

Lassi Perkiö

Tuotannon kehitys arvovirtakuvauksen avulla

Fortaco Ostrobothnia Oy

Opinnäytetyö

Syksy 2015

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Lassi Perkiö

Työn nimi: Tuotannon kehitys arvovirtakuvauksen avulla

Ohjaaja: Jukka Pajula

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 33

Liitteiden lukumäärä:1

Tämä opinnäytetyö tehtiin Fortaco Ostrobothnia Oy:lle keväällä ja kesällä 2015. Työssä keskityttiin hahmottamaan asiakasarvon muodostumista tuotantoprosessin eri vaiheissa sekä erittelemään prosessissa esiintyvän hukan määrää ja laatua. Työn tavoitteena oli muodostaa Konecranes RTG -satamanosturin ohjaamon tuotantoprosessista nykytilaa kuvaava arvovirtakuvaus.

Työ oli osa Wiltrainin henkilöstökoulutusta, jonka myötä henkilöstön ajattelumallia pyrittiin viemään kohti Lean-filosofiaa. Osa työstä tehtiin pienryhmissä, joissa oli mukana eri vastualueiden toimihenkilöitä.

Työn alussa ohjaamon tuotantoprosessista muodostettiin prosessikaavio, johon eriteltiin kaikki selkeästi toisistaan erillään olevat tuotantovaiheet. Prosessikaavio vietiin excel-taulukkoon tehtyyn arvovirtakuvaus-pohjaan.

Valmistelevien töiden jälkeen prosessivaiheista kerättiin seuraava informaatio: henkilöstön määrä tuotantovaiheissa, vaiheittainen läpimenoaika sekä välivarastointi- ja koko prosessin läpimenoaika.

Tuloksena saatiin ohjaamon tuotantoprosessin arvovirtakuvaus, josta voidaan havaita, miten tehokas prosessi on ja mikä on ajallisesti arvoa tuottavan ja tuottamattoman toiminnan keston suhde prosessin läpimenoaikaan.

Avainsanat: Teollisuustuotanto, tuotantotalous, kokoonpano, tuottavuus, arvontuonti, arvoketjut, arvovirtakuvaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Lassi Perkiö

Title of thesis: Production development with value stream mapping

Supervisor: Jukka Pajula

Year: 2015 Number of pages: 33 Number of appendices: 1

This thesis was executed for Fortaco Ostrobothnia Oy in the spring and summer of 2015. The focus was on outlining the form of customer value in different phases of the production process and to specify the types of wastes included in the process. The objective of the thesis was to create a value stream map of the production process of the cabin of the Konecranes RTG container handling crane.

The thesis was part of Wiltrain consultation company's personnel training targeting on increasing the Lean philosophy thinking in the company. Part of the task was done in small groups with personnel from different ranges of responsibility.

At the beginning, the production process was split into clearly different production phases and a process chart was made. The process chart was taken into a value stream map template in excel chart.

After the preparation, information concerning quantity of personnel working in the process, phase cycle and temporary storage times and also cycle time of the whole process was collected from the production and with the help of the production planner.

The outcome of the thesis was a value stream map for the cabin, which included information about process efficiency, relative value adding and waste time compared to process cycle time.

Keywords: Industrial production, industrial management, assembly, productivity, value creation, value chains, value stream mapping

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn tausta.....	8
1.2 Työn tavoite.....	9
1.3 Työn rakenne.....	9
1.4 Yritysesittely.....	9
2 ARVON MUODOSTUMINEN TUOTANNOSSA.....	11
2.1 Lean.....	11
2.2 Yrityksen arvoketju.....	12
2.2.1 Arvovirta tuotannossa.....	13
2.2.2 Arvovirtakuvauksen muodostaminen.....	14
2.2.3 Kuvaus tavoiteltavasta tilasta.....	17
2.2.4 Muutosten täytäntöönpano.....	18
2.3 Seitsemän hukkaa tuotannossa.....	18
2.3.1 Kuljetukset ja siirrot.....	20
2.3.2 Varastointi.....	21
2.3.3 Turha liike.....	22
2.3.4 Odottaminen.....	22
2.3.5 Ylituotanto.....	23
2.3.6 Yliprosessointi.....	23
2.3.7 Virheet.....	24
3 PROSESSIN TUTKIMUS.....	25
3.1 Teoriatiedon kerääminen ja tuotantoon tutustuminen.....	25
3.2 Toimihenkilökoulutus.....	25
3.3 Informaation kerääminen.....	26
4 TULOKSET.....	28

5 POHDINNAT.....	30
6 YHTEENVETO.....	31
LÄHTEET.....	32
LIITTEET.....	34

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Prosessilaatikat arvovirtakuvauksessa (Rother & Shook 2003, 19).	14
Kuvio 2. Prosessilaatikko ja tietotaulukko.	15
Kuvio 3. Tukitoimintojen esitys arvovirtakuvauksessa.	15
Kuvio 4. Työntöohjaus ja välivarastointi.	16
Kuvio 5. Prosessilaatikoiden alla kulkeva aikajana.	17
Kuvio 6. Esimerkki arvon tuottamisesta (Ortiz 2006, 28).	19
Kuvio 7. Toiminnan jakautuminen keskimäärin (Saari 2015).	20
Kuvio 8. Varastoinnin vaikutus pääoman sitoutumiseen.	21
Kuvio 9. Karkea malli tuotantoprosessista.	26

Käytetyt termit ja lyhenteet

Arvoketju	Yrityksen eri toimintojen muodostama kokonaisuus.
Arvovirta	Käsite siitä, miten materiaalin ja informaatio kulkevat tuotteen jalostumisen ohessa.
Arvovirtakuvaus	Visuaalinen kuvaus tuotantoprosessista ja siihen linkittyvistä materiaali- ja informaatiovirroista.
Changeover Time, C/T	Asetusaika. Aika, joka kuluu asetuksen tekoon vaihdettaessa valmistettavaa tuotetta.
Current state map	Tuotannon nykytilaa kuvaava arvovirtakartoitus.
Cycle Time, C/O	Syklin aika. Tietyssä työvaiheessa, yhden tuotteen valmistamiseen kuluva aika.
Future state map	Tuotannon tavoiteltavaa tilaa kuvaava arvovirtakuvaus.
JIT	Just-in-time. Tuotantoa, jossa materiaalit ovat asiakkaalla tai seuraavalla työvaiheella kun niitä tarvitaan.
Lay-out	Tehtaan tai tuotantotilan pohjapiirustus.
SMED	”Single-Minute Exchange of Die” on asetusajojen lyhentämisessä käytetty laatutyökalu.
Uptime	Käynnissäoloaika. Kuvaa koneen tai henkilöresurssin työtehtävään kulutetun ajan suhteellista jalostusaikaa.
WIP	”Work In Process”. Keskenkäynteeseen työhön sitoutunut pääoma.
VSM	Value stream mapping. Arvovirtakuvauksen englanninkielinen käsite.

1 JOHDANTO

Kilpailun kehittyessä teollisella sektorilla, yritykset kehittävät ja tehostavat toimintojaan ja pyrkivät säilyttämään kilpailukykyensä soveltamalla tuotantoon, tukitoimintoihin ja johtamiseen erilaisia laatutyökaluja. Tämä opinnäytetyö käsittelee kokoonpantavan tuotteen arvovirtakuvauksen mallintamista value stream mapping -työkalulla, joka monien muiden laatutyökalujen ohella kuuluu myös Lean-filosofiaan. Työ on tehty erilaisia turvaohjaamoja valmistavalle Fortaco Ostrobothnia Oy:lle.

Value stream mapping eli arvovirtakuvaus on työkalu, joka muihin laatutyökaluihin verrattuna on erittäin kokonaisvaltainen ja sen visuaalisuus auttaa näkemään tuotantoprosessin eri vaiheet sekä niiden vaikutukset toisiinsa sekä tuotteen jalostusarvoon. Arvovirtakuvaus ei itsessään ole työkalu, jolla tuotantoprosesseja voidaan kehittää, vaan se nimenomaan kuvaa tuottavan ja tuottamattoman ajan suhdetta toisiinsa. Arvovirtakuvauksen on tarkoitus nostaa esille kohteita, joita voidaan kehittää muilla laatutyökaluilla.

