



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TILAUSKÄSITTELYN KE- HITTÄMINEN

HT Laser Oy

TEKIJÄ/T: Joni Karivuori

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Joni Karivuori	
Työn nimi Tilauks käsittelyn kehittäminen	
Päiväys	13.5.2016
Sivumäärä/Liitteet	47/0
Ohjaaja(t) Kai Kärkkäinen, Pentti Halonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) HT Laser Oy	
Tiivistelmä	
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää HT Laser Oy:n tilauks käsittelyä lean filosofiaa hyödyntäen. Tavoitteena oli kaksinkertaistaa tilauks käsittelyn kapasiteetti ilman lisää henkilöresursseja. Työssä keskityttiin hukkan löytämiseen ja eliminointiin prosessista. Poistamalla hukka, prosessista saatiin tehokkaampi. Aluksi tilauks käsittelystä luotiin arvovirtakuvaus, jonka pohjalta laadittiin tilauks käsittelyn tavoitetila. Tavoitetilan selvittyä työssä keskityttiin analysoimaan mitattuja tuloksia ja löytämään sieltä hukkaa aiheuttavat tekijät.</p> <p>Työn teoriaosuudessa kerrottiin tilauks käsittelystä ja siihen kuuluvasta tuotannon kuormittamisesta. Lisäksi teoriaosuudessa kerrottiin yleisesti lean filosofiasta. Tarkemmin käsiteltiin hukkan eri muotoja ja smed-järjestelmää, joka oli työn onnistumisen kannalta merkittävimmissä asemassa. Teoriaosuudessa avattiin myös tilastollisen prosessin valvontaa ja fifo-jonon toimintaa.</p> <p>Tutkimuksien tuloksena löydettiin lukemattomia kehityskohteita joilla tilauks käsittelyä saatiin kehitettyä ja tehostettua. Osa muutoksista vaati koko toimitusprosessin muuttamista. Merkittävimpiä tuloksia saatiin jättämällä paperisten työkorttien tulostaminen myöhempään vaiheeseen sekä lyhentämällä koko tilaus ja toimitusprosessin vaatimaa läpäisyäikää.</p>	
Avainsanat lean, SMED, VSM, FIFO	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Joni Karivuori			
Title of Thesis Developing order processing			
Date	May 13, 2016	Pages/Appendices	47/0
Supervisor(s) Kai Kärkkäinen, Pentti Halonen			
Client Organisation /Partners HT Laser Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to develop HT Laser Ltd's order processing by lean manufacturing philosophy. The aim was to double the capacity of order processing without additional human resources. The main focus of the study aimed at finding and eliminating work loss from order processing. By tracking down and eliminating this work loss, the process became more efficient. At first, the process was mapped into a Value Stream Map which formed a target state for the order process. Knowing this target, the work focused on the analysis of the measured results and thus finding out factors causing the work loss.</p> <p>In the theoretical framework the basics of order processing and the consequent production strain were discussed. The lean philosophy was also explained in general. Further, the different forms of work loss and the SMED system, which was in key position for the success of this work, were handled. The theory part also discussed the monitoring of the statistical process and functioning of the FIFO buffer.</p> <p>As the result of the research a number of improvements were found which helped to develop and enhance order processing. Some of the alterations demanded a complete change of the supply process. The most substantial results were gained by leaving out the printing of paper work cards to a later stage as well as by shortening the lead time of the entire demand and supply chain process.</p>			
Keywords lean, SMED, VSM, FIFO			

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

ERP = Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning).

FIFO = First in first out.

IED = Sisäinen asetus. Voidaan tehdä, vain koneen ollessa pysäytettynä. (Inside exchange of die).

L7 = Visma Oy:n valmistama toiminnanohjausjärjestelmä.

OED = Ulkoinen asetus. Voidaan tehdä koneen käynnissä ollessa. (Outside exchange of die).

SMED = Järjestelmä asetusaikojen pienentämiseen tuotetta vaihdettaessa (Single minute exchange of die).

SPC = Tilastollinen prosessin valvonta (Statistical process control).

TPS = Toyota production system.

TTP = Tilaus-toimitusprosessi.

VSM = Arvovirtakuvaus (Value stream mapping).

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
2	HT LASER OY	9
2.1	Vieremän yksikkö	9
2.2	Asiakkaat ja vahvuudet	9
3	TILAUS-TOIMITUSPROSESSI	10
3.1	Toimitusketjun tiedonkulku	11
3.2	Tilaus-toimitusprosessin mittaaminen	11
3.3	Tuotannon kuormittaminen työntöohjauksella	12
4	LEAN AJATTELU	13
4.1	Hukka	14
4.2	SMED	14
4.3	Tietotyön asetusajat	15
4.4	Tilastollinen prosessin valvonta	16
4.5	Valvontakortti	16
4.6	Arvovirtakuvaus	17
4.7	FIFO	17
5	TILAUSKÄSITTELY	19
5.1	Tilauks käsittelyn historiatietoja	19
5.2	Tilauks käsittelyn nykytila	20
6	TILAUSKÄSITTELYN PROSESSIKUVAUS	21
6.1	Tilauksen valinta ja perustietojen syöttö	21
6.2	Rivien poimiminen ja hinnoittelu	22
6.3	Kuvan tallentaminen ja osan kuormittaminen tuotantoon	22
6.4	Hienokuormitus	23
6.5	Tarvelaskenta	24
6.6	Alihankintaostot	24
6.7	Paperien tulostus, lajittelu ja tilauksen vahvistaminen	25
7	SMED ANALYYSI	26
7.1	Kuvatut tilaukset	26

7.2	Asiakas A:n tilaukset	27
7.3	Asiakas B:n tilaukset	29
7.4	Asiakas C:n tilaukset	31
8	TILAUSKÄSITTELYN ARVOVIRTAKUVAUKSET JA TAVOITETILA	34
9	VALVONTAKORTIN KÄYTTÖÖNOTTO	35
10	VALVONTAKORTILLA HAVAITUT VIRHEET	38
11	TULOKSET	39
11.1	Hienokuormitus	39
11.2	Tilauksilta puuttuvat osien revisiotunnukset	40
11.3	Työkorttien ja tilausten tulostaminen	40
11.4	Tilauksen valinta	41
11.5	Työn keskeytyminen	41
11.6	Muut hukkaa aiheuttavat tekijät	42
11.7	Yhteenveto tuloksista	42
12	OMA POHDINTA	44
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	46

1 JOHDANTO

Liikevaihdon kasvattaminen ja jatkuva kilpailutilanteen kiristyminen tekevät tämän opinnäytetyön aiheesta ajankohtaisen. Kilpailukyvyn säilyttäminen ja markkinoiden vauhdissa mukana pysyminen vaativat jatkuvaa prosessien kehittämistä. HT Laser Oy:n toimitusjohtaja Jukka Teiskoselta saatu aihe tilauskäsittelyn kehittämisestä on vain yksi osa-alue koko tuotantoketjusta, mutta erittäin tärkeässä roolissa.

Työn tavoitteena on löytää keinot kaksinkertaistaa tilauskäsittelyn kapasiteetti lisäämättä henkilöstöresursseja. Työssä käsitellään vain HT Laser Oy:n Vieremän yksikön päivittäistä tilauskäsittelyä ja siihen kuuluvaa tuotannon kuormittamista. Tilauskäsittelylle kuuluva tarjouslaskenta rajataan pois. Työssä etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Onko prosessissa hukkaa? Miten ajan käyttö jakautuu? Miten hukka poistetaan?

Tavoitteisiin pääsemiseksi käytetään prosessin kuvaamiseen ja tutkimiseen lean:n työkaluja ja filosofiaa. Aluksi kuvataan nykytila tilauskäsittelystä. Nykytila sisältää prosessikuvauksen, jonka perusteella laaditaan tilauskäsittelystä arvovirta-analyysi. Arvovirtakuvauksella selvitetään ajankäytön jakautuminen tilauskäsittelyn työvaiheiden kesken.

Kun nykytila on kuvattu, otetaan tilauskäsittelyyn käyttöön valvontakortti. Valvontakortilla kerätyt virheet ovat tässä työssä syitä jotka keskeyttävät ja haittaavat varsinaisen työn tekemistä. Tämän lisäksi tilauskäsittelystä kuvataan videoita jotka käsitellään käyttämällä smed-analyysiä. Tällä pyritään selvittämään prosessissa esiintyvää hukkaa, jota tilauskäsittelijä ei itse tunnista työtä tehdessään.

2 HT LASER OY

HT Laser Oy on vuonna 1989 perustettu perheomisteinen yritys. Teollisuuden alihankintaa tekevä HT Laser Oy kuuluu Teiskonen Oy konserniin. Konserniin kuuluvat lisäksi ohutlevyrakenteita valmistava Elekmerk Oy sekä Alamarin Jet Oy, joka valmistaa viranomaistahoille vesisuihkupropulsioita. HT Laser Oy:llä on seitsemän toimipistettä Suomessa ja yksi toimipiste Puolassa. (HT Laser Oy 2016.)

2.1 Vieremän yksikkö

HT Laser Vieremän yksikkö sai alkunsa, kun alun perin Iisalmeen Normet Oy:n tiloihin perustettu yksikkö muutti uusiin isompiin tiloihin Vieremälle kumppanuuskylään vuonna 2007. Toimitiloja, usean laajennuksen jälkeen, on noin 5 500 m². Työntekijöitä Vieremällä on 67 joista 12 on toimihenkilöä. Vieremän yksikkö on erikoistunut mustan teräksen leikkaukseen, särmäykseen ja koneistukseen. Hitsaus ja pintakäsittelyt ostetaan alihankinnasta. Konekantaan kuuluvat neljä laserleikkauskonetta, kaksi poltto-/plasmaleikkauskonetta, viisi särmäyspuristinta ja viisi koneistuskeskusta. Lisäksi löytyvät sinkopuhdistuslinja, kaksi mankeliä ja kaksi säteisporakonetta. (HT Laser Vieremä yrityseshittely 2015.)

2.2 Asiakkaat ja vahvuudet

Vieremän yksikön suurimmat asiakkaat ovat Ponsse Oyj, Normet Oy ja Ratesteel Oy. Näiden lisäksi muita aktiivisia asiakkaita on noin 50 kpl. Kolme suurinta asiakasta muodostavat liikevaihdosta noin 80 %. (HT Laser Vieremä yrityseshittely 2015.)

Vieremän yksikön vahvuuksia ovat hyvä toimitusvarmuus, laatu ja kyvykkyys vastata nopeisiin toimituksiin sekä osaava ja sitoutunut henkilökunta. Yksikkö on erikoistunut erilaisiin toimitusmuotoihin, joita ovat muun muassa jono-, ja settitoimitukset. Muut kumppanuuskylässä sijaitsevat yritykset, jotka hitsaavat, maalaavat ja koneistavat, mahdollistavat myös isompien pitemmälle jalostettujen kokonaisuuksien tehokkaan ja nopean valmistuksen. (HT Laser Vieremä yrityseshittely 2015.)

3 TILAUS-TOIMITUSPROSESSI

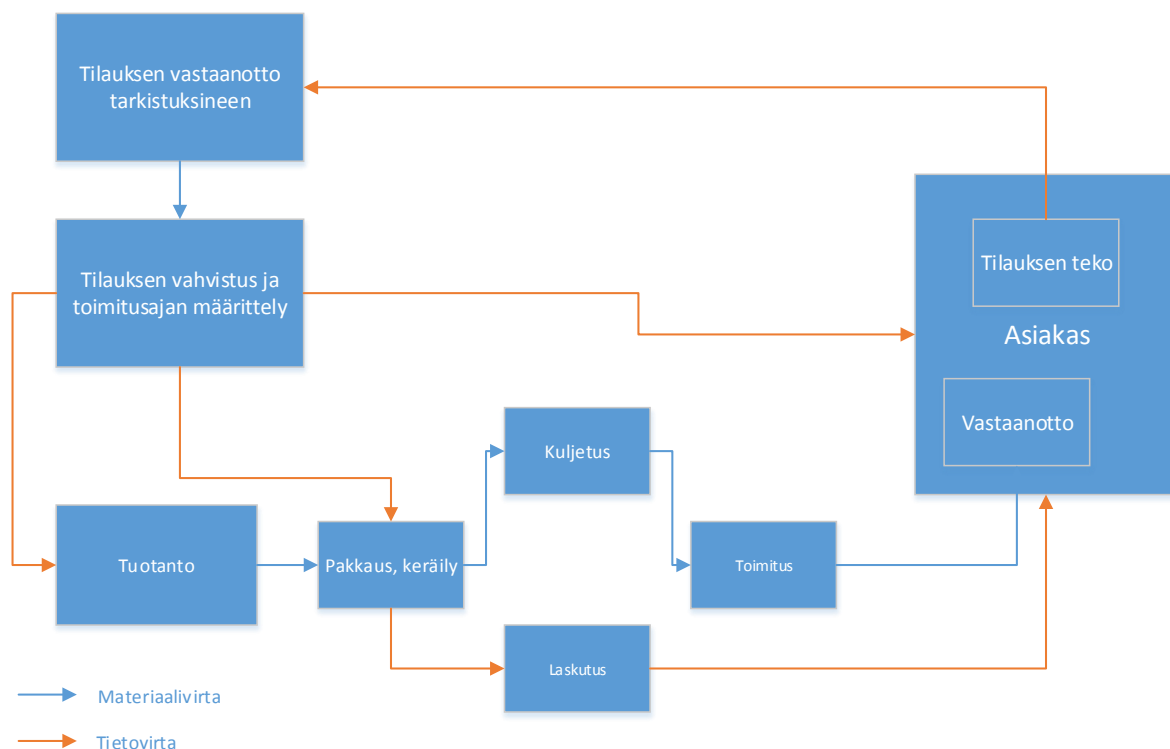
Tilaus-toimitusprosessi sisältää koko toimitusketjun tilauksen saapumisesta aina tavarantoimitukseen asti (Kuva 1). Asiakkaalta saapuva tilaus käynnistää koko prosessin. Tilaukset voivat saapua monin eri tavoin, kuten sähköpostilla, asiakkaan internetportaalin kautta tai sähköisesti suoraan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Näistä tehokkain muoto on tilauksen sähköinen suoraan toiminnanohjausjärjestelmään siirtyminen. Tällä saavutetaan monia eri etuja. Virheiden mahdollisuus pienenee ja varsinaisen tilauksen käsittelyn työmäärä pienenee. (Lehtonen 2004, 110.)

Tilauksen saavuttua tilaus vahvistetaan vastaanotetuksi. Tilaus käsitellään ja siitä lähetetään asiakkaalle tilausvahvistus toimitusaikoinen. Ennen toimituspäivän vahvistamista pitää selvittää mikä on tuotteen läpimenoaika ja onko tehtaassa vapaata kapasiteettia tehdä tilauksen tuotteet valmiiksi vahvistettuun toimituspäivään. Toinen vaihtoehto toimituspäivän määrittämiseen on vahvistaa tilaus aina tehtaan vakio-toimitusajalla. Ensimmäisenä mainittu tapa on tarkempi (ainakin teoriassa), mutta myös työläämpi. (Lehtonen 2004, 111.)

Tuotanto kuuluu myös osana tilaus-toimitusprosessia, mikäli se on tilausohjautuva. Tilausohjautuvalla tuotannolla tarkoitetaan sitä, että tilauksen käsittely tai tuotannon-ohjaus laatii tilausta vastaavat työmääräimet joilla tuotantoa ohjataan valmistamaan oikeat tuotteet. Mikäli työmääräimiä ei tarvita ja tilatut tuotteet toimitetaan suoraan varastosta, ei tuotanto kuulu tilaus-toimitusprosessiin. (Lehtonen 2004, 111.)

Tilauksien valmistuttua osat keräillään ja pakataan valmiiksi lähettämässä kuljetusta varten. Yleensä tässä vaiheessa osat myös merkataan. Merkkauksessa käytetään tusseja, liituja tai tarroja. Lähtevän paketin mukaan tulostetaan tarvittavat asiakirjat kuten rahtikirja, lista lähetysten sisältämistä osista, eli lähetyslista sekä muut tarvittavat dokumentit esimerkiksi tullausta varten. (Lehtonen 2004, 111.)

Kun tilaus on toimitettu, se pyritään laskuttamaan mahdollisimman pian. Nopealla laskuttamisella saadaan parannettua sekä varaston että pääoman kiertoa nopeutta. Yleensä lasku kirjoitetaan välittömästi, kun tavara on lähtenyt tehtaalta, mutta poikkeuksiakin on. Mikäli toimitus sisältää asennuksen, lasku kirjoitetaan vasta asiakkaan hyväksytyä asennuksen. Joissakin tapauksissa laskutus voidaan kieltää osatoimituksissa ja tilaus laskutetaan vasta kun kaikki tilatut rivit on toimitettu. (Lehtonen 2004, 112.)



KUVA 1. Tilaus-toimitusprosessin keskeisimmät vaiheet (Lehtonen 2004, 110).

3.1 Toimitusketjun tiedonkulku

Tiedon kulku asiakkaan ja toimittajan välillä on ratkaisevan tärkeässä asemassa toimitusketjun hallinnassa. Mitä tarkempi ja realistisempi näkemys loppuasiakkaan tarpeista saadaan, sitä helpompi on tuotantoketjun suunnittelu ja ohjaus. Optimaalisessa tilanteessa asiakkaan tarpeet näkyvät läpi koko toimitusketjun reaaliaikaisesti jolloin voidaan puhua läpinäkyvästä toimitusketjusta. Tätä tilannetta kutsutaan myös kassapäätiedon välittämiseksi. Läpinäkyvyys on vielä harvinaisuus ja yleisesti tieto tarpeista välitetään toimittajille vain tilausten muodossa. (Lehtonen 2004, 113,114.)

