

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous

NTUTAS13

2017

Oskari Korhonen

**KAHDEN TUOTTEEN  
RINNAKKAISTUOTANNON  
KUSTANNUSTEHOKKAIN  
OHJAUSTAPA VALMET  
AUTOMOTIVEN HITSAAMOSSA**

Oskari Korhonen

## KAHDEN TUOTTEEN RINNAKKAISTUOTANNON KUSTANNUSTEHOKKAIN OHJAUSTAPA VALMET AUTOMOTIVEN HITSAAMOSSA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on löytää kahden tuotteen rinnakkaistuotannolle kustannustehokkain ohjaustapa, jolla ohjataan Valmet Automotiven hitsaamoa. Hitsaamon kustannustehokkuuden tärkein kriteeri on optimaalinen henkilöresurssien käyttö kahdella tuotantolinjalla, mukaan lukien linjojen välisten tuotantomäärien sekä työaikamallien erot. Koko tehtaan kannalta hitsaamosta päivittäin syntyvä kokonaismäärä juuri oikeassa järjestyksessä on kustannustehokkuuden tärkeä kriteeri.

Työn alussa käsitellään Leanin perusteita sekä tarkemmin just-in-time sekä just-in-sequence käsitteitä, joihin Valmet Automotiven tuotanto pitkälti perustuu. Casen ensimmäinen osa käsittelee jononpitokykyä ja Hunter tuotannonohjausjärjestelmää, millä ohjataan Valmet Automotiven koko tuotantoa. Hunter kykenee oikaisemaan jonoa kolmessa pisteessä vaihtamalla tilauksia korista toiseen ennen kokoonpanon prosessia. Casen toinen osa käsittelee hitsaamon työaikamalleja, vuorojen ja linjojen tasapainotusta. Työaikamallien kustannustehokkuutta vertaillaan keskenään käyttäen tärkeimpiä Valmet Automotiven kustannusmittareita, tasapainotuksia sekä yhteiskustannuksia. Työssä tutkitaan neljää eri vertailujaksoa, jotka valittiin 2017 tuotanto-ohjelmasta.

Jononpitoon liittyviä johtopäätöksiä olivat yhden tilauksen oikaisupisteen siirto, fyysisen oikaisupisteen luominen ja reaaliaikaisen tuotantototeutuman näyttötaulun lisääminen hitsaamon tuotantolinjojen yhdistymispisteeseen. Työaikamallivaihtoehtoja hitsaamoille tutkittiin jaksosta riippuen kolmesta seitsemään, mutta varteenotettavia vaihtoehtoja kullekin vertailujaksolle löytyi kahdesta kolmeen.

### ASIASANAT:

Lean, just-in-time, tilausjonon optimointi, kustannustehokkuus, tuotannonohjausjärjestelmä

Oskari Korhonen

## THE MOST COST EFFECTIVE CONTROL MODE FOR TWO PARALLEL PRODUCTION LINES IN THE VALMET AUTOMOTIVE BODY SHOP

Target for this thesis is to find the most cost effective control mode for two parallel production lines in the Valmet Automotive's body shop. The most important criteria of cost effectiveness are optimal use of human resources considering different production volumes and working time models between the lines. Relating the cost effectiveness of the factory critical factors are meeting daily production volume and production sequence targets.

In the beginning of this thesis Lean basic features are addressed and more detailed view into the just-in-time and just-in-sequence concepts which are the base for the Valmet Automotive's production. First part of the case covers the sequence quality and the ERP software called Hunter, which is used to control the whole production in the Valmet Automotive's factory. Hunter is capable to switch orders between two similar bodies in three different phases before beginning of the assembly process. Part two of the case consist of the working time model of the body shop and balancing the workload and output of the production lines. Total costs and the most important KPI's of Valmet Automotive's are used in the comparison. There are four periods that are analyzed in the comparison which were selected from the production program of 2017.

Sequence quality has three conclusions: moving order switch point, adding physical overtake point and adding real-time display of production numbers and ratio between two lines to the connection point of body shop lines. Three to seven different working time model options were evaluated for the body shop production lines however only two to three options were considered feasible for each period.

### KEYWORDS:

lean, just-in-time, optimization of order queue, cost-effectiveness, ERP

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>■ JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>■ LEAN SYNKRONOINTI</b>	<b>10</b>
2.1 Lean filosofian perusta	11
2.2 Jatkuva parantaminen	11
2.3 Hukka	12
2.4 Hukan karsiminen	13
2.4.1 Virtaviivainen järjestys	13
2.4.2 Kysynnän ja tarjonnan tasapainotus	15
2.4.3 Vähennä vaihtelua	16
2.5 Just-in-time	17
2.5.1 Just-in-sequence	18
<b>■ VALMET AUTOMOTIVE OY</b>	<b>19</b>
3.1 Kustannustehokkain tapa ohjata yhteistuotantoa	20
3.1.1 Tuotannonohjaus	20
3.1.2 Hitsaamo	21
3.1.3 Logistiikka	22
<b>■ CASE – RINNAKKAISTUOTANNON YHDISTYMISPISTEEN HALLINTA HITSAAMOSSA KUSTANNUSTEHOOKAASTI</b>	<b>23</b>
4.1 Pohjustus	23
4.1.1 Order to Cash-prosessi	24
4.1.2 Tuotantoprosessi	25
4.2 Tuotantovolyymit	25
<b>■ CASE OSA 1: JONONPITO</b>	<b>26</b>
5.1.1 Jononpidon laskenta rinnakkaistuotannossa	27
5.1.2 Hunter – tuotannonohjausjärjestelmä sekä lajitteleva varasto	28
5.1.3 Tilauksen oikaisupiste	29
5.2 Hitsaamoiden yhdistymispiste	35
5.3 Fyysinen oikaisupiste	36
5.4 Yhteenveto	37

<b>CASE OSA 2: HITSAAMOIDEN TYÖAIKAMALLIT</b>	<b>39</b>
6.1.1 Hitsaamoiden kustannusrakenne	39
6.1.2 Työaikamallit	39
6.1.3 Työaikamallin yhteys kustannustehokkuuteen ja jononpitoon	39
6.2 Työaikamallien vertailu	39
6.2.1 Ensimmäinen periodi	39
6.2.2 Toinen periodi	39
6.2.3 Kolmas periodi	40
6.2.4 Neljäs periodi	40
6.2.5 Yhteenveto	40
<b>LÄHTEET</b>	<b>41</b>

## KUVAT

Kuva 1: Leanin materiaali- ja informaatiiovirran ja perinteisen tavan virran ero (Slack ym. 2010, 431).	10
Kuva 2: Jatkuvan parantamisen kierto (Leankit 2017).	12
Kuva 3: Arvovirtakuvaus eräästä yrityksestä (Slack ym. 2010, 437).	14
Kuva 4: Imuohjaus on kuvattuna alempana kuvassa painovoiman avulla (Slack ym. 2010, 290).	15
Kuva 5: Tasainen tuotanto (Slack ym. 2010, 444).	16
Kuva 6: JIT osa-alueet (Logistiikan maailma).	18
Kuva 7: Ensimmäinen Valmet Automotivella (silloinen Saab-Valmet) valmistettu auto (Valmet Automotive Oy 2017c).	19
Kuva 8: Hitsaamoiden yhdistymispiste	21
Kuva 9: Order to Cash-prosessi	24
Kuva 10: Tuotantoprosessin vaiheet	25
Kuva 11: Oikaisupiste 1	29
Kuva 12: Oikaisupisteet 2 ja 3	30
Kuva 13: Tilauksen vaihtotilanne	31
Kuva 14: Uusi ensimmäinen oikaisupiste	31
Kuva 15: Uusittu toinen oikaisupiste	32
Kuva 16: Viimeistelylinjan näytön tiedot	36
Kuva 17: Fyysinen ohituspiste	37
Kuva 18: A:n vuoron paikoitus	39

## TAULUKOT

Taulukko 1: Valmet Automotiven historian aikana valmistetut eri automallit ja niiden valmistusmäärät ja vuodet (Valmet Automotive Oy 2017d).	20
--	----

Taulukko 2: Kokonaisvolyymin nousu sekä A:n ja GLC:n välisen keskinäisen suhteen muutos	25
Taulukko 3: Esimerkki korinumeron ja jononumeron muodostumisesta rinnakkaistuotannossa	27
Taulukko 4: Yhden tuotteen tuotannossa korinumeron ja jononumeron muodostuminen	28
Taulukko 5: Nykyiset tilauksen oikaisupisteet	30
Taulukko 6: Uudet tilauksen oikaisupisteet	32
Taulukko 7: Nykyisen oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma	33
Taulukko 8: Uuden oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma	34
Taulukko 9: Nykyisen ensimmäisen oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma	34
Taulukko 10: Uuden ensimmäisen oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma	35
Taulukko 11: Nykyinen tilauksen oikaisujärjestelmä	38
Taulukko 12: Uusi tilauksen oikaisujärjestelmä	38
Taulukko 13: Esimerkki TAM-25 ja TAM-15 vuorokierrosta	39
Taulukko 14: Esimerkki TAM-26 ja TAM-16 vuorokierrosta	39
Taulukko 15: Esimerkki TAM-36 vuorokierrosta	39
Taulukko 16: Ensimmäisen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot	39
Taulukko 17: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla	39
Taulukko 18: Toisen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot	39
Taulukko 19: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla	39
Taulukko 20: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla eri vuoroissa	40
Taulukko 21: Kolmannen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot	40
Taulukko 22: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla eri vuoroissa	40
Taulukko 23: Neljännen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot	40
Taulukko 24: TAM-25 työaikamallista johtuvat lisäkustannukset/säästöt	40

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

VA	Valmet Automotive
TAM	Työaikamalli
Tasapainotus	Tarvittava henkilömäärä johonkin tiettyyn tuotantomäärään
JIT	Just-in-time eli juuri oikeaan aikaan
JIS	Just-in-sequence eli juuri oikeaan aikaan ja oikeassa järjestyksessä

## JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe on kahden tuotteen rinnakkaistuotannon kustannustehokain ohjaustapa Valmet Automotiven hitsaamossa. Kustannustehokkuus hitsaamossa tarkoittaa sitä, miten tehokkaasti pystytään autot tekemään käyttäen mahdollisimman vähän henkilöresursseja. Henkilöresursseja ei tässä työssä käsitellä salassa pidettävien asioiden johdosta. Mercedes-Benzin tilaaman tilausjonon mahdollisimman täsmällinen toteutuminen on koko tehtaan tavoite ja hitsaamon vastuulla on, että hitsaamosta eteenpäin lähtevä korijono on oltava mahdollisimman lähellä suunniteltua jonoa. Valmet Automotivella on kaksi hitsaamoa kahdelle eri automallille, mutta yhteinen maalaamo- ja kokoonpanolinja. Hitsaamoprosessit ja hitsaamon tuotantono yhdistyvät juuri ennen korien siirtymistä maalaamoon. Asiakas edellyttää, että heidän luoma tilausjono toteutuisi päivätasolla. Mercedes-Benzin päivittäin tilaamaa tilausjonoa voidaan muuttaa VA:n omien prosessirajoitteiden tai tuottavuuden optimoimiseksi, ennen kuin se vahvistetaan lopulliseksi tuotannon tilausjonoksi. Tämän toteutuminen vaatii koko prosessilta hyvää jononpitokykyä.

**Tilauksen jononpito** tarkoittaa sitä, että miten hyvin tuotannon tilausjono pystytään toteuttamaan aina autojen toimitukseen saakka.

**Fyysinen jononpito** eli miten hyvin hitsaamo on pystynyt toteuttamaan suunnitelman mukaista jonoa yhdistymispisteessä.

Työn tutkimusongelmana on siis, että miten ohjataan hitsaamon tuotantoa mahdollisimman kustannustehokkaasti ja miten varmistetaan, että tilausjono on hitsaamosta ulos lähtiessään lähellä 100%. Tilausjonon suunnitteluun vaikuttavat tuotteiden eri suuruiset päivävolyymit, ja hitsaamoiden erisuuruiset läpimeno- ja tahtiajat/kapasiteetit sekä se miten hyvin hitsaamo on pystynyt toteuttamaan yhdistymispisteessä suunniteltua jonoa. Tuotannossa on käytössä tuotannonohjausjärjestelmä, jolla pystytään oikaisemaan valmistusprosessin aikana aiheutuneita jonopoikkeamia tietyillä rajoitteilla. Jonon oikaiseminen tapahtuu vaihtamalla autotilaus korista toiseen koriin. Järjestelmä pystyy vaihtamaan tilauksen korista A koriin B kolmessa eri pisteessä koko valmistusprosessin aikana. Suurimmat yksittäiset syyt hitsaamon jononpitokyvyn vaihteluun ovat tuotteiden kausittain vaihtelevista tuotantomääristä johtuva aikataulusvirhe (prosessin läpimenoaika muuttuu), korien laadunmittaukset ja prosessien teknisen käytettävyyden vaihtelu ja mahdolliset häiriöt osatoimitusprosessissa (määrä/laatu).