1.1 Työn tausta

Yrityksessä on tämän opinnäytetyön teon aikana käynnissä koko organisaatiota koskeva Lean-koulutus, jonka avulla henkilöstölle pyritään ajamaan sisään Lean-ajattelumallia askel kerrallaan. Yrityksessä pyritään kouluttamaan henkilöstöä ajattelemaan Lean-filosofian mukaisesti sekä näkemään omat, oman kokoonpanolinjan sekä koko organisaation työtehtävät osana tuotteiden arvoketjua. Koulutuksen myötä henkilöstöllä on paremmat valmiudet kohdentaa prosesseista hukkaa, jota poistamalla tuotantoa saadaan tehostettua. Toimihenkilöiden koulutuksen sisältö keskittyy enemmän tuotantoprosessin tukitoimintoihin, toimintatapoihin ja niiden kehittämiseen. Työntekijöiden koulutuksessa keskitytään omien tehtävien kehittämiseen, hukan havainnointiin ja oman tuotteen tuotantoprosessin kulkuun.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on muodostaa turvaohjaamon tuotantoprosessista nykytilaa kuvaava arvovirtakuvaus. Tavoitteena on myös eritellä ja kohdentaa prosessista hukkaa tuottavia toimintoja. Arvovirtakuvauksen kohteena on Konecranes RTG -lastinkäsittelyn ohjaamon tuotantoprosessi.

1.3 Työn rakenne

Työ on käytännössä osa Wiltrainin toimihenkilökoulutusta, jossa pienryhmissä toimien muodostetaan tuotteen tuotantoprosessista nykytilaa vastaava arvovirtakuvaus. Työ aloitetaan tutustumalla valmistettavan tuotteen tuotantoprosessiin ja kerätään tietoa prosessin eri vaiheista itse havainnoimalla sekä tuotteen valmistuksessa mukana olevaa henkilöstöä haastatteleamalla. Työn alussa oli tärkeä saada tarkka kuva siitä, miten prosessi etenee aina tilauksesta toimitukseen saakka.

1.4 Yritysesittely

Fortaco on raskaan teollisuuden sektorilla toimiva, valmistusta harjoittava yritys, jonka osaamisalueelle kuuluvat valmiit laitekokoontimet, ohjaamot, koneistuspalvelut sekä hitsatut komponentit. Fortacolla on yhteensä kymmenen toimipistettä Itä-Euroopassa ja Suomessa. Toimipisteitä on Suomessa, Virossa, Puolassa, Unkarissa ja Slovakiassa. Fortacon nettomyynti vuonna 2013 oli 216 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä oli 2300. Fortaco syntyi Komas Oy:n ja Ruukki Engineeringin fuusiona, josta CapMan sijoittajineen omistaa hieman yli 80 % ja Rautaruukki hieman alle 20 %. (This is Fortaco.)

Fortaco Ostrobotnia Oy on Fortaco Groupiin kuuluva ja Kurikassa toimiva turvaohjaamoja valmistava yritys. Ohjaamoja valmistetaan muun muassa lastinkäsittely- ja kaivosteollisuudessa toimiviin laitteisiin sekä metsätraktoreihin ja trukkeihin. Suurin osa valmistettavien ohjaamojen rungoista hitsataan, maalataan, kokoonpannaan sekä testataan Kurikassa. Fortaco Ostrobotnia Oy työllistää tällä hetkellä noin 300

työntekijää, joista 57 on toimihenkilöitä. Yrityksessä valmistetut ohjaamot on luokiteltu kahteen ryhmään: sarjatuotanto-ohjaamoihin ja projektiluontoisesti valmistettaviin ohjaamoihin. Sarjatuotanto-ohjaamoiden varusteoptiot eroavat suhteellisen vähän toisistaan. Projektiohjaamoiden varustevaihtoehdot ovat huomattavasti laajempia ja niiden määrällä ja laadulla on huomattava vaikutus ohjaamon toimitusajkaan. (Aro 2015.)

2 ARVON MUODOSTUMINEN TUOTANNOSSA

2.1 Lean

Liukuhihna- eli massatuotannon aikakaudella tuotteiden, kuten autojen valmistusprosessi ei mahdollistanut pitkälle räätälöityjä tuotteita, vaan tuotantomalli oli suunniteltu pitkälti yhdelle tuotteelle. Mallin tai värin muuttaminen hidasti koko tuotantoa ja pahimmissa tapauksissa jopa pysäytti tuotannon. Eräkokojen pientyminen ja kuluttajien vaatimukset uusista ja erilaisista tuotevariaatioista synnytti tarpeen muuttaa tuotantomallia suuntaan, joka sallii nämä asiat. Japanilaiset kehittivät toimintamallin, jonka myötä tuotanto oli laadukasta ja kustannustehokasta, mutta silti mahdollisti useiden tuotteiden ja variaatioiden valmistamisen samaan aikaan. (Uusi-Rauva, Haverila, Kouri & Miettinen 2003, 309–311.)

Lean on terminä tullut alkujaan tunnetuksi MIT:n professorien kirjoittamasta kirjasta, *The Machine That Changed The World*, jossa kuvataan japanilaisten autotehtaiden suorittamaa tuottavuuden positiivista kehitystä Pohjois-Amerikassa. Lean-ajattelumalli pohjaa suurilta osin Toyotan kehittämään tuotantosysteemiin eli Toyota Production Systemiin, joka on Toyotan sisäinen tuotantofilosofia. (Six Sigma, Tätä on Lean.)

Lean on prosessijohtamisen malli, jolla pyritään hukan poistamiseen ja sen myötä tuotannon virtauksen maksimoimiseen. Yleisen luulon vastaisesti Lean-filosofian perusajatuksena ei ole pelkästään hukan eli arvoa tuottamattoman toiminnan poistaminen, vaan läpimenoajan minimointi. (Six Sigma, Yleistä Leanista.)

Toyota Production Systemiä tutkinut, MIT:n professori, John Krafick kiteytti tutkimuksista saamiensa tietojen perusteella Toyota tuotantosysteemin seuraavaan kuuteen pääkohtaan. Toyota Production Systemiä käyttävä yritys

- tarvitsee vähemmän panostusta tuotteen tai palvelun suunnitteluun
- sijoittaa vähemmän saman tuotantomäärän saavuttavaan tuotantojärjestelmään

- toimittaa tuotteitaan paremmalla toimitusvarmuudella
- ostaa vain muutamalta toimittajalta
- käyttää vähemmän aikaa ongelmakohtan huomaamisen ja korjaamisen välillä ja
- käyttää vähemmän varastointia jokaisessa tuotantovaiheessa (Six Sigma, Leanin historiaa.)

2.2 Yrityksen arvoketju

Yritysten kilpailukyky perustuu niihin toimintoihin, joita se harjoittaa tyydyttääkseen asiakkaan tarpeen. Erottuminen markkinoilla voi pohjautua joko laajaan ja edulliseen jakelujärjestelmään, tehokkaaseen tuotantoon tai kilpailijoita parempaan jälkimarkkinointiin. Erottuminen voi myös nojata esimerkiksi yrityksen nopeaan tilausten käsittelyyn tai ylivoimaiseen tuotesuunnitteluun. (Porter 1998, 51.)

Jokaisen yrityksen toiminnoista voidaan muodostaa arvoketju, jolla voidaan havainnollistaa, mitä yksittäisiä toimintoja yritys harjoittaa. Toimintoja voidaan tehdä tuotteen tai palvelun suunnittelemiseksi, valmistamiseksi, markkinoimiseksi, toimittamiseksi tai tukemiseksi. Yrityksen arvoketju kertoo yrityksen historiasta, strategiasta ja tavasta, jolla se toteuttaa sitä. (Porter 1998, 51.)

Taso, jolle arvoketju voidaan rakentaa, on yksittäisen liiketoimintayksikön taso. Sektori- tai toimialakohtainen arvoketju saattaa Porterin (1998, 54) mukaan laajuudessaan peittää alleen merkittäviä kilpailuedun lähteitä.

Arvoketjun suorasti arvoa lisäävät toimet muodostuvat tulologistiikasta, operaatioista, lähtölogistiikasta, myynnistä ja markkinoinnista sekä huollosta ja muusta aftersales- eli jälkimarkkinointi-toiminnasta kuten varaosapalveluista.

Nämä osa-alueet ovat tavallaan tuotteen tai palvelun muuttuvia kustannuksia eli toimia, jotka suoraan nostavat jalostusarvoa. (Porter 1998, 57–58.)

Tukitoimintoihin eli edellä mainittuja toimintoja tukeviin toimintoihin kuuluvat os-to/hankinta, suunnittelu/kehitys, henkilöstöhallinta sekä yrityksen infrastruktuuri. Tukitoiminnot eivät suorasti lisää tuotteen arvoa, vaan tukevat operatiivista toimintaa sekä mahdollistavat heidän keskittymisen olennaiseen. (Porter 1998, 59–62.)

2.2.1 Arvovirta tuotannossa

Yksi yritys muodostaa vain yhden arvoketjun, kun taas yhdessä arvoketjussa voi olla useampi arvovirta. Jokainen valmistettava tuote muodostaa yritykseen oman arvovirtansa. Arvovirralla tarkoitetaan tuotteen valmistukseen liittyvien materiaali- ja informaatiovirtojen kulkua tuotteen jalostumisen ohella. (Nash & Poling 2008, xv-xviii)

Nash ja Poling (2008, 1) kertovat arvovirtakuvauksen alkavan pisteestä, jossa tuotteelle tai palvelulle muodostuu tarve ja päättyvän pisteeseen, jossa tarpeen vaatima aktiviteetti on suoritettu. Valmistavassa teollisuudessa koko arvovirtakuvaus alkaa yleensä ajankohdasta, jossa raakamateriaali toimitetaan ja päättyy pisteeseen, jossa valmistettava tuote on toimitettu asiakkaalle.

Rother ja Shook (2003) korostavat, että value stream mapping on Toyota Production Systemsin parissa työskentelevien ihmisten tapa kuvata prosessin nykytilaa ja tilaa, johon lean-filosofian täytöntöönpanolla pyritään. Rother ja Shook (2003) kuvaavat Toyotan työntekijöiden oppivan prosessista kolme erilaista virtaa: materiaali-, informaatio- sekä henkilöstövirta. Value stream mapping kattaa näistä kaksi ensimmäistä.

Value stream mapping auttaa yrityksiä löytämään prosesseista hukkan lisäksi myös hukkaa tuottavan juurisyyn, jonka poistamalla hukkakin voidaan poistaa. Sen sijaan, että prosesseja kehitetään muista prosessin osista erillään, tulisi keskittyä enemmän koko prosessin virtaukseen ja lean-filosofian täytöntöönpanoon. Tällä tavoin prosessista voidaan hukkan lisäksi kohdentaa hukkaa tuottava juurisyys. (Rother & Shook 2003)

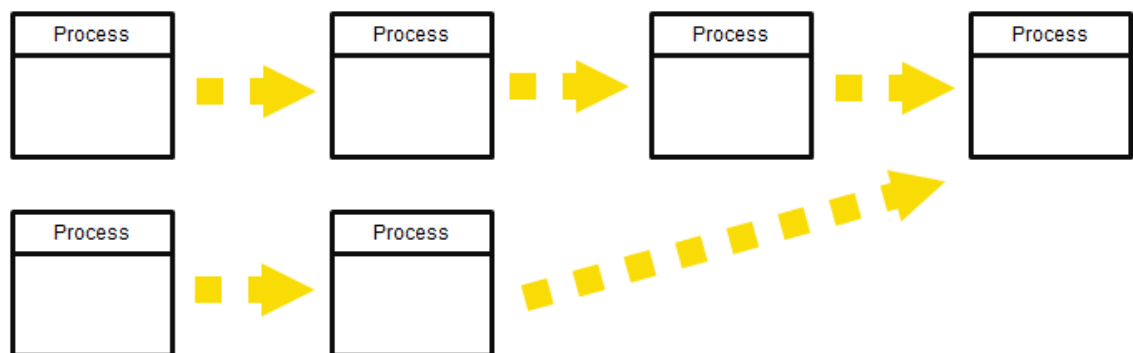
Rotherin ja Shookin (2003, 6) mukaan yksi asia, joka tulee ymmärtää ennen arvovirtakuvauksen tekoa, on määrättyyn tuotteeseen tai tuoteperheeseen keskittyminen. Asiakas välittää ainoastaan siitä tuotteesta, jota itse tilaa. Mikäli kyseessä ei ole vain yhtä tuotetta variaatioineen valmistava tehdas, kaiken informaatio- ja materiaalivirran kuvaaminen yhteen arvovirtakuvaukseen on hankalaa.

2.2.2 Arvovirtakuvauksen muodostaminen

Ensimmäisenä työvaiheena arvovirtakuvauksen teossa muodostetaan tuotantoprosessista current state drawing eli nykyistä prosessia vastaava kuvaus, jonka vaadittavat tiedot kannattaa kerätä mieluummin ”lattiatasolta” kyselemällä kuin eri järjestelmistä, joihin rekisteröity informaatio työvaiheiden ajasta saattaa poiketa todellisista arvoista. (Rother & Shook 2003, 9.)

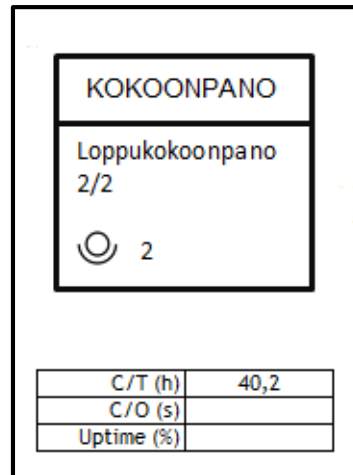
Kun tarvittava informaatio on kerätty, seuraava vaihe on muodostaa jokaisesta työvaiheesta prosessivaiheesta prosessilaatikko, joka arvovirtakuvauksessa ilmaisee tuotannon materiaalivirtauksen pysähtymistä ja prosessointia. (Rother & Shook 2003, 18.)

Useissa tapauksissa tuotantoprosesseissa on meneillään samanaikaisia arvovirtoja, jotka etenevät rinnakkain. Kuviossa 1 on esitetty kaksi rinnakkain kulkevaa arvovirtaa. Kaikkien rinnakkain etenevien sivuprosessien merkitseminen arvovirtakuvaukseen saattaa olla sekavaa, joten ensin tulisi valita tärkeimmät ja lisätä jälkeensä lisää, mikäli tarve sen vaatii. (Rother & Shook 2003, 19.)



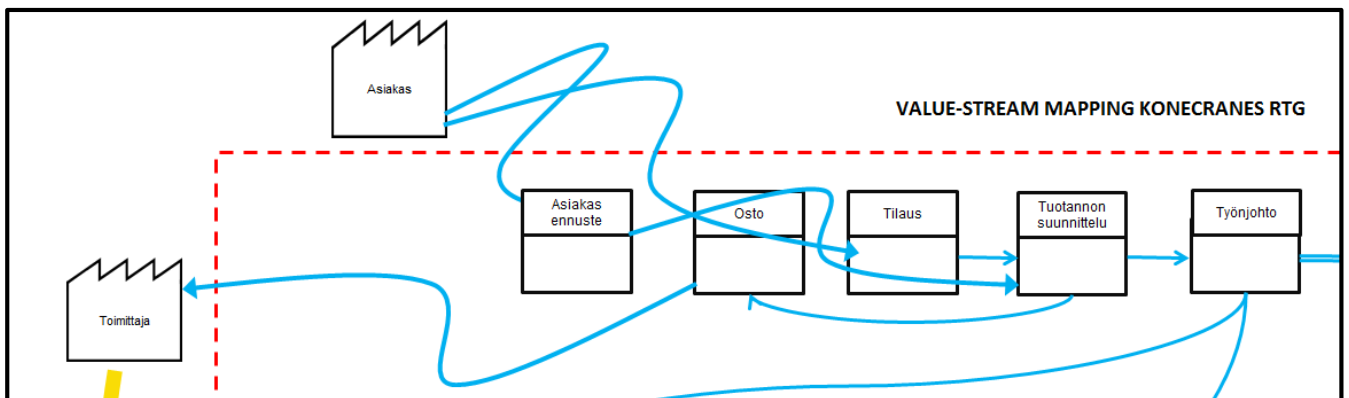
Kuvio 1. Prosessilaatit arvovirtakuvauksessa (Rother & Shook 2003, 19).

Prosessilaatikko ja tietotaulukko (Kuvio 2) kertovat arvovirtakuvauksessa työvaiheen nimen, tarkentavat lisätiedot, syklin ajan (cycle time, C/T) eli tuotantovaiheen keston, asetusajan (changeover time, C/O) eli ajan, joka kuluu kun vaihdetaan valmistettavaa tuotetta, toiminta-ajan (Uptime %), joka kuvaa koneen käynnissäoloaika prosentuaalisesti sekä työvaiheeseen tarvittavat henkilöstöresurssit. (Rother & Shook 2003, 19–20.)



Kuvio 2. Prosessilaatikko ja tietotaulukko.

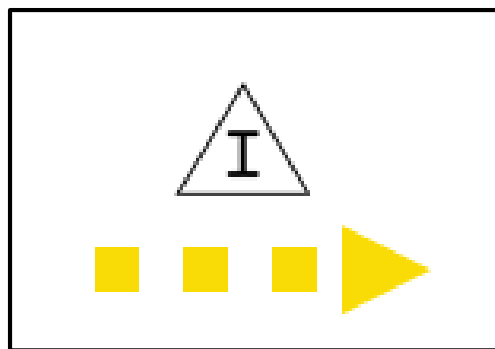
Kuvauksessa tulee esittää valmistavan työn tuotantoprosessien lisäksi myös epäsuorasti arvoa lisäävät tukitoimet, joita ovat muun muassa materiaalinhallinta, tuotannosuunnittelu sekä osto-toiminta. (Mobley 2013).



Kuvio 3. Tukitoimintojen esitys arvovirtakuvauksessa.

Arvovirtakuvauksessa prosessien välissä käytetään, toimintatavasta riippuen, erilaisia symboleita. Mikäli prosessivaiheiden välissä on väli- tai puolivalmisteverastointia, symbolina käytetään ”varoituskolmiota”, jonka sisällä on I-kirjain (Kuvio 4). I-kirjain kuvastaa englannin kielen sanaa ”Inventory”. (Rother & Shook 2003, 20.)

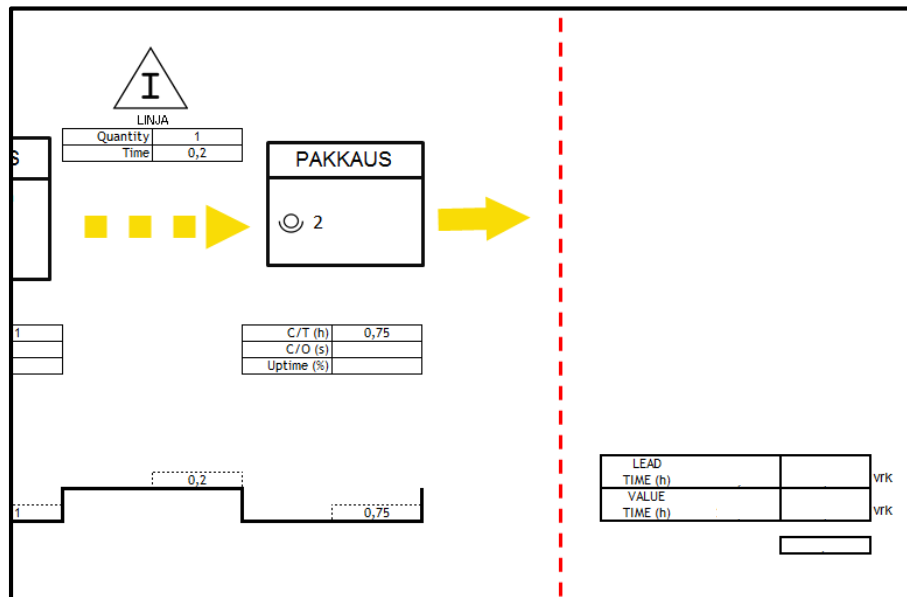
Mikäli yksittäisissä prosessivaiheissa tuotteita valmistetaan huolimatta siitä, onko niille tilausta asiakkaalta tai seuraavalta työvaiheelta, esitetään se prosessien väliin lisättävällä keltaisella katkonuoolella (Kuvio 4). Yleensä prosesseissa, jotka toimivat työntöohjauksella, on myös väli- tai puolivalmisteverastointia työvaiheiden välissä. (Rother & Shook 2003, 27.)



Kuvio 4. Työntöohjaus ja välivarastointi.

Prosessikaavion alapuolelle piirretään hammastettu aikajana, johon kirjataan jokaiseen odotus- sekä prosessivaiheeseen kulunut aika. Mikäli tuotteita prosessoidaan erissä, odotus- ja prosessointiaika tulee jakaa eräkoolla, että saadaan muodostettua yhden kappaleen arvovirtakuvaus. Laskemalla yhteen prosessointiajan ja jakamalla sen läpimenoajalla saadaan tuotteen arvoa tuottavan ja tuottamattoman ajan suhde. (Rother & Shook 2003, 30–31.)

Kuviossa 5 on havainnollistettu prosessilaatikoiden alapuolella kulkeva aikajana. Ajan voi esittää missä muodossa tahansa ja mukaan lasketaan myös viikonloput ja muu työajan ulkopuolinen aika. Lopputuloksena saadaan tuotteen läpimenoaika sekä tuotteen jalostukseen käytetty aika.



Kuvio 5. Prosessilaatikoiden alla kulkeva aikajana.

2.2.3 Kuvaus tavoiteltavasta tilasta

Kun current state map on muodostettu, voidaan alkaa hahmottamaan suuntaa, johon tuotannon toimintatapoja ja rakenteita halutaan viedä. Nashin ja Polingin (2008, 173) mukaan tästä alkaa se oikea työ saada prosesseissa aikaan positiivisia muutoksia.

Koska arvovirtakuvauksen kaksi päätarkoitusta on kartoittaa prosessista hukkaa ja eliminoida sitä, tarvitaan future state map eli tavoiteltavaa tilaa edustava arvovirtakuvaus, jota kohti prosessia pyritään kehittämään. Future state mapissa tavoitteena on luoda tuotantoketju, jossa jokainen vaihe on kytköksissä asiakkaaseen. Tuotantoketju tuottaa vain asiakkaan tai seuraavan työvaiheen tarvitseman määrän tuotteita ja toimittaa ne silloin, kun niitä tarvitaan. (Rother & Shook 2003, 57.)

Nashin ja Polingin (2008, 173) mukaan tavoiteltava arvovirtakuvaus on se asia, johon jokainen arvovirtakuvauksen tekijä pyrkii. Sen tulisi olla kaiken jatkuvan parantamisen prosessien kehittämisen perusta. Nykyhetken arvovirtakuvauksen pyrkimässä tuomaan esiin koko prosessin ongelmakohtia tavoitekuvaus määrittää prosessien kehittämisen konkreettiset tavoitteet.

Prosessien kehittämisen myötä saattaa ilmetä asioita, joita ei tavoitekuvauksen teossa olla otettu huomioon ja siksi sitä ei tule pitää prosessien kehittämisen ja parantamisen tarkkana tavoitteena vaan sen tulee toimia inspiraationa ja konkreettisenä kannustimena, joka voi kuitenkin ajan myötä muuttua. (Nash & Poling 2008, 173.)

Tavoitekuvauksesta muodostetaan samankaltainen prosessikaavio kuin nykytilan arvovirtakuvauksesta käyttäen samoja symboleja. Pohjana tavoitekuvaukselle kannattaa käyttää nykytilan arvovirtakuvausta. (Nash & Poling 2008, 174–175.)

2.2.4 Muutosten täytäntöönpano

Aloitettaessa muutosprosessia tulisi aluksi määrittää kehitettävässä kohteessa tai prosessissa oleva henkilö vastaamaan muutoksien läpiviennistä, seurannasta ja yhteydenpidosta. Henkilön ei tarvitse ensisijaisesti olla johtavassa asemassa, vaan tärkeämpää on, että vastuhenkilö ja muun henkilöstö arvostavat ja kunnioittavat toisiaan. (Nash & Poling 2008, 236.)

Koska tavoitekuvaus saattaa poiketa nykyisestä tuotanto- tai prosessimallista merkittävästi ja sisältää suuriakin muutoksia, tulisi implementaatio jakaa pienempiin vaiheisiin, joiden toteutus on muiden töiden ohella vaivattomampaa ja muutosten seuraus helpompaa. (Rother & Shook 2003, 86.)

Arvovirtakuvaus sopii hyvin muutosten implementoinnissa Kaizenin eli jatkuvan parantamisen konseptiin, jossa henkilöstöllä on valtuudet pysäyttää tuotanto, etsiä virheiden juurisyy ja korjata huomaamansa virheet. Koska organisaatioiden pääfokus on tuotteiden ja palveluiden tuottamisessa, niiden kulttuurin muuttaminen Kaizenfilosofian suuntaan on monissa maissa erittäin hankalaa. (Nash & Poling 2008, 238.)

2.3 Seitsemän hukkaa tuotannossa

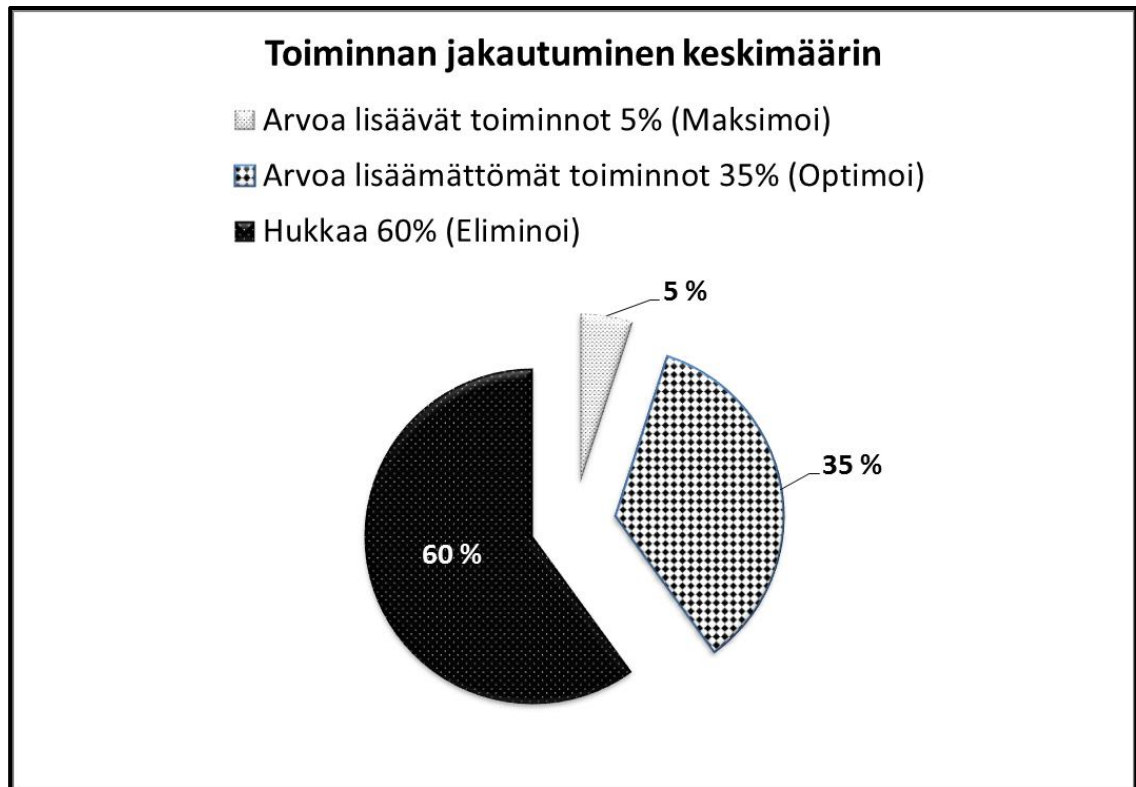
Ortizin (2006, 28) mukaan työssä on olemassa ainoastaan kahdenlaista toimintaa; arvoa lisäävää ja arvoa lisäämätöntä toimintaa. Toiminnot voidaan erotella sen pe-

rusteella, mistä asiakas on valmis maksamaan. Yksinkertaisena esimerkkinä voidaan käyttää tapausta, jossa työntekijä hakee hyllystä osan ja liittää sen valmistettavaan tuotteeseen.

Kävely hyllylle	10 sekuntia
Osien etsiminen	120 sekuntia
Kävely työpisteelle	10 sekuntia
Työkalun etsiminen	20 sekuntia
Osan kiinnittäminen	5 sekuntia
Kokonaisaika	160 sekuntia
Arvoa lisäävä aika	5 sekuntia
Arvoa lisäämätön aika	155 sekuntia

Kuvio 6. Esimerkki arvon tuottamisesta (Ortiz 2006, 28).

Kuten esimerkistä (Kuvio 6) havaitaan, arvoa tuottavaa eli tuotetta jalostavaa toimintaa on vain 5 sekuntia, kun taas arvoa tuottamatonta toimintaa on 155 sekuntia. Kävely tai työkalujen ja osien etsiminen ei siis ole toimintaa, josta asiakas olisi valmis maksamaan ja sen myötä se luokitellaan hukaksi tuotannossa. Seitsemän hukan rinnalle on ehdotettu myös osaamisen ja luovuuden hyödyntämisen puutetta, millä tarkoitetaan yrityksen arvokkaimman voimavaran eli henkilöstön jättämistä kehitys- ja tutkimustoiminnan ulkopuolelle. (Ortiz 2006, 32.)



Kuvio 7. Toiminnan jakautuminen keskimäärin (Saari 2015).

Kuviossa 7 on esitetty kaiken toiminnan, sekä suoraa arvoa tuottavien että tukitoimintojen, jakautuminen eri luokkiin. Syy, miksi arvoa lisäävien toimintojen osuus on niin pieni, johtuu yksinkertaisesti siitä, että mukaan on laskettu varsinaisen tuotannon lisäksi myös tukitoimintojen osuus. Tukitoiminnot ovat harvoin suoraan arvoa tuottavia. (Saari 2015.)

Käytännössä kaiken arvoa lisäämättömän toiminnan poistaminen prosessista on mahdotonta, koska osa siitä on tukevia toimintoja, jotka ovat prosessin kannalta välttämättömiä. Tällaisia toimintoja voidaan kuitenkin pyrkiä optimoimaan. (Saari 2015.)

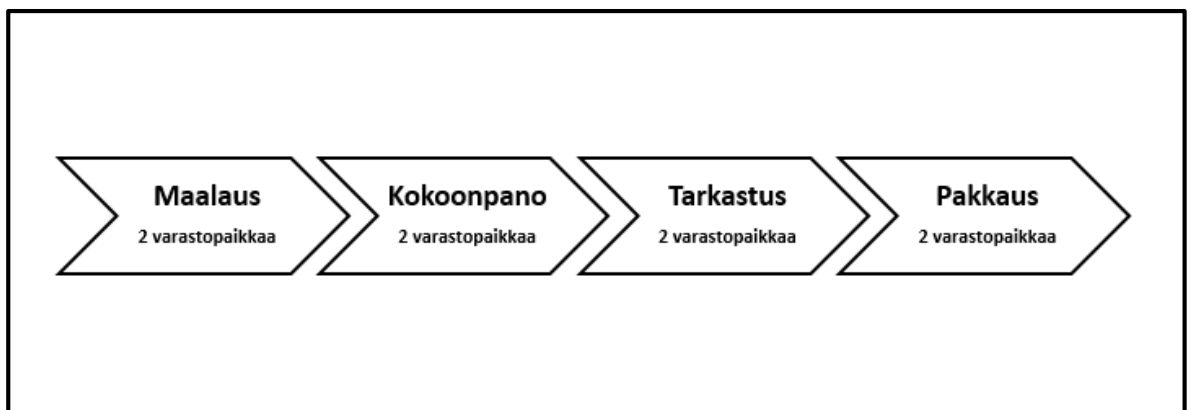
2.3.1 Kuljetukset ja siirrot

Kuljetuksilla ja siirroilla tarkoitetaan materiaalin turhaa kuljettamista, joka ei millään tavalla jalosta tuotetta. Kuljetukset ja siirrot vaativat miestyövoimaa, paperityötä ja siten myös rahaa. Turhat ja ylimääräiset kuljetukset ja siirrot saattavat aiheuttaa

myös virheitä ja vääristymiä varastohallinnassa sekä jopa kuljetettavien tuotteiden vahingoittumista kuljetuksen aikana. Turhat kuljetukset ja siirrot voidaan suurilta osin minimoida jo suunniteltaessa lay-outia ja ottamalla huomioon tehtaan materiaalivirrat. (Ortiz 2006, 29–30.)

2.3.2 Varastointi

Tarpeeton varastointi sitoo yrityksen varoja väli- ja raaka-ainevarastoihin sekä keskeneräiseen työhön ja loppuvarastoihin. Ylimääräinen varastointi johtuu yleensä tehottomasta tuotantoprosessista. Tuotantoprosessin heikkous ja toimitusvarmuus pyritään siten paikkaamaan ylisuurilla varastoilla. WIP:ssä eli keskeneräisessä työssä tarpeeton varastointi näkyy eritoten prosesseissa, jotka sisältävät useamman eri työvaiheen. Tilanne, jossa jokaisella yksittäisellä työvaiheella on omat väli-varastointipaikkansa on yrityksen varojen sitoutumisen kannalta erittäin epäedullinen. (Ortiz 2006, 30–31.)



Kuvio 8. Varastoinnin vaikutus pääoman sitoutumiseen.

Kuviossa 8 näkyvästä esimerkistä voidaan havaita, miten puolivalmiste- ja välivarastointi aiheuttaa varojen sitoutumista tuotannossa. Oletetaan, että valmistettavan tuotteen keskimääräinen yksikköhinta on 5000 €. Tuotannossa voi kerrallaan olla neljä tuotetta, mutta varastoissa jopa kahdeksan tuotetta. Välivarastoihin on näin sitoutuneena jopa 40 000 €, joka on kaksinkertainen määrä tuotantoon verrattuna. Tässä tapauksessa keskeneräisen tuotannon eli WIP:n arvo on 60 000 €.

JIT- eli Just-In-Time -tuotannon periaatteen mukaan ihannetilanteessa varastoja ei olisi ollenkaan ja tuotteet toimitettaisiin tuotantopisteistä suoraan asiakkaalle ilman välivarastointeja. Voidaan kuitenkin todeta, että materiaalia jalostavassa ja valmistavassa teollisuudessa tällainen tilanne on erittäin haastava, jopa mahdoton saavuttaa. Tämän vuoksi varaston hallinnointi ja kehittäminen ovat yrityksen toiminnan ja logistiikan kannalta erittäin tärkeitä asioita. (Logistiikan Maailma.)

2.3.3 Turha liike

Turhalla liikkeellä hukkana voidaan tarkoittaa esimerkiksi kävelyä, tavaroiden liikuttelua, kurottamista, nostamista, kääntymistä sekä osien tai työkalujen etsimistä. Turhaa liikettä tuotannossa on pyritty yritysten taholta poistamaan tuomalla kaiken tarvittavan mahdollisimman lähelle itse työpistettä ja jättämällä suurimman osan liikkeestä varastotyöntekijöille. (Ortiz 2006, 31–32.)

Kuten varastointia ja kuljetusta, liikettä ei voida täysin poistaa prosessista, mutta sitä voidaan optimoida esimerkiksi tuotantolinjan, solun tai tehtaan layout -muutoksilla. Turhat liikkeet nostavat myös henkilöstön rasitusastetta ja siten työtapaturmien riskiä. Ihmisten lisäksi myös koneet saattavat tehdä turhia liikkeitä, jotka rasittavat niiden liikkuvia osia ja muita komponentteja. (Lean Manufacturing Tools, Waste of Motion.)

2.3.4 Odottaminen

Odotusaika on aikaa, jolloin työntekijälle maksetaan palkkaa siitä, ettei hän tee mitään. Suurimmat syyt odotukselle ovat osapuute, vajaa informointi sekä se, etteivät peräkkäiset työvaiheet ole tasapainossa keskenään. Asetusaika ja konerikot ovat koneita käyttävässä tuotannossa hyvin yleisiä odottamista lisääviä tekijöitä. (Ortiz 2006, 29.)

Asetusaikoja voidaan kehittää Lean-filosofiaa kuuluvalla SMED eli Single Minute Exchange of Die -työkalulla, jossa koneaika jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen asetus-

aikaan. Sisäinen asetusaika on aikaa, kun kone ei ole käynnissä ja ulkoinen asetusaika aikaa, kun kone on käynnissä. SMED-menetelmässä kaikki mahdollinen asetusaika pyritään saamaan ulkoiseksi eli koneen käydessä valmistellaan seuraavaa kappaletta tai työkaluja. SMED-menetelmään kuuluu olennaisena osana erilaiset tekniset ratkaisut, kuten pikakiinnikkeet ja muut asetusaikaa lyhentävät ratkaisut. (MoreSteam.)

2.3.5 Ylituotanto

Ylituotanto on tuotantoa, jossa tuotetaan liikaa, liian nopeasti ja väärään aikaan. Vaihe, jossa ylituotantoa tapahtuu, tuottaa ongelmia varsinkin seuraavissa työvaiheissa. Ylituotanto kerryttää turhia välivarastoja seuraaviin työvaiheisiin. Kiireellä valmistetut tuotteet eivät välttämättä täytä laatu- tai mittavaatimuksia. Ylituotanto aiheuttavat myös työntekijät, jotka eivät halua näyttää laiskoilta tai toimettomilta ja jatkavat töitään, vaikka tarvetta ei olisikaan. On työnjohtajille ja esimiehille hyvin hankalaa havaita tällaiset työntekijät. Ylituotanto aiheuttaa näin myös ylimääräisiä varastoja ja siten keskeneräisen tuotannon arvo kasvaa. (Ortiz 2006, 28–29.)

2.3.6 Yliprosessointi

Yliprosessoinnilla tarkoitetaan tuotteen valmistamista niin, että sen laatu ylittää asiakkaan tarvitseman laadun. Yksinkertaisesti sanottuna tuote on liian laadukas. Yliprosessointia tapahtuu paljon valmistavassa teollisuudessa, jossa voidaan ajoittain havaita liiallista hiomista, kiillottamista tai muuta viimeistelyä. (Ortiz 2006, 30.)

Yliprosessointi saattaa näkyä koneistuksessa esimerkiksi liian tiukkoina toleransseina. Yksi yliprosessoinnin yleisimmistä syistä on standardisoinnin ja riittävän laadun määritelmän puute. Standardisoinnilla ja tarkkoilla työohjeilla tuotteen laatutaso voidaan asettaa haluttuun tasoon ja poistaa henkilöstöstä riippuvaisia laadun poikkeamia. (Lean Manufacturing Tools, Waste of Overprocessing.)

2.3.7 Virheet

Virheillä hukkana tarkoitetaan nimensä mukaisesti virheellistä tuotetta. Virheelliset tuotteet voivat olla seurausta esimerkiksi epämääräisistä työohjeista, riittämättömästä perehdytyksestä tai valvonnan puutteesta. Virheelliset tuotteet vaativat usein työn tehtävän kahteen kertaan. Tämä saattaa aiheuttaa myös koko tuotantolinjan pysähtymisen. (Ortiz 2006, 32.)

Virheellisiä tuotteita ja mahdollisesti uudelleen tehtävää työtä verrataan usein jäävuoreen; vain osa virheiden aiheuttamista kustannuksista on nähtävissä. Virheet kätkevät alleen kustannuksia aiheuttavia toimenpiteitä, kuten ongelmanratkaisua, materiaalikustannuksia, uudelleen tehtävää työtä, suunnittelua, kuljetusta, paperityötä, toimitushäiriöitä ja pahimmassa tapauksessa jopa menetettyjä asiakkuuksia. Virheiden aiheuttamia syitä voivat olla standardoimattomat työvaiheet, joissa esimerkiksi eri työntekijät toimivat eri tavalla. Monia virheitä voitaisiin välttää jo tuotteiden, työtapojen ja työvälineiden suunnitteluvaiheessa. (Lean Manufacturing Tools, Waste of Defects.)

3 PROSESSIN TUTKIMUS

3.1 Teoriatiedon kerääminen ja tuotantoon tutustuminen

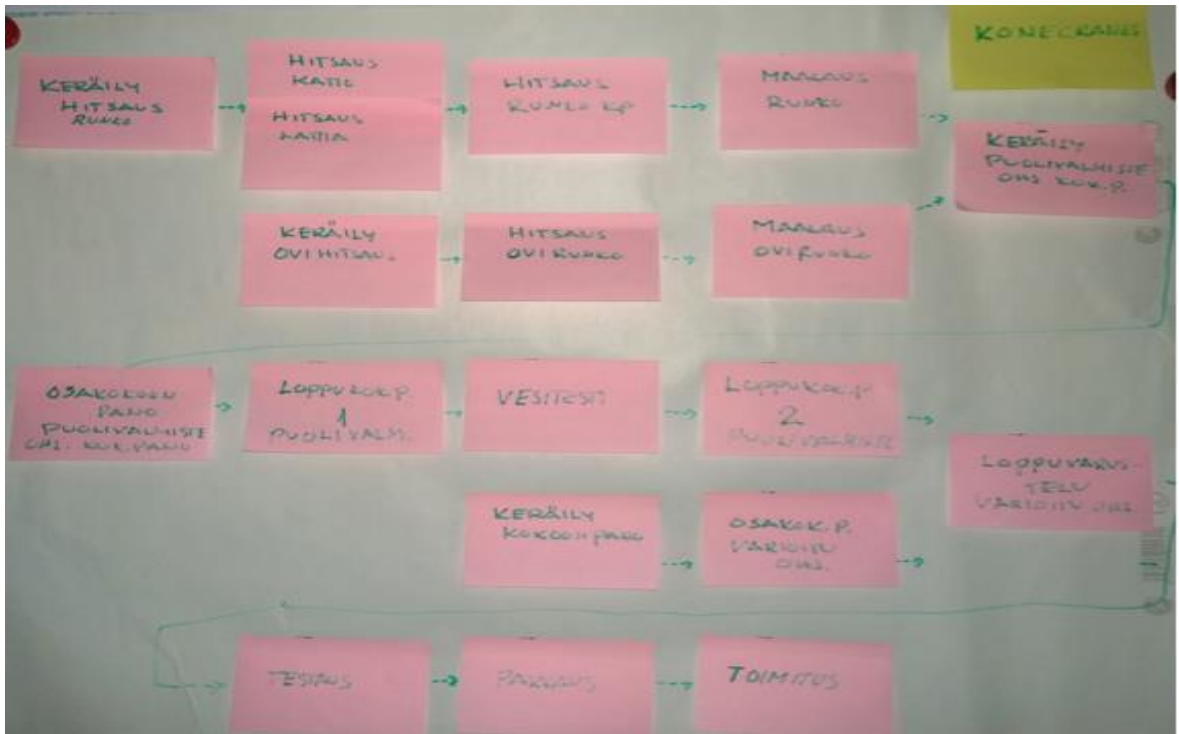
Ennen varsinaisen työn aloittamista kerättiin aiheeseen liittyvää teoriatietoa kirjoista, artikkeleista sekä eri nettilähteistä. Arvovirtakuvauksesta ei löytynyt juurikaan suomenkielistä tietoa, vaan kaikki tieto oli pääasiassa englanninkielistä. Yrityksestä saatiin heti aluksi lainaan Mike Rotherin ja John Shookin kirjoittaman kirjan ”Learning to see.” Teos on ensimmäisiä arvovirtakuvauksesta kirjoitettuja teoksia.

Työn alussa vietettiin myös paljon aikaa seuraten varsinaista tuotantoa paikan päällä. Tarkoituksena oli hahmottaa, miten tuotteen valmistus ja kokoonpano käytännössä tapahtuvat. Seurauksen kohteena oli tuotannon vaiheet sekä hitsauskoonpano- että pääkokoonpanolinjalla.

3.2 Toimihenkilökoulutus

Toimihenkilöille tarkoitettussa koulutuksessa tavoitteena oli lisätä tietoisuutta Lean-filosofiasta sekä sen soveltamisesta toimihenkilöiden tehtäviin. Johdon konsultin, Ahti Saaren pitämässä koulutuksessa käytiin läpi muutamia Lean-työkaluja sekä niiden teoreettista tarkoitusta ja mahdollisuuksia. Koulutuksesta saatiin tärkeää tietoa myös arvovirtakuvauksen muodostamisesta, sen aloittamisesta ja sillä saavutettavista hyödyistä.

Koulutuksen lopuksi tehtävänä oli muodostaa pienryhmissä arvovirtakuvauksen pohja. Ryhmäämme kuului lisäksi tuotannonsuunnittelija, kaksi suunnittelijaa ja talousosaston assistentti. Ryhmissä pohdittiin, miten koko tuotantoprosessi jaetaan vaiheisiin ja karkean malli kirjattiin lopuksi paperille (Kuvio 9). Karkeaan malliin kirjattiin myös tukitoimintojen osallisuus prosessiin. Tukitoiminnot liitettiin prosessiin informaatiovirtaa kuvaavilla viivoilla. Lopuksi arvovirtakuvaukset esitettiin muille koulutukseen osallistuneille.



Kuvio 9. Karkea malli tuotantoprosessista.

Seuraavaksi tuotantoprosessin malli vietiin Excel-taulukkoon tehtyyn arvovirtakuvauspohjaan. Samalla järjestettiin osakokoonpanovaiheet kulkemaan samanaikaisesti pääkokoonpanoprosessin rinnalla.

3.3 Informaation kerääminen

Arvovirtakuvaukseen tarvitaan tieto prosessivaiheeseen kuluvasta ajasta, siihen osallistuvan henkilöstön määrästä, prosessoitavien tuotteiden eräkoosta sekä prosessivaiheiden välillä odotukseen, kuljetukseen tai välivarastointiin kuluvasta ajasta.

Prosessivaiheiden välissä kuluva aika selvitettiin tuotannonohjausjärjestelmästä seuraten määrätyn tilauksen etenemistä tuotannossa. Apunani tässä toimi tuotannon suunnittelija, joka työnsä puolesta hallitsee järjestelmän käytön paremmin.

Osa työvaiheisiin kuluvasta ajasta selvitettiin niin ikään tuotannonohjausjärjestelmästä, mutta mahdollisuuksien mukaan kaikki ajat pyrittiin ”kellottamaan” seura-

malla tuotantoa paikan päällä. Tässä työn vaiheessa olin tiiviisti yhteydessä tuotannon työntekijöiden ja työnjohtajan kanssa varmistaakseni kaiken kerätyn tiedon oikeelliseksi.

Arvovirtakuvaus viimeisteltiin lisäämällä kaikki kerätty tieto Exceliin ja lisäämällä kaavat, jotka laskevat prosessin arvoa lisäävän ajan suhteellisen osuuden. Valmis työ tulostettiin A0-arkille tulevia tarkoituksia varten.

4 TULOKSET

Työn varsinaisena tuloksena toimii ohjaamon tuotantoprosessista muodostettu arvovirtakuvaus. Kuten tuloksista voidaan todeta, ohjaamon tuotantoprosessin arvoa lisäävän ajan prosentuaalinen osuus läpimenoajasta on XX,X %, joka suhteutettuna muihin yrityksen valmistamiin ohjaamoihin ja kokoonpanovalmistukseen yleisesti on keskimääräistä suurempi. (Liite 1.)

Arvovirtakuvauksesta voidaan havaita, että jokainen tuotannon vaihe toimii työntöperiaatteella, jossa vaiheet eivät toimi seuraavan vaiheen tarpeiden mukaan, vaan vaiheissa valmistettavat tuotteen tehdään välivarastoon. Tuotannon työntekijöillä on kuitenkin koko ajan saatavilla tieto ohjaamon tilausten määrästä, joten määrällinen ylituotanto ei tässä tapauksessa toteudu.

Suurimmat hukan lähteet tuotannossa syntyvät vaiheiden välisestä välivarastoinnista. Välivarastoinnilla pyritään varmistamaan korkea toimitusvarmuus ja sopimusteknisistä syistä välivaraston arvojen mahdollisessa muuttamisessa tulee olla erittäin tarkkana.