Toimitusketjussa liikkuu tilausten ja asiakkaiden tarpeiden lisäksi myös muuta tietoa. Yleisimpiä ovat reklamaatiot, tilausvahvistukset, lähetyslistat ja vastaanottoilmoitukset jne. Näiden käsittely tulisi tehdä mahdollisimman helpoksi ja automaattiseksi virheiden ja kustannusten välttämiseksi. Tuotetiedon, joka on strategisesti tärkeää, kulkua valmistajalta loppuasiakkaan suuntaa tulee välttää. (Lehtonen 2004, 114.)

3.2 Tilaus-toimitusprosessin mittaaminen

Tilaus-toimitusprosessia voidaan mitata monin eri tavoin. Yleisin ja tunnetuin käytetty mittari on toimitusvarmuus, jolla mitataan kuinka oikea aikaisesti tavara on toimitettu asiakkaalle vahvistettuun toimituspäivään nähden. Vasteajalla mitataan tilauskäsittelyn tehokkuutta vahvistaa tilaukselle toimituspäivä. Toimitusajalla mitataan koko prosessin, tilauksesta toimitukseen, läpimenoaika. (Lehtonen 2004, 109.)

Toimitusvalmiudella voidaan mitata prosessin kyvykkyyttä vahvistaa toimitukset asiakkaan pyytämään toimituspäivään. Tilaus-toimitusprosessi voidaan jakaa vaiheisiin tilauskäsittely, tilauksen vahvistaminen asiakkaalle, tilauksen kuormitus tuotantoon, valmistus, toimitus ja laskutus. (Lehtonen 2004, 109.)

3.3 Tuotannon kuormittaminen työntöohjauksella

Työntöohjauksessa työmääräimet kulkevat materiaalivirran mukana. Menetelmää voidaan kutsua myös myötäsuuntaiseksi. Tuotannon myöhästyessä suunniteltua työvaihetta ei voida toteuttaa tuotantosuunnitelman mukaisesti. Ohjauksen tarkkuuteen vaikuttavat suunnittelu ja läpimenoaikojen hajonta. Mitä enemmän tuotteella on työvaiheita, sitä enemmän sen läpimenoaikaan tulee hajontaa. Kuormitetulle työlle pitää varata varmuusmarginaali optimaalisen läpimenoajan lisäksi, jotta tuote valmistuu suunniteltuun tarvepäivämäärään. Kokoonpantavien rakenteiden osien rinnakkain valmistukseen on syytä varata läpimenoaikaan jopa kolminkertainen varmuusmarginaali normaaliin keskiarvoon verrattuna. Tämä aiheuttaa varastojen kasvua, koska valtaosa kokoonpanoista odottaa jotakin osaa ennen kuin työtä päästään jatkamaan. Töiden priorisointi uudelleen aiheuttaa lisää vaihtelua, koska jonkin työn läpimenoajan nopeuttaminen pysäyttää kaikkien muiden töiden etenemisen tuotannossa. (Harju 1999, 75,76.)

Koska jonotus- ja läpimenoaika kulkevat käsi kädessä, tuotannon virtausta työntöohjauksella voidaan parantaa vain läpimenoajan vaihtelua pienentämällä. Yksi tärkeimmistä menetelmistä tähän on fifo- periaate, (tästä kerrotaan tarkemmin luvussa 4.7 Fifo), jolla voidaan minimoida jonotusaikaa. Jonotusaika vaikuttaa suoraan tuotteen läpimenoaikaan ja sen hajonnan suuruuteen. (Harju 1999, 76.)

Tuotannon kuormittamisen ja ohjaamisen vaikein ongelma on toteutuskelpoisen ja realistisen tuotantosuunnitelman laatiminen minimoiduilla läpimenoajoilla. Tätä kutsutaan myös sekventointiongelmaksi. Optimaalisen tuotantosuunnitelman aikaan saamiseksi ei ole olemassa valmiita kaupallisia ratkaisuja, joten sitä ei voida laatia erillisissä järjestelmissä. Tarkan tuotantosuunnitelman laatimisen helpottamiseksi on muutamia keinoja. Priorisointimahdollisuuksien rajoittaminen on eräs mahdollisuus. Tehokkain keino on käyttää suoraa jakoa ja työn aloituksen jälkeen ohjata kaikki myöhemmät vaiheet FIFO- periaatteella. Joustava tuotanto mahdollistaa tuotantosuunnitelman laatimisen lyhyellä läpimenoajalla, joka itsessään poistaa priorisointimahdollisuuksia. (Harju 1999, 78–81.)

4 LEAN AJATTELU

Leanin juuret ulottuvat aina vuoteen 1896, jolloin Sakichi Toyoda esitteli Japanissa automaattiset kangaspuut. Kangaspuiden erikoisuus oli niiden automaattinen pysähtyminen langan katketessa. Automaattisen pysäytyksen ansiosta pystyttiin välittömästi analysoimaan langan katkeamisen syy ja poistamaan se. Koneille saatiin lisättyä ”inhimillisyyttä”. Tästä syntyi käsite jidoka, Sakichin filosofian perusta, joka tarkoittaa ”automatisointia inhimillisellä otteella”. (Modig & Åhlström 2013, 70.)

Sakichin poika Kiichiro perusti 39 vuotta myöhemmin Toyota Motor Corporationin ja otti isänsä filosofian yhdeksi tuotannon peruseriaatteen. Toinen peruseriaate jonka Kiichiro otti tuotantoon, oli karsia kaikki varastot. Tuotteiden tuli virrata jouhevasti läpi tuotannon ilman välivarastoja ja seisokkeja. Tästä muodostui filosofia ”just-in-time (JIT)”. (Modig & Åhlström 2013, 70). Taiichi Ohno ja Kiichiron serkku Eiji Toyoda kehittivät Toyotan tuotantofilosofiaa edelleen ja vuonna 1978 julkaisi Taiichi Ohno kirjan *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*, joka tunnetaan yleisesti käsitteenä TPS (Modig & Åhlström 2013, 78).

Vuonna 1988 John Krafcikin kirjoitti artikkelin, jossa hän päätti kääntää Toyotan käyttämän ”*hauras (fragile)*” tuotantojärjestelmä sanan lean muotoon. Hauras sana johtui pienistä varastoista ja puskuista, jolloin tuotannosta tuli ohut ja hauras. Hauras-sanalla oli negatiivinen sävy, joten tilalle keksittiin sana lean ”tehokas tuotanto”. Tämä oli myös ensimmäinen kerta kun TPS saatiin käännettyä ymmärrettävään muotoon. Näin sai lean-sana alkunsa. (Modig & Åhlström 2013, 78.)

Lean on yksinkertaisesti kerrottuna jatkuvan parantamisen filosofia joka kiteytyy TPS:n 14 periaatteeseen.

1. Päätökset ovat tehtävä aina pitkäntähtäimen filosofian pohjalta, vaikka se lisäisikin kustannuksia lyhyellä tähtäimellä.
 2. Prosesseille on luotava jatkuva virtaus, jotta ongelmat ovat helposti havaittavissa ja niihin päästään puuttumaan.
 3. Ylituotantoa on vältettävä kaikin mahdollisen keinoin. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi varastojen pienentäminen ja imuohjauksen käyttäminen.
 4. Työmäärän vaihtelu pitää eliminoida ja tasapainottaa.
 5. Luo kulttuuri, jossa ongelman esiintyessä pysähdytään korjaamaan ja poistamaan ongelma.
 6. Kaikki työvaiheet ovat standardoitava jotta tuotannosta tulee ennustettavampaa. Työntekijät on sitoutettava noudattamaan sovittuja pelisääntöjä.
 7. Tuotanto on visualisoitava. Kaikille pitää selvittää yhdellä vilkaisulla onko tehtaassa virtaus kunnossa, vai onko jossakin prosessissa ongelmia.
 8. Käytä vain hyväksi havaittuja ja perusteellisesti testattuja teknologioita tuotannossa.
 9. Nosta johtajat, jotka ymmärtävät ja noudattavat yrityksen filosofiaa ja toimintatapoja, omasta organisaatiosta.
 10. Kehitä lahjakkaita ja eteviä yksilöitä ja ryhmiä vielä paremmaksi.
 11. Tee läheistä yhteistyötä alihankkijoiden ja yhteistyökumppaneiden kanssa. Anna niille haasteita ja auta kehittymään.
 12. Ongelmien ilmetessä mene paikan päälle jotta ymmärrät täysin mistä on kyse ja osaat tehdä oikeat ratkaisut ongelman poistamiseksi.
 13. Päätöksien pitää olla loppuun asti harkittuja ja yksimielisiä. Ne ovat kuitenkin toteutettava nopeasti.
- Luo yritykseen oppiva organisaatio jatkuvan arvioinnin ja parantamisen kautta. (Liker 2011, 35–41.)

4.1 Hukka

Lähes kaikki prosessit sisältävät hukkaa. Hukan osuus voi olla yli 90 % työajasta joten vain kymmenesosa työstä on jalostavaa, eli lisäarvoa tuottavaa työtä. Poistamalla hukka prosesseista päästään parempaan virtaukseen joka pakottaa useimmiten myös muiden lean- työkalujen ja -filosofian käyttöön ottamista. Hukan löytäminen prosessista, jossa on ylikapasiteettia, voi olla vaikeaa. Henkilöstö on tottunut tiettyyn toimintatapaan ja hyväksynyt tehtäviin kuluvan ajan. (Liker 2011, 87,88.)

TPS listaa kahdeksan eri hukanmuotoa joita pyritään jatkuvasti poistamaan prosesseista:

1. Ylituotanto. Tehdään jotakin liikaa, mitä ei juuri sillä hetkellä tarvita. Tämä aiheuttaa vääjäämättä ylimääräisiä siirtoja sekä varastointia
2. Odottelu. Työntekijä joutuu odottamaan jotakin, esimerkiksi automatisoitua konetta, tietoa tai varaston tyhjentymistä.
3. Tarpeeton kuljetus. Keskeneräistä työtä siirrellään paikasta, prosessista tai varastosta toiseen.
4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely. Tehdään tarpeetonta ylilaatua ja tuotetaan tietoa mitä ei tarvita jatkoa ajatellen.
5. Tarpeettomat varastot. Isot varastot piilottavat tuotannon virheitä. Ne lisäävät ylituotannon mahdollisuutta, keskeneräistä tuotantoa sekä pidentävät läpimenoaikoja.
6. Tarpeeton liike. Kaikki ylimääräinen liikkuminen on turhaa. Etsiminen, hakeminen ja kurkottelu kuuluvat näihin liikkeisiin.
7. Viat. Kaikki virheiden korjaaminen, uudelleen tekeminen, ylimääräinen tarkastaminen ovat turhaa työtä, eli hukkaa.
8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen. Työntekijöiden sitoutumattomuus tai kuuntelematta jättäminen aiheuttaa kehittämismahdollisuuksien hukkaamista. (Liker 2011, 28–29.)

Toimistotyötä tutkiessa ei pystytä silmämääräisesti sanomaan mikä osa työstä on hukkaa ja mikä ei. Työntekijät ovat kiireisiä ja tekevät tosissaan töitä työpisteissään. Yksi kysymys hukan selvittämiseksi on kysyä: Kuinka nopeasti tilauskäsittelyn tuottamat työmääräimet menevät prosessissa eteenpäin? Virtaus pysähtyy mikäli työmääräimet jäävät odottamaan seuraavaa työvaihetta pitkiksi ajoiksi. Toinen relevantti kysymys on: Mikä osa tuotetusta aineistosta etenee tuotantoketjussa ja mikä osa arkistoidaan? (Liker 2011, 90.)

4.2 SMED

SMED järjestelmä on vanha menetelmä asetusaikojen pienentämiseksi. Menetelmät juuret yltävät aina vuoteen 1950 jolloin Shingo tutki Mazdan tehtaalla Hiroshimassa runkojen muovauspuristinten aiheuttamaan pullonkaulaa tuotannossa. Puristimet toimivat kellon ympäri eikä niiden kapasiteetti riittänyt jolloin ainoaksi mahdolliseksi vaihtoehdoksi näytti jäävän uusien koneiden hankinta. Tutkituaan prosessia Shingo huomasi, että asetusaikojen osuus suhteessa tuottavaan työaikaan oli suuri. Pienillä muutoksilla asetusaikoja saatiin lyhennettyä ja lisäksi asetukset jaettiin kahteen eri luokkaan, sisäisiin ja ulkoisiin asetuksiin (IED ja OED). Sisäiset asetukset, joita tehtiin vain koneen ollessa pysäytettynä, pyrittiin vaihtamaan ulkoisiksi asetuksiksi jotka olivat mahdollista tehdä koneen käydessä. Näillä muutoksilla tehtaan puristimien tehokkuus nousi 50 % ja pullonkaula poistui. (Shingo 1985, 21–31.)

Aloitustilanteessa prosessin sisäisiä ja ulkoisia asetuksia ei ole eroteltu. Prosessissa tehdään paljon sisäisiä asetuksia, jotka voitaisiin muuttaa ulkoisiksi asetuksiksi. Tästä syystä koneet ovat pysähdyksissä pitkiä aikoja. (Shingo 1985, 28.)

SMED järjestelmän käyttöön otossa täytyy prosessia tutkia aluksi hyvin yksityiskohtaisesti. Yksi tapa tutkimiseen on jatkuva tuotannon analysointi kellottamalla. Tämä vaatii kuitenkin paljon aikaa ja ammattitaitoa analyysin tekijältä. Toinen ja ehkä paras tapa prosessin tutkimiseen on videokuvaaminen. Kuvattu video käydään työntekijän kanssa läpi välittömästi, jolloin työntekijä voi kertoa mitä on työssään tehnyt. Samalla, omaa työskentelyä ulkopuolelta seurattaessa, voidaan tehdä mahtavia oivalluksia toimintatapojen tehostamiseksi. (Shingo 1985, 29.)

Prosessin tutkimisen jälkeen erotellaan sisäiset ja ulkoiset asetusajat toisistaan. Kaikki ymmärtävät, että prosessin sisältämiä asetuksia, kuten seuraavan työn valmistelua, kunnossapitoa ja niin edelleen, pitää tehdä mahdollisimman paljon koneen käydessä. Todellisuus voi olla kuitenkin jotakin muuta. Pelkästään toimintatapoja muuttamalla ja asetusten tekemistä koneen käydessä saadaan koneen seisokkiaikaa lyhennettyä yleensä 30 % - 50 %. (Shingo 1985, 29.)

Koneen seisokkiaikojen lyhentäminen 50 % ei vielä riitä saavuttamaan SMED:n tavoitetta. Seuraavaksi muutetaan sisäisiä asetuksia ulkoisiksi asetuksiksi. Lähes kaikki asetukset voidaan muuttaa ulkoisiksi asetuksiksi prosessia muuttamalla ja uudelleen järjestelemällä. Nämä muutokset vaativat täysin uuden näkökulman prosessiin. (Shingo 1985, 30.) Jotta yhden minuutin asetus aika tavoitteen päästä, täytyy lähes kaikki asetukset saada muutetuksi ulkoisiksi. Useissa tapauksissa tämä ei ole kuitenkaan mahdollista joten viimeiseksi keinoksi jää tehostaa sekä sisäisiä, että ulkoisia asetusten tekoa mahdollisimman paljon. (Shingo 1985, 30.)

4.3 Tietotyön asetusajat

SMED järjestelmä, vaikka se on kehitetty alun perin koneistuksen asetusajojen pienentämiseen, käy lähes kaikkien prosessien tutkintaan ja kehittämiseen. Resurssitehokkaassa työssä, jossa työt eivät saa koskaan loppua kesken, muodostuu pitkiä työjonoja. Useiden töiden samanaikainen hoitaminen johtaa keskeytyksiin, unohduksiin ja virheisiin. Kesken jäänyt ja uudelleen aloitettava työ vaatii aina henkisen asetusajan. Mikäli töitä varastoidaan ja järjestellään niihin myöhempää palaamista varten, on vaarana, että kaikki energia ja työaika kuluvat henkiseen asetus aikaan. Tämä puolestaan aiheuttaa lisää viivästyksiä sekä priorisoinnin tarvetta joka itsessään ruokkii tätä kierrettä. (Modig & Åhlström 2013, 51–55.)

Toimiminen avokonttorissa luo haasteita keskittymistä ja tarkkuutta vaativaan työhön. Hiljaista tilaa ja yksityisyyttä ei ole. Myös tilaa on vähän. Äänet ja ihmisten liikkuminen aiheuttavat jatkuvasti keskeytyksiä työn tekemiseen. Monien ihmisten on vaikea keskittyä työhönsä avokonttorissa työskennellessään. Yksityisyyden menettäminen voi lisätä stressioireilua ja heikentää työtyytyväisyyttä. (Kauhanen 2016.)

4.4 Tilastollinen prosessin valvonta

Tilastollinen prosessin valvonta (SPC) on työkalupakki laadun ja prosessien valvontaan tilastollisia menetelmiä käyttäen. Menetelmä on peräisin 1920-luvulta. Merkittävin SPC:n kehittäjä oli Walter Andrew Shewhart joka työskennellessään Western Electricin tehtaalla esitteli ensimmäisen valvontakortin toukokuussa 1924. Valvontakortti on edelleen SPC:n menetelmistä tärkein. (Salomäki 1999, 165–170.)

Tavallisesta valvonnasta ja jokaiseen virheeseen puutumisesta poiketen tilastollinen valvonta mittaa ja kerää tietoa prosessin tehokkuudesta ja laadusta. Kerätyn tilaston perusteella luodaan prosesseille raja-arvoja. Vasta näiden raja-arvojen ylittyessä tilanteeseen puututaan. Juuri näihin tilastoihin ja raja-arvoihin perustuu tilastollisen valvonnan tehokkuus. Jokaiseen virheeseen ei voi puuttua ja jokaiseen virheeseen puuttuminen voi jopa aiheuttaa lisää virheitä. Tilastoja apuna käyttäen on mahdollista luoda matemaattisia malleja ja ennustaa luotettavasti prosessien tulevaa käyttäytymistä. (Salomäki 1999, 165–167.)

Prosessien laaduntuottokyvyn ja tehokkuuden muutoksia on tärkeää seurata, jotta normaalista hajonnasta poikkeavat tilanteet huomataan ajoissa. Nopeasti havaittu muutos antaa mahdollisuuden puuttua prosessiin enne kuin se aiheuttaa isompia ongelmia. Parhaassa tapauksessa ongelma voidaan estää ennusteiden ja prosessin käyttäytymismallin perusteella ennen kuin se ehtii ilmetä. SPC:tä käyttäen yksittäisten virheiden tarkkailun sijaan keskitytään valmistusprosessien keskimääräiseen laaduntuottokykyyn ja tehokkuuteen. Tällä menetelmällä prosessit pyritään pitämään niin hyvässä kunnossa, että prosessit itsessään eivät tuota viallisia tuotteita tai ainakin se on tilastollisesti erittäin epätodennäköistä. (Salomäki 1999, 166–168.)

4.5 Valvontakortti

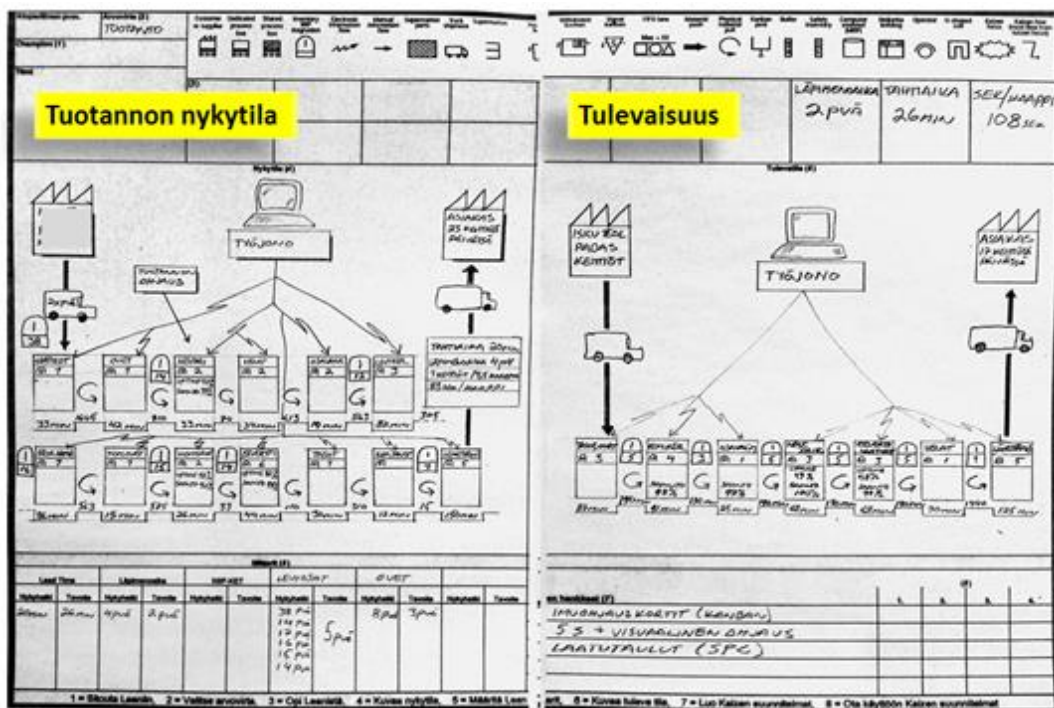
Valvontakortteja on monenlaisia. Valvontakorttityypeille on kuitenkin muutamia yhteisiä yleisiä ominaisuuksia. Kaikki valvontakortit ovat taulukoita johon kerätään mittaustuloksia. Mittaustuloksia voidaan hyödyntää prosessin tunnuslukujen laskennassa. Taulukon lisäksi valvontakortti voi sisältää graafisia kuvaajia. Yleisesti on järkevää liittää valvontakorttiin myös histogrammi josta voidaan saada lisätietoa ongelmatilanteissa. (Salomäki 1999, 212.)

Valvontakortin käyttöönotto vaatii, että prosessi ja siinä työskentelevät henkilöt ovat siihen valmiita. Prosessi pitää olla kuvattu ja kokonaiskuvan on oltava selvä. Prosessin henkilöstö ja valvontakortin tulevat käyttäjät kannattaa ottaa mukaan jo valvontakortin laatimisvaiheessa. Suoraan prosessiin viety valmis valvontakortti voi aiheuttaa henkilöstössä vastustusta jo pelkästään nimensä perusteella. Työntekijöitä kouluttamalla ja tietoa lisäämällä valvontakortista saa toimivan ja tehokkaan prosessia kehittävän työkalun. (Salomäki 1999, 223,224.)

4.6 Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus eli VSM (value stream mapping) on yleisesti käytetty lean-työkalu, jolla kuvataan johtakin prosessia. Kuvaukseen pyritään erittelemään mahdollisimman tarkasti prosessin sisältämät eri vaiheet. Työkalun tarkoituksena on eliminoida hukkaa ja parantaa virtausta. (Rother Shook 2009, 1–2.) Arvovirtakuvauksessa laatikot ovat prosesseja tai työvaiheita joita nuolet yhdistävät (Kuva 2). Kuvauksesta ilmenee prosessien kestot ja niistä muodostuva läpimenoaika joka jaetaan lisäarvoa tuottavaan ja lisäarvoa tuottamattomaan aikaan. (Liker 2011, 275.)

Arvovirtakuvauksen teko on paras tapa aloittaa prosessin nykytilan mallintaminen. Kuvatuista tilanteesta on helppo tehdä myös kuva tulevaisuuden visiosta, tavoitetilasta. Palvelualoilla prosessit saattavat sisältää jopa tuhansia toimintoja. Kaikkea ei kannata edes yrittää kuvata ensimmäisessä vaiheessa. Järkevintä on kuvata aluksi viidestä kymmeneen ylemmän tason vaihetta, joissa on suurin potentiaali vähentää hukkaa. Näistä ylemmän tason vaiheista voi myöhemmin luoda makrotason kaavioita tarkemman analysoinnin tueksi. (Liker 2011, 276.)



KUVA 2. Esimerkki nykytilan ja tavoitetilan vsm (Väisänen 2013).

4.7 FIFO

FIFO on yksi tärkeimmistä ja yksinkertaisimmista läpäisyajojen lyhentämistä tukeva periaate. Sen tehokkuus perustuu järjestyksen säilyttämiseen prosesseissa. Tällä saavutetaan tasaisesti jakautuva jonotusaika. Tilauksenkäsittelyssä tämä tarkoittaa tilausten käsittelyä niiden saapumisjärjestyksessä. Poikkeuksia muodostavat erikoistilanteet kuten pikatilaukset joissa tilaus nostetaan jonon ohi käsiteltäväksi. Tällainen tapaus vaatii aina ulkoista ohjausta jota kutsutaan priorisoinniksi. (Harju 1999, 56–59.)

Impulssijonoja voi olla useita ja niiden järjestäminen yhteen FIFO-jonoon voi olla haastavaa. Yleensä tällainen yhdistäminen vaatii ainakin kahta konkreettista asiaa, jonojen yhdistämistä ja monitaitoisuutta. Impulssijonot pitää saada muutettua samaan muotoon, jotta ne saadaan yhdistettyä näkyväksi yhtenäiseksi jonoksi. Tällöin myös niitä käsittelevien resurssien pitää pystyä ottamaan ne järjestyksessä käsittelyyn. Valikointia ei voi enää tehdä. (Harju 1999, 56.)

Yleensä asiakaspalvelualueilla yhdistetyn FIFO-jonon käyttö on varsin helppoa ja sillä on positiiviset vaikutukset asiakastytyväisyyteen. Varsin yleinen tapa saada aikaiseksi yhdistetty jono on ottaa käyttöön vuoronumerojärjestelmä. Tällä keinolla pakotetaan kaikki tulevat "impulssit" samaan yhdistettyyn jonoon. (Harju 1999, 56–59.)

Jonojen ruuhkautumista aiheuttavat yleisimmin kaksi eri syytä. Kysyntä ylittää kapasiteetin ja toinen yleinen syy on puskuritalan täyttyminen. Joissakin tapauksissa helpoin tapa välttää ruuhkautumista on rajoittaa kysyntää. Toinen yksinkertainen tapa on muuttaa priorisointia. Priorisointia muuttamalla resurssit kohdistetaan vain jonon "pullonkaulaan". Tämä ei ole kuitenkaan toimiva ratkaisu pitämällä aikavälillä. (Harju 1999, 57.)

Puskuritalan täyttymistä voidaan hallita hälytysrajoilla jotka muuttavat automaattisesti priorisointia jonossa. Tällä voidaan poistaa kasvavasta jonotusajasta aiheutuvia haittoja tietyiltä toiminnoilta. Tässä kohtaa on hyvä tiedostaa, että jonotusajat liittyvät vain ohjausimpulsseihin joita valvotaan vain impulssijonoissa. (Harju 1999, 58.)

Yksittäisten perusprosessien järjeistäminen on myös yksi ruuhkautumista aiheuttava tekijä. Resurssien autonomiset päätökset järjeistää toimintaa on pyrittävä eliminoimaan yhteisillä säännöillä ja ohjauksella. Jotta jono saadaan toimimaan ilman ruuhkautumista pitää tehdä selväksi mitkä perusprosessit sille kuuluvat ja mitkä ei. Osa jonoon tulevista impulsseista ohjataan muualle ja osa hoideetaan itse. Tämäkään ei sinällään poista muodostuvia puskureita, mutta prosessista saadaan huomattavasti tehokkaampi. Ohjauksesta saadaan tehtyä yksinkertaisempi, jolla on positiiviset vaikutukset virtaukseen. (Harju 1999, 58–60.)

5 TILAUSKÄSITTELY

Tilaukskäsitteily on tilaus-toimitusprosessin ensimmäinen vaihe. Vieremällä tähän tiimiin kuuluu kahdeksan henkilöä. Kaikki eivät kuitenkaan tee varsinaista tilaukskäsitteilyä koko aikaa, joten laskennallisesti tilaukskäsitteilyyn kuuluu noin kuusi henkilöä. HT Laser Vieremän yksikössä tilaukskäsitteilyn tehtäviin kuuluvat tilaukskäsitteilyn ja tarjouslaskennan lisäksi myös tuotannon kuormitus, hienokuormitus, tarvelaskenta sekä alihankintaostot. Erillisiä tuotannonohjaajia ei ole. Tilaukskäsitteilyn tuottamat paperiset työkortit menevät ilman välikäsiä suoraan tuotantoon.

Voisi helposti todeta, että tilaukskäsitteily on koko ketjun tärkein osa-alue. Näin ei kuitenkaan ole. Tuotantoketju on vain niin vahva ja tehokas kuin sen heikoin lenkki. Näin todetaan myös lean ajatusmaailmassa. Toisaalta viimeiseen asti viilattu ja tehokas tuotanto ei voi toimia ilman toimivaa tilaukskäsitteilyä. Tehokas ja virheetön tilaukskäsitteily on kuitenkin ehdoton edellytys ja vaatimus siihen, että koko prosessi voi toimia sujuvasti.

Tilaukskäsitteily ja tuotanto ovat usein varsin erillään, eikä kokonaisuutta hahmoteta. Usein keskitytään vain joko tuotannon tai alkupään tehostamiseen. Tässä työssä keskitytään vain ketjun alkupäähän, mutta vaikutukset kantavat läpi koko tuotannon. Vieremällä toimintatavat ja prosessit ovat niin hyvässä kunnossa, että tässä työssä voi keskittyä vain ketjun alkupäähän. Varsinainen tuotanto on kunnossa ja pyrkii toimimaan tarkasti tilaukskäsitteilyn tuottamien työmääräinten mukaisesti. Tuotannon toimivuudesta ja työmääräinten toteutumisesta kertoo osaltaan se, että jos työmääräimestä jätetään jokin työvaihe pois, menee osa yleensä asiakkaalle asti keskeneräisenä.

Tässä työssä vaikutukset tuotantoon jäävät vain töiden kuormituksen tasolle. Mitä tehokkaampi tilaukskäsitteily, sitä vähemmän myöhässä käsiteltyjä tilauksia, joka vähentää normaalia tiukemmalla aikataululla kuormitettuja työmääräimien määrää. Tämän lisäksi kiireettömästi tehdyt tilaukset ovat väistämättä virheettömämpiä kuin kiireessä tehdyt.

5.1 Tilaukskäsitteilyn historiatietoja

HT Laserin tilaukskäsitteilyn historiasta voin kertoa aina vuodesta 2004 eteenpäin. Tulin HT Laserille töihin kyseisenä vuonna maaliskuussa. Aloitin ohjelmoinnista, mutta siirryin hyvin nopeasti myynnin tehtäviin. Saman vuoden kesälomien aikana sijaistin jo koko toimiston väen tehtäviä.

Vuonna 2004 vaadittiin tilaukskäsitteilyssä tavoitteisiin pääsyyn noin 25 myyntiriviä / päivä. Myytäviä työvaiheita olivat vain laser-, plasma-, ja polttoleikkaus. Lisäksi omia resursseja oli kierteitys. Kaikki muut työvaiheet ostettiin alihankinnasta. Alihankittavat työvaiheet olivat helppoja perustaa tuotannonohjausjärjestelmäämme, tosin hinnan saanti työvaiheelle saattoi kestää jopa viikon.

Varsinaiseen tilaukskäsitteilyyn kuului vain kaksi henkilöä, joista toinen auttoi sekä tarjouslaskennassa, että tilaukskäsitteilyssä ruuhka tilanteissa. Työmääräimet kertoivat vain mitä osia piti valmistaa ja milloin. Ohjelmointi sijoitteli tarvittavat osat oikeaan aikaan tai reilusti etuajassa levyille ja toimitti oh-

jelmat leikkaukseen. Leikkaus leikkaisi työt järkeväs katsomassaan järjestyksessä. Tilauksen osat olivat niputettuja työkorteittain levyn paksuuden ja materiaalin mukaan. Koneiden käyttöasteet olivat korkeat, mutta toimitusvarmuus oli todella huono. Alle 50 % tilauksista saatiin toimitettua asiakkaalle ajallaan.

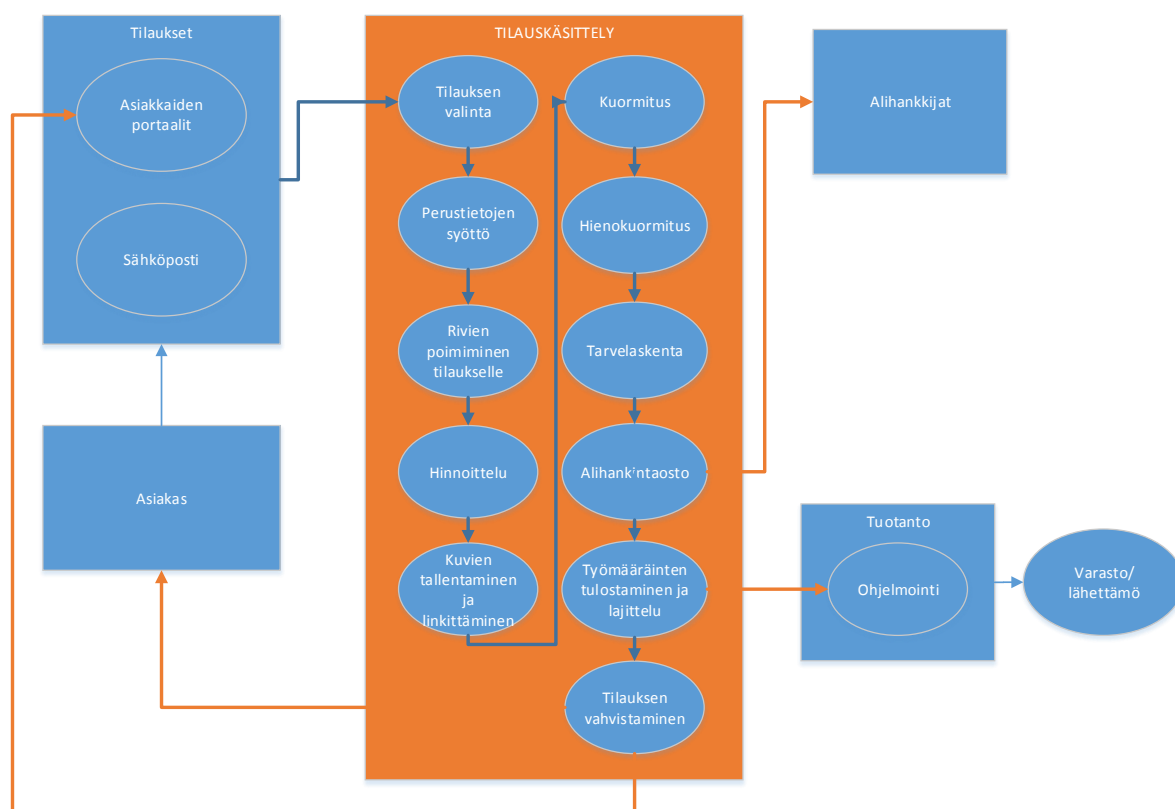
Suurimmat muutokset tähän asti tulivat vuosina 2007 – 2012. Tällöin luovuttiin niputetuista työkorteista. Jokainen osa lähti tuotantoon omalla työmääräimellä. Tämän lisäksi automaattinen kuvan tulostus työmääräimeen mahdollistui jolloin ylimääräinen kuvan tulostus sekä hidas työkorttien ja kuvien niittausvaihe jäi pois.

5.2 Tilauksittelyn nykytila

Tätä työtä tehdessäni toimitimme asiakkaille noin 12 000 myyntiriviä kuukaudessa. Myös hitsatut rakenteet, jotka sisälsivät useita osia, laskettiin vain yhtenä myyntirivinä. Vuoteen 2004 verrattuna tilauksittely tehokkuus henkilöä kohden oli noussut lähes viisinkertaiseksi vain rivimääriin verrattuna. Samaan aikaan myös tilauksittelyn tuottamat työmääräimet olivat tarkentuneet ja sisälsivät aikaisempaa huomattavasti enemmän informaatiota. Työt olivat myös kuormitettu järkeväs tuotantoon.

6 TILAUSKÄSITTELYN PROSESSIKUVAUS

Jotta tilauskäsittelyä pääsi tutkimaan ja analysoimaan tarkemmin täytyi siitä luoda aluksi prosessikuvaus. Prosessikuvauksessa näkyivät kaikki tilauskäsittelyyn kuuluvat ja liittyvät vaiheet aina tilauksen valinnasta, tilauksen vahvistamiseen asiakkaalle (Kaavio 1). Prosessikuvausta pystyttiin käyttämään hyväksi myös arvovirtakuvausta luodessa, koska se sisälsi käytännössä samat vaiheet. Prosessikuvaus ja arvovirtakartta ovatkin hyvin samankaltaisia sillä erolla, että vasta arvovirtakarttaan mitataan eri työvaiheiden kestoja.



KAAVIO 1. Tilauskäsittelyn prosessikaavio (Karivuori).

6.1 Tilauksen valinta ja perustietojen syöttö

Tilauskäsittelyn ensimmäinen vaihe oli tilauksen valinta. Valtaosa tilauksista tuli yrityksen yhteiseen sähköpostiin josta ne siirrettiin erilliseen tilaus- kansioon. Kaikista tilauksista ei kuitenkaan tullut erillistä sähköpostia vaan ne haettiin käsiteltäväksi suoraan asiakkaiden portaaleista. Yhteistä kaikissa tilauksissa oli, ettei niistä näkynyt asiakkaan pyytämää toimituspäivää ennen tilauksen konkreettista avaamista.

Sopivan tilauksen löydyttyä esimerkiksi sähköpostista, tilauskäsittelijä "liputti" tilauksen aloitetuksi. Liputtamisella hallittiin sähköpostiin luotua tilauksia kansioita. Erivärisistä lipuista näki, olivatko tilaukset otettu käsittelyyn, valmiita tai aloittamatta.

Tilauksen valinnan jälkeen aloitettiin perustietojen syöttö tuotannonohjausjärjestelmäämme Visma L7:aan. Ohjelmaan avattiin uusi tilaus jolle poimittiin yritysrekisteristä asiakkaan tiedot. Tilaukselle määriteltiin myös ensimmäinen toimituspäivä, toimitusosoite ja toimitustapa. Tässä vaiheessa merkittiin myös tilauksen alkuperäinen saapumispäivämäärä, joka mahdollisti myöhemmän tutkimisen tilausten jonotusajoista.

6.2 Rivien poimiminen ja hinnoittelu

Seuraava työvaihe oli rivien poimiminen tilaukselle. Käytännössä tähän oli kaksi eri tapaa. Mikäli tilattava osa oli perustettu tuoterekisteriimme, poimittiin se suoraan tuoterekisteristä tilaukselle kappalemäärineen. Jos osaa ei ollut perustettu tuoterekisteriin, vaan se oli niin sanottu konfiguroitu tuote, se poimittiin tilaukselta tai tarjoukselta jolla sitä oli edellisen kerran myyty tai tarjottu. Tämä aiheutti sen, että vanhalla tilauksella ollut kappalemäärä kopioitui joka piti käydä muuttamassa osan erittelyikkunassa oikeaksi.

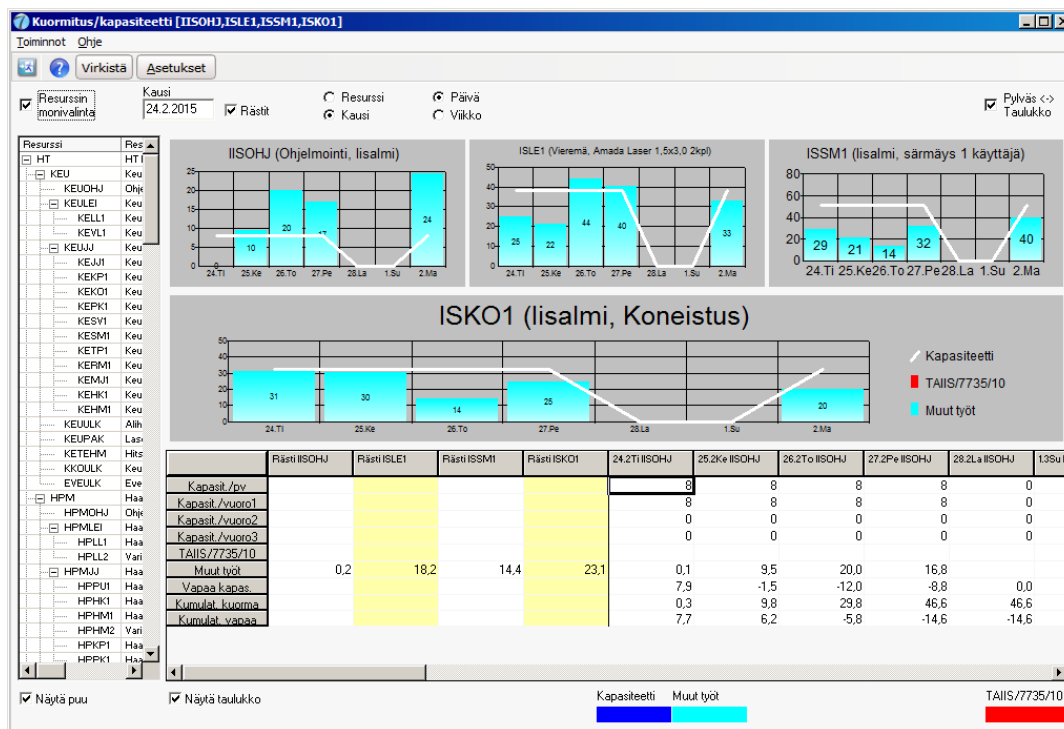
Mikäli osaa ei ollut aikaisemmin myyty eikä tarjottu, aloitettiin osan luominen ja hinnoittelu järjestelmäämme. Hinnoittelu ja osan perustaminen (varsinkin isoilla rakenteilla) voivat olla hyvin monimutkainen ja aikaa vievä prosessi, mutta sen katsottiin olevan jalostavaa aikaa joten sitä prosessia ei tässä työssä lähdetty avaamaan tarkemmin.

Käytännössä osan perustamiseen kuului muutama eri vaihe. Ensimmäiseksi tallennettiin dwg- kuva ohjelmointia varten yrityksemme verkkosemalle asiakkaan kansioon. Tarvittaessa dwg- kuvasta luotiin myös pdf-kuva työkorttiin linkittämistä varten. Järjestelmään syötettiin osan perustiedot joita olivat nimitys ja piirustusnumero. Tämän jälkeen osalle valittiin oikeat työvaiheet työaikoiheen ja leikkausvaiheeseen kiinnitettiin osan valmistuksen vaatima materiaali kiloineen.

6.3 Kuvan tallentaminen ja osan kuormittaminen tuotantoon

Kaikille osille linkitettiin työkorttiin pdf-kuva. Käytännössä tämä tehtiin vain uusille ja revisioituille osille, koska kuvan linkitys säilyi järjestelmässämme ja kopioitui aina osaa uudelleen myytäessä. Tämän lisäksi uusia osia myytäessä, ladattiin osasta dwg- kuva asiakkaan portaalista ja tallennettiin se asiakas kohtaisiin kansioihin omalle verkkosemallemme ohjelmointia ja tuotantoa varten.

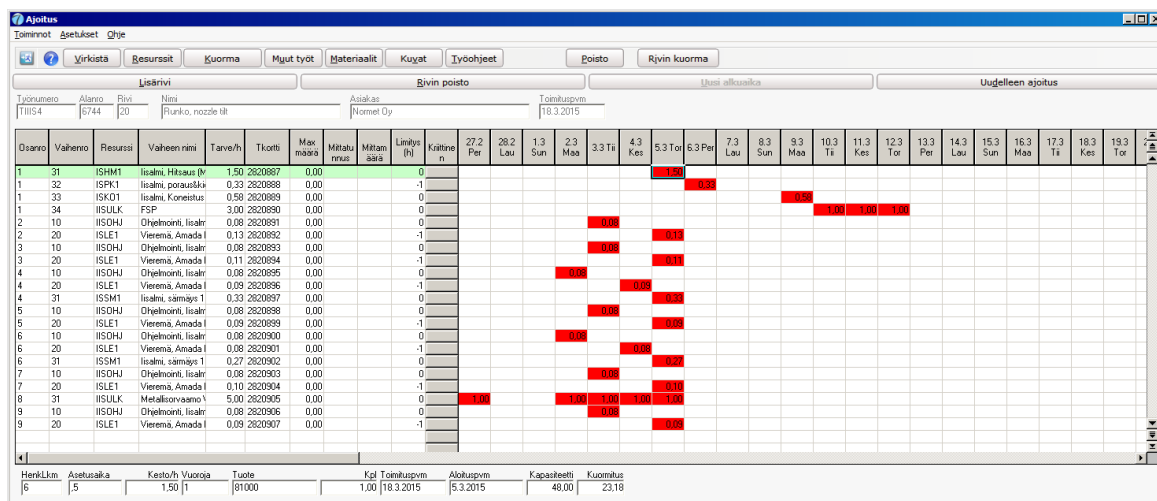
Töiden kuormittaminen tuotantoon tapahtui L7 toiminnanohjausjärjestelmässämme automaattisesti ajoitus painikkeella. Ajoitus suunta oli toimituspäivästä taaksepäin. Viimeinen työvaihe ajoittui kaksi päivää ennen toimitusta. Myös ohjelmointi- ja leikkaustyövaiheen välissä oli yksi välipäivä. Muuten kaikki työvaiheet ajoittuivat peräkkäin omille päivilleen. Kuormituksen jälkeen tarkastettiin työvaiheiden kapasiteetti (Kuva 3). Mikäli kuormitettu työ ylitti jonkin työvaiheen päiväkohtaisen maksimi kapasiteetin, siirrettiin työvaihetta, tai koko tilausta parempaan ajankohtaan. Tämä siirto kuului jo hienokuormitukseen.



KUVA 3. Kuormitus/kapasiteetti.

6.4 Hienokuormitus

Hienokuormitukseen kuului kaikki käsin tehtävä työvaiheiden siirtely. Töiden manuaalista siirtely aiheuttivat useat seikat. Yksi itsestään selvä syy oli asiakkaiden tekemät pikatilaukset, joiden työvaiheet automaattikuormitus kuormitti menneisyyteen. Toinen syy hienokuormitukseen oli konfiguroidut hitsatut rakenteet. Näillä, ohjelmistovirheen takia, hitsaustyövaihe kuormittui samalle päivälle, kuin siihen kuuluvien osien viimeinen työvaihe. Kuvassa 4 näkyy hitsatun rakenteen ajoitus ennen hienokuormitusta. Kuvassa 5 ajoitus on hienokuormitettu.



KUVA 4. Kuormitus ennen korjausta

Kuvassa 5 hitsatun rakenteen (sama, kuin kuvassa 4 näkyvä rakenne) ajoitus näkyy korjattuna. Rakenteeseen kuuluvien osien ajoitukset ovat ennallaan, mutta hitsaus-, poraus-, koneistus- ja maala-

ustyövaiheet on siirretty kahdella arkipäivällä eteenpäin. Näin kaikki osat valmistuivat ennen hitsausvaihetta ja työ voitiin toteuttaa suunnitellussa aikataulussa.

Osasto	Vaihe	Resurssi	Vaiheen nimi	Tarve/h	Tikotti	Max määrä	Mittausmitta	Limitys (h)	Käyttö (h)	27.2 Per	28.2 Lau	1.3 Sun	2.3 Ma	3.3 Ti	4.3 Kes	5.3 Tor	6.3 Per	7.3 Lau	8.3 Sun	9.3 Ma	10.3 Ti	11.3 Kes	12.3 Tor	13.3 Per	14.3 Lau	15.3 Sun	16.3 Ma	17.3 Ti	18.3 Kes	19.3 Tor
1	31	ISHM1	Isäntä, Hitsaus (M)	1.50	2820887	0.00		0																						
1	32	ISPK1	Isäntä, porauslöyly	0.33	2820888	0.00		-1																						
1	33	ISKD1	Isäntä, Koneistus	0.58	2820889	0.00		0																						
1	34	ISULK	ISF	3.00	2820890	0.00		0																						
2	10	IISOHJ	Ohjelmointi, Isäntä	0.08	2820891	0.00		0																						
2	20	ISLE1	Vieremä, Amada I	0.13	2820892	0.00		-1																						
3	10	IISOHJ	Ohjelmointi, Isäntä	0.08	2820893	0.00		0																						
3	20	ISLE1	Vieremä, Amada I	0.11	2820894	0.00		-1																						
4	10	IISOHJ	Ohjelmointi, Isäntä	0.08	2820895	0.00		0																						
4	20	ISLE1	Vieremä, Amada I	0.09	2820896	0.00		-1																						
4	31	ISSM1	Isäntä, sämsäys 1	0.33	2820897	0.00		0																						
5	10	IISOHJ	Ohjelmointi, Isäntä	0.08	2820898	0.00		0																						
5	20	ISLE1	Vieremä, Amada I	0.09	2820899	0.00		-1																						
6	10	IISOHJ	Ohjelmointi, Isäntä	0.08	2820900	0.00		0																						
6	20	ISLE1	Vieremä, Amada I	0.08	2820901	0.00		-1																						
6	31	ISSM1	Isäntä, sämsäys 1	0.27	2820902	0.00		0																						
7	10	IISOHJ	Ohjelmointi, Isäntä	0.08	2820903	0.00		0																						
7	20	ISLE1	Vieremä, Amada I	0.10	2820904	0.00		-1																						
8	31	ISULK	Metallisovausno	5.00	2820905	0.00		0																						
9	10	IISOHJ	Ohjelmointi, Isäntä	0.08	2820906	0.00		0																						
9	20	ISLE1	Vieremä, Amada I	0.09	2820907	0.00		-1																						

KUVA 5. Ajoitus korjattuna.

6.5 Tarvelaskenta

Tarvelaskenta sisälsi varasto-ohjautuvien tuotteiden hallinnan. Mikäli käsitelty tilaus sisälsi tuoterekisteriin luotuja varasto-ohjautuvia tuotteita, täytyi myös niiden varasto saldot tarkastaa. Osat olivat lajiteltu tuoterekisteriin asiakkaittain, joten kaikkien osien saldoa ei tarvinnut tarkastaa, vaan tarvelaskenta tehtiin vain käsitellyn tilauksen asiakkaan osien osalta.

Kaikille varasto-ohjautuville osille oli määritelty hälytysraja ja täydennys erä. Mikäli osan varastosaldo meni tilauksen kuormittamisen jälkeen alle hälytysrajan, laitettiin osia valmistumaan täydennyserän verran sopivaan ajankohtaan. Tarvelaskennan ongelmana oli, että se pyysi osalle valmistuspäiväksi päivää jolloin saldo meni alle hälytysrajan. Käytännössä osan toimituspäivä piti muuttaa käsin joko osan tilauksella olevaan toimituspäivään, tai mikäli saldot riittivät toimitukseen, siitä arviolta joitakin päiviä eteenpäin riippuen osan historiatiedoista ja menekistä.

6.6 Alihankintaostot

Tilauks käsittelyssä jouduttiin tekemään alihankintaostoja vain kahdesta eri syystä. Kaikki työvaiheet tehtiin itse, paitsi osien pintakäsittelyt ja sorvaus. Osien pintakäsittelyä, kuten maalausta ja passiivointia ostettiin kolmelta eri toimittajalta. Sorvattuja osia jotka kuuluivat yleensä rakenteisiin, ostettiin niin ikään kolmelta eri alihankkijalta.

Alihankintaostotilaus täytyi tehdä ennen työkorttien tulostamista, jotta työkorttiin alihankintavaiheelle tulostui ostotilausnumero helpottamaan lähettämön toimintaa. Ostotilaus lähetettiin sähköpostilla alihankkijalle ja vahvistettiin myöhemmin, mikäli alihankkijalta saatiin tilausvahvistus.

Osan saapuessa lähettämöön, lähettämönhenkilökunta tulosti työkortissa näkyvän ostotilauksen josta lähettämö näki minne osat olivat lähetettävä alihankintaan. Tulostettu ostotilaus lähetettiin osien mukana alihankkijalle.

6.7 Paperien tulostus, lajittelu ja tilauksen vahvistaminen

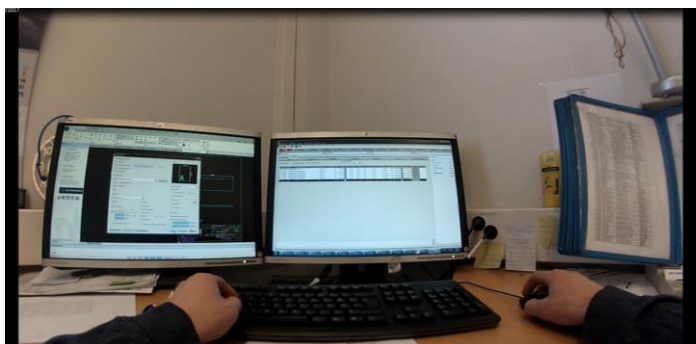
Kaikista tilaukselle valmistuvista osista tulostettiin työmääräin jonka kääntöpuolella oli osan piirustus. Myös varasto-ohjautuvista tuotteista tulostettiin työmääräin, mikäli niitä tarvitsi laittaa valmistukseen. Työmääräimet lajiteltiin ohjelmointipäivämäärän mukaan lokerikkoon, josta ohjelmointi haki aina kuluvan päivän työmääräimet ohjelmoitavaksi. Työkortit lajiteltiin myös leikkausmenetelmän mukaan erilleen. Laserleikattaviin ja poltto-/plasmaleikattaviin osiin.

Työkorttien lisäksi kaikista tilauksista tulostettiin asiakkaalta tullut tilaus sekä järjestelmästämmme saatu tilausvahvistus. Nämä niitattiin yhteen ja arkistoitiin kansioihin. Automaattisesti sisään luetuista tilauksista tulostettiin valmiiksi lähettämöön keräilylistat, joihin niitattiin mukaan kollilappu lavan merkkäamista varten.

Tilauks käsittelyn viimeinen vaihe oli tilauksen vahvistaminen asiakkaalle. Tässä oli kaksi erilaista tapaa. Nopeampi tapa oli lähettää vain tilausvahvistus asiakkaalle. Toinen, välillä hitaampi tapa, oli vahvistaa tilaus suoraan asiakkaan portaaliin. Tilauksen vahvistaminen portaaliin saattoi vaatia hintojen ja toimituspäivien tarkastamista ja tarvittaessa niiden muuttamista portaaliin.

7 SMED ANALYYSI

Kuvasimme tilauskäsittelyä kiinnittämällä kameran tilauskäsittelijän rintaan valjailta. Näin videoon saatiin taltioitua kaikki mitä tilauskäsittelijä teki eikä tapahtumaan tarvittu erillistä kuvaajaa. Rintaan asetettu kamera ei myöskään haitannut tilauskäsittelijän toimintaa, eikä henkilöstä näy muuta kuin kädet (Kuva 6).



KUVA 6. Kuvakaappaus videosta (Tiikkainen).

Kävimme videot läpi yhdessä tilauskäsittelijän kanssa ja kaikki tapahtumat kirjattiin ylös sekunnin tarkkuudella. Saatu tapahtumakuvaus siirrettiin yrityksemme käytössä olevaan SMED Excel pohjaan josta saatiin kuvaaja ajankäytön jakautumisesta. Taulukolla eriteltiin myös työssä ilmenneet asetukset sisäisiin ja ulkoisiin. Lisäksi työvaiheet jaoteltiin ei arvoa tai arvoa tuottaviin töihin.

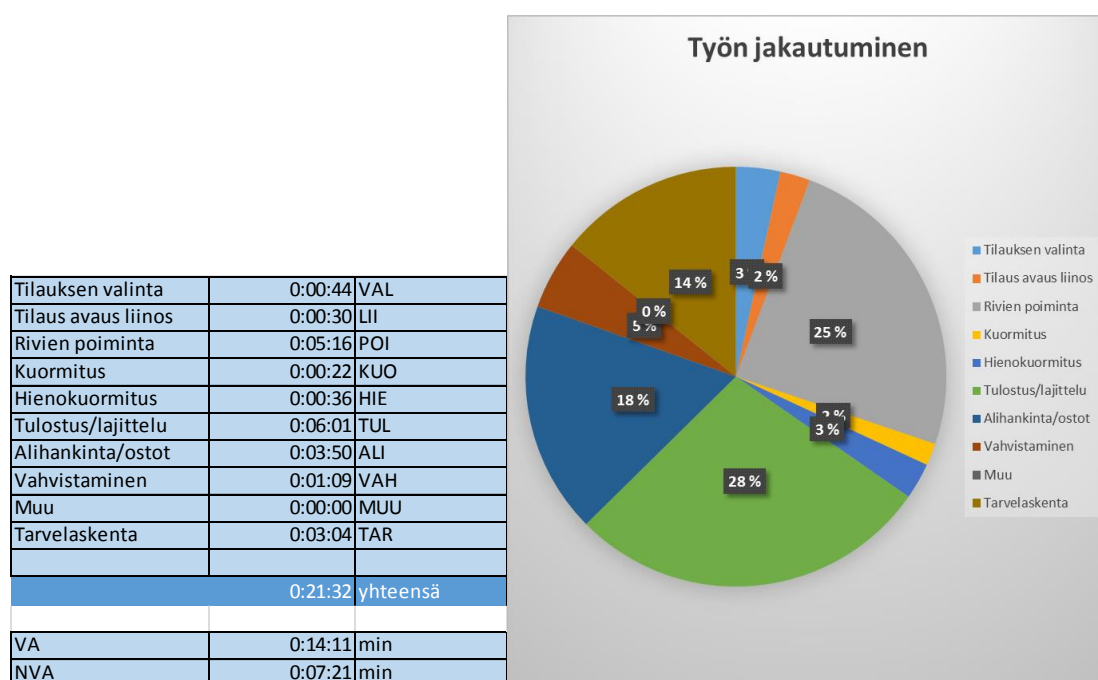
Jotta videoista saisi riittävän kattavan kuvan, päätimme kuvata tilauskäsittelyä asiakkaittain. Kuvasimme videoita kaikkiaan 16 kappaletta, joista 10 valittiin tähän työhön. Tutkimuksessa käytettiin kolmea eri HT Laser Oy:n asiakasta, joista tässä työssä käytetään nimityksiä Asiakas A, Asiakas B ja Asiakas C. Normaalityöläisten lisäksi kuvattiin Asiakas A:n osalta myös automaattisesti sisäänluettava tilaus. Prosessi jaettiin samaan 11 eri vaiheeseen mitkä ilmenivät jo prosessikuvauksessa. Ajan käyttö myös jaoteltiin tarkasti näiden vaiheiden mukaan, esimerkiksi tarvelaskennan vaatima työaika jakautui käytännössä tarvelaskennan lisäksi kuormitukseen, hienokuormitukseen ja paperien tulostukseen.

7.1 Kuvatut tilaukset

Kaikkiaan tilauskäsittelyä kuvattiin noin 3,5 tuntia. Käytännössä kolme eri henkilöä kuvasi toimintaansa reilun tunnin ajan. Videot katsottiin kuvaajan kanssa läpi ja tapahtumat analysoitiin sekunnin tarkkuudella. Analyysit pilkottiin tilauksittain. Kello nollattiin, kun edellinen tilaus oli valmis ja uuden tilauksen valinta alkoi. Kello pysäytettiin, kun tilaus oli kokonaisuudessaan käsitelty ja uuden käsiteltävän tilauksen valinta alkoi.

7.2 Asiakas A:n tilaukset

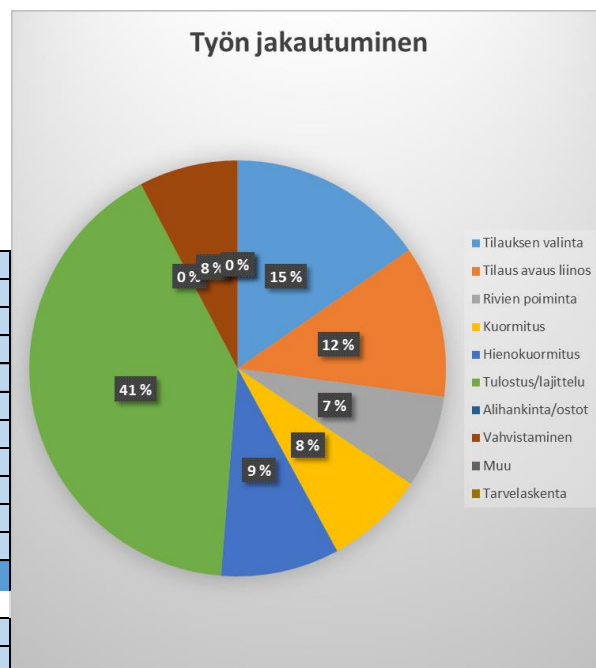
Ensimmäisessä kuvatussa videossa käsiteltiin Asiakas A:n tilaus. Tilaus sisälsi 16 riviä, joista osa oli rakenteita (Kaavio 2). Paperien tulostus ja lajittelu nousivat eniten aikaa vieväksi työvaiheeksi, mutta vain niukasti 28 % osuudella. Seuraavaksi työläin vaihe oli rivien poimiminen joka vei 25 % kokonaistyöajasta. Hitaustyökortista selvisi, että rakenteeseen kuului myös varasto-ohjautuvia osia. Tämä vaati tarvelaskennan päivittämistä. Osa osista oli myös alihankittavia ja koska osien saldot menivät miinukselle, piti niistä tehdä ostotilaukset. Kaikkiaan tarvelaskennan virkistäminen ja osien ostaminen veivät aikaa lähes kolmanneksen kokonaistyöajasta. Jalostavan ajan osuus tällä tilauksella nousi 60 %:n. Rivikohtaiseksi työajaksi tässä tapauksessa muodostui 1,35 minuuttia.



Kaavio 2. Asiakas A 16 riviä (rakenteita)

Toisessa kuvatussa videossa oli asiakkaana Asiakas A (Kaavio 3). Tilaus sisälsi vain yhden rivin. Osa oli perustettu tuoterekisteriin. Myös tässä tilauksessa paperien tulostus ja lajittelu veivät suurimman osan ajasta (41 %), mutta toiseksi eniten aikaa vei tilauksen valinta, jonka osuus oli 15 % työajasta. Jalostavatyön osuus oli noin 30 % kokonaistyöajasta ja rivikohtaiseksi ajaksi muodostui 3,25 minuuttia.

Tilauksen valinta	0:00:30	VAL
Tilaus avaus liinos	0:00:23	LI
Rivien poiminta	0:00:14	POI
Kuormitus	0:00:15	KUO
Hienokuormitus	0:00:18	HIE
Tulostus/lajittelu	0:01:20	TUL
Alihankinta/ostot	0:00:00	ALI
Vahvistaminen	0:00:15	VAH
Muu	0:00:00	MUU
Tarvelaskenta	0:00:00	TAR
	0:03:15	yhteensä
VA	0:01:07	min
NVA	0:02:08	min



KAAVIO 3. Asiakas A yksi rivi tuoterekisteri

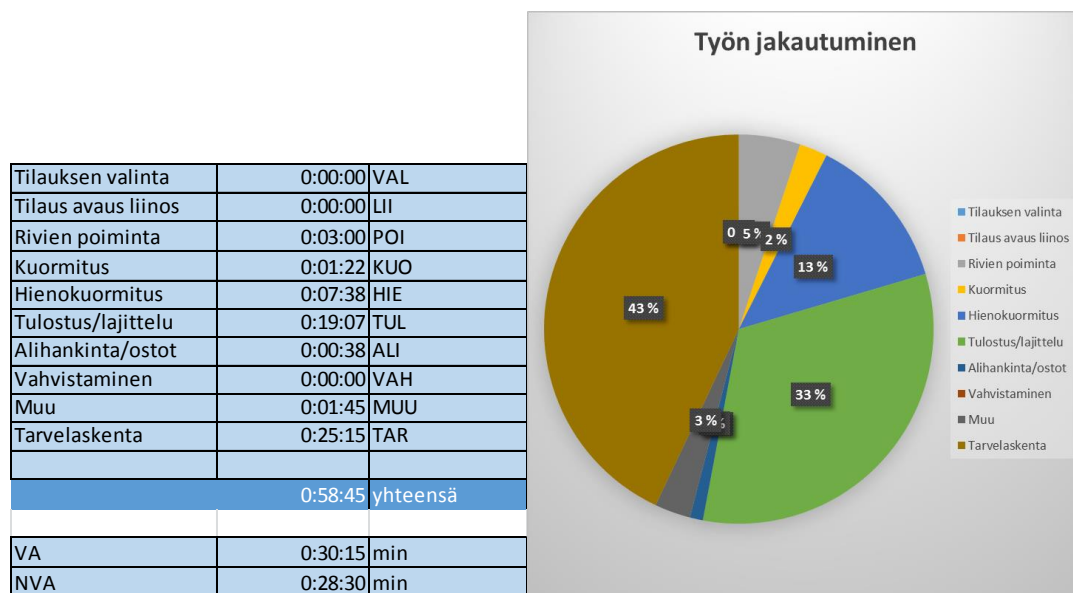
Viidennessä videossa kuvattiin 12 rivin tilauksen käsittely (Kaavio 4). Kaikki osat olivat uusia, joten osat piti hinnoitella ja perustaa tuotannonohjausjärjestelmäämme. Osat olivat yksinkertaisia pieniä leikkeitä joten hinnoitteluun ei tarvinnut käyttää erityisen paljoa aikaa. Osien perustaminen järjestelmään kesti kaikkiaan 31,5 minuuttia (87 %) sisältäen pdf-kuvien linkittämisen. Paperien tulostus ja lajittelu oli toiseksi työläin työvaihe joka kesti kaikkineen vajaan kaksi minuuttia (5 %). Lähes saman verran aikaa meni myös tilauksen valintaan jonka osuus oli 4 % kokonaisajasta. Jalostavan ajan osuudeksi tuli 90 % työajasta ja rivikohtainen käsittelyaika oli 3,025 minuuttia.

Tilauksen valinta	0:01:32	VAL
Tilaus avaus liinos	0:00:30	LI
Rivien poiminta	0:00:18	POI
Kuormitus	0:00:00	KUO
Hienokuormitus	0:00:00	HIE
Tulostus/lajittelu	0:01:41	TUL
Alihankinta/ostot	0:00:00	ALI
Vahvistaminen	0:00:35	VAH
Muu	0:00:09	MUU
Tarvelaskenta	0:00:00	TAR
Osan luonti	0:31:33	LUO
	0:36:18	yhteensä
VA	0:32:56	min
NVA	0:03:22	min



KAAVIO 4. Asiakas A 12 riviä (usia osia)

Jonossa toimitettavien osien tilausten sisään luku oli mielenkiintoinen tutkittava. Jonot luettiin päivittäin automaattisesti asiakkaan internetportaalista järjestelmäämme. Käytännössä sisään tilauksille tuli yhden päivän toimitukset. Kuvatussa videossa luettiin sisään 366 riviä (Kaavio 5). Rivit jakautuivat 28 eri tilaukselle joista tulostettiin normaali tilauksista poiketen keräilylistat ja lavalaput. Lavalappujen ja keräilylistojen tulostamisella oli tarkoitus helpottaa lähettämön toimintaa.



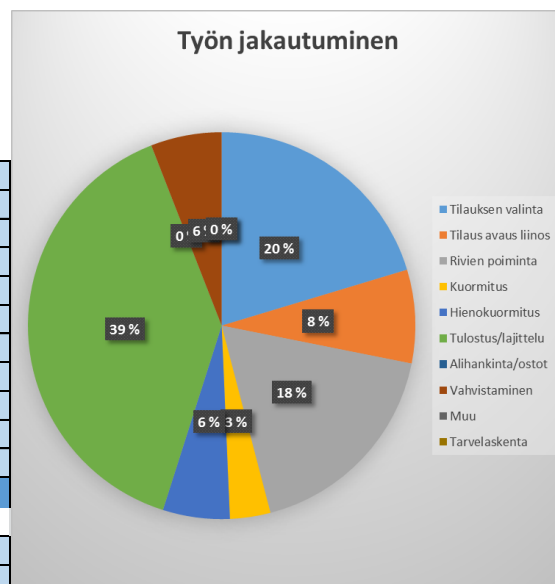
KAAVIO 5. Asiakas A jonojen käsittely 366 riviä

Käytännössä tilausten sisään luku tapahtui automaattisesti. Tilausten luku kesti yhteensä kolme minuuttia. Tämän ajan pystyi käyttämään johonkin muuhun toimintaa. Keräilylistojen ja lavalappujen tulostus kesti 10 minuuttia 25 sekuntia. Tämän lisäksi keräilylistat ja lavalaput niitattiin toisiinsa, joka vei aikaa 1 min 45 sekuntia. Työkorttien tulostus ja lajittelu vei aikaa kaikkiaan 8 min 12 sekuntia. Tarvelaskennan virkistäminen ja osien valmistaminen oli työläin vaihe. Se vei aikaa noin 25 minuuttia, joka oli lähes puolet koko työajasta. Tarvelaskennan kautta laitettiin valmistukseen kaikkiaan 72 eri osaa joiden kuormittaminen vei aikaa vain vajaan 1,5 minuuttia, mutta niiden hienokuormittaminen käsin tämän lisäksi yli 7,5 minuuttia. Jalostavaksi ajan osuudeksi muodostui niukasti yli 50 % koko työajasta. Rivikohtaiseksi käsittelyajaksi saatiin 9,6 sekuntia.

7.3 Asiakas B:n tilaukset

Ensimmäisessä analysoidussa Asiakas B:n tilauksella oli vain yksi vanha konfiguroitu osa, joka pystyttiin poimimaan tilaukselle. Osaa ei oltu myyty vuosiin joten riville piti linkittää pdf-kuva. Pdf-kuva luotiin dwg-kuvasta. Kyseessä oli pikatilaus, joka vaati hienokuormittamista (Kaavio 6).

Tilauksen valinta	0:02:00	VAL
Tilaus avaus liinos	0:00:46	LII
Rivien poiminta	0:01:45	POI
Kuormitus	0:00:20	KUO
Hienokuormitus	0:00:33	HIE
Tulostus/lajittelu	0:03:51	TUL
Alihankinta/ostot	0:00:00	ALI
Vahvistaminen	0:00:35	VAH
Muu	0:00:00	MUU
Tarvelaskenta	0:00:00	TAR
	0:09:50	yhteensä
VA	0:03:26	min
NVA	0:06:24	min

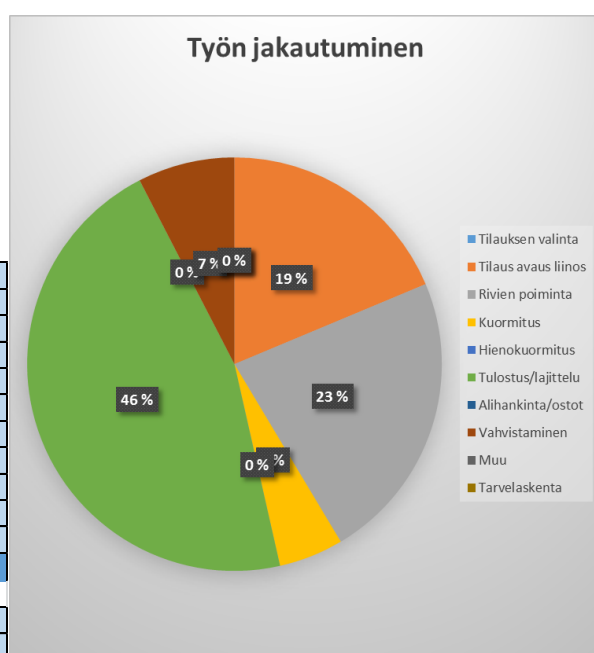


KAAVIO 6. Asiakas B yksi rivi

Paperien tulostaminen ja lajittelu olivat eniten aikaa vievä työvaihe. Toiseksi eniten aikaa kului tilauksen valintaan. Tilauksen valinta vei paljon aikaa, mutta samalla kertaa valittiin kuusi tilausta ”työjonoon”. Tilauksen valinta kesti tilausta kohti noin 20 s. Korjatuilla ajoilla, paperien tulostuksen osuus nousi 47 %:n ja toiseksi suurimmaksi rivien poiminta 22 %:n. Jalostavan ajan osuus oli noin 3,5 minuuttia ja ei jalostavan noin 6,5 minuuttia. Rivikohtaiseksi työajaksi muodostui 9 min 50 s.

Toinen Asiakas B:n kuvattu tilaus sisälsi neljä riviä. Osat olivat jo järjestelmässämme. Tilaus oli myös kappalemääriltään samanlainen kuin edellinen tilaus, joten vanhan tilauksen pystyi kopiomaan suoraan uudeksi.

Tilauksen valinta	0:00:00	VAL
Tilaus avaus liinos	0:00:37	LII
Rivien poiminta	0:00:45	POI
Kuormitus	0:00:10	KUO
Hienokuormitus	0:00:00	HIE
Tulostus/lajittelu	0:01:31	TUL
Alihankinta/ostot	0:00:00	ALI
Vahvistaminen	0:00:15	VAH
Muu	0:00:00	MUU
Tarvelaskenta	0:00:00	TAR
	0:03:18	yhteensä
VA	0:01:47	min
NVA	0:01:31	min

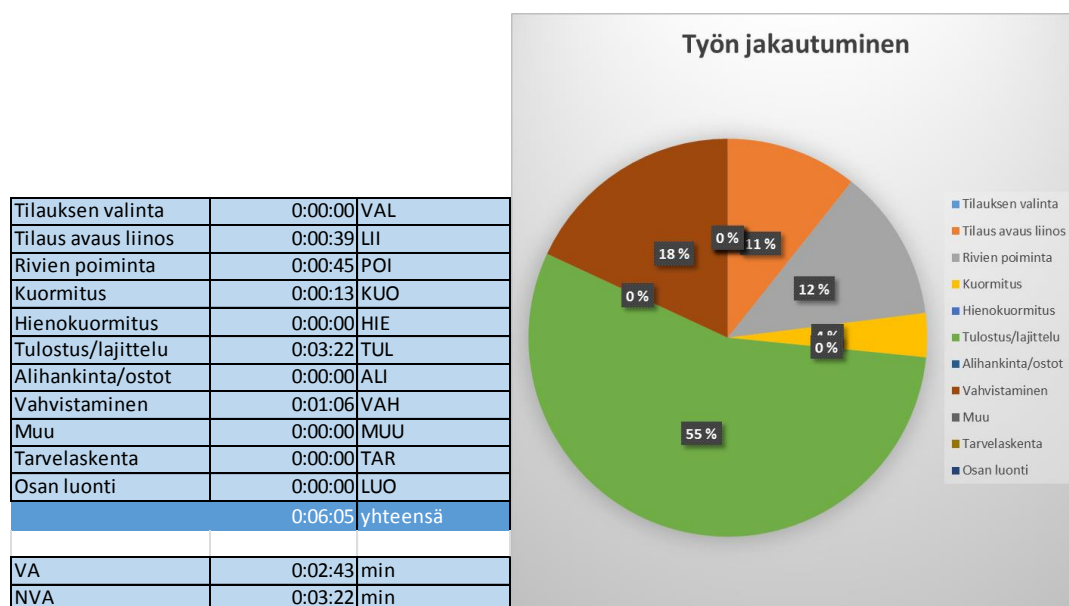


KAAVIO 7. Asiakas B neljä riviä

Tässäkään tapauksessa ei noussut esiin mitään yllätyksiä. Paperien tulostus oli eniten aikaa vievä työvaihe. Toiseksi suurimmaksi työvaiheeksi nousi rivien poiminta. Jalostavan työajan osuus oli hiukan yli puolet kokonaisajasta. Rivikohtaiseksi työajaksi saatiin 49,5 sekuntia.

Kolmannessa Asiakas B:n analysoidussa videossa käsiteltiin tilaus jossa oli kaikkiaan 20 riviä (Kaavio 8). Tilauksella olevat osat olivat kiertäviä nimikkeitä ja tilauksen sisältö pysyi aina samana. Käytännössä tilaus sisälsi kahden eri hitsauskoko-panon osat. Tästä syystä olimme perustaneet erp:n tuoterekisteriin setit jotka sisälsivät tarvittavat osat. Näin menettelemällä tilaukselle tarvitsi poimia vain kaksi riviä.

Koska rakenteet, revisiot ja pyydetty toimitusaika olivat kunnossa, tilauksen käsittelyyn meni aikaa vain 6 min 5 s. Paperien tulostaminen ja lajittelu veivät yli puolet kokonaistyöajasta (55 %). Näin ollen jalostavan osuus jäi noin 45 %:n. Rivikohtaiseksi ajaksi saatiin 18,25 s/rivi. Tämä oli, normaalisti käsiteltävistä, mitatuista tilauksista ylivoimaisesti pienin rivikohtainen työaika.



KAAVIO 8. Asiakas B 20 riviä

7.4 Asiakas C:n tilaukset

Rivikohtaisesti hitain tilaus oli Asiakas C:n kolmen rivin pikatilaus (kaavio 9). Kaikki tilatut osat olivat uusia joten ne piti perustaa tuotannonohjausjärjestelmäämme. Tilatut rivit eivät sisältäneet hitsattuja rakenteita. Osien perustaminen vei työajasta 72 % ja tästä johtuen jalostavan työajan osuudeksi muodostui lähes 80 % kokonaisajasta. Toiseksi eniten aikaa vei paperien tulostus ja melkein yhtä kauan tilauksen valinta. Rivikohtaiseksi käsittelyajaksi saatiin 11,11 min/rivi.

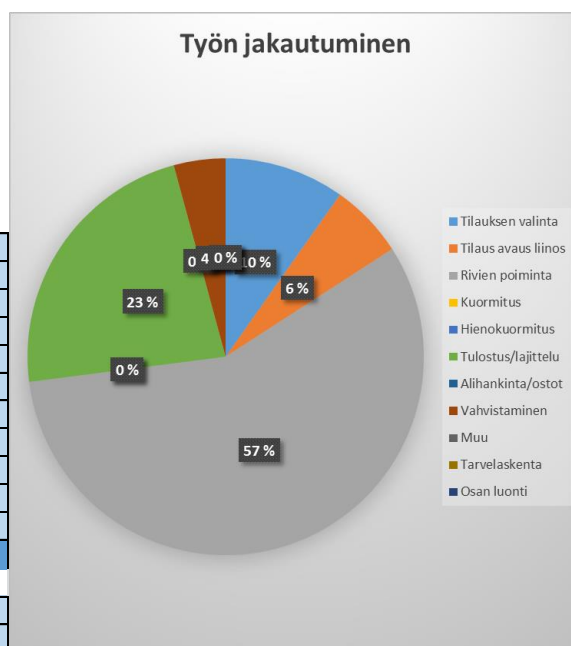
Tilauksen valinta	0:02:55	VAL
Tilaus avaus liinos	0:01:05	LII
Rivien poiminta	0:00:00	POI
Kuormitus	0:00:00	KUO
Hienokuormitus	0:00:33	HIE
Tulostus/lajittelu	0:03:10	TUL
Alihankinta/ostot	0:00:49	ALI
Vahvistaminen	0:00:38	VAH
Muu	0:00:00	MUU
Tarvelaskenta	0:00:00	TAR
Osan luonti	0:24:10	LUO
	0:33:20	yhteensä
VA	0:26:42	min
NVA	0:06:38	min



KAAVIO 9. Asiakas C kolme riviä, uusia osia

Yhdeksännessä kuvatussa tilauksessa käsiteltiin Asiakas C:n tilaus joka sisälsi kolme eri osaa (kaavio 10). Osat olivat vanhoja, joten ne pystyttiin poimimaan tilaukselle suoraan vanhalta tilaukselta. Periaatteessa tämä on erittäin nopea työvaihe, mutta koska tilaus ei sisältänyt osien revisioita, piti kaikki kuvat ladata uudestaan asiakkaan järjestelmästä revisioiden tarkastamiseksi. Tämä vei yllättävän kauan aikaa. Osia ei ollut päivitetty, joten niille ei tarvinnut tehdä muutoksia. Siitä huolimatta kolmen osan poimiminen tilaukselle vei aikaa kaikkiaan yli 5,5 minuuttia. Muuten tilaus noudatteli jo aikaisempia tilauksia ja paperien tulostus ja lajittelu olivat seuraavaksi työläin työvaihe 2,25 minuutin osuudella. Jalostavan työajan osuudeksi tuli noin 70 %, koska revisioiden tarkastaminen laskettiin rivien poimintaan. Todellisuudessa kuvien lataaminen revisiointarkastamiseksi on täysin turhaa työtä. Rivikohtaiseksi työajaksi saatiin 3,3 minuuttia/rivi.

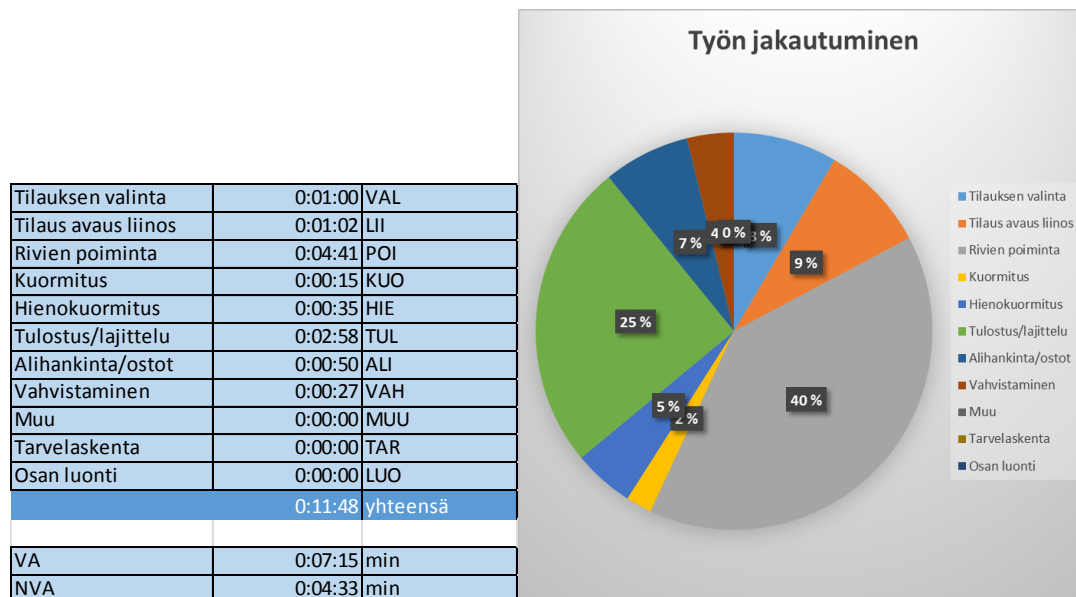
Tilauksen valinta	0:00:58	VAL
Tilaus avaus liinos	0:00:36	LII
Rivien poiminta	0:05:38	POI
Kuormitus	0:00:00	KUO
Hienokuormitus	0:00:00	HIE
Tulostus/lajittelu	0:02:15	TUL
Alihankinta/ostot	0:00:00	ALI
Vahvistaminen	0:00:25	VAH
Muu	0:00:00	MUU
Tarvelaskenta	0:00:00	TAR
Osan luonti	0:00:00	LUO
	0:09:52	yhteensä
VA	0:06:39	min
NVA	0:03:13	min



KAAVIO 10. Asiakas C kolme riviä vanhoja osia

Kymmenes ja viimeinen tähän työhön valittu tilaus oli Asiakas C:n varaosatilaus. Tilaus sisälsi kolme riviä. Osat olivat vanhoja joten ne poimittiin vanhalta tilaukselta. Ajan käyttö jakautui aika pitkälti samalla tavalla kuin edellisessä Asiakas C:n tilauksessa. Osat olivat kuitenkin maalattuja, joten niille piti ostaa pintakäsittely alihankinnasta. Osille piti vahvistaa myös nopein mahdollinen toimitusaika, joten kaikkia rivejä joutui kuormituksen jälkeen hienokuormittamaan käsin.

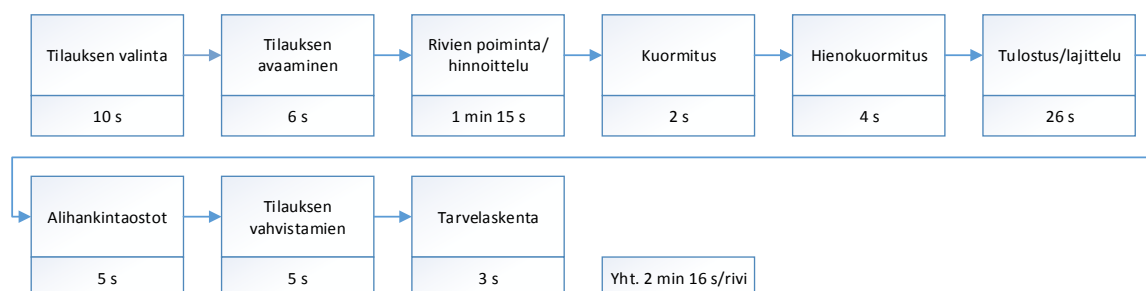
Eniten aikaa kului rivien poimintaan joka johtui siitä, että osien revisiot eivät näkyneet tilaukselta. Osien piirustukset piti ladata revision tarkastamista varten asiakkaan internetportaalista. Tämä laskeettiin rivien poimintaan kuluvaan aikaan ja vei aikaa vähän yli puolet rivien poimintaan kuluneesta vajaasta viidestä minuutista. Paperien tulostus vei toiseksi eniten aikaa lähes kolme minuuttia ja kolmanneksi eniten tilauksen valinta. Jalostavan työajan osuudeksi tuli 7,25 minuuttia ja rivikohtaiseksi käsittelyajaksi 3,94 minuuttia/rivi. Jalostavassa työajassa oli mukana revisioiden tarkastukset ja hukkaa aiheuttava kuvien lataaminen asiakkaan internetportaalista.



KAAVIO 11. Asiakas C kolme riviä

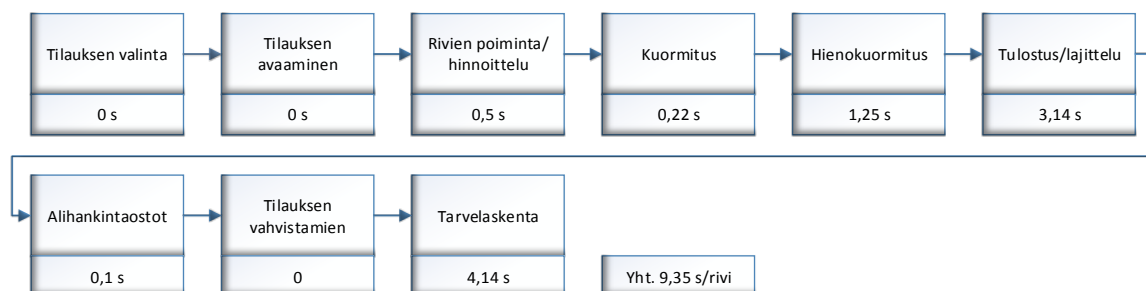
8 TILAUSKÄSITTELYN ARVOVIRTAKUVAUKSET JA TAVOITETILA

Laadimme tilauskäsittelyn arvovirtakuvausten prosessikuvausten pohjalta. Työvaiheiden kestoja ei tarvinnut enää mitata erikseen, vaan ne otettiin suoraan smed analyysistä. Kaikkien analysoitujen tilausten työvaiheiden kestot laskettiin yhteen ja saatu tulos jaettiin käsiteltyjen rivien summalla. Saatujen keskiarvojen pohjalta laadittiin tilauskäsittelyn arvovirtakuvaus (Kuva 7).



KUVA 7. vsm normaalitilaukset

Koska automaattisesti sisään luettavia rivejä oli suhteessa normaaleihin tilausriveihin paljon, päätettiin niistä tehdä oma arvovirtakuvaus. Kuvaus tehtiin samaan pohjaan, jotta erot tulivat selvemmin esille (Kuva 8). Käytännössä automaattisesti sisään luettavien tilausten prosessista puuttuvat työvaiheet, joissa aika on nolla.



KUVA 8. vsm automaattisesti luettavat tilaukset

Työn tavoitteeksi asetettu tilauskäsittelyn kapasiteetin kaksinkertaistaminen ilman henkilöstön lisäämistä tarkoitti suoraan sitä, että mittauksilla saadut rivikohtaiset tilauskäsittelyajat piti puolittaa. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että rivikohtainen aika piti saada pudotettua normaalitilauksilla 2,27 minuutista alle 1,14 minuuttiin/rivi. Automaattisesti sisään luettavilla tilauksilla rivikohtaiseksi tavoiteajaksi saatiin 4,68 s/rivi.

9 VALVONTAKORTIN KÄYTTÖNOTTO

Otimme valvontakortin käyttöön heti projektin alussa. Mietimme yhdessä tilauskäsittelijöiden kanssa virheiden kuvauksia. Virheiksi yritettiin valita sellaisia asioita jotka tuntuivat esiintyvän usein ja keskeyttivät normaalin tilauskäsittelyn.

Aluksi valvontakorttiin kerättiin viikon ajalta tapahtumia joiden pohjalta c- arvo laskettiin. Sen jälkeen virheitä koottiin valvontakorttiin päivittäin ja katsottiin ylittyykö laskettu c- arvo. Virheisiin puututtiin vasta c – arvon ylityessä. Mitattavien virheiden syiksi valittiin seuraavat kohdat:

- Kuvapuute. Asiakas tilasi osia joihin ei ollut saatavilla kuvaa asiakkaan internet portaalista.
- Tulostimen odottaminen. Tilauskäsittelyn käytössä oli yksi tulostin, joten välillä jouduttiin odottamaan omia tulosteita.
- Sovelia/Extranet jumissa. Asiakkaan internet portaalit eivät toimi aina, tai ne ovat erittäin hitaita.
- L7 kaatuu/jumissa. Tuotannonohjausjärjestelmämme esiintyi aika ajoin kaatumista tai jumitumista.
- Tiedonhaku särmäys. Uusia osia myytäessä, joissa oli haastavia särmäyksiä, jouduttiin joskus katselmoimaan särmääjien kanssa. Tällä selvitettiin onko osa tehtävissä ja kauanko kyseinen työvaihe vei aikaa.
- Tiedonhaku koneistus. Vaativien koneistettavien kappaleiden ja rakenteiden koneistusajan selvittämiseksi jouduttiin valmistus katselmoimaan koneistajien kanssa.
- Tiedonhaku hitsaus. Normaalit pienet hitsaukset osattiin hinnoitella itse, mutta painavat ja isot rakenteet täytyi katselmoida hitsaajien kanssa läpi.
- Särmäyksen neuvominen. Tilauskäsittelijät eivät ole särmäyksen asiantuntijoita, mutta joissakin tapauksissa osan kuva oli puutteellinen ja tilauskäsittelyn piti pyytää lisätietoa asiakkaalta jotta osa saatiin valmistettua.
- Koneistuksen neuvominen. Puutteellisen piirustuksen takia jouduttiin pyytämään lisätietoa asiakkaalta.
- Hitsauksen neuvominen. Puutteellisten piirustusten takia jouduttiin pyytämään lisätietoa asiakkaalta, jotta hitsaus saatiin tehtyä.
- Asiakkaan tekemät muutokset/pikatilaus. Toisinaan asiakkaat muuttivat tilauksiaan tai tilasivat osia poikkeuksellisen lyhyellä toimitusajalla.
- Oven avaaminen. Toimiston ovi oli aina lukittuna, joten jonkun piti mennä avaamaan ovi aina ovikellon soitua.
- Revisioinnit. Tällä haluttiin mitata kuinka paljon osiin tulee revisiomuutoksia ja miten paljon ne hidastavat tilauskäsittelyä.
- Toimituskyselyt. Välillä tuntui, että toimituskyselyjä tuli asiakkailta paljon joten niitäkin mitattiin.
- L7 neuvominen. Tilauskäsittelyssä on monen tasoisia erp:n käyttäjiä ja välillä työt jouduttiin keskeyttämään toisen neuvomisen takia.
- Hienokuormitus. Ylimääräinen, mutta pakollinen käsin tehtävä työvaiheiden siirtely kuormitustaulukossa, jotta työt saatiin ajoitettua oikein.
- Virheiden korjaaminen. Välillä tehtiin virheitä tilauskäsittelyssä jotka jonkun huomattua täytyi korjata.
- Sähköposti jumissa. Virheitä mietittäessä tuntui, että sähköpostin toimimattomuus on yksi hukkaa aiheuttava tekijä.
- Verkkohäiriö. Verkkohäiriöiden kanssa taisteltiin pitkään joten nekin otettiin mittauksen piiriin.
- Muu kysely. Tällä kerättiin kaikki keskeytykset jotka johtuivat jostakin muusta kyselystä mitä ei ollut virheen kuvauksiin valittu.

9.1 C-arvo ja pareto

Ensimmäinen viikko kerättiin virheiden syitä, joista laskettiin c-arvo ja tehtiin pareto analyysi. Tämän jälkeen virheet laskettiin päivittäin yhteen ja katsottiin mitkä virheet ylittivät c-arvon. Tässä nähtiin

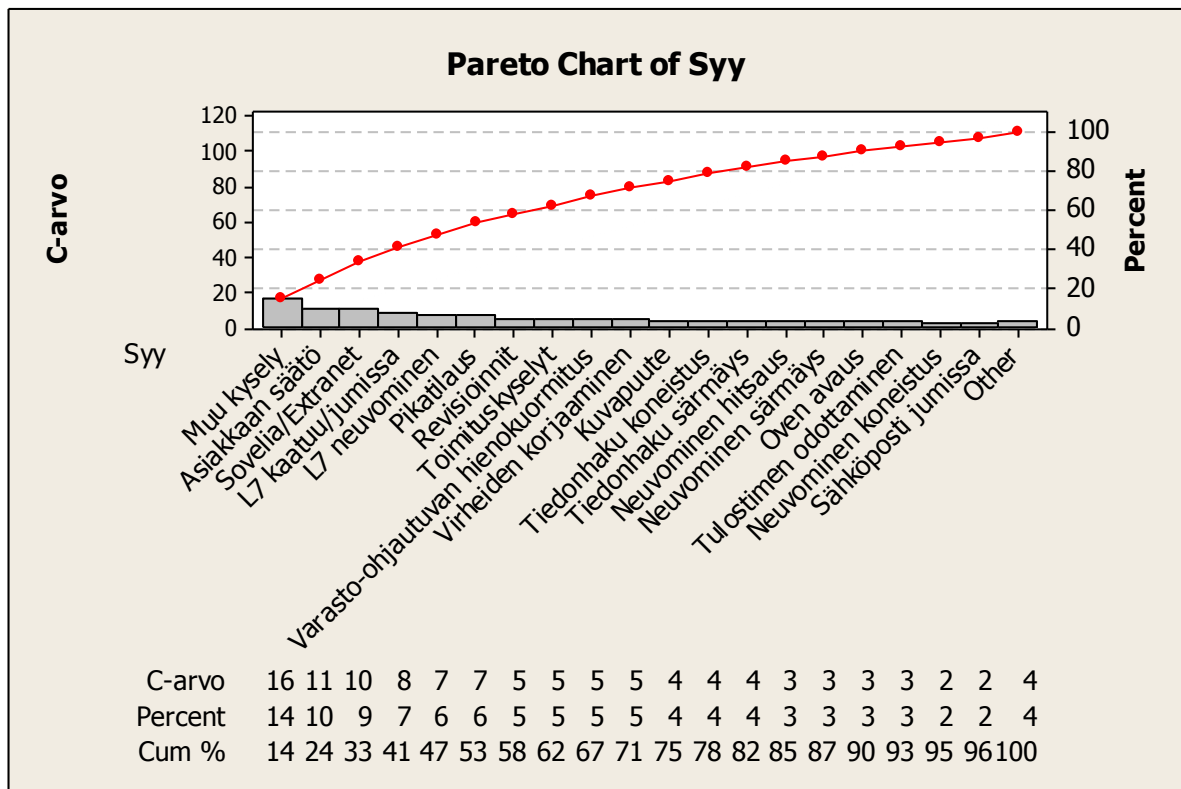
heti, että prosessi ei ollut valmis valvontakortin käyttöönotolle. Ensimmäisen viikon aikana kaikki tilauskäsittelijät keräsivät aktiivisesti virheitä jotka syötettiin valvontakorttiin (Taulukko 1). Käytännössä useimmin ilmenevät virheet saivat niin suuren c- arvon että niiden ylittyminen oli lähes mahdollista koska jo seuraavilla viikoilla osa tilauskäsittelijöistä oli lomalla ja tästä syystä myös kerättyjen virheiden määrä laski. Mielestäni ensimmäisten viikkojen aikana virheitä, joihin puututaan, kannattaisi hakea pareto-analyysillä valvontakortin sijaan.

TAULUKKO 1. virheet kolmen viikon ajalta

TTP		46	Huom. Desimaalit															
	Kuvapuute	5	3	0	1	2	0	3	2	1	3	0	2	3	0	0	0	
	Tulostimen odottaminen	3	2	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	
	Sovelia/Extranet	6	3	4	1	3	9	0	0	0	1	1	2	1	0	2	0	
	L7 kaatuu/jumissa	6	3	0	1	1	9	2	1	0	0	0	1	1	2	1	4	
	Tiedonhaku särmäys	3	3	0	1	0	1	1	0	1	2	0	0	1	0	1	0	
	Tiedonhaku koneistus	4	0	2	4	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	2	1	
	Tiedonhaku hitsaus	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Neuvominen särmäys	2	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
	Neuvominen koneistus	2	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Neuvominen hitsaus	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Asiakkaan säätö/pikatilau	13	5	8	7	1	3	10	8	8	5	6	7	7	9	1	2	
	Oven avaus	3	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	
	Revisiointit	4	2	4	1	0	1	2	0	0	0	1	0	1	0	1	0	
	Toimituskyselyt	5	3	2	2	1	0	3	1	2	2	1	2	1	1	1	0	
	L7 neuvominen	4	3	6	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hienokuormitus	39	1	1	1	1	3	34	40	50	48	39	21	43	35	34	9	
	Virheiden korjaaminen	6	3	3	0	0	1	2	1	3	1	1	5	0	1	4	2	
	Sähköposti jumissa	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Verkkohäiriö	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Muu kysely	12	8	4	6	8	11	2	6	3	3	2	5	9	3	3	5	

Pareto analyysissä (Taulukko 2) näkyi virheiden aiheuttajat suuruusjärjestyksessä, sekä niille muodostuneet c-arvot. Alkuperäisessä valvontakortissa hienokuormituksen tilalla oli varasto-ohjautuvien tuotteiden hienokuormitus joten siihen ei tullut paljon tapahtumia. Toisella viikolla se muutettiin vain hienokuormitukseksi jonka jälkeen se nousi ylivoimaisesti suurimmaksi keskeytyksien aiheuttajaksi.

TAULUKKO 2. c-arvo ja pareto



10 VALVONTAKORTILLA HAVAITUT VIRHEET

Ensimmäinen c-arvon ylittävä virhe oli hienokuormitus. Tämä tarkoitti sitä, että osaa työvaiheista piti siirrellä kuormitustaulukossa manuaalisesti käsin. Tämä oli useimmiten täysin turha työvaihe. Syitä tälle oli useita. Yleisesti luultiin, että asiakkaiden tekemät pikatilaukset ovat suurin syy tähän, mutta tarkempi tutkinta osoittikin, että eniten tätä aiheutti tuotannonohjausjärjestelmässämme L7:ssa oleva virhe. Normaali ajoituksessa osan viimeisen työvaiheen ja toimituspäivän väliin jäi yksi välipäivä. Tilaukset joiden toimituspäivä oli maanantai, L7 kuormitti osien viimeisen työvaiheen edellisen viikon perjantaille, joten välipäivää ei jäänyt.

Virheestä raportoitiin ohjelmiston toimittajalle, jolla vika olikin jo tiedossa. Ohjelmiston toimittajan mukaan kyseessä ei suinkaan ollut virhe, vaan ohjelman ominaisuus. Tätä kuitenkin yritettiin korjata. Mitään arviota aikataulusta, ongelman poistumiseksi, ei kuitenkaan saatu.

Vasta neljännellä mittausviikolla c-arvon ylitti muu syy kuin hienokuormitus. Virheet olivat kuvapuute ja osien revisiointit. Kuva puutteet johtuivat uudesta ostajasta joka unohti avata meille oikeuden uusien osien kuviin internet portaaliin. Kuva puute keskeytti tilauskäsittelyn ja tilauskäsittelijän piti pyytää asiakasta antamaan oikeuden ladata osan kuva asiakkaan portaalista.

Osien revisiointi ylitti myös c-arvon, mutta sille ei pystytty, eikä ollut tarvettakaan tehdä mitään. Osien revisiointeja mitattiin vain mielenkiinnosta, jotta niiden määrä ja vaikutus kokonaisuuteen selviäisi. Revisiointien määrä oli yllättävän pieni, eikä niillä ollut juurikaan vaikutusta tilauskäsittelyssä kuluvaan rivikohtaiseen aikaan.

11 TULOKSET

Tulokset olivat varsin mielenkiintoisia. Tilauskäsittelyssä hukkaa aiheuttavia tekijöitä löytyi paljon. Toimenpiteiden miettiminen hukan poistamiseksi auttoivat huomaamaan, että yksittäisen prosessin kehittäminen ei ole mahdollista tai ainakaan kestävää ilman, että koko tilaus-toimitusprosessia kehitetään. Osa hukan poistamiseksi tehtävistä toimenpiteistä oli helposti toteutettavissa, mutta osa vaati sekä asiakkaiden tilauskäyttäytymisen muuttamista, että myös oman tuotannonohjausjärjestelmämme päivittämistä.

Jotta kaikki tilauskäsittelyssä hukkaa aiheuttavat tekijät saataisiin poistettua, vaatisi se myös tuotannon läpimenoajan lyhentämistä. Tällä olisi periaatteessa positiivinen vaikutus kaikkialle tilaus-toimitusprosessissa ja priorisoinnin mahdollisuudet vähenisivät sekä tuotannossa että toimiston puolella. Tämä vaikuttaa merkittävästi tuotannon ennustettavuuteen ja sujuvuuteen. Virtaus paranisi ja näin ollen myös osien läpimenoajan hajonta pienenisi.

Koska toimituksia on tasaisesti jokaiselle arkipäivälle, myös tuotanto kuormittuisi tasaisesti automaattikuormituksella ilman käsin tehtävää hienokuormitusta. Tasainen kuorma parantaisi työvaiheiden toimitustarkkuutta. Tilauskäsittelyssä vapautuva aika voitaisiin käyttää hyväksi tarjouslaskennassa. Tarjoukset pystyttäisiin tekemään hyvin, rauhassa ja ennen kaikkea nopeasti. Lisäksi ne voitaisiin valmistella mahdollista tilausta varten aina kuvien linkittämistä myöten valmiiksi. Näin myös uudet tilaukset kulkisivat yhtä kevyesti tilauskäsittelyn läpi kuin jo vanhat useasti myydyt nimikkeet.

11.1 Hienokuormitus

Hienokuormitus hukan aiheuttajana nousi esiin valvontakortin ansioista. Hienokuormittaminen johtui pääasiassa tuotannonohjausjärjestelmässämme olevasta virheestä. Normaalisti toimituksen ja osan viimeisen työvaiheen väliin jäi yksi välipäivä, mutta toimituspäivän ollessa maanantai osan viimeinen työvaihe kuormittui edellisen viikon perjantaille ilman välipäivää. Tämä ohjelmisto virhe ei ollut kaikkien tiedossa ja se aiheutti myös kuormituspiikkiä perjantaille ja osittain myös torstaille. Tämän ohjelmistovirheen poistaminen on erittäin tärkeää kahdesta eri syystä. Virhe poistamalla käsin tehtävän hienokuormituksen tarve vähenee olennaisesti, ja toiseksi, työvaiheiden kuormitukset tasautuvat helpottaen tuotannon virtausta.

Toinen hienokuormitusta aiheuttava tekijä oli tuotannon pitkä läpimenoaika. Työvaiheet kuormittuivat omille päivilleen. Lisäksi ensimmäisen työvaiheen eli ohjelmoinnin ja sitä seuraavan leikkaustyövaiheen välissä oli yksi välipäivä. Tämän lisäksi välipäivä oli osan viimeisen työvaiheen ja toimituksen välissä. Vähimmillään osilla oli kaksi työvaihetta, ohjelmointi ja leikkaus, joten välipäivät huomioiden osan läpimenoajaksi muodostui viisi arkipäivää. Tämä tarkoitti käytännössä sitä, että työmääräimet piti olla valmiina ohjelmoinnin lokerossa kuusi arkipäivää ennen toimituspäivää. Keskimäärin varastoon valmistettavilla osilla oli neljä työvaihetta joka nosti läpimenoajan seitsemään arkipäivään. Tilauskäsittelyn tavoitteena oli vahvistaa saapuneet tilaukset kahden arkipäivän aikana joten neljän työvaiheen osan läpimenoajaksi muodostui 10 arkipäivää, eli kaksi viikkoa. Suuri osa tilauksista tuli ly-

hyemmällä kuin kahden viikon toimitusajalla, joten niiden kuormittamien tuotantoon vaati lähes poikkeuksetta käsin hienokuormittamista, jolloin välipäiviä poistettiin tai pahimmassa tapauksessa työvaiheita kuormitettiin samalle päivälle jotta ohjelmointi päivämäärä ei jäisi menneisyyteen.

Ohjelmistovirheen korjaaminen ja läpimenoajan lyhentäminen välipäivät poistamalla, eliminoisi hienokuormitustarpeen lähes kokonaan. Tämä nopeuttaisi normaali tilauksien käsittelyä keskimäärin noin 3 % /tilausrivi ja automaattisesti sisään luettavien tilausten käsittelyä noin 13 % /tilausrivi. Tämän lisäksi saataisiin iso hyöty tuotannon tasaisemmasta kuormituksesta.

11.2 Tilauksilta puuttuvat osien revisiotunnukset

Kaikilla tilauksilla ei näkynyt osien revisioita, vaan kuvat oli ladattava joka tilauksen yhteydessä uudestaan asiakkaan portaalista revision tarkastamista varten. Tämän poistamiseksi ei ollut montaa keinoa. Helpoin tapa meidän kannalta oli, että asiakkaat päivittäisivät järjestelmiään ja revisiot tulisivat tilauksille näkyviin. Toinen vaihtoehto oli, että kaikista revisio muutoksista tulee ilmoitus jonka jälkeen osa päivitetään tuoterekisteriin tai mikäli osa ei ole tuoterekisterissä siitä tehdään uusi tarjous uudella revisiolla.

Osien revisiointien merkintä tilauksille otettiin asiakkaiden kanssa esille. Selvitystyö revisioiden saamiseksi tilauksille oli asiakkailla käynnissä. Mitään edistystä ei tämän asian osalta ehditty saamaan tätä työtä tehtäessä.

Tilaukset, joilla osien revisiot olivat näkyvissä, rivien poiminta kesti keskimäärin noin 7 s/rivi. Tilaukset, joilla revisiota ei näkynyt ja osien kuvat piti ladata aina asiakkaan portaalista, kesti rivien poiminta tilaukselle keskimäärin noin 100 s/rivi. Tästä ajasta meni keskimäärin noin 60 s/rivi kuvien lataamiseen asiakkaan portaalista. Mitatuista arvoista ja asiakkaiden tilaamiin rivimääriin suhteutettuna voitiin arvioida, että rivien poimintaan kuluva keskimääräinen aika laskisi nykyisestä 75 s/rivi noin 52 s/rivi, mikäli osien revisiot näkyisivät kaikilla tilauksilla. Normaali tilausten rivien poiminta nopeutuisi noin 30 %/rivi.

11.3 Työkorttien ja tilausten tulostaminen

Työkorttien tulostus ja lajittelu oli käytännössä hukkaa, koska valtaosa tulostetuista työmääräimistä jäi ohjelmoinnin lokeroon päiväkausiksi odottamaan. Ohjelmointi lajitteli työkortit vielä uudelleen materiaaleittain ja paksuuksittain, joten papereita järjesteltiin useampaan otteeseen. Työkortteja tarvittiin oikeasti vasta leikkausvaiheessa levystä irtoavien osien tunnistukseen. Käytössä oleva erp ei ihan vielä taipunut, tätä työtä tehdessäni, leikkausvaiheessa tapahtuvaan työkorttien tulostukseen. Asiaa kuitenkin selvitettiin ja jossakin vaiheessa työkorttien tulostus tilauskäsittelyssä jätetään pois.

Myös asiakkaalta saadun tilauksen ja tilausvahvistuksen tulostaminen, niittaaminen ja mapittaminen olivat käytännössä hukkaa. Tilaukset tallentuivat joka tapauksessa järjestelmäämme sekä asiakkaai-

den järjestelmiin, joten varsinaista paperista tilausta ja tilausvahvistusta oli turha arkistoida. Tämä kehitysidea jäi vielä vaiheeseen, koska se vaati muutoksia laatu järjestelmäämme, jota ei tässä aika-
taulussa pystytty toteuttamaan.

Työkorttien tulostamisen ja lajittelun pois jättäminen tilauskäsittelystä nopeuttaisi prosessia paljon. Normaalitilausten käsittely nopeutuisi noin 19 %/tilausrivi ja automaattisesti sisään luettavien tilaus-
ten käsittely jopa 33 %/rivi. Tämä vaatisi myös keräilylistojen ja kollilappujen tulostuksen lopetta-
mista.

11.4 Tilauksen valinta

Tilauksien käsittelyjärjestyksen selvittäminen asiakkaiden pyytämien toimituspäivämäärien mukaan
vei aikaa keskimäärin 10 s/rivi. Tilauksien rivimäärät vaihtelivat kuitenkin suuresti, joten tilauksen
valintaan kuluva aika oli helpompi ja huomattavasti tarkempi mitata tilauksittain, koska tilauksen si-
sältämällä rivimäärällä ei ollut vaikutusta tilauksen valintaan kuluvaan aikaan.

Keskimäärin tilauksen valinta vei aikaa noin minuutin. Tilauksia käsiteltiin keskimäärin 23 kpl /päivä,
joten pelkästään tilauksien valinta vei työaikaa $23 \text{ kpl} * 21,5 \text{ pv/kk} * 1 \text{ min} = 494,5 \text{ min/kk}$. Tämä
oli noin 8,2 tuntia hukattua työaikaa kuukaudessa. Tässä ajassa ehtisi käsittelemään yli 210 tilausri-
viä.

Tilauksien valinta ruuhkautti itsessään tilauskäsittelyä ja mitä enemmän tilauskäsittely ruuhkautui,
sitä enemmän tilauksia oli jonossa joka osaltaan lisäsi tilauksen valintaan kuluvaan aikaa ja priorisoi-
ti tarvetta. Tämän oravanpyörän huomaaminen ja poistaminen oli yksi merkittävimmistä kehitysas-
keleista tässä työssä. Hukan aiheuttaja oli myös helpoin eliminoitava. Tilauskäsittelyn henkilöstö oh-
jeistettiin käsittelemään saapuneet tilaukset niiden saapumisjärjestyksessä. Pois lukien asiakkailta
tulevat pikatilaukset, joissa toimitusaika oli erittäin lyhyt. Näistä saatiin aina sähköpostiin erillinen il-
moitus, joten ne oli helppo käsitellä välittömästi ja jatkaa sitten sovitun järjestyksen mukaisesti il-
man tilauksien aukomista ja toimituspäivämäärien mukaan tilauksen valitsemista. Tilauksen valinnan
tehostaminen nopeutti normaali tilausten käsittelyä noin 7 %/tilausrivi.

11.5 Työn keskeytyminen

Työn keskeytyminen aiheutti aina hukkaa. Työpisteeltä poistuminen, puhelimeen vastaaminen tai
toiseen tehtävään välillä siirtyminen keskeyttää meneillään olevan työn. Kesken jääneeseen työhön
palaaminen ja selvittäminen missä vaiheessa työ oli menossa vei aina ylimääräistä aikaa. Tätä käsi-
teltiin lyhyesti teoriaosuudessa kohdassa tietotyön asetusajat. Työhön uudelleen keskittymistä kut-
suttiin henkiseksi asetusajaksi. Tätä ei varsinaisesti mitattu valvontakortilla, eikä yhteenkään kuvat-
tuun videoon sattunut keskeytyksiä, joten tämä ei vaikuttanut tilauskäsittelyn nykytilan arvovirtaku-
vaukseen.

Keskeytyksiä tiedettiin olevan paljon, joten keräsimme tilauskäsittelystä yhden viikon ajalta kaikki työn keskeytykset. Keskeytyksiä raportoitiin kaikkiaan noin 100 kappaletta. Muutamalla mittauksella laskimme keskimääräiseksi henkiseksi asetujaksi noin 20 s/keskeytyks. Tästä kertyi kaikkiaan menetettyä työaikaä lähes 2,5 t/kk.

11.6 Muut hukkaa aiheuttavat tekijät

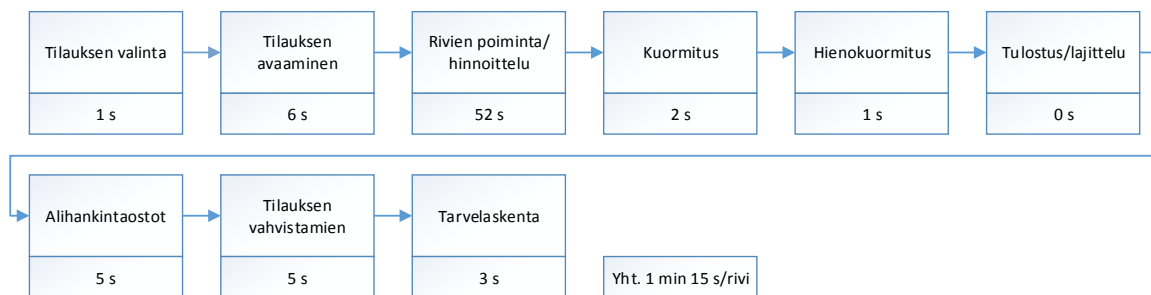
Yksi hukkaa aiheuttava tekijä tilauskäsittelystä, joka ei varsinaisesti noussut missään esille, paitsi valvontakortin virheen kuvauksissa, oli asiakkaan tekemät muutokset. Tällä tarkoitettiin lähinnä jo vahvistetun tilauksen muuttamista jollakin tapaa. Tätä työtä tehdessäni ja tilauskäsittelyn mittausjakson aikana tilauksia piti muuttaa useampaan kertaan. Tapausten määrä pysyi viikosta toiseen tasaisena, joten virheelle määritelty c-arvo ei ylittynyt kertaakaan. Yleisimmät syyt asiakkaiden sääntöön olivat toimituspäivän aikaistaminen tai tilatun kappalemäärän muuttaminen. Asiakas tilasi ensin osia todella pitkällä toimitusajalla ja muutti myöhemmin joko tilattua kappalemäärää tai alkuperäistä toimituspäivää aikaisemmaksi.

Tilauksen muuttaminen jollakin tapaa vaati aina paljon työtä. Ensimmäiseksi piti selvittää onko tilaus jo tuotannossa vai edelleen aloittamatta ohjelmoinnin lokerikossa. Mikäli tilausta ei ollut aloitettu pystyttiin tilausta vielä muuttamaan joka vaati aina edellisen kuormituksen poistamista, tilauksen uudelleen ajoittamista ja työmääräinten uudelleen tulostamista. Tämän lisäksi vanhat työmääräimet piti etsiä lokerikosta pois sotkemasta ohjelmointia. Käytännössä tämä nosti alkuperäisen tilauksen käytetyn ajan kolminkertaiseksi.

Juurisyys tähän näytti olevan, että asiakkaat vapauttivat tilauksen liian pitkällä toimitusajalla. Tilaus perustui aina enemmän tai vähemmän ennusteeseen joka tarkentui tai muuttui ajan kuluessa. Tämän korjaamiseksi pitää käynnistää asiakkaiden kanssa projekti jossa määritellään osille tilauspisteet. Mikäli kaikki tilaukset tulisivat suunnilleen yhtä pitkällä toimitusajoilla tasaisena virtana, poistaisi se tilauskäsittelyjärjestyksen priorisointimahdollisuuden lähes kokonaan.

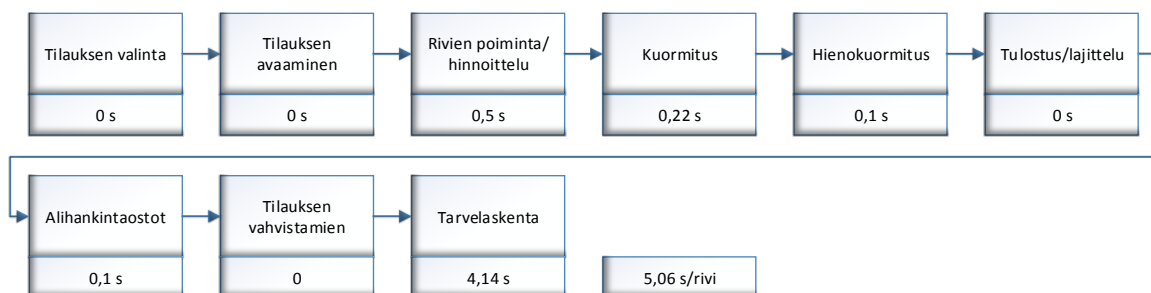
11.7 Yhteenveto tuloksista

Mikäli kaikki tässä työssä löydetyt ja esitellyt hukkaa aiheuttavat tekijät poistettaisiin, nopeutuisi normaali tilausten käsittelyaika lähtötilanteen 2 min 16 s/rivi noin 1 min 15 s/rivi. Tilauksen valintaan kuluva aika laskisi käsittelyaikaä 9 sekuntia/rivi. Rivien poimimiseen kuluva ajasta lähtisi pois 23 s/rivi. Merkittävin muutos olisi paperien tulostustyövaiheen poistuminen, joka nopeuttaisi tilausrivin käsittelyaikaä 26 s/rivi. Normaali tilausten käsittely tehostuisi kaikkiaan noin 45 % (Kuva 9).



KUVA 9. vsm normaalitilaukset lopputulos

Automaattisesti sisään luettavien tilausten osalta rivikohtainen aika putoaisi lähtötilanteen 9,36 s:sta 5,06 s/rivi. Tämä vastaa noin 46 % (Kuva 10) tehostumista, joka on hyvin lähellä tavoitetta. Tässä suurimmat muutokset olisivat työkorttien tulostamisen poisjäännillä, joka nopeuttaisi käsittelyaikaa 3,14 s/rivi. Tämän lisäksi hienokuormituksen tarve vähenisi, jolloin saavutettaisiin noin 1,15 s/rivi ajan säästö.



KUVA 10. vsm automaattisesti luettavat tilaukset lopputulos

12 OMA POHDINTA

Jokaisessa prosessissa esiintyy kaikkia Leanin luettelemia hukun muotoja. Osa on sellaisia, jotka työntekijät tunnistavat, mutta suurin osa on sellaisia joita ei tunnisteta hukaksi. Se, että osa hukasta sallitaan, johtuu monista eri tekijöistä. Havaitsemiani syitä ovat esimerkiksi totuttu tapa, uraantumisen ja välinpitämättömyys.

Mielestäni "seitsemän hukun" salliminen prosesseissa on sama kuin hyväksyä seitsemän kuolemansyntiä. Hukun salliminen heikentää väistämättä kilpailukykyä. Ison kehitysaskelen jälkeen on helppo jäädä "hyvänolontunteeseen" ja lopettaa kaikki kehitystoimet. Mielestäni tärkeintä olisi iskostaa kaikille työntekijöille mieluummin ajatusmaailma: "Miten voisin selvittää töistäni helpommalla". Tällä saataisiin työntekijöiltä kullaan arvoisia kehitysideoita, joita hyödyntämällä vapautuisi hyvin todennäköisesti työvaiheista kapasiteettia.

Pitkällä tähtäimellä kehitystoimien johdosta työvaiheen omakustannehintaa laskee ja samalla se vapauttaisi myös kapasiteettia. Tämä johtaisi siihen, että työvaiheita voitaisiin jatkossa tarjota edullisemmin katteen kärsimättä. Lisäksi sama henkilöstö suoriutuisi isommasta kuormasta kuin ennen ja ennen kaikkea myös omasta mielestään helpommin, kun "turhan tekeminen (hukka)" vähentyy. Alituiset häiriöt poistamalla ja työ optimoimalla työn tekemisestä tulee mielekkäämpää. Tämä siitäkkin huolimatta, että läpimenneet tehdyt tunnukset nousevat verrattuna alkutilanteeseen.

Ennen tätä projektia tilauskäsittelyä oli mitattu, tutkittu ja kehitettykin paljon. Tilauskäsittelyyn oli myös saatu paljon helpotuksia ohjelmistotoimittajan puolelta. Myös automaattinen tilausten sisään luku yhden asiakkaan kanssa oli saatu käyntiin. Tilauskäsittelyä vertailtiin eri yksiköiden välillä ja etsittiin sieltä eroavaisuuksia. Jossain vaiheessa tilauskäsittelyssä oli ollut myös valvontakortit käytössä, mutta niillä oli mitattu vain tilauskäsittelyn tekemiä virheitä, jotka olivat ilmenneet vasta tuotannossa tai vasta tavaran mentyä asiakkaalle.

Tämän työn tarkoituksena oli löytää tilauskäsittelyssä oleva hukka ja etsiä myös ratkaisumalleja sen poistamiseksi. Mielestäni tässä onnistuttiinkin varsin hyvin, vaikka tavoitteeseen ei aivan päästykin arvovirtakuvauksella mitattuna. Prosessista löydettiin kuitenkin muutamia muita hukun aiheuttajia jotka eivät näkyneet vsm:ssä, joten omasta mielestäni tälle työlle asetetut tavoitteet täyttyivät.

Alihankkija ei yksinään pysty vaikuttamaan kaikkiin prosessissa esiintyviin hukkiin. Varsinkin ylituotanto ja ylilaatu ja virheiden korjaaminen ovat pitkälti asiakkaan kanssa yhteisesti sovittavia asioita. Pelkkä x-määrä tietyn standardin täyttäviä kappaleita sisältävän tilauksen lähettäminen ei riitä. Avoin keskustelu avaa tässäkin kehittämisen mahdollisuuksia. Tarvitseeko asiakas kaikki tilaamansa osat kerralla, vai voiko tilausta mahdollisesti jakaa useampiin toimituksiin? Onko jokin tiukka koneistus standardi viisteessä todellinen, vai onko se vain viiste käsinhitausta varten? Kuinka usein osien tilaukset toistuvat ja kuinka pitkä on osien suunniteltu elinkaari? Pelkästään näiden kysymysten avaaminen alihankkijalle vaikuttaa merkittävästi osien hintaan, toimitusvarmuuteen sekä laatuun. Mikäli

koko tuotantoketju toimisi joka suuntaan avoimesti, pelisäännöt yhteisesti sopien, uskaltaisin väittää, että kilpailukykyimme globaalisti olisi huomattavasti nykyistä parempi.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- Harju, P. 1999. *Kvalitatiivinen kyvykkyys. Massaräätlöinnin periaatteet ja menetelmät*. Jyväskylä: Tietosanoma Oy.
- HT Laser Oy. Yrityksen www-sivu. [viitattu 26.2.2016]. Saatavissa: <http://www.htlaser.fi>
- HT Laser Vieremä yritysesitys. 2015. Powerpoint-diat. Saatu HT Laser Oy:ltä 4.4.2016.
- Kauhanen, S. 2016. Hiljainen puurtaminen ei onnistu. *Savon Sanomat* 10.3.2016.
- Lehtonen, J.-M. 2004. Toimitusketjun hallinta. Teoksessa Lehtonen, J.-M. (toim.) *Tuotantotalous*. Ensimmäinen painos. Vantaa: Dark Oy.
- Liker, J. 2011. *Toyotan tapaan*. Jyväskylä: Bookwell Oy. Toinen painos.
- Modig, N & Åhlström, P. 2013. *Tätä on lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin*. Kolmas painos. Ruotsi: Bulls Graphics ab, Halmstad.
- Rother, M. & Shook, J. 2009. *Learning to see. Value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Cambridge, MA, USA: Lean Enterprise Institute.
- Salomäki, R. 1999. *Suorituskykyiset prosessit, Hyödynnä SPC*. Toinen painos. Tampere: Metalliteollisuuden kustannus Oy.
- Shingo, S. 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Väisänen, J. 2013. VSM (Value Stream Mapping) – Arvovirtakuvaus. [viitattu 5.4.2016]. Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus/>