Suunnitellun tuotantojonon kustannustehokas toteuttaminen on Valmet Automotivella kasvavien tuotantovolyymien johdosta erityisenä painopistealueena. Omassa opinnäytetyössäni keskityn hitsaamon kustannustehokkaaseen ohjaukseen ja jononpitokykyyn, koska koko valmistusprosessin mallintaminen ja tarkastelu olisi liian laaja työaihe. Tehtaalla on käynnissä toiminnanohjausjärjestelmän uudistus, joka kytkeytyy hyvin vahvasti tähän kustannustehokkaaseen tuotannonohjaukseen sekä jononpitokykyyn. Kustannustehokkuuden kannalta tärkein jononpitokyvyn mittari sijaitsee kokoonpanon alussa, koska kokoonpanoprosessiin ohjattu JIS (just-in-sequence) materiaalivirta vaatii hyvää jononpitokykyä. Tämä opinnäytetyö on mukana projektissa, jonka tarkoitus on parantaa koko tehtaan tuotantoprosessien ohjausta, läpinäkyvyyttä, jononpitokykyä sekä kustannustehokkuutta.

Pääasiallisina lähteinä tässä työssä käytetään sisäistä tietotaitoa, työnantajan sisäisiä tietopankkeja ja alan kirjallisuutta.

## LEAN SYNKRONOINTI

Lean synkronointi tarkoittaa sitä, että tuotevirta tuottaa parasta laatua, juuri sen verran kuin tarvitsee, juuri oikeaan aikaan ja juuri oikeaan paikkaan ja kaiken tämän lisäksi vielä mahdollisimman halvalla (Slack ym. 2010, 431).

Helpoin tapa ymmärtää miten Lean synkronointi eroaa perinteisestä tavasta, on katsella kuvaa 1, joka esittää suurimmat erot eli Lean tuotannossa ei ole välivarastoja lainkaan ja tilaukset tulee ns. tuotannon etupuolelta eli niin kuin kuvassa näkyy (informaation orders) tulee tuotannon edestä (Slack ym. 2010, 431).

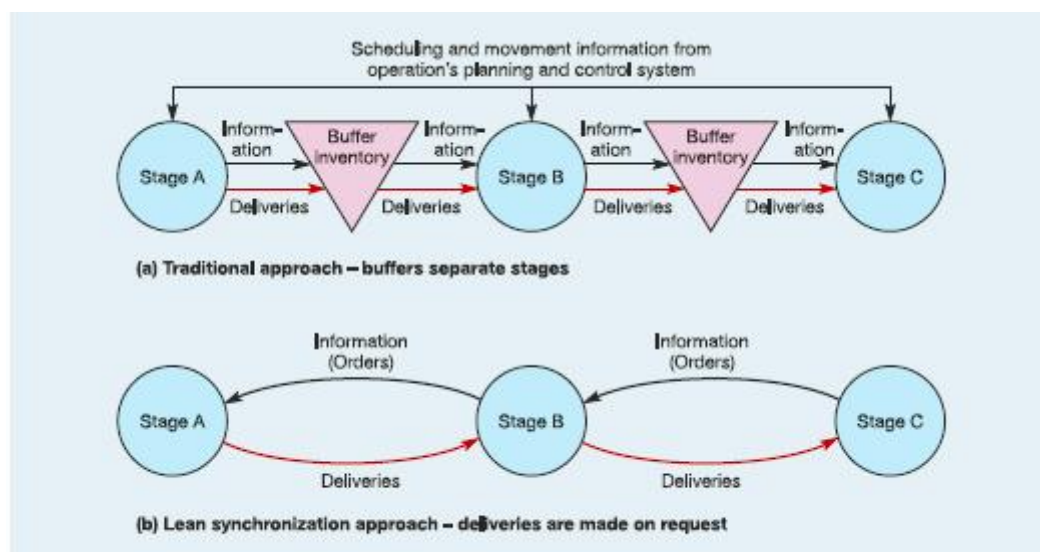


Figure 15.2 (a) Traditional and (b) lean synchronized flow between stages

Kuva 1: Leanin materiaali- ja informaatiovirran ja perinteisen tavon virran ero (Slack ym. 2010, 431).

Kuvassa 1 nähdään, että kun tuotevirtoja perinteisellä tavalla hallitseva yritys kohtaa ongelman esimerkiksi keskimmaisessä vaiheessa (Stage B), niin ongelman vaikutus ei näy prosessin muissa vaiheissa vielä pitkään aikaan juuri välivarastojen takia. Kun taas Lean filosofiaa soveltavalla yrityksellä ilmenee ongelma, niin sen vaikutukset tulevat näkyviin prosessissa lähes heti. Tällöin ongelma ei ole vain yhden osaston vaan kaikkien osastojen. Eli näillä kahdella tavalla on sekä tuotantoon liittyviä eroavaisuuksia, mutta myös selkeä ero siinä kenelle ongelmien ratkaisun vastuu menee. (Slack ym. 2010, 431.)

Normaalissa työskentely tavassa käy helposti niin, etteivät osastot seuraa muuta kuin omaa osastoaan ja sen ongelmia ja yrityksen ongelmanratkaisukyky tätä kautta on heikompaa kuin Lean filosofiaa käyttävällä yrityksellä.

Perinteinen tapa pyrkii varmistamaan välivarastojen avulla, ettei tuotantoon tule katkoja vaan pienistä ongelmista huolimatta tuotanto jatkaa normaalin tapaan. Lean ajattelu on täysin päinvastainen eli siinä pyrkimyksenä on altistaa tuotanto ongelmille ja sitä kautta muokata koko tuotannon motivaatorakenne ongelmienratkaisun suuntaan. Välivarastot nähdään Lean ajattelussa lähinnä vain suurena peittona, joka piilottaa prosessin ongelmat. (Slack ym. 2010, 432.)

Vaikka yllä on mainittu, ettei Lean tuotannossa ole välivarastoja, niin oikeissa yrityksissä harvemmin pystytään toteuttamaan prosesseja ilman välivarastoja, vaikka Lean filosofiaa yrityksessä sovelletaankin. Prosessi, joka pärjäisi täysin ilman välivarastoja vaatii, että sen käytettävyys olisi hyvin lähellä 100%. Prosessi, joka toimii 100% varmuudella ei tarvitse välivarastoja varmistaakseen maksimaalisen tuotannon, jokaisessa muussa tapauksessa välivarastoja tarvitaan tuotannon varmistamiseksi.

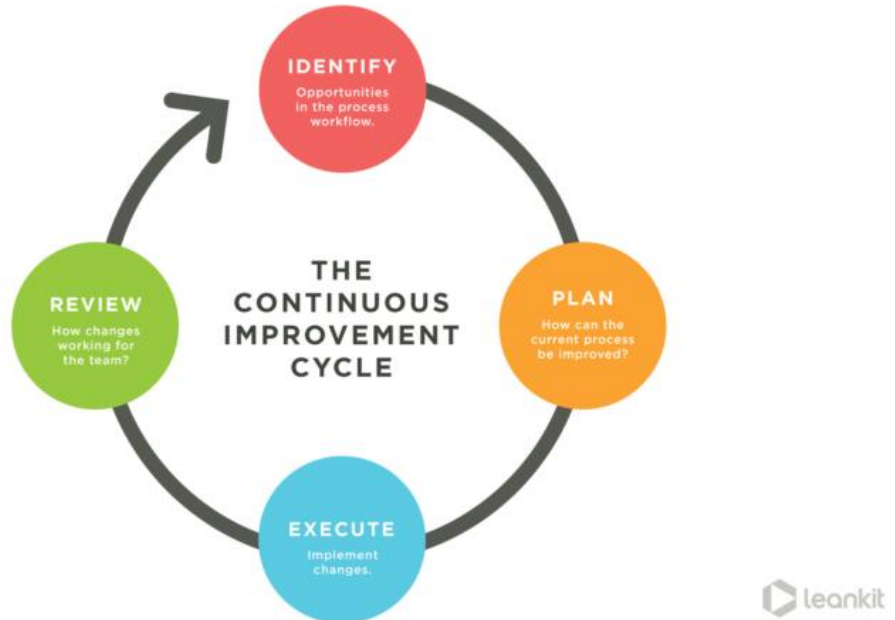
## 2.1 Lean filosofian perusta

Lean filosofia perustuu kolmeen perus asiaan: työntekijöiden mukanaoloon prosessissa, jatkuvaan parantamiseen ja hukkan karsimiseen eli kaiken sellaisen poistoon, joka ei tuo lisä arvoa tuotteelle (Slack ym. 2010, 433). Yleisesti näistä tärkeimmäksi ajatellaan hukkan poisto, sillä monet tutkimukset ovat näyttäneet, että vain 5 prosenttia koko läpimenoajasta käytetään sellaisiin operaatioihin, jotka lisäävät arvoa. Tämä siis tarkoittaa, että 95 prosenttia ajasta operaatio ei lisää arvoa tuotteelle. Tämä pätee tuotteen lisäksi yhtä hyvin myös palveluihin. (Slack ym. 2010, 435.)

## 2.2 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on tärkeä keino, jolla huomataan erilaiset säästömahdollisuudet virtaviivaiseen tekemiseen ja hukkan karsimiseen. Perusidea on parantaa koko ajan ja jatkuvalla syötöllä aina, kun yksi parannuskierros on saatu valmiiksi, on aika aloittaa uusi. Kuvassa 2 on esitelty jatkuvan parantamisen 4 vaihetta. Ensimmäinen vaihe on

löytää ne kehitysmahdollisuudet prosessissa. Toinen vaihe on suunnitella, miten kyseiset muutokset toteutetaan. Kolmas vaihe on toteuttaa ne muutokset ja neljäs arvioida miten onnistuttiin toteutuksessa. (Leankit 2017.)



Kuva 2: Jatkuvan parantamisen kierto (Leankit 2017).

### 2.3 Hukka

Jotta hukkia voidaan poistaa tuotannosta, tarvitsee ne ensin havaita. Toyota on tunnistanut seitsemän erityyppistä hukkaa, jotka pätevät monenlaisissa operaatioissa sekä palveluissa, että tuotannossa ja tämä muodostaa Leanin ytimen. (Slack ym. 2010, 435-436.)

- 1) **Ylituotanto.** Tuotetaan enemmän kuin tarvitaan seuraavaan prosessiin ja tämä on Toyotan mukaan suurin yksittäinen hukan lähde.
- 2) **Odotusaika.** Laite- ja henkilöstötehokkuus ovat kaksi yleisintä mittaria, joilla mitataan laitteen ja henkilöstön odotusaikoja. Vähemmän ilmeinen on osien odotusaika ja se piiloutuu operaattoreiden taakse, jotka tekevät keskeneräisiä tuotteita, joita ei tarvita juuri sinä hetkenä.
- 3) **Kuljetukset.** Osien edestakaisin liikuttelu ei lisää arvoa. Prosesseja lähemmäksi toisiaan tuovilla Layoutin muutoksilla, kuljetustapoja kehittämällä ja työpaikan organisoinnilla voidaan huomattavasti vähentää hukkaa.

- 4) **Prosessi.** Prosessi voi itsessään aiheuttaa hukkaa. Jotkut operaatiot voivat olla olemassa vain huonon komponenttisuunnittelun tai huonon kunnossapidon takia ja tästä syystä ne voitaisiin poistaa kokonaan.
- 5) **Varasto.** Kaikki varastot pitäisi pyrkiä poistamaan, mutta se on mahdollista vain etsimällä syy siihen miksi ylipäättänsä varastoidaan.
- 6) **Liike.** Työntekijä voi näyttää kiireiseltä, mutta tosiasiaa kaikki hänen tekemä liike on turhaa. Työ tehtävän yksinkertaistamisella voidaan vähentää ylimääräisiä liikkeitä tehokkaasti.
- 7) **Virheet.** Huonon laadun aiheuttama hukka on yleensä merkittävä. Laadun kokonaiskustannukset ovat paljon suuremmat kuin oletetaan ja on täten tärkeä etsiä syyt näihin kustannuksiin. (Slack ym. 2010, 435-436.)

## 2.4 Hukan karsiminen

Nämä seitsemän hukkaa muodostavat neljä konseptia, joita soveltamalla jokainen operaatio tai yritys pystyy karsimaan hukkia. Konseptit ovat virtaviivainen järjestys, kysynnän ja tarjonnan tasapainotus, joustavat prosessit ja vaihtelun vähentäminen. (Slack ym. 2010, 435-436.)

### 2.4.1 Virtaviivainen järjestys

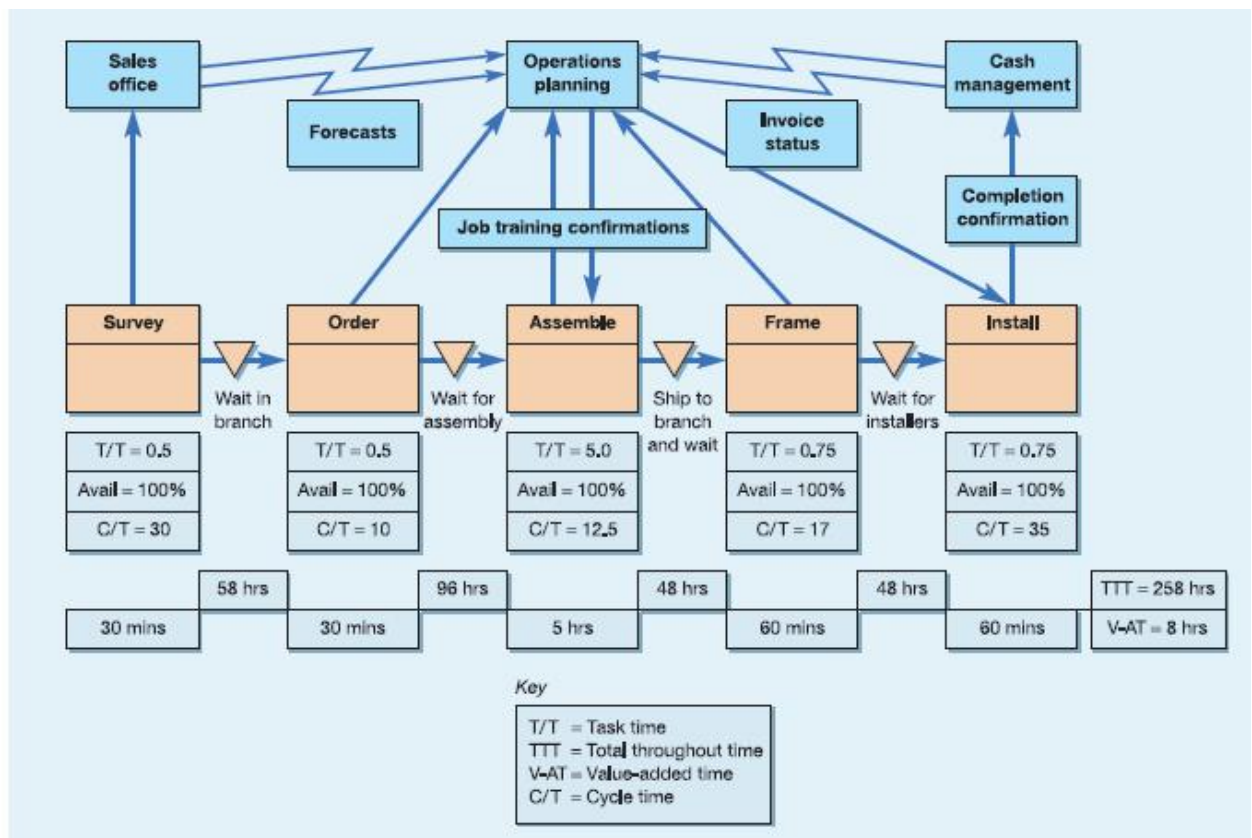
Materiaalin, tiedon ja ihmisten tasainen virta on Lean synkronoinnin keskeinen idea. Pitkä prosessi saattaa aiheuttaa myöhästymisiä, varaston tukkeutumista ja se hidastaa läpimenoaikaa lisäksi se tuskin tuo lisää arvoa. Eli ensimmäinen asia johon kannattaa kiinnittää huomiota on prosessien layout. Lean synkronoinnille ominaista layoutissa on järjestelmällisyys ja prosessivirran ohjailtavuus. (Slack ym. 2010, 436.)

Käytännössä tämä tarkoittaa:

- Työpisteet sijoitetaan lähemmäksi toisiaan, jotta vältetään tilanne missä varasto kasvaa liian suureksi.
- Järjestetään työpisteet sen mukaan, mihin työpisteen ulosanti menee. Esim. Samaan lopputuotteeseen menevät osat olisi samalla alueella.

Prosessissa oleva hukka on helppo huomata, kun tutkitaan lähemmin läpimenoaikaa ja mitä osille tapahtuu prosessin aikana. Mitä kauemmin prosessoitavaa osaa pidetään varastossa, liikutetaan, tarkastetaan tai tehdään jotain muuta mikä ei tuo arvoa, sitä kauemmin, sillä kestää käydä koko prosessi läpi. (Slack ym. 2010, 436.)

Kuvassa 3 nähdään yksi erittäin hyvä keino, eli arvovirtakuvaus, missä visuaalisesti kartoitetaan koko prosessi alusta loppuun. Sen avulla on helppo ymmärtää prosessin materiaali- ja tietovirta sekä missä arvoa tuodaan tuotteeseen. Arvovirtakuvauksessa näkyy kaikki prosessit millä tuote tehdään, mutta myös kaikki epäsuorat tietojärjestelmät, jotka tukevat prosessia. Keskittyminen on arvoa tuovissa prosesseissa. (Slack ym. 2010, 436-437.)



Kuva 3: Arvovirtakuvaus eräästä yrityksestä (Slack ym. 2010, 437).

Prosessin läpinäkyvyys on erittäin tärkeä ja välttämätön prosessin kehittämiseksi. Sen avulla on helpompaa löytää mahdollisia kehityskohteita sekä parantaa laatua prosessin sisällä. Ongelmat on helppo huomata ja tiedosta tulee helppoa, nopeaa ja näkyvää. (Slack ym. 2010, 439.)

Näkyvyyttä lisääviä toimia ovat:

- Prosessin selkeä kuvaus
- Tuottavuuden mittari näkyvillä työpaikalla.
- Värivalot ilmoittavat pysähdyksistä. Esim. keltainen valo vilkkuu, kun häiriö ilmenee.
- Alue, joka on valjastettu esittelemään omia ja kilpailijoiden prosessin tuotoksia yhdessä huonojen ja hyvien tuotosten.
- Visuaalisia ohjausjärjestelmiä. (Slack ym. 2010, 439.)

#### 2.4.2 Kysynnän ja tarjonnan tasapainotus

Tuotteen tai palvelun toimitus on aina ajasta riippuvainen. Ajoissa tai myöhässä toimitetulla on usein vähemmän arvoa kuin juuri oikeaan aikaan toimitetulla. Liian aikaisin toimitettu saattaa aiheuttaa jopa enemmän harmia kuin myöhässä oleva, sillä se voi tukkia varaston ja aiheuttaa virtausongelmia. (Slack ym. 2010, 440.)

Kysyntä ja tarjonta on tasapainotettu käyttäen imuohjausta. Imuohjauksella tarkoitetaan sitä, että tuotanto käynnistyy vasta kun asiakkaalta on tullut tilaus. Tämä on yleisesti käytössä yrityksissä, jotka pyrkivät just-in-time tuotantoon. Asiakkaan tilaus aiheuttaa tilauksen tuotannon omilta toimittajilla, mutta myös heidän omilta toimittajiltaan. (Slack ym. 2010, 289-290.)

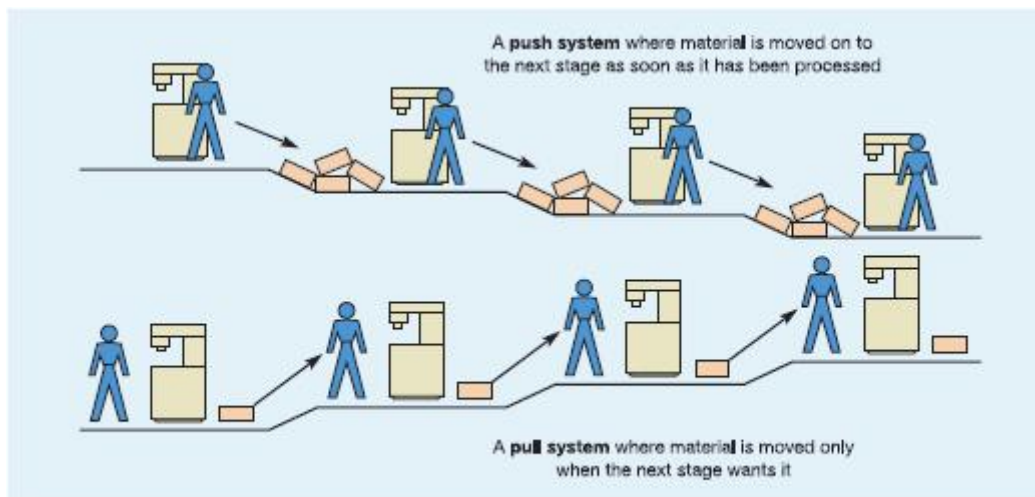


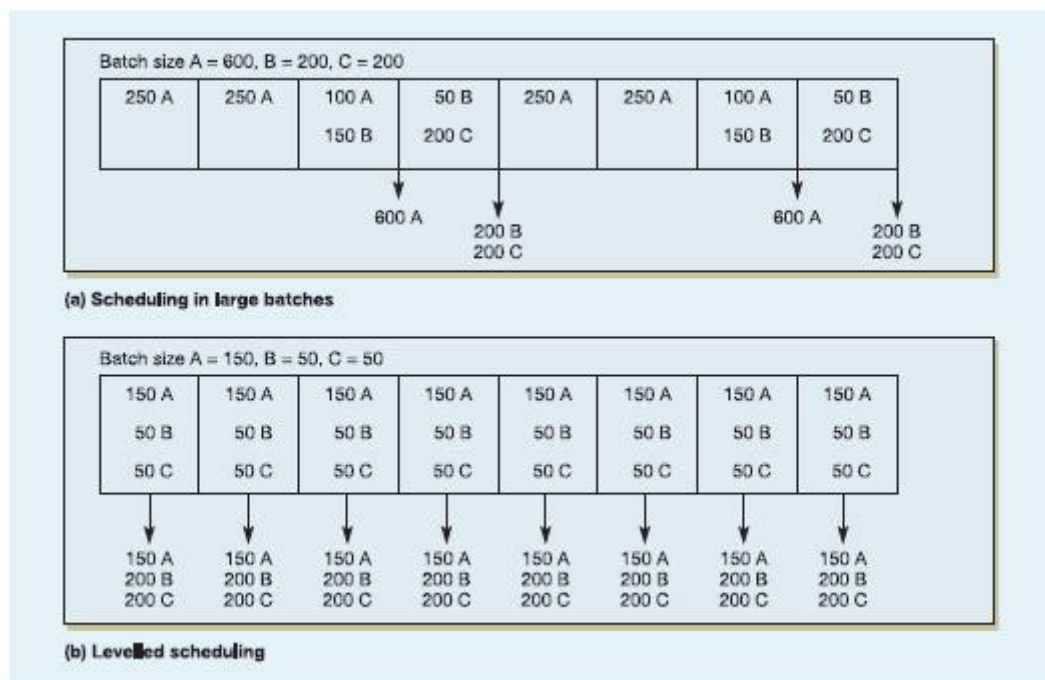
Figure 10.15 Push versus pull: the gravity analogy

Kuva 4: Imuohjaus on kuvattuna alempana kuvassa painovoiman avulla (Slack ym. 2010, 290).

Make to order eli MTO tarkoittaa sitä, että tuotanto aloitetaan vasta, kun asiakas on tehnyt tilauksen eli käytännössä tämä tarkoittaa imuohjaus tyyppisen operaation aloittamista (Lean Manufacturing Japan). Kuvan 4 alareunan mukaisesti tavaraa aloitetaan pyytämään käytännössä operaation loppupäästä alkupäähän päin.

### 2.4.3 Vähennä vaihtelua

Tuotannon volyymien vaihtelu on yksi suurista hukan tekijöistä tuotannossa. Tuotantomäärien vaihtelut aiheuttavat ongelmia tuotannonohjaukseen ja varastoihin. Aikataulussa pysymisen seuraaminen on vaikeaa, kun jokainen päivä on erilainen ja vertailupohjaa on vähän tai ei ollenkaan. Kun päivät eivät ole samanlaisia, on myös vaikea suunnitella tarvittavat henkilöresurssit. Tuotantomäärien vaihtelu yleensä tarkoittaa sitä, että tehdään isoja eriä kerralla valmiiksi ja se aiheuttaa sen, että varastot ja materiaalivirta kasvavat. (Slack ym. 2010, 444-445.)



Kuva 5: Tasainen tuotanto (Slack ym. 2010, 444).

Ratkaisu tähän ongelmaan on tuotantomäärien tasapainotus. Kuvassa 5 nähdään, että ensin yritys on tuottanut aina yhden tuotteen erän kerralla valmiiksi ja vasta sitten aloittanut seuraavan. Tämä aiheuttaa suurta materiaalivirtaa ja varaston kasvua tuotanto-



vaiheiden välillä sekä vaikeuttaa tuotannosuunnittelua huomattavasti. Kun tuote määrät jaetaan tasan joka päivälle, saadaan lopputulokseksi selkeä päivä jakauma. (Slack ym. 2010, 444-445.)

Tasapainotuksesta saatavat hyödyt:

- Keskeneneräisten tuotteiden määrä vähenee
- Työ normalisoituu ja siihen muodostuu selkeä rytmi
- Työn suunnittelu ja ohjaus helpottuvat
  - Aikataulussa pysymisen seuranta on helpompaa

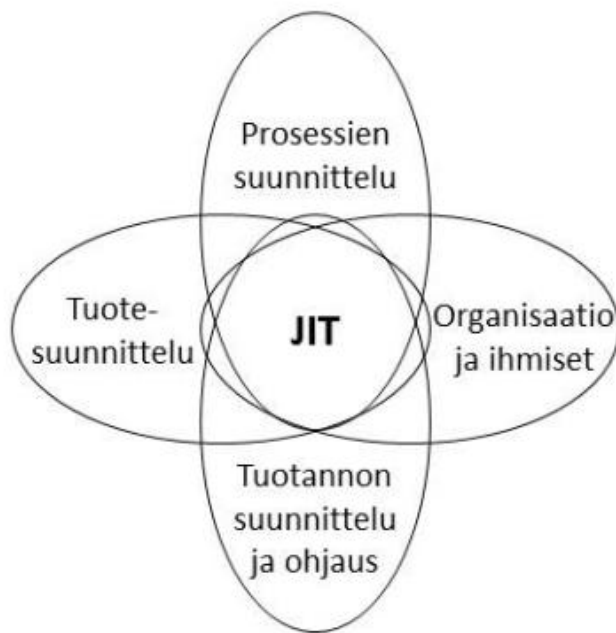
Tästä tasapainotetusta aikataulusta saadut hyödyt heijastuvat myös yrityksen omille toimittajille. (Slack ym. 2010, 445.)

## 2.5 Just-in-time

Just-in-time eli JIT on filosofia eikä tapa. Se on tuotannon hallintatyö, joka alun perin viittasi tuotannon kykyyn vastata asiakkaan kysyntään juuri oikeaan aikaan, parhaalla laadulla ja oikeassa määrässä. Nykyään se enemminkin tarkoittaa tuottamista mahdollisimman vähällä hukalla. (University of Cambridge.) Just-in-time, Lean synkronointi tai vaan Lean tarkoittavat käytännössä samaa asiaa eli pyrkimykseen tuottaa tuotteita ilman hukkaa.

JIT-periaate on ollut käytännössä olemassa jo ennen varsinaisen Lean-ajattelun syntymistä. JIT-periaatteessa todellinen tarve syntyy vasta asiakkaan kysynnästä niin kuin Leanissa muutenkin. Tavoitteena on toimittaa mitä asiakas haluaa, täydellisellä laadulla ja ilman hukkaa eli varastoja ei ole, läpäisy aika on salamannopea, ei virheitä, tuotanto virtaa sulavasti, tuotanto joustaa ja kaikki turha eliminoidaan. Tämä täytyy ottaa yhtenä kokonaisuutena, jonka saavuttaminen vie aikaa. (Logistiikan Maailma.)

JIT-periaatteessa todellinen tarve tulee asiakaskysynnästä ja tähän samaan perustuu myös imuohjaus, jos oikein yksinkertaistetaan, niin JIT-periaate on käytännössä sama asia kuin imuohjaus. JIT-periaatetta pidetään kuitenkin paljon monimutkaisempaa kuin imuohjaus, koska siihen on liitetty monia japanilaisiin tuotantofilosofioihin liittyviä asioita. JIT-periaate muodostuu käytännössä 4 suuresta osa-alueesta siten, että JIT on keskiössä ja vaikuttaa näihin kaikkiin osa-alueisiin. (Logistiikan Maailma.)



Kuva 6: JIT osa-alueet (Logistiikan maailma).

Kuvassa 6 on esitelty ne osa-alueet, jotka ovat JIT-periaatteelle tärkeitä eli prosessien suunnittelu, tuotesuunnittelu, organisaatio ja ihmiset sekä tuotannonsuunnittelu ja ohjaus. Lean ja JIT ovat hyvin lähellä toisiaan ja rajausta näiden välille on vaikea, ellei jopa mahdotonta tehdä. (Logistiikan Maailma.)

Materiaalivirta on JIT-periaatteen ydin. Pyrkimys on saada tasainen ja tarkoituksenmukainen materiaalivirta, jossa ei ole mitään ylimääräistä mukana eli vaan ne materiaalit mitä tarvitaan, on paikalla silloin kun niitä tarvitaan. (Logistiikan Maailma.)

### 2.5.1 Just-in-sequence

JIS-periaate eli Just-in-sequence on JIT-periaatteen kehitysaskel, jota pidetään enemmän jopa varastostrategiana kuin tuotantostrategiana. Ideana on, että osa toimittaja ei vain varmista, että oikeat osat on toimitettu ajoissa vaan myös oikeassa järjestyksessä. (Siemens.) Esimerkkinä autonvalmistajat haluavat varmistaa, että ovia on saatavilla oikea määrä oikeaan aikaan, mutta myös oikean värisiä ovia juuri silloin kun tarvitaan. Jos tehdas valmistaa sinisen, valkoisen, mustan ja punaisen auton tässä järjestyksessä, sen täytyy tietää, että ovet saapuvat myös tuossa samassa järjestyksessä eli sininen, valkoinen, musta ja punainen. (Bolgar 2015.)

## VALMET AUTOMOTIVE OY

Valmet Automotive tunnetaan Suomessa lähinnä vaan autonrakennuksesta. VA on yksi maailman johtavista kattojärjestelmien toimittajista ja valmistaa avoautojen kattojärjestelmiä Saksassa ja Puolassa useille suurille automerkeille kuten BMW ja VW-ryhmä. Suunnitteluosasto tekee töitä sekä Valmetille itselleen, mutta myös muille autoteollisuuden asiakkaille ympäri maailmaa. (Valmet Automotive Oy 2017a.)

Valmet Automotive on Suomen ainoa autoja valmistava tehdas. Tehdas sai alkunsa vuonna 1968 Saab-Scanian ja Valmetin yhteisyrityksenä ja tehdas sai nimekseen osuvasti Saab-Valmet. Yritys säilyi sellaisenaan vuoteen 1992 asti milloin Valmet osti yrityksen kokonaan itselleen ja vuonna 1995 nimi vaihtuikin jo nykyiseksi Valmet-Automotiveksi. Vuonna 1999 Rauman ja Valmetin fuusioituttua tehtaan omistajaksi tuli Metso Oyj ja se säilyikin omistajana vuoteen 2010 asti. Suomen Teollisuussijoitus Oy ja Pontos Group ostivat molemmat osuuden itselleen vuonna 2010. Valmet Automotive hankki samoihin aikoihin entisen Karmannin kattoliiketoiminnan yksiköt Puolasta ja Saksasta. Metso Oy:n luovuttua omistuksestaan vuonna 2014 Pontos Group:sta ja Suomen Teollisuussijoitus Oy:sta tuli ainoat omistajat. (Valmet Automotive Oy 2017b.)

Yritys on ehtinyt vajaan 40 vuoden aikana valmistaa useita eri automalleja. Kuvassa 1 on ensimmäinen tehtaalla valmistunut auto, joka valmistui 13. marraskuuta 1969 ja se luovutettiin sen hetkiselälle presidentille Urho Kekkoselle. Autoja on yhteensä valmistettu 40 vuoden aikana hieman yli 1.1 miljoonaa. (Valmet Automotive Oy 2017c.) Taulukossa 1 on tarkempaa tietoa eri automalleista, valmistusvuosista ja -määristä.

Kuva 7: Ensimmäinen Valmet Automotivella (silloinen Saab-Valmet) valmistettu auto (Valmet Automotive Oy 2017c).



Taulukko 1: Valmet Automotiven historian aikana valmistetut eri automallit ja niiden valmistusmäärät ja vuodet (Valmet Automotive Oy 2017d).

Saab 95	1969-1975	2 833
Saab 96	1969-1980	65 887
Saab 99	1969-1984	191 049
Saab 90	1983-1987	25 380
Saab 9000	1986-1990	8 267
Saab 900	1978-1992	238 898
Saab-avoautot	1986-2003	198 032
Saab 9-3 3D ja 5D	1999-2003	7 789
<b>Saab yhteensä</b>	<b>1969-2003</b>	<b>738 135</b>
Chrysler-Talbot	1979-1985	31 978
Opel Calibra	1991-1997	93 978
Euro-Samara	1996-1998	14 048
Porsche Boxster	1997-2010	168 477
Porsche Cayman	2005-2011	59 143
<b>Porsche yhteensä</b>	<b>1997-2011</b>	<b>227 890</b>
Think City	2009-2011	1 794
Garia-golfauto	2009-2011	2 192
Fisker Karma	2011-2012	2 178
Mercedes-Benz A-sarja	2013-	Tuotannossa
Mercedes-Benz GLC-sarja	2017-	Tuotannossa

### 3.1 Kustannustehokkain tapa ohjata yhteistuotantoa

Valmet Automotive Oy aloittaa kahden eri automallin yhtäaikaisen valmistamisen alkuvuonna 2017. Tätä silmällä pitäen hitsaamoissa täytyy löytää kaikkein kustannustehokkain tapa ohjata rinnakkaistuotantoa samalla ylläpitäen mahdollisimman hyvä tilausjono.

#### 3.1.1 Tuotannonohjaus

Autoille on luotu tietty jono Mercedes-Benziltä saadun tilausjonon pohjalta ja niiden pitää siinä järjestyksessä saapua kokoonpanoon aloitukseen, jossa sijaitsee tilauksen kohdistuspiste. Tuotantojono pyritään muodostamaan niin, että siinä on otettu huomioon kaikki mahdolliset tuotannon antamat rajoitteet jo valmiiksi, jotta vältetään tilanteel-

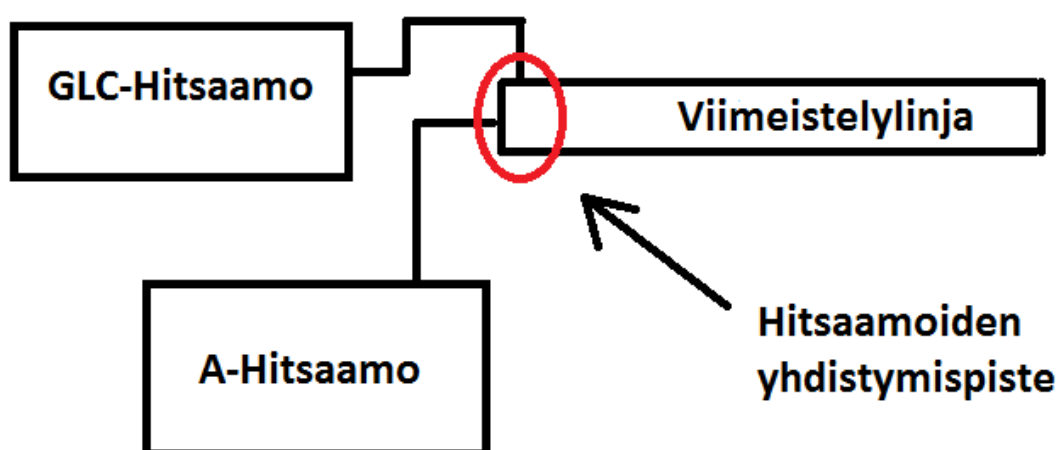
ta, että joku kori joutuisi odottamaan jossain vaiheessa prosessia vaan sen takia, ettei prosessi kykene sitä tekemään. JIS-osat tilataan tämän luodun tilausjonon perusteella, joten on tärkeää, että jono toteutuu. Suurena ongelmana on tässä prosessissa myös se, että molemmilla automalleilla on sama tuotantolinja maalaamossa ja kokoonpanossa, mutta hitsaamossa molemmat kulkevat omaa tuotantolinjaansa. Molemmilla hitsaamoilla on vielä eri määrä prosessipaikkoja sekä eri läpimeno- että tahti aika.

**Läpimenoaika:** Tarkoittaa, että kuinka kauan korilla kestää siitä hetkestä, kun se on aloitettu siihen hetkeen, kun se on valmis siirtymään hitsaamon viimeistely linjalle.

**Tahti aika:** Tarkoittaa, sitä kuinka kauan kori pysyy yhdellä prosessipaikalla.

### 3.1.2 Hitsaamo

Hitsaamossa tuotantolinjat yhtyvät toisiinsa viimeistelylinjalla, joka kuvassa 8 punaisella ympyröitynä. Tilausjono täytyy suunnitella niin, että se toteutuisi tässä yhdistymispisteessä mahdollisimman hyvin, koska siinä pisteessä tuotantojono muodostuu ja sen jälkeen sitä on todella vaikea enää lähteä muuttamaan taloudellisesti. Tämä vaatii onnistuakseen täsmällisen tiedon molempien hitsaamoiden läpimenoajoista. Pistettä ohjaa logiikka, joka pyrkii toteuttamaan jonoa jollain tietyllä suhteella eli esim. 1 A ja 3 GLC:tä. Häiriötilanteen sattuessa pistettä voidaan ajaa myös manuaalisesti.



Kuva 8: Hitsaamoiden yhdistymispiste

Hitsaamossa on välivarastoja, joilla pyritään varmistamaan tuotannon jatkuvuus pienistä teknisistä häiriöistä huolimatta. Tarkoitus on toteuttaa Lean filosofiaa niin hyvin kuin mahdollista, mutta nämä välivarastot ovat prosessin kannalta välttämättömiä, vaikka ne sotivatkin Lean filosofiaa vastaan.

### 3.1.3 Logistiikka

Logistiikalle kokoonpanon jonon toteutuminen on erittäin tärkeää, sillä osat tilataan tämän luodun jonon mukaan ja ne saapuvat tehtaalle arviolta päivää ennen kuin tuotannossa syntyy tarve kyseiselle osalle. Suuri osa osista on autokohtaisia eli JIS-osia, joka tarkoittaa, sitä että joka autolle on vain yksi mahdollinen osa, joka siihen voidaan laittaa.

Esimerkki 1. Jos jonossa mennään vaikka 100 autoa eteen, joka tarkoittaa ajassa, sitä että ollaan monta tuntia suunniteltua tilannetta edellä. On hyvinkin mahdollista, että kyseiselle autolle ei ole osia lainkaan vielä tehtaalla ja jono pysähtyisi sen takia.

Esimerkki 2. Jos taas jono poikkeaa suuresti suunnitellusta eli ei mennä nousevassa järjestyksessä vaan mennään ensin 30 eteen ja sitten hypätään 60 taakse ja niin edelleen. Aiheuttaa se osien keräykseen todella paljon töitä, kun osat ovat telineissä, joissa on keskimäärin 6 osaa per teline ja nämä osat ovat suunnitellun jonon mukaisessa järjestyksessä. Tämä tarkoittaa sitä, että osia joudutaan etsimään täysin eri telineistä, jotka ovat täysin eri paikassa tai vaikeasti saatavissa. Tähän kuluu älyttömästi aikaa ja voi aiheuttaa sen, ettei osa kerkeä tuotantolinjalle ajoissa ja sitä kautta tuotanto pysähtyy kokonaan tai ainakin tahtiaika pitenee.

Nämä kaikki yllämainitut asiat täytyy ottaa huomioon, kun etsitään kustannustehokkainta tapaa ohjata tuotantoa hitsaamossa. Vaikka nämä eivät suoraan vaikuta hitsaamon tuotannonohjaukseen, niin täytyy ne ottaa huomioon, koska kaikilla on sama tavoite eli tehdä autoja oikeassa jonossa. Jos tuotanto siis pysähtyy edes muutamiksi minuuteiksi, on siitä johtuvat kulut suuria puhumattakaan, siitä että oltaisiin pysähdyksissä pidempään.

# **CASE – RINNAKKAISTUOTANNON**

## **YHDISTYMISPISTEEN HALLINTA HITSAAMOSSA**

### **KUSTANNUSTEHOKKAASTI**

#### 4.1 Pohjustus

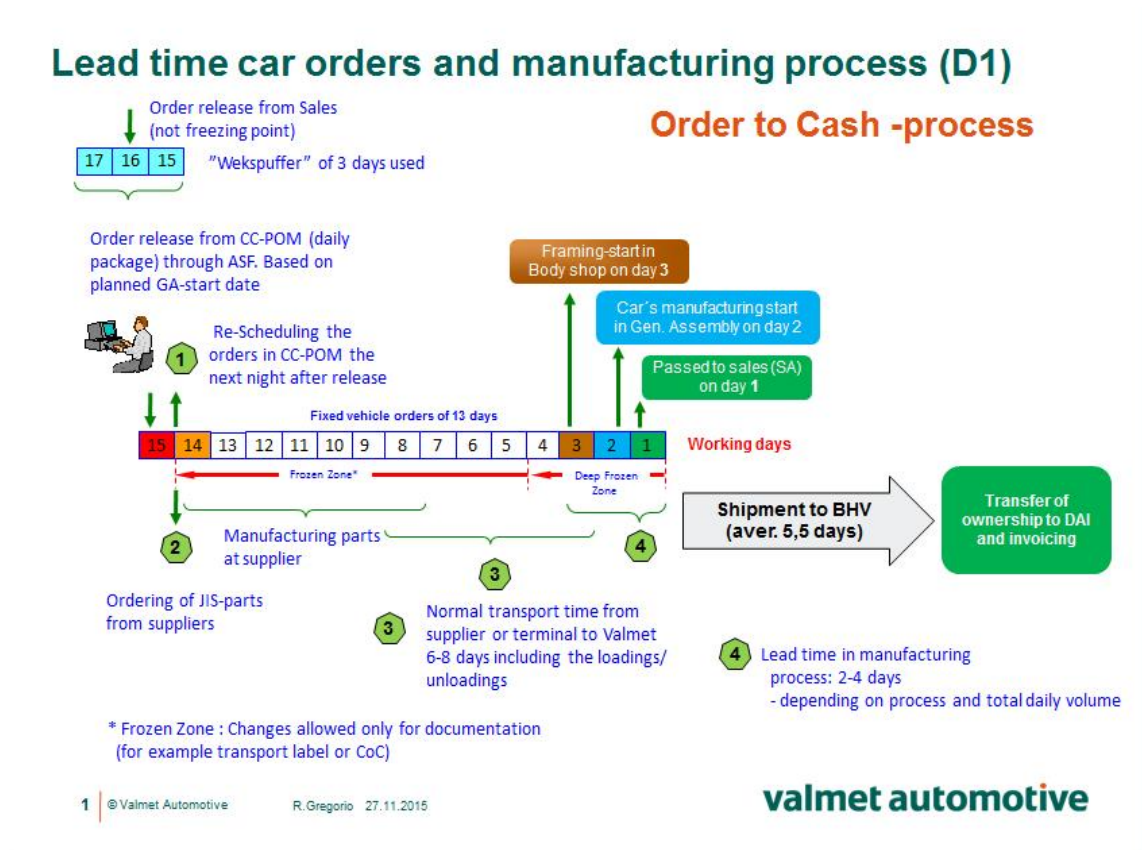
Case rakentuu yhdestä isosta kokonaisuudesta nimeltä kustannustehokkuus, mutta sen alla on tavallaan kaksi eri kokonaisuutta: hitsaamon jononpito ja hitsaamoiden työaikamallit. Jononpito on yksi tehtaan KPI-mittareista, joka toimitetaan myös asiakkaalle ja täten sen hyvä taso on erittäin tärkeä yritykselle. Työaikamalli taas on puhtaasti kustannustekijä ja tarkoitus on tietenkin pyrkiä työntekijäystävälliseen ja halpaan malliin. Tarkoituksena on siis löytää mahdollisimman toimiva ja kustannustehokas työaikamalli molempiin hitsaamoihin ja samalla varmistaa, että tuotantojonon jononpito on mahdollisimman lähellä täydellistä.

Hitsaamoiden työaikamallit linkittyvät toisiinsa, koska niillä on yhteinen viimeistelylinja, joka on heti hitsaamoiden yhdistymispisteen jälkeen. Viimeistelylinjan kapasiteetti on suurempi kuin kummallakaan hitsaamalla yksinään, mutta kun tuotteita tulee molemmista, niin niiden yhteiskapasiteetti on lähes kaksinkertainen verrattuna viimeistelylinjaan. Kapasiteetti ero ja erisuuret volyymit ovat suurimmat ongelmatekijät tässä työaikamallin suunnittelussa. Prosessin seuraavista vaiheista ei tule mitään rajoitteita työaikamallin suhteen. Työaikamalleja ei tässä työssä esitetä salaisten tietojen takia.

Hyvän jononpidon edellytyksiä hitsaamossa on hyvin suunniteltu tuotantojono, hyvin toteutunut tuotantosuhde, korkea prosessin käytettävyys ja hyvä laatu. Jos nämä tekijät ovat kunnossa, niin on mahdollista, että jononpito on hyvä. Tuotantojonoa oikaisee myös tuotannonohjausjärjestelmä Hunter mikä pyrkii tietyissä pisteissä oikaisemaan jonoa vaihtamalla tilauksia korista toiseen. Jononpidon merkitys on kokoonpanon logistiikalle todella suuri, sillä suuri osa osista on JIS-osia eli just-in-sequence osia. Tämä tarkoittaa sitä, että jos autot ei ole oikeassa järjestyksessä kokoonpanossa, niin osia näihin autoihin täytyy etsiä, koska JIS-osat on pakattu siihen järjestykseen, missä tuotantojonon kuuluisi saapua kokoonpanoon ja kun jono poikkeaa suunnitellusta, niin pakkausjärjestys on tällöin ns. väärä.

#### 4.1.1 Order to Cash-prosessi

Työn ymmärtämiseksi on tärkeää, ymmärtää miten koko prosessi toimii ja mitä muuttujia siinä on ja ne nähdään kuvasta 9.



Kuva 9: Order to Cash-prosessi

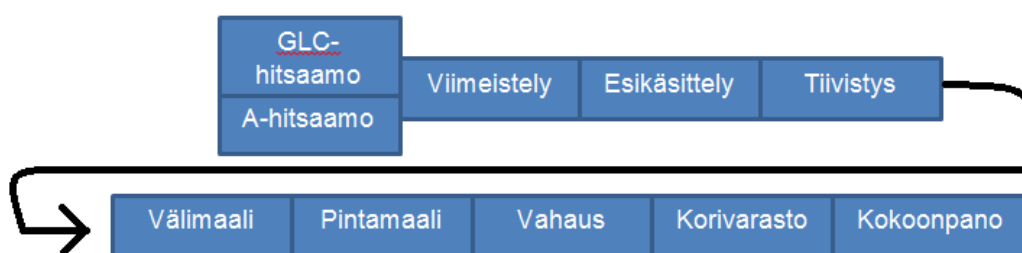
Prosessi alkaa, kun tilausjono vapautetaan Mercedes-Benzin toimesta 16 pv ennen kuin auton on tarkoitus valmistua Uudenkaupungin tehtaalta. Tätä tilausjonoa on mahdollista modifioida yhden päivän sisällä siten, että kaikki autot valmistuvat, mutta järjestyksellä ei ole väliä. Uudelleenjärjestelyssä otetaan huomioon prosessien antamat rajoitteet ja pyritään muodostamaan tilausjono niiden antamissa rajoissa. Tämän jälkeen osatoimittajille lähetetään osatilaukset, myös JIS-osien toimittajille lähtee tilaukset tähän aikaan, ja tällöin myös autotilaukset jäädytetään, jonka jälkeen niihin ei ole enää mahdollista tehdä muutoksia. Osat saapuvat tehtaalle noin päivää ennen kuin tarve niille syntyy prosessissa.



Hitsaamossa työ alkaa noin 3 päivää ennen toimitusta ja kokoonpanossa noin 2 päivää ennen. Kun auto on valmis ja se on hyväksytty myyntiin, lähtee se tehtaalta kohti asiakasta ja kuljetus kestää noin 5,5 päivää. Auton saavuttua omistusoikeus siirtyy ja laskutus tapahtuu.

#### 4.1.2 Tuotantoprosessi

Tuotanto alkaa siis kahdessa hitsaamossa, jossa autojen korit kootaan yhteen käyttäen eri hitsaus- ja liitântätekniikoita. Hitsaamot yhdistyvät viimeistelylinjalla muodostaen siitä eteenpäin yhteisen tuotantolinjan. Hitsaamosta kori siirtyy uunin, jossa poltetaan hitsaamossa käytetyt liimat ja sen jälkeen esikäsittely laitokselle, missä kori puhdistetaan kaikesta ylimääräisestä liasta ennen kuin siihen maalataan pohjamaali. Esikäsitteilylaitoksesta kori seuraavaksi menee tiivistykseen ennen sen siirtymistä välimaalaukseen, missä kori saa yhden kolmesta välimaalivaihtoehdosta. Välimaali valikoituu tulevan pintamaalin mukaan eli esim. valkoinen pintamaali vaatii valkoisen välimaalin ja musta taas mustan välimaalin. Tämän jälkeen kori saa lopullisen värin eli se käy pintamaalauksessa, jonka jälkeen se vielä mahdollisesti vahataan ennen kuin se siirtyy lajittelevaan varastoon eli Korivarastoon, josta se lopuksi siirtyy kokoonpanoon. Työn kannalta tärkeimmät osat tuotantoprosessia ovat jo tässä, mutta kokoonpanon jälkeen kori käy vielä viimeistelyssä ja testauksessa ennen hyväksyntää ja kuljetusta asiakkaalle. Kuvassa 10 nähdään työn kannalta tärkeät tuotantoprosessin osat.



Kuva 10: Tuotantoprosessin vaiheet

#### 4.2 Tuotantovolyymit

Taulukko 2: Kokonaisvolyymin nousu sekä A:n ja GLC:n välisen keskinäisen suhteen muutos

## CASE OSA 1: JONONPITO

Jononpidon ymmärtämiseksi tarvitsee tietää mitä tarkoitetaan parilla eri termillä.

**Korinnumero:** Jokainen kori saa korinumeron sillä hetkellä, kun RFID-tägi yhdistetään koriin hitsaamossa. Korinnumero on ylöspäin juokseva eli esimerkiksi 213,214,215 jne. Molempien hitsaamoiden korit juoksuttavat samaa korinumeroa eli aina, kun jommasakummassa hitsaamossa aloitetaan kori, niin se saa seuraavan korinumeron mikä on vapaana.

**Jononnumero:** Jokainen kori saa jononumeron samassa pisteessä, missä kori saa myös korinumeron, mutta jononnumero tulee sen mukaan, milloin sen on tarkoitus saapua kokoonpanoon.

Jononpitoa seurataan tällä hetkellä siis korinumerolla ja jononumerolla. Korinumerolla seurataan, miten hyvin prosessi toimii ja pitää aloitetun järjestyksen ja jononumerolla seurataan, miten hyvin pystymme toteuttamaan suunnitellun jonon kokoonpanossa.

Jononpidon tavoite on 96 % eli se tarkoittaa, että 4% autoista saa poiketa nousevasta jonosta. Jononpitoa lasketaan tällä hetkellä sillä periaatteella, että jonosta poikkeama tulee, mikäli korin jononnumero/korinnumero on pienempi kuin edellisen kyseisestä paikasta ohi menneen. Jononumerolla mitataan vain kokoonpanon nostossa tällä hetkellä, koska Hunter kykenee vaihtamaan tilauksia korista toiseen, jolloin yhdellä korilla voi olla matkan aikana monta eri jononumeroa. Kokoonpanon nostossa jononumerolla voidaan jononpitoa mitata, koska silloin kori ja tilaus on lukittu toisiinsa. Kokoonpanon nostosta otettava jononpito on tällä hetkellä ollut noin 70%, kun vielä ennen rinnakkais- tuotannon aloitusta se oli 90-95%. Joten on aika selkeää, että jotain tarvitsee tehdä, mikäli tavoite halutaan saavuttaa.

Hitsaamossa hyvä jononpito tarkoittaa rinnakkaistuotannossa sitä, että ollaan toteutettu hyvää tuotantosuhdetta yhdistymispisteessä. Tilausjonon perusteella koreja aloitetaan hitsaamoissa pyrkimyksenä muodostaa yhdistymispisteessä fyysisesti mahdollisimman oikea tuotantojono, joka on elintärkeä lopputuotannon jononpidolle. Hunter, kun ei ole kykeneväinen vaihtamaan korien paikkoja vaan ainoastaan tilauksia, jotka koreissa on.

Jononpitoa mitataan vielä tällä hetkellä myös korinumeron perusteella hitsaamosta lähdetäessä, pintamaalausta ennen ja ennen vahausta. Näissä paikoissa ei enää voida mitata korinumerolla jononpitoa rinnakkaistuotannosta johtuen, koska korinumerot

eivät ole lähtökohtaisesti järjestyksessä. Korinumero tulee korille sillä perusteella, mikä aloitetaan ensin hitsaamoissa, mutta jos otetaan muutama peräkkäinen korinumero, niin ne eivät saavuta hitsaamoiden yhdistymispistettä siinä järjestyksessä, koska hitsaamoilla on eri läpimenoajat. Nämä mittaukset lopetetaan ja uusia jononpidon laskutapoja pyritään kehittämään.

### 5.1.1 Jononpidon laskenta rinnakkaistuotannossa

Rinnakkaistuotanto aiheuttaa jononpidon laskentaa muutoksia, koska molemmilla malleilla on oma hitsaamo ja täten korinumerolla jononpidon seuraaminen antaa tästä lähin vääriä tuloksia. Eli jos aloitetaan vaikka 1 kori A-hitsaamossa ja sen jälkeen 4 koria GLC-hitsaamossa, kunnes taas aloitetaan kori A hitsaamossa niin korinumero ja jononumerot voivat muodostua esimerkiksi taulukon 3 osoittamalla tavalla.

Taulukko 3: Esimerkki korinumeron ja jononumeron muodostumisesta rinnakkaistuotannossa

<b>Malli</b>	<b>A</b>	<b>GLC</b>	<b>GLC</b>	<b>GLC</b>	<b>GLC</b>	<b>A</b>
<b>Korinumero</b>	212	213	214	215	216	217
<b>Jononumero</b>	500	401	402	403	405	510

Eli korinumero on aina +1 edelliseen verrattuna ja täysin riippumaton siitä kummassa hitsaamosta kori aloitetaan tai milloin sen on tarkoitus saapua kokoonpanoon. Se on tavallaan vain laskuri, jota ei siis voida enää käyttää prosessin jononpidon mittarina, koska siinä ei enää muodostu mitään jonoa, koska tehdään kahta tuotetta samanaikaisesti. Taulukosta 4 nähdään miten yhdellä tuotteella korinumero ilmaisi, tietenkin myös järjestystä, kun aina seuraava aloitettu sai seuraavan mahdollisen korinumeron.

Taulukko 4: Yhden tuotteen tuotannossa korinumeron ja jononumeron muodostuminen

<b>Malli</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>Korinumero</b>	212	213	214	215	216	217
<b>Jononumero</b>	500	501	502	503	504	505

Vaihtoehtona tälle voisi toimia mahdollisesti virtuaalinen korinumero, joka annetaan korille, kun se ohittaa hitsaamoiden yhdistymispisteen, mikäli sellainen on mahdollista.

Jononumero kertoo korien suunnitellun järjestyksen kokoonpanossa eli kuten taulukossa 3 näkyy, niin A sarjan koreilla on paljon suurempi jononumero kuin GLC sarjan ja tämä johtuu siitä, että A-sarjaa tehdään paljon vähemmän ja täten A- hitsaamon läpimenoaika on paljon suurempi kuin GLC-hitsaamon. GLC-korien jononumeroissa on yhden heitto (403 -> 405), koska siihen väliin tulee yksi A, joka on aloitettu jo paljon aikaisemmin pidemmän läpimenoajan takia. Jononumerossa otetaan huomioon hitsaamoiden eri läpimenoaikojen lisäksi myös erilaiset rajoitteet esim. tasapainotus ongelma kokoonpanossa katon asennuksen kanssa, joka tarkoittaa sitä, ettei kaksi A-sarjaa voi mennä peräkkäin linjalla.

### 5.1.2 Hunter – tuotannonohjausjärjestelmä sekä lajitteleva varasto

Hunterin tarkoitus on oikaista jonoa tietyissä pisteissä vaihtamalla tilauksia korista toiseen, jotta tilausjono siinä pisteessä olisi paras mahdollinen. Näitä tilauksen oikaisupisteitä on tällä hetkellä kolme eli välimaali, batch-varasto ja korivarasto. Hunter tarkistaa näissä kolmessa pisteessä aina, että onko taaksepäin prosessia katsottaessa tilauksia, joilla on pienempi jononumero kuin sillä korilla, joka on siinä tilauksen oikaisupisteessä ja mikäli on vaihtaa se tilauksen päittäin ja kori jatkaa sitten eteenpäin ja jos ei ole niin kyseinen kori jatkaa suoraan eteenpäin.

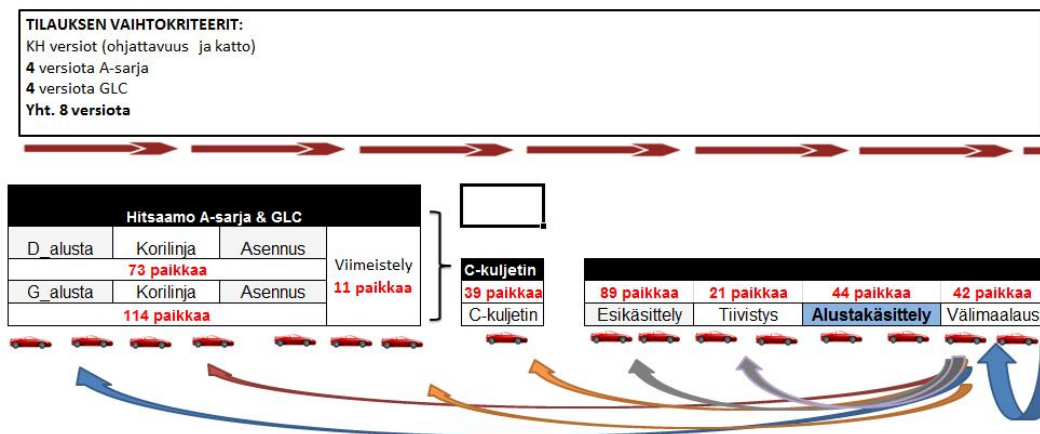
Hunterilla on vaikutus tuotantoon, mutta tällä hetkellä ei ole mahdollista tietää kuinka suuri vaikutus sillä on, koska sellaista jononpitoraporttia ei ole mahdollista Hunterista saada. Hunterin lisäksi jonoa korjaa lajitteleva varasto, joka on juuri ennen kokoonpanoa. Lajittelevalla varastolla tarkoitetaan, että se on kykeneväinen järjestämään korit mihin järjestykseen tahansa riippumatta siitä, missä järjestyksessä ne on sinne saapuneet.

Ilman Hunteria tai etenkin ilman lajittelevaa varastoa logistiikalla ei olisi aikaa kerätä oikeita osia linjan varteen ajoissa vaan linja saattaisi pysähtyä tai esimerkiksi väärä osa saattaisi mennä väärään autoon, koska oli liian kiire kerätä osat telineisiin.

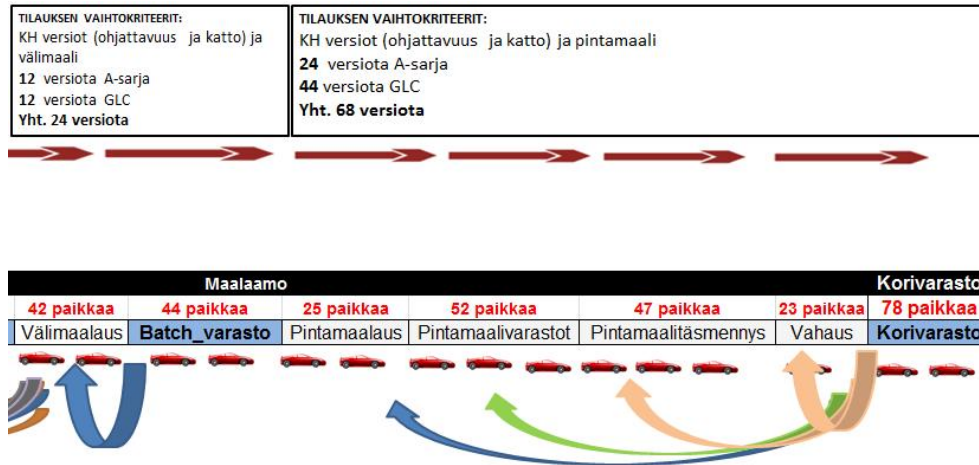
Tavoitteena on siis varmistaa, että hitsaamosta lähtevä jono on niin lähellä 100% kuin on vaan mahdollista ja sitä varten tehdään muutama toimenpide. Kustannustehokkuus on myös säilytettävä.

### 5.1.3 Tilauksen oikaisupiste

Nykyiset tilauksen oikaisupisteet ovat välimaali, batch-varasto ja korivarasto. Näissä pisteissä siis korjataan prosessin sotkema jonoa vaihtamalla tilauksia korista toiseen, sillä periaatteella, että pienin mahdollinen jononumero jatkaa eteenpäin prosessissa. Kyseisissä pisteissä on lukija, joka lukee RFID-tagin, jonka jälkeen Hunter tarkistaa onko prosessissa taaksepäin pienemmällä jononumerolla olevaa koria, joka on vaihtokelpoinen tämän korin kanssa. Vaihtokelpoisuus määrittyy aina automallin mukaan ja automallin sisällä katon, ohjattavuuden, välimaalin ja pintamaalin mukaan riippuen siitä missä oikaisupisteessä ollaan. Jono siis oikenee tilauksen oikaisupisteissä, mutta samalla se sekoittaa jonoa siellä mistä se toisen tilauksen ottaa.



Kuva 11: Oikaisupiste 1



Kuva 12: Oikaisupisteet 2 ja 3

Kuvassa 11 on esitelty, miten tilauksen oikaisu tapahtuu pisteessä välimaali, josta tällä hetkellä Hunter katsoo taaksepäin hitsaamoihin, c-kuljettimelle, esikäsittelyyn ja tiivistykseen pyrkien hakemaan sieltä sen pienimmällä jononumerolla olevan sopivan korin. Vastaavasti kuvassa 12 nähdään, että pisteessä Batch-varasto, Hunter katsoo vain tilaan välimaalaus ja etsii sieltä vanhinta sopivaa koria ja pisteessä Korivarasto Hunter katsoo pintamaalaukseen, pintamaalivarastoon, pintamaalitätsmennykseen ja vahaukseen. Tällä hetkellä vaihtoja ei tapahdu alusta Alustakäsittely tilassa, batch-varasto tilassa eikä korivarasto tilassa, jotka on kuviin merkitty sinisellä.

Taulukko 5: Nykyiset tilauksen oikaisupisteet

Tilauksen oikaisupiste	1.	2.	3.
Kori on vielä tilassa	Alustakäsittely	Välimaali	Vahaus
Luentapiste	Välimaali	Batch-varasto	Korivarasto
Versiomäärät	8	24	68
Koripaikat	347	42	147

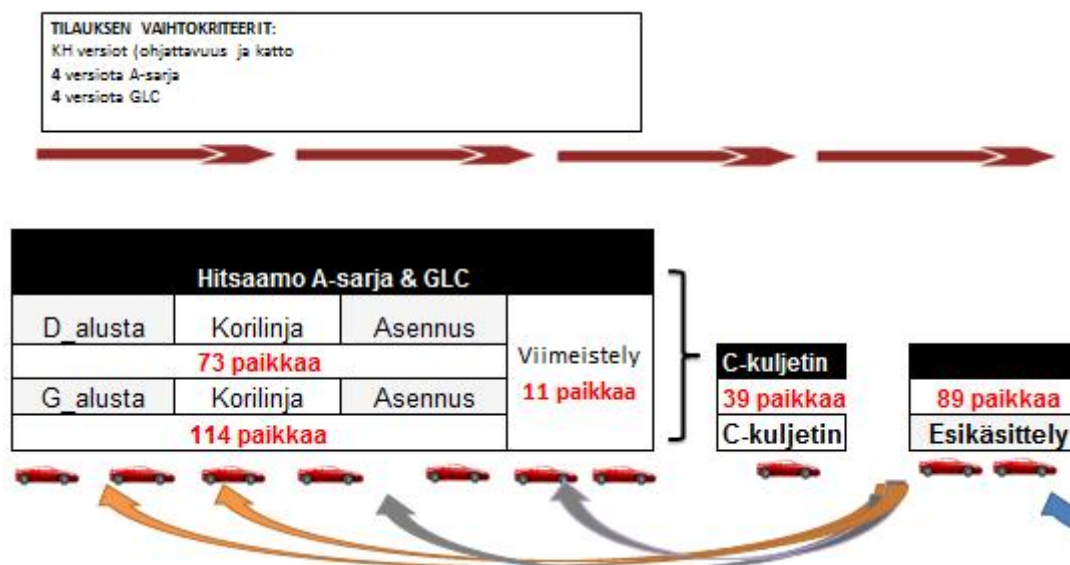
Taulukko 5 selventää kuvia 11 ja 12, sillä jokainen vaihto tapahtuu seuraavaan alueeseen lukevalla luontapisteellä, mutta ennen kuin kyseinen kori siirtyy seuraavalle alueelle eli täten kori on vielä edellisellä alueella.

Kuvassa 13 nähdään, että punainen kori on siis se, joka on luentapisteellä ja fyysisesti se on Välimaali-alueella, mutta järjestelmässä se on vielä alustakäsittely-tilassa, kunnes Hunter joko suorittaa tilauksenvaihdon tai ei, jonka jälkeen kori on järjestelmässäkin Välimaalissa.



Kuva 13: Tilauksen vaihtotilanne

Jononpidon parantamiseksi on tarkoitus tehdä muutos oikaisupiste 2:een eli batch-varastoon ja siirtää se esikäsittelyyn kuten kuvassa 14 nähdään. Tällöin nykyinen oikaisupiste 1. eli välimaali muuttuisi oikaisupiste 2. ja samalla vaihtoalue suurenisi huomattavasti niin kuin taulukosta 6 selviää. Vaikka ensimmäisen vaihtoalue pienenee, on se käytännössä merkityksetön, sillä alueessa on edelleen yli 200 koria ja versioita vaan 8. Tämän siirron avulla saadaan 2. oikaisupisteen alueeseen enemmän paikkoja ja vähemmän versioita kuten kuvassa 15 nähdään eli versioita on 8 entisen 24:n sijaan. Tämä myös nostaa vaihtotodennäköisyyttä ja parantaa jononpitoa.



Kuva 14: Uusi ensimmäinen oikaisupiste



Kuva 15: Uusittu toinen oikaisupiste

Taulukko 6: Uudet tilauksen oikaisupisteet

Tilauksen oikaisupiste	1.	2.	3.
Kori on vielä tilassa	C-kuljetin	Alustakäsittely	Vahaus
Luentapiste	Esikäsitteily	Välimaali	Korivarasto
Versiomäärät	8	8	68
Koripaikat	237	110	147

Kun verrataan taulukkoa 5 ja taulukkoa 6 nähdään, että toisen oikaisupisteen vaihto-alue kasvoi 42 paikasta 110 paikkaan ja versiomäärä tippui 24:stä 8:aan. Tämä tarkoittaa jo suoraan, että oikaisupiste kahden mahdollisuus vaihtaa paranee ja täten jononpidon korjausmahdollisuus nousee. Tilauksen oikaisupiste kolme eli Korivarasto pysyy muuttumattomana ja sen oikaisumahdollisuus on ja pysyy 75,68 %:ssa.

Verrataan näiden kahden eri vaihtoehdon mahdollisuutta tehdä tilauksenvaihtoja. Eli otetaan eri versioiden suhteet loppuvuoden 2017 (elokuu-marraskuu) tuotantoennusteesta ja niillä suhteilla katsotaan yksinkertaisesti, kuinka monta jokaista yksittäistä versiota on näillä kahdella eri vaihtoalueella. Alueella on mahdollista tehdä vaihto, mikäli versiota on alueella vähintään kaksi, koska vaihtamiseen tarvitaan loogisesti kaksi. Tämä ei tietenkään tarkoita sitä, että aina vaihto tapahtuisi, mutta jos siellä alueella ei ole kahta koria ei vaihtoa voi yksinkertaisesti tapahtua. Tämä on siis vain teoreettinen maksimi vaihtomahdollisuus. Tämä tulos ei siis suoraan korreloi jononpidon korjauskykyyn tässä suhteessa, mutta vaikutus on positiivinen.



Taulukko 7: Nykyisen oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma

Versioita	Prosenttiosuus	Vaihtoalueen koripaikat 42
1	29,57 %	12,42
2	14,88 %	6,25
3	10,66 %	4,48
4	7,85 %	3,30
5	5,35 %	2,25
6	5,26 %	2,21
7	3,93 %	1,65
8	3,50 %	1,47
9	2,84 %	1,19
10	2,73 %	1,15
11	2,16 %	0,91
12	1,89 %	0,79
13	1,44 %	0,60
14	1,42 %	0,60
15	1,39 %	0,59
16	1,12 %	0,47
17	0,88 %	0,37
18	0,77 %	0,32
19	0,60 %	0,25
20	0,50 %	0,21
21	0,47 %	0,20
22	0,32 %	0,14
23	0,25 %	0,11
24	0,20 %	0,08

Taulukosta 7 nähdään että versioita, joita on keskimääräisesti loppuvuoden 2017 aikana alueella vähintään kaksi kappaletta, on 6 ja näistä kuudesta koostuu 73,57 % kaikista koreista eli 26,43 %:lla ei ole edes mahdollisuutta vaihtoon eli jononoikaisuun.

Taulukko 8: Uuden oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma

Versioita	Prosenttiosuus	Vaihtoalueen koripaikat 110
1	49,71 %	54,68
2	17,90 %	19,69
3	13,18 %	14,50
4	8,39 %	9,22
5	4,77 %	5,25
6	3,44 %	3,79
7	1,84 %	2,02
8	0,77 %	0,85

Taulukosta 8 huomataan heti, että on vain yksi versio kahdeksasta, joita ei ole vaihto-alueella keskimäärin vähintään kahta kappaletta. Eli 99,23 % kaikista koreista on mahdollista vaihtaa tällä uudella alueella verrattuna vanhan alueen 73,57 %:iin. Tämä nostaisi vaihtomahdollisuutta 25,66 %:lla.

Tämä muutos vähentää ensimmäiseltä vaihtoalueelta 100 paikkaa, joten tarvitsee tarkastaa, tippuuko sillä alueella vaihtomahdollisuus ja jos tippuu niin kuinka paljon.

Taulukko 9: Nykyisen ensimmäisen oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma

Versioita	Prosenttiosuus	Vaihtoalueen koripaikat 347
1	49,71 %	172,48
2	17,90 %	62,12
3	13,18 %	45,74
4	8,39 %	29,10
5	4,77 %	16,55
6	3,44 %	11,95
7	1,84 %	6,38
8	0,77 %	2,69

Taulukko 10: Uuden ensimmäisen oikaisupisteen vaihtoalueen versiojakauma

Versioita	Prosenttiosuus	Koripaikkoja 237
1	49,71 %	117,80
2	17,90 %	42,43
3	13,18 %	31,24
4	8,39 %	19,88
5	4,77 %	11,30
6	3,44 %	8,16
7	1,84 %	4,36
8	0,77 %	1,84

Taulukoista 9 ja 10 nähdään, että ensimmäisen vaihtoalueen vaihtomahdollisuus pienenee 100 %:sta 99,23 %:iin, mutta kun toisen oikaisupisteen vaihtoalueen vaihtomahdollisuus nousi 73,57 %:sta 99,23 %:iin, niin tämä muutos selkeästi kannattaa.

## 5.2 Hitsaamoiden yhdistymispiste

Yhdistymispiste jakaa mallien tuotantoa tuotantosuhteen mukaan eli jos yhteensä autoja tehtäisiin vaikka 280 ja siitä A:ta olisi 70 ja GLC:tä 210 niin suhde olisi 1 A ja 3 GLC:tä. Tämän pisteen on tarkoitus toimia tällä suhdeluvulla ja jotta sen ohjaaminen helpottuisi on viimeistelylinjalle tarkoitus lisätä näyttö (kuva 17), josta nähdään seuraavat tiedot:

1. Suunniteltu tuotanto/toteuma päivätasolla A ja GLC yhteensä + tuotantotilanne
2. Suunniteltu tuotanto/toteuma päivätasolla A ja GLC erikseen + tuotantotilanne
3. Suunniteltu tuotanto/toteuma vuorotasolla A ja GLC erikseen + tuotantotilanne
4. Suhdeluku eli millä suhteella ajetaan yhdistymispistettä kyseisellä hetkellä
5. GLC välivaraston täytös
6. Häiriökenttä, joka kertoo GLC välivaraston ja hissien vikatilat
7. Viestikenttä

<b>267/290 -23</b>		<b>GLC <u>bufferi</u> 18/23</b>
	<b>GLC</b>	<b>A</b>
<b>Suhdeluku</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Päivä</b>	<b>86/63 -23</b>	<b>204/204 0</b>
<b>Vuoro</b>	<b>86/63 -23</b>	<b>104/104 0</b>
<b>Jakauma viikko</b>		
<b>Tav.</b>	<b>30%</b>	<b>70%</b>
<b><u>Tot.</u></b>	<b>24%</b>	<b>76%</b>
<b>Häiriökenttä</b>		
<b>Viestikenttä</b>		

Kuva 16: Viimeistelylinjan näytön tiedot

Viimeistelylinjalle tuleva fyysinen näyttö ei pidä sisällään tietoa viikon jakaumasta vaan se on vain SCADA:ssa. SCADA:ssa näkyy kaikkien GLC hitsaamoiden asemien tavoitteet ja toteumat. SCADA on ohjelma, johon kaikki erilliset tuotantonäytöt on tehty ja sieltä ne välitetään monille näytöille tuotantoon. Näytöiltä työntekijät näkevät kyseisen tuotantotilanteen ja mahdolliset häiriöpaikat.

Näytön sekä SCADA:n avulla pystytään helposti ja nopeasti toteamaan, miten tuotanto on edennyt kyseisen päivän aikana ja sen perusteella pystytään tekemään päätöksiä, miten jatkaa eteenpäin. Jos jostain syystä ei ole pystytty tuottamaan viimeistelylinjalle oikeaa suhdetta, niin suhdelukua voidaan muuttaa ja näytöltä sitten nähdään, miten korjaus vaikuttaa tuotantosuhteeseen sekä kappalemääriin.

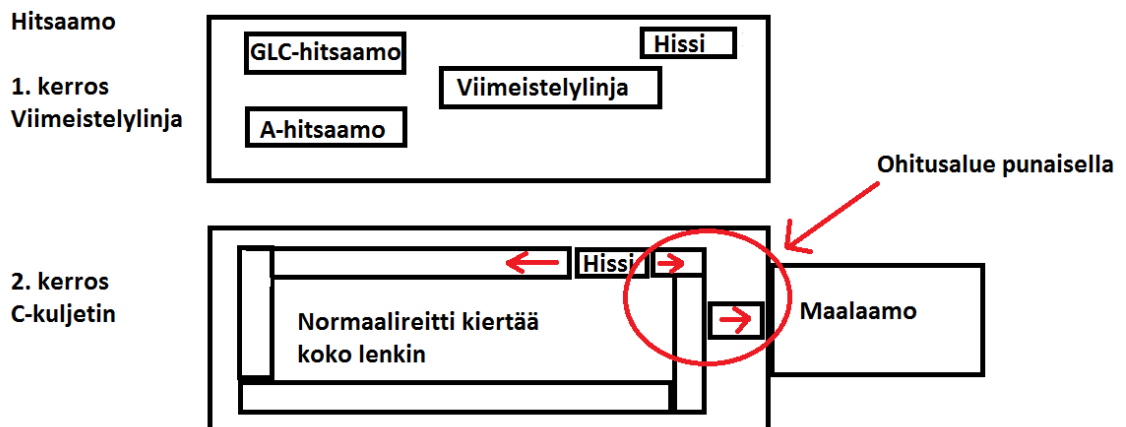
### 5.3 Fyysinen oikaisupiste

Hitsaamoiden teknisistä häiriöistä, korien laadunmittauksista tai osapuutteista johtuvaa koripuuutetta varten on tarkoitettu ohjelmoida fyysinen ohitusmahdollisuus C-kuljettimen

hissiin, jossa on mahdollista ohittaa riippuen C-kuljettimen täytöksestä 1:stä 40:een koria. Jos toinen hitsaamo ei pysty tuottamaan koreja viimeistelylinjalle, on tehtävä päätös joko jatkaa toisen hitsaamon tuotantoa tai pysäyttää se kokonaan. Päätös pysäyttää perustuisi siihen, että ei haluta vinouttaa tuotantonoja, joka on siis sama kuin tilausjono, koska on tärkeää, että korit saapuvat oikeassa järjestyksessä kokoonpanoon.

Tämä fyysinen oikaisupiste mahdollistaa sen, että koriputteen takia ei tarvitse pysäyttää toista hitsaamoja vaan voidaan myöhemmin toisenkin hitsaamon toimiessa ohittaa, vaikka kaikki C-kuljettimen korit ja täten oikoa hitsaamon vinoutunutta tuotantonoja. Tämä fyysinen ohitusmahdollisuus on tärkeää siksi, että Hunter ei tietenkään kykene oikaisemaan vinoutunutta tuotantosuhdetta, koska ymmärrettävästi syistä A-sarjaa ei voida vaihtaa GLC:hen.

Tarkoitus on siis lisätä ajomalli tähän C-kuljettimen hissiin, joka voitaisiin laittaa manuaalisesti päälle, jonka jälkeen seuraavat autot ohittaisi koko C-kuljettimen. Kuvassa 17 nähdään pohjapiirros C-kuljettimesta ja siitä, miten ohitukset ovat mahdollisia.



Kuva 17: Fyysinen ohituspiste

#### 5.4 Yhteenveto

Tuloksista nähdään, että tilauksen oikaisupisteen siirto batch-varastosta esikäsitteilytilaan antaa paljon suuremman oikaisumahdollisuuden. Batch-varastossa vain 73,57% koreista oli mahdollista vaihtaa ja nyt esikäsitteilyssä koreista on mahdollista vaihtaa 99,23 %, joten muutos on 25,66 %. Tällä siirrolla välimääräinen oikaisupisteen vaihtomahdollisuus tippui 100 %:sta 99,23 %:iin, mutta toisen oikaisupisteen muutoksen huomioi-

den tämä ei käytännössä ole mitään. Taulukoissa 11 ja 12 vielä nykyisen ja uuden tilauksen oikaisujärjestelmän vaihtomahdollisuus.

Taulukko 11: Nykyinen tilauksen oikaisujärjestelmä

Tilauksen oikaisupiste	1.	2.	3.
Kori on vielä tilassa	Alustakäsittely	Välimaali	Vahaus
Luentapiste	Välimaali	Batch-varasto	Korivarasto
Versiomäärät	8	24	68
Koripaikat	347	42	147
Vaihtomahdollisuus	100%	73,57%	75,68%
Kokonaisvaihtomahdollisuus	55,68 %		

Taulukko 12: Uusi tilauksen oikaisujärjestelmä

Tilauksen oikaisupiste	1.	2.	3.
Kori on vielä tilassa	C-kuljetin	Alustakäsittely	Vahaus
Luentapiste	Esikäsittely	Välimaali	Korivarasto
Versiomäärät	8	8	68
Koripaikat	237	110	147
Vaihtomahdollisuus	99,23%	99,23 %	75,68%
Kokonaisvaihtomahdollisuus	74,52%		

Kaikki oikaisupisteet huomioon ottaen uudella järjestelmällä on 18,84 %:a parempi mahdollisuus tehdä tilauksenvaihtoja. Hitsaamon oma jononpito paranee huomattavasti, koska nykyinen järjestelmä ei pyri pitämään hitsaamon jonoa hyvänä vaan sen pyrkimys on oikoa jonoa vain välimaalissa. Uusi järjestelmä oikoo jonoa c-kuljettimella, joka on maalaamon ja hitsaamon välinen välivarasto.

Viimeistelylinjan näyttötaulu tulee olemaan ratkaisevana tekijänä siinä, että hitsaamot tekevät oikeata tuotantosuhdetta ja vielä tämän lisäksi pystytään oikaisemaan vääristynyttä suhdetta C-kuljettimen hissiin tulevalla oikaisumahdollisuudella.

## **CASE OSA 2: HITSAAMOIDEN TYÖAIKAMALLIT**

### 6.1.1 Hitsaamoiden kustannusrakenne

### 6.1.2 Työaikamallit

Taulukko 13: Esimerkki TAM-25 ja TAM-15 vuorokierrosta

Taulukko 14: Esimerkki TAM-26 ja TAM-16 vuorokierrosta

Taulukko 15: Esimerkki TAM-36 vuorokierrosta

### 6.1.3 Työaikamallin yhteys kustannustehokkuuteen ja jononpitoon

## 6.2 Työaikamallien vertailu

### 6.2.1 Ensimmäinen periodi

Taulukko 16: Ensimmäisen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot

Taulukko 17: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla

### 6.2.2 Toinen periodi

Taulukko 18: Toisen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot

Kuva 18: A:n vuoron paikoitus

Taulukko 19: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla

### 6.2.3 Kolmas periodi

Taulukko 20: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla eri vuoroissa

Taulukko 21: Kolmannen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot

### 6.2.4 Neljäs periodi

Taulukko 22: Esimerkki viikon tuotannon tuotantomäärät eri työaikamalleilla eri vuoroissa

Taulukko 23: Neljännen periodin mahdolliset työaikamallit ja niiden kustannuserot

### 6.2.5 Yhteenveto

Taulukko 24: TAM-25 työaikamallista johtuvat lisäkustannukset/säästöt



## LÄHTEET

Bolgar, Catherine. 2015. 'Just in sequence' takes 'just in time' a step further. Viitattu 27.2.2017. <http://perspectives.3ds.com/manufacturing/just-in-sequence-takes-just-in-time-a-step-further/>.

Lean Manufacturing Japan. 2008. MTO (Make to Order). Viitattu 25.3.2017 <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/mto-make-to-order.html>.

Leankit. 2017. What is continuous improvement?. Viitattu 25.3.2017. <https://leankit.com/learn/kanban/continuous-improvement/>.

Logistiikan Maailma. JIT (Just-in-time) ja imuohjaus. Viitattu 27.2.2017. [http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT\\_\(Just-in-time\)\\_ja\\_imuohjaus#Imuohjaus](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_(Just-in-time)_ja_imuohjaus#Imuohjaus).

Siemens. Just-in Time Just-in Sequence. Viitattu 27.2.2017 <http://w3.siemens.com/mcms/mes/en/industry/discretemanufacturing/automotiveoem/pages/just-in-time-just-in-sequence.aspx#content>.

Slack, N.; Chambers, S. & Johnston, R. 2010. Operations Management. 6. painos. Harlow: Pearson Education Limited.

University of Cambridge. Management Technology Policy. JIT Just-in-Time manufacturing. Viitattu 27.2.2017. <http://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/jit-just-in-time-manufacturing/>.

Valmet Automotive Oy 2017a. Yli 60 vuotta kattojärjestelmien valmistusta. Viitattu 6.1.2017 <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/3F0BCABB0A0952BFC22579A30051F0A4?opendocument>.

Valmet Automotive Oy 2017b. Valmet Automotiven historia. Viitattu 6.1.2017 <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/1DCDA14CE4E393C7C22577060079C90A?opendocument>.

Valmet Automotive Oy 2017c. Yli 40 vuotta autonvalmistusta. Viitattu 6.1.2017

<http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/FCD39AA80CD709ACC22579A0004DE7B0?opendocument>.

Valmet Automotive Oy 2017d. Valmistetut autot. Viitattu 6.1.2017 [http://www.valmet-](http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/C7F948C0BFAD491EC2257706007AB625?opendocument)

[automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/C7F948C0BFAD491EC2257706007AB625?opendocument](http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/C7F948C0BFAD491EC2257706007AB625?opendocument).