jamk.fi

Prosessikehitys ohjelmoinnissa ja tilauskäsittelyssä

HT-Laser Oy

Limmeri Ville

Toukokuu 2017
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma

Jyväskylän ammattikorkeakoulu
JAMK University of Applied Sciences

jamk.fi

Kuvailulehti

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Päivämäärä
Limmeri, Ville	Opinnäytetyö, AMK	Toukokuu 2017
	Sivumäärä 99	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x

Työn nimi
Prosessikehitys ohjelmoinnissa ja tilauskäsittelyssä

Tutkinto-ohjelma
Kone- ja tuotantotekniikka

Työn ohjaaja(t)
Parviainen, Miikka
Peuranen, Harri

Toimeksiantaja(t)
HT Laser Oy

Tiivistelmä

Tämän kehitysprojektin toimeksiantajana oli HT Laser Oy. Heillä oli tarve kehittää Keuruun yksikön tilauskäsittelyn ja ohjelmoinnin prosessia laadukkaammaksi ja virtaukseltaan tehokkaammaksi. Tällä vastattaisiin tehtaassa esiintyviin laatuongelmiin, mutta myös parannettaisiin jo olemassa olevaa prosessia tehokkaammaksi. Lisäksi projekti tulisi tukemaan siirtymistä yhteiseen toiminnanohjausjärjestelmään pääasiakkaan kanssa. Työ rajattiin koskemaan ainoastaan pääasiakkaan tilauskäsittelyä.

Kehitysprojektin tarkoituksena oli luoda kokonaan uusi työskentelytapa Keuruun tilauskäsittelyyn ja ohjelmointiin. Pyrkimyksenä oli korvata vanha prosessi kokonaan uudella, josta olisi poistettu hukkaa. Tavoitteena oli laadullisesti parempi ja virtaukseltaan nopeampi prosessi.

Tämä toteutettiin perehtymällä DMAIC kehitysprosessiin ja luomalla arvovirtakuvaus vallitsevasta tilasta. Siitä johdettujen kehitystoimien perusteella lähdettiin rakentamaan tulevan tilan kuvaa. Tämän muodostivat työvaiheiden erilliset mittaroinnit, laatuongelmien syy-seuraus suhteiden ratkominen sekä tietoperustaan pohjautuva näkemys prosessien kehittämisestä.

Projektin tuloksista saatiin esille selvimmät hukkalajit molemmissa prosesseissa ja voitiin selkeästi perustella tietyt muutokset nykyisiin prosesseihin ja esittää muita tulevaisuuden implementointia varten. Tulokset kattoivat prosessin kehittämisen tehokkaamman virtauksen kannalta, mutta myös tehtävänannossa esitettyihin laatutavoitteisiin otetiin kantaa. Saavutettuja tuloksia tullaan käyttämään hyväksi yrityksen tulevissa kehitysprojekteissa.

Avainsanat (asiasanat)
Kehitysprojekti, prosessi, tilauskäsittely, arvovirtakuvaus, DMAIC, SMED

Muut tiedot
Liitteissä 1-4 on esitetty yrityksen liikesalaisuuksiin liittyviä tietoja, jotka näkyvät kuvatuissa toimintatavoissa ja niiden analysoinnissa. Ao. liitteet on siksi jouduttu poistamaan perustuen lakiin (621/1999) 24§ kohdat 17 ja 20

jamk.fi

Description

Author(s)	Type of publication	Date
Limmeri, Ville	Bachelor's thesis	May 2017
		Language of publication: finnish
	Number of pages 99	Permission for web publication: Granted

Title of publication
Process development in programming and order processing

Degree programme
Bachelor degree of Mechanical and Production Engineering

Supervisor(s)
Parviainen, Miikka
Peuranen, Harri

Assigned by
HT Laser Oy

Abstract

HT Laser Oy commissioned this development project. They were in need of developing their order processing and programming of the Keuruu department to be more efficient and streamlined. This would respond to quality problems occurring in the factory, but would also improve the efficiency of the existing process. In addition, the project should also provide support for the transition to a common ERP system with the main customer. The work was limited to focus only on the main customer order processing.

The purpose of the development project was to create a completely new working method for Keuruu's order processing and programming. The aim was to replace the old process with a new one, where the amount of waste would've been reduced. The goal was to have a qualitatively better and more streamlined process.

This was accomplished by getting acquainted with the development process of DMAIC and creating a value stream map from current situation. Based on the derived development measures, building a picture of the future situation started. This was formed from the separate measurements of the work stages, the cause-and-effect of quality problems, and the vision of the future based on the current knowledge base.

The project's results revealed most significant types of losses in both processes and it could clearly justify certain changes compared to current processes and present others for future implementation. The results covered the development of the process for a more efficient flow, but also the quality objectives set out in the assignment were taken in consideration. The achieved results will be utilized in the company's future development projects

Keywords/tags (subjects)
Development Project, Process, Order Processing, Value stream map, DMAIC, SMED

Miscellaneous
The attachments 1-4 has been set confidential as those include company's business secrets as well technological and other development work. These attachments has been removed based on the legal clauses (621/1999) 24§ sections 17 and 20

Sisältö

Termistö **7**

1 Johdanto **10**

1.1 Opinnäytetyön aihe 10

1.2 Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset 10

2 HT Laser Oy **11**

2.1 HT Keuruu 11

2.2 ERP-integraatio pääasiakkaan kanssa 12

2.3 Projektin tausta 12

3 Filosofiat menetelmien kehittämiseksi **13**

3.1 Lean-filosofia 13

3.2 Hukan määrittely 20

3.3 Lean- työkalut 21

3.4 VSM 23

3.5 SMED 28

3.6 Six Sigma 31

3.7 DMAIC 34

4 Työntoteutus **38**

4.1 Projektin rakenne 38

5 Ohjelmoinnin, Tilauskäsittelyn ja Myynnin työkuvaukset **39**

5.1 Ohjelmointi 39

5.1.1 Ohjelmoinnin työskentelyn kuvaus 41

5.1.2 Ohjelmointia rajoittavat tekijät 42

5.2 Myynti & Tilauskäsittely 44

5.2.1 Tilauskäsittelyn työpolun kuvaus 46

5.2.2 Myyntiä ja tilauskäsittelyä rajoittavat tekijät 48

6 Nykytilanteen kuva 50

6.1 Toimenpiteet tavoitteisiin pääsemiseksi 50

6.2 Arvovirtakuvaukset nykyprosesseista 51

6.2.1 VSM:n tarkennukset mittaroinneilla. 55

6.3 Hukka ja sen lähteet 59

7 Edistävät kehitystoimet 60

7.1.1 Henkilöstön kommunikaatio ja terminologia 60

7.1.2 Tarkastuspisteet ja laadunvalvonta 62

7.2 SMED- video kuvaukset 64

8 Visio uudesta prosessista 70

8.1 Prosessien pilkkominen 70

8.2 Tulevan tilan kuva v0.1 73

8.2.1 Kehitys V0.1 taustalla 73

8.2.2 Esittely ja palaute 75

8.3 Tulevan tilan kuva v0.2 77

8.3.1 Lajittelija työvaihe 79

8.3.1 Lajittelija mittarointi 79

8.3.2 Tulostuksien lokerointi ja toiminta jatkossa 80

9 Kehitysprojektin jatkuminen sekä saavutetut tulokset 83

9.1 Projektin tulokset 84

10 Pohdinta 86

Lähteet 90

Liitteet 93

Kuviot

Kuvio 1 Stabiloiminen ja Parannus (mukaillen Piirainen 2016) 17
Kuvio 2 Haaste ja tavoite kehitysprosessissa (Piirainen 2016) 18
Kuvio 3 Parannustoimenpiteiden sarja (Piirainen 2016) 19
Kuvio 4. Esimerkkejä Lean-työkaluista (Yleistä Leanista N.d.) 22
Kuvio 5 Pareto-kaavio esimerkki (Pareto Chart, N.d.) 24
Kuvio 6 VSM malli taulukko, mukaillen (Väisänen 2013) 25
Kuvio 7 VSM; Nykytilan- ja tulevan tilan kuva (Väisänen 2013) 26
Kuvio 8 VSM, Hyödyt ja Huomiot 27
Kuvio 9 SMED-projektikuva 30
Kuvio 10 Normaalijakauma, Tiheysfunktio (Itil & ITSM WORLD. n.d.) 31
Kuvio 11 Six Sigman generaatiot, muokattu (Karjalainen 2011) 33
Kuvio 12 DMAIC kierto, Six Sigma DMAIC. N.d 35
Kuvio 13 Opinnäytetyön aikataulu 38
Kuvio 14 Ohjelmoinnin prosessikuvaus, HT Keuruu 41
Kuvio 15 Tilauskäsittelyn prosessikuvaus, HT Keuruu 46
Kuvio 16 Laadun parantamisen jatkotoimenpiteet 50
Kuvio 17 VSM Tilauskäsittely 52
Kuvio 18 VSM Ohjelmointi 53
Kuvio 19 Kalanruotokaavio 54
Kuvio 20 Tilauskäsittelyn läpimenon vaihtelu 56
Kuvio 21 Ohjelmoinnin läpimenon vaihtelu 58
Kuvio 22 Tilauksen nimeäminen 60
Kuvio 23 Andone ruudun juurisyyt 62
Kuvio 24 Ajan jakautuminen, Tilauskäsittely 66
Kuvio 25 Tilauskäsittelyn VA/NVA 67
Kuvio 26 Työnjakautuminen, Ohjelmointi 68
Kuvio 27 Ohjelmointi VA/NVA 69
Kuvio 28 Uusien vaiheiden tarkastelu 71
Kuvio 29 Kuorman tasaaminen 73
Kuvio 30 Tulevan tilan kuva V0.1 74
Kuvio 31 Tulevan tilan kuva V0.2 78

Kuvio 32 Tilauskäsittelyn kulku paperiton 81
Kuvio 33 T&K prosessin uudelleen jaksotus mittaus 82
Kuvio 34 Reklamaatio prosentit huhtikuun lopussa 84

Taulukot

Taulukko 3 Termien selvennykset, Tilauskäsittely 66
Taulukko 4 Termien selitykset, ohjelmointi 68

Liitteet

Liite 4. Uusi prosessikuvaus tilauskäsittely..... 99

Termistö

Ylävirta	Nimitys jota käytetään tehtaan alkutuotannon prosesseille eli myynnille, tilauskäsittelylle ja ohjelmoinnille.
Myynti	Myynnillä käsitetään HT-laserin myyntitoiminta, johon luetaan mukana tilauskäsittely.
Tilauskäsittely	Asiakkaalta saapuneiden tilausten käsittely tuotannonohjausjärjestelmässä niin, että tuotteelle on toimituspäivä, rakenne, se on kuormitettu tuotantoon ja siitä on tulostettu työkortti.
T&K	Tilauskäsittelyn lyhenne
Ohjelmointi	Ohjelmoinnissa luodaan leikkuukoneille CNC-ohjelmat työstöä varten työkorttien perusteella.
Nesti	Cnc-ohjelma leikkuukoneelle, joka sisältää leikkuussa tarvittavat tiedot leikattavista kappaleista.
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning)
VSM	Arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping)
SMED	Menetelmä asetusaikojen pienentämiseen kappaletta vaihdettaessa (Single minute exchange of die)
IED	Sisäinen asetus. Voidaan tehdä, vain koneen ollessa pysäytettynä. (Inside exchange of die)
OED	Ulkoinen asetus. Voidaan tehdä koneen käynnissä ollessa. (Outside exchange of die)

DMAIC	Ongelmanratkaisumenetelmä joka kulkee syklinä viiden eri askeleen kautta. Nämä ovat Määritä, Mittaa, Analysoi, Paranna ja Ohjaa (define, measure, analyze, improve, controll)
KET	Lyhenne sanoista keskeneräinen tuotanto. Viitataan tuotantoon joka odottaa käsittelyä, joko työkorttina tai osina hallissa
SPC	Tilastollinen prosessin valvonta (Statistical process control)
HT-Keuruu	HT-Laserin Keuruun toimipiste.
Pääasiakas	Tärkein yksittäinen asiakas HT-Keuruulle jonka tilauskanta on yli 70 % kaikesta tehdystä. Muista asiakkaista puhutaan termeillä asiakas B, C, Jne.
Työkortti	Lomake josta ilmenee tuotteen kappale määrä, ostaja, kuvat, toimituspäivä, työvaiheet, niiden pvm ja kesto sekä muut tuotteet tärkeät tiedot
L7	Lyhenne sanoista Liinos L7. Visma Oy:n valmistama toiminnanohjausjärjestelmä, joka on HT:n käytössä konsernin laajuisesti.
Andone-ruutu	Ruutu tehtaassa, jonne kaikki keskeytynyt tuotanto kuljetetaan. Niille on täytetty lomake, jossa ilmennyt vika tai puute on kuvattu. Työnjohto käsittelee nämä lomakkeet ja toteuttavat korjaavat toimenpiteet. Myöhemmin roolin otti prosessi- ja tuotelaadun kehittäjä.
SIS. REKL	Lyhenne sanoista sisäinen reklamaatio. Tuotannossa on tullut virhe ja kappaleita on mennyt pilalle, mikä korjataan

	reklamaatio työkortilla. Työkortti tehdään kuorman hallinnan vuoksi, mutta sitä ei toimiteta asiakkaalle
BySoft	Bystronicin ohjelmointi sovellus heidän laserleikkurilleen.
TruTops	Trumfin ohjelmointi sovellus heidän laser koneelleen.
Nestics	Sovellus, jota käytetään vesileikkauskoneen ohjelmoimiseen.
DraftSight	Sovellus CAD-kuvien käsittelyyn. Myyjien ja ohjelmoijien käyttämä.

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön aihe

Opinnäyte työn aihe tuli HT Laserin Keuruun toimipisteeltä, missä on tarkoitus kehittää toiminnan laatua hukkaa eliminoimalla. Opinnäytetyön aiheena on, hukan eliminoiminen tehtaan ylävirran prosesseissa, osana tehtaan toiminnanohjausjärjestelmä-integraatiota pääasiakkaan kanssa. Nämä prosessit ovat tehtaan tilauskäsittely ja ohjelmointi.

1.2 Opinnäytetyön tausta, tavoitteet ja rajaukset

HT Keuruun tavoitteena on tehostaa tehtaan ylävirran eli toimistotehtävien myynti-, tilauskäsittely- ja ohjelmointitoimintaa ja kasvattaa laadun tasoa. Yli puolet tehtaan keskeytyneen tuotannon syistä johtuu virheistä, jotka on tehty edellä mainituissa työvaiheissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on vähentää ylävirran prosesseista hukkaa eli tuotannosta heijastuvien virheiden määrää 50 %. Tällä saadaan nostettua toiminnan laatua, mikä helpottaa ERP-integraatiota pääasiakkaan kanssa. Lisäksi tehtaan johto haluaa parantaa tuottavuutta eli läpivirtausta 50 % nykyisestä.

Tähän pyritään luomalla kokonaan uusi tapa työskennellä tilauskäsittelyssä ja ohjelmoinnissa. Vanhat prosessit puretaan osiin, osat uudelleen organisoidaan ja siirrytään standardoituun prosessiin, jossa pyritään välttämään nykyisen prosessin suurimpia hukkia ja virhepisteitä. Tavoitteena on organisaatiollisesti kevyempi, tuotannoltaan lineaarisempi ja täysin paperiton ylävirta. Paperittomuus tilauskäsittelyssä on nouseva teema HT Laser konsernin sisällä.

Tämä on yrityksen projektin päätavoite. Projekti itse jaetaan useampiin vaiheisiin, jotka toteutuvat pala kerrallaan edetessä kohti päätavoitetta. Oma projektini ja opinnäytetyöni keskittyy projektin aloittamiseen, tavoitteen sekä tulevan tilan kuvan

luomiseen, työvaiheiden mittarointiin ja lähtökohtien luomiseen pidemmälle kehitykselle, sekä mahdollisiin kehitystoimiin, jos aikataulu sallii.

2 HT Laser Oy

HT Laser Oy on teollisuuden alihankintaa tekevä perheomisteinen yritys. Hannu Teiskonen perusti HT Laserin vuonna 1989 ja yhtiö on osa Teiskonen konsernia, johon kuuluvat myös Elekmerk Oy joka on erikoistunut ohutlevyrakenteisiin sekä Alamarin Jet Oy joka valmistaa vesisuihkupropulsioita ammattiveneily sekä viranomaiskäyttöön. HT Laserilla on suomessa seitsemän eri toimipistettä ja Puolassa pari toimipaikkaa. Yhtiön liikevaihto oli viimevuonna 53 miljoonaa euroa ja palkattua henkilöstöä noin 350.

2.1 HT Keuruu

Vaikka koko HT Laser on saanut alkunsa Keuruulta, nykyinen Varissaaren tehdas on melko uusi. HT muutti tiloihin vuosien 2015–2016 välissä. Tarkoituksena oli tällöin yhdistää erilliset Haapamäen ja Keuruun eri yksiköt saman katon alle ja Hannu Teiskosen sanoin: ”Tällä toimenpiteellä yhtiö saa synergiaetua erityisesti logistiikassa ja se puolestaan luo mahdollisuuden kasvulle, jota pääasiassa tavoitellaan.” (Koskela 2014)

Keuruun toimipisteellä valmistetaan kaikkea leikatuista aihioista pitkälle jalostettuihin osakokoonpanoihin. Tehtaalla työstetään mustan raudan lisäksi kirkkaita ja värimetalleja ja vaihtelevasti muita materiaaleja. Se on nykyisistä HT:n toimipisteistä suurin ja työllistää täten eniten väkeä, noin 100 henkilöä, missä joukossa on monen alan osaajia aina ammattihitsaajista ja -koneistajista myyjiin ja suunnittelijoihin.

Tärkein yksittäinen asiakas on asiakas A, jonka tuotteiden osuus tehtaan kokonaisvolyymistä on yli 70 %. Työssä heistä puhutaan termillä pääasiakas. Projektissa keskitytään heidän tilauskäsittelynsä kehittämiseen. Jo pelkän volyymin perusteella se on kannattavaa, mutta tämä myös helpottaa yhtenäisen työskentelystandardin luomista ylävirtaan.

2.2 ERP-integraatio pääasiakkaan kanssa

HT Keuruu on siirtymässä yhteiseen toiminnanohjausjärjestelmäintegraatioon Pääasiakkaan kanssa. Tarkoituksena on saada tilauskanta tulemaan suoraan asiakkaalta HT:lle ilman tiettyjä tilauskäsittelyn vaiheita, jotka avataan tarkemmin kohdassa 8. Integraation eteneminen on erillinen prosessi, jota pääasiakkaan ja HT:n ICT-henkilöstö toteuttaa.

Se ei vaikuta mitenkään tämän projektin kulkuun, mutta sen vaikutuksia tullaan käsittelemään tulevan tilan kuvassa. Projektin tuloksien tulisi helpottaa integraation käyttöönottoa ja käyttöä tehtaassa. Tarkkojen päivämäärien puuttuessa käsittelemme integraatiota enemmän tavoitetilan kannalta kuin projektina.

2.3 Projektin tausta

Tarve kehitysprojektille ja siitä aihe opinnäytetyölle tulivat tehtaan tuotannon korkeasta reklamaatioprosentista. Erityisesti niiden osuus ylävirrassa eli myynnissä, ohjelmoinnissa ja tilauskäsittelyssä oli merkittävä. Tehtaalla on tarve kehittää tilauskäsittelyn ja ohjelmoinnin laatua eli toisin sanoen karsia hukkaa, jota tulee reklamaatioiden käsittelystä ja korjaamisesta. Samalla nykyistä virtausnopeutta tulisi tehostaa.

Ennen työn alkua tehtaassa oli tehty mittarointi reklamaatioista ja niiden syistä. Sen osoittaman datan perusteella 60 % kaikista reklamaatioista tulee ohjelmoinnista ja tilauskäsittelystä. Näin ollen niiden toiminnan laadun kehittäminen ja sen varmistaminen ovat tärkeimpiä tekijöitä projektissa.

Työ tullaan toteuttamaan kehitysprojektina HT-Laserin sisällä, missä työskentelen yrityksen palveluksessa olevan Lean Six Sigma Black Belt Jouni Väisäsen kanssa. Tavoitteena sillä on vähentää hukkaa eli tuotannosta heijastuvien virheiden määrää 50 % ylävirran prosesseissa. Tällä saadaan nostettua toiminnan laatua, mikä helpottaa ERP-integraatiota pääasiakkaan kanssa. Lisäksi tehtaan johto haluaa parantaa tuottavuutta eli läpivirtausta 50 % nykyisestä ylävirrasta.

3 Filosofiat menetelmien kehittämiseksi

Kehitysprosessin ylimpänä ideologiana on HT:n toiminoissa jo vaikuttava Lean-ajattelu. Sitä on jo pitkään painotettu tehtaan tuotannossa ja useita erilaisia projekteja ja kehitystoimenpiteitä on tehty siihen ja sen työkaluihin perustuen.

Tässä työssä työkaluiksi valikoitiin jo ennen kehitystyön alkua DMAIC-kehitysprosessi. Tarkoituksen on tehostaa toimintaa ja vähentää hukkaa analyyttisin keinoin, perustaen toiminta mitattaviin arvoihin. Tämä jo senkin vuoksi, että numeraalisen datan pystyy perustelemaan ja laskemaan vain yhdellä tavalla oikein, kun taas sanan tai puheen voi käsittää usealla merkityksellä.

Kvalitatiivisilla keinoilla voidaan selvittää monia ongelmia ja niiden taustoja, mutta niiden käsittely ihmisten kesken ei luo varmaa pohjaa kehittää asioita. Kehityksen tulisikin tässä perustua kvantitatiivisin keinoihin. Kun esitetään vaatimus luoda numeroita, on keksittävä keinot työvaiheiden mittaroimiseen. Numeraalisen tiedon luomiseksi ja vallitsevan alkutilanteen selvittämiseksi työssä käytetään VSM arvovirtakuvausta ja SMED-työkalua.

Jotta kehitysprosessin luonnetta ja sitä kautta valittuja työkaluja pystyy ymmärtämään, on ensin tiedettävä vähän Leanistä, Six Sigmasta, niiden yhdistelmästä ja systemaattisesta kehitysprosessista näitä työkaluja hyväksikäyttäen. Ennen kehitysprosessiin menemistä on tiedettävä perusasiat.

3.1 Lean-filosofia

Tohtori Jeffrey K. Likerin sanoin: ”Lean on perimiltään jatkuvaa täydellisyyden tavoittelua. Täydellisyyden tavoittelu tarkoittaa käytännössä jatkuvaa olemassa olevien toimintatapojen arviointia ja muutosta sekä uusien toimintatapojen vakiinnuttamista. Toiminta on tavoitteellista, joka johdetaan liiketoiminnan tarpeista.” (Piirainen 2016)

Sanan ”Lean” keksi John Krafcik 1988, kun hän kirjoitti artikkelin, jossa hän käänsi Toyotan termin hauras (fragile). Sillä yritys kuvasi tuotantoa, jossa oli varastoja ja puskureita, mikä teki läpimenosta ”hauraan”. Termi käännettiin tästä muotoon Lean (tehokas tuotanto).

Lean johtaa juurensa 1960–1970 luvun Japaniin, Toyotan autotehtaaseen, jossa pyrittiin luomaan tuotantoprosessi, jossa ei olisi välivarastoja tai seisokkeja. Se loi puitteet JIT-filosofialle (Just In Time). Edelleen kehitettynä aiheesta julkaistiin kirja 1978, ”Taiiichi Ohno: Toyota Production System: Beyond Large Scale Production”, joka tunnetaan lyhyemmin termillä TPS. (Modig, N & Åhlström, P. 2013). TPS sisältää 14 periaatetta, joiden noudattaminen pyrkii mahdollistamaan jatkuvan parantamisen organisaatiossa. Nämä 14 periaatetta, jotka siirtyivät TPS:n kautta osaksi Leaniä, ovat Likerin (2010, 35–37) mukaan seuraavat:

1. Pitkän tähtäimen filosofia: Päätökset on tehtävä aina pitkän tähtäimen filosofian pohjalta, vaikka se lisäisikin kustannuksia lyhyellä tähtäimellä. Tarkoituksenmukaisuus, arvoa tuottava toiminta sekä vastuunkantaminen ovat tässä ensiarvoisia.

2. Luo prosessille keinot virtausongelmien esiintuomiseksi: prosesseille on suunniteltava ja rakennettava jatkuva virtaus, missä ongelmat havaitaan ja niihin voidaan puuttua.

3. Ylituotannon välttäminen imuohjauksen avulla: Mitään ei kannata valmistaa ennakkoon, vaan tuotannon hankinnat tulee hoitaa ”juuri oikeaan aikaan”- ajattelun perusteella. Tällöin vältetään keskeneräistä tuotantoa ja varastoja.

4. Tasapainota työmäärä: vaihtelu pitää eliminoida ja tasapainottaa, ei pelkästään koneista, vaan myös ihmisresursseista.

5. Luo kulttuuri, jossa ongelman esiintyessä pysähdytään korjaamaan ja poistamaan ongelma: Tuotannon välineissä ja prosesseissa tulee olla keinoja keskeyttää tuotanto siksi aikaa että virhe tunnistetaan. *Jidoka* (inhimillisellä älyllä varustetut koneet) ovat sisäänrakennetun laadun perusta.

6. Standardoidut tehtävät ovat jatkuvan parantamisen ja sitouttamisen perusta: Kaikki työvaiheet on standardoitava, jotta tuotannosta tulee ennustettavampaa ja työntekijät on sitoutettava noudattamaan sovittuja pelisääntöjä. Henkilökohtaista luovuutta kuitenkin tulee sallia prosessin kehittämisessä.

7. Käytä visuaalista ohjausta, jotta ongelmat eivät jää piiloon: tuotanto on visualisoitava niin että kaikille pitää selvitä pelkällä vilkaisulla, onko tehtaan virtaus kunnossa, vai onko jossakin prosessissa ongelmia.

8. Hyödynnä vain sellaista teknologiaa, jonka on perusteellisesti testattu palvelevan ihmisiä ja prosesseja: Teknologiaa käytetään ihmisten avuksi, ei heidän korvaamiseksi. Ennen uuden tekniikan käyttöönottoa, on tehtävä testejä sen toimivuudesta prosessissa.

9. Kasvata johtajat, jotka ymmärtävät työn ja noudattavat yrityksen filosofiaa ja toimintatapoja, omasta organisaatiostasi: Johtajien on voitava tuntea prosessit voidakseen palvella niiden apuna. Parasta olisi kasvattaa johtajat tehtaan sisällä, sen sijaan että palkkaa heidät ulkopuolelta.

10. Kehitä lahjakkaita ja eteviä yksilöitä sekä ryhmiä, jotka arvottavat yrityksen filosofiaa: Sitouta työntekijät konserniin, luo vahva ja vakaa yrityksen toimintakulttuuri jossa yrityksen arvot ja käsitykset leviävät. Hyödynnä tätä kulttuuria tuotannon parantamisessa.

11. Kunnioita yhteistyökumppaneita ja haasta heitä kehittymään paremmiksi: Tee läheistä yhteistyötä alihankkijoiden ja yhteistyökumppaneiden kanssa ja osoita heille, että heidän osuutensa on tärkeä. Anna heille tavoitteita ja auta kehittymään.

12. Ongelmien ilmetessä mene paikan päälle: Asemasta riippumatta, ratkaistessasi ongelmaa luota vain vahvistettuun tietoon ja mene ongelman lähteen luokse. Näin ymmärrät täysin mistä on kyse ja osaat tehdä oikeat ratkaisut ongelman poistamiseksi.

13. Päätöksien pitää olla loppuun asti harkittuja ja yksimielisiä: Älä tee päätöksiä vain yhden ratkaisun turvin, vaan perehdy useisiin vaihtoehtoihin ennen ratkaisun antamista. Nämä on kuitenkin toteutettava nopeasti.

14. Tee yrityksestäsi oppiva organisaatio väsymättömän arvioinnin ja jatkuvan parantamisen kautta: luo prosesseja jotka eivät vaadi varastoja, jotta ajan ja hukan aiheuttaja tulee heti näkyville ja henkilöstö voi eliminoida sen.

Muutamia näistä periaatteista voi soveltaa hyvinkin erilaisissa yrityksissä, tosin kehityksestä saatu hyöty ei tällöin kestä, vaan aikaiseksi saadaan lyhyitä tehokkuusharppauksia (ks. DMAIC). Organisaatio joka noudattaa kaikkia tapoja eli noudattaa TPS:ää saa kilpailuetua, jota on mahdollista ylläpitää. (Liker 2010, 35–41.) Harhaluulona on, että tällöin prosessi olisi täydellinen.

Miksi täydelliseen prosessiin tai täydelliseen Leaniin ei voi päästä? Vastaus on yksinkertainen: vaihtelu. Vaihtelua ja vaihtelevuutta esiintyy aivan kaikkialla koneista, prosesseista, henkilöistä aina palveluihin, toimintoihin ja kysyntään, jossa itsessään voi olla valtavia vaihteluja. Vaihtelu on vakio ja Eero E. Karjalainen (2015) esittääkin Antti Piiraisen kirjan Vaihtelu (2014) perusteelta arvion, että noin prosentti kokonaisläpimenoajasta on arvoa tuottavaa. Parhaimmillaankin prosentti jää 30 paikkeille. Kaikki loppu olisi vaihtelun aiheuttamaa aikahukkaa.

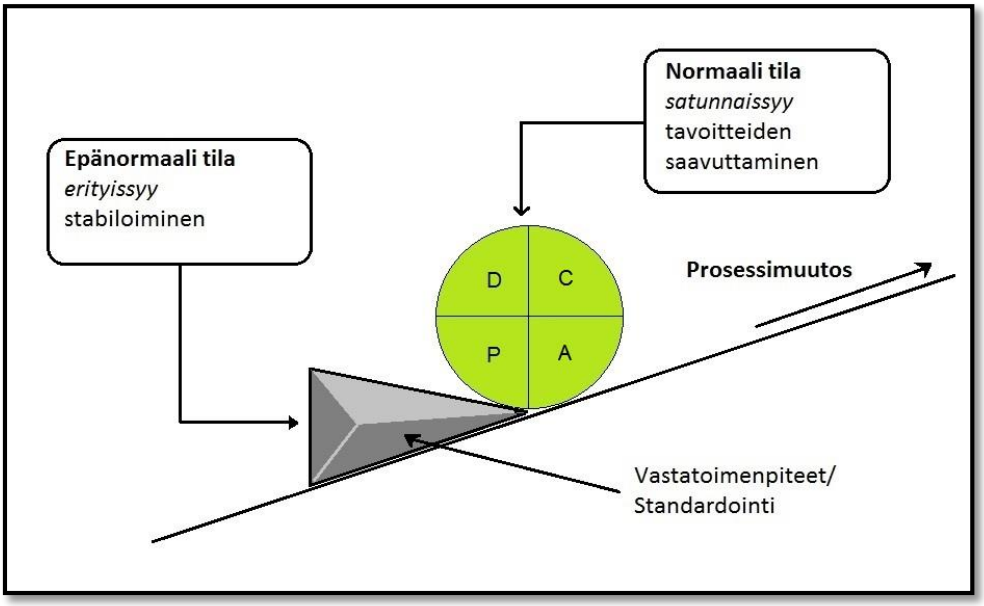
Tästä Lean lähtee liikkeelle. Lean on asiakaslähtöinen prosessijohtamisen malli, mikä perustuu virtauksen (exit rate) maksimoimiseen samalla kun hukka (menetetty aika) pyritään minimoimaan. Se on ajattelutapa, jossa tuottavuutta haetaan jalostusarvon ja virtauksen maksimoinnilla samalla kun tuottamatonta aikaa karsitaan. Paras tapa käsitellä Leaniä on ajatella sitä filosofiana, oppina, ideana tavasta miten prosesseja olisi ideaalein hoitaa. (Karjalainen 2015)

Vaikka Lean yleensä käsitetään hukan minimointimenetelmäksi, sen päätarkoitus on läpimenoajan lyhentäminen, mikä heijastuu prosessin nopeuden kasvattamisena. Läpimenoajan laskeminen on Leanin toiminnan kulmakivi. Jos se ei laske, kehitystä ei katsota tapahtuneen, tai se ei ole ollut oikeanlaista kehittymistä. (Yleistä Leanistä n.d.)

Lean ei itsessään ole se ihmetyökalu millaisena se usein mielletään. Se pitää sisällään useita eri teorioita ja työkaluja, joiden ympärillä se toimii. Yhtä lailla suuri harhaluulo on, että Lean-työkalut ratkaisevat ongelman itsessään. Nämä menetelmät ovat sitä varten, että ongelma saadaan esiin ja tuotannon esimiesten ja työntekijöiden tulee voida ne osaamisellaan ratkaista. Mitä paremmin henkilöstö tuntee prosessit, sitä helpompaa on löytää ratkaisu. (Yleistä Leanistä N.d.)

Leanin pyrkimys täydellisyyteen luo ristiriidan jatkuvan muutoksen tarpeen ja estämisen välille. Tarkemmin ilmaistuna tarve pitää yllä jatkuvaa kehittämistä (parantaminen), mutta samalla ylläpitää hyvää nykytilannetta (stabiilius), luo toimintaan ristiriitaisuutta. Tämän suunnan ylläpitäminen edellyttää henkilöstöltä täyttä ymmärrystä siitä mitä heiltä odotetaan, kykyä vaikuttaa ja korjata ongelmia ja varmistaa että ylitetty ongelma ei palaa.

Tuotannon kehitystyökaluilla ja konsepteilla tulee määritellä haluttu päämäärä, mutta myös normaali ja epänormaali tila kehityksen aikana. Työkalulla tulee voida esittää ongelmat, jotta henkilöstö voi ne ratkaista ja kehittää vastatoimia ja standardeja, jotta ratkaistut ongelmat eivät palaa. (Piirainen 2016)

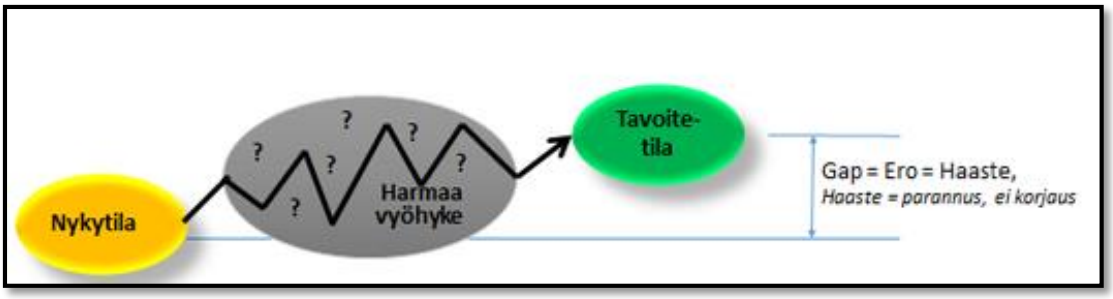


Kuvio 1 Stabiloiminen ja Parannus (mukaillen Piirainen 2016)

Ensimmäinen vaihe kehityksen aloittamisessa on luoda visuaalinen ja funktionaalinen tapa kommunikoida ja tunnistaa systeemin tila. On tärkeää, että kaikki tiedostavat, että kehityksen on oltavaa jatkuvaa, askelittain tapahtuvaa toimintaa, jonka välissä stabiilin työskentelyn tulee jatkua. Ratkaistujen ongelmien palaamisen estämiseksi on luotava vastatoimet. (Piirainen 2016). Tällainen on esimerkiksi PDCA sykli, suunnittele, tee, tarkista ja korjaa (Plan-Do-Check-Act). (ks. kuvio 1). Sillä selitetään kehitysprosessin vaiheet: ensin suunnitellaan, tehdään parannus, tarkastellaan sen vaikutusta ja tehdään tarvittaessa korjaukset. Se tunnetaan myös nimellä PDSA-sykli eli Plan-Do-Study-Act. (PDSA Cycle 2016)

Seuraavaksi on valittava tavoite, niin sanottu lopullinen tavoite johon projektissa pyritään. Tämän olisi syytä olla sekä tarkoituksenmukainen että kunnianhimoinen. On väärin keskittyä vain korjaamaan nykyhetkisiä ongelmia, kun tärkeämpää on nähdä mihin suuntaan yrityksen tulisi mennä ja mitä organisaatiossa tulisi tehdä sinne pääsemiseksi. (Piirainen 2016)

Leanin ideaalitilan vertaaminen omaan organisaatioon, etenkin vanhoille, kankeille organisaatioille, voi tuntua erittäin utopistiselta. Tähän auttaa se, että systeemin tulkinnassa voidaan selkeästi tuoda esiin sen ongelmat ja osoittaa tavoitteen tarpeellisuus, oli se miten kunnianhimoinen tahansa. Kaikki absurdius ja etäisyys selittyvät sillä kun tilanteen piirtää paperille. (ks. kuvio 2)

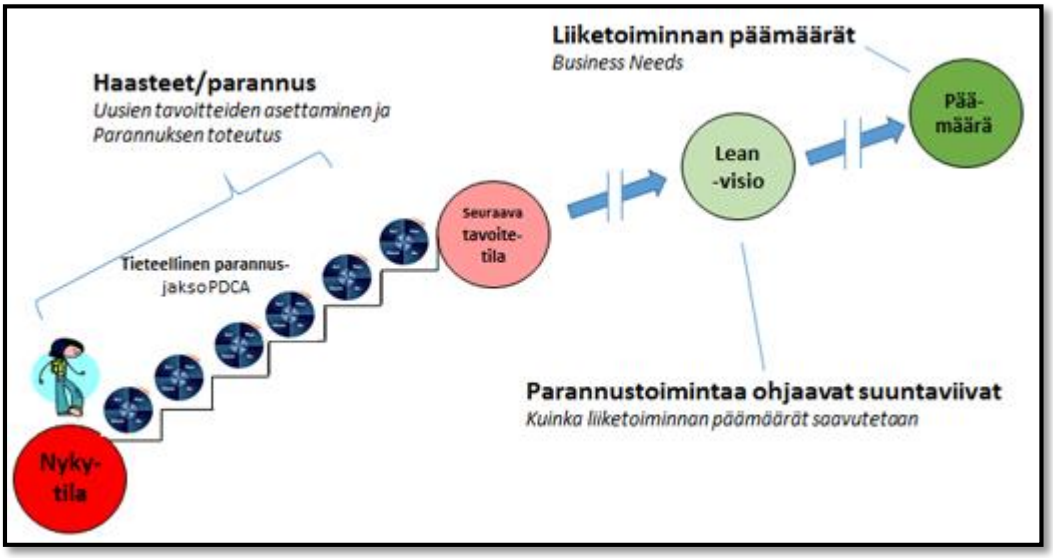


Kuvio 2 Haaste ja tavoite kehitysprosessissa (Piirainen 2016)

Tässä selittyy miten nykytila ja tavoite ovat erillään. Niitä erottaa harmaa vyöhyke, jonka ylittämistä ei ole suunniteltu ja selkeytetty henkilöstölle. Tavoitetta asettaessa

tämä ei myöskään ole tarkoitus. Johdon tulisikin antaa haasteita alaisilleen, esittää tavoitteita ja vaatia suunnittelemaan, miten päästään eteenpäin, sen sijaan että heitä vain kannustetaan selvittämään nykyisiä ongelmia. Puhutaan parannusmallista. (Piirainen 2016.)

Kun tavoite on selvillä, aletaan keksiä keinoja sinne pääsemiseksi. Parannusmallin ideana on kannustaa muuttamaan toimintaa eli suunnittelemaan uusi toimintamalli. Uusi toimintamalli eli tavoitetila johdetaan organisaation tavoitteista tulevaisuudessa eli liiketoiminnan päämääristä. Ero nykytilan ja tavoitetilan välissä on haaste, harmaa alue, jonka yli on päästävä. Koska tässä kohdassa ei ole vielä selvää keinoa, miten haaste ylitetään, kannattaa hakea useampaa keinoa. (Piirainen 2016)



Kuvio 3 Parannustoimenpiteiden sarja (Piirainen 2016)

Kehityksen suunnan ja tahdin varmistamiseksi tulisi organisaatiolla olla selkeä johtamisjärjestelmä, eli keino sitoa tavoitteet ja toiminta yhteen sekä hallita kehitystä priorisoimalla parannustoimenpiteet tarkasti. Parannus tulee toteuttaa pieninä askeleina ja se toteutuu useimmiten vasta kulttuurimuutoksella organisaation sisällä, missä toiminta ja ajattelu siirtyvät kehityksen mukaiseksi.

Tavoitetilan asettaminen ja haasteen ratkaiseminen vaativat idean tai ideoiden kokeilemista, mihin liittyy aina riski. Kaikki ideat eivät toimi. Osa voi vaikuttaa

loistavilta, mutta testaus paljastaa niiden puutteet. Tätä johto ei saa pelätä ja sitä kautta rampauttaa kehitystä. Johdon tulee hyväksyä kokeilujen vaatimat epäonnistumiset ja kannustaa jokaisessa yrityksessä ja uudessa ideassa, mutta muistaa kuitenkin hallita kehitystä ja vaatia ja varmistaa tuloksien syntyminen. (Piirainen 2016.)

Yksittäisten tekijöiden kartoittamisen sijaan koko organisaation toimenpiteet tulee ottaa huomioon. Johdon täytyy priorisoida niiden tarpeet organisaation päämääriin perustuen sekä vaatia tuloksia sekä johtaa parannustyötä. Organisaation menestykseen tarvitaan strategisen tason toimenpiteitä, joita vain johto voi tehdä ja hallita. Liian usein Lean-parannukset ovat mikro- tai jopa minitason toimenpiteitä. (Piirainen 2016)

3.2 Hukan määrittely

Leanin perus idea on poistaa hukkaa eli arvoa tuottamatonta ainesta kehitettävästä asiasta. Hukkaa voi olla materiaali, kappaleet, aika tai kokonainen työvaihe. Ja sen määrä voin olla jopa yli 80 % tehtävän työn ajasta. Karsimalla hukkaa päästään parempaan läpivirtaukseen prosessissa. Hukan löytäminen voi olla hyvinkin vaikeaa, kun toimintatavat ovat vakiintuneita ja henkilöstö uskoo tekevänsä työn ainoalla oikealla tavalla. (Liker 2010, 87,88.)

Toyota Production Systems:sä (TPS) listattiin seitsemän hukkamuotoa, joiden poistaminen prosesseista olisi oltava jatkuvaa.

1: Ylituotanto. Ylimääräisten kappaleiden valmistaminen, mikä aiheuttaa vääjäämättä tarpeettomia henkilö-, materiaali-, kuljetus- ja varastointikuluja.

2: Odottelu. Työntekijät joutuvat odottamaan jotakin tuotannon pullonkaulaa, esimerkiksi automatisoitua konetta, toista työvaihetta, tietoa tai varaston tyhjentymistä.

3: Tarpeeton kuljetus. KET-työtä siirrellään paikasta, prosessista tai varastosta toiseen, ilman että siihen sitoutuu arvoa.

4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely: Tuotannossa tehdään tarpeetonta ylilaatua ja tuotetaan dataa, mitä ei tarvita jatkoa ajatellen.

5. Tarpeettomat varastot: Isot materiaali ja KET varastot piilottavat tuotannon virheitä. Ne kasvattavat ylituotannon mahdollisuutta, keskeneräistä tuotannon määrää ja pidentävät läpimenoaikoja.

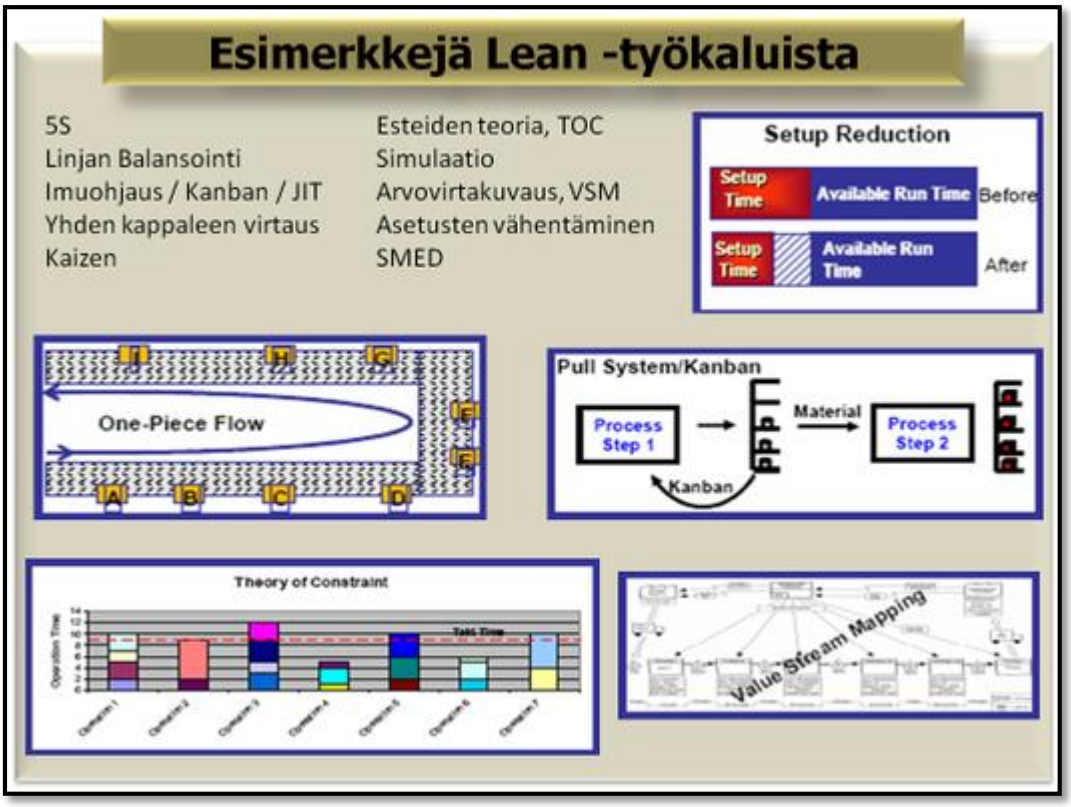
6. Tarpeeton liike: Kaikki ylimääräinen liikkuminen, mikä työntekijä joutuu tekemään, on turhaa. Esimerkiksi etsiminen, hakeminen ja kurkottelu yms.

7. Viat: Kaikki virheiden korjaaminen, uudelleen tekeminen, ylimääräinen tarkastaminen ovat hukkaa.(Liker 2010, 27–30)

8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen: Työntekijöiden sitouttamattomuuden puute tai vastaavasti heidän osaamisensa väheksyminen aiheuttaa kehittämismahdollisuuksien hukkaamista. Tämä on Likerin (2010) lisäys, joka mainitaan TPS:ssä, mutta mitä ei ole eritelty omakseen muiden tavalla.

3.3 Lean- työkalut

Leaniin on syntynyt ajan kanssa joukko työkaluja, joilla prosessien välistä hukkaa voidaan tunnistaa ja pienentää, muun muassa: 5S, VMS, imuohjaus, Poka-yoke, SMED, Kanban jne. (Lean-työkalut N.d.). Kuviossa 1. on esitetty muutamia esimerkkejä Lean työkaluista.



Kuvio 4. Esimerkkejä Lean-työkaluista (Yleistä Leanista N.d.)

Kuvion työkalut edustavat hyvin Lean-työkalujen kirjoa. Yhteistä niille on keskittyminen virtaukseen ja prosessin vaiheisiin, mikä on Lean:n ydin. Nämä itsessään kertovat, paljon Prosessin tilasta, mutta pitkäjänteinen tilastointi mahdollistaa Six Sigman käytön ja niiden yhdistyneen version, nykyisen Lean Six Sigmaksi käytön myötä syntyneet tilastolliset työkalut kuten MSA-, ANOVA, DoE, SPC. Vaikka työkalut ovat olennainen osa Leaniä, ne itsessään eivät ratkaise mitään. Ne korkeintaan muodostavat rakenteen huipun, jossa kehitys fyysisesti tapahtuu. Tärkeämpänä on pinnan alla oleva, niin sanottu näkymätön johtamissysteemi. (Yleistä Leanista N.d.)

Työssä käytetyistä työkalusta Leanin kanssa käsikynkässä on DMAIC, mikä on osa Lean Six Sigmaa. Muita esiteltäviä menetelmiä ovat Arvovirtakuvaus (VSM) ja Asetusten virtaviivaistamismenetelmä SMED.

3.4 VSM

VSM eli arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping) on visuaalinen esitys siitä, miten materiaali ja informaatio virtaavat prosessissa. Se näyttää missä kohdissa on keskeneräistä tuotantoa ja miten informaatio kulkee eri prosessien välillä. VSM:ssä kuvataan kaikki tämä yhdelle tai useammalle lomakkeelle yksinkertaistettuna esityksenä nykytilasta. (Väisänen 2013)

VSM:n tekeminen lähtee liikkeelle, sillä ajatuksella, että tärkeintä on lähtötilanne ja tavoite. Prosessien tarkka, nykyhetken tilan kuvaaminen on ensiarvoisen tärkeää, jos sitä halutaan kunnolla ymmärtää. Tämän saavuttamiseksi on prosessien arvovirrat tunnettava. Kun prosessi on kuvattu, siitä voi löytyä nopeasti paljon erilaista kehitettävää. Summittaista kehittämistä sinne tänne tulisi välttää. Sen sijaan on ensiarvoisen tärkeää löytää purettujen prosessien ydinongelmat ja oikeat arvovirrat joihin keskittyä. (Väisänen 2013)

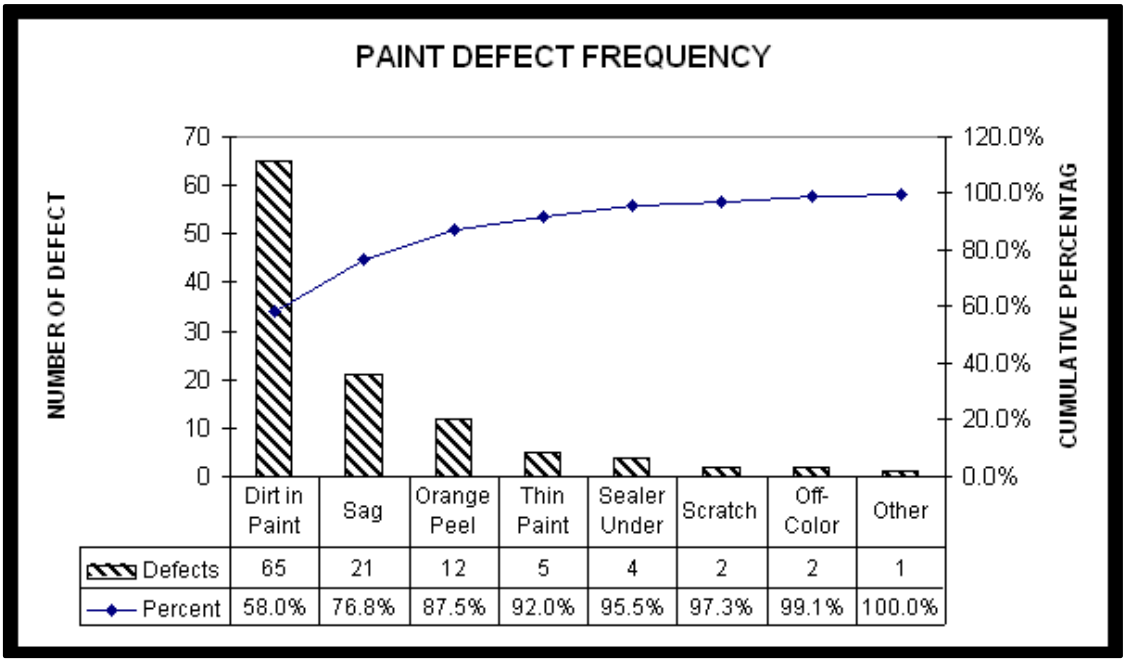
VSM johtaa juurensa 50-luvun Japanin autoteollisuuteen ja tuli laajempaan tietoisuuteen, kun Peter Hines ja Nick Rich julkaisivat "The Seven Value Stream Mapping Tools" artikkelinsa vuonna 1997. Myöhemmin tekniikka sai suosiota M. Rotherin 2001 kirjoittaman kirjan *Learning to See* myötä. Kokonaisuuden kuvaus ja siitä kehityskohteiden poimiminen toteuttaa Tri W. Edwards Demingin ajatusta siitä, että systeemiä tulee tarkastella kokonaisuutena, jolla on selkeä päämäärä, ei itsenäisinä osinaan. (Piiranen 2015)

Väisäsen Jounin (2013) mukaan VSM:n takana on aina ajatus kehittämisestä virtaviivaistamalla toimintoja ja löytämällä uusia näkökulmia prosessin luonteeseen ja toteutettavuuteen. Arvovirtakuvauksen tarkoitus on tunnistaa prosessin virtauksen esteet ja priorisoida ne kehittämistä varten. Virtauksella tarkoitetaan sitä arvovirtaa, joka on prosessin läpimenoaika asiakkaan tilauksesta aina siihen hetkeen, kun tuote on asiakkaalla. Tämä kokonaisjaksonaika halutaan pitää niin lyhyenä kuin mahdollista. Tähän pyritään karsimalla hukkaa prosessin eri osista.

Tuotantoprosessin ymmärtäminen vaatii ymmärrystä materiaali- ja informaatiovirtojen kulusta prosessissa, kun yhden itsenäisen toiminnon tarkastelun

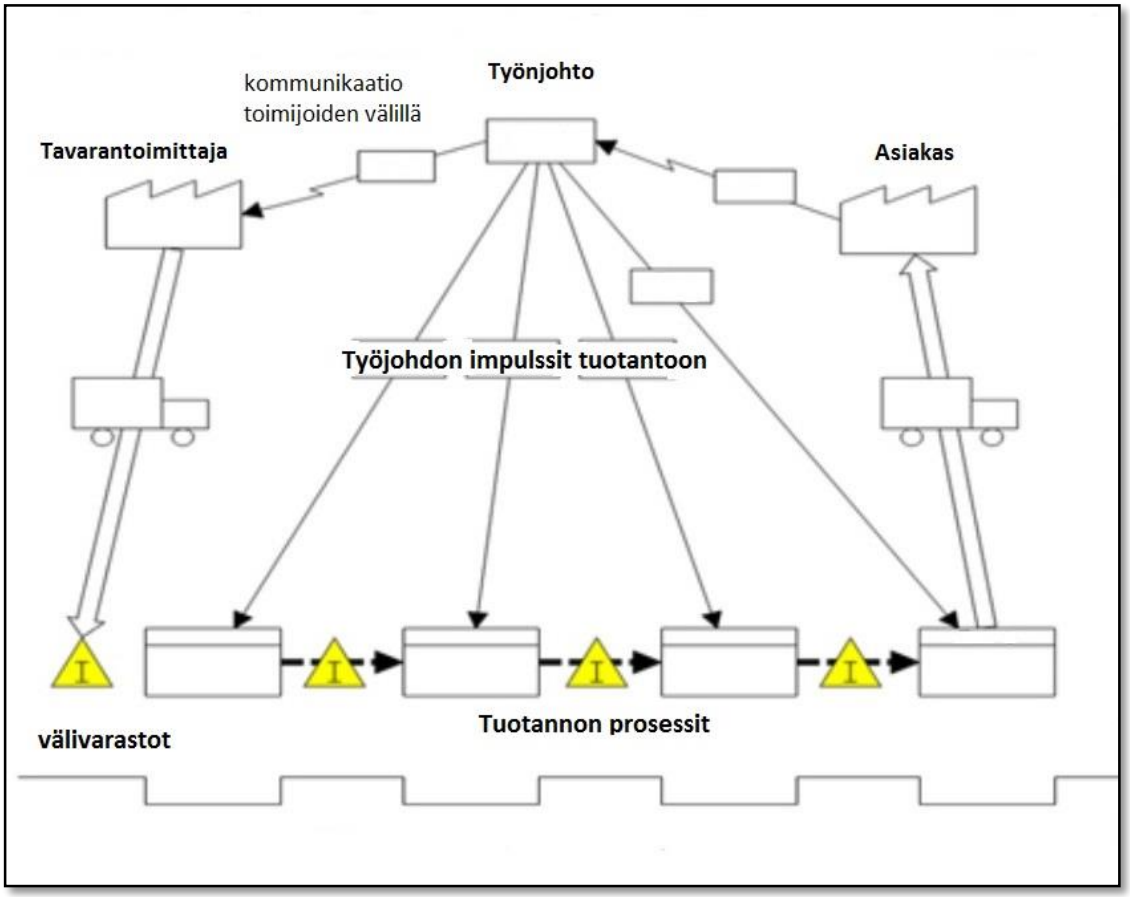
sijasta tarkastellaan koko tuotantoprosessia. Arvovirtakuvauksessa mallinnetaan kuinka erilliset prosessien toiminnot viestivät keskenään ja tuotannonjohdon kanssa, sillä havainnollistetaan pullonkaulat ja hukanlähteet, Tunnistetaan ongelmakohdat, Keskeneräisentyön määrät sekä materiaalivarastot. VSM avaa prosessit organisaation jäsenille ja näyttää miten tuotanto toimii joka päiväisessä työssään, kun samassa kuvassa on mukana asiakas, alihankkijat ja materiaali- ja informaatiovirta. (Väisänen 2013)

Tarkasteltava arvovirta on yleensä asiakkaan määrittelemä, mutta poikkeavissa tapauksissa on kaksi tapaa käsitellä sitä. Product-Quantity (PQ) eli tuotemääräanalyysi on ensimmäinen tapa. Sillä näemme, onko prosessin puhdas volyymi tarpeeksi suuri arvovirtaan, mikä selvitetään syöttämällä Pareto-kaavion tuotteiden määrät. Paretokaavio on visuaalinen esitys, jolla erotellaan kriittiset tuotteet koko massasta. Tämä tehdään 20/80 säännön perusteella, joka tarkoittaa sitä että 80 % ulostulosta saadaan esille 20 % tekijöistä. Pareto-kaavioon kirjataan tilanteen tiedot, jossa datasta nostetaan esiin muutamat harvat syyt (critical few) kaikkien muiden (trivial many) joukosta. (Karjalainen T, 2016)



Kuvio 5 Pareto-kaavio esimerkki (Pareto Chart, N.d.)

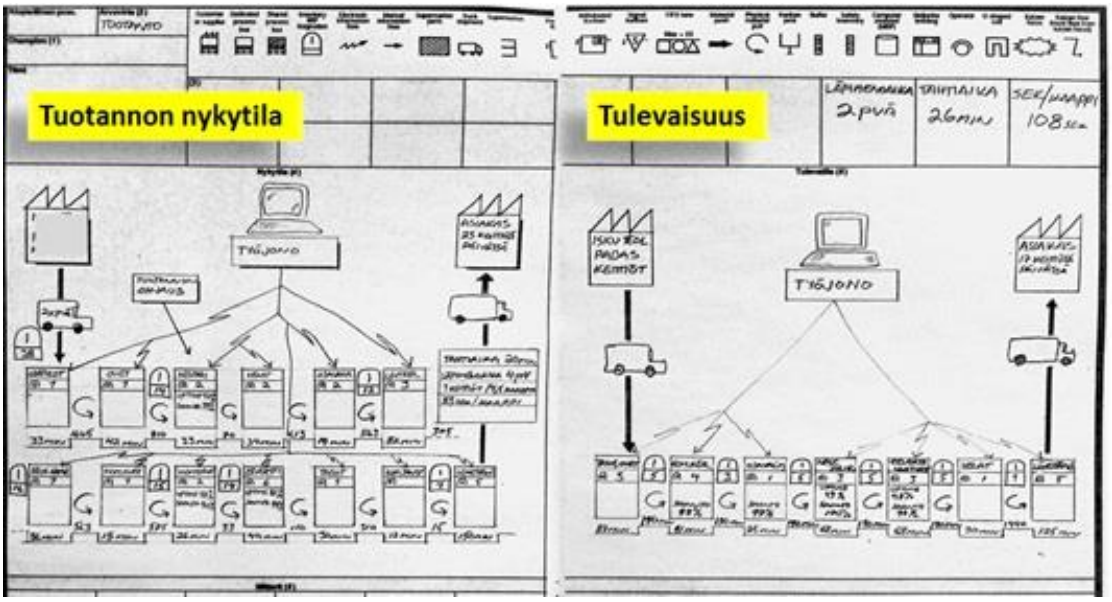
Jos volyymi ei riitä PQ-analyysiin, käytetään PR-analyysiä. PR (Product Route) - analyysissä eli tuotereittianalyysissä mallinnetaan kortti tai kaavake, joka esittää mitkä tuotteet kulkevat saman tuotantovaiheen läpi, toisin sanoen kaikki työt jotka käyvät läpi saman työstövaiheen. Tuotereittianalyysissä havainnollistetaan prosessin toiminnot ja kirjataan tuote määrän mukaan. Tämän jälkeen ryhmitellään tuotteet, jotka omaavat samat prosessiaskeleet ja analysoidaan tuotantoreittien mahdollisuudet. (Väisänen 2013)



Kuvio 6 VSM malli taulukko, mukaillen (Väisänen 2013)

Miten arvovirtakuvausta tulisi käyttää? Aluksi havainnoida ja ymmärtää prosessi VSM-nykytilankuvauksen avulla. Mallinna sinne nykyisen tuotannon prosessit ja vaiheet. Lisäksi lisää tavaran toimittajat, asiakkaat ja välivarastot työvaiheiden välissä. (ks. Kuvio 6) Tähän kuvataan sitten prosessin toiminnot ja niiden väliset yhteydet.

Nykytilankuvaus muodostaa alkutilanteen, josta kehitystiimin työ alkaa. Kuvauksesta tulisi löytää kriittiset alueet, jossa prosessi kaipaa kehitystä, kuten arvoa lisäämättömät alueet. Kun ydinongelma on löytynyt ja sen syistä ja seurauksista saavutettu ymmärrys, voidaan lähteä luomaan tulevaisuuden kuvaa ongelmaratkaisu perusteisesti, missä prosessista on karsittu hukkaa ja materiaali- & informaatiovirta on vapaampi. Virtauksen esteitä poistamalla prosessin läpimeno tehostuu ja tuottavuus kasvaa. (Väisänen 2013)

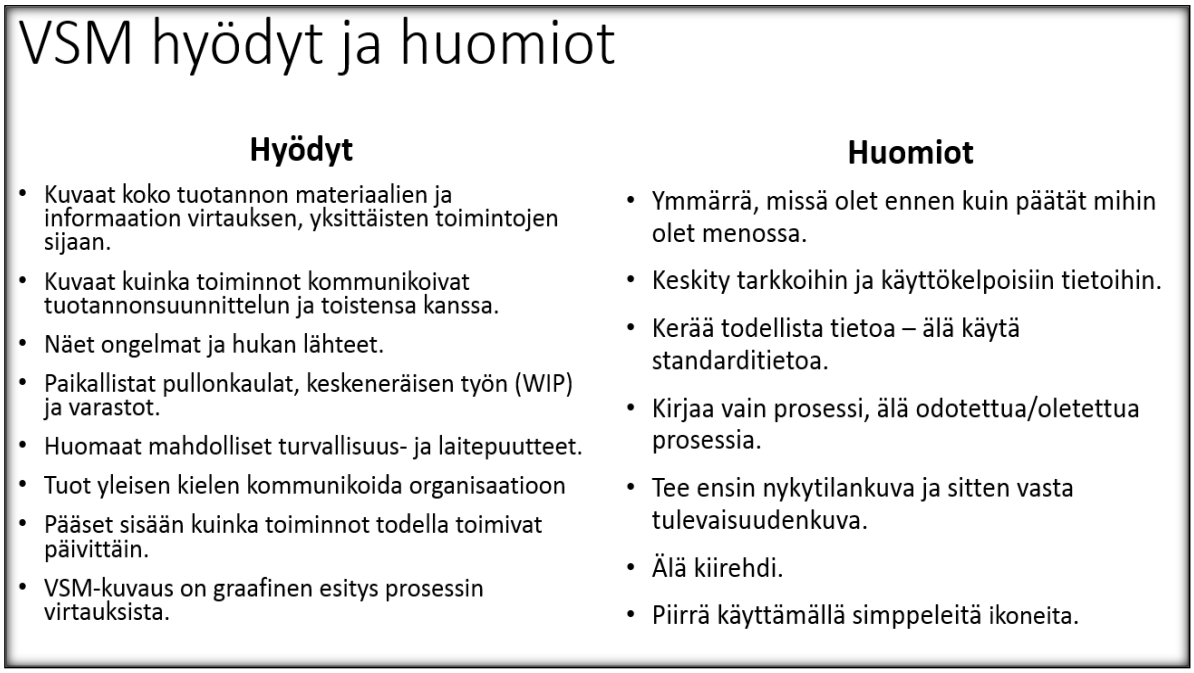


Kuvio 7 VSM; Nykytilan- ja tulevan tilan kuva (Väisänen 2013)

Kuvio 7 avaa hyvin sitä, miten arvovirtauskuvausta tulisi soveltaa käytäntöön. Alkutilanteessa tuotantolaitoksen prosesseja oli suuri määrä, tuotannon impulsseja eri vaiheiden johtamiseksi oli valtavasti ja ne kulkivat monen mutkan kautta. Tulevan tilan kuvassa aikaisempi kankea ja laaja tuotanto on supistettu ja selkeytetty yhdeksi riviksi. Nopeasti voi sanoa, että ainakin puolet vaiheista on jäänyt pois kartalta. Tämä ei tarkoita, että niistä olisi luovuttu, ne on joko sovitettu nykyisten vaiheiden sisään, työvaiheistusta on muutettu, jotta joistakin vaiheista voi tarkoituksella luopua tai jotain solua tai työkonetta on kehitetty hoitamaan useampia tehtäviä. Esimerkiksi koneistuskeskukseen on hankittu uusia työkaluja, joilla voidaan luopua manuaalisesti tehtävistä sorvauksista.

Toinen tärkeä huomio on tuotannon impulssien selkeytyminen. Ne haarautuvat selvästi alku- ja loppupään tuotannon impulsseihin. Toisin kuin vanhassa mallissa, jossa impulsseja kulki edestakaisin monessa tuotannon kohdassa, nyt niillä on selkeämpi vaihe ja työnjohdon on helpompi käsitellä niistä tulevia viestejä osana linjaa. Varastojen määrä linjassa ei muuttunut, mutta prosessien määrän puolittuessa on jopa hivenen yllättävää, että niiden määrä ei kasvanut. (Väisänen 2013)

Tärkeää on ymmärtää se, että VSM ei luo tietoa, se vain kokoaa sitä yhteen. Se on valokuvamainen kuvaus yhdestä hetkestä, jossa se piirrettiin. Kaikki sen jälkeen on alttiina muutokselle. Uusi tieto syntyy siitä, kun prosessia pääsee katsomaan kokonaisuutena, piirretystä kuviosta nähdään ne ongelmakohdat, joihin kehitystä tulee painottaa. Tällä tavoin prosessista tulisi suoraviivaisempi, toiminnaltaan yhtenäisempi ja suorituskyvyltään parempi. (ks. Kuvio 8)



Kuvio 8 VSM, Hyödyt ja Huomiot

3.5 SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die) sai alkunsa Japanissa jo 1950-luvulla. SMED on tuotannon työkalu, jossa vaihtoaikoja jaetaan kahteen kategoriaan, sisäinen asetusaika (Internal setup) ja ulkoinen asetusaika (External setup) ja pyritään tasapainottamaan ne. Se on pääosin suunniteltu tuotantoyrityksille, joiden keskeisenä ongelmana ovat pitkät tuotevaihtoajat, mutta sen implementointi muihinkin toimijoihin kuten palveluihin tai järjestelmiin ei ole mahdotonta. Ydinajatuksena on järkevien ratkaisumallien löytäminen vaihtoaikojen lyhentämiseksi. (Laakso 2015, 9)

Sisäinen asetusaika (Internal setup): Sisäinen asetusaika pitää sisällään toiminnot, joiden aikana linjasto/tuotantokone täytyy pysäyttää. Tätä aikaa ei voida limittää käynnissä olevan työvaiheen pääajan kanssa eikä sitä voida toteuttaa työn ollessa edellisessä työvaiheessa. (Maksim 2006)

Ulkoinen asetusaika (External setup): Ulkoinen asetusaika on vaihdon aikaiset toiminnot, jotka voidaan suorittaa linjan/tuotantokoneen ollessa käynnissä. Näitä asetuksia voidaan limittää tuotantokoneen pääajan kanssa, sekä valmistella tulevalle koneelle, kun valmistettava kappale on edellisessä työvaiheessa, mikäli tähän on resursseja. (Maksim 2006)

Keskeisenä tavoitteena olisikin, että asetusaika saataisiin koostumaan mahdollisimman paljon ulkoisista asetuksista, jolloin tuotantokoneen jalostava aika saataisiin mahdollisimman suureksi. Tämä vuorostaan nostaa koneen käyttöastetta ja parantaa erän läpäisyaikaa. Tätä kautta voidaan saavuttaa parempi kustannustehokkuus tuotannolle, sekä toimitusvarmuus paranee. (Laakso 2015, 9)

SMED:n käyttämiseen on useita erilaisia keinoja paikallistaa ja poistaa hukkaa. Yleisimmät ovat osa Shingon 8 tekniikkaa, jotka on esitelty Shingo, S kirjassa (A Revolution in Manufacturing: The SMED System) vuodelta 1985. Tässä Shingo esitteli askelittain, miten SMED:iä kannattaa lähteä soveltamaan tuotantovaiheeseen.

1. Toiminnan eriyttäminen sisäisiin ja ulkoisiin asetusaikoihin. SMED:n tunnetuin oppi, jota toisinaan pidetään koko työkalun toimintona. Näin asia ei

kuitenkaan ole, vaan sisäisten ja ulkoisten asetusten erittely on vasta ensimmäinen askel.

2. Seuraava askel on pyrkimys siirtää mahdollisimman paljon aikaa sisäisestä ajasta ulkoiseen eli pyrkimys minimoimaan se hukka joka syntyy koneen seisoessa, kun muita välttämättömiä töitä tehdään.

3. Kolmannes vaihe on menetelmien standardointi, jotta ensinäkin aikaisemmilla vaiheilla saavutettu muutos saadaan pysymään prosessissa, mutta myös mahdollistamaan se, että kaikki työntekijät tekevät vakiotyötä vakio prosesseilla, käyttäen samoja työkaluja sekä menetelmiä.

4. Tämän jälkeen pyri järjestämään vaihdot koneissa mahdollisimman lyhyiksi. Esimerkiksi optimoimalla järjestys miten kappaleet vaihdetaan, pikakiinnittimillä tai ohjelmien kehittämisellä. Vaihtoehtoja on useita ja niitä voidaan soveltaa useille eri laitteilla.

5. Muokkaa työvaiheistusta siten että se ehkäisee työvaiheen toteuttamista sisäisenä-vaiheena sitomalla se osaksi ulkoista vaihetta. Tässä kohdassa on syytä tarkastella, onko löydetty työvaihe joka ei tuo mitään arvoa ja sen vois poistaa prosessista.

6. Pyri löytämään työvaiheita joita voi tehdä samaan aikaan, mikä voi juurikin olla sitoaksesi sisäisä asetuksia ulkoisiin ja sitä kautta laskemalla asetusaikaa. Toisaalta on mahdollista yhdistää tekijöitä, jotta koneen seisonta aika saadaan pidettyä pienenä.

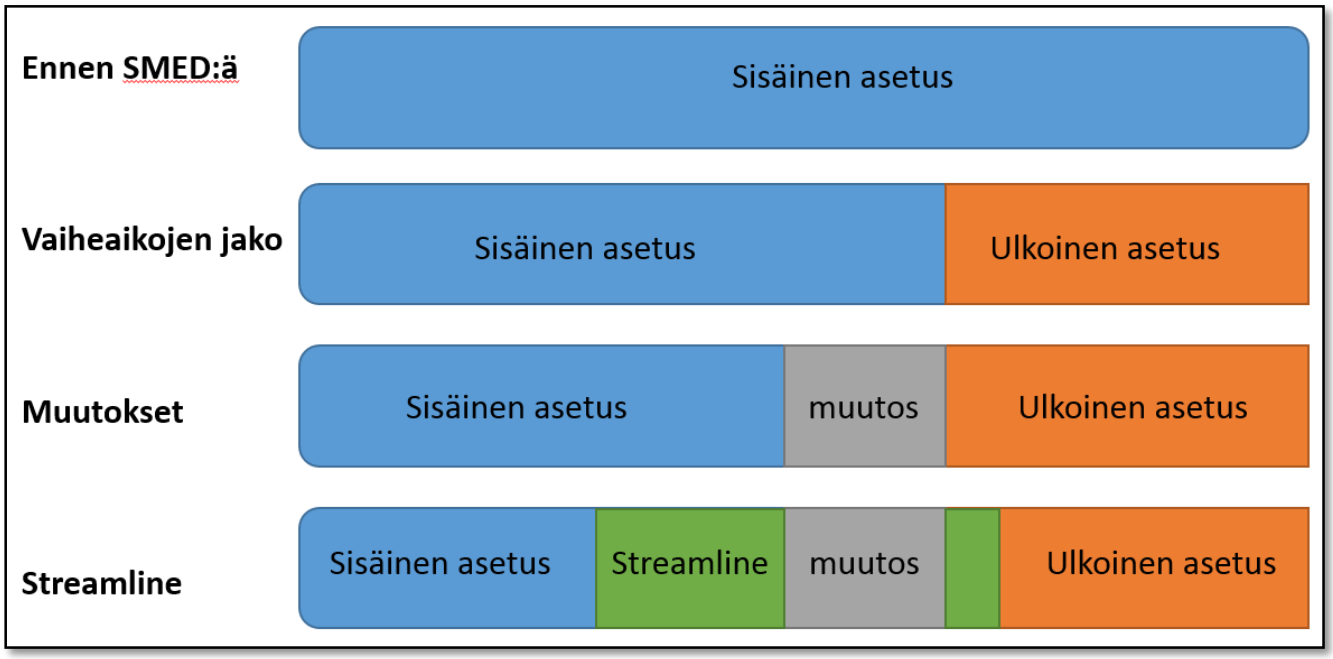
7. Poista materiaalin säätötehtävät asetusaikojen siirtymisprosessista käyttämällä mittaustyökaluja, jotka poistavat "intuition" yhtälöstä. Viimeisenä mutta ei vähäisimpänä, Prosessin siirtymiset voi automatisoida, poistaen kaiken ihmisen toiminnan vaikutukset ja viivästykset siirtymäprosessista. (Single Minute Exchange of Dies N.d)

Näillä askelilla on mahdollista karsia suuria määriä hukkaa prosessista. Tuotantoympäristössä muutos kuitenkin vaikuttaa kaikkiin kolmeen Leanin viholliseen, kolmeen M-termiin, mikä selittää sen, miksi on tärkeää vähentää niitä. Nämä Kolme M-termiä ovat epätasaisuus (Mura), ylikuormitus (Muri) ja hukka (Muda). Muda eli hukka sisältää kaikki aikaisemmin TPS:ssä eritellyt hukkatyypit. Niiden vaikutus pidentää läpimenoa, luo ylimääräistä varastoa ja aiheuttaa tarpeetonta odottelua. (Single Minute Exchange of Dies N.d)

Muri eli ylikuormitus on tavallaan Mudan peilikuva. Siinä koneiden ja ihmisten käyttö viedään yli luonnollisten rajojen, mikä aiheuttaa turvallisuus- ja laatuongelmia sekä laitteissa kasvavan vikariskin. Murin ja Mudan seuraus on Mura eli epätasaisuus.

Tuotannon heilahdellessa kapasiteetin ylä- ja alapuolelle epätasaisuus aiheutuu vaihtelevasta tuotannosta sekä tuotantomäärien heittelystä sisäisten syiden kuten puuttuvien osien, konevikojen ja inhimillisten virheiden takia. Muda on tässä tapauksessa Muran seuraus. Tämän ratkaisemiseksi on tuotannossa pidettävä valmius korkeimman tuotantotason saavuttamiseksi, vaikka tuotannonvaatimukset olisivat alhaisemmat. (Liker 2010. 114–115)

Näiden tekijöiden pitäminen mielessä on tärkeää, sillä prosessia muutettaessa syntyy riski yksittäisen muutoksen vaikutuksesta itse kehitettävään kohteeseen ja sen välittömään ympäristöön. Sen takia on pyrittävä eliminoimaan kaikkia kolmea samaan aikaan. Prosessin muutosta tarkasteltaessa sen tulisi näyttää tältä. (ks. kuvio 9)



Kuvio 9 SMED-projektikuva

Projekti alkaa jakamalla vaihe ajat, selvittämällä mitä voidaan sitoa ulkoisiin asetuksiin, mitä poistaa ja lopulta vaiheet optimoidaan toimimaan mahdollisimman

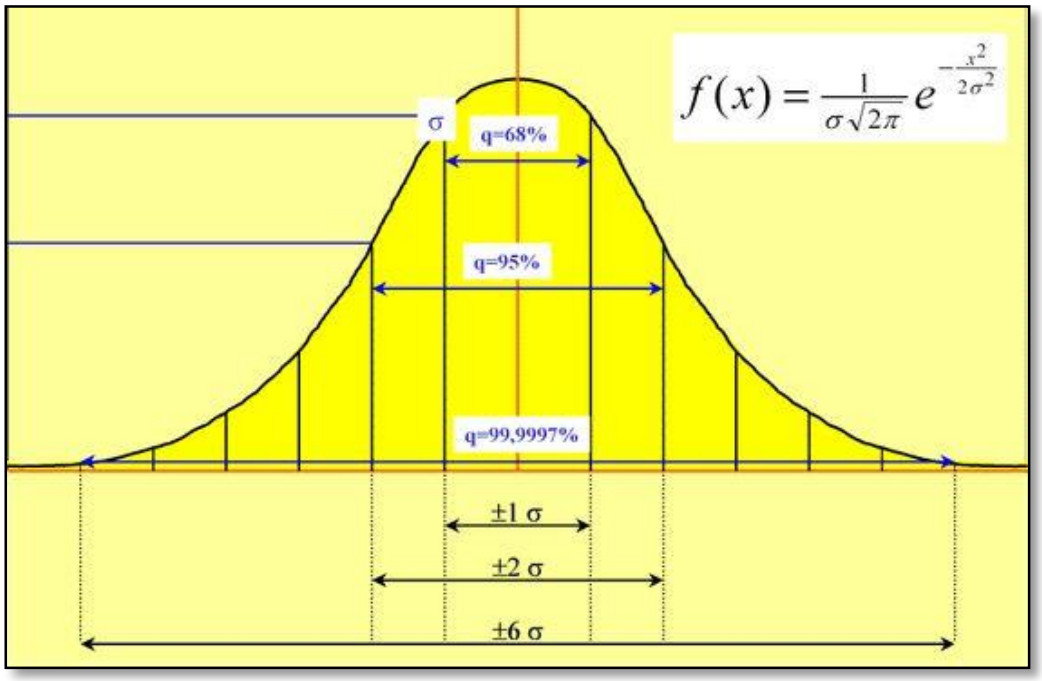
nopeiksi (kiinnikkeet, siirrot yms.) Tästä tulee termi Streamline. (Single-Minute Exchange of Dies 2016)

Työssä SMED:ä on käytetty esittämään prosesseista arvotuottamattomat vaiheet ja sen perusteella miettimään niihin ratkaisuja.

3.6 Six Sigma

SIx Sigma (tunnetaan myös nimellä 6 sigma) on tilastotieteeseen perustuva laatujohtamisen työkalu, jonka ydinajatus on, että prosessin virheitä on pystyttävä mittaamaan, ennen kuin sitä voi kehittää systemaattisesti. Virheet pyritään poistamaan karsimalla hajontaa ja vaihtelua prosessista. Tavoitteena on pitää hajonta pienenä. Tämä helpottaa esiintyvine poikkeamien identifiointia ja erittelyä.

Six Sigma on periaatteessa laatutavoite, joka on hyvin lähellä nollavirhettä. Sigma on matemaattinen symboli, joka kertoo keskihajonnan, paljonko vaihtelua esiintyy käsiteltävässä datassa. Tämä käyrä tunnetaan myös normaalijakaumana. (ks. kuvio 10)



Kuvio 10 Normaalijakauma, Tiheysfunktio (Itil & ITSM WORLD. n.d.)

Normaalitilassa puolet hajonnasta on keskiarvon yläpuolella ja toinen puoli sen alla. Sigma on luku, joka ilmaisee, paljonko tuloksista on halutun rajan sisällä. Sigma 1 edustaa 68 prosenttia tuloksista, sigma 2 puolestaan 95 % ja näin aina Six Sigmaan joka sisältää 99,9997 % kaikista tuloksista. Miljoonasta mahdollisuudesta vain 3.4 pistettä (tuotetta, työkertaa, yms.) on rajojen ulkopuolella eli jos laadun halutaan olevan nollavirheen tasolla, Six Sigma on siihen erinomainen. (Väisänen 2013.)

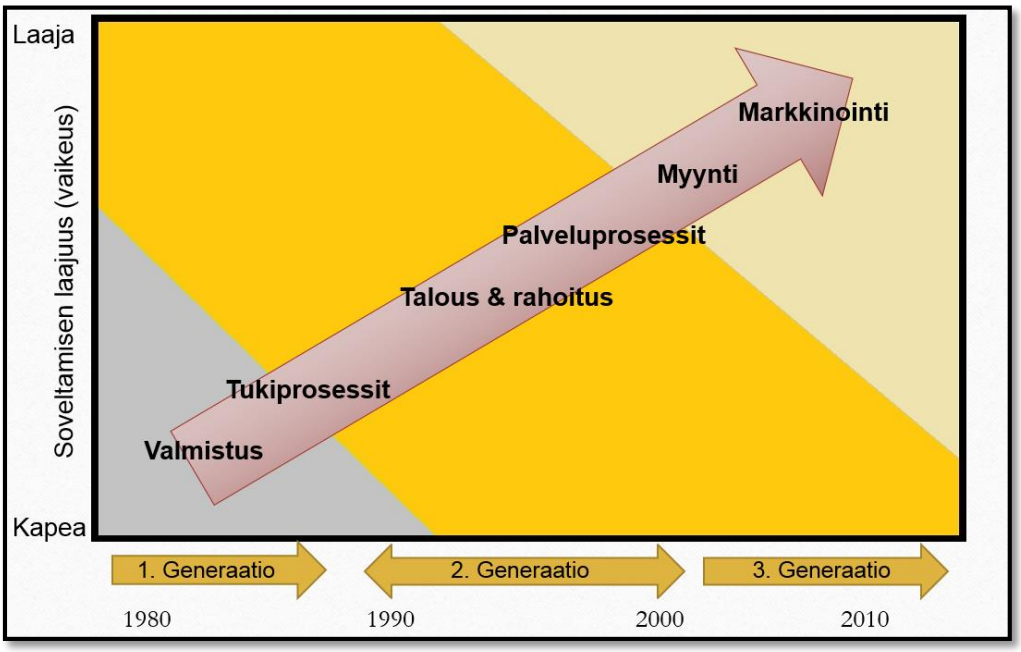
Tätä ajattelua oli jo 1900-luvun alkupuolella edistänyt taylorismi, purkamalla työn pieniin, helposti käsiteltäviin osiin ja luomalla toiminnalle laatua valvonnan ja kehityksen kautta. Työvaiheen standardointi ei ollut taylorismin tavoitteena, mutta työvaiheen yksinkertaistaminen ja toistattavuuden lisääminen kyllä, jolloin suoritusta on helpompi mitata. Tällöin siihen voidaan soveltaa Six Sigman kaltaista työkalua. (Karjalainen 2011)

Six Sigma kehittyi 1980-luvun alkupuolella omaksi menetelmäkseen. Jo ennen sitä olivat monet kehitysinsinöörit ja matemaatikot perehtyneet systemaattisen kehitykseen, laadun varmistukseen ja nollavirheajatteluun. Näihin henkilöihin kuuluvat esimerkiksi W. Edwards Deming, Armand V. Feigenbaum, Shigeo Shingo ja ehkä kaikkein kuuluisin Philip B. Crosby (1926–2001), joka toi idean nollavirheestä vuonna 1979 kirjassaan ”Quality is Free” (Laatu on ilmaista). Tässä hän esitti näkemyksen nollavirheestä tuotannossa. Mutta kuten Väisänen Jouni (2013) toteaa, idea oli hieno mutta sitä ei pystytty soveltamaan, kun ei tiedetty kuinka. Idea nollavirheestä ei kuollut, vaan tilastollisten menetelmien kehittyessä laadunhallinnassa prosessin tuotteille alettiin asettaa tavoitearvot ja sallitut poikkeamat, joiden tuli olla asetettujen vaihteluvälien sisällä.

Nollavirheajattelu sulautui osaksi Six Sigma-metodia ja tuli esille vuonna 1987, kun Motorola voitti Yhdysvaltojen presidentin laatupalkinnon (Malcolm Baldrige). Six Sigman isä, Bill Smith hahmotteli Six Sigman 1980-luvun alkupuolella, paljon ennen kuin Motorola otti sen virallisesti käyttöön 1987. Se tuli vastavedoksi japanilaiselle puolikomponenttiteollisuuden laadulle, jolle Motorola ei pärjännyt. Six Sigma oli juuri se menetelmä, joka pystyi vastaamaan nollavirhemenetelmän vaatimuksiin. Tätä kutsutaan Six Sigman ensimmäiseksi generaatioksi. (Karjalainen 2011)

Six Sigman toinen generaatio syntyi 90-luvulla ABB:n ja erityisesti General Electricin (GE) muotoillessa Six Sigman perusideasta kustannusten sekä pääoman tuottoon kohdennetun DMAIC menetelmän. Six Sigmaan lisättiin määrittely (projektikohteiden tunnistaminen) johdon asettamien tavoitteiden perusteella. Menetelmä on vakiintunut ja yleinen tuottoarvio ROI (Return of Invest) Six Sigma- DMAIC projekteille on 25:1. Eli projektista saadaan sen onnistuessa 25-kertainen hyöty, jos se on tehty kunnolla. (Karjalainen 2011)

Kolmannes generaatio Lean Six Sigma syntyi, kun Lean ja Six Sigma yhdistettiin 2002, mikä yhdisti Six Sigman laatutason ja Leanin nopeuden. Uuden menetelmän kanssa nousi uusi tarve nähdä toimintaympäristö uudessa valossa ja käsitellä markkinointi ja myynti prosesseina, joita voidaan kehittää siinä missä tuotantoakin.(ks. kuvio 11) Muutosta edelliseen generaatioon kuvaavat ehkä parhaiten Michael J. Webbin kirja "Sales and Marketing the Six Sigma Way" (2006) sekä Johannes Ledolter ja Arthur J. Swersey teos "Testing 1-2-3 – Experimental Design with Applications in Marketing and service Operations" (2007). (Karjalainen 2011)



Kuvio 11 Six Sigman generaatiot, muokattu (Karjalainen 2011)

Lean Six Sigman Kehityksen kanssa, mukana on kulkenut sen suosio. Lean Six Sigma leviää suhteellisesti eniten maailmassa (17 % kasvu). Lean on myös kasvussa (muutos on kuitenkin virherajojen sisällä ± 3,6 %). Sen sijaan suosiota ovat menettämässä ISO, laatujohtaminen ja auditointi. Tieto perustuu Amerikan Laatuyhdistyksen (ASQ) maailman laatutilannetta 2016 kuvaavaan tutkimuksen. Tutkimukseen osallistui 1665 yritystä lähes sadasta maasta. Suomesta osallistujia oli 68. (Karjalainen 2016.)

Miksi sen käyttö on näin suuressa kasvussa? Siihen voidaan löytää ainakin kolme perustetta. Ensinäkin Six Sigma on validoitu ja standardoitu (SFS ISO 13053 1-2). Perustuen suoraan teoriaan ja tieteeseen, mitkä voidaan aina perustella. Toiseksi parannusprojektien todennäköisyys tuottaa arvokasta tietoa ja sitä kautta tulosta on korkea ja pääoman tuottoaste on edellä mainittu 25:1. (Karjalainen 2016)

Viimeiseksi se tosiasia, että Six Sigma -menetelmä on selkeästi helpottunut ja yksinkertaistunut vuosikymmenen aikana ohjelmakehityksen myötä. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi Minitab 17 ja Assistant. Nämä työkalut on suunniteltu Six Sigmalle joka on omalla toiminnallaan luonut DMAIC:n. Nykyiset Six Sigma -asiantuntijat ovat luoneet useita erillisiä Lean-sovelluksia juurikin Six Sigman ansiosta. Yksin Lean ei riitä siihen. (Karjalainen 2016)

3.7 DMAIC

DMAIC on Lean Six Sigman ongelman ratkaisumenetelmä. Se on numeraaliseen dataan pohjaava kehitys-sykli, jota käytetään spesifioimaan systeemistä suoritus kykyä parantavat tekijät. Se toimii seulan lailla, jossa edetään loogisesti aina juurisyihin asti. Menetelmä aloittaa tilannekuvasta ja mahdollisista ongelmakohdista, edeten syy-tekijöiden käsittelyyn, jotta varsinaiset tekijät tulevat esiin. Tämän jälkeen löydettyihin tekijöihin kehitetään ratkaisut ja prosessia parannetaan muuttamalla tekijöiden summa tavoitteen mukaiseksi. Tuloksena saadaan tehokkaampi, laadukkaampi prosessi/ lopputuote. (Lean Six Sigma DMAIC N.d)

Kuvio 12 DMAIC kierto, Six Sigma DMAIC. N.d

DMAIC projekti kulkee viiden askeleen lävitse, jossa jokaisella on oma eritelty roolinsa. Vaiheissa on omat askeleensa ja työkalunsa, joita tulee käyttää halutun lopputuleman saavuttamiseksi. (ks. kuvio 12) Nämä vaiheet ovat järjestyksessä:

D – Define - Määrittelyvaiheessa ongelma tunnistetaan ja rajataan, sekä asetetaan tavoite. Tärkeää on asetetun ongelman lisäksi asettaa tavoite, jonka tulisi olla asiakas lähtöinen. Ongelman määrittelyssä laaja-alaisen näkemyksen luominen haitasta ja sen vaikutuksista omaan toimintaan ja asiakkaaseen on olennaista. Työkaluja tähän ovat projektisuunnitelma, uimarata- ja kalanruotokaaviot ja VOC-matriisi (Voice of Customer).

M – Measure - Mittausvaiheessa vahvistetaan ongelma, tunnistetaan potentiaaliset ongelman aiheuttajat ja varmistetaan datan laatu. Ensimmäiseksi on valittava mitä mitataan, luotava suunnitelma miten dataa kerätään sekä oltava varmoja siitä, että kerätty data on luotettavaa ja mitattava asia edustaa oikeaa arvovirtaa. Tämän

varmentamisessa kannattaa käyttää arvovirtakuvausta ja systemaattista datan keräämissuunnitelmaa.

A – Analyze - Analysointivaiheessa käytetään dataa. Kerättyä tietoa tutkitaan ja selvitetään, mitkä prosessin tekijät aiheuttavat ongelman. On suotavaa, että kerätty data esitetään mahdollisimman selkeästi hyväksikäyttäen kuvia ja graaffeja. Tämä helpottaa sen käsittelyä ja ongelmakohtien pohtimista eri henkilöiden kesken. Mittaroinnin lopuksi ongelma tulisi voida varmentaa. Tähän voi käyttää erilaisia syy-seurauskaavioita ja prosessianalyysejä, hyödyntää jo tehtyä arvovirtakuvausta ja päivittää sitä ja projektisuunnitelmaa.

I – Improve - Parannus ja optimointivaiheessa ratkaistaan ongelma ja testataan tekijöitä kokeellisesti. Ensimmäiseksi saadut tulokset tulee kääntää ratkaisuiksi, pitäen samalla huoli, että ratkaisukeinot ovat toimivia ongelmaan. Tässä auttaa tulevan tilan kuva, johon uusi prosessi mallinnetaan tavoitteiden ja tulosten perusteella. Tähän sijoitetaan parhaat ratkaisut ja niiden toimintaa testataan kokeellisesti. Tulokset analysoidaan ja ratkaisuiden tehokkuus arvioidaan uudelleen. Työkaluina voi käyttää FMEA-analyysiä (Failure Mode and Effects Analysis), aikaisempia mittauksia vertailukohtina, painotettujen tekijöiden analyysiä ja puhdasta aivoriihtä kehitysryhmän kesken ja muiden organisaation jäsenten välillä.

C – Control - Ohjaus- ja valvontavaiheessa luodaan järjestelmä, jolla varmistetaan saavutetun tilan säilyminen parannusprojektin jälkeen. Leanin periaatteiden mukaisesti kehittäminen jatkuu, mutta saavutettu kehitys on turvattava. Tämä tehdään jakamalla tietoa kehityksestä, muuttamalla menetelmiä ja valvontaa ylläpitämään muutosta sekä kehittämällä mittareita tilanteen hallitsemiseen. Tässä auttaa selkeän dokumentaation vaatiminen ja rutiinin luominen. Kaikki hallintasuunnitelmat ja kaaviot ovat oikein hyviä. (DMAIC – The 5 Phases of Lean Six Sigma N.d)

Liian usein Lean-kehityshankkeet kaatuvat tämän vaiheen laiminlyömiseen. Jos saavutettua parannusta ei turvata ja virhetekijöiden paluuta ei estetä, se tulee mahdollisesti takaisin ja kaikki oli tällöin turhaa.

DMAIC:ssa syklin kiertävyys on selkeä, sillä kun yksi projekti (sykli) on saatu päätökseen ja muutos otetaan kunnolla käyttöön ja sen toimivuus turvataan, ei todennäköisesti kulu kauaa ennen kuin uusi ongelma alkaa esiintyä ja se voidaan tunnistaa ja määritellä. Toisinaan jo kehitys- ja mittausvaiheessa nousee esiin uusia tekijöitä, jotka hidastavat prosessia. Näiden sudenkuoppien välttämiseksi on tärkeää kehityksen aikana keskittyä vain olennaisiin ongelmiin ja pyrkiä karsimaan pienemmät pois, jotta ne eivät kankeuta kehitystä.

Se ei kuitenkaan tarkoita suoraan niiden heittämistä syrjään, vaan enemmänkin tavoitteiden priorisoinnista johtuvaa lajittelua ensisijaisiin ja toissijaisiin tavoitteisiin. Jos toissijainen ongelma voidaan ratkaista osana projektia, aina parempi. Jos ongelma osoittautuu isommaksi ja se edellyttäisi jo oman projektinsa, sen kanssa täytyy vain elää ja sen tunnistaminen on osa käynnissä olevaa projektia.

Esimerkiksi jos projektina on optimoida hitsaussolujen toimintaa, mutta esiin tulee, että yksi rasittava tekijä tälle on koneistussolun huono käyttöaste, on tehtävä arvio siitä, onko projektissa resursseja kehittää molempia vaiheita. Yleensä näin ei ole, kun projektilla on aikamääre ja suunnitelma siihen pääsemiseksi. Tällöin kehitys tulisi tehdä siihen osaan hitsausprosessia, johon voidaan vaikuttaa.

DMAIC:sta on olemassa myös kehitettyjä versioita kuten D^2MAIC jossa tupla D tarkoittaa Discovery & Define eli löydä ja tunnista -menetelmää. Tässä versiossa löytövaihe toteutetaan ennen projektin alkua ja se palvelee projektin lähtökohtana. Yleensä DMAIC-projekteissa lähtökohta on se, että jossakin on hukkaa tai jokin tuottaa rahallista tappiota. Tämä on yleensä löydä-vaihe, mutta vaihe voidaan toteuttaa itsessään tarkasteluna prosesseihin, joita ei oikein tunneta hyvin. Tästä saadaan alkutilanne tunnista-vaiheelle, jossa sitten edetään normaalin DMAIC kaavan mukaan. (D2MAIC projects (1/3): Discovery and Define N.d)

4 Työntoteutus

Työ toteutettiin kehitysprojektina HT-Laserin sisällä. Ennen kehitysprosessin alkua, tarkoituksena oli opetella ylävirrantyövaiheet, jotta saisin sisäpiirin näkemystä prosesseista. Tämän jälkeen Kehitysprojekti aloitettaisiin, joka tulisi seuraamaan DMAIC kaavaa. Johtuen rajoitetusta ajasta, projektia ei vietäisi loppuun minun toimesta, vaan tekisin siitä ensimmäisen DMAIC-syklin ja loppu jäisi yrityksen vastuulle.

4.1 Projektin rakenne

Opinnäytetyön aikataulu			
Kalenteri viikko	teema	DMAIC- vaihe	Työkalut
3	Perehtyminen Ohjelmointiin		
4	Perehtyminen Ohjelmointiin		
5	Itsenäinen Ohjelmointi		
6	Perehtyminen Tilauskäsittelyyn		
7	Perehtyminen Tilauskäsittelyyn		
8	Itsenäinen Tilauskäsittely		
9	Itsenäinen Tilauskäsittely		
10	Nykytilan kuvaukset ohjelmointi ja tilauskäsittely	D	VSM, SMED
11	Nykytilan kuvaukset ohjelmointi ja tilauskäsittely	D	VSM, SMED
12	Tiedonkeruu/mittaukset ohjelmointi& tilauskäsittely	M	VSM, SMED
13	Tiedonkeruu/mittaukset ohjelmointi& tilauskäsittely	M	VSM, SMED
14	Nykytilan ja mittausten analysointi	A	VSM, SMED
15	Uuden prosessin mallintaminen	A	VSM, SMED
16	Prosessi muutokset	I	VSM, SMED
17	Uusi mittaus	I	VSM, SMED
18	Muutettujen prosesstien kuvaukset jakoon	C	VSM, SMED
19	Raportin loppuun kirjoitus		
20	Tulosten esittely		
21			

Kuvio 13 Opinnäytetyön aikataulu

Projekti etenee laaditun suunnitelman (kuvio 13) mukaan, jossa ensimmäiset seitsemän viikkoa käytän ohjelmointi/ tilauskäsittelyn opettelemiseen. Tavoitteena on saavuttaa kyvykkyys itsenäiseen työhön molemmissa työvaiheissa. Tämä luo pohjan kehittää prosesseja, kun tiedostan mitä ne sisältävät.

Tämän jälkeen itse projekti kunnolla alkoi. Ensimmäiseksi muodostettiin selkeät ja kattavat kuvaukset työvaiheiden nykytilasta kalanruotokaavion, arvovirtakuvauksen ja SMED-videoanalyysien avulla. Niistä selvisi kriittiset pisteet ja pahimmat KET-kertymä paikat. Samalla tehdään mittaukset prosessien toiminnasta perustuen niihin oletuksiin missä ongelmat alkutietojen perusteella ovat. Lisäksi luodaan edellytykset prosessien uudelleen organisoimiselle yhdenmukaistamalla toimintamenetelmiä.

Kun mittaukset on saatu valmiiksi, mallinnetaan uusi prosessi, jossa aikaisemmat ongelmakohdat on pyritty korjaamaan. Tässä kaikki aikaisemmin tehty koottaisiin ja sen perusteella tehtäisiin ratkaisut kehityskohteista. Tämä kootaan tulevan tilan kuvaksi, jossa havainnollistetaan saavutettua muutosta. Tämä sitten esitettäisiin tehdaspäällikölle ja henkilöstön edustajille ja heidän kanssaan päätettäisiin jatkosta.

Riippuen saadusta palautteesta sekä tuloksista tehdään uusia mittauksia, testataan uuden prosessin toimimista osassa nykyistä tuotantoa. Näiden tulosten mittaaminen ja analysointi toteutetaan tilanteen sallimalla tavalla.

5 Ohjelmoinnin, Tilauskäsittelyn ja Myynnin työkuvaukset

Ensimmäinen vaihe kehitysprojektissa on nykytilan ymmärtäminen ja tarkasteltavien työvaiheiden opettelu. Ne on kuvattu opetetussa järjestyksessä, ohjelmointi ja sen jälkeen tilauskäsittely. Kokemusta minulla oli ohjelmoinnin kanssa toimimisesta, sillä oli työskennellyt yrityksessä laserleikkaajana ja sitä kautta tunsin ohjelmoinnin henkilöstön ja prosessin pääpiirteet entuudestaan.