Muista havaituista hukan tyypeistä tuotannossa mainittakoon liike, joka johtuu pääosin varaston, hitsaamon ja pääkokoonpanolinjan sijainneista tuotantohallissa. Tätä hukan muotoa on mahdoton kitkeä prosessista pois kokonaan.

Ohjaamon testausvaiheessa on ajoittain ollut ongelmia sähköjärjestelmän kanssa, mikä tavallaan voidaan luokitella virheiksi, jotka kuitenkin eivät ole liitettävissä asentajien toimintaan, vaan alihankkijoilta ostettavien osien laatuun.

Huolimatta keskivertoa suuremmista välivarastoista ohjaamon tuotantoprosessi on suhteellisen tehokas eikä prosessissa ole havaittavissa merkittäviä hukkaa tuottavia toimintamalleja.

Arvovirtakuvauksen yhtenä päätavoitteena on saada tuotantoprosessissa työskentelevät ajattelemaan oman työnsä ja tuotantolinjansa tehokkuutta sekä mahdollisia hukkia tuottavia toimintoja.

Arvovirtakuvauksen paperiversio on tarkoitus viedä esille tuotantolinjan seinälle. Tällä tavoin pyritään edistämään tietämystä tuotantoprosessista sekä työntekijöille että asiakkaille. Vielä tämän opinnäytetyön loppuvaiheilla tauluja ei ollut vielä seinälle laitettu.

Tuloksia voidaan hyödyntää myös vertaillessa muiden valmistettävien ohjaamojen tuotantoprosessien hukan määrää. Näin saadaan selville ohjaamomallit, joiden tuotannon kehittämiseen kannattaa ensisijaisesti panostaa.

5 POHDINNAT

Opintojeni aikana olen päässyt tutustumaan Japanin autoteollisuudesta lähteneeseen, maailmaa mullistavaan ihmeeseen nimeltään Lean. Toyotan tehtailta aikoinaan lähtenyt Lean vei allekirjoittaneenkin mennessään; tehdään asiat niin kuin ne pitäisi tehdä. Lean kiteyttää filosofiana mielestäni kaiken sen tiedon, taidon ja työkalut, joilla voidaan edistää minkä tahansa alan tehokkuutta ja tuottavuutta.

Value stream mapping eli arvovirtakuvaus on mielenkiintoinen uusi tuttavuus Lean-työkalulaatikossa. Arvovirtakuvaus on erittäin kokonaisvaltainen työkalu tarkasteltaessa tuotannon kokonaistilaa ja sen virtauksia. Se antaa tekijälleen erittäin yksityiskohtaisen kuvan siitä, miten tarkasteltava tuote käytännössä valmistetaan.

Vaikka tämä opinnäytetyö käsitteleekin vain käytännössä puolta arvovirtakuvauksesta, oli se aiheena hyvin antoisa ja mielenkiintoinen sekä auttoi näkemään yrityksen kokonaisuutena, jossa toimii useita erinäisiä arvoketjuja rinnakkain.

Arvovirtakuvaukset ovat koko organisaatiossa vielä hyvin uusi asia ja niitä tullaan jatkossa varmasti käsittelemään tarkasteltaessa tuotantoa kokonaisuutena ja valittaessa kehityskohteita ja niiden perusteita.

6 YHTEENVETO

Tutkimuksen tuloksena tässä tapauksessa toimii kerätyn informaation ja arvovirtakuvaus- taulukon pohjalle rakennettu, nykytilaa kuvaava arvovirtakuvaus, josta käy ilmi tuotteen maalauksen, hitsauksen ja kokoonpanon läpimenoaika sekä aika, jolloin tuotteen asiakasarvoa on lisätty. Arvovirtakuvaus ei sinällään kehitä, tehosta tai muuta tuotantomalleja, vaan sillä pyritään hahmottamaan tuotannon nykytilaa ja auttamaan henkilöstöä näkemään ne prosessin vaiheet, joissa hukkaa eniten syntyy.

Arvovirtakuvauksen muodostamisen kannalta on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää miten tuotanto, logistiikka ja informaation kulku käytännössä toimivat ja siitä syystä kaikki mahdollinen informaatio pitää pyrkiä keräämään tuotannosta seuraamalla sitä sekä tiedustelemalla ja tarkentamalla asioita henkilöstöltä.

Työn tavoitteena oli muodostaa Konecranes RTG -lastinkäsittelynosturin ohjaamon tuotantoprosessista nykytilaa kuvaava arvovirtakuvaus. Tavoitteeksi ei kuitenkaan asetettu ideoida mahdollisia parannuksia tuotantoon. Tavoitteiden takana oli ajatus siitä, miten arvovirtakuvauksesta voidaan havaita ja nostaa esille määrättyjä kohteita, jotka kehityksen tai muutoksen tarpeessa olisivat.

Arvovirtakuvaus saatiin toimihenkilöiden ja tuotannon työntekijöiden avulla muodostettua ja prosessin läpimenoajasta voitiin eritellä tuottava ja tuottamaton aika.

LÄHTEET

Aro, A. 2015. Yksikön päällikkö. Fortaco Ostrobotnia Oy. Haastattelu 23.3.2015

McBride D. 29.8.2003. The Seven Wastes in Manufacturing. [Verkkoartikkeli]. EMC Consulting Group [Viitattu 3.9.2015] Saatavana: <http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>

Fortaco. Ei päiväystä. This is Fortaco. [Verkkosivu][Viitattu 29.4.2015] Saatavana: <http://www.fortacogroup.com/company/this-is-fortaco.html>

Lean Manufacturing Tools. Waste of Defects. Causes, symptoms, examples, solutions. Ei päiväystä. [Verkkosivu][Viitattu 18.6.2015] Saatavana: <http://leanmanufacturingtools.org/129/waste-of-defects-causes-symptoms-examples-and-solutions/>

Lean Manufacturing Tools. Waste of Motion. Causes, symptoms, examples, solutions. Ei päiväystä. [Verkkosivu][Viitattu 4.5.2015] Saatavana: <http://leanmanufacturingtools.org/96/the-waste-of-motion-causes-symptoms-solutions/>

Lean Manufacturing Tools. Waste of Overprocessing. Causes, symptoms, examples, solutions. Ei päiväystä. [Verkkosivu][Viitattu 16.5.2015] Saatavana: <http://leanmanufacturingtools.org/121/waste-of-overprocessing-causes-symptoms-examples-and-solutions/>

Logistiikan Maailma. Ei päiväystä. Varastoinnin logistiikka. [Verkkosivu][Viitattu 9.5.2015] Saatavana: http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Varastoinnin_logistiikka

Mobley, R. K. 5.2.2013. Best Practices of Using Value Stream Mapping as a Continuous Improvement Tool. [Verkkojulkaisu] IndustryWeek. [Viitattu 12.6.2015] Saatavana: <http://www.industryweek.com/value-stream-mapping%20>

MoreSteam. Ei päiväystä. Quick changeover (SMED). [Verkkosivu][Viitattu 12.5.2015] Saatavana: <https://www.moresteam.com/lean/quick-changeover.cfm>

Nash, M. A. & Poling, S. R. 2008. Mapping the total value stream. A comprehensive guide for production and transactional processes. New York: Taylor & Francis Group.

Ortiz, C. A., 2006. Kaizen Assembly. Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line. Taylor and Francis Group.

Porter, M. E. 1998. Competitive advantage: creating and sustaining superior performance. New York: Free Press

- Rother, M. & Shook, J. 2003. Learning to see. Value-stream mapping to create value and eliminate muda. Cambridge: The Lean Enterprise Institute.
- Six Sigma. Leanin historiaa. Ei päiväystä. [Verkkosivu][Viitattu 9.6.2015] Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/>
- Six Sigma. Tätä on Lean. Ei päiväystä. [Verkkosivu][Viitattu 4.5.2015] Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/lean/>
- Six Sigma. Yleistä Leanista. Ei päiväystä. [Verkkosivu][Viitattu 10.6.2015] Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/>
- Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I., & Miettinen, A. 2003. Tuotantotalous. 4. Tampere: Infacs Johtamistekniikka Oy.
- Saari, A. 2015. Liikkeenjohdon konsultti. Wiltrain Oy. [Ppt-esitys][Viitattu 9.5.2015]

LIITTEET

Liite 1. Value stream mapping / Current state map / Konecranes RTG