on aikaisemminkin tehnyt vastaavan kaltaisia tuotteita, sisältäen kuitenkin vähemmän työvaiheita ja erilaisia vaatimuksia asiakkaan suunnalta. Aikaisempien tuotteiden valmistus on pitänyt sisällään korkeintaan 2 eri jalostavaa työvaihetta putken valmistamisen jälkeen. Uuden asiakkaan tuotteet voivat pitää sisällään 5 – 8 erilaista työvaihetta laskentatavasta riippuen. Vanhoja työvaiheita ovat laserleikkaus ja taivutus. Hitsaus sekä siihen liittyvät aputyöt ovat kaikki uusia työvaiheita.

Toimihenkilötyö huomioiden prosessin vaiheita ovat tilauksen vastaanotto, dokumentaation verifiointi, tuotannon suunnittelu, ostokomponenttien hankinta, laserohjelmointi, laserleikkaus, hitsaus, taivutus, varastointi, keräily ja toimitus. Tähän tilaus-toimitusprosessiin liittyy myös joitain tukitoimintoja, jotka eivät suoraan vaikuta päivittäiseen tekemiseen. Toiminnot liittyvät kuitenkin oleellisesti ko. asiakkuuteen, joten sisällytän ne mukaan tähän työhön. Tukitoimintoja ovat PPAP (Production Process Approval Procedure) hyväkynät, dokumentaation luonti, pakkausmateriaalin hankinta, tuotteiden tietojen päivittäminen asiakkaan järjestelmään.

#### 3.2 Jatkojalostusprosessin kehittämisen vaiheet

Prosessin kehittäminen vaatii järjestelmällisyyttä parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Kehittäminen on pilkottu kuuteen osaan. Osat ovat prosessin mittarien luominen, henkilöhaastattelut, prosessin kuvaaminen, tavoitetilan VSM:n luominen, lyhyen tähtäimen toimenpiteiden toteuttaminen ja vaikuttavuusarviointi. Osiot ovat muuten kronologisessa järjestyksessä, mutta lyhyen tähtäimen kehitystoimenpiteitä tehdään koko

ajan. Heti kun kehitysidea syntyy, arvioidaan sen tarpeellisuus ja mahdollisuuksien mukaan toteutetaan heti.

Prosessin lähtötilannetta kuvaamaan käytetään viikon 40/2017 toiminnan tasoa ja tuotoksia. Liiketoiminta-alueen myyntijohtajan (2017) mukaan ko. viikko tulee olemaan vuonna 2018 normaali toiminnan taso, vaikka se on ylösajovaiheen selkeästi kiireisin viikko.

## Prosessin mittarien luominen

Ensimmäinen vaihe prosessin kehittämisessä on tässä työssä prosessin nykytilan toiminnan tason määrittäminen. Toimeksiantaja on kiinnostunut tiedosta, mihin prosessi tällä hetkellä kykenee, ja mikä on sen kyvykyys kehitystoimenpiteiden jälkeen. Tämä on mahdollista selvittää ainoastaan, jos prosessin toiminnan taso mitataan ennen kehittämistä sekä sen jälkeen.

Koska prosessi sisältää paljon uusia työvaiheita, monimutkaisten mittareiden rakentamista ei kannata aloittaa kehittämistoimenpiteiden vaikutusten arviointia varten. Luotettavien mittareiden rakentaminen vaatii monen toimijan osallistumista, joka tarkoittaa usein ajallisesti pitkää aikaa. Olemassa olevista järjestelmistä on saatavilla tiedot toimitettavista kappaleista toimituksittain tai viikoittain, toimitusvarmuudesta, sekä kuormitusryhmäkohtaisesti valmistetut kappaleet päivittäin tai viikoittain. Toiminnan ohjausjärjestelmässä on kuormitusryhmät laserleikkaukselle (LL), taivutukselle (T) sekä kahdelle hitsaukselle (H1 ja H2).

Näistä tiedoista prosessin toiminnan tasoa kuvaamaan laaditaan taulukossa 1 esitetyt mittarit.



Taulukko 1: Prosessin mittarit

mittarin nimi	yksikkö	laskukaava	mittaus- taajuus
Toimitusvarmuus	%/vko	ajallaan toimitetut kappaleet / kaikki toimitetut kappaleet	viikoittain
tilatut kappaleet	kpl / vko	kappaleet, joiden toimitusaika oli kuluvalla viikolla	viikoittain
valmistetut kappaleet	kpl / vuoro	kuormitusryhmittäin valmistetut kappaleet	viikoittain
Reklamaatio %	% / vko	Reklamoidut kappaleet / toimitetut kappaleet	viikoittain

## Henkilöhaastattelut

Ennen prosessin kuvaamista haluttiin haastatella prosessissa mukana olevia henkilöitä, jotta saan paremman kuvan eri prosessivaiheiden tehtävien sisällöstä. Ennestään oli olemassa tietoa siitä, keitä henkilöitä prosessissa työskentelee, mutta tehtävät ja niiden kytkökset toisiinsa olivat epäselvät.

Prosessissa mukana olevia haastateltavia henkilöitä lähestyttiin sähköpostitse, jossa kerrottiin alkavasta tutkimuksesta ja tarkoituksesta kehittää uutta prosessia. Samalla pyydettiin mainitsemaan tässä vaiheessa, jos henkilö ei halua tulla haastatelluksi. Tämän jälkeen kutsuttiin kaikki haastatteluun suostuvat 30-60 minuuttia kestävään haastatteluun.

Haastattelut pidettiin hyvin vapaina, mutta mukana oli muistilista kommenttien vertailtavuuden vuoksi. Kaikki kysymykset eivät sovellu

kaikkien toimienkuvien kohdalla sellaisenaan. Alla on kuvattuna muistilista haastatteluja varten:

- Mitä ko. henkilö tekee liittyen tutkittavaan prosessiin?
- Kuinka kauan tekeminen kestää?
- Kuinka kauan henkilö joutuu odottamaan edellistä prosessivaihetta, jotta pääsee tekemään oman osuutensa?
- Kuinka usein henkilö joutuu kysymään tarkennusta edellisen vaiheen toimittamista tiedoista?
- Kuinka usein henkilö joutuu tekemään työn uudelleen, koska on käyttänyt väärää lähtötietoja ensimmäisellä kerralla?
- Kuinka usein henkilöltä kysytään tarkennusta antamistaan tiedoista?
- Mikä tekijä antaa henkilölle signaalin, joka käynnistää prosessiin liittyvän työn?
- Mitkä tekijät henkilö kokee vahvuuksiksi tai kehityskohteiksi omassa prosessivaiheessa? Entä omassa osaamisessa?
- Mitä henkilö toivoisi prosessissa kehitettävän ensimmäisenä?
- Kuinka paljon henkilö luottaa prosessin toimintaan? Mikä parantaisi henkilön luottoa prosessin toimintaan?

Haastattelun aikana dokumentoitiin lyhyesti jokaisen henkilön tekemä työ aikajärjestykseen prosessikuvausmaisesti. Dokumentit haastatteluista löytyvät liitteestä 1. Tämä kuvaus voi jatkossa auttaa prosessin kokonaisuuden kehittämisessä, ja kuvauksista voi paljastua päällekkäisyyksiä prosessivaiheissa.

Haastatteluista kävi selkeästi ilmi, että suurin osa toimihenkilöistä oli tietoinen vain omasta tekemisestään prosessissa. Osalle myös oma ja muiden vastuut olivat epäselviä. Tilanteeseen näyttää vaikuttaneen myös asiakkuuden kehittyminen prosessin ylösajon aikana. Alun perin vaatimukset tuotteen laadusta sekä toiminnan tasosta olivat olleet huomattavasti vähäisemmät kuin haastatteluhetkellä.

Haastattelujen perusteella vaikutti siltä, että prosessin informaation kulku on puutteellista ja hallitsematonta. Tähän kiinnitetään kehitysvaiheessa erityistä huomiota.

## Prosessin kuvaaminen

Itse valmistusprosessi on helppo kuvata, koska prosessia voi seurata suoraan tehtaalla. Toimihenkilöiden osalta edellä kuvattujen

haastattelujen perusteella voidaan nyt kuvata koko prosessi. Prosessia kuvaamaan käytetään VSM- esitystapaa, jotta kuvaukseen saadaan enemmän informaatiota vaiheiden vaikutuksesta koko prosessiin. Laadittu VSM- kaavio löytyy liitteestä 2. Kaavioon on numeroitu jokainen informaation siirtoa kuvaava nuoli. Numerot ovat selityksineen kaaviota seuraavalla sivulla.

Prosessivaiheiden vaiheajojen määrittäminen tuotannon työvaiheissa tapahtui kellottamalla työvaiheet. Läpimenoajan laskenta kellotetaan siitä kun työ aloitetaan siihen kun kappale on valmis. Prosessointiaika tarkoittaa varsinaisen jalostavan työn osuutta läpimenoajasta. Tähän aikaan ei kuulu kappaleen käsittelyt, työkalujen vaihdot yms.

Toimihenkilövaiheiden ajojen määrittämisen tein pelkällä arviolla jokaisen haastattelun yhteydessä. Tämän kaltainen määrittäminen ei kerro tarkkaa kuvaa vaiheiden kestosta, mutta on suuntaa antava.

Prosessin kulkua tuotannossa kuvaa hyvin myös ns. spagettidiagrammi. Spagettidiagrammissa kuvataan kappaleen kulku tehtaan layout-piirustuksessa. Tästä nähdään helposti prosessin layout- muutosten tarpeellisuus. Prosessin nykytilan spagettidiagrammi on myös kuvattuna liitteessä 2.

## Havainnot prosessin kuvaamisen jälkeen

Prosessin kuvaamisen jälkeen tehtiin joitakin havaintoja toiminnasta. Ensimmäinen havainto nykytilan VSM:n luomisen jälkeen oli informaatiovirtojen määrä. Eri prosessivaiheiden välillä oli valtava määrä informaatiovirtoja. Informaatiovirtojen määrän lisäksi todettiin, että suurin osa informaation kulusta on täysin hallitsematonta. Lisäksi informaatiokanavat olivat epämääräisiä ja informaatio oli tallennettuna moneen eri paikkaan. Toimihenkilöissä oli myös jonkin verran päällekkäisyyksiä tai asioita tehtiin vaiheissa joissa se ei ollut loogista.

Lisäksi spagettidiagrammin laatiminen havainnollisti tuotteen kulkua tuotannossa. Diagrammin perusteella tuotteen kulkua oli syytä järjeistää.

## Tavoitetilan VSM:n luominen

Tähän vaiheeseen asti työssä on selvitetty prosessin kulkua. Nyt kun prosessin toiminnasta on hyvä käsitys, voidaan aloittaa kehityskohteiden suunnittelu. Kehityskohteet kuvataan nykytilan VSM:iin, josta muodostetaan tavoitetilan VSM. Tavoitetilan VSM:iin arvioidaan kehityskohteiden vaikutus.

Toinen muutostarpeita esille tuova nykytilaa kuvaava esitystapa on spagettidiagrammi. Riippuen esitystavasta, kaikki suunnitellut tai toivotut muutokset eivät vaikuta VSM:iin kirjattuihin arvoihin. Spagettidiagrammin perusteella voi kuitenkin tulle esille selkeitä muutostarpeita materiaalivirran selkeyttämiseksi. Selkeä materiaalivirta ei välttämättä suoraan tehosta prosessia, mutta se voi vähentää toisaalla prosessissa informaation tuottamisen tarvetta. Kun materiaalivirta on selkeä, prosessin työntekijät ovat koko ajan tietoisia mitä materiaalia tai tuotteita prosessissa kulkee.

Tavoitetilan VSM kehityskohteineen ja selityksineen sekä tavoitetilan spagettidiagrammi ovat liitteessä 3.

## Lyhyen tähtäimen kehitystoimenpiteet

Henkilöhaastatteluissa esille tuli joitakin kehityskohteita, joita prosessissa mukana olevat henkilöt pitivät tärkeinä. Osa kehitystarpeista oli mahdollista toteuttaa heti, ja ne toteutettiin. Alla on lueteltuna nopeat kehitystoimenpiteet:

1. Laserohjelmoinnin ja tuotehallinnan välillä on Excel- tiedosto, josta tuotehallinta havaitsee, että tuotantoon on tullut osia joille on tehtävä PPAP hyväksyntä. Tiedostossa olevat tiedot siirrettiin suoraan erp- järjestelmään, ja excel- tiedoston käyttö tältä osin jäi kokonaan pois. Tämä toimenpide selkeyttää prosessivaiheiden välistä informatiivirtaa.
2. Kuljetusten tilaamisen yhteydessä myyntiassistentin on tiedettävä, kuinka monta kolia on lähdössä, minkä kokoisia kolleja on lähdössä ja kuinka paljon ne painavat. Kun siirryttiin käyttämään asiakkaan pakkausmateriaaleja, otettiin käytäntö, jossa jokaista osaa kohden on suunniteltu oma pakkaus. Tällöin myyntiassistentti, joka tilaa kyydin, tietää suoraan minkä kokoisia kolleja on

lähdössä. Toimenpide poistaa prosessista yhden informaation vaihdon tarpeen kokonaan.

3. Yhteistyötä tuotannon suunnittelun, laserohjelmoinnin ja tuotehallinnan kesken tiivistettiin käymällä yhteinen keskustelu PPAP hyväksyntäprosessista ja sen vaikutuksesta tilaus-toimitusprosessiin. Selkeää kehitystoimenpidettä ei heti tullut esille, mutta jo pelkkä tietoisuus asioiden vaikutuksista toisiinsa paransi tilannetta. Nyt muuallakin organisaatiossa osataan huomioida PPAP hyväksyntien tekeminen ennen toimitusta. Osa myöhästymistä aiheutui hyväksyntöjen tekemisestä liian myöhään. Tapauksessa joissa osat eivät olleet hyväksyttävää laatua, uusia ei enää ehditty valmistamaan ajoissa. Toimenpiteellä on vaikutusta toimitusvarmuuteen.
4. Informaatiokanavaksi tuotannossa valikoitui erp- järjestelmä. Kaikki informaatio mikä on mahdollista tuottaa erp:n kautta, tuotetaan siellä. Näin minimoidaan erillisten informaatiokanavien ylläpidon tarve, ja kaikki osaavat ensimmäiseksi etsiä tietoa erp:sta.

Edellä esitetyt toimenpiteet mahdollisesti vaikuttivat prosessin toimintaan ainakin toimitusvarmuuden osalta. Tätä ei kuitenkaan voida yksiselitteisesti todeta, koska samaan aikaan tehtiin useita toimenpiteitä. Myös henkilöstön jatkuva kehittyminen parantaa prosessin toimintaa ilman erillisiä toimenpiteitä. Toimenpiteet kuitenkin paransivat prosessin läpinäkyvyyttä ja vähensivät toimihenkilötyötä. Tämä on teoriaosuudessakin mainittuja asioita, joita ei voida mittaamalla osoittaa, mutta joka vaikutti organisaation näkemykseen prosessin toiminnasta. Johtamisnäkökulmasta tärkeimpänä tästä voidaan pitää sitä, että osalliset henkilöt pääsivät vaikuttamaan prosessin toimintaan ja näkivät haluamiensa muutosten vaikutukset. Näiden pienten muutosten jälkeen suurempien muutosten toteuttaminen pitäisi onnistua helpommin.

### Pidemmän tähtäimen kehitystoimenpiteet

Haastattelujen ja prosessin tarkastelun perusteella esiin nousi myös joitakin pidemmän tähtäimen kehitystoimenpiteitä. Näiden toteuttaminen vaatii enemmän aikaa ja henkilö- sekä rahallisia resursseja. Nämä kehitystoimenpiteet ovat erilaisia investointi- tai järjestelmä-

muutosprojekteja, joita on tarkasteltava useamman eri prosessin näkökulmasta.

ERP- järjestelmämuutokset voivat aiheuttaa häiriöitä yrityksen muuhun toimintaan, joten niitä on tarkasteltava järjestelmän prosessien näkökulmasta. Investointiprojektit taas ovat strategisia projekteja, joissa on huomioitava yrityksen strategia ja visiot pidemmällä tähtäimellä.

1. Järjestelmän toiminta on räätälöity putken valmistamiseen prosessinomaisesti. Järjestelmää ei ole käytetty tarkoituksenmukaisesti kappaletavara tuotantoon, joten sen toimintaa pitäisi kehittää edelleen. Epävarmaa on myös, kuinka hyvin järjestelmä tukee jo valmiiksi kappaletavara tuotantoa. Tällä tavalla järjestelmää ei ole koskaan käytetty Stalatubella, mutta on täysin mahdollista, että järjestelmässä on jo valmiina hyödyntämättömiä ominaisuuksia vastaavanlaista toimintaa varten.
2. Toimihenkilötehtävien ja -prosessivaiheiden selkeyttäminen nopeuttaisi töiden saattamista tuotantoon. Tällä hetkellä yrityksessä on odotettavissa muutoksia, jotka osaltaan jarruttavat toimihenkilöiden järjestelyä. Muutoksia halutaan tehdä yhdellä kertaa, ja useat henkilöt eivät halua elää jatkuvassa muutoksessa. Koetaan, että suuremmat muutokset harvemmin toteutettuna ovat parempi kuin jatkuvat pienemmät muutokset. Yrityksen kannalta olisi mielestäni parempi totuttaa toimihenkilöitä muutoksiin. Tuotannon puolella henkilöiden tehtäviä on helpompi muuttaa, ja niin on myös tehty.
3. Tehtaan sisäinen logistiikka on pääosin tuotantohenkilöstön vastuulla. Tuotantosoluissa tehtävää työtä olisi mahdollista tehostaa, jos tehtaan sisäistä logistiikkaa hoitaisi siihen vastuutettu henkilö tai henkilöt. Tällöin kyseinen logistikko olisi vastuussa tuotantosolujen ulkopuolisesta tavaraliikenteestä, järjestyksestä sekä väli- ja valmistuotevarastoista. Tuotantosolujen työntekijät voisivat keskittyä täysin tuottavaan työhön. Tuottavana työnä käsitetään työtä, joka jalostaa tuotetta valmiimmaksi. Esim. tavaroiden siirtely ei ole tuottavaa työtä.
4. Tuotantosolujen tavoitteiden asetanta on tällä hetkellä vaikeaa. Vaikka tuotannon toteutumia voidaankin seurata, olisi tärkeää, että työntekijöille viestitään selkeästi mitä heiltä odotetaan. Kiinteä tuotantotavoite ei ole realistinen, koska erilaisten osien valmistaminen ei kuormita tuotantoa tasaisesti. Työntekijöiden olisi tiedettävä töihin tullessaan, mitä heidän oletetaan tekevän minäkin päivänä tai viikkona.

Nämä pidemmän tähtäimen toimenpiteet vaativat jokainen tarkkaa suunnittelua ja osa raportoinnin, toiminnanohjausjärjestelmän tai muun ohjelmiston kehittämistä. Vastaavanlaiset projektit kestävät usein hyvinkin pitkään, joten tämän kaltaisissa kehitysprojekteissa olisi huomioitava myös tulevaisuuden ja muiden prosessien tarpeita.

### 3.3 Valmistusprosessin lähtötiedot

Kahden koeluontoisen toimituksen sekä yhden suuremman toimituksen jälkeen prosessi alkoi tuottaa asiakkaalle asti meneviä tuotteita viikolla 35/2017. Volyymit nousivat hiljalleen viikolle 39/2017 asti. Esimerkkinä prosessin lähtötilanteesta käytän viikon 40/2017 toimituksia. Viikon aikana prosessista on toimitettava 1521 komponenttia, joista 102 on hitsattuja rakenteita. Loput 1419 komponenttia ovat laserleikattuja ja taivutettuja, myös hitsatut komponentit taivutetaan hitsauksen jälkeen. Taivuttaminen ja laserleikkaus ovat jaettuja resursseja, joita käytetään myös muiden tuotteiden tekemiseen. Alla olevassa taulukossa 2 on esitetty työvaiheiden kapasiteetit ja tutkittavana olevan prosessin käytettävissä oleva osuus.

**Taulukko 2: Tuotannon prosessivaiheet sekä niiden kapasiteetit lähtötilanteessa**

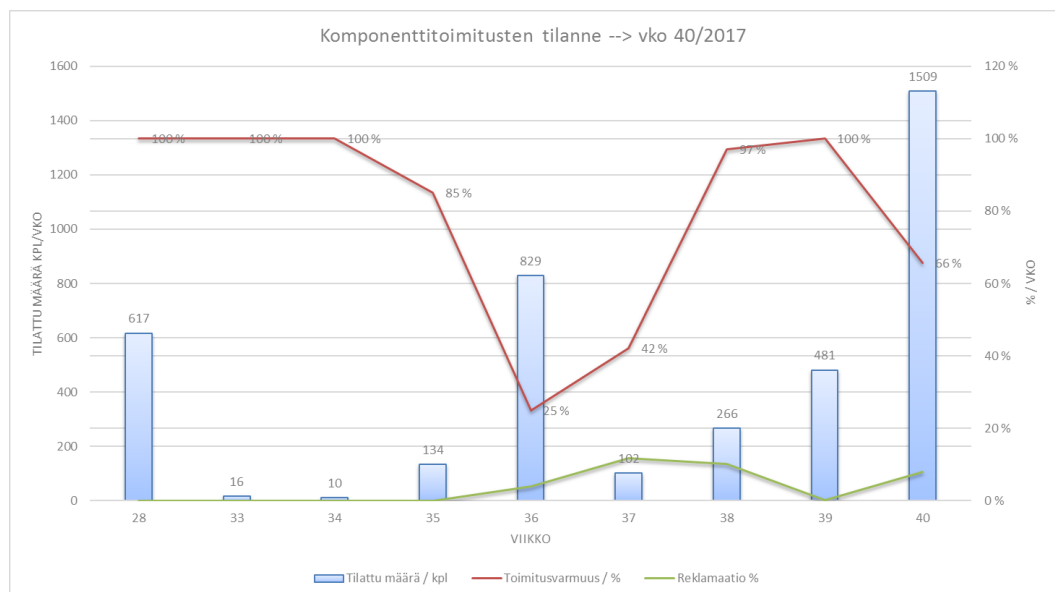
Prosessivaihe	vuoro-järjestelmä	kokonais-kapasiteetti min / vko	käytettävissä oleva kapasiteetti min / vko	viikolla 40 toimitettavien osien määrä
Laserleikkaus	3	7200	1440	1623
Hitsaus	1	2400	2400	102
Taivutus	2	4800	2400	1521

Yllä oleva taulukko on tutkimuksen tekohetkellä tavoitetila prosessin toiminnalle. Tavoitetilaa tutkimalla voidaan olettaa taivutuksen olevan prosessin pullonkaula. Nykyisillä toimintatavoilla taivutussolulta vaadittava viikkotuotos on epärealistinen saavuttaa nykyisellä toimintamallilla. Muiden työvaiheiden kapasiteettitarpeet ovat arviolta täysin saavutettavissa.

Työvaiheiden tekotapaa, sisäistä logistiikkaa tai muuta prosessin kulkua ei ole ennalta suunniteltu. Suunnittelemattomuudesta johtuen työvaiheiden läpimenoajat voivat kasvaa pitkiksi, jos tuotantoon tulevia osia joudutaan etsimään, tai tekemisessä on muuta selvitetävää ennen työn aloittamista.

Viikon 40 aikana tuotanto-organisaatio laati Microsoftin Power BI-ohjelmistolla raportointipohjan, jolla on helpompi seurata tuotannon toteutumia. Power BI on tyypillinen business intelligence-ohjelmisto, jolla pääsee hakemaan toiminnanohjausjärjestelmistä (ERP, Enterprise Resource Planning) ja niiden takana olevista SQL-tietokannoista erilaisia tietoja halutussa formaatissa.

Tämän raportointipohjan avulla pääsin tutkimaan myös vanhoja tuotannon toteutumia ERP-järjestelmästä. Tutkimuksen kohteena olevan tuotannon toteutumia viikolle 40/2017 asti ovat esitettyinä kuvaajina alla kuvioissa 3, 4 ja 5.



**Kuvio 3: Komponenttitoimitusten tilanne viikolle 40 asti, toimitetut määrät, toimitusvarmuus ja reklamaatiot**

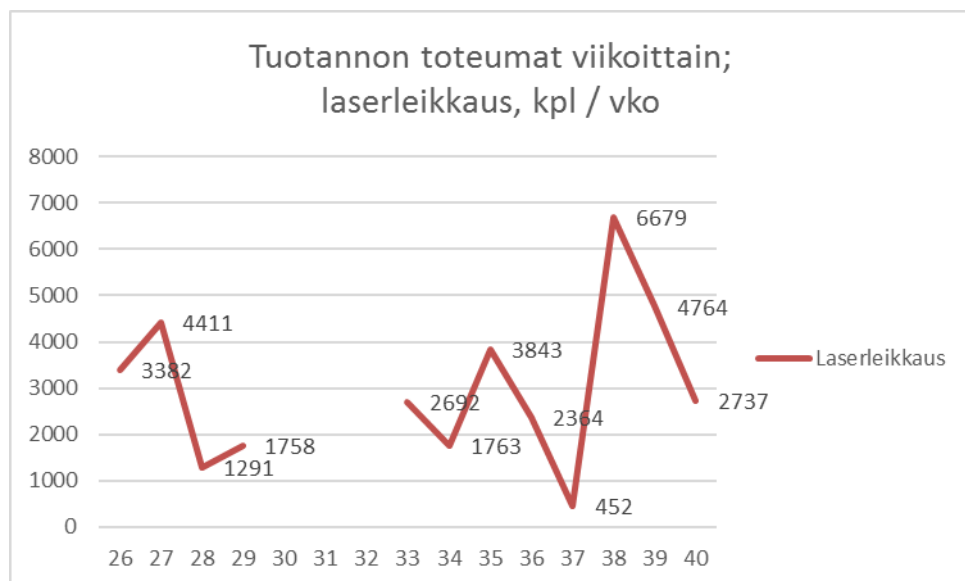
Kuviosta 3 on havaittavissa, että toimitusten alkuvaiheessa on ollut suuria ongelmia toimittaa halutussa aikataulussa tilattu määrä komponentteja. Tilausten epätasainen jakautuminen eri viikoille on tuottanut haasteita tuotannosuunnittelussa sekä tuotannon kapasiteetin hallinnassa. Viikolle



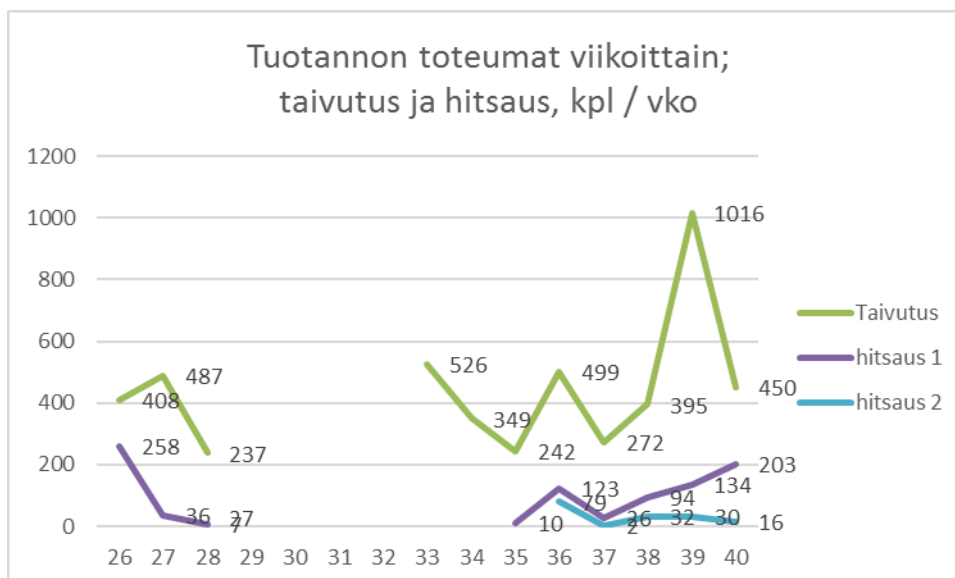
39 toimitukset on saatu lähes hallintaan, mutta heti viikon 40 rajun toimituspiikin kohdalla toimitusvarmuus on pudonnut.

Viikon 40 jälkeen saatiin asiakkaalta myyntiosaston kautta tieto, että alkuvuodesta 2018 toimitusten taso tulee olemaan viikon 40 tasolla. Tämän tiedon pohjalta käynnistettiin pikainen rekrytointi, jotta saatiin lisää kapasiteettia valmistusprosessiin.

Alla olevista kuvioista 4 ja 5 voidaan havaita tuotantovaiheiden tuotokset kesästä 2017 viikolle 40/2017 asti. Tuotettuja määriä tarkastellessa on muistettava, että eri työvaiheet kuittaavat järjestelmästä oman työvaiheensa valmiiksi ottamatta kantaa siihen, onko kyseinen osa valmis vai ei. Kuvioista on kuitenkin suunniteltu tarkasteltavan jokaisen työvaiheen mahdollista kapasiteettia, jotta tuotannon suunnittelu tulevaisuudessa olisi helpompi tehdä paremmalla tarkkuudella.



**Kuvio 4: Laserleikkauksen tuotetut kappaleet viikoittain**



**Kuvio 5: Taivutus- ja hitsaussolujen tuotetut kappaleet viikoittain**

Kuvioita tarkastellessa on huomioitava, että tähän asti ERP- järjestelmä ei ole ollut ko. tuotannossa pääasiallinen tuotantoa ohjaava järjestelmä, jolloin työvaiheiden kuittaukset järjestelmään eivät pidä täysin paikkaansa. Kaikkia töitä ei välttämättä kuitattu järjestelmään, jolloin toteutumat eivät pidä sisällään kaikkia tehtyjä töitä. Työvaiheiden kuittaamisen ajankohta on myös voinut olla väärä, jolloin järjestelmän näkökulmasta työn valmistumisen ajankohta kohdistuu väärälle tuotantoviikolle. Tämä voi osaltaan selittää suuria vaihteluita viikoittaisissa tuotantomäärissä.

Järjestelmän käyttö tällä tasolla johtaa siihen, että historiatietoja voidaan tarkastella vain keskiarvoistamalla ja silloinkin huomioiden epätarkkuudet työvaiheiden kuittauksissa. Oletettavaa kuitenkin on, että järjestelmään ei ole kuitattu mitään ylimääräistä, vaan sieltä on jäänyt jotain kuittaamatta.

Keskiarvoistamalla tuotantotietojen kuvaajat kaavalla kaikki tuotetut kappaleet / käytettävissä olleet tuotantoviikot, saadaan tuotantopisteiden kapasiteetiksi laserleikkaukseen 3011 kpl/vko, taivutukseen 407 kpl/vko ja hitsaukseen yhdistettynä molemmat vaiheet, 90 kpl/vko. Ottaen huomioon puutteet järjestelmän käytössä, tätä voidaan pitää ehdottomana minimitalvoitteena tuotannolle.

Toimitusten osalta kuvaajat pitävät kuitenkin paikkansa, koska kaikki lähtevät tilaukset ovat olleet järjestelmässä jo aikaisemmin.

### 3.4 Prosessin kehittäminen ensimmäisen tarkasteluviikon perusteella

Ensimmäisen tarkasteluviikon perusteella prosessia on kehitettävä nopeasti monella osa-alueella. Toimitusvarmuuden romahtaminen nopeassa toimitusmäärien kasvussa, reklamaatioiden korkea määrä, tuotannon epäselvä ohjaus ja seuranta, sekä siitä johtuva epävarma kapasiteetin tarve vaativat pikaisia toimenpiteitä prosessiin. Näiden lisäksi toimihenkilöiden epäselvyys aiheuttaa tilausten, toimitusten ja nimikkeistön käsittelyn suhteen viivästyksiä sekä laadullisia ongelmia.

#### 3.4.1 Varastointi

Toimitusvarmuuden huonon tason johdosta valmiita tuotteita on päätetty alkaa varastoida heti kun varastoitavien komponenttien valmistusta varten vapautuu kapasiteettia. Koska toimitettavat määrät ovat myös verrattain pieniä, tuotantomäärien kasvattaminen tehostaa tuotantoa asetusajkojen kohdistuessa suuremmalle kappalemäärälle. Tässä ei kuitenkaan huomioida varastoinnin kustannuksia, jotka koetaan tässä vaiheessa välttämättömiksi asiakastyytyvyyden takaamiseksi. Toimitettavien nimikkeiden ollessa vakiintuneita, varastoinnista aiheutuvat riskit koettiin verrattain pieniksi. Riskejä ovat komponenttien versiomuutokset, sekä yhteistyön mahdollisesta päättymisestä aiheutuvat kustannukset, jos valmiita tuotteita jää varastoon.

Varasto-ohjautuva tuotanto vaatii lisäksi tarkan saldoseurannan, jotta varastotilanteen muutoksiin voidaan reagoida. Vaikka tuotevalikoima on kohtuullisen pieni, n. 50 erilaista komponenttia, varaston hyvän hallinnan edellytyksenä on toimiva tarvelaskentajärjestelmä.

### 3.4.2 Kapasiteetin nosto

Taivutussolun todettiin olevan tuotannon pullonkaulana.

Hitsauskapasiteetin riittävyys haluttiin myös varmistaa, joten saadun tiedon, jonka mukaan viikon 40 taso tulee olemaan standarditaso 3 kuukauden päästä, käynnistettiin rekrytoinnit. Rekrytointien tuloksena saimme taivutussoluun 2 työntekijää molempiin vuoroihin, ja hitsaussolut nostettiin kahteen vuoroon. Rekrytoituja työntekijöitä suunniteltiin koulutettavan useaan työpisteeseen, jotta mahdolliset kuormitushuiput voidaan tasata siirtämällä resursseja eri työpisteisiin.

### 3.4.3 ERP- järjestelmän kehittäminen

ERP- järjestelmän puutteista johtuen tuotantoon vietiin eri henkilöiden toimesta erilaisia papereita, jotka pahimmillaan sisälsivät ristiriitaista informaatiota. Papereiden ohjatessa tuotantoa erp- järjestelmän käyttö oli toissijaista. Ohjeistimme prosessin työntekijöitä ottamaan yhteyttä työnjohtoon tai tuotannon suunnitteluun, jos havaitsevat puutteita. Puutteet korjattiin erp- järjestelmään ja ylimääräisten papereiden vienti tuotantoon kiellettiin. Ainoa jäljelle jätetty paperilla oleva informaatio pitää sisällään toimitusluettelon, jota kuormien keräilijä tarvitsee tuotantotiloissa. Tuotannossa tarvittavat valmistusdokumentit vietiin erp- järjestelmään, jolloin tulostettavia dokumentteja ei enää tarvittu. Näin myös versiomuutostapauksissa erp- järjestelmään saadaan vietyä päivitetty valmistusdokumentaatio. Riski siitä, että valmistuksessa käytetään vanhentunutta dokumentaatiota, jää huomattavasti pienemmäksi.

### 3.4.4 ERP- järjestelmän kouluttaminen

Erp- järjestelmän käyttöä koulutettiin tehostetusti työntekijöille, jotta tuotannon suunnittelu ja työnjohto voivat helpommin seurata tuotannon kulkua. Tätä kautta tuotannon työntekijät saavat suoraan tiedon mitä pitää valmistaa, kuinka paljon ja missä järjestyksessä.

### 3.4.5 Tuotantotilojen layout- muutokset

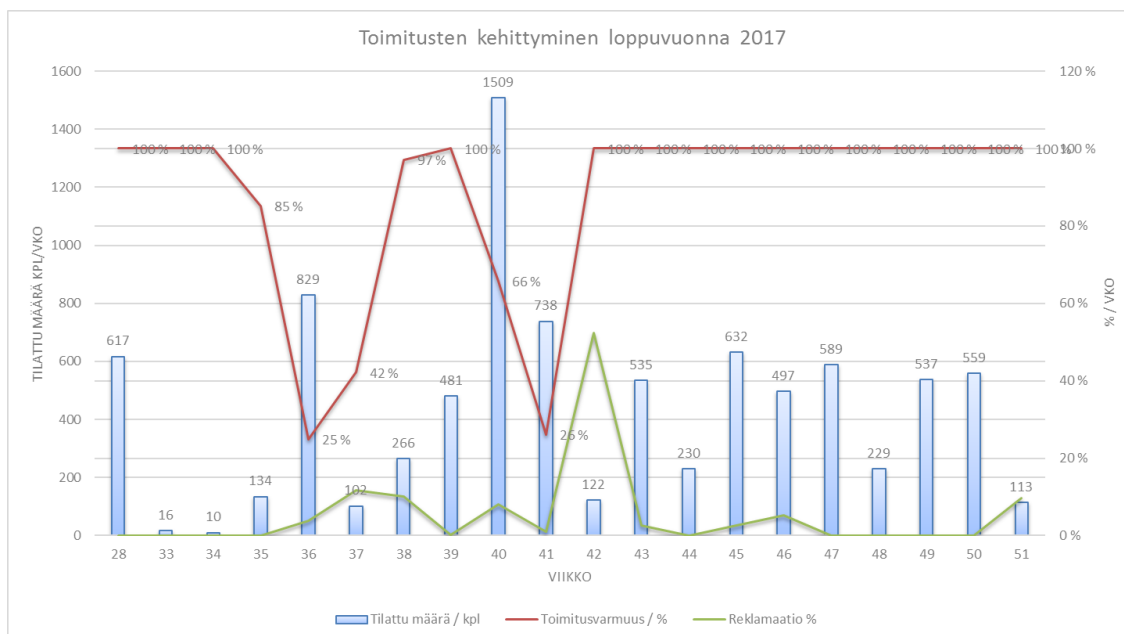
Koska prosessia ei ollut kunnolla suunniteltu, tuotteiden kulku prosessivaiheelta toiselle oli sekavaa. Pienillä layout- muutoksilla työpisteiden läheisyyteen tehtiin välivarastopaikat, joihin edelliseltä prosessivaiheelta tulevat osat viedään. Tämä selkeyttää työntekijöiden näkymää siitä, mitkä työjonossa olevat tuotteet ovat valmistettavissa. Tuotannosuunnittelun näkymästä on edelleen vaikeaa ennalta suunnitella, missä järjestyksessä myöhemmät prosessivaiheet tehdään, koska prosessivaiheiden tarkka ajoittaminen ei onnistu nykyisellä tuotannonohjausjärjestelmällä.

Muutokset selkeyttivät myös tuotantotiloja, ja puolivalmisteiden sekä valmiiden tuotteiden etsintään käytettävä aika pieneni huomattavasti.

### 3.5 Prosessin kehittymisen seuranta

Edellä esitettyjä muutoksia prosessiin tehtiin nopealla aikataululla viikon 40/2017 jälkeen. Joulukuussa 2017 prosessin todettiin toimivan jo hyvin itseohjautuvasti osittain myös siksi, että koko prosessi ja tuotteisto ovat tuttuja prosessin työntekijöille.

Edellä esitettyjen muutosten lisäksi prosessin mittaristo implementoitiin Power BI- pohjaiseksi mittariksi, josta tarvittava tieto näkyy suoraan ilman Excel- pohjaisen graafin ylläpitoa. Esimerkit Power BI- mittareista ovat liitteessä 4. Kuviosta 6 voidaan tarkastella, miten toimitukset ovat kehittyneet vuoden 2017 loppuun asti.

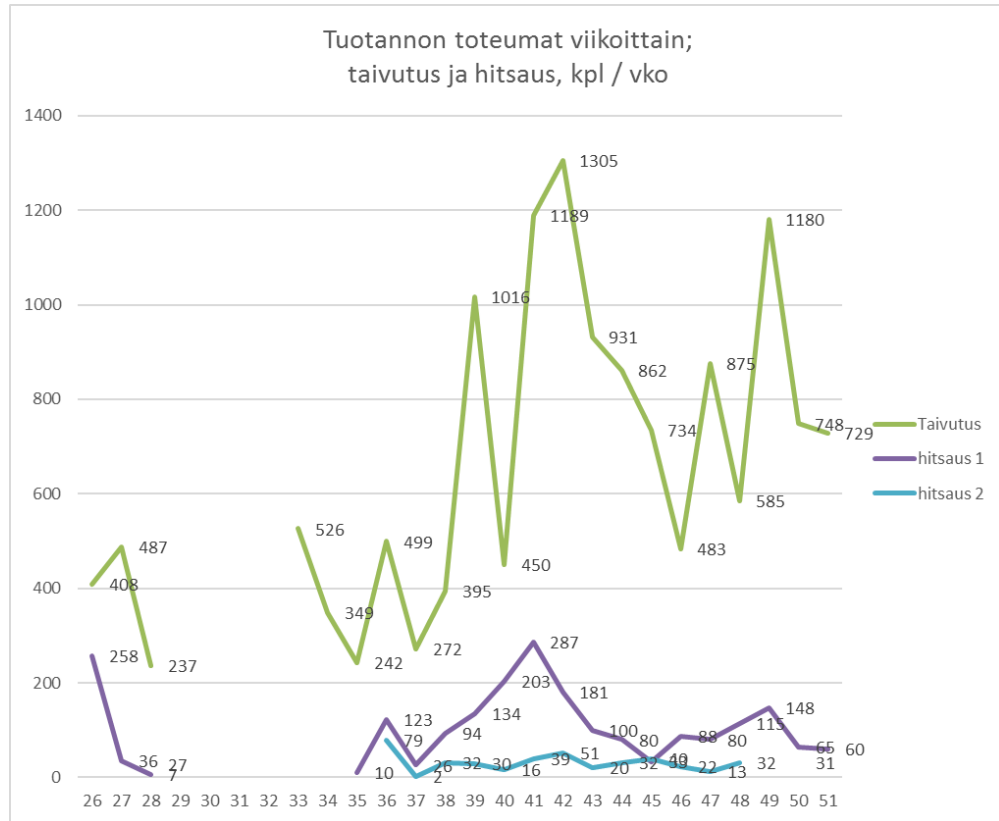


**Kuvio 6: Toimitusseuranta vuoden 2017 loppuun**

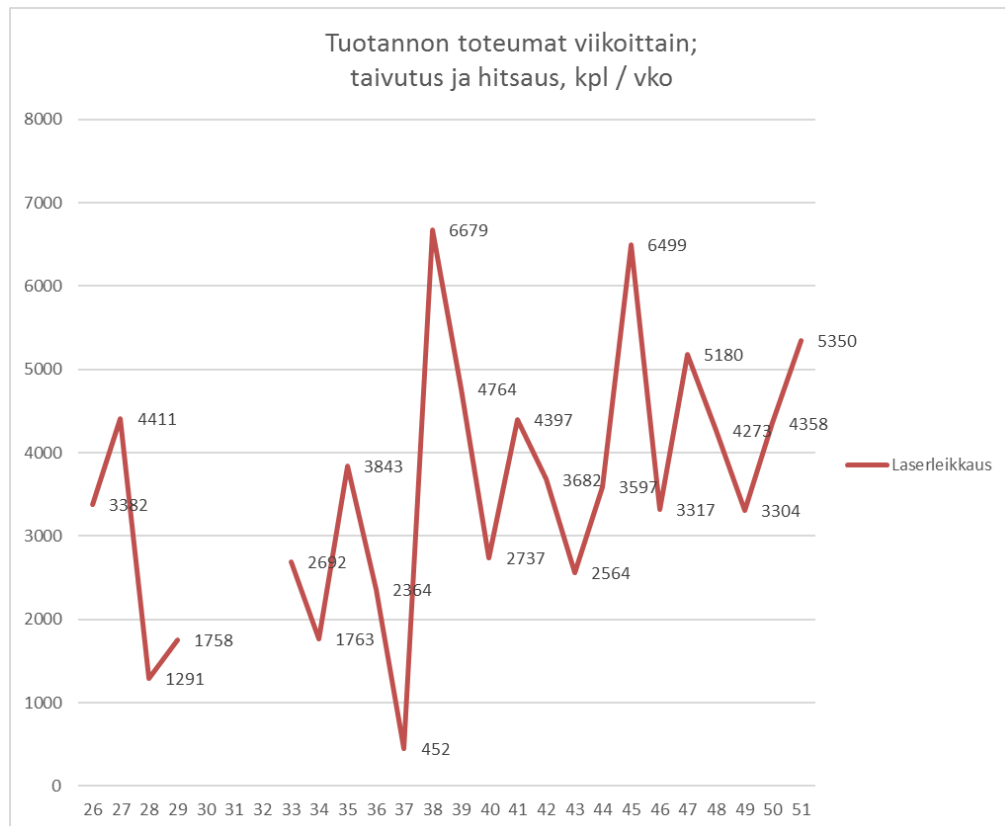
Kuten kuviosta voidaan havaita, toimitusvarmuudessa on tapahtunut selkeä parantuminen. Samalla näkyy kuitenkin, että toimitusmäärät ovat tasaantuneet huomattavasti viikosta 40/2017. Alkuperäinen oletus oli, että toimitusmäärät kasvaisivat viikolle 45 asti. Tämän oletuksen vastaisesti toimitusmäärät ovat pysyneet kohtuullisen pieninä loppuvuoden.

Viikolla 41 saavutettiin toimitusvarmuudessa koko tarkastelujakson huonoin tulos, joka osaltaan aiheutui viikon 40 merkittävästä kuormitushuipusta. Viikosta 42 alkaen prosessi on tuottanut 100% toimitusvarmuutta, toimitusmäärien samalla pudotessa merkittävästi.

Vastaavasti viikolla 42 koettiin suuri osuus reklamaatioista toimitusmääriin verrattuna. Tämä aiheutui yhdestä komponentista, jota toimitettiin suuri määrä epäkuranteina. Loppuvuotta kohti reklamaatioiden määrä on vähentynyt selkeästi mm. sisäisen PPAP hyväksyntäprosessin kehittämisen myötä.



Kuvio 7: Tuotannon toteumat 2017, taivutus ja hitsaus



Kuvio 8: Tuotannon toteumat 2017, laserleikkaus

Kuvioista 7 ja 8 havaitaan tuotannon toteumien kehittyminen. Taivutuksen ja laserleikkauksen osalta voidaan nähdä selkeä nouseva trendi loppuvuotta kohti. Osaltaan muutos voi johtua järjestelmän käytön tehostamisesta, jolloin kaikki tehdyt työt on kuitattu järjestelmään.

Taivutus- ja laserleikkausvaiheiden tuotetuissa määrissä on huomioitava, että prosessivaiheet tuottavat komponentteja myös rinnakkaisille prosesseille ja muille asiakkaille. Varsinkin laserleikkauksessa tutkittava prosessi muodostaa vain pienen osan koko työpisteen kuormituksesta.

Hitsaus, joka on ainoa tutkittavassa prosessissa ja asiakkuudessa oleva sille omistettu resurssi, noudattelee suoraan toimitusten mukaisia määriä. Näiden toimitettujen ja tuotettujen määrien suhteen nouseekin kyseenalaiseksi tehdyt rekrytoinnit, joilla hitsaus nostettiin kahteen vuoroon. Vielä loppuvuodesta 2017 asiakas ilmoitti, että tammikuun 2018 lopulla toimitusmäärät 1,5- kertaistuvat joulukuun tasosta.

### 3.6 Prosessin toiminta tutkimuksen suorittamisen ajankohdan jälkeen

Toiminta asiakkuuden kanssa jatkuu myös tutkimuksen jälkeen. Syksyllä 2017 annetut ennusteet toimitusten tasosta eivät kuitenkaan ainakaan tammikuun 2018 aikana toteutuneet niin suurina kuin asiakkaan suunnalta annettiin ymmärtää. Tämä asettaa osittain kyseenalaiseksi kapasiteetin nostoa verten toteutetut rekrytoinnit, koska hitsaustoiminta on toteutettavissa nykyisellä kuormitustasolla yhdessä vuorossa. Rekrytoinnit ovat kuitenkin mahdollistaneet työntekijöiden kouluttamisen muille työpisteille, ja äkillisistä poissaoloista johtuvia kapasiteetin vajauksia voidaan näin helpommin korvata.

Kokonaisuudessa prosessin toiminnan taso on onnistuttu pitämään yllä, ja tämän prosessin kehittämisen yhteydessä myös muita yrityksen prosesseja on vastaavilta osilta parannettu.



#### 4 YHTEENVETO

Tämän työn kohteena olevan prosessin kehittäminen on osoittautunut haasteelliseksi tehtäväksi. Yksittäisten työvaiheiden pienten parannusten tekeminen vaikuttaa aluksi yksinkertaiselta ja helpolta tehtävältä.

Kuitenkin, kun pienet parannukset sijoitetaan koko prosessin kattavaan suurempaan kuvaan, asiat usein mutkistuvat. Prosessin mittaaminen ja sitä kautta kehityskohteiden vaikuttavuuden arviointi asettavat vasta kehityskohteen tarpeellisuuden oikeaan mittakaavaan.

Olen työssäni ollut joitakin kertoja mukana prosessien kuvauksessa. Näissä workshop- luonteisissa palaverissa kuvaaminen on tapahtunut pääosin siksi, että yrityksessä sertifioitu ISO 9001- standardi vaatii prosessien kuvaamisen. Tämän johdosta prosessikuvauksia ei käytetä kehittämisen työkaluna, vaan informatiivisena kuvauksena. Toimintatapa johtaa kaiken lisäksi siihen, että prosessikuvaukset ajautuvat nykytilan ja tavoitetilan välimuotoon, joka ei kuvaa kunnolla nykytilaa eikä ole kehittämismielessä hyvä tavoitetilakaan. Lisäksi prosessikuvaukset jäävät hyvin yleisluontoiseksi, jolloin prosessin toiminnasta ei saada kuvauksen perusteella riittävän tarkkaa käsitystä.

Prosessin mittareiden asettaminen siten, että prosessista haluttujen asioiden mittaaminen on teknisesti mahdollista, on osoittautunut haasteelliseksi tehtäväksi. Toteumia ja muita tietoja prosesseista voidaan mitata manuaalisesti kirjaamalla asioita ylös, mutta datan kirjaaminen ja jalostaminen esitettävään muotoon vaatii paljon työtä. Tätä työtä tekemään yrityksissä ei usein ole valjastaa ketään jolla olisi riittävästi aikaa oman toimen ohessa sitä tehdä laadukkaasti. Tästä johtuen mittarit saadaan toimimaan lyhyen aikaa, jonka jälkeen niiden ylläpito osoittautuu liian työlääksi. Mittareiden jatkuva käyttö prosessin ohjauksessa vaatii automaattista datan keruuta sekä sen jalostamista selkeästi luettavaan muotoon. Tässä työssä esitetyt ensimmäiset mittarit on tehty manuaalisesti hakemalla tarvittavat tiedot toiminnanohjaus- sekä Power BI- järjestelmistä. Viimeisimmät mittarit ovat implementoituna Power BI- raportointipohjaan.

Hyvin toimivat mittarit, niiden kautta prosessin suorituskyvyn määrittäminen, sekä resursointitarve ovat edellytyksiä prosessin laadukkaaseen toimintaan sekä hallintaan ja ohjaukseen.

Uudenlaisten tuotteiden ja valmistusprosessin ylösajoa eniten hidastanut tekijä on ollut informaatiovirtojen hallinta, tai sen puute. Alussa prosessin informaation määrä ja sen huono laatu yllätti toimihenkilöpuolella. Tämä hidasti huomattavasti tuotannon aloittamista, joka osaltaan vaikutti paljon tutkimuksen alussa esiintyneeseen toimitusvarmuuden laskuun sekä reklamaatioiden määrään. Tuotteiston sisäänajovaiheessa prosessi olisi suunniteltava ennen kaikkea jokaisessa vaiheessa tarvittavan informaation näkökulmasta. Vaikka prosessivaiheet ja tuotteiden sekä materiaalin fyysinen kulku olisi alussa epäselvää, ilman tarvittavaa informaatiota kukaan ei voi suoriutua laadukkaasti tehtävästään. Tässä valossa informaatiovirtojen suunnittelua ei voi kyllin korostaa.

Tämän kokemuksen perusteella itselleni nousi esiin joitain pääkohtia prosessien, prosessivaiheiden sekä asiakasrajapintojen suunnittelusta. Alla olevat pääkohdat ovat oma näkemykseni aiheesta, mutta kiteytyvät pääosin informaation ja mittaroinnin ympärille.

Jos asiakasprojekti on lyhytkestoinen ja vaatii uuden prosessivaiheen, uuden vaiheen perustaminen vaatii joka tapauksessa menettelyn, jolla vaiheelle tuotetaan tarvittava informaatio. Lyhytkestoista asiakasprojektiä varten ei kannata rakentaa uutta ohjaus- tai tiedonkeruujärjestelmää, jos sitä ei projektin päätyttyä enää tarvita. Informaation on kuitenkin kuljettava uuteen prosessivaiheeseen sekä sieltä eteenpäin, ja tämän informaation kulku on sekä suunniteltava että vastuutettava organisaatiossa.

Pidempikestoisia projekteja, joita voidaan ylösajon jälkeen jo kutsua prosesseiksi, varten on syytä panostaa järjestelmäpuolella. Näitä tapauksia halutaan usein jälkilaskea ja muuten tarkkailla, jolloin automaattinen tiedonkeruu ja jalostaminen helpottavat työtä. Jalostetun tiedon perusteella on helpompi myös muuttaa ja kehittää prosessia sekä skaalata resursseja tarpeen mukaan. Lisäksi näistä kokemuksista on

helpompi aloittaa seuraava vastaavanlainen projekti, jolloin kustannus- ja laatutasoista on jo valmiiksi hyvä käsitys.

Uusia projekteja aloitettaessa pidetään usein kickoff- palaveri, jossa käydään pääpiirteittäin läpi mitä ja miten on tarkoitus tehdä. Valitettavan usein näissä palavereissa ei käsitellä vastuita tarpeeksi tarkasti, ja oletetaan että asiat vain hoituvat. Kun projekti aloitetaan, tuotteet on kuitenkin jo myyty ja myyntihinta perustuu jonkinlaiseen arvioon valmistuskustannuksista. Tämä arvio on jo itsessään tavoite tuotannolle kustannuksista, joita ei saisi ylittää. Valitettavan usein nämä tavoitteet jäävät asettamatta tuotantoa varten, vaikka käytännössä ne ovat jo olemassa.

#### 4.1 Jatkokehityskohteita

Mittariston ylläpidon sekä eri järjestelmien toimivuuden varmistaminen tulee edelleen vaatimaan kehittämistä. Erp- järjestelmän edelleenkehittäminen on lähes välttämätöntä, jos vastaavanlaista tuotevalikoimaa halutaan edelleen myydä ja valmistaa. Alussa pieneltä vaikuttavan volyymin takia ei usein haluta lähteä aloittamaan raskaalta vaikuttavia kehityshankkeita. Valitettavan usein kehitystarpeet tulevat esille siinä vaiheessa, kun volyymit ovat liian suuret manuaaliohjaukselle. Tämä johtaa hetkelliseen toiminnan tason laskuun, kunnes prosessit on saatu kehitettyä seuraavalle tasolle. Seuraavaksi on listattuna joitakin asioita, jotka on tämän työn aikana koettu tarpeellisiksi ja mahdollisiksi toteuttaa.

##### 4.1.1 Tuotantokoneiden integrointi erp- järjestelmään

Tänä päivänä puhutaan paljon Teollisuus 4.0:sta. Teollisuus 4.0 tarkoittaa teollisuuden neljättä vallankumousta, digitaalisen verkottumisen kautta (Trumpf, 2018). Digitaalinen verkottuminen tarkoittaa sitä, että tuotannon koneet ja laitteet ovat kytkettynä ohjelmistoihin, joiden kautta koneiden tilaa tai tilausten ja töiden kulkua voidaan seurata ja mitata.

Verkottumien on toteutettavissa integroimalla tuotantokoneet soveltuviin ohjelmistoihin ja kokoamalla ohjelmistoista saatavat tiedot yhteen. Tätä varten on olemassa myös valmiita sovelluksia, joita myydään palvelunomaisesti asiakkaille. Valmiiden sovellusten taustalla on usein laitevalmistajan ohjelmisto, joka on aluperin tehty ko. valmistajan koneita varten. Valmistajat ovat kuitenkin havainneet, että asiakkaat joutuvat keräämään eri valmistajien toimittamista järjestelmistä tiedot yhteen paikkaan, josta ne ovat saatavilla. Tätä varten joiltain laitevalmistajilta on julkaistu ylemmän tason ohjelmisto, joka voidaan räätälöidä toimimaan myös muiden valmistajien koneiden kanssa.

Parempi integraatio tuotantokoneiden ja ylemmän tason järjestelmien kanssa vähentää koko tilaus-toimitusprosessista tiedon siirtoon liittyviä työvaiheita. Tiedon siirtoon liittyvissä töissä on aina myös suuri riski, että tieto ei siirry oikeanlaisena työvaiheelta toiselle. Automatisointi vähentää tätä riskiä sekä nopeuttaa tilausten käsittelyyn tarvittavaa aikaa.

Tämän työn tulosten perusteella vastaavanlaisen järjestelmän implementointi toisi tutkittuun prosessiin toimintavarmuutta sekä nopeutta. Lisäksi toimihenkilötyn määrä vähenisi merkittävästi.

#### 4.1.2 Asetusaikojen lyhentäminen

Varsinkin taivutustyövaiheessa asetusajat näyttelevät merkittävää osaa läpimenoajassa. Taivutuskoneen asetuksen tekeminen pitää sisällään työkalun vaihdon, taivutusmallin haun, sekä taivutusohjelman verifioinnin ja säätämisen. Jos kyseessä on uusi osa, on sille vielä tehtävä kokonaan uusi ohjelma, joka on verifioitava ja säädettävä.

Käyttämällä esim. SMED- menetelmää, asetusajoja olisi mahdollista lyhentää. Taivutusvaiheen pitkät asetusajat olivat suurin syy siihen, että tämän tutkimuksen kohteena olevan prosessin tuotteet siirrettiin varasto-ohjautuviksi. Lyhyet asetusajat mahdollistaisivat varastoinnista luopumisen, tai ainakin sen pienentämisen.

## 5 LÄHTEET

Mike Rother & John Shook. 2003. Learning to See. Cambridge, MA USA: The Lean Enterprise Institute

Drew A. Locher. 2008. Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide For Streamlining Time To Market. Productivity Press, New York City, NY USA

Grag Lane. 2007. Made-to-order Lean, excelling in a high mix, low volume environment. Productivity Press, New York City, NY USA

Assembly. 2017. Managing High-Mix, Low-Volume Assembly [viitattu 5.11.2017]. BNP Media. saatavissa:

<https://www.assemblymag.com/articles/83764-managing-high-mix-low-volume-assembly>

Canada Business Network. 2009. Price your product or service [viitattu 6.1.2018]. Info Entrepreneurs. Saatavissa:

<http://www.infoentrepreneurs.org/en/guides/price-your-product-or-service/>

Jason Piatt. 2015. 5 Steps to Improving Profitability of High-Mix/Low-Volume Production [viitattu 6.1.2018]. Industry Week. Saatavissa:

<http://www.industryweek.com/Low-Volume>

Fang Zhou. 2014. Lead Time vs. Cycle Time [viitattu 7.1.2018]. iSixSigma.

Saatavissa: <https://www.isixsigma.com/community/blogs/lead-time-vs-cycle-time/>

Ron Pereira. 2008. Let's Create a Current State Value Stream Map! [viitattu 7.1.2018]. Gemba academy. Saatavissa:

<http://blog.gembaacademy.com/2008/02/24/lets-create-a-current-state-value-stream-map/>

Kotter, John P. 2012. Leading Change. Harvard Business Review Press

Sakki, Jouni. 1997. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Jouni Sakki Oy.

Ojasalo, Katri, Moilanen Teemu, Ritalahti Jarmo. 2009. Kehittämistyön menetelmät, Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. WSOYpro Oy

Claus Möller. 2016. Managing prices through your product life cycle [viitattu 10.2.2018]. LinkedIn. Saatavissa:

<https://www.linkedin.com/pulse/managing-prices-through-your-product-life-cycle-claus-m%C3%B8ller-mba>

Trumpf. 2018. Smart Factory [viitattu 1.3.2018]. saatavissa:

[https://www.trumpf.com/en\\_INT/products/smartfactory/](https://www.trumpf.com/en_INT/products/smartfactory/)

Vorne Industries. 2011. SMED (Single-Minute Exchange of Dies) [viitattu 1.3.2018]. Lean Production. saatavissa:

<https://www.leanproduction.com/smed.html>

## LIITTEET

1 Henkilöhaastattelut

2 Nykytilan VSM, spagettidiagrammi sekä tukiprosessien läpikäynti

3 Tavoitetilan VSM ja spagettidiagrammi

4 Power BI- pohjaiset mittarit