5.1 Ohjelmointi

Ohjelmoinnissa luodaan CNC-ohjelmat tehtaan leikkaaville laser- ja vesileikkauskoneilla. Lisäksi ohjelmoijat vastaavat Cad-kappaleiden piirtämisestä ja päivittämisestä. Ohjelmoinnissa työkortit jaetaan suunnittelun vaiheistuksen mukaan vesi- ja laserleikkuisiin, missä suhde on noin 20/80. Laserleikkuut jaetaan

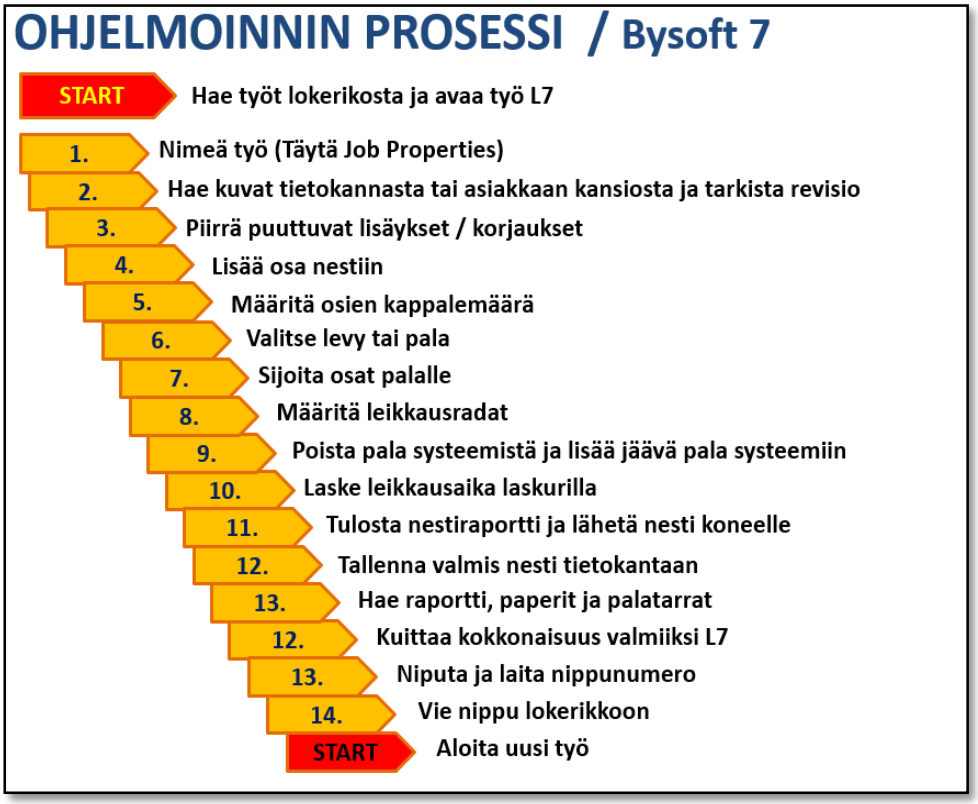
ohjelmoinnin sisällä kahdelle eri koneelle, Trumf:lle ja Bystronic:lle. Tämä siksi että kyseessä ovat hyvin erilaiset koneet (toinen perinteinen CO2 laser, toinen moderni kuitulaser) ja niillä ajetaan erilaisia materiaaleja sekä töitä. Trumf,lle kuormitetaan pitkäkestoisia sekä tarkkuutta vaativia töitä ja Bystille nopeampia, erittäin vaihtelevia nestejä eli leikkuuohjelmia.

Ohjelmoijat ensisijainen työtehtävä on cnc-ohjelmien luominen koneille. Tähän kuluu suurin osa heidän työajastaan. Muita työtehtäviä on vastata tietokannoissa olevista piirustuksista, niiden päivittämisestä ja huolehtia että molempien koneiden (bystronic ja trumf) tietokannoissa on samat cad-osat. Lisäksi ohjelmointi vastaa palajärjestelmän käyttämisestä ja sen puhdistamisesta.

Palajärjestelmä on sähköinen tiedosto, minne voidaan tallentaa leikkuussa syntyvä pala, joka on liian suuri heitettäväksi romuun (yli 450x450 mm). Tällöin ohjelmoinnin aikana ohjelmoija kirjaa syntyvän palantiedot ylös ja tulostaa siitä palatarran. Tämä tarra kulkee nestiraportin mukana laserille, jossa leikkaaja liimaa sen syntyneeseen palaan. Tämä pala tallennetaan verkkoympäristöön. Ja sieltä se voidaan käyttää ohjelmoijan toimesta. Tällöin se saa keräilykortin, millä leikkaaja aikanaan löytää palan.

Yleensä osien CAD-kuvat tulevat suoraan asiakkaalta, mutta aina näin ei ole tai niiden mitat ovat muuttuneet revisio päivityksessä, jolloin ne tulee piirtää koneiden omilla nestaus sovelluksilla. Nämä ovat TruTops, Bysoft tai ilmainen Draftsight, jonka dxf-tiedostot sitten siirretään koneiden softille. Ideana on, että ohjelmoinnilla on verkkopalvelimessaan kansiot molempien koneiden tietokantoihin mutta myös yhteinen kansio, jossa on piirustukset sekä (DXF, TAF yms.) valmiina. Joko ohjelmoinnin aikaisemmin tekemänä tai asiakkaan lähettämänä.

5.1.1 Ohjelmoinnin työskentelyn kuvaus



Kuvio 14 Ohjelmoinnin prosessikuvaus, HT Keuruu

Ohjelmoinnin prosessi kulkee tavallisissa nesteissä, joissa ei ole vesileikkuuta, seuraavasti. Ensiksi ohjelmoija hakee hyllystä työkortit, joidenka määrän hän itse päättää tilanteen mukaan. Kriteereinä ovat töiden tyypit: ovatko ne suoria leikkeitä vai hitsattavia kokoonpanoja, mutta myös leikattava materiaali. Tämän jälkeen ohjelmoija avaa L7 ja kuittaa kyseisten töiden rivit aloitetuksi.

Kun rivit on aloitettu, avataan ohjelmointisovellus (TruTops, Bysoft, Nestics) kuviossa 14. on käytetty Bysoftia, kun nesti on mennyt BySprint laserkoneelle. Sovelluksesta valitaan uusi työ ja siihen täytetään ohjelman nimi, materiaali, asiakas ja muuta haluttua tietoa, kuten seuraava työvaihe. Tietojen syötön jälkeen päästään pääikkunaan ja siellä lisätään leikattavan levyn koko ja osat kenttään haetaan leikattavat osat tietokannasta.

Tässä kohdassa on oltava huolellinen, että osan revisio on ajan tasalla. Jos se on muuttunut, tulee se päivittää työkortin kuvan mukaiseksi. Samalla kun osat haetaan verkkokansioista, niiden haluttu määrä syötetään. Kun kaikki tarvittavat osat ovat koossa, ne nestataan eli asetellaan levylle, niin että ne eivät tipu pois leikkuualustalta tai nouse pystyyn, vaarantaen leikkuun. Jos nesti ei vie koko levyä, standardi 3 m x 1.5 m, on mahdollista tarkastaa, jos varastossa olisi pala, mihin nesti mahtuisi.

Nestaukseen kuuluu myös leikkuujärjestyksen määrittäminen, leikkuuajan laskeminen järjestelmän laskurilla ja mahdollisten palatarrojen tulostaminen. Tämän jälkeen nesteistä tulostetaan nestikortit ja ne siirretään NC-ohjelmina leikkuukoneelle. Tämän jälkeen ohjelmoija tulostaa ja noutaa nestikortit, Kuittaa työn valmiiksi liiinokseen ja sen jälkeen luo L7:ssa nipun työkorteille, jolla leikkaaja voi myöhemmin kerralla kuitata kaiken nestiraportissa olevan valmiiksi. Vaikka L7:ssa niputtaminen on kankeaa, se veisi kuusinkertaisen ajan tehdä hallissa leikkaajan toimesta.

Kun kaikki on kuitattu, nipussa ja tarkistettu, ohjelmoija vie nestin lokeroon odottamaan, että työnjohto vie nestin koneelle. Tässä oli kuvattu Bystronicin ohjelmoinnin vaiheet. TruTopsilla ja Bysoftin lisä-osalla Plant Management Cutting:lla (PMC) vaiheet ovat hivenen erilaisia, mutta perusidea on sama kaikissa.

5.1.2 Ohjelmointia rajoittavat tekijät

Ohjelmointia ei suoraan rajoitta mikään yksittäinen työvaihe tai tuotannollinen tekijä, mutta tuotannon vaihtelevuus, palajärjestelmä ja tehtaan tuotanto strategia rasittavat sitä. Tuotannon vaihtelevuus on itsestään selvä rasite, mille tahansa työvaiheelle. Eikö se ole ohjelmoinnin tehtävä? Ohjelmoida laser- ja vesileikkuukoneet leikkaamaan erilaisia materiaaleja. Vastaus on kyllä, mutta sen tehokkuutta rajoittaa tehtaan tuotanto strategia, joka pyrkii minimoimaan yhden rivin tuotanto ajan.

Jotta yhden tuotteen läpivirtaus olisi mahdollisimman nopea, siihen ei voi sitoa muita rivejä mukaan. Toisin sanoen ohjelmointi joutuu tekemään vain muutama tuotetta sisältäviä ohjelmia. Ja tehtaan nykyisen tuotantorakenteen ollessa pääasiassa pieniä

ja keskisuuria hitsauskoonteja, tilanne on seuraava: Ohjelmointi joutuu tekemään nestejä, joilla on vain muutamia eri osia per levy, mutta eri paksuutta ja materiaalia olevia levyjä leikataan paljon, niistä jää paljon hukkaa ja keskimääräinen leikkuuaika on viidestä viiteentoista minuuttia.

Hukka pyritään minimoimaan luomalla yli jäävistä levyistä tarrallisia paloja, jotka tallennetaan järjestelmään. Tavoitteena on, että ohjelmoijat käyttävät paloja pieniin nesteihin, jotta uutta levyä ei tarvitse aloittaa ja levymateriaalia käytetään tehokkaammin. Mutta samalla se asettaa vaatimuksen, että jos levystä jää yli 450 mm x 450 mm hukkaan, siitä on muodostettava pala. Tämä sääntö on kriittinen palajärjestelmän toimimiseksi. Kaikkien materiaalien, jotka ovat palahallinnassa, tulee noudattaa tätä sääntöä.

Tällöin jos paloja ei ole vapaana nestaus hetkellä, on leikattava kokonainen levy ja siitä voi syntyä valtava pala. Ei pelkästään se vie paljon tilaa, mutta ennen kuin ohjelmointi on nestannut ja tulostanut sille tarran, ei kyseitä palaa saa käyttää leikkuussa.

Leikkuussa tämä aiheuttaa ja mahdollistaa kokonaisen kasan erilaisia ongelmia, jotka tiedetään hyvin, mutta niitä ei ole pystynyt kunnolla korjaamaan. En mene tähän sen syvemmin, mutta totean, että palajärjestelmän toimintakunnon ylläpito vie tarpeettoman paljon resursseja ohjelmoinnilta, leikkuulta ja varastovastaavalta.

Haitoistaan huolimatta palajärjestelmä on tarpeellinen, jos tehdas haluaa toimia nykyisellään, arvottaen tavaran virtaavuuden konekohtaisen tehokkuuden kustannuksella. Ja siihen on aivan selkeä syy. Leikkaus ei ole pullonkaula resurssi ja sen optimoimisessa ei saavutettaisi etua, jos se vain täyttäisi hallin lattiat keskeneräisellä tuotannolla. Tuotantostrategisista syistä, ohjelmointi käyttää ensisijaisesti paloja, jotta yhden rivin/ tuotteen läpivirtaus olisi mahdollisimman nopea.

Muita pienempiä, mutta yhtä lailla rasittavia tekijöitä, on tuotannonhallinta järjestelmä L7 kankeus, varsinkin kun käsitellään suurempia rivikokonaisuuksia. Tietokoneesta riippumatta, ohjelma menettää suuresti tehoaan, kun rivimäärä

kasvaa ja ei ole ollenkaan poikkeavaa jos ohjelmoija odottaa monta minuuttia koneen ääressä, että L7 on saanut rivit aktiiviseksi. Tänä aikana ei myöskään voi tehdä paljoa muuta, kun seuraavat työvaiheet riippuvat edellisten suorittamisesta eli L7:sta.

5.2 Myynti & Tilauskäsittely

Opinnäytetyön rajauksella tarkastelu keskitettiin suoraan pääasiakkaan myyntiin ja tilauskäsittelyyn suurimman tilausvolyymin, tuotteiden toistuvuuden ja tulevan ERP-integraation vuoksi. Ennen prosessikuvausta on työvaiheiden kuvaamisen selkeyttämiseksi tehtävä jako niiden välille. Myynti on työtehtävä, missä myyjä vastaa asiakkaan tarjouspyyntöihin ja vastaavasti tekee niitä itse, toimii yhteyshenkilönä asiakkaan ja yrityksen välillä, on vastuussa tilaukseen tulevista muutoksista ja järjestelyistä sekä käsittelee tilaukset. Tämä kaikki on myyjän tehtävä.

Tilauskäsittely itsessään pitää sisällään vain tilausten kirjaamisen, ajoittamisen, alihankintojen järjestämisen ja työkortin valmistelemisen tuotantoon. Erittely on tärkeää tehdä tässä kohtaa, sillä tilauskäsittelijä joutuu tekemään kuitenkin paljon myyjän hommia (vastata tilauksen kulusta, ostoista ja ongelmista), jotka kuitenkaan eivät kuulu osaksi itse tilauskäsittelyprosessia.

Miksi tilanne on nykyisenkaltainen? Pääasiakkaan ollessa niin iso työllistäjä HT Laserille, sen myynti on jaettu useamman henkilön kesken. On päämyyjä, myyntiassistentti, ja joukko tilauskäsittelijöitä, jotka vastaavat eri tilausluokista, kuten setit, varaosat yms. Vastuuta ei voi tässä tilanteessa kokonaan työntää yhdelle henkilölle, vaan jokainen tilauskäsittelijä vastaa myymistään tilausriveistä.

Itse tilauskäsittely voidaan pääasiakkaan osalta jakaa karkeasti kolmeen luokkaan. Ne toteutuvat pääpiirteittäin samoilla tavoilla, mutta jokaisessa on omat eriävät piirteensä. Selkeyden vuoksi käytän vanhan tuotteen käsittelyä pohjana ja erittelen muut sen avulla. Muilla asiakkailla menettely on pääpiirteittäin sama, mutta asiakaskohtaisuus ja tilauksen yksilöllisyys ovat paljon selkeämpiä.

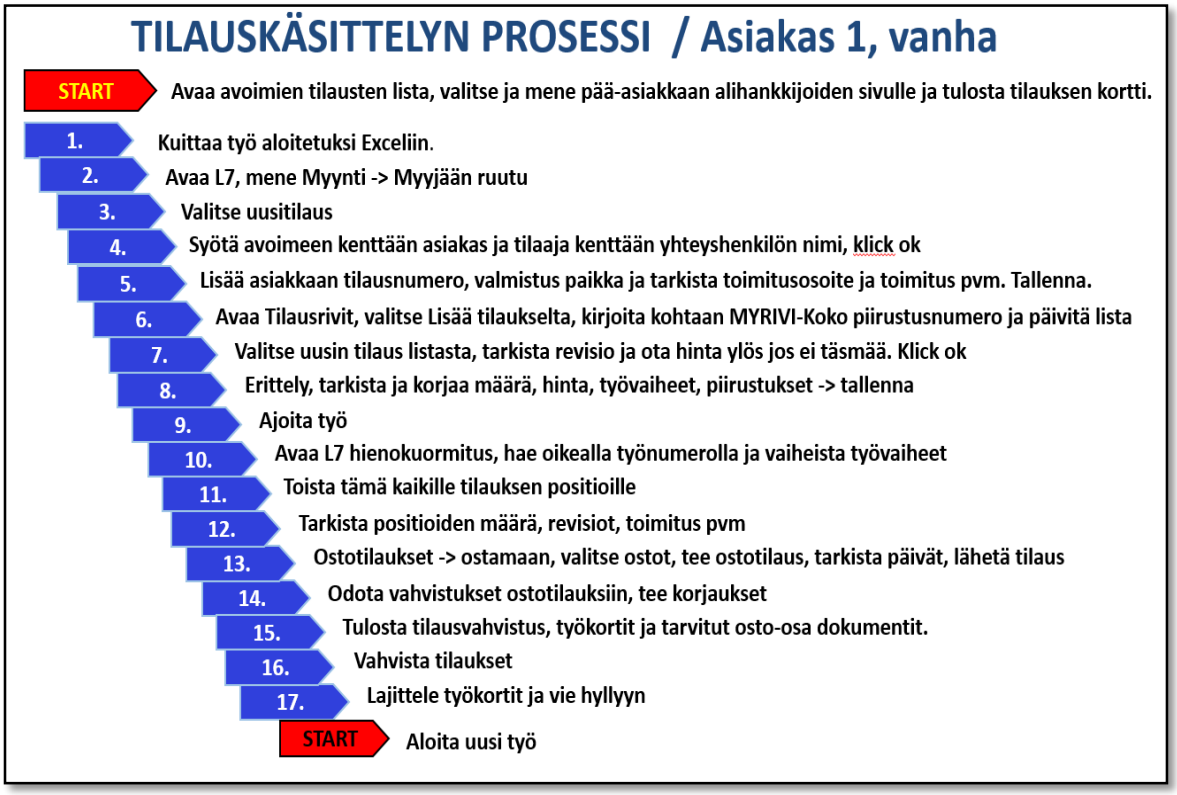
Vanha tuote on pääasiallisin tilaus, jota tilauskäsittelyssä työstetään. Tähän luokkaan kuuluu mikä vain tuote, jota on jo aikaisemmin myyty pääasiakkaalle. Näistä löytyy yleensä suurin osa tilauksen riveistä, rakenteesta ja osista valmiina L7:ssä, joten ne ovat helpoimpia käsitellä. Suurimpia muutoksen aiheita ovat muuttuneet revisiot, työn alihankintojen järjestäminen ja kuorman tasaaminen eri toimipisteiden välillä. Yksittäiset työt vaihtelevat välillä: kerran viikossa myytäviin ja muutaman kerran viidessä vuodessa myytäviin. Tämä lisää suuresti vaihtelevuutta ja vaikeuttaa tuotannon ennustamista.

Muita tilaustyyppejä ovat uudet tuotteet, mikä on aika itsestään selvää. Uudesta tuotteesta ei ole mitään valmiina, jolloin myyjä luo tuotteelle rivit Liinokseen ja selvittää valmistettavuuden, materiaalit sekä tarvitut alihankinnat ja luo näiden perusteella tuotteelle rakenteen.

Kolmas erillinen tilauskäsittelyryhmä on pääasiakkaan tavallisesta poikkeavat tuotteet. Teoriassa ne kuuluvat samaan kastiin kuin vanhat tilaukset, mutta niissä on omia sääntöjään, jotka on sovittu asiakkaan kanssa. Nämä säännöt rajaavat toimitustapaa, paikkaa, tilauksen käsittelyä lähettämisessä ja tiedottamista asiakkaan ja HT:n välillä. Näihin tilauksiin kuuluvat kaikki setti-, varaosa- ja visuaaliset tilaukset.

Prosessikuvauksessa kuvaan vanhan tilauksen käsittelyn, koska niiden lukumäärä on isoin ja prosessi on niissä eniten standardoitavissa. (ks. kuvio 15)

5.2.1 Tilauskäsittelyn työpolun kuvaus



Kuvio 15 Tilauskäsittelyn prosessikuvaus, HT Keuruu

Tilauskäsittelyprosessi alkaa siitä, kun tilauskäsittelijä avaa Asiakkaan alihankkijoiden sivun ja hakee siitä muodostetun Excel-taulun kautta, avoimen tilauksen ja tulostaa sen. Samalla hän laittaa merkinnän tilauskäsittelyn Exceliin, mikä tilaus on työnalla. Tämän jälkeen hän avaa L7 myyjän ruudun, valitsee uuden tilauksen ja syöttää sen aloituskenttään asiakkaan tiedot ja toimituspäivän.

Alkutietojen jälkeen, tilauskäsittelijä siirtyy kohtaan tilausrivit ja hakee valikosta ”lisää tilaukselta” piirustusnumeron perusteella uusimman tuotteen, joka on valmistettu Keuruulla ja klikkaamalla sitä, kopioi rivin rakenteen tilaukselle. Tämän jälkeen tilauskäsittelijä tarkistaa kappale määrän, revision, aikaisemmat huomio ja merkinnät rakenteessa, piirustukset ja jos korjattavaa ei ole, tallentaa rivin.

Tämän jälkeen rivin voi ajoittaa L7 hienokuormituksen avulla. Hakemalla työnumeron perusteella nykyinen työ auki, sen rivit voi avata taulukkoon, jossa työvaiheet on

kuormitettu alustavan rakenteen mukaan L7:n toimesta. Tilauskäsittelijän tehtävä on tarkistaa kapasiteetti työvaiheilla ja uudelleen järjestää kuormitus, jos sitä vaaditaan. Kuormituksen ollessa kohdallaan, ajoituksen voi laittaa sivuun ja toimituspäivän muokata tilauksen pää-ikkunaan.

Tämä sama käsittely toistetaan kaikille riveille, jotka tilauksessa ovat. Rivien ollessa syötetyt, tarkistetaan Ostotilausten saldo. Jo kuormittamisen aikana on oltava tarkkana alihankinnoista, kuten koneistuksesta. Niille tulee varata aikaa valmistumisesta toimitukseen, jotta ne ehtivät oikeaan vaiheeseen. Tilauskäsittelyssä hoidetaan ainoastaan alihankintojen ja osto-osien hankinta, jälkikäsittelyjen ostot hoitaa lähettämö.

Ostotilaukset käsitellään omassa L7 ikkunassaan. Ne lähetetään ostotilauksina asiakkaalle, missä on oltava erittäin tarkkoina kappalemäärissä ja toimituspäivässä. Kun ostotilaus on lähetetty, tilaus jää osoittamaan vahvistuksia ja tilauskäsittelijä avaa uuden tilauksen.

Jos työvaiheita teetetään muissa HT:n toimipisteissä, on heille lähetettävä työkortti tuotteesta sähköpostitse. Tämä näkyy myös L7, mutta sähköposti toimii kanavana kommunikaatioon, jos myyjän esittämät päivämäärät eivät käy toisella toimipisteelle.

Vahvistuksien tultua ja niistä johtuva kuormituksen korjaus tehty, voi tilauksesta tulostaa vahvistuksen, joka avulla tilaus vahvistetaan asiakkaan hallintajärjestelmään. Tämän jälkeen työkortit voi tulostaa, ne lajitellaan tyypin ja ohjelmointi päivän mukaan ja viedään ohjelmoinnin hyllyyn. Tässä on huomioitava erottaa vesi leikkeet erilleen laserleikkuista, tarkistaa revisio muutokset sekä huolehtia että työt, joissa ei ole leikuuta päätyvät alihankinta vastaavan pöydälle, joka huolehtii niiden tuotantoon menemisestä.

Tämä on tilauskäsittelyn perusrunko, joka pätee vanhojen tilauksen uudelleen käsittelyyn (70 % pääasiakkaan tilauksista). Muissa tilauksissa (uusi, setti, vara-osa yms.) sovelletaan samaa kaavaa, mutta tietyissä vaiheissa on omat muutoksensa.

5.2.2 Myyntiä ja tilauskäsittelyä rajoittavat tekijät

Tilauskäsittelyä ja myyntiä rajoittaa sen asema ja toiminta. Asemalla tarkoitan sitä, että tilauskäsittelyn on vastattava asiakkaan lähettämään tilaukseen 4-5 päivän sisällä tilauksen saapumisesta tilauskantaan. Tähän mennessä se on tullut kuormittaa HT:n tuotantoon, järjestää alihankinnat ja varata muutamia päiviä mahdollisiin viivästyksiin. Tämä ei ole läpimenon kannalta hyvä asia, kun tuotteen läpivirtausta tulee tarkoituksella pidentää, jotta sille varmasti riittäisi aikaa.

Tämä johtaa juurensa siihen pisteeseen, missä tilauskäsittely kuormittaa rivit tehtaan tuotantoon, miltei kuukautta ennen niiden työstämisen aloittamista. Kaikki kuormitus tulee tehdä sen hetkisen tiedon perusteella, tietämättä mikä on tuotannon tilanne 20–30 pv päästä. Tuotannonhallintajärjestelmästä näkee jo kuormitetut tunnit jokaiselle vaiheelle ja päivälle. Mutta mitä se kertoo töistä, niiden laadusta ja kiireellisyydestä? Ovatko ne isoja hitsauskoontia vai pieniä osa hitsauksia?

Valitettavan usein jälkimmäisiä. Tehtaassa valmistetaan ylivoimaisesti eniten pieniä, 5-30 kappaleen erinä, erittäin suuresti vaihtelevia hitsauskoonteja, joiden keskimääräinen hitsausaika on noin 30 min. Nämä kuormitetaan tuotantoon miltei kuukautta etukäteen. Tuotannon suunnittelu ja hallinta ovat tässä tapauksessa todella hankalaa, kun kaikella on jo suunniteltu läpimeno ja aikataulutus.

Tilanne on hivenen paradoksaalinen, sillä myynti kuormittaa kaiken kuukautta ennen. Tämä koska kapasiteettia ei ole aikaisempaan tuotantoon, mikä taas johtuu siitä, että se oli kuormitettu jo kuukausi sitten täyteen. Mikä johtui siitä, että tilaus vahvistetaan kuukautta etukäteen, koska tilausta ei voi vahvistaa ennen kuin se on kuormitettu tuotantoon. Ympyrä joka ruokkii itseään. Se ei olisi niin ongelmallinen, jos tuotanto olisi aikataulussa.

Jatkuvasti täydellä kapasiteetilla toimiminen luo pakostakin virheitä ja reklamaatioita. Niiden korjaaminen jätättää tuotantoa ja on pääsyy, miksi kaikilla hitsauksilla ja koneistuksilla on oltava pari välipäivää, jotta odottamattomiin tuotannon muutoksiin olisi varauduttu. Tämä luo työnjohdolle toimintatilaa

tuotannossa, mutta ei läpivirtauksen kannalta ole ollenkaan kannattavaa. Tämä suoraan vain kasvattaa KET:n osuutta tuotannossa. Kaikki tämä johtaa juurensa tilauskäsittelyyn ja asiakkaan toiveisiin.

Tilauskäsittelyn asema vahvistaa tilaus heti asiakkaalle ja toiminta siihen pyrkiessä luo tilanteen missä tuotannon kapasiteetti on täynnä jo ennen kuin työnjohto on sanonut asiaan sanaakaan. Tuotannon teknisesti alkaessa tilauskäsittelystä, ylävirran tuotanto on täynnä KET:iä ohjelmoinnin hyllyssä. Tähän halutaan projektissa puuttua. Toiveena on löytää keino vahvistaa tilaus asiakkaalle, ilman rivin kuormittamista. Tämä sallisi tuotannon suunnittelun paljon paremmin.

Tässä tilanteessa on kuitenkin puolensa. Hyvinä puolina on se, että tilausten lojuminen paperilla on paljon parempi kuin niiden lojuminen tehtaan lattialla. Nykytilanteessa missä tämä kuorma syntyy pakostakin, edellä mainitusta syystä on hyvä, että kuorma syntyy vaiheeseen, jossa se on vähiten tiellä ja parhaiten hallittavissa.

Hyllyssä olevat tilaukset lajitellaan ohjelmointipäivämäärän mukaan, ja jo tällä pienellä teolla työnjohdon on paljon helpompaa pysyä kärryillä siitä, mitä on tulossa. Lisäksi töiden jako eri lokeroihin tyyppien perusteella helpottaa kuorman arvioimista ja tuotannon hallintaa: hitsauskoonnat omaan lokeroonsa, suorat leikkeet omaansa jne.

Tämä ei kuitenkaan poista suuren KET:n määrää tai helpota tuotannon hallintaa läheskään riittävästi. Tähän suurin yksittäinen syy on tuotteet itsessään, niiden vaihtelevuus, mutta eniten asiakas ja toiminta asiakaslähtöisesti. Siitä ei kuitenkaan voi tinkiä ilman että kilpailukyky kärsii. Sen sijaan on kehitettävä keinoja parantaa nyt olevaa järjestelmää.

6 Nykytilanteen kuva

6.1 Toimenpiteet tavoitteisiin pääsemiseksi

Tavoitteiden tultua selväksi on perehdyttävä miten näihin tavoitteisiin tultaisiin pääsemään? Ensimmäiseksi olisi luoda tavoitteen ympärille tulevan tilan kuva, konkreettinen näkemys tulevasta prosessista. Tätä sitten verrattaisiin nykytilaan ja siitä johdettaisiin kehitykset prosessissa. Mutta jotta tulevan tilan kuvalla olisi mitään pohjaa, on nykytilanteen kuva ja keinoja sen analysoimiseen.

	Tavoite	Ohjelmoinnin ja Tilauskäsittelyn standardointi + rework -50%			
	Selvitetään nykytila	**Step 1.**	**Mikä Estää??**	**Toimenpiteet**	**Ideaalitila**
Pri	**Nykytila analyysi**	**Seuraava tavoitetila**	**Suurimmat esteet**	**Toimenpiteet esteiden murtamiseksi**	
1	Ei tunneta täysin prosessivirtaa	Tehdään VSM	Ei suurempia esteitä	Ei tarvita	Valmis VSM kuva
2	erilaiset termit operaattoreilla	Listataan termistö	Tapakulttuuri	Listataan termit ja sovitaan mitä mikäkin tarkoittaa	Puhutaan samaa kieltä
3	Rivien (positiot?) käsittelymäärä	Mitataan SPC	Keräilylomake puuttuu	Tehdään lomake ja syötetään Exceliin	Maksimi virtaus /
4	Sekalainen toimintatapa eri operaattoreilla	Prosessin 100% ymmärtäminen	Prosessin ymmärtämisen puute	Muutetaan prosessia // Koulutetaan henkilökunta	Standardoitu työmenetelmä
5	Työstandardien puutteet	Työohjeet / työnkulku	Järjestelmällisyyden puute?	Standardoidaan työnkulku ja menetelmät	Työstandardi
6	Vaihtelun vaikutus out puttiin?	Pienempi vaihtelu	Ei tunneta vaihtelua / aiheuttajia	Selvitetään kriittisten tekijöiden vaihtelun pienentäminen	Minimi vaihtelu ja aiheuttajien tunteminen
7	60% kaikista Andon poikkeamista syntyy ohjelmoinnissa ja tk:ssa	Poikkeamat -50%	Ei tunneta poikkeamien syntymekanismia	Mitataan poikkeamat, tehdään päätökset tilastollisin perustein	Poikkeamat pois kokonaan
8	Ohjelmoinnin prosessi tuottaa virheitä	Muutetaan prosessia	Prosessin nykyinen toimintamalli	Määritetään tavoitteet / Benchmarking vieremää	Parannettu toimintamalli
9	Ei tarkastus menettelyä	Tarkastuspisteiden luonti	Määritysten puute	Määritetään tarkastuspisteet	Toimiva tarkastusmenettely
10	Hukkatyön määrä	Tunnista hukka ja sen lähteet	Ei tunnisteta hukkaa	Tunnistetaan ja poistetaan hukkaa ja lisätään arvoatuottavan ajan osuutta	Parempi VA/NVA suhde
11	Prosessin virtaus	cpk 1.0	Tiedon puute / ohjaus	Mitataan virtaus ja oikeaaikaisuus	Maksimi virtaus /

Kuvio 16 Laadun parantamisen jatkotoimenpiteet

Näitä toimenpiteitä ovat arvovirtakuvauksen tekeminen nykytilasta, Nykytilanteen mittarointi ylävirran prosesseissa, laatuvirheiden selvittäminen, SMED-analyysit työvaiheista, Työmenetelmien tarkastelu & standardointi sekä prosessien virtauksen tehostaminen. (ks. kuvio 16) Näiden avulla luoteisiin nykytilanteen kuva niin tarkasti,

kun on mahdollista. Tästä pystytään erottamaan pullonkaulat ja hukan lähteet, mitä sitten lähdetään kehittämään.

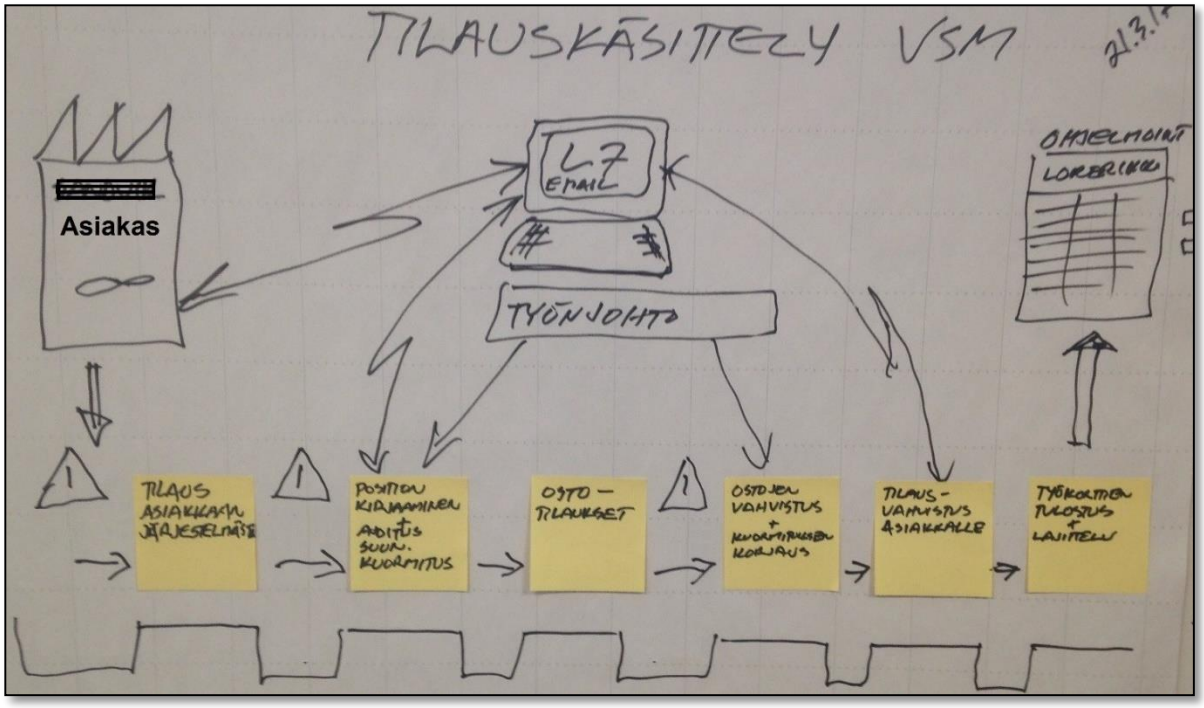
6.2 Arvovirtakuvaukset nykyprosesseista

Kehitysprojekti aloitettiin nykytilanteen kuvaksella, jossa kerättiin kaikki sillä hetkellä käsillä olevat tiedot ja piirrettiin ne arvovirtakuvaus (VSM) taulukkoon. Tilauskäsittely omaansa ja ohjelmointi omaansa, kun alkutilanteessa ne ovat omat yksittäiset prosessinsa.

Nykyinen läpimeno prosessissa on selvitetty pääasiakkaan laskutuksen perusteella olevan **n** riviä päivässä. Tilauskäsittelyn ja ohjelmoinnin läpimenon arviointi ei ollut mahdollista koska niiden välillä ei ollut selkeää mittaria. Tästä vedettiin arvio läpivirtauksen määrästä. Tämä ei ole paras mahdollinen mittari nykytilan selvitykseen, mutta se oli sen hetkisistä luotettavin, kun parempaa dataa ei ollut saatavilla. Ongelmana oli, että tilaukset ja cnc-ohjelmat eivät olleet keskenään vertailukelpoisia. VSM:n tarkentuisi, kun työn alla olevat mittaroinnit molempien työvaiheiden läpimenosta saataisiin päätökseen.

Tilauskäsittelyn VSM:ssä työvaihe jaettiin kuuteen pienempään osaan: tilauksen avaaminen asiakkaan tietojärjestelmästä, rivien kirjaamiseen ja kuormitukseen, ostotilausten tekemiseen, niiden vahvistamiseen ja kuormituksen korjaamiseen, tilauksen vahvistamiseen asiakkaalle sekä työkorttien tulostamiseen ja lajitteluun. Jako tehtiin siloisen näkemykseni ja osaamiseni perusteella.

Kaaviossa post-it laput edustavat työvaiheita prosessin sisällä, kolmiot joissa on viiva edustavat KET-varastoja. (Ks. Kuvio 17) Yrityksen pyynnöstä alkutilanteen lukuarvot on muutettu eri merkeiksi. Nämä on avattu liitteessä (1. Alkutilanne)



Kuvio 17 VSM Tilauskäsittely

Kun kaaviot oli piirretty, sijoitimme nykyiset tilastot alkutiedoiksi. Koska asiakkaan suoraa tilausmäärää ei voi suoraan arvioida, päätimme käsitellä pääasiakasta määrättömänä tekijänä, jolta tulee tilauksia varastoon eli HT:n sähköpostiin. Siellä on keskimäärin **x** määrä aloittamatonta tilausta päivittäin. Tästä tilauskäsittelijät hakevat ja avaavat tilaukset käsittelyyn. Tilaukset jotka ovat työn alla eli käsittelyssä, oli alkutilanteessa **y** määrä tilausrivejä kaikilla pääasiakkaan myyjillä yhteensä.

Tähän on laskettu mukaan ne tilaukset, jotka odottavat vahvistusta alihankkijoilta. Niitä on keskimäärin **z** per tilauskäsittelijä, eli noin **z** kertaa neljä riviä on pysähtynyt tuotannossa määrättömäksi aikaa, sillä alihankinnan vahvistuksien saapumiseen voi kulua 15 minuutista aina 6 päivään. Vahvistuksen saavuttua tilaus kuitataan pääasiakkaan järjestelmään ja fyysiset työkortit tulostetaan ja viedään välivarastoon eli ohjelmoinnin hyllyyn.

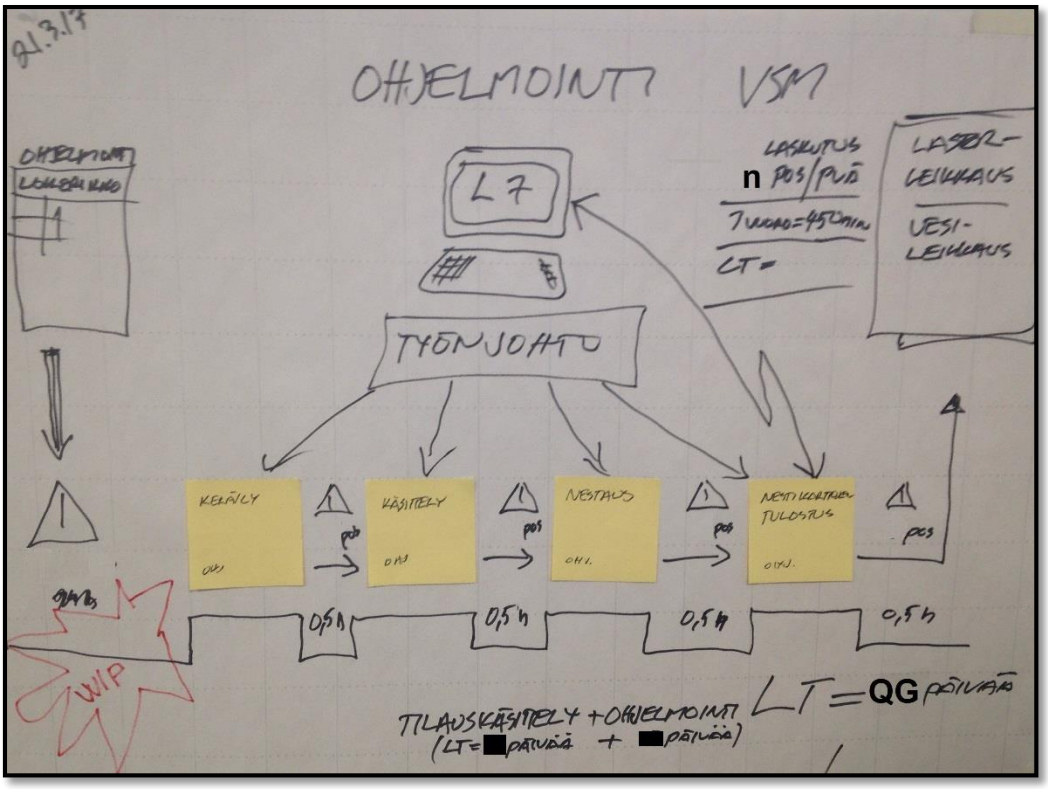
Nykytilanteessa tilauskäsittelyn läpimeno eli LT on **Q** päivää. Tämä saadaan laskettua ottamalla alkutilanteen varasto **x** tilausta, jotka edustavat keskimääräistä tilauskantaa. Sitten lasketaan, kauanko aikaa menee, että kaikki varastossa olleet

työt on saatu tilauskäsittelyn läpi. Tähän käytettiin arviota keskimääräisestä läpimenosta, joka tuli laskutuksen määrästä päivittäin, mikä oli sen **n** tilausriviä päivittäin.

y + x + z/ n =Q päivää.

Tilauskäsittelystä edetään Ohjelmointiin, jossa tilauskäsittelyn arvovirtakuvauksen asiakas eli hylly on nyt varastona, jossa on keskimäärin **B** riviä ja ohjelmoinnin asiakkaana on tässä tapauksessa leikkuu koneet.

Ohjelmoinnin läpimeno on suora viivainen neljän vaiheen sarja. Keräily, käsittely, nestaus ja nestikorttien tulostus. Toisin kuin tilauskäsittelyssä, ei ohjelmoinnissa ole suoria välivarastoja vaan nippu työkortteja kulkee koko ketjun läpi kerralla, eli toisin VSM:ssä esittäen, joka vaiheessa on pieni KET, koska työvaihe on lineaarinen. Kaikki työkortit käyvät läpi vaiheen ennen kuin edetään seuraavaan vaiheeseen, joten kaikki myös valmistuvat samaan aikaan. Tämä KET on **c** kappaletta

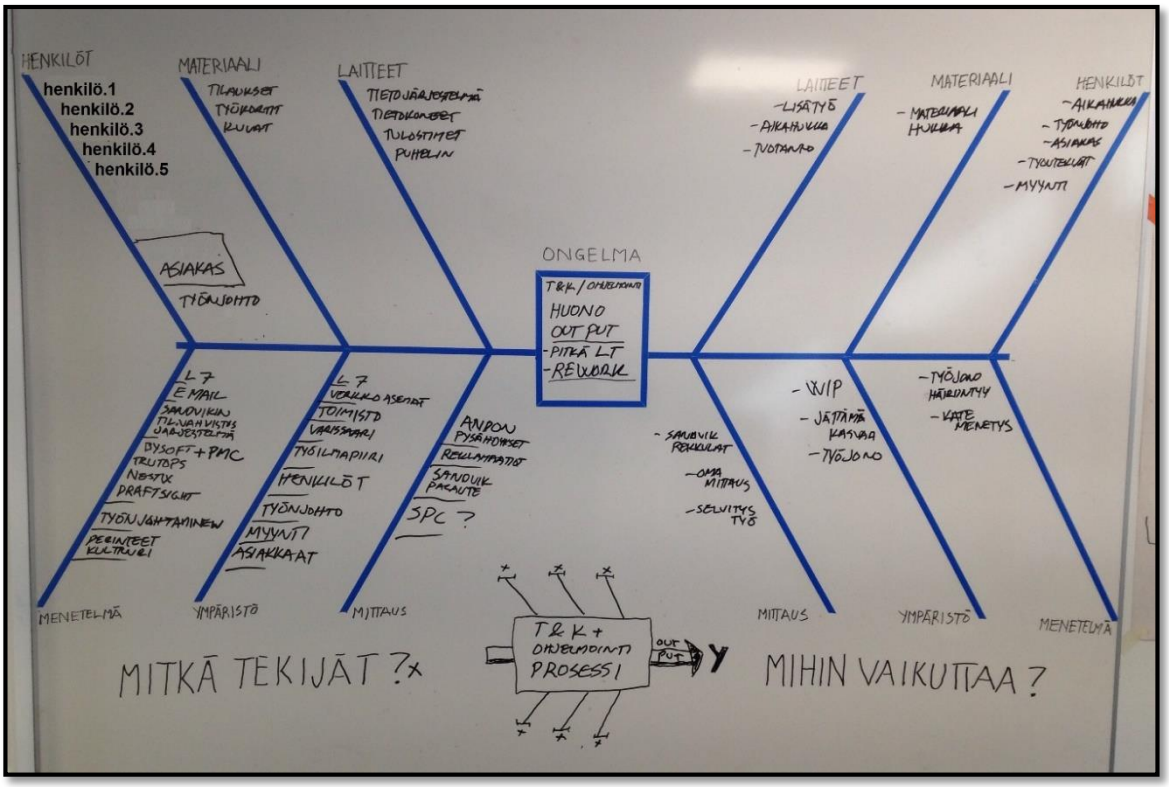


Kuvio 18 VSM Ohjelmointi

Nykyhetkinen läpimeno ohjelmoinnissa on **G** päivää, mikä tulee suoraan varaston eli hyllyn koosta. Tässä on käytetty samaa laskukaavaa kuin tilauskäsittelyssä. Sen hetkinen kuorma jaetaan päivittäisellä poistumalla, joka tulee laskutuksesta. **B + c / n = G**. Koko ylävirran läpimenoksi tulee tällöin kahden työvaiheen summa eli **QG** päivää. (ks. kuvio 18)

Vaiheaika (cycle time) laskettiin yhden vuoron työajasta, mikä on 7.5 h eli 450 min. Tämä jaettiin arvolla **n** eli keskimääräisestä laskutuksesta. Tulokseksi saatiin Ä

Ohjelmoinnin työvaiheet eivät vie niinkään paljoa aikaa, kun verrataan tilauskäsittelyyn, mutta puhdas volyymi kasvattaa läpimenon ajan moninkertaiseksi Tilauskäsittelyyn nähden. Ja tässä ei ole otettu huomioon sitä, että muut kuin Pääasiakkaan myyjät täyttävät osaltaan ohjelmoinnin hyllyä.



Kuvio 19 Kalanruotokaavio

Toisena tarkastelun työkaluna alussa, oli perinteinen kalanruotokaavio. (ks. Kuvio 19) Siihen purettiin kaikki ongelmaan vaikuttavat tekijät ja ongelman vaikutukset

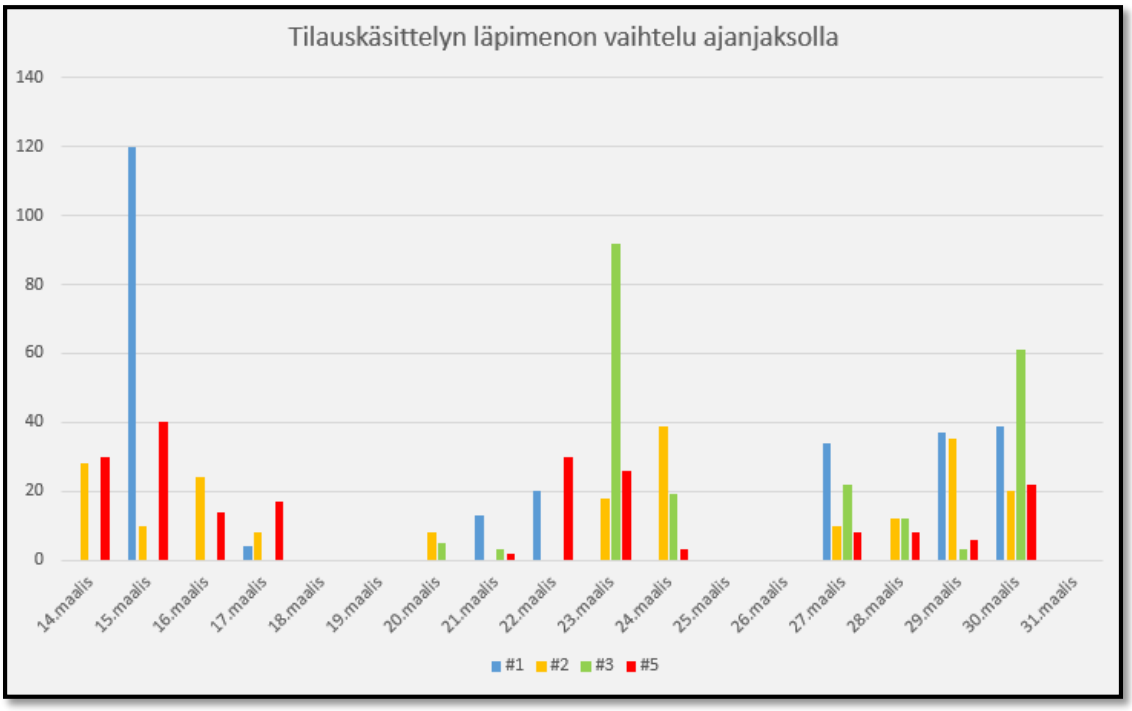
tehtaaseen ja toimistoon. Tämän kaltaisessa kaksisuuntaisessa kaaviossa, tarkastelu ei jää pelkästään ongelmiin ja sen mahdollistaviin tekijöihin vaan, myös sen suoriin vaikutuksiin. Mihin se vaikuttaa niin laitteissa, henkilöissä, ympäristössä kuin menetelmissä.

6.2.1 VSM:n tarkennukset mittaroinneilla.

Suurin yksittäinen ongelma virtauksessa on VSM:n perusteella keskeneräisen tuotannon osuus tehtaan ylävirrassa. Tarkempien arvojen saamiseksi käynnistettiin VSM:n piirtämisen jälkeen mittarointi ajanjakso tilauskäsittelylle ja ohjelmoinnille siitä, kuinka paljon työkortteja ne käsittelevät päivän aikana. Työkorttien volyymi valittiin mittariksi, sillä se oli yksi harvoista tekijöistä (käytetyn ajan kanssa), mitkä olivat yhteisiä vaiheille.

Tilaus saattaa sisältää yhdestä viiteenkymmeneen riviä, joista jokaisesta tulee työkortti. Vastaavasti työkortti sisältää useita osia, jotka kaikki nestataan, mutta nesti ei ole samanarvoinen työkortin kanssa. Työkorttia mitattavana tekijänä puolsi myös se, että ne kulkevat tehtaassa tuotannon vaiheiden läpi, ne ovat yksittäinen asiakkaan tilaama tuote sekä laskutukset perustuvat suoraan niihin. Mittarointijakso kesti kolme viikkoa ja siitä saatiin taulukossa 1 olevia lukuja. Taulukot ovat liitteessä 2.

Pikainen vilkaisu talukkoon herättää syystäkin huolta. Sieltä löytyy suuria heittoja käsiteltyjen tilausten määrästä, paljon tyhjiä kohtia ja henkilön 3. loma mittaroinnin alussa. Nämä kuitenkin ovat, kaikki olennaista tietoa tilauskäsittelyn nykytilasta. Poissaolot, odottelut ja lomat ovat asioita, jotka heittävät läpimenon kapasiteettia suuntaa ja toiseen. Mutta enemmän kuin sen, tämä kuvio kertoo selkeästi siitä, miten heilumiselle altis tilauskäsittely on työvaiheena. Yhden henkilön puutos vaikuttaa suuresti läpimenoon. (ks. kuvio 20)



Kuvio 20 Tilauskäsittelyn läpimenon vaihtelu

Taulukossa on esitetty tilauskäsittelyn vaihtelu työkorttien määrän perusteella. Kuvion reunassa näkyvät luvut ovat vain viitelukuja, mutta niiden perusteella nähdään hyvin prosessin nykytila. Tälle tilanteelle on kaksi hyvin selkeää syytä. Ensimmäinen on kaiken pahan alku: vaihtelu.

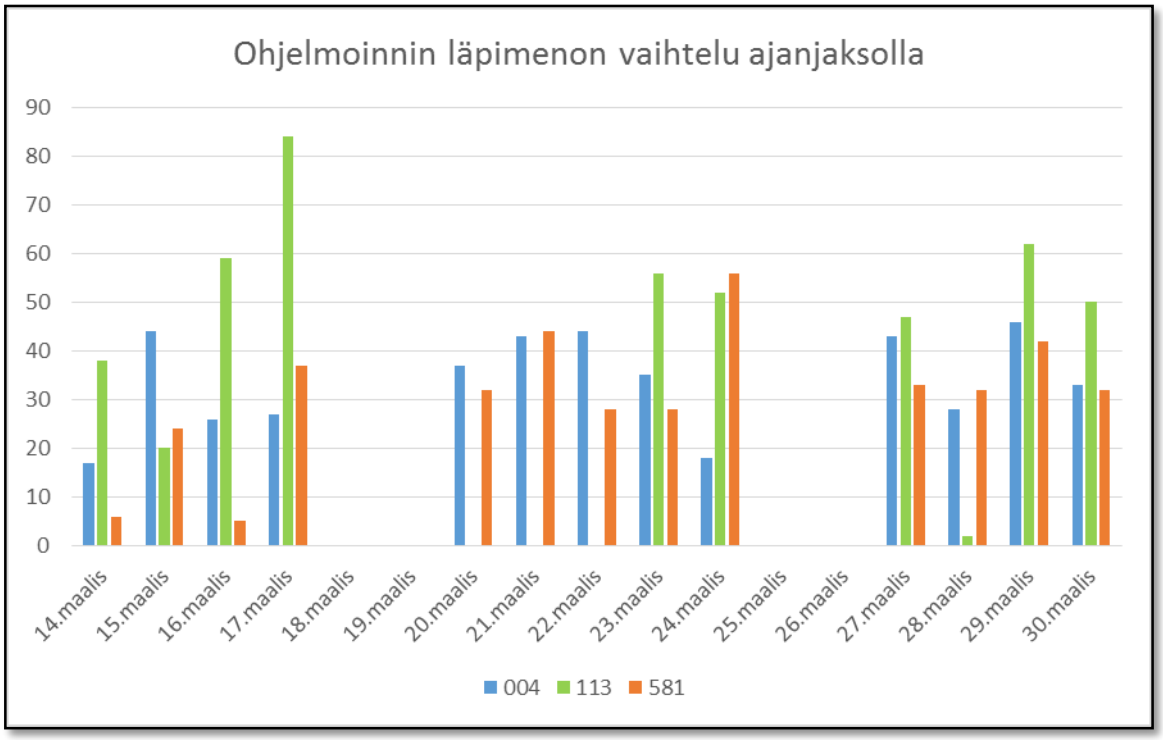
Tilaukset eivät ole samanlaisia keskenään, ne vaihtelevat yhdestä tilausrivistä 90 riviin kooltaan, osassa tarvitaan valtavasti eri ostoja alihankkijoilta ja osatoimittajilta, toisissa taas ei mitään, muutamissa osia valmistetaan konsernin eri toimipisteissä. Lisäksi alihankkijat vahvistavat ostoja epätasaisesti, jotkut alle 3 tunnissa, toiset yli 3 päivässä. Tähän lisätään asiakkaan erikoistilaukset (setit, visuaaliset yms.) ja puhutaan todella huonosti ennustettavasta prosessista.

Toinen syy heittelyyn on myyjän tai tilauskäsittelijän asema organisaatiossa. Kuten prosessikuvauksessa mainittiin, pääasiakkaan tilauskäsittelijöiden tulee tehdä myös myyjän työtä, kun kyse on tilauksesta vastaamisesta. Jokainen myyjä ja tilauskäsittelijä (sekä ohjelmoija) kantaa henkilökohtaista vastuuta kaikista tilauksiinsa kohdistuvista selvittelyistä ja korjauksista.

Kaikkien reklamaatioiden ja korjauksien, niin asiakkaalta kuin tuotannosta tulleiden, ensisijainen vastuunkantaja on henkilö, joka myi (käsitteli) sen tilauksen. Nämä voivat vaihdella pienistä neuvotteluista tehdashenkilöstön kanssa monipäiväisiin neuvotteluihin työnjohdon ja asiakkaan kanssa siitä, milloin tuote pystytään toimittamaan.

Tähän on tulossa muutos, kun tehtaassa aloittaa prosessi- ja tuotelaadun kehittäjä, jonka tehtävä on puhdistaa Andone-ruutua, eli selvittää ja korjata tuotannon keskeytykset. Tämä on suuri parannus nykyiseen, varsinkin kun ajatellaan myyjien työtä. Aikaisemmin he ovat joutuneet selvittämään ja korjaamaan tilauksia työnjohdon kanssa aina kun siinä oli ilmennyt ongelmia. Nyt tuotelaadunkehittäjä hoitaa suurimman osan työstä, mutta rivikohtainen tieto on edelleen myyjällä.

Näissä tapauksissa prosessi- ja tuotelaadun kehittäjä konsultoi myyjää ongelmastaan ja joko hakee apua sen ratkaisuun tai siirtää sen myyjälle, joka ratkaistuaan ongelman palauttaa sen takaisin prosessi- ja tuotelaadun kehittäjälle, joka huolehtii jatkotoimista. Tällä ratkaisulla reklamaatiokäsittely yhdenmukaistuu ja tieto saadaan selkeämmin kulkemaan, mutta myös myyjille jää enemmän aikaa tilauskäsittelyyn ja muihin tehtäviin.



Kuvio 21 Ohjelmoinnin läpimenon vaihtelu

Taulukossa 2 (viite 2) näkyy ohjelmoinnin keskimääräinen läpimeno. Se on heittelevä, mutta tilauskäsittelyyn verrattuna se on paljon stabiilimpi. Vieläkin tärkeämpää on huomata, että käsiteltyjen rivien määrä on melko samanlainen henkilöiden välillä. Vaihtelua on, mutta tämän kuvion perustella voi tehdä parempia johtopäätöksiä prosessin kuormituksesta ja läpimenosta. (ks. kuvio 21)

Prosessissa on samoja ongelmia kuin tilauskäsittelyssä: vaihtelevat osamäärät, ongelmien jäljittäminen, reklamaatiotyöt yms. Lisäksi se, että ohjelmointi käsittelee kaikki tilaukset, joissa on leikkuu vaiheena, mikä sisältää myös muidenkin kuin pääasiakkaan myyjien työkortit. Vaikkakin lukumäärässä vähäisempiä, ne yleensä työllistävät enemmän. Tämä johtuu siitä, että niissä on enemmän uusia osia ja vanhoja osia aina ei ole tietokannoissa, joten niihin voi mennä kymmenkertainen määrä työaikaa.

Vaikka esitetyt näkemykset työvaiheiden monipuolisuudesta luovat epäilyksiä, ne ovat kuitenkin läsnä luvuissa ja niihin voidaan tästä huolimatta luottaa alkutilanteen

tarkastelussa. Ongelmakohtien ja haasteiden tiedostaminen on oleellinen osa kehittämistä.

Kun mittaroinnit oli suoritettu, saatu data koottiin ja siitä johdettiin tulokset. Tilauskäsittelyssä laskettiin työntekijöiden käsittelemien työkorttien keskiarvo ja sitä verrattiin alkutiedoissa esitettyyn läpimenoon. Itse lukuja työssä ei saa esittää, mutta suhdeluvulla tilanne on seuraava: Tilauskäsittelyn todellinen LT eli läpimeno on vain 52 % alkutiedoissa esitetystä ajasta. Ohjelmoinnilla luku on vieläkin alhaisempi, 38.17 %.

Tämä saa nykytilanteen näyttämään huomattavasti paremmalta. Läpimenoaika putosi yhteensä 58 % siitä, mitä se oli puhtaasti laskutuksen perusteella arvioituna.

6.3 Hukka ja sen lähteet

Kun nykytila on kuvattu ja tarkennus mittaus tehty, voidaan hukka luokat ja niiden ilmenemispisteet luokitella. Työn kannalta tarkasteltaessa, ylävirrassa esiintyvät ainakin seuraavat hukat. Ne on lueteltu TPS:n hukkaluokituksien mukaan

1. Odottelu: Työntekijät joutuvat odottamaan koneiden prosesseja. Esiintyy erityisesti ohjelmoinnissa, jossa L7 kankeus vie selkeää aikaa.

2. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely: Luottamuksen puute siihen, että Työkuvat ja CAD-mallit ovat oikein tehtyjä. Pakottaa ylimääräiseen tarkistamiseen ja aiheuttaa reklamaatioita.

3. Tarpeettomat varastot: Ylävirrassa on paljon varastoa tilauskäsittelyn ja ohjelmoinnin välissä.

4. Tarpeeton liike: Selvittely monen erillisen asian perässä juokseminen pitkin tehdasta ja toimistoa. Tämä ei ole suora hukka, sillä usein tämän tekeminen säästää isommilta ongelmilta.
5. Viat. Kaikki ohjelmiin, nesteihin ja työkortteihin tulleet viat ja ongelmat, sekä niiden ratkaiseminen.

Miltei kaikille näistä hukan lähteistä on yhteistä, että ne ovat lähtöisin laadun puutteesta. Odottelua syntyy niin Liinoksen kun tulostimienkin odottamisesta. Tässä kaikkein helpoin ratkaisu on keksiä muita työvaiheita mitä voi tehdä samaan aikaa eli

limittää toimintaa. Toisin on myönnettävä, että prosesseissa on vaiheita, jotka tulee suorittaa Liinoksella ennen, kuin työskentelyssä voi edetä.

Tarpeettomat varastot ovat hukkaa, mutta niihin ei ole syynä laatu vaan toiminta strategia ja toiminta miljöö. Tämä oli avattu tarkemmin tilauskäsittelyn rajoituksissa. Muut kolme hukkaa ovat puhtaasti laatuun liittyviä. Kehityksessä tullaan ottamaan tämä huomioon, kun kehitetään keinoja pitää toiminnan laatu korkealla.

7 Edistävät kehitystoimet

Alkutilanteen tulkinnasta ja kyselyistä nousi esiin muutamia huomion arvoisia asioita. Näihin ongelmiin paneuduttiin, ei pelkästään aikeissa korjata ne, vaan myös ottaa ne huomioon osana projektin päätavoitetta.

7.1.1 Henkilöstön kommunikaatio ja terminologia.

Henkilöstön toimesta esille noussut huomio, että ohjelmoijat ja myyjät käyttävät eri termiä, kun puhuvat samasta asiasta ja päinvastoin. Esimerkkinä sanalla ”rivi” on eri merkitys asiayhteyden muuttuessa. Tilauskäsittelyssä, rivillä tarkoitetaan yhtä tilausta, jolla on rakenteessaan kokoonpano ja useampia osia. Nimitys tulee L7:n sisältä, sillä se käsittelee numeron rivinä. (ks. Kuvio 22)

Kuvio 22 Tilauksen nimeäminen

Sen sijaan ohjelmoinnissa rivi on L7-perusyksikkö, jolle osat asettuvat. Heille tilauskäsittelyn nimitys riville on positio. Vastaavia esimerkkejä oli useampia ja raja ei aina kulkenut suoraan ohjelmoinnin ja tilauskäsittelyn välillä, vaan se vaihteli henkilöittäin.

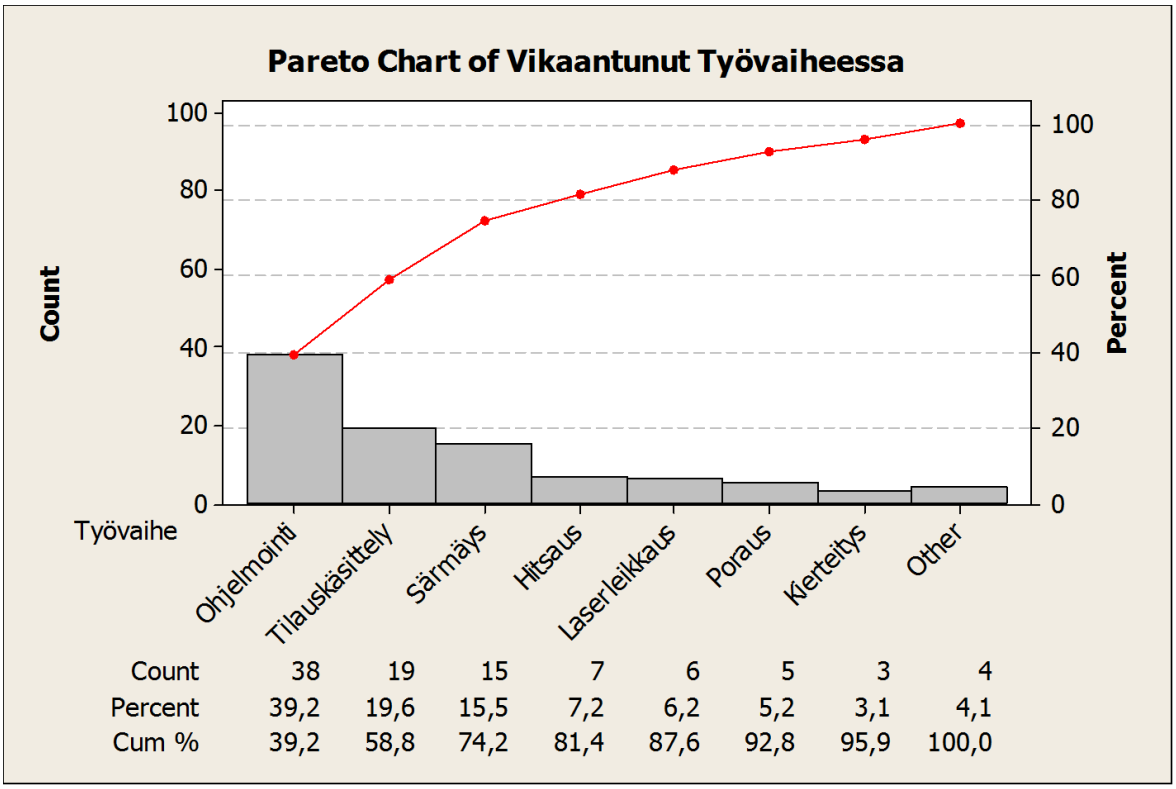
Jotta vanhaa prosessia voisi kehittää yhdenmukaisemmaksi, se tuli aloittaa yhdenmukaistamalla termistö henkilöstön kesken. Tämä tehtiin simppelillä kyselyllä, jossa henkilöstölle jaettiin esitäytetyt lomakkeet yleisemmistä termeistä, kuten: ”rivi, positio, nestikartta, tilaus, työkortti, työkuva, DXF ja niin edelleen.” Henkilöstön tuli lukea se ja muokata termit vastaamaan heidän käsityksiään ja täyttää tyhjät kohdat samalla ajatuksella.

Kun kaikki tarkastelussa mukana olleet, olivat palauttaneet lomakkeet, ne koottiin yhdeksi sanalistaksi, jossa etsittiin ja korostettiin ne sanat, missä oli ollut eniten hajontaa. Tämän jälkeen kaikki kyselyyn vastanneet ja työnjohto otettiin koolle ja vastaukset käytiin läpi. Tavoitteena tehdä vielä viimeiset muutokset ja saada läsnäolijoiden hyväksyntä käyttää termistöä toimistossa. Suurimmassa osassa termejä ei ollut eroja henkilöiden kesken, muutamia tarkennuksia, mutta idea oli sama.

Sitten taas muutama termi tuottikin odotetusti värikkäitä vastauksia ja mielipiteitä. Erityisesti termi ”Positio” jakoi mielipiteitä. Termillä voi viitata yksittäiseen riviin tilauksessa, josta sillä voisi nimittää työkortin tunnistenumeroa. Tässä vastakkain osuivat ohjelmoijien näkemys sanan käytöstä, sillä heille rivi on L7-perusyksikkö kappaleille ja työvaiheelle. Asiasta keskusteltiin ja todettiin että ongelma esiintyi vain muutaman henkilön toiminnassa ja se ei ollut niin suuri, jotta kahden termin käyttämistä samassa asiassa kanttaisi suosia. Joten termi ”positio” poistettiin käytöstä paikalla olijoiden hyväksynnällä. Raportti on kirjoitettu käyttäen kyseistä termistöä. Koottu termistö liitteessä 3.

7.1.2 Tarkastuspisteet ja laadunvalvonta

Toinen edeltävä kehitystoimi oli Henkilöstön osaamismatriisin kerääminen ja uudenlaisen tarkastuspisteen luominen prosessin osaksi. Kun suuri osa hukasta tulee laadullisina poikkeamina tuotannosta ja niiden juuri syyt löytyvät tilauskäsittelyn ja ohjelmoinnin työvaiheista, ehdotettiin laadullista tarkastus pistettä.(ks. Kuvio 23)



Kuvio 23 Andone ruudun juurisyyt

Esitetyssä mallissa ennen tuotannon (tilauskäsittelyn) alkua, linjalla olisi aineiston tarkastuspiste, jossa käsittelyyn menevät tilaukset tarkastettaisiin revisioiden, valmistettavuuden ja rakenteen osalta. Ideana olisi, että tilauskäsittelyn ei tarvitsisi käyttää aikaa turhaan kaikkien asioiden tarkistamiseen jokaisessa tilauksessa tai joka revisiomuutoksessa käydä kiertelemässä hallia siitä, onnistuuko muutos nykyisellä konekannalla.

Tämä ei tietenkään poista tilauskäsittelijän vastuuta huolehtimisesta, että kaikki tiedot ja päivämäärät syötetään ja vahvistetaan oikein. Tarkoitus on vain lisätä

luottoa siihen, että rivit ja piirustukset ovat kunnossa ja niihin voi luottaa, eikä kaikkea tarvitse jatkuvasti tarkastaa virheiden pelossa.

Sama idea voitaisiin implementoida myös ohjelmointiin, jossa luottamus siihen, että DXF:t ja leikkuugeometriat ovat oikein, voi helposti kostautua. Koska pyrkimys on tehostaa toimintaa Plant Manager Cutting- sovelluksella (PMC) missä ohjelma hakee geometriat muistista tilauksen osanumeron perusteella, on otettava huomioon, että PMC ei tässä tapauksessa tarkista geometrioita, ilmoittaa vain, jos osanumero ei täsmää, ja luo helpon sijainnin virheelle. Ennalta tarkistetut piirustukset ja geometriat vähentäisivät tarvetta uudelleen käsitellä kappaleita ja nopeuttaisi nestaamista.

Selkeän tarkistusmenettelyn kautta voitaisiin perustellusti kasvattaa luottamusta osien ja geometrioiden paikkansapitävyydelle. Tarkistuksien korjatessa osia vastaamaan toimintastandardia, PMC päästäisi osat lävitseen, ilman ongelmia ja ohjelmoinnille jäisi pelkkä nestaus ja tulostus.

Helpoin tapa selvittää, missä tulee virheitä ja sitä kautta hukkaa, on Andone-ruutu, johon keskeytetty tuotanto tuodaan odottamaan käsittelyä pois linjalta. Tämän kautta esiintynyt virhe tarkastellaan juurisyitä myöten ja korjataan. Tässä on kuitenkin se ongelma, että virhe on jo tapahtunut, kun se voidaan ratkaista. Tavoite on siirtyä ennakoivaan virheenestimeen, jollainen tarkastuspiste olisi.

Tarkastuspisteellä tulisi siis työskennellä henkilö, joka osaa ohjelmoinnin ja tilauskäsittelyn, ymmärtää työpiirustuksia ilman mitään ongelmia ja osaa käyttää sovelluksia virheen välttämiseksi ja korjaamiseksi jatkossa. Tämän selvittämiseksi tehtiin osaamismatriisi. Samalla selvitettiin Andone-ruudun dataa, sitä kuinka paljon reklamaatioita tulee kuussa ja mistä niiden juurisyyt johtuvat. Projektin alkaessa, 60 % juurisyistä johti tilauskäsittelyyn tai ohjelmointiin. Kolme kuukautta siitä, ja yhteisprosentti oli tippunut jo 40 %.

Tämä oli eniten aikaisemmin toteutetun tarkastelujakson ansiota, jossa työkortteihin lisättiin lomake, jolla tarkastettiin jokainen työvaihe työntekijän toimesta sen suorittamisen jälkeen ja allekirjoituksella vahvistettiin tarkastus. Ja kun prosessi- ja

tuotelaadun kehittäjä aloitti työssään, reklamaatioiden käsittely tehostui ja virheistä saadaan nopeammin tietoa.

Tätä tietoa hyödynsimme, kun suunnittelimme uutta tarkistuspistettä ja siinä tarkistettavia asioita. Henkilöstön haastatteluiden takia jouduimme kuitenkin muuttamaan suunnitelmaa, kun meille perusteltiin miksi tehtaan henkilöstöä ei kannata irrottaa tarkastelupisteelle. Suunnitelmamme tarkastelusta sopi paremmin uusien tuotteiden tarkasteluun kuin vanhoille tuotteille, joita kuitenkin menee reilusti eniten. Lisäksi osaamismatriisi oli paljastanut, että sopivaa henkilöä, joka hallitsisi sekä tilauskäsittelyn että ohjelmoinnin halutulla tasolla, ei ole.

Joten tarkastuspisteestä luovuttiin vaiheena ja sitä alettiin soveltaa osana työvaihetta. Sekä tilauskäsittelyssä että ohjelmoinnissakin on hyvä paikka tarkastamiselle: hetki ennen tilauksen vahvistamista tilauskäsittelylle. Ohjelmoinnille puolestaan vaihe, jossa nesti on tulostamista vaille valmis ja työkortit voisi kuitata L7: n. Keskityimme luomaan listan tarkistettavista asioista juuri näihin kohtiin.

7.2 SMED- video kuvaukset

Jotta nykyprosesseista saataisiin selvitettyä hukan määrä ja sen aiheuttajat, toteutettiin tilauskäsittelyssä ja ohjelmoinnissa videokuvaussessio, missä tavallista tilausten syöttöä ja ohjelmointia kuvattiin SMED-tarkastelua varten. Tarkoituksena oli luoda tätäkautta todenmukaista dataa työvaiheista ja niiden keskimääräisestä toiminnasta.

Analyysi tehtiin seuraavalla tavalla. Tarkasteltavaa työvaihetta kuvattiin tietty ajanjakso, jossa työntekijä toteutti alusta loppuun noin 10 työkiertoa yhtäjaksoisesti. Tarkastelussa haluttiin kuvata työvaiheet, niiden toistettavuus ja myös kaikki se aika joka kului muuhun kuin prosessin varsinaiseen suoritukseen. Korjaukset, häiriöt ja hukka ovat kaikki osa normaalia toimintaa, vaikka niitä ei voidakaan suoraan osoittaa paperilta.

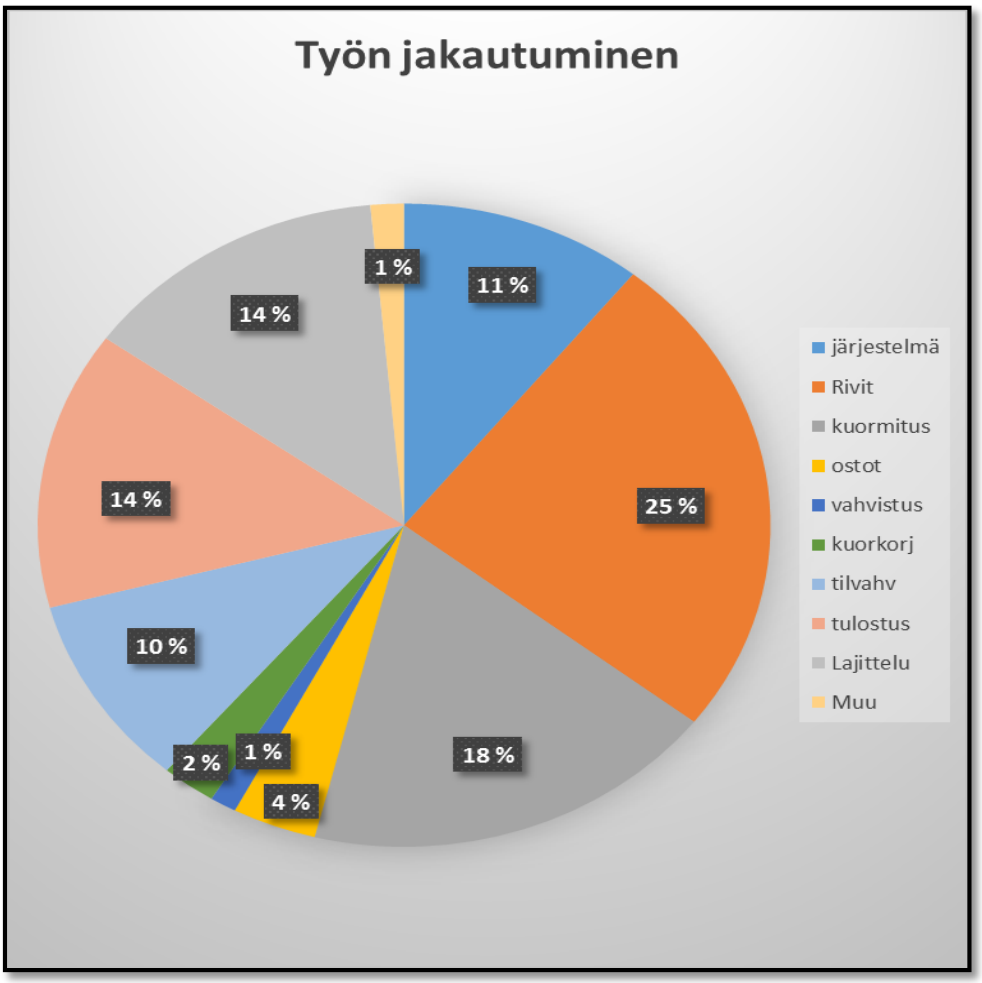
Kuvaukset suoritettiin normaalin työskentelyn keskellä, jotta saataisiin mahdollisimman autenttinen tallenne tavallisesta työskentelystä. Kuvauksen aikana kamera oli asetettu työpisteen viereen ja valvoja sen lähelle tallentamaan työsuoritus. Täysin oletettavaa ja tarkoituksellista että keskeytyksiä työhön voisi tulla, kun myyjät ja ohjelmoijat joutuvat vastaamaan tekemistään töistä tuleviin kyselyihin. Jotta realistinen kuva nykytilasta saadaan, on nämä tekijät hyväksyttävä.

Kuvaajana roolini tässä oli olla tilanteen tasalla ja tarpeen mukaan tarkentaa ja loitontaa kuvausta sekä siirtää kameraa, jos henkilöstöä kulki ohi. Ennen kuvauksen alkua, oli työntekijän kanssa käyty läpi kuvauksen toteutus ja sen keskeytys kahvi- ja lounastaukojen kohdalla. Työ jätettiin kesken siihen missä ne olivat ja tauon jälkeen siitä jatkettiin.

Kun kuvaukset on saatu tehtyä, käytiin ne läpi yrityksen käytössä olevaan SMED-analyysipohjaan, johon eriteltiin jokainen työntekijän suorittama vaihe, esimerkiksi tilauksen avaaminen, kauanko siihen meni ja siitä seuraavaan vaiheeseen ja niin edelleen. Tästä saatiin kaivattu vertailudata eri vaiheista, kauanko keskimäärin menee yhteen vaiheeseen.

Tarkoitus on löytää SMED:n avulla ne työvaiheet, joissa on suurin vaihtelu työaikojen kesken. Näiden työvaiheiden syvempi tarkastelu voi auttaa meitä löytämään hukkaa vaiheissa ja prosessissa kokonaisuutena. Mutta ennen kaikkea, tarkastelu jakaa työvaiheet arvoa tuottavaan ja arvoa tuottamattomaan aikaan. Sisäiseen ja ulkoiseen asetusaikaan, IED ja OED aikaan. Nämä on ilmaistu VA ja NVA merkeillä eli arvoa saatu (Value Acquired) ja ei arvoa saatu (No value Acquired).

Tilauskäsittelyn SMED-kuvaus päättyi seuraavasti: Mittarointi ajan sisällä käsiteltiin haluttu määrä vanhoja tilauksia. Tämä edustaa kaikkein selkeintä ja helpoiten toistettavaa tilaustyyppiä. Niitä myös menee eniten, niistä tulee eniten Andone-ruudun täytettä ja sitä kautta niiden käsittelyn parantaminen on ensiarvoista. Siitä saatiin johdettua seuraavat kaaviot. (kuvio 24)

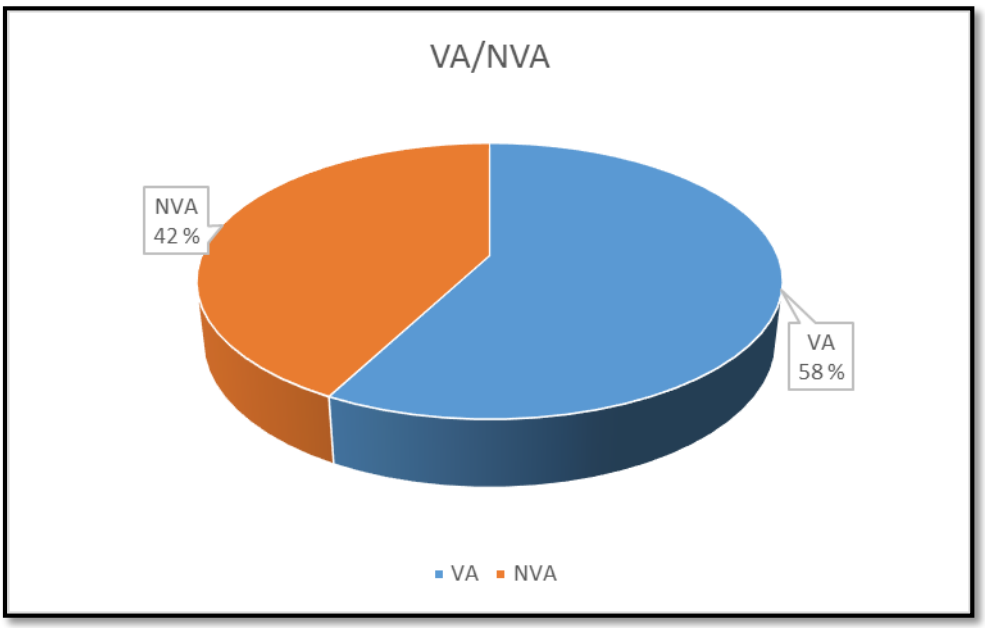


Kuvio 24 Ajan jakautuminen, Tilauskäsittely

Taulukko 1 Termien selvennykset, Tilauskäsittely

järjestelmä	Tilaus asiakkaan järjestelmästä
Rivit	Rivien kirjaaminen
kuormitus	rivien kuormitus ja ajoittaminen
ostot	Ostotilauksien tekeminen
vahvistus	Ostotilausten vahvistus
kuorkorj	Kuormituksen mahdollinen korjaaminen
tilvahv	Tilausvahvistuksen lähettäminen asiakkaalle
tulostus	työkorttien tulostus
Lajittelu	Lajittelu ja hyllyyn vieminen
Muu	Kaikki muu

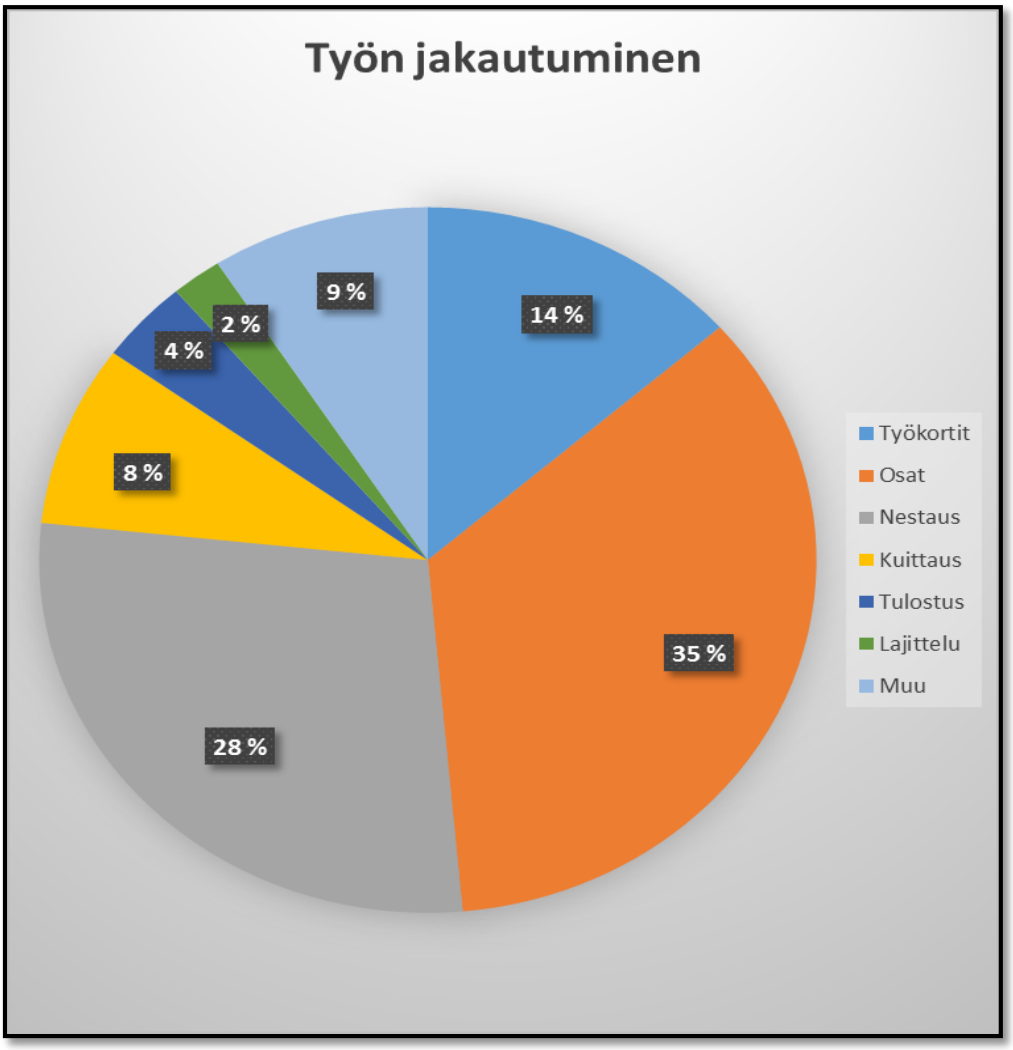
Aika on jakautunut oletetusti. Työläimmät vaiheet eli Rivien kirjaaminen sekä Kuormittaminen ovat saaneet eniten aikaa, jota seuraa tulostaminen ja lajittelu.



Kuvio 25 Tilauskäsittelyn VA/NVA

Tilauskäsittelyssä arvoa tuottavaksi ajaksi tuli selkeästi yli puolet kaikesta ajasta, mutta kolmannes ajasta ei tuonut mitään arvokasta työvaiheeseen. Arvoa tuottamattomiksi laskettiin järjestelmä vaihe eli tilauksen hakeminen asiakkaan järjestelmästä ja alkutietojen kirjaamisen. Lisäksi tulostus ja lajittelu, joihin yhteensä kuluu miltei 30 % ajasta. Nämä ei tuo yritykselle mitään arvoa ja nousi yhdeksi tärkeimmistä kehityskohteista.

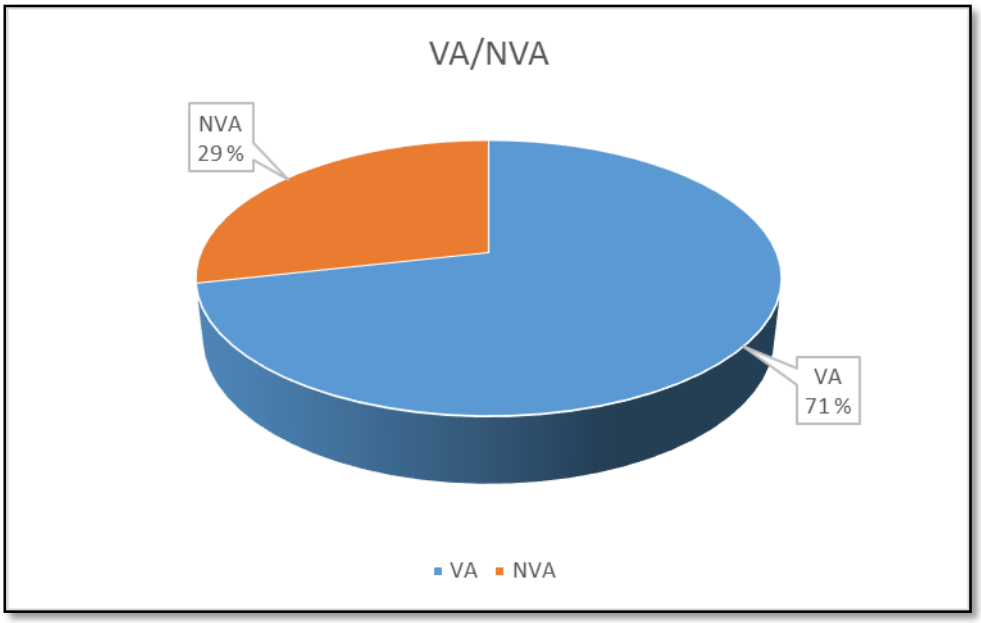
Sama käsittely tehtiin ohjelmoinnille ja tulokset olivat seuraavat: Mitattava ajanjakso oli samanlainen kuin tilauskäsittelyllä ja työkiertojen määrä oli sama. Eniten aikaa meni osien käsittelyyn ja nestaamiseen, eli juuri oikeisiin asioihin. Toisin kuin tilauskäsittelyssä, ohjelmoinnissa tulostukseen ja lajitteluun kului alle 10 % kaikesta ajasta. (ks. kuvio 25)



Kuvio 26 Työnjakautuminen, Ohjelmointi

Taulukko 2 Termien selitykset, ohjelmointi

Työkortit	Työkortti hyllystä ja töiden avaus
Osat	Osien käsittely nestaus ohjelmassa
Nestaus	Osien nestaaminen levylle
Kuittaus	Töiden kuittaaminen L7:n
Tulostus	Nesti korttien tulostus
Lajittelu	Lajittelu lokeroon
Muu	muut tapahtumat



Kuvio 27 Ohjelmointi VA/NVA

Tilauskäsittelyssä arvoa tuottavan ajan osuus on 71 % mikä on oikein hyvä, ottaen huomioon Leanin esityksen, että vain 10 % normaalista työajasta tuottaa arvoa. (ks. kuvio 27) Vaikka suhtaudun skeptisesti tulokseen, se osoittaa selvästi, että aika kuluu työhön mikä tuottaa arvoa. Tietenkin voisi väittää, että ”osat” vaiheen ei tulisi olla arvoa tuottavaa, koska niiden tulisi olla valmiita nestaukseen. Jos ohjelmoija laittaa 35 % ajastaan niiden käsittelyyn, se ei tuota arvoa. Muuten saadut arvot ovat odotusten mukaisia. (ks. kuvio 26)

Tässä kohtaa on hyvä muistuttaa, että nestaukseen kuuluu osien tarkistaminen ja korjaus. Oli se sitten uusi kappale, revisiomuutos tai sovellutus omaan tuotantoon, ohjelmoinnin tulee nämä muutokset tehdä. Jos asiaa tulee vielä syvemmin perustella, kaikki aika jonka ohjelmoija käyttää osien korjaamiseen niiden ollessa CAD-muodossa, on paljon halvempaa kun, että niitä korjataan sitten tehtaan tuotannossa.

8 Visio uudesta prosessista

Jo kehitysprosessin alkupalaverista lähtien, tarkoituksena oli kehittämisen ohessa luoda kokonaan uusi prosessi ylävirtaan. Ideana tässä on yhdistää kaksi erillistä prosessia yhdeksi, joidenka osat olisi selkeämmin eritelty omiksi työvaiheikseen. Alkutilanteen VSM- ja kalanruotokaavion esittämää tietoa lähtökohtana käyttäen, uuden prosessin rakentaminen lähtee vanhan palasista.

8.1 Prosessien pilkkominen

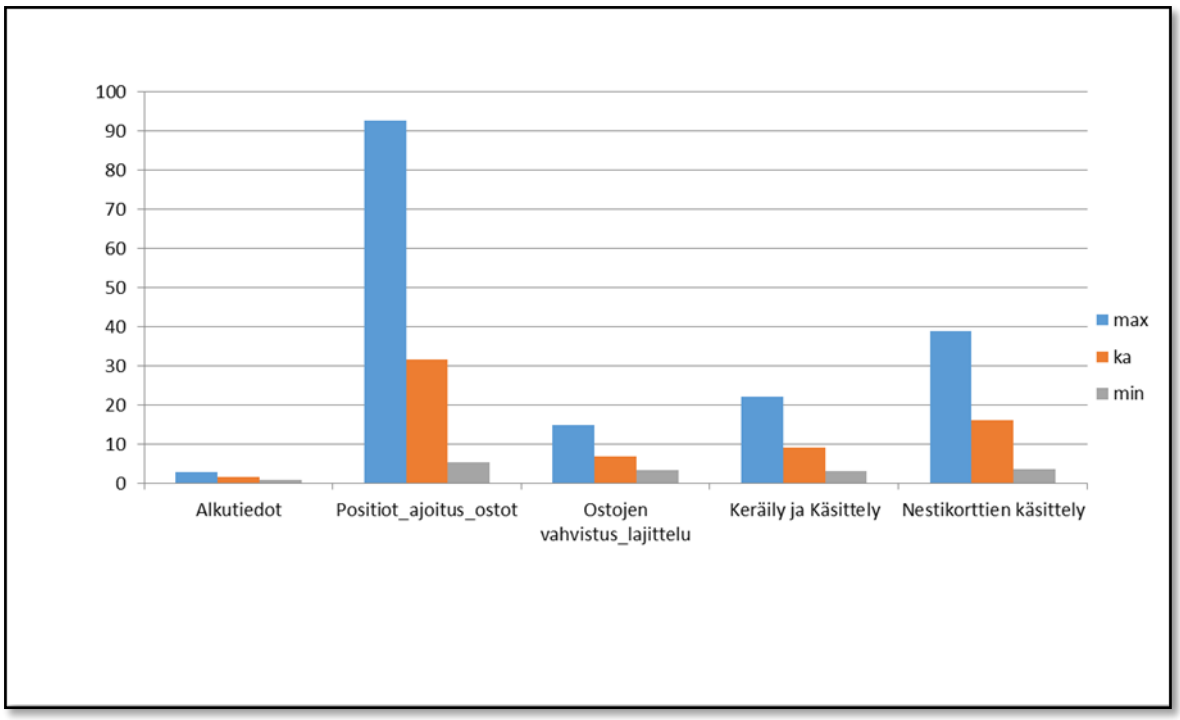
Prosessien jakaminen osiin puolestaan kuului samaan agendaan kuin supistaminenkin. Läpimenoa voidaan tehostaa jakamalla prosessi useampaan erilliseen osaan, omiksi työvaiheikseen, mitkä hoitaisi erillinen henkilö. Läpimeno kasvaisi työvaiheiden keston lyhentyessä, mutta henkilöstön määrä lisääntyisi pakosta tai nykyisen henkilöstön tehtävät jouduttaisiin jakamaan uudestaan.

Tilauskäsittely oli tarkoitus jakaa kolmeen ja ohjelmointi kahteen erilliseen osaan. Näissä osissa tehtävät olisivat jaettu viiteen uuteen vaiheeseen ja kahden vanhan prosessin välistä kitkaa olisi karsittu. Nämä vaiheet ovat:

1. Tilauksen avaus asiakkaalta ja alkutietojen kirjaaminen L7:n
2. Rivien kirjaaminen, ajoitus ja ostotilaukset
3. Ostojen vahvistus, työkorttien tulostaminen, asiakkaalle tilauksen vahvistaminen sekä työkorttien lajittelu
4. Työkorttien keräily ja osien käsittely
5. Nestaaminen ja nestikarttojen tulostaminen

Jatkossa viittaan uusiin ideaalivaiheisiin niiden numeron perusteella vaihe 1, vaihe 2 ja niin edelleen. Vaiheet pitävät sisällään kaikki prosessikuvissa mainitut osat, mutta jako on vedetty merkitsevien välille. Jako perustui työvaiheiden jeattavuuteen, mitkä vaiheet olisi pakko tehdä yhdessä ja mitkä voidaan jakaa? Kun uudet työvaiheet oli jaettu, niiden toimivuutta mitattiin samankaltaisella tarkastelulla kuin SMED-videoanalyysejäkin.

Tällä kertaa ei käytetty videokameraa vaan tavallista sekuntikelloa ja tarkastelun kohteetkin olivat yksinkertaisempia. Tilauskäsittelyssä ja ohjelmoinnissa tarkasteltiin, miten aika jakautuu uusien ideaalivaiheiden kesken ja kuinka paljon tuloksissa olisi vaihtelevuutta. Mittarointi jakson pituus oli sama SMED-analyysien kanssa.



Kuvio 28 Uusien vaiheiden tarkastelu

Mittaroinnin jälkeen analysoin tulokset muuttamalla tulokset sekunneiksi ja laskemalla keskiarvon (oranssi palkki). Tästä johdettiin vaihtelevuus. Kuviossa 28 sininen osoittaa maksimivaihtelua ja harmaa minimivaihtelua. Mitä tästä voidaan päätellä? Ensinäkin sen, että vaihe 2 (rivien syöttö, ajoitukset ja osto) vie eniten aikaa ja siinä vaihtelu on erittäin suurta. Tämä johtaa juurensa tilausten monipuolisuuteen ja myyjän rooliin, mistä on aikaisemmin mainittu.

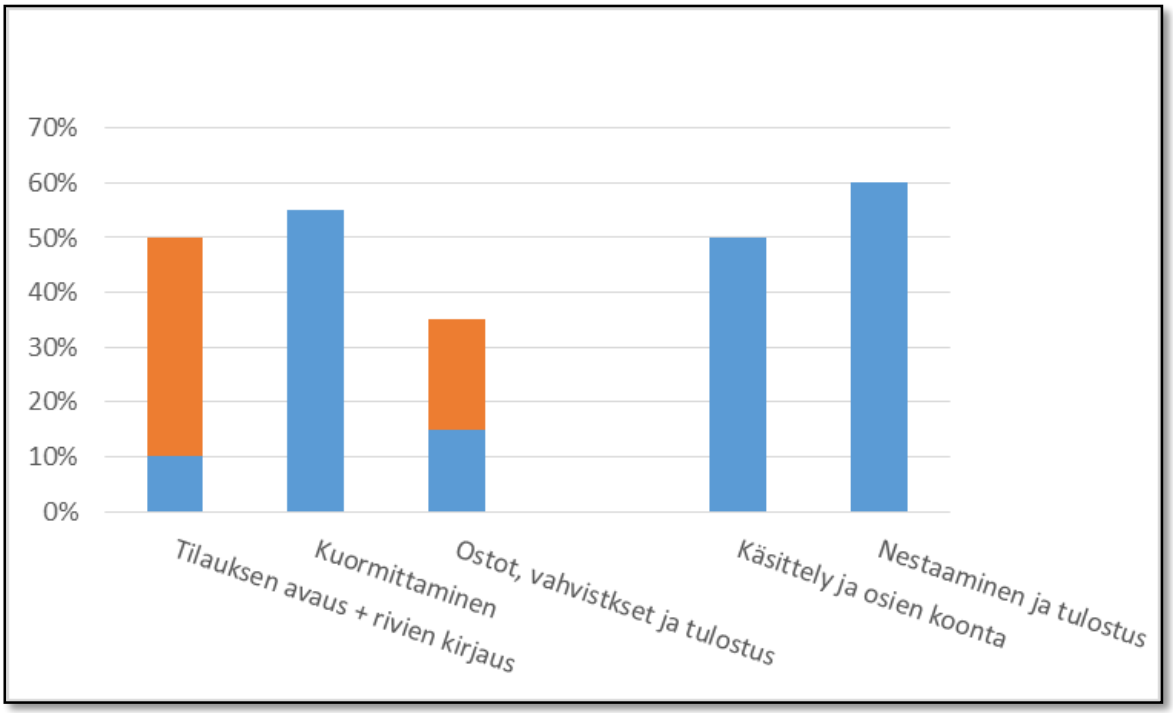
Huomion arvoista on, että vaiheen 3 (ostojen vahvistus, tulostus ja lajittelu) pylväs on melko pieni, ottaen huomioon, että sen tulisi olla miltei 30 % kokonaisajasta. Sitä se voi helposti ollakin, jos vaiheen kaksi pylväs olisi lähellä keskiarvoaan, mutta verratessa näiden kahden vaiheen vaihtelua, vaihe 3 on selkeästi stabiilimpi. Vaihe 1 puolestaan vie vähiten aikaa ja sen vaihtelu on olematonta tarkastelun kannalta.

Ohjelmoinnin vaiheet 4 ja 5 käyttäytyvät melko samankaltaisesti. Vaihtelevuutta esiintyi molemmissa, mutta käyrä on molemmissa samankaltainen. Ja se selittyy yksinkertaisesti toteamalla, että jos käsittelyssä on paljon osia, niin nestauksessakin menee pidempään. Vaiheiden välillä on kyllä erojakin, eli täysin toisistaan riippuvia ne eivät ole. Verratessa tilauskäsittelyyn, jossa vastaava riippuvuus suhde ei paljoa merkitse, ohjelmoinnissa on selkeä riippuvuussuhde.

Tarkoituksena on luoda tulevan kuva hyödyntämään PMC:tä mahdollisimman paljon, sen ollessa selkeästi tehokkain keino nestata kappaleita. Tässä rajoitteena oli sen soveltuvuus vain toiselle laserille, mutta projektin loppupuolella vahvistettiin, että ohjelmistoille on saatu sopiva muunnin Bysoft:n sisään ja Trumf:lle ohjelmointi onnistuu. Täydellinen se ei vielä ole, mutta kääntimen toimiminen sallisi koko ohjelmoinnin ohjelmoida yhdellä sovelluksella lasereita. Tämä nopeuttaisi toimintaa suuresti.

Trumf muuntimen toimiminen sallisi kaiken laserleikkuun ohjelmoinnin PMC:llä. PMC on paljon nopeampi kuin tavanomainen ohjelmointi käsin, ja se estää muutamia virheitä koskaan ilmentymästä (väärä osamäärä, väärä materiaali) ohjelmoijan toimesta. Ohjelman lukiessa tilariviltä kappaleen tiedot, virhepiste siirtyy tilauskäsittelyyn. PMC:n täysimittaista käyttöönottoa ei nyt estä varsinaisesti mikään, mutta Bysoft/Trumf käännin tarvitsee kuulemma vielä testaamista enemmän ennen kuin siihen voi kunnolla luottaa.

Kun tulevan tilan kuvan mallinnus ajoitettiin, vaiheiden erilaiset ajat nousivat ongelmaksi. Linjan tahti ja jakson aika olisi nyt paljon tavoiteltua korkeampi ja vaiheiden välissä liikaa eroa. Tässä tehtiin pienen pohdinnan jälkeen ratkaisu hajottaa vaihe 2 paloihin. Rivien kirjaaminen siirretiin vaiheeseen 1, mikä lisäsi siihen huomattavasti aikaa ja tasoitti toimintaa ja kun ostotilaukset siirrettiin vaiheeseen 3, oli aikamäärää saatu tasattua aika selkeästi. (ks. Kuvio 29)



Kuvio 29 Kuorman tasaaminen

Ideana oli, että luodaan uusi työtehtävä, tuotannon suunnittelija, joka vastaisi kaikkien rivien kuormittamisesta tuotantoon. Tämä tekisi tuotannon hallinnasta paljon helpompaa ja poistaisi ylikuormitusta, joka on ollut ongelma.

8.2 Tulevan tilan kuva v0.1

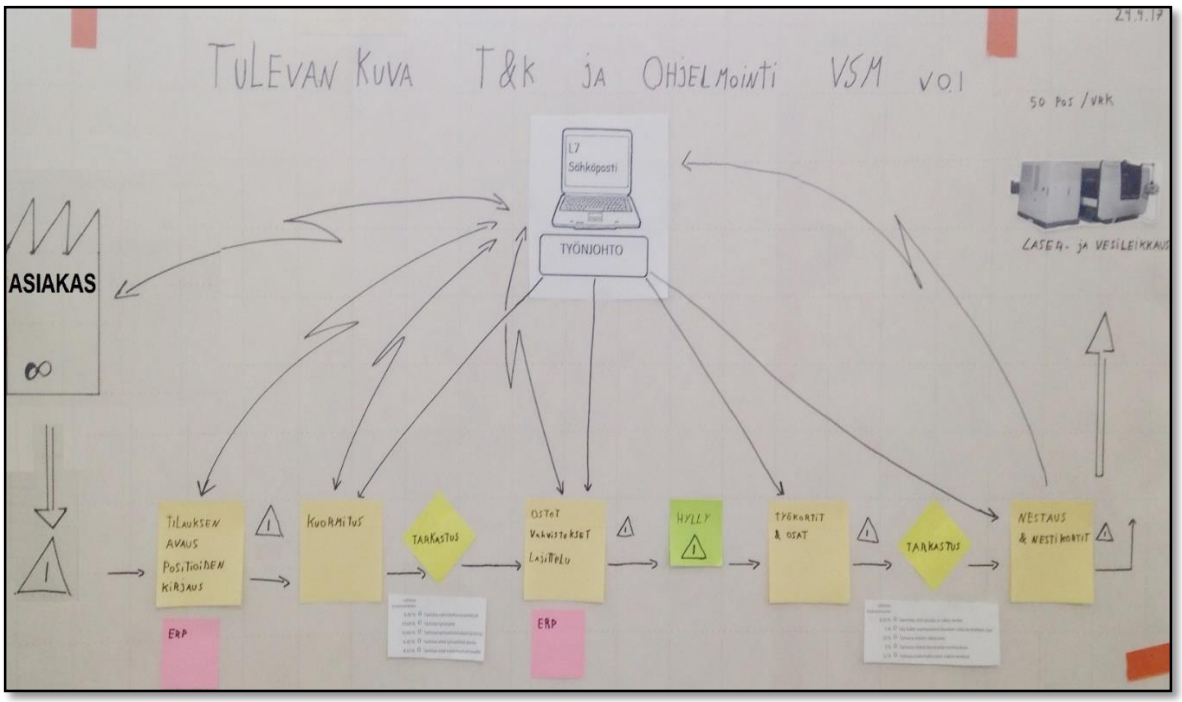
Uuden prosessin vision perusteella piirrettiin tulevan tilan kuva VSM kaavion. Tähän sisällytettiin idea uudesta vaiheistuksesta, tarkastuspisteiden luominen ja ERP-integraation mukaan tulemisesta. Nyt T&K ja ohjelmointi oli piirretty yhteen kuvaan, erillisten kuvien sijasta. Tässä oli sovellettu uutta vaiheistusta ja jaettu prosessi viiteen yksittäiseen osaan. Tässä olisi mukana uusi tuotannon suunnittelijan tehtävä.

8.2.1 Kehitys V0.1 taustalla

Kuviossa 30 näkyy, että ERP integraatio oli nyt tuotu mukaan, sillä se oli erillinen projekti, jonka kulusta meillä ei ollut tarkempaa tietoa, mitä nyt myyntiassistentilta

pystyttiin kyselemään. Mutta sen vaikutus tiedettiin: se tulisi hoitamaan tilausten avaamisen, alkutietojen kirjaamisen järjestelmään ja rivien kirjoittamisen järjestelmään. Tämä säästäisi todella merkittävästi aikaa ja nopeuttaisi läpimenoa. Lisäksi tilauksen kuittaaminen hoituisi sen kautta.

Jos syötetään tämä tieto SMED-analyysin dataan, noin 40 % nykyisestä työstä tulisi automaattiseksi. Numeroilla tämä on vaikuttavaa, mutta on muistettava, että ostotilaukset ja ajoitus jäisivät edelleen tilauskäsittelijän hoidettavaksi. Ja etenkin ostotilausten kuittaamiseen voi mennä todella kauan. Tämä tosin on yhdelle tilaukselle. Koko tilauskannassa, jossa ostotilausten osuus kokonaistilauskannasta on 20 %, tämä olisi silti merkittävä parannus.



Kuvio 30 Tulevan tilan kuva V0.1

Jotta ei kuitenkaan oltaisi liian optimistisia, on muistettava, että ERP-integraation valmistumispäivää ei tiedetä, se edistyy omana projektinaan, riippumattomana tästä. Joten sama ajatus on pidettävä mielessä. Projektin kehityksen tulee tulla siitä itsestään, ei toisesta projektissa. Täten käsittelen VSM:ä itsenäisenä kehityksenä,

mutta ERP:n huomioon ottaminen jo tässä helpottaa siihen siirtymistä, kun muutoksissa sen olemassaolo on jo huomioitu.

Tässä mallissa oli uutena kaksi tarkastuspistettä, toinen tilauskäsittelyn lopussa, toinen ohjelmoinnin vaiheiden välissä. Tarkistuspisteiden alla oli pienet laput, joihin oli kirjattu tarkistettavat asiat sen perusteella, kuinka yleinen virhe oli Andone-ruudussa. Virheiden juurisyistä johdetut tarkistukset olivat ohjelmoinnille:

- 8,50 % Varmista, että sinulla on oikea revisio
- 5 % Käy kaikki asemointimerkkaukset vielä kertaalleen läpi
- 10 % Tarkasta reikien oikea koko
- 5 % Tarkasta oikeat kierrereikä-merkkaukset
- 12 % Tarkasta laskemalla osien määrä nestissä

Tämä oli laadittu analysoimalla ne virheet, jotka olivat reklamaation taustalle, niiden juurisyyt ja sitä kautta luotu lyhyitä virkkeitä, jossa on tarkistus metodi virheen estämiseksi. Tilauskäsittelyn tarkastuslista oli puolestaan seuraavana.

- 6,40 % Tarkista valmistettavuusanalyysi
- 10,60 % Tarkista työohjeet
- 10,60 % Tarkista työnvaiheistuksen järjestys
- 6,40 % Tarkista ettei työvaiheita puutu
- 4,30 % Tarkista vielä materiaalivahvuudet

Muita tulevan tilan kuvassa olevia ratkaisuja on selkeytetty kommunikaatio työnjohdon ja vaiheiden välillä. Välivarasto on jäänyt edelleen ja sen koko ei ole muuttunut. Tehokkaamman virtauksen tulisi kuitenkin alkaa purkaa sitä. Ja kuten aikaisemmin on selitetty, sen olemassa oloon on syynsä.

8.2.2 Esittely ja palaute

Tulevan tilan kuva ja uusi prosessi esiteltiin tehdaspäällikölle, asiakkaan päämyyjälle ja mittaroinnissa eniten mukana olleelle tilauskäsittelijälle. Tämä toteutettiin projektin esittelynä, jossa käytiin projekti lyhyesti läpi, aina alkutilanteesta

saavutettuihin tuloksiin. Eniten aikaa omistetiin SMED-analyysin käsittelyyn ja tulevan tilan kuvan käsittelyyn, mistä nousikin reilusti kysymyksiä ja palautetta. Ensimmäiseksi SMED:tä nostettiin esiin suuri hukan määrä minkä tilauskäsittely käyttää tulostukseen ja lajitteluun. Sen osuus oli yli 30 % ja se tulisi vain nousemaan, kun ERP-integraatio alkaisi toteutua käytännön tasolla.

Täten hukan, joka tulee papereiden pyörittelystä, tulee olla tärkein kehityskohde. HT:ssa on konsernitasolla jo noussut esiin paperittomia toimistoja, jossa työkortit tulostetaan vasta tuotantoon mennessä. Sen käyttöönottaminen Keuruulla ei kuitenkaan ole vielä ajankohtaista, mikä johtuu tuotannon rakenteesta ja vaihtelun määrästä.

Tavoitteeksi asetettiin selvittää voiko tulostukseen ja lajitteluun kuluvan ajan poistaa tilauskäsittelystä, esimerkiksi eriyttämällä ne omaksi vaiheekseen. Miten tämä tultaisiin tekemään, jäi vielä selvitettäväksi. Alustava ehdotus oli siirtää ne lajittelijalle. Tämä olisi ollut kokonaan uusi työvaihe, jonka vastuulla olisi kerätä, koota ja lajitella tulostetut työkortit. Tämän olisi tarkoitus koskettaa koko toimistoa. Idean toteutettavuudesta tulisi tehdä mittarointi ja sen perusteella päättää toiminnasta.

Laadunvarmennuskeinoistamme puolestaan ei oltu yhtä mieltä myynnin sekä johdon kanssa. Heti aluksi nousi esiin perusteltu kommentti siitä, että toimet kuten ”Tarkista valmistettavuusanalyysi” tai ”Tarkista työohjeet”, ovat aivan liian sekavia. Niiden olisi oltava pieni tarkistuslista, minkä on tarkoitus olla osa tilauskäsittelyprosessia. Ohjelmoinnin ohjeissa tämä oli ymmärretty ja ohjeet kuten: ”Varmista, että sinulla on oikea revisio” ja ”Tarkasta laskemalla osien määrä nestissä” ovat lyhyitä, yksinkertaisia virkkeitä, paljon helpompia ymmärtää ja toteuttaa.

Tilauskäsittelyssä ”tarkista valmistettavuus analyysi” olisi sama, kun uutta tuotetta suunnitellessa. Joka ikisen asian läpikäyminen osan valmistuksessa: sen vaatima materiaali, leikkuu, särmäys, hitsaus, pintakäsittely. Kaikki näihin liittyvä, niiden ohjeistaminen tulisi käydä läpi ja varmistaa että ne voidaan toteuttaa käytössä olevalla kalustolla. Tarkoituksena on, että uuden tuotteen tullessa järjestelmään, kun se on kerran suunniteltu, sitä ei tarvitse tarkistaa valmistettavuuden varalta.

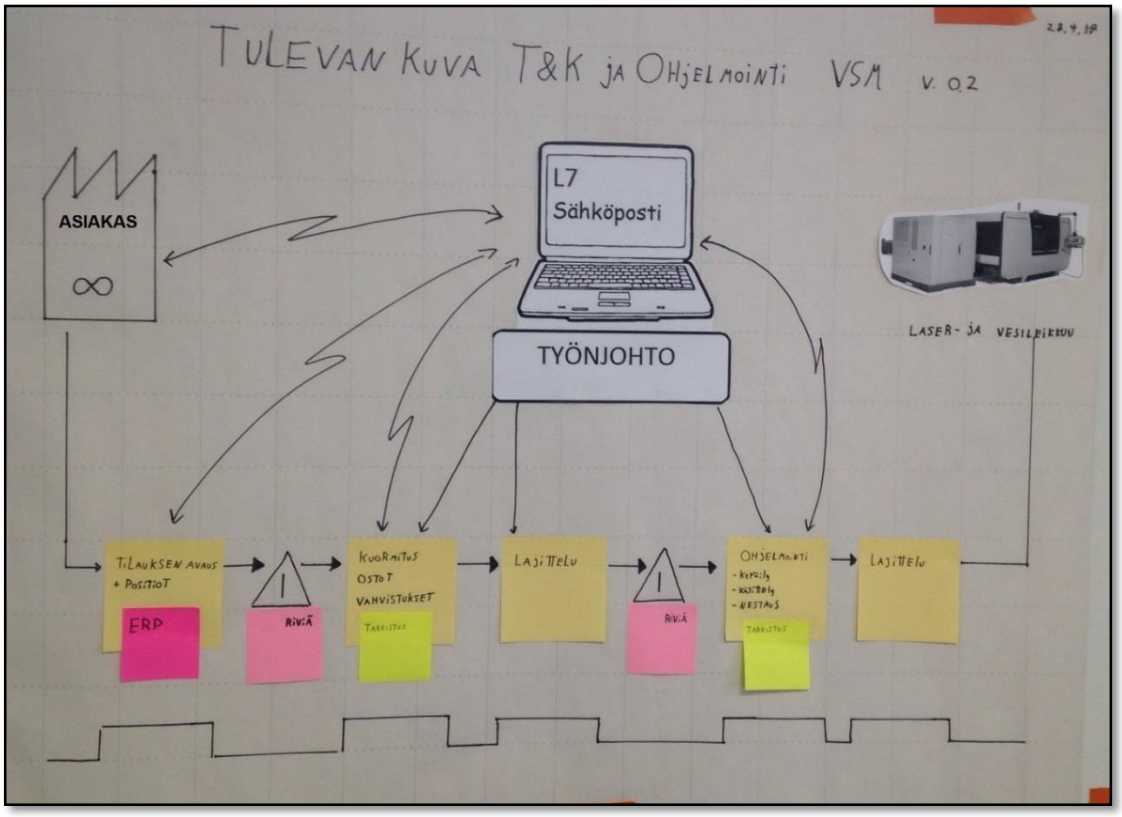
Tuli selväksi tällöin, että meillä oli väärä termi käytössä. Tarkistusohjeet oli laadittu Andone-ruudun juurisyistä, ja siellä olivat esiintyneet kyseiset syyt. Niiden muuttaminen realistisiksi toimiksi oli jäänyt tekemättä. Tämä korjattaisiin tulevan tilan kuvaan 0.2 seuraavalla tavalla:

Ideamme kuormitus henkilöstä tai tuotannon suunnittelijasta ei saanut kannatusta. Tämä ei johtunut idean luonteesta, tai ettei kyseiselle henkilölle olisi käyttöä, vaan puhtaasti toiminnan asiakaslähtöisyydestä. Tilauksia ei pystyttäisi vahvistamaan ajallaan, jos niiden rakennetta ja ostoja ei ole kuormitettu. Tämä ratkeaisi sillä, että tuotanto olisi ajoissa. Tällöin tilauksen voisi vahvistaa, mutta vain toimituspäivän. Ostot ja alihankinnat voisi järjestää jo silloin, mutta tuotantoon kappale menisi vasta kun sen olisi tarve.

Tarpeella tarkoitan sitä aikaa, joka sillä kestää kulkea tuotannon läpi ja tuote olisi valmiina juuri toimituspäivää edeltävänä työpäivänä. Tässä on vain se vaatimus, että tuotanto olisi ajoissa ja sille ei tulisi viivytyksiä. Nykyisellään tätä on mahdoton vaatia ja sen takia tuotannossa on varattu välipäiviä. Suuri vaihtelu pakottaa toimimaan ennakkoon ja tämä saa aikaan sen, että varastoa on. Toistaiseksi on hyvä, että se on vain paperia ohjelmoinnin hyllyssä.

8.3 Tulevan tilan kuva v0.2

Saadun palautteen perusteella kehitys ohjattiin uuteen suuntaan. Tarkastuspisteen tekemisestä luovuttiin ja päätettiin vain kehittää nykyisiä tarkistusmalleja paremmin vastaamaan reklamaatioista heijastuviin juurisyihin. Tilauskäsittelyn ohjeet suunniteltiin uudestaan ja prosessia lyhennetiin kun tulostukset pyrittiin erittelemään omakseen. Tarkistukset sisällytettiin vaiheisiin itseensä edellä mainittujen tarkistuskohtien mukaan (ks. Kuvio 31)



Kuvio 31 Tulevan tilan kuva V0.2

Tilauskäsittelyn tarkistuslista meni uusiksi ja siinä esiintyneet ohjeet korvattiin selkeämmillä. Tässä kiinnitin enemmän huomiota termeihin ja painotin ennen kaikkea sitä mihin myyjä pystyy puuttumaan ja mihin hänen ei kuulu puuttua vanhan tuotteen tilauskäsittelyssä. Uusi tarkastuslista on:

- Tarkista aikaisemmat huomautukset tilauksen rakenteessa
- Tarkista tuotteen ja sen osien revisio
- Tarkista toimitusosoite, toimitus pvm ja alihankinnat
- Tarkista kuvien määrä, revisio
- Tarkista vielä materiaalivahvuudet
- Korjaa tuotenumeronkirjaus sisältämään alaviivan

8.3.1 Lajittelija työvaihe

Tulostuksien keräämisen siirto lajittelijan tehtäväksi oli jo alusta lähtien kankean kuuloinen idea. Ei pelkästään siksi, että se tulisi olemaan yksitoikkoinen työ, mutta myös se, että sen kehittämisessä ideasta työvaiheeksi ilmeni erittäin paljon ongelmakohtia. Ne tulisi kuitenkin ratkaista, sillä puhtaat luvut puhuivat karua kieltä.

Yhden tilauskäsittelijän työajasta kului (riippuen hivenen mittauksesta) 20–30 % kokonaistyöajasta työkorttien tulostukseen ja lajitteluun. Kun tämä suhteutetaan kaikkien pääasiakkaan tilauksia käsittelevien kesken, tekee tämä 80- 120 % yhden päivän työajasta. Keskimäärin yhden ihmisen päivän työaika.

Nämä luvut eivät ole kaikkein parhaimpia vertailukohtia ja niiden esittämää dataa ei tule suoraan lukea myyjien tehottomuudeksi. Kuten jo aikaisemmin olen esittänyt, myyjän työhön kuuluu paljon muutakin kuin puhdas tilaustenkäsittely ja mittaroinnissa on käsitelty vain tilauskäsittelyprosessia. Tavoite oli tarkastella tätä suhdetta paremminkin, eli selvittää kauanko aikaa myyjä käyttää keskimäärin tilauskäsittelyyn päivittäin. Erityisesti siksi, että vaihtelu tässäkin on valtavaa. Valitettavasti tämän tärkeys huomattiin vasta tulevan tilan kuvan 0.1 esittelyn jälkeen.

8.3.1 Lajittelija mittarointi

Joka tapauksessa on selvää, että hukkaa syntyy tulostuksesta ja lajittelusta, mikä voidaan välttää. Kaiken tämän ulkoistaminen lajittelijalle toisi selkeää tehokkuutta ja samalla kehittäisi toiminnan laatua, kun tarkastuksessa olisi oltava tarkempia, kun työkortit eivät enää tulisikaan pöydälle ja havaitut virheet pystyisi korjaamaan.

Mutta vasta-argumentti oli tähän selkeä: Miten lajittelija tietäisi tehdä korjaukset? Miten hän osaisi tarkistaa rakenteen tai revision? Suunnitellessani lajittelijaprosessia törmäsin heti erittäin vaikeaan ongelmaan: kuinka lajittelija osaisi tarkistaa tilauskäsittelyn ja ohjelmoinnin virheet? Jotta hänellä olisi edes mahdollisuuksia, hänen tulisi osata molempien prosessien toiminta edes perustasolla, jotta hän ymmärtäisi mitä tulostuksista tulisi tarkistaa ja vaikka hän osaisi, miten hän etsisi

yksityiskohtia, joita ei voi tietää kuin tilauksen käsitellyt tai ohjelman piirtänyt henkilö.

Itse lajittelu ja hyllyttäminen eivät ole vaikeita ohjeistaa, mutta se miten tilaukseen tuleva tieto (revisiomuutokset sekä ohjelmiin päätyvät lisät kuten nippunumerot ja palatarrat) saataisiin ohjelmoijan tietoon sujuvasti, on todella haastava tehtävä. Se edellyttäisi jo L7:n asti ylettyviä toimia, millä tietoa saataisiin jaettua eteenpäin.

Ennen kuin alan perehtyä niin syvälle on yksinkertaisempi ja oleellisempi asia ensin hoidettava pois alta. Onko lajittelijalle töitä nykyisessä prosessissa? Tämä selvitettiin videokuvaussessiolla, jossa mittaroinnin ajan toimisto työskenteli mukautetulla prosessilla. Ideana oli, että T&K ja ohjelmointi ei poistu hakemaan tulostuksia vaan lajittelija hakee ja kokoaa ne. Tarkempi selvitys toimista löytyy liitteestä 5.

Mittaroinnissa käytetiin nyt uudenlaisia menetelmiä, jotka olivat olleet jo olemassa, mutta niitä ei ollut kunnolla hyödynnetty. Näitä olivat niinkin pienet asiat, kuin tilausvahvistuksen tulostaminen pdf muotoon koneelle, sen sijaan että se olisi tulostettu paperina. Tässä on kaikki sama tieto, mutta tulostukselta ja noudolta vältytään. Tässä ei säästetä kuin kymmenen sekuntia, mutta sillä ei ole haittapuoliakaan. Jatkoa ajatellen näistä pienistä asioista kehittyy isompi kokonaisuus. Saman käsittelyn voi tehdä itse tilaukselle, kun sen tulostaa asiakkaan järjestelmästä koneen muistiin. Vaikka paperilla asia voi olla selkeämpää, tämä on enemmän tottumuskysymys kuin fyysinen rajoite.

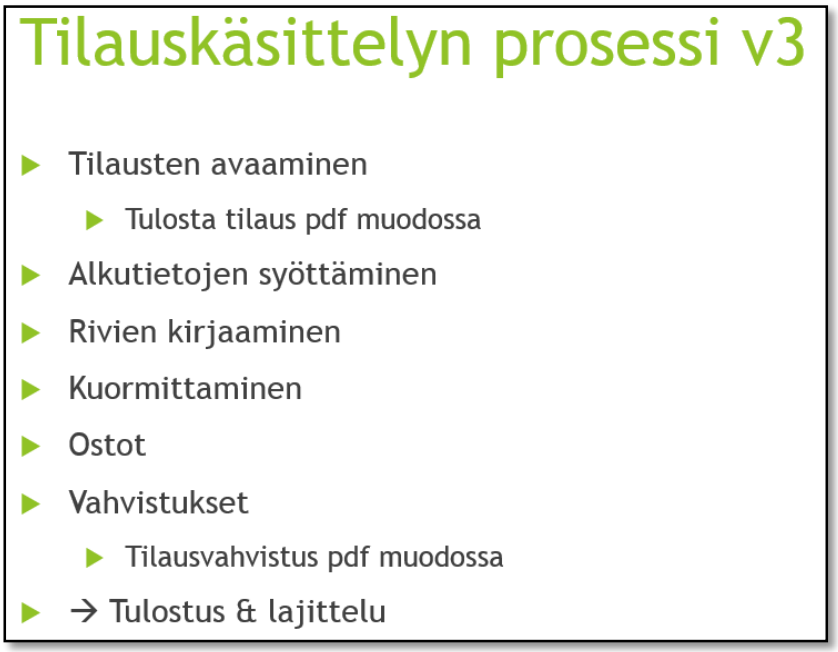
Mittarointisessio kesti puolitoista tuntia ja sen aikana lajittelijan aktiivisuus eli työntekoprosentti oli noin 32. Toisin sanoen miltei 70 % ajasta lajittelijalla ei ollut töitä tehtävänään. Tämä ei ollut niinkään yllättävää, mutta oletukset olivat 50–60 prosentin tehottomuuden tienoilla. Nämä tulokset esiteltiin yksikönpäällikölle ja hänkin oli sitä mieltä, että lajittelija ei ollut vastaus ongelmaan.

8.3.2 Tulostuksien lokerointi ja toiminta jatkossa

Lajittelijatyövaiheen kuoppaaminen ei kuitenkaan poistanut tavoitetta eliminoida hukkaa. Yksikönpäällikkö ehdottikin, että tulostimet itsessään konfiguroidaan toimimaan lajittelussa. Niihin asennettaisiin lokerot, joihin valmiit työkortit

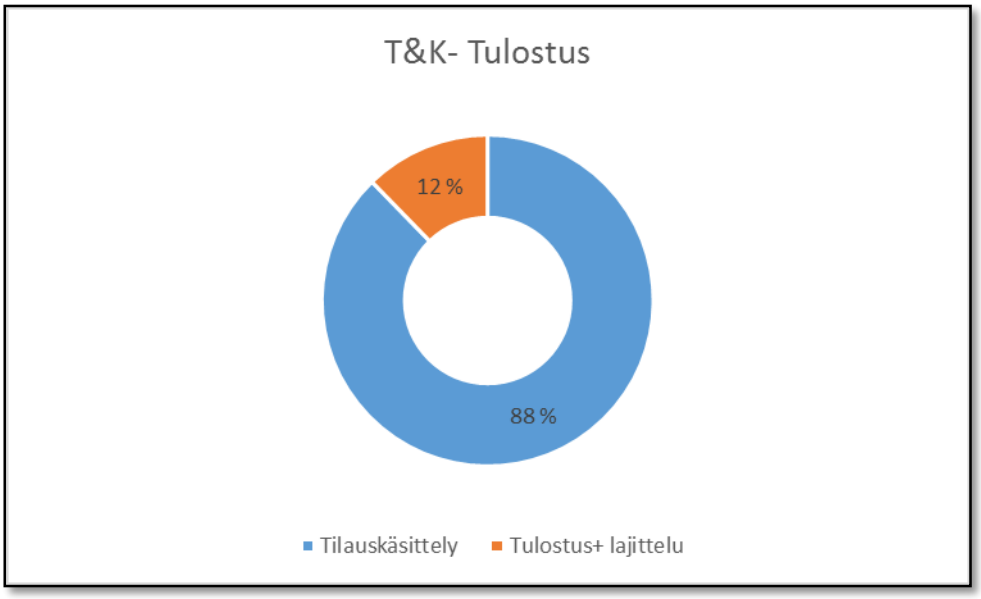
tulostettaisiin odottamaan myöhempää lajittelua. Samalla tehtäisiin erottelu työkorttien ja muiden tulostettujen materiaalin väliin, kuten työlistat, tilausvahvistukset ja myyjien tarvitsemat paperit.

IT-vastaavan avustuksella tulostimet lokeroitiin. Tarkoituksena ottaa työkorttien valtava, mutta erittäin epätasainen volyymi ja erottaa se muusta tulostuksesta. Tarkoitus on että työkortteja ei tulosteta joka tilauksen jälkeen. Sen sijaan ne tulostetaan kootusti kerran tai kaksi päivässä. Tässä onnistutaan, kunhan tilauskäsittelymenetelmää muutetaan toimimaan kuvion 32 mukaan. Tätä pystyy aikanaan käyttämään myös paperittomassa toiminnassa.



Kuvio 32 Tilauskäsittelyn kulku paperiton

Tämän toimivuudesta tehtiin vielä mittaus, jossa paperit tulostetiin ja lajiteltiin vasta kun tilaus oli tarkistettu ja vahvistettu asiakkaalle. Tulokset olivat sekä rohkaisevia että oletettujakin. Yhden tunnin työskentelyssä aikaa menisi vain 7 ja puoli minuuttia tulostuslajitteluun. Työn mittarointi toteuttikin hallitusti, ensin tilauskäsittely ja sen jälkeen tulostus/lajittelu. Niiden kesto mitattiin ja prosentuaalisesti luku puhukoon puolestaan. Prosessin uudelleen järjestämisellä, hukkaa tuottavan ajan osuus on saatu 12 % kokonaisajasta. (ks. kuvio 33)



Kuvio 33 T&K prosessin uudelleen jaksotus mittaus

Jos ollaan hivenen skeptisiä tuloksiin, on syytä muistaa, että oli tulostuksen osuus 30 % tai 12 %, sen ajallinen kesto on suoraan riippuvainen käsiteltyjen rivien määrästä. Mitä enemmän rivejä, sitä enemmän työkortteja mikä johtaa suurempaan kasaan paperia. Tulostuksen ja lajittelun tekeminen erikseen on osoittautunut tehokkaammaksi, kuin niiden käsittely tilausten välissä.

Näin olleen voidaan sijoittaa tämä tulos aikaisempaan SMED-mittarointiin, ja perustellusti todeta, että uudelleen rakentamalla prosessin vaiheita saavutetaan säästöä ajassa ja tämä aika voidaan sijoittaa laadun valvontaan. Jokaisen rivin huolellinen tarkastaminen helpottaa selkeästi syntyvien reklamaatioiden määrää, ja antaa myyjille enemmän aikaa asiakaskohtaisiin töihin, kun reklamaatioita ei synny niin paljon kuin aiemmin.

Ikävä fakta vain on, että osa virheistä on sellaisia, että ne voi korjata vasta kun ne ovat jo tapahtuneet. Tästä on loistava esimerkki Väisäsen esittämä työkuva case: henkilölle annetaan työkuva ja häntä käsketään etsimään viisi virhettä. Todennäköisesti hän ei löydä yhtään, vaikka kuinka katsoisi kuvaa. Tässä ei ole väliä, onko kuvassa todellisuudessa virheitä vai ei. Ideana on, että virheitä ei voi vain keksiä ja yrittää näin niitä estää. Tällöin luot mahdollisesti vain uusia.

Virheenestimen tarkoitus on nimensä mukaisesti estää virheet ja sen toiminta perustuu virheiden syiden tuntemiseen. Tätä Andone-ruutu tuo tehtaalle. Vaikka sen toiminta ei liity projektiin suoraan, sen keräämästä datasta on ollut jo paljon apua monelle taholle.

9 Kehitysprojektin jatkuminen sekä saavutetut tulokset

Kuten jo alussa esitin, oma osuuteni projektissa rajoittui nykytilan kuvaamiseen, mittarointiin sekä ensimmäisiin kehitystoimiin. Vaikka selkeitä ratkaisuja ei vielä pystytty esittämään, suunta on oikea. HT Laser on konsernitasolla kovasti etenemässä paperittomaan ylävirtaan, ja tällä työllä havainnollistetut kehityspisteet (tulostus, lajittelu, keräily) tulevat olemaan ensimmäiset asiat, mihin tullaan puuttumaan. Toiminnan kehittäminen kohti tätä suuntaa on olellista ja projekti tulee etenemään paperittomuutta kohti.

Se miten se loppupelissä toteutuu, on opinnäytetyön ulkopuolella. Joko työkorttien tulostus kulkee pdf-muodossa sähköpostin välityksellä tai L7:n kautta, tässä työssä on selkeästi osoitettu niiden osuus prosessissa. Sillä ei säästetä kuin 10–30 sekuntia, kun tilaus ja tilausvahvistus tulostetaan pfd:nä koneelle paperin sijasta, mutta ne parikymmentä sekuntia tilauskäsittelijä voi käyttää muuhun työskentelyyn, ensisijaisesti tilauksen tarkistamiseen. Nämä parikymmentä sekunttia kertaantuvat joka tilausriviltäja nopeasti voidaan laskea 20 rivisessä tilauksessa säästyvän noin 8-9 minuuttia.

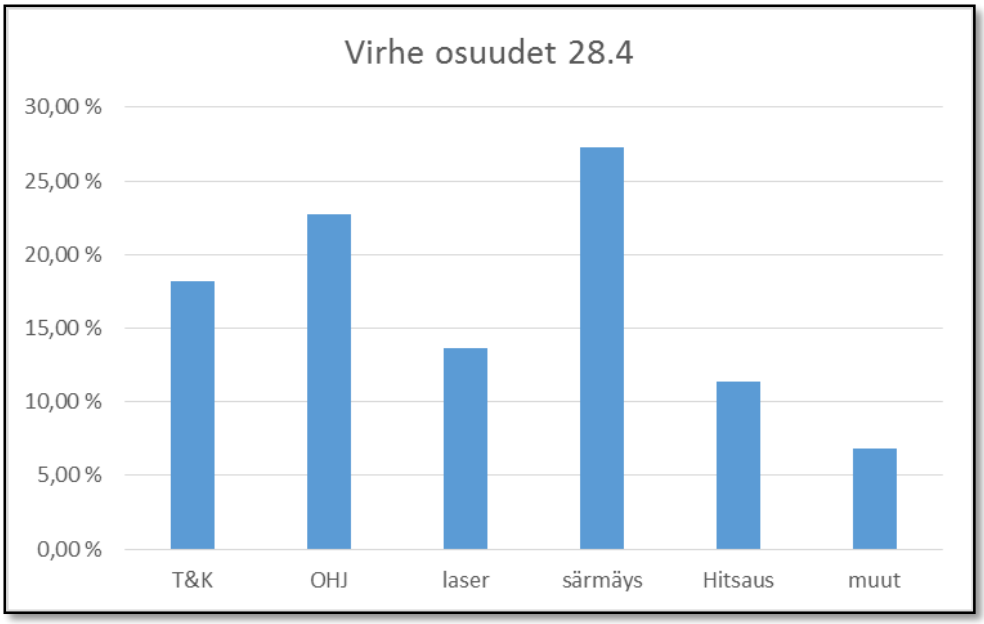
Oman osuuteni ollessa valmis projekti siirtyy Keuruun Yksikönpäällikön vastuulle, joka jatkaa sitä parhaaksi katsomallaan tavalla. Ennen uusia kehitysaskelia, on jo saavutettu kehitys pyrittävä vakauttamaan ja sitomaan osaksi prosessia. Projektissa saavutetut dokumentit on liitetty raportin loppuun: Koottu termistö (liite 3), T&K uusi prosessi (liite 4) missä on prosessin laadun tarkastus mukana.

9.1 Projektin tulokset

Projektin alussa asetetiin tavoite vähentää hukkaa ja sitä kautta tehostaa laatua 50 %. Lisäksi läpimenoa tuli tehostaa 50 %. Tässä kohtaa missä projekti on DMAIC:n mukaan I eli kehitys ja C eli hallinta vaiheiden välissä, projektissa sovelletaan PDSA-sykli kaavion mukaista suunnittele-tee-tarkista-korjaa menetelmää, jossa uusia ideoita implementoidaan käytäntöön. Vielä ei ole päästy tavoitteeseen, muuta kun tehdyn työn muuttaa luvuiksi, tilanne on seuraava.

Ensimmäisenä kaikkein selkein eli tilauskäsittelyn prosessin uudelleen organisointi. Tästä saatiin poistettua hukkaa 18 %, mikä tulee suoraan alkutilanteen 30 % (tulostus, lajittelu ja muut tekijät summa) ja siitä vähennetään kehitetyn prosessin aika 12 %. Lisäksi voin olettaa, että prosessin yhdenmukaistaminen on tuonut ainakin parin prosenttiyksikön kasvun tehokkuuteen. ks. liite 4. Ohjelmoinnille olisi hyvä tehdä vastaavat mittaukset ja menettelyt, mutta ajan puutteessa tämä jäi pois projektista.

Laatu puolella mittarina toimii T&K ja ohjelmoinnin osuus kaikista reklamaatioista. Projektin alussa tammikuussa niiden yhteisosuus oli yli 60 kaikista reklamaatioista ja 28.4 tehdyn mittauksen mukaan niiden osuus oli vähentynyt nykyiseen 40.1 %. (ks. kuvio 34)



Kuvio 34 Reklamaatio prosentit huhtikuun lopussa

Tästä ei ole kiittäminen tätä projektia, vaan jo vuoden alussa tehtyä seulontaa työkorteissa periytyvistä virheistä sekä prosessi- ja tuotelaadun kehittäjän työpanos reklamaatioiden ongelmien juurisyihin ja niiden korjaamiseen. Jouni Väisänen itseasiassa työskenteli projektin aikana osana sitäkin projektia ja käytti sieltä tulevaa dataa pohjana, kun tarkistuslistoja tehtiin ja tarkistuspistettä mietittiin.

Luotujen tarkistusmenetelmien hyödyt ja prosessien organisoinnin hyödyt tulevat näkymään kunnolla vasta puolen vuoden sisällä, samoihin aikoihin, kun ERP-integraation tulisi olla toiminnassa. Jos kaikki menee aikataulun mukaan, ylävirran läpivirtauksen tulisi kasvaa sen 46 %. Tämä summa saadaan, kun lasketaan kaikki integroitavat vaiheet niiden SMED-kuvaus prosenttiosuuksien mukaan. Tilausten avaus (11 %), rivien syöttäminen (25 %) ja tilausvahvistus (10 %).

Jos lisäämme siihen tulostuksesta tulevat säästöt ajassa, saadaan noin 58 % parannus läpivirtauksessa. Tästä säästyvä aika voidaan tällöin hyödyntää laadun tarkistuksissa. Laadun parantuessa tätä kautta, kaiken muun lisäksi, reklamaatioiden eli hukan määrä laskee ja tehokkuus kasvaa tätäkin kautta, kun aikaa tarvitsee käyttää aina vain vähemmän uudelleen tekemiseen. Tämä on kuitenkin vain ennuste, ei fakta. Fakta sen sijaan on, että järjestämällä tilauskäsittelyn vaiheet uudelleen, saadaan säästettyä aikaa.

Ohjelmointi vaikka ei saanutkaan prosessimuutosta, oli kuitenkin pohdinnan alalaisena koko ajan. Se oli jo ennen projektin alkua paljon standardoidumpi prosessi ja sen toistettavuus verrattuna tilauskäsittelyyn on selkeästi parempi. Mitä siihen voi vielä kehittää? PMC toiminen molempien lasereiden ohjelmoinnissa nostaisi tehokkuutta reippaasti ja samalla karsisi virhepisteitä. Toinen kehityskohde olisi palajärjestelmän korjaaminen, jotta se ei veisi niin paljoa ohjelmoinnin resurseja.

Näin lopuksi, jos tulisi tiivistää saavutettu tulos sanoisin, että itse projektilla saavutetut tulokset ovat melko pieniä ja kosmeettisia, mutta projektilla luotiin pohja kehittää toimintaa pidemmälle. Terminologia, standardoidut menetelmät ja prosessin tunteminen antavat projektin jatkolle ja tuleville kehityksille hyvän pohjan.

10 Pohdinta

Nyt kun retrospektiossa tarkastelee kulunutta neljää kuukautta tajuaa, kuinka kriittisen tärkeää oli, että käytin seitsemän viikkoa kehitettävän asian opettelemiseen. Ilman sitä tätä työtä ei olisi voinut suorittaa tai sen tekeminen olisi ollut todella monotonista tee tämä - mittaa tuo tyylistä suorittamista. Koska olin jo työskennellyt laserleikkuuoperaattorina, olivat tuotantohalli, henkilöstö ja toiminta ohjelmoinnin kanssa tuttua.

Tästä perehtymisen rakenne pidemmälti tuli, vaikka sitä raportissa ei eritellä. Leikkuusta oli helppo siirtyä tekemään ohjelmia, ja aikanaan tämä auttoi tilauskäsittelyyn siirtymistä, verrattuna jos tämän olisi joutunut tekemään ulkopuolisena. Tämä myös on antanut minulle paljon työkokemusta ja osaamista työskennellä vastaavissa tehtävissä. Pidetään tarkastelu opinnäytetyössä ja eritoten niissä asioissa, joita ei ole aiemmin mainittu, koska ne eivät kuulu itse raportointiin.

Jouni Väisäsen asema projektissa oli jotain, mistä tulee sanoa pari sanaa. Sitä ei ole kieltäminen, että hänellä ei olisi ollut valtavaa rakenteelista vaikutusta siihen, miten työ toteutettiin ja mihin asioihin kiinnitetiin huomiota. Hän on tehnyt paljon kehitysprojekteja ja tämä oli vain yksi muiden joukossa. Ehkä se ei ollutkaan niin hyvä asia.

Jounin osuus, varsinkin projektin alussa oli suuri. Hänen vaikutuksellaan projekti muuttui hetkessä hukan poistosta prosessin uudellen kehittelyksi. Tässä ei ollut mitään hänelle erikoista, hän aloitti tämän projektin tekemisen samalla tavalla, niin kuin on varmasti aloittanut monta muutakin. Mutta verrattuna minuun, jolla ei ollut kuin muutama kunnollinen projekti takana, hänen näkemyksensä asioista ylitti minut selkeästi. Tämä sai minut tuntemaan, että olin vain projektin suorittaja ilman suurta mielipidettä siihen.

Tämä ei johtunut siitä, että hän ei olisi kuunnellut, vaan pystyi sen sijaan perustelemaan kommenttini ja kritiikkini aiheettomaksi. Kun esitin nykyprosessin purkamista ja uuden luomista, en uskonut että se voisi toimia alkuunkaan. Ajattelussani ei ollut muuta kuin tietämyksen puutetta, joka korjaantui kun selvitin,

tutkin ja kirjoitin projektin teoriaosuuden ja Lean Six Sigma kehitysprosessin tyyli ja rakenne valkeni minulle.

Projektin loppuun mennessä työ oli täysin omissa käsissäni, Jounin korkeintaan neuvoen taustalta. Ehkä näin oli tarkoituskin käydä. Jounin vaikutus alussa piti huolen, että Leanin tyylinen kehittäminen ja DMAIC:n käyttäminen olisi projektin perusta, aivan niin kuin sen pitikin. Loppujen lopuksi Jounin selkeä ote alussa säästi monelta ongelmalta, eikä tämä enää häiritse minua.

Mikä puolestaan häiritsee? Raportti joka tuli vastaan jo projektin puolivälissä, mutta sen merkitys paljastui vasta projektin viimeisellä neljänneksellä. Ikävä tosiasia, että projektini on hyvinkin samanlainen HT Kaarinaan tehdyn opinnäytetyön kanssa. Työ oli tehty vuoden 2016 kesällä. Ei pelkästään siksi, että se oli tehty samasta aiheesta (hukan vähentäminen ilman henkilöstöresurssien kasvattamista tilauskäsittelyssä) kuin omanikin, vaan myös se on sekä rakenteeltaan että toteutukseltaan hyvin samanlainen omani kanssa.

Molemmissa hukka eroteltiin SMED-kuvauksen avulla ja hukan syyksi eriteltiin papereiden tulostus ja lajittelu. Yhtä lailla molemmissa töissä esitetään parannuskohtia prosessiin ja tarkastellaan prosessia VSM:n kautta.

Miten näin pääsi käymään? En ollut tietoinen Karivuoren (2016) työn rakenteesta, kun projektia vielä tehtiin. Olisiko nykytilanne voitu välttää ja tarvitseeko sitä edes välttää? Lähtötilanne on meillä molemmilla sama, poistaa hukkaa. Minulla se oli koko ylävirrasta, Karivuorella vain tilauskäsittely. Jokainen HT:n yksikkö on oma itsenäinen tehtaansa, joilla on omat asiakkaansa ja konekantansa eli tuotanto on erilaista.

Käytimme molemmat samoja menetelmiä ja työkaluja lähtökohtaisesti saman ongelman ratkaisemiseen, vaikka sen syyt ovat erilaiset. Tässä ei ole mitään erikoista. Iso osa Leanin kehitysprojekteista noudattaa samaa kaavaa. Sitä ihan kannustetaan tekemään. Työn aiheen ollessa sama ovat saavutetut tuloksetkin samankaltaisia. Kumpikin meistä on hakenut hukan lähteet samoista paikoista. Onneksi niistä johdetaan erilaiset johtopäätökset.

Karivuori on selkeästi etsinyt kaikki pisteet, missä on hukkaa ja koonnut sen määrän havainnollistavasti. Tässä työssä on enemmän etsitty keinoja, miten sitä hukkaa saadaan poistumaan ylävirrasta. Kyllä puhdasta erittelyäkin on ja suurin osa tuloksista nojaakin niihin ja hypoteeseihin tulevasta.

Onneksi aikaa riitti kokeilla muutamia keinoja karsia hukkaa, vaikka mitään kongreettista menetelmää ei vielä saatu ylävirran tuotantoon. Vielä enemmän se, että projekti laajeni prosessin kehitykseksi pelkän hukan eliminoimisen sijasta. Tässä pääsin lisäämään työhön useita aspekteja, kuten terminologian- ja prosessin standardoinnin.

Kuitenkin se, että miltei vastaava työ oli jo tehty samaan konserniin, ottaa päähän. Sille ei voinut mitään ja työt on tehty yksilöinä, katsomatta toiseen, ennen kuin vasta tässä pohdinnassa. En silti vain pysty karistamaan sitä epämukavuuden tunnetta, joka tästä löydöksestä on tullut. Ehkä jos projektin alku olisi mennyt eri tavalla, olisi tilanne toisin tai sitten työt olisivat vieläkin samankaltaisempia.

Loppujen lopuksi, olenko tyytyväinen saavutettuun lopputulokseen? Sanoisin että melkein, koska mittaus myyjän tilauskäsittelyyn käyttämästä ajasta jäi puuttumaan. Sen oleellisuuden tajusin valitettavan myöhään ja nyt tuntuu, että ilman sitä kaikki esitetyt tulokset ja päätelmät ovat hivenen onttoja.

Ja vaikka kuinka vakuuttaisin raportissa, että kehitys koski tilauskäsittelyprosessia, se ei poista sitä faktaa, että myyjä vastaa aina tilauksistaan ja esittämällä että tehokkuus on kasvanut x määrän, sen merkitys kuitenkin on kyseenalainen, jos viitekehyksessä on aukkoja, joita en ole ottanut huomioon.

Toisaalta, kuten olen jo monta kertaa todennut, vaihtelun ollessa nykyisensä ja reklamaatioita kun ei voida ennustaa, onko sillä väliä, että tätä viitekehyksen aukkoa ei tunneta, koska rehellisesti voidaan kysyä, voiko sitä kunnolla edes arvioida? Tämä riippuu niin paljon henkilöstä, hänen työtaakastaan, tilauskannasta ja monesta, monesta muusta tekijästä.

Joten tyydyn tässä tilanteeseen, että prosessi on käsitelty itsenäisenä ja se on standardoitu yrityksen sisällä, vaikka työhön kuuluu paljon muutakin. Toivottavasti se saadaan säilymään. Ohjelmointi puolestaan oli aina hivenen taka-alalla, sillä siinä toiminta oli enemmän rajoittunut sovelluksien toimintaan ja sen työskentely oli jo standardoidumpaa verrattuna tilauskäsittelyyn.

Ohjelmointiin oli paljon hankalampi keksiä kehityskohteita, jotka eivät olisi vaatineet tuotantorakenteen muuttamista. Kehitys ei koskettanut sitä paljoa ollenkaan, kun sen toiminta on jo hyvin standardin mukaista ja nykymallilla leikkauksen optimointi ei ole pää-asia eli ohjelmoinnin optimointi ei ole sekään. Tätä on käsitelty paremmin ohjelmoinnin rajoituksissa.

Näin lopuksi totean olevani tyytyväinen saavutettuihin tuloksiin ja tilaan, jossa kehitysprojekti jatkaa minun jälkeeni. Vaikka kehitystä olisi toivottu enemmän, onnistuin lopettamaan osuuteni suunnitellussa aikataulussa ja saavuttamaan selkeitä, perusteltuja tuloksia.

Lähteet

D2MAIC projects (1/3): Discovery & Define. N.d. Panview: Lean blog & management summaries. Viitattu 28.4.17. http://www.panview.nl/en/Lean-production-Lean-toolbox/d2maic-projects-13-discovery-define

Karjalainen, E. 2011. Kolmannen generaation Six Sigma 3.0. Quality knowhow Karjalainen OY. Julkaistu 17.1.2011. Viitattu 20.4.17. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/kolmannen-generaation-six-sigma-3-0/

Karjalainen, E. 2015. Lean – toiminnan lainalaisuudet. Quality knowhow Karjalainen OY. Viitattu 9.4.17. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/Lean-toiminnan-lainalaisuudet/

Karjalainen, E. 2016. Lean Six Sigman soveltaminen kasvaa nopeimmin maailmassa. Quality knowhow Karjalainen OY. Viitattu 23.4.17. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/Lean-six-sigman-soveltaminen/

Karjalainen, T. 2016. Kymmenen tilastollista Six Sigman työkalua selitettynä. Quality knowhow Karjalainen OY. Viitattu 20.4.17. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/tilastolliset-tyokalut/

Koskela Heini. 2014. HT Laser Oy keskittää Varissaareen. Keskisuomalainen 4.7.2014. Viitattu 27.04.2017. http://www.ksml.fi/talous/HT-Laser-Oy-keskitt%C3%A4%C3%A4-Varissaareen/257037

Modig, N & Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Ensimmäinen painos. Ruotsi, Bulls Graphics ab, Halmstad.

Lean Six Sigma DMAIC, N.d. sixsigma. Viitattu 28.4.17. http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/dmaic/

Lean työkalut. N.d. Viitattu 3.12.2016. http://www.sixsigma.fi/fi/Lean/yleinen/Lean-tyoekalut/

Liker, J. 2010. Toyotan tapaan. Jyväskylä: Bookwell Oy. Ensimmäinen painos. Viitattu 27.04.2017.

Pareto Chart. N.d. MoreSteam.com. Viitattu 6.4.17. https://www.moresteam.com/toolbox/pareto-chart-manufacturing.cfm

Piirainen, A .2016. Mitä on Lean. Quality knowhow Karjalainen OY. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/mita-Lean/

Piirainen, T. 2015. VSM – mihin tätä käytetään. Quality knowhow Karjalainen OY. Viitattu 20.4.17. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm/

PSDA Cycle. 2016. The W. Edwards Deming Institute. Viitattu 8.5.17. https://deming.org/management-system/pdsacycle

Related Process Models - The Six Sigma Methodology .N.d. Kuva normaalijakaumasta Itil & ITSM World –sivustolla. Viitattu 5.5.2017. http://www.itil-itsm-world.com/sigma.htm

Single-Minute Exchange of Dies. 2016. PerfectProduction, manufacturing made easy by Vorne. Viitattu 22.4.17. http://www.perfectproduction.com/smed.htm

Single Minute Exchange of Dies (SMED). N.d. panview, Lean blog & management summaries. Viitattu 30.4.17. http://www.panview.nl/en/Lean-production-Lean-toolbox/single-minute-exchange-dies-smed

Sundbäck, K. 1994. Tuotantojärjestelmien kehittämisen ismejä, Tuotantojärjestelmien suunnittelu A/B – opetusmoniste. Otaniemi. Viitattu 4.4.2017

Six Sigma DMAIC. N.d. Free managemet Books. Vittattu 15.4.17. http://www.free-management-ebooks.com/news/six-sigma-dmaic/

Tilauskäsittelyn kehittäminen. 2016. Karivuori, J. Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.5.17. http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605259766

Väisänen, J. 2013. Nollavirheajattelusta Six Sigmaan. Quality knowhow Karjalainen OY. Viitattu 25.4.17. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/nollavirheajattelusta-six-sigmaan/

Väisänen, J. 2015. VSM (value Stream Mapping) – Arvovirtakuvaus. Quality knowhow Karjalainen OY. Viitattu 20.4.17. http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus/

Yleistä Leanista. N.d. SIx Sigma.fi. Viitattu 3.4.2017. www.sixsigma.fi/fi/Lean/yleinen

Liitteet

Liite 1. …

Liite 2. …

Liite 3. …

Liite 4. …

Liite 5. Lajittelija mittarointi ohje

Lajittelija- Työvaiheen testaus Raportti 2.5.17 Osana kehitysprojektia

Tarkoitus tässä testissä on selvittää lajittelijan tehokkuus aste, kuinka paljon hyötyä tai haittaa hänestä olisi toimistossa. Koko toimisto osallistuu testiin erikseen määritellyllä tavalla.

Ohjeet mittarointia varten

Yleiset ohjeet

Mittarointi toteutetaan ennalta määrättynä päivänä, esitettävien ohjeiden mukaan. Arvioitu kesto mittarointi jaksolle on 60–150 minuuttia, jonka aikana normaaliin työskentelyyn tulee muutoksia **Pää-asiakkaan** linjalla ja **Ohjelmoinnissa**. Muut tilauskäsittelijät toimivat erillisten ohjeiden mukaan. Mittauksen suorittaja ilmoittaa muutoksista mittaroinnin aikana.

Tulostimet jaetaan työskentelyn ajaksi uudelleen. Tulostin 1 jää yleiskäyttöön kaikille.

Tulostin 2 puolestaan on mittaroinin ajan Pää-asiakkaan linjan ja Ohjelmoinnin käytössä.

Tarkoitus on priorisoida yhteen tulostimeen ja helpottaa lajittelijan toimintaa. Myös pyrkimys estää muiden (työnjohto, suunnittelu yms.) toiminnan häiriintyminen.

Tauot pyritään pitämään yhtä aikaa ja mittarointi aloitetaan aamulla, jolloin se on valmis ennen lounasta. Tämä kaikki, jotta saadaan mahdollisimman keskeytymätön mittaus.

Tilauskäsittely (Asiakas 1) Tilauskäsittely tekee normaalia työtään, muutamalle muutoksella ja rajoituksella.

1. Tilaus käsitellään jo ennakoidusti niin että tulostaminen on viimeinen työvaihe. Tilaus on kuitattu, vahvistettu ja tarvittavat tarkistukset on tehty.
2. Tulostus hoidetaan tulostimeen HKEUP002
3. Jos tilauksissa on revisio muutoksia, niistä mainitaan lajittelijalle, ja hän hoitaa tarrojen liimaamisen.

Tilauskäsittely (muut) Muut myyjät jatkavat toimiaan kuin ihan tavallisena päivänä, sillä ainoalla erotuksella, että valmiiden työkorttien lajittelu ja hyllyyn vienti jätetään lajittelijan tehtäväksi. Niiden tulee olla täysin valmiita (tarkistukset, korjaukset yms. tehty)

Tämä tehdään tulostamalla työkortti tulostimeen 2

Jos tämä ei onnistu/ toimi, testin aikana työkortit kerätään pöydän nurkalle odottamaan noutoa. Muuten toiminta on normaalia.

Ohjelmointi: Ohjelmointi tekee normaalia työtään, ainoa rajoite on tulostukseen ja nestien viemiseksi lokeroon. Pöydälle raivataan kohta, johon valmiiksi nestatut työkortit lajitetaan.

1. Ohjelmointi hakee omat nippunsa tässä suoritteessa hyllystä
2. Työt ohjelmoidaan ja kuitataan tarkoituksellisesti niin että tulostus on viimeinen vaihe. Kuittaus, niputus ja tarkistus ovat tätä ennen.

3. Nestiin liittyvien työkorttien päälle jätetään post-it lappu tai vastaava indikoimaan mikä työ liittyy mihinkin nestiin.
4. Nippunumero kirjataan samaan lappuun
5. Palatarrat ohjelmoijat keräävät pöydilleen työkorttien viereen

Lajittelija

Lajittelija päivystää toimipisteellä ja odottaa tulosteita.

- Pitäen huolta että tulostimella on paperia
- Kiertää tasaisin väliajoin hakemissa työkortit
- noudattaa erillisiä ohjeitaan
- tarvittaessa kysyy apua
- Jos hänellä ei ole töitä, hän odottaa työpisteellään

Valvoja

Valvoo mittausta ja vastaa tarvittaessa henkilöstön kysymyksiin.

1. Valvoo kameraa ja sen kuvausta.
2. Vastaa lajittelijan kysymyksiin
3. Kirjaa tapahtumia ylös
4. Ohjaa häiriöntekijät muualle
5. Kuuluttaa tauoista ja muista ilmoituksista
6. Tekee muutokset mittarointiin ongelmien ilmetessä

1. Mittarointi

Mittaroinnin aikana esiin nousi lisää yksityiskohtia jotka vaikeuttivat lajittelijan työtä, mihinkä ei osattu ennakoivasti varautua.

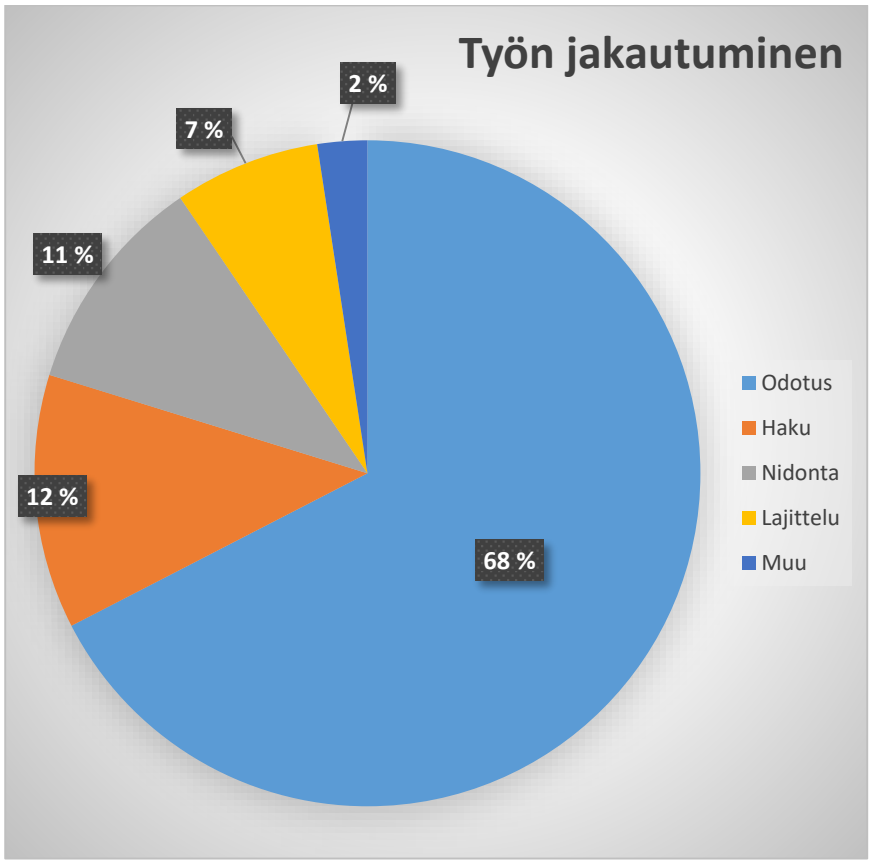
Nestix ohjelmien rakenne on erilainen kuin Tru/Bys ohjelmien. Niistä tulee paljon paperia, jotka liitetään työkortteihin. Lajittelija ja valvoja eivät osanneet käsitellä niitä oikein, joten ne annettiin ohjelmoijan hoidettavaksi

Ohjelmistoissa ilmenneet häiriöt, jotka pakottivat ohjelmoijan tarkistamaan osan Trumfin nesteistä käsin kun ne olivat paperilla. Tarkkaa syytä ei löytynyt, mutta ilmeisin TruTopsin tulostus jätti muutamia sivua puuttumaan. Tämä oli yksittäinen virhe, mikä’ vain sattui ilmenevään mittauksen aikana.

Ohjeistuksessa oli puutteita miten alihankinta työkorttien kanssa toimitaan

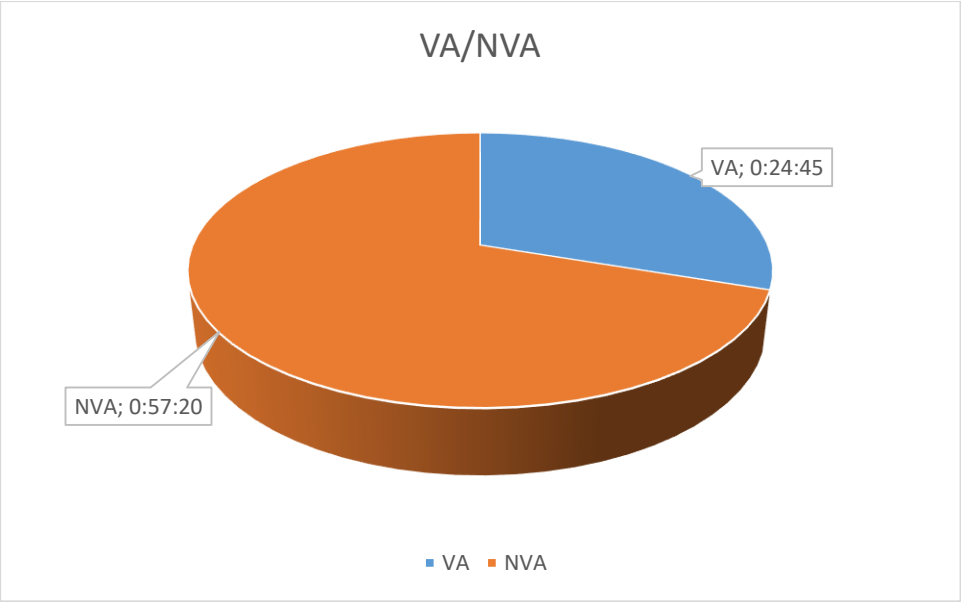
2. Tulokset

Mittaroinnin tulokset ovat seuraavat. Mittarointi kesti 1h 22 min. Työaika jakaantui seuraavasti;



Työvaiheita jotka tuottavat arvoa ovat **Haku** (papereiden hakeminen tulostimesta), **Nidonta** (pitäen sisällään papereiden setvimisen, nidonnan, tussaukset yms) ja **lajittelu** (papereiden lajitteleminen hyllyyn ja lokeroihin)

Arvoa tuottamattomat työvaiheet olivat **Odotus**; eli lajittelija odottaa tulosteita/lajitteluita sekä **Muu**, johon laskettiin kaikki se aika, jota ei voitu selkeästi osoittaa muihin luokkiin.



Näin ollen lajittelijan tehokkuus jäi noin 31 % kokonaisajasta.

3. Analyysi

Analyysissä lähden liikkeelle ajatuksesta, oliko mittarointi luotettava ja todenmukainen?

Todenmukaisuuden luotettavuuteen uskon; mittarointi toteutettiin tavallisena päivä, koko ylävirran kesken, niin pienillä muutoksilla kuin mahdollista normaaliin toimintaa. Luotettavuus puolestaan ei ole niin selkeästi sanottu. Mittaroinnin aikana jouduttiin muutama kertaa muuttamaan toimintaa uusien tilanteiden tullessa vastaan, niin minulle kuin lajittelijalle. Suurin osa tästä koski ohjelmoinnin toimintaan vaikuttavia papereita joista ohjelmoija tarkistaa tietoa, mitä ei näe koneelta. (nestics)

Mittaroinnnin kesto ei suoraan verrattavissa aikaisempiin mittarointiin T&k ja ohjelmoinnissa. Keston ollessa noin kaksi kolmas osaa niiden ajasta, tulee tulokset suhteuttaa. On mahdollista että pidemmällä mittaus jaksolla olisi saatu tarkempaa tietoa, mutta odottelun osuuden ollessa 70–65 % paikkeilla jo pidemmän aikaa, en pysty esittämään miten se olisi noussut siitä.

Lajittelija työvaihetta ajatellessa pidemmällä tähtäimellä, on ensiarvoisen tärkeää parantaa jo luomiani ohjeita, niin lajittelijalle kuin T&K / Ohjelmoinnille. Tosin mittaroinnin aikana nousi esiin hyvä havainto siitä että:” Lajittelijan tulisi osata tilauskäsittely kuin ohjelmointikin, eritoten kaikki niihin liittyvät tulostus speksit. Tämän kaltainen henkilö olisi siis yhtä pätevä kuin ohjelmoija, mutta tehdä vain osa hänen työstään”.

Näillä tuloksilla sanoisin, että lajittelija työvaihetta ei kannata implementoida käytäntöön, vaan tehokkuutta ja sitä kautta laatua tulisi hakea muilla keinoilla ohjelmointi-tilauskäsittelystä.