

Tiia Laitinen

TUOTANTOPROSESSIN KEHITTÄMINEN LEAN- MENETELMÄLLÄ NOVART OY:SSA

Opinnäytetyö
Logistiikan koulutus

2017



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Tiia Laitinen	Insinööri (AMK)	Marraskuu 2017
Opinnäytetyön nimi Tuotantoprosessin kehittäminen Lean-menetelmällä Novart Oy:ssä.		51 sivua 4 liitesivua
Toimeksiantaja Novart Oy		
Ohjaaja Lehtori Raimo Päivärinta		
Tiivistelmä <p>Toimeksiantona oli selvittää Suomen suurimman keittiö- ja kylpyhuonekalustevalmistajan tuotantoprosessin pullonkaulailmiöön vaikuttavat tekijät ja kehittää tuotantoprosessia eteenpäin käyttäen Lean-työkaluja.</p> <p>Työ perustuu toimeksiantajan järjestämään viikon mittaiseen Lean-koulutukseen Englannissa. Koulutuksen jälkeen käynnistettiin projekti, jonka kautta opinnäytetyö toteutettiin. Opinnäytetyö perustuu siis vahvasti Lean-filosofiaan ja Lean-työkalujen käyttöön ongelmanratkaisussa, mutta lisäksi tutustutaan hieman tuotannonohjaukseen ja tilaus-toimitusketjuun sekä pullonkaulailmiöön teorian kautta.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin tiukalla aikataululla, mutta siitä huolimatta saatiin hyvin kartoitettua työpöytätasotuotannon prosessi ja siihen vaikuttavat tekijät. Prosessin kartoitukseen sekä tutkimusaineiston keruuseen käytettiin Lean-työkaluja sekä kyselylomaketta. Aineistonkeruumenetelmät osoittautuivat erittäin hyödyllisiksi ja avasivat tuotantoprosessin kulua hyvin. Aineistonkeruun avulla saatiin paljon hyödyllistä tietoa kaikista tuotantoprosessin toimintaan ja -virtaan negatiivisesti vaikuttavista tekijöistä, sekä viitteitä vastatoimista, joiden avulla prosessia pystyttiin kehittämään.</p> <p>Tuotantoprosessin kehittäminen on mittava projekti, jonka menestykselliseen toteuttamiseen tarvitaan prosessin tuntijoita työntekijöistä esimiehiin sekä ylempiin toimihenkilöihin. Kaikkia kartoitettuja parannustoimenpiteitä ei työn aikana ollut mahdollista toteuttaa, mutta ne ovat nyt kartoitettuna ja niiden toteuttaminen on helpompaa, kun tarjolla on taustatietoa tämän työn muodossa. Tuotantoprosessia saatiin kehitettyä eteenpäin ja työntekijöille annettiin työkalut, joiden avulla prosessista saadaan sujuvampi.</p>		
Asiasanat Lean, logistiikka, pullonkaula, tuotanto, tuotantoprosessi		

Author (authors)	Degree	Time
Tiia Laitinen	Bachelor of Engineering	November 2017
Thesis Title Improvement of a production line process using Lean-method for Novart Oy		51 pages 4 pages of appendices
Commissioned by Novart Oy		
Supervisor Lecturer Raimo Päivärinta		
<p data-bbox="150 763 284 792">Abstract</p> <p data-bbox="150 835 1445 1088">The aim of this thesis is to investigate the root cause behind the bottleneck phenomenon in the production process and to improve the production line process by using Lean-methods. The thesis is made for Finland's largest kitchen and bathroom furniture manufacturer. The thesis is based on a week long Lean training in England and on a ten week long project that was run after the training. The thesis is strongly based on Lean philosophy and Lean problem solving tools. In addition the thesis also includes insight to production management, supply chain management and bottleneck phenomenon.</p> <p data-bbox="150 1128 1453 1453">The thesis was made on a tight schedule but even so it was possible to map out the whole countertop manufacturing process, the factors that influence the whole process and the needed countermeasures to The investigation of the possible influences was done by using Lean problem solving tools and a questionnaire. The methods that were used to collect data from the production line process were found to be very useful. These used methods gave a lot of data that had a good indication of what factors had the greatest influence on creating a bottleneck in the manufacturing process. Since these factors were pointed out it was possible to use the right and needed countermeasures in improving the flow of the whole production line.</p> <p data-bbox="150 1494 1453 1818">Improving a production line process is a challenging project and in order to succeed in it, you have to get the right people to work with you in order to get the right information and data to base your decisions on. All the countermeasures that were found to be good to be implemented, couldn't be carried out due to the tight schedule. However, it is useful to have this information about these actions that can be used in improving the production process because it is now a question of just executing these mapped out countermeasures. The flow of the production line was improved and the factors that created the bottleneck were found. The workers were also given tools that they can use in a day-to-day work to keep the production line flow more effective.</p>		
<p data-bbox="150 1865 304 1895">Keywords</p> <p data-bbox="150 1935 986 1964">Lean, logistics, bottleneck, production, production process.</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Opinnäytetyön tavoite.....	5
1.2	Teoreettinen viitekehys, tutkimuskysymykset sekä tutkimustapa.....	6
2	NOVART OY	7
3	TUOTANNONOHJAUS	8
3.1	Tuotannon imuohjaus ja varastointi	8
3.2	Logistiikka.....	9
3.3	Logistiikan arvoketju	11
3.4	Arvojärjestelmä	13
3.5	Tavara- ja informaatiovirrat.....	14
3.6	Tilaus-toimitusketju	15
3.7	Pullonkaulailmiö.....	16
4	LEAN -AJATTELU	17
4.1	Tuotanto.....	19
4.2	Hukka.....	19
4.3	LEAN-TYÖKALUT	21
5	CASE NOVART – LEAN TYÖKALUJEN SOVELTAMINEN	25
6	TULOKSET	30
6.1	Arvovirtakartoitus.....	30
6.2	4M-analyysi.....	33
6.3	Kyselylomake.....	36
7	RATKAISUT JA TOIMENPITEET	37
8	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	47
	LÄHTEET	52

LIITTEET

Liite 1 Kyselylomake parannusehdotuksista työpöytäsovalmistukseen

Liite 2 Kyselylomake parannusehdotuksista työpöytäsovalmistukseen/ Lähettämö

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Novart Oy:lle, joka on osa Nobia-konsernia. Konserni aloitti projektiluontoiset Lean-koulutukset henkilöstölle vuoden 2016 syksynä, tavoitteenaan tuoda Lean entistä enemmän osaksi yhtiön tuotantolaitosten toimintaa. Koulutukset järjestettiin konsernin tytäryhtiöiden tehtailla Englannissa, Ruotsissa, Itävallassa ja Tanskassa. Nobia järjestää koulutuksia tasaisin väliajoin ja samanaikaisesti neljästä viiteen kappaletta. Jokaisessa on aiheena Lean, mutta jokaisella koulutuksella on oma teemansa. Teemoja ovat olleet Lean kunnossapidolle (Lean Maintenance Module), laadulle (Lean Quality Module), logistiikkaan (Lean Flow Module) sekä konetekniikkaan (Lean Industrial Engineering Module). Koska koulutuksiin osallistuu työntekijöitä Nobia-konsernin kaikista tytäryhtiöistä, monista eri maista, on koulutukset järjestetty englannin kielellä. Materiaali jaettiin englanniksi sekä osallistujan äidinkiellellä.

Opinnäytetyö perustuu koulutukseen, jonka teemana oli Lean logistiikka (Lean Flow Module). Koulutus järjestettiin Darlingtonissa, Englannissa, Iso-Britannian suurimman keittiökalustevalmistajan Magnetin tehtaalla. Koulutusta varten toimeksiantaja oli määritellyt projektin, jonka tarkoituksena oli tutkia ongelmaa tuotannon prosessissa ja kehittää sitä. Projektin toteutettiin käyttäen apuna koulutuksessa saatua oppia sekä Lean-työkaluja. Viikon mittaisen intensiivisen koulutuksen jälkeen osallistujan tuli toteuttaa omalla työpaikallaan kymmenen viikon aikana projekti, jossa sovellettiin Lean-koulutuksessa käytettyä materiaalia. Kymmenen viikon päätteeksi jokainen osallistuja palasi koulutuspaikkakunnalle ja piti esitelmän omasta projektistaan sekä suoritti kirjallisen tentin, jossa arvioitiin oppimista. Projektit arvioitiin sekä konsernin edustajan että koulutuksen pitäneen konsultin toimesta. Jokaisen Lean-teeman ryhmästä valittiin paras projekti sekä teemojen voittajien joukosta valittiin paras ja onnistunein. Opinnäytetyö tehtiin Lean logistiikka (Lean Flow Module) koulutuksen yhteydessä tehdystä projektista.

1.1 Opinnäytetyön tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat työpöytätasojen tuotantoprosessiin, tunnistaa tuotannon virtaan vaikuttavat tekijät, tapahtumat, jotka luovat nullonkaulailmiön ja niiden iluursvut sekä kehittää tuotannonproses-

sia saatujen tietojen perusteella. Toimeksiantaja oli myös asettanut tutkimuksen vuositason säästötavoitteeksi 15 000 €. Pullonkaulaksi kutsutaan ilmiötä, joka johtuu tuotannonosasta, joka ei pysty toimimaan muun tuotannon virran mukana, vaan jarruttaa sitä (Purtonen 2007, 33). Työ tehdään käyttämällä hyväksi Englannissa saatua Lean -koulutusta sekä Lean -työkaluja.

Opinnäytetyön tilaajalle on tärkeää saada tuotantolinjat toimimaan tuotannon suunnittelun mukaisesti, jotta myöhässä olevien tuotteiden turhalta odottelulta sekä lastausvaiheen hidastumiselta vältytään. Tässä tapauksessa lastaamisen viivästyminen jarruttaa myös muita tuotantolinjoja, sillä tuotteita ei valmisteta varastoon, vaan suoraan lastattaviksi ja kuljetettaviksi asiakkaalle. Tuotanto-ohjelman toteutuminen aikataulussa on tärkeää myös työn tekemisen mielekkyyden kannalta, sillä tuotantolinjojen viivästyemisestä aiheutuu huomattavan paljon odottelua lähettämössä sekä turhautumista työntekijätasolla. Tuotannon valmistuminen aikataulussa on erinomaisen tärkeää toimitustäydellisyyden kannalta. Jos tuotteen valmistuminen viivästyy, sen valmistumista voidaan odottaa vain tiettyyn pisteeseen asti, kunnes sitä ei voida enää jälkikäteen lastata autoon. Tilaus on lähetettävä puutteellisena asiakkaalle. Aikataulusta myöhässä valmistuvat tuotteet tulee toimittaa asiakkaalle erikseen, ja tämä luonnollisesti lisää logistiikkakustannuksia yhtiölle.

1.2 Teoreettinen viitekehys, tutkimuskysymykset sekä tutkimustapa

Työpöytätasojen tuotantolinjaa käsitellään tilaus-toimitusketjun teorian sekä Lean -ajattelun teorian kautta. Tilaus-toimitusketju käsittää joukon yrityksiä, jotka vuorovaikutuksessa keskenään vaikuttavat tuotetoimituksiin, informaation kulkuun, palvelusuorituksiin sekä rahaliikenteeseen (Sakki 2014, 4). Työssä tilaus-toimitusketjun osapuolet ovat tuotantolinjat sekä lähettämö. Lean-ajattelun teoria on tässä työssä vahvasti painotettuna ja sitä on sovellettu varsinaisen työn toteuttamisessa.

Työn tutkimuskysymyksiä ovat

- Miten pullonkaulailmiötä voidaan vähentää tutkittavassa tuotantoprosessissa?
- Mikä aiheuttaa pullokaulailmiön tuotantoprosessissa?
- Voidaanko ilmiötä lieventää?
- Ovatko ilmiön aiheuttajat poistettavissa?

Opinnäytetyön lähestymistapa on pääosin kvalitatiivinen, kuitenkin Lean -työkalujen käytön myötä myös kvantitatiivista lähestymistapaa soveltaen. Työssä on aineistonkeruumenetelminä käytetty eri Lean -työkaluja pullonkaulan tunnistamiseen, ongelmanratkaisuun, hahmottamiseen, hukkien löytämiseen sekä havainnointiin. Käytetyt työkalut ovat arvoketjuanalyysi (Value Stream Mapping), virtausindeksi (Flow Index), läpimenoaika (Lead Time), gemba, kulkukartta (Spaghetti-diagramm), Yhden kohdan ohje (One Point Lesson) sekä 4M-kalanruotokaavio. Aineistonkeruussa käytettiin myös kyselylomaketta. Kyselylomakkeet koskivat tuotantoprosessiin sovellettavia parannuskeinoja. Kyselylomake jaettiin prosessin kanssa työskenteleville työntekijöille, eli työpöytäsovalmistuksen sekä lähettämön työntekijöille.

2 NOVART OY

Novart Oy:n juuret ulottuvat vuoteen 1945, jolloin ensimmäiset keittiökaapisto-komuutit valmistettiin Signen markkinoille, ja jo 50-luvulla Villähteen Kalusto Oy toimitti suuria keittiökalustekokonaisuuksia suomalaisiin koteihin. Novart Oy on perustettiin vuonna 1989, kun Parma-Kaluste, Vilka-Kaluste, Puuleima Oy, Kiintokaluste sekä Kalustelevytehdas yhdistettiin. 90-luvulla tuotanto oli keskittynyt Nastolaan ja Forssaan, mutta 2000-luvulla tuotanto keskitettiin yksinomaan Nastolaan. (Novart Oy 2013)

Novart Oy on ollut vuodesta 1998 osa kansainvälistä, Euroopan johtavaa keittiökalustevalmistajaa, Nobia konsernia. Novart Oy sijaitsee Nastolassa ja on suurin keittiö- ja kylpyhuonekalusteiden sekä säilytysjärjestelmien, eli vaatekaappikonaisuuksien, valmistaja Suomessa. Tuotemerkit ovat A la Carte sekä Petra. Novart Oy myy keittiö- ja kylpyhuonekalusteita, sekä säilytysjärjestelmiä kohdemyynnin sekä jälleenmyynnin asiakkaille. Kohdemyynnin asiakkaina ovat suomalaiset rakennusliikkeet ja rakennuttajat ja jälleenmyynnin asiakkaina ovat yksityiset kuluttajat. (Novart Oy 2013)

Novart Oy:n tavoite on, että se täyttää ympäristöasioiden hallintajärjestelmien ISO 14001 -standardin vaatimukset. Yhtiö on sitoutunut toimimaan kestävän kehityksen mukaisesti noudattamalla lakeja, asetuksia sekä luvanvaraisia määräyksiä ja ohjeita. Novart Oy edellyttää myös yhteistyökumppaneiltaan

ympäristöpolitiikkaa, joka kohtaa yhtiön oman politiikan kanssa. Yhtiön selvästi määritelty ympäristöpolitiikka sekä työntekijöiden koulutukset luovat hyvän perustan hyvälle ympäristöpolitiikan toteuttamiselle työntekijätasolla. Yhtiön ympäristötoimintaa valvotaan auditoinneilla. (Novart Oy 2013)

Novart Oy:n arvoin kuuluu hyvän ympäristöpolitiikan lisäksi asiakkaan arvostus, henkilöstön hyvinvointi sekä halu kehittyä jatkuvasti. Novart Oy haluaa tuottaa asiakkaalleen onnistuneen asiakaskokemuksen suunnitteluprosessista toimitukseen ja yhtiö haluaa, että asiakas saa nauttia tuotteistaan pitkään. Yhtiö panostaa myös henkilöstön hyvinvointiin panostamalla työturvallisuuteen, työhyvinvointiin sekä työssä jaksamiseen. Yhtiön päivittäiseen toimintaan kuuluu toimintojen kehittäminen ja yhtiö panostaa henkilökuntansa koulutukseen. Yhtiöllä on kova halu kehittyä ja varmistaa myös tulevaisuudessa menestymisen. (Novart Oy 2013)

3 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjaus on merkittävä osa yrityksen materiaalivirran hallinnassa, vaikka sitä ei usein logistiikan osa-alueeksi mielletäkään. Tuotannonohjaus on kaikkien niiden resurssien käyttöä, mitä tarvitaan, jotta saavutetaan tuotantotavoite. Näitä resursseja ovat tuotesuunnittelu, tuotannon suunnittelu, materiaalin- ja valmistuksenohjaus, tuotannon seuranta sekä kehittäminen. Ydin tehtävänä tuotannonohjauksella on sovittaa yhteen kysyntä ja tuotannon mahdollisuudet. (Hokkanen 2006, 208–209.)

3.1 Tuotannon imuohjaus ja varastointi

Tuotannon imuohjauksen periaate on ohjata tuotantoa toteutuneiden asiakas-tilausten perusteella. Imuohjautuva tuotanto ei valmista tuotteita varastoon, vaan suoraan tilauksesta toimitettavaksi asiakkaalle. Siksi sitä kutsutaan myös tilausohjautuvaksi tuotannoksi (Make-To-Order, MTO) Tilausohjautuva tuotanto on hyvä valinta silloin, jos valmiin tuotteen varastointi on kallista, tuote pilaantuu herkästi, myyntiennusteiden teko on vaikeaa tai tuotteet ovat räätälöityjä tai monimuotoisia. (Kaivosoja 2016, 23.)

Tilausohjautuvan tuotannon tärkeimpiä toimintaperiaatteita ovat asiakasvaatimuksia lähvemmät tuotantotavat sekä tuotannon kapasiteetin kvkv ioustaa

Asiakkaan tilaus synnyttää tilauspisteen tuotantoon. Tilauspiste tulee sijoittaa tuotantoon tuotannon toimitusaikojen sekä asiakkaan toimitusaikavaatimuksien puitteissa. Tällöin päätetään tilauksen sijoittaminen tuotannon alku- tai loppupäähän, riippuen siitä mikä on asiakkaan toimitusaikavaatimus. Jos tuotteen tuotannon toimitusaika on kaksi viikkoa ja asiakkaan toimitusvaatimus on vain yksi viikko, tulee tilauspiste sijoittaa tuotannon loppupäähän. Jos taas toimitusaikavaatimus on yli tuotannon toimitusajan, tulee tilauspiste sijoittaa tuotannon alkupäähän. Joustava tuotannon kapasiteetti tarkoittaa tuotantokapasiteetin joustamista asiakaskysynnän mukaan. Kapasiteetin on tärkeä pystyä joustamaan kasvaneen kysynnän tilanteessa, jotta voidaan vastata toimitusaikavaatimukseen myös tilanteissa, joissa kysyntä kasvaa. Muuton kasvaneeseen kysyntään voidaan vastata tuottamalla lopputuotteita varastoon. Toisaalta tuotannon on tärkeä pystyä joustamaan. (Kaivosoja 2016, 23.)

Karruksen (2006) mukaan tilausohjautuva tuotanto ei ole sama asia kuin imuohjautuva tuotanto. Imuohjauksessa tuotanto on virtautettua. Virtautetun tuotannon työpisteillä sijaitsee pienet puskurivarastot ja työpisteiden välillä sijaitsee siirtoeriä. Työpisteissä imuohjaus syntyy tilauksesta, jonka tuottaa seuraava työpiste. Tilausohjautuvassa tuotannossa valmistetaan tyypillisesti yksi tilaus kerrallaan valmiiksi. (Karrus 2006, 54.)

3.2 Logistiikka

Hokkanen ym. (2011) kertoo, miten käsitteelle *logistiikka* on olemassa niin monta eri määritelmää, kuin on määrittelijöitä. Miettinen (2001) määrittelee logistiikan seuraavalla tavalla:

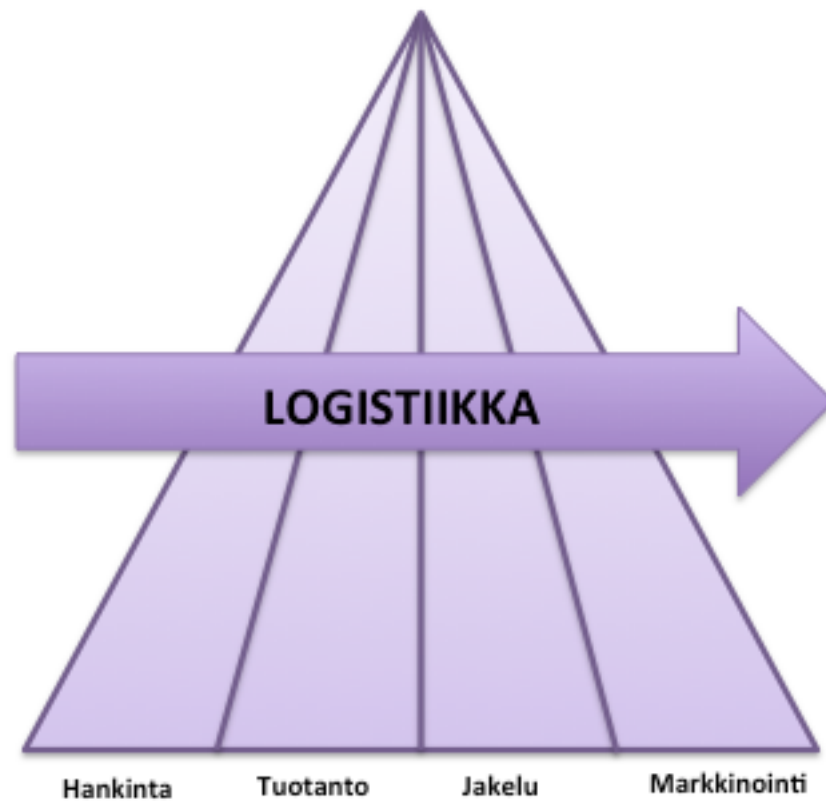
”Logistiikka on tavaran hankintaan, valmistukseen ja jakeluun liittyvät materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen hallintaprosessi, jonka päämäärä on parantaa yrityksen tuottoa kehittämällä asiakkaille lisäarvoja parantamalla materiaali-toimintojen kustannustehokkuutta sekä lisäämällä kierrätystä.” (Miettinen 1993, 67.)

Sanan logistiikka etymologialla on juuret jo antiikin Kreikassa. Logistiikkaa terminä on käytetty vahvasti kuvaamaan sodankäynnin strategista ja taktista suunnittelua ja termiä on historiassa käytetty myös kuvaamaan huoltojoukko-

jen sekä taisteluvälineosaston toimintaa. Jo vuonna 1915 Harvard Business Schoolin professori Arch Shaw kirjoitti siitä, minkälainen vaikutus logistiikalla on yrityksen toimintaan, mutta vasta vuonna 1950 logistiikka-termi tuli yleisesti käyttöön myös yritysmaailmassa. Logistiikasta on kehittynyt 2000-luvulle tultaessa erittäin tärkeä osa liiketoiminnan strategiaa, ja yrityksen onnistunut logistiikkastrategia on kilpailuetu asiakaslähtöisessä yritystoiminnassa. Onnistunut logistiikka on tie menestykseen. (Hokkanen ym. 2011, 11–12.)

Myös Karruksen (2001) mukaan logistiikka on käsitteenä suhteellisen tuore ja se on kehittynyt kuvaamaan tehtäviä, joita tarvitaan koordinoimaan materiaalivirtoja. Materiaalivirtojen koordinointi vaatii, että ymmärretään tuotannon, raaka-ainevirtojen, informaatiovirtojen sekä jakelun ja palvelujen muodostama kokonaisuus. Tämän kaiken rinnalla on myös osattava kehittyä teknologian sekä kilpailun mukana sekä ottaa huomioon taloudelliset sekä lailliset aspektit. (Karrus 2001, 12–13.) Logistiikan voidaan sanoa olevan osa miltei kaikkia yrityksen toimintoja.

Logistiikka yhdistää yrityksen eri toiminnot, kuten hankinta, tuotanto, jakelu ja markkinointi, keskenään toimiviksi prosessiksi ja näin luo yrityksen arvoketjun (kuva 1). Toimintojen yhteistyöllä on suora vaikutus logistiikan kustannuksiin sekä palvelutasoon. (Karrus 2001)

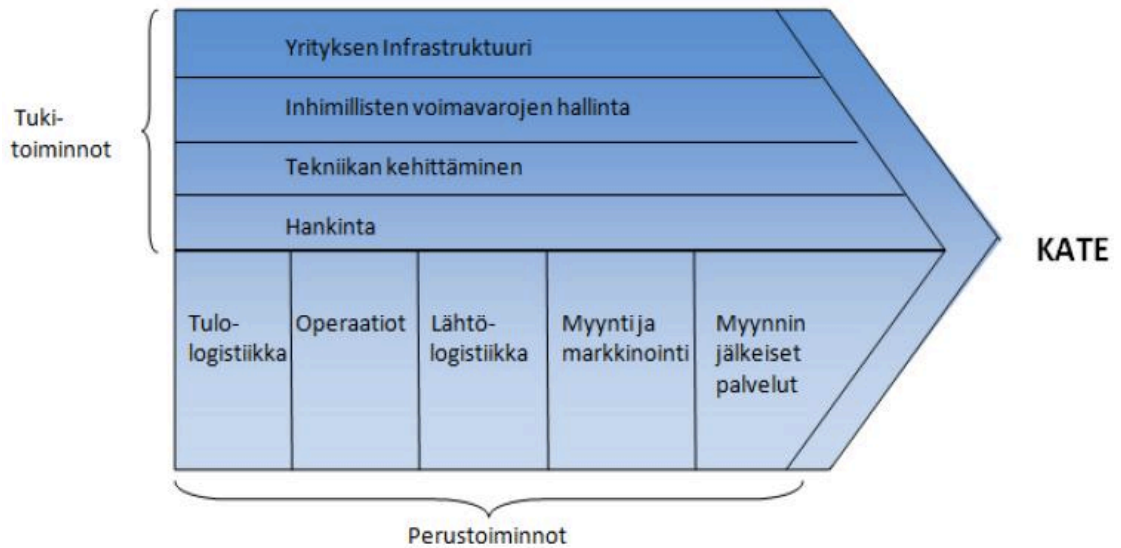


Kuva 1. Yrityksen perustoiminnot ja logistiikka (Karrus 2001)

Yhdysvaltalainen järjestö The Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) määrittelee Karruksen (2001) mainitseminen yrityksen toimintojen, eli varastoinnin, liikuttelun ja käsittelyn sekä viestinnän, kuuluvan logistiikkakanavan toimintaan. Logistiikkakanavalla CSCMP tarkoittaa joukkoa eri toimijoita, joiden tarkoitus on tehostaa tavaravirtaa. Järjestö on myös määritellyt logistiikkahallinnolle kuuluvat tehtävät seuraavanlaisesti: logistiikkahallinnon tehtävänä on suunnitella, toteuttaa ja ohjata tuotteisiin, palveluihin ja informaatioon liittyviä tulo- ja lähtövirtoja aina tuotteen, palvelun tai informaation alkupäästä tai raaka-ainelähteestä loppukuluttajalle. (Hokkanen ym. 2011, 12.)

3.3 Logistiikan arvoketju

Arvoketju on Michael E. Porterin vuonna 1985 luoma prosessimalli yrityksen toimintojen kokonaisuudesta. Arvoketjussa on esitettyä tuotteen tai palvelun virta yrityksen sisällä, jalostuminen eteenpäin sekä toiminnot, joita tähän prosessiin tarvitaan (kuva 2). (Hokkanen ym. 2011, 19.)



Kuva 2. Porterin arvoketju (Porter 2006, 78)

Porter on jakanut yrityksen toiminnot perus- ja tukitoiminnoiksi. Perustoimintoihin kuuluvat tulologistiikka, operaatiot (tuotanto), lähtölogistiikka, myynti ja markkinointi sekä jälkimarkkinointi. Tulologistiikka käsittää mm. tavaran vastaanoton, tarkistamisen sekä varastoon siirron. Operaatiot käsittävät mm. tuotesuunnittelun, tuotannon, keskeneräisen tuotannon sekä näiden prosessien välisen siirron. Lähtölogistiikkaan kuuluu varaston keräily, pakkaus, lähetys sekä rahtiasiakirjojen laatimisen. Myynnin ja markkinoinnin toimintojen alle kuuluvat mm. markkinointisuunnittelu, tuotesuunnittelu sekä myyntitoiminnot. Myynnin jälkeisillä palveluilla tarkoitetaan jälkimarkkinointia, joka käsittää asiakassuhteen ylläpidon reklamaatiotilanteissa. Jälkimarkkinointiin kuuluu myös tuotteen elinkaaren maksimointi. Näillä toiminnoilla on tavoitteena ylläpitää asiakastyytyvyyttä. (Hokkanen 2011, 19–20.)

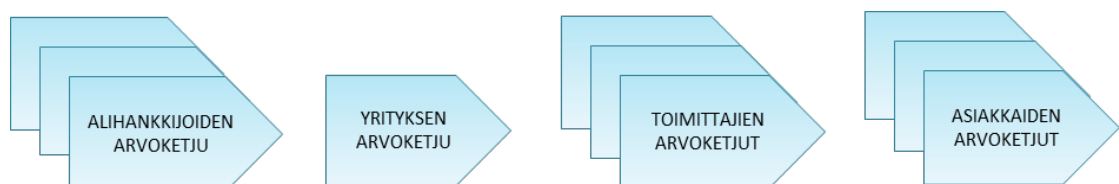
Tukitoimintoihin kuuluvat yrityksen infrastruktuuri, ihmisten voimavarojen hankinta, eli henkilöstöressurssien hallinta, tekniikan kehittäminen sekä hankinta. Yrityksen infrastruktuurilla tarkoitetaan itse liiketoimintaa tukevia perusteita, eli tuotanto- ja toimitilat, tieyhteydet sekä informaatiokanavien toiminta. Henkilöstöressurssien hallinnalla tarkoitetaan yrityksen henkilöstöpolitiikkaa, henkilöstöhallintoa, rekrytointikäytäntöjä sekä työterveyden palveluja. Tekniikan kehittäminen pitää sisällään tuotannossa käytettävien koneiden ja laitteiden kunnan ylläpitoa, mutta myös tietojärjestelmien ajantasaisuudesta huolehtiminen on osa tekniikan kehittämistä. Hankintatoimi kattaa hankinnat raaka-

ainehankinnoista puolivalmisteiden ja osahankintojen kautta toimistotarvikkeiden hankintaan. Hankintatoimin nähdäänkin yhtenä yrityksen tärkeimmistä tukitoimista. Tukitoimien pääasiallinen tarkoitus on turvata perustoiminnot ja näin osaltaan varmistaa yrityksen toiminta. (Hokkanen ym. 2011, 19–20.)

Porterin arvoketju havainnollistaa erinomaisesti miltei minkä tahansa teollisuuden alan yrityksen sisäiset toiminnot. Kun yhdistetään kaikkien tuotteen tai palvelun jalostamiseen ja toimittamiseen tarvittavien osapuolien arvoketjut, saadaan muodostettua logistinen toimitusketju, Supply Chain. (Hokkanen ym. 2011, 19–20.) Kuitenkin yrityksen strategia vaikuttaa arvoketjussa näkyvien toimintojen tärkeyteen. Jo sillä, myydäänkö tuotetta vai palvelua, on merkitys siihen kannattaako yrityksen panostaa tekniikan kehittämiseen vai myynnin ja markkinoinnin toimiin. On tärkeää korostaa sitä, miten yrityksen perus- ja tukitoimia hiomalla ja kehittämällä voidaan parantaa yrityksen kilpailuetua markkinatilanteissa. (Porter 2006, 78–79.)

3.4 Arvojärjestelmä

Porterin (2006) mukaan arvoketjuja yhdistämällä luodaan arvojärjestelmä. Yrityksen oma arvoketju sisältyy arvoketjuvirtaan, johon sijoittuvat kaikki yrityksen kanssa toimivat sidosryhmät, eli esimerkiksi alihankkijat, raaka-ainetoimittajat ja jakelijat (kuva 3). Myös asiakas muodostaa oman arvoketjun osan arvojärjestelmässä: asiakkaan ostamat tuotteet tai palvelut ovat hankintoja, joita asiakas itse hyödyntää. (Porter 2006, 80.)



Kuva 3. Porterin arvojärjestelmä (Porter 2006)

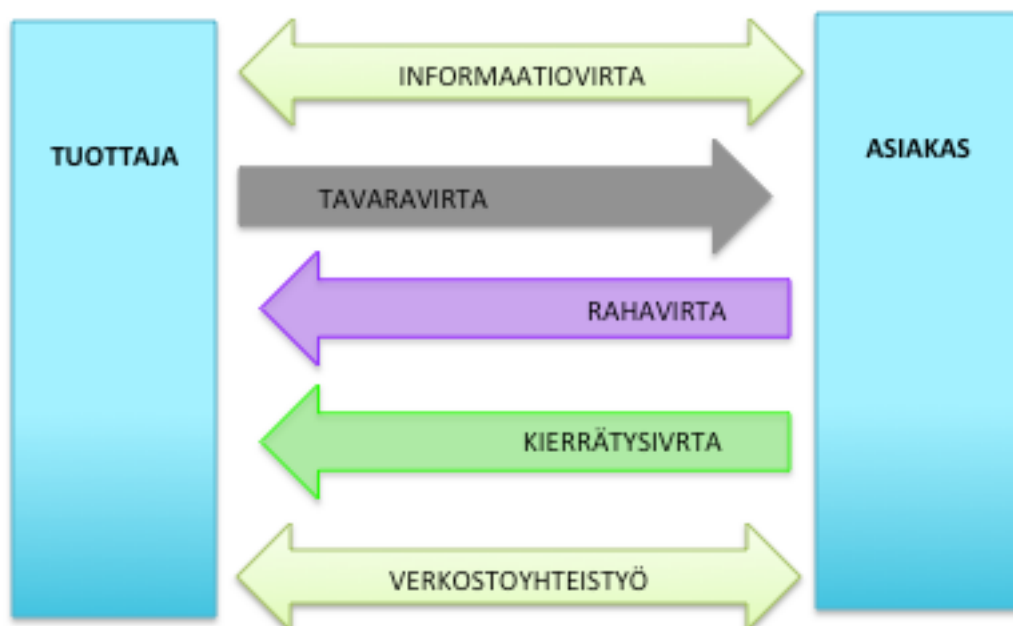
Hyvä arvojärjestelmän hallinta antaa kilpailuedun yritykselle. Järjestelmän si-
dokset liittyvät yhteen yrityksen toimintojen kanssa ja luovat riippuvuussuhteita
toisiinsa. Onnistuneella toimintojen optimoinnilla ja koordinoinnilla yritys voi
luoda kilpailuetua suhteessa muihin yrityksiin ja kotimaisten hankkijoiden ja

asiakkaiden kanssa hyvin hyödynnetty sidostointi tuo kilpailuetua erityisesti kotimaan markkinoilla. (Porter 2006, 80-81.)

Hokkanen ym. (2011) taas kuvailee Porterin (2006) arvojärjestelmän hieman eri tavalla korostaen eri toimintojen tuomaa kustannuslisää tuotteen tai palvelun lopulliseen arvoon. Termiä ei ole kuvattu suoraan järjestelmäksi, vaan logistiseksi prosessiksi, jonka jalostetaan tuotteen arvoa eteenpäin. Hokkanen ym. (2006) kuitenkin korostaa, että logistisen prosessin toimintojen kehittäminen yritysten välisessä yhteistyössä laskee turhia kustannustekijöitä ja vaikuttaa näin monen eri yrityksen talouteen.

3.5 Tavara- ja informaatiovirrat

Logistiikassa on kaksi perusvirtaa, materiaalin virta sekä informaation virta. Informaatiovirta on aivan alkujaan ollut suullista, tuotteen tai palvelun tarve ja toimitusaika ja -paikka on ilmaistu suullisesti. Yhteiskunnan kehittyessä myös informaation kulkuväylät ovat kehittyneet ja laajentuneet paikallisista globaaleihin toimijoihin. Perinteisesti informaatiovirta on ajateltu vain yksisuuntaiseksi, asiakkaalta tuottajalle, mutta yhteydenpito ja kommunikointi tuottajalta asiakkaalle tekee informaatiovirran kaksisuuntaiseksi (kuva 4). Logistiikan virroista informaation virta on kaikista tärkein, sillä sen kautta hallitaan koko yrityksen toimintaa raaka-ainehankinnoista maksusuorituksiin. (Hokkanen ym. 2011, 14.)



Kuva 4. Logistiikan virrat. (Hokkanen ym. 2011)

Hokkasen ym. (2011) mukaan materiaalivirta tarkoittaa fyysistä, käsin koskeltavaa materiaalin virtaa, mutta myös palvelua. Tilauksen toteutus on materiaalivirtaa. Materiaalivirta kulkee tuottajalta asiakkaalle. Rahavirta taas kulkeutuu asiakkaalta toimittajalle ja on liiketoiminnan sekä yrityksen tukemisen kannalta tärkein virta. Kuitenkin raha, jota tarvitaan investointeihin, jotta tuottaminen onnistuu, tulee pankeilta tai sijoittajilta. Logistista virtaa tarkastellessa rahavirran katsotaan kulkevan yhteen suuntaan, eli asiakkaalta tuottajalle. (Hokkanen ym. 2011, 14.)

Kestävän kehityksen ajattelun myötä logistiikan virroista kierrätysvirta on osa nykyaikaista logistiikkaa. Muuttunut tilanne raaka-aineiden saatavuudessa sekä päästöjen vaikutus ympäristöön on kehittänyt kierrätysvirran osaksi logistiikkaa. Tuottamiseen käytettyä energiaa sekä jalostamatonta raaka-ainetta pystytään säästämään kierrätyksen sekä uusiokäytön avulla. (Hokkanen ym. 2011, 14-15.)

3.6 Tilaus-toimitusketju

Kuten johdannossa jo mainittiin, tilaus-toimitusketju on joukko yrityksiä, jotka yhteistyössä keskenään mahdollistavat tuotteiden, informaation, palvelun tai rahan liikkumisen (Sakki 2014, 4). Toimitusketjussa virta kulkee yhteen suuntaan, tuottajalta lopulliselle kuluttajalle ja käynnistyäkseen se tarvitsee kysyntää. Kysynnän informaatio taas kulkee toimitusketjun virrassa päinvastaiseen suuntaan. (Sakki 1999, 20) Näin toimitusketju ja kysyntä muodostavat tilaus-toimitusketjun.

Tavaroiden käsittely, siirtäminen ja varastointi ovat logistisia tapahtumia, jotka ovat avainasemassa tilaus-toimitusketjussa, mutta sitä hallitakseen tulee ottaa osaksi myös informaatiiovirta tilaus-toimitusketjussa. Informaatiiovirta on kaikki tavaroihin liittyvien tietojen virtaa, kuten tilaustietojen, tuotteen tietojen sekä maksuvirtojen tietojen käsittelyä. (Sakki 2014, 10) Toimitusketjun hallinta (Supply Chain Management, SCM) on koko toimitusketjun sisällä virtaavien materiaalien, informaation ja rahan liikkumisen johtamista, suunnittelua ja ohjausta. Kaipia (2009) korostaa informaatiovirran tärkeyttä ja sen vaikutusta toimitusketjuun. Toimitusketjun osapuolien keskinäinen tiedon jakaminen on

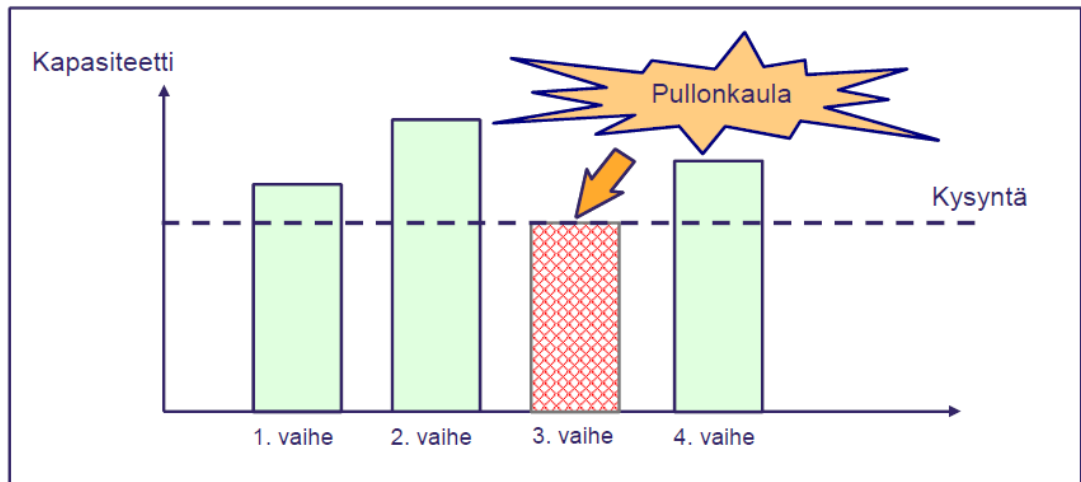
avainasemassa, kun halutaan saada ketju toimimaan tehokkaasti. Perinteisesti informaation virta on kulkenut materiaalivirran vierellä. Tilanne saattaa olla, että toimitusketjun informaatio on pirstaloitunutta ja se saattaa sisältää osittain turhaa tietoa. Tehostamalla informaation kulkua, käyttämällä kehittyneitä ohjelmia, saadaan monelle eri kanavalle levittäytynyt informaatio valjastettua yhteen tehokkaaseen pakettiin ja pystytään toimimaan tehokkaasti. Toimitusketjua parantavia päätöksiä on helpompi tehdä, kun tieto, jonka perusteella päätökset tehdään, on kattavaa ja löytyy yhdestä paikasta. (Kaipia 2009, 144–162.)

Toimitusketjun hallinnassa painotetaan luotettavuutta, läpinäkyvyyttä ja aikaa. Tämän ajattelun tarkoituksena on luoda asiakkaalle arvoa, kun ketjun osapuolet toimivat yhteistyössä keskenään. Kun kysynnän merkitys ja tieto ovat korostettuina toimitusketjussa, puhutaan kysyntäketjun hallinnasta (Demand Chain Management, DCM). Kysyntäketjussa kysyntä on lähtöisin asiakkaalta. Asiakkaiden kysynnän ennustaminen on kysyntäketjussa tärkeää pystyä tekemään, sillä huono ennustus voi aiheuttaa toimitusketjun huonon suorituskyvyn. (Ritvanen ym. 2011, 23.)

Työssä tilaus-toimitusketjun osapuolia ovat työpöytäsovalmistuksen tuotantolinjat sekä lähettämö. Vaikka työpöytäsovalmistuksen kysyntä ei alunperin synny lähettämössä, vaan asiakkaan tilauksesta, on lähettämö ja työpöytäsovalmistuksen tuotantolinjat tiiviissä yhteistyössä keskenään ja lähettämö on tehtaan sisällä asiakas. Yhteistyön ja siinä kulkevan informaation tärkeys ilmenevät ongelmatilanteissa, joita tämän opinnäytetyön on tarkoitus kartoittaa ja ratkaista.

3.7 Pullonkaulailmiö

Pullonkaulailmiö ilmenee prosessissa silloin, kun siinä on pysähdyksiä ja niiden kohdalle alkaa muodostua jonoa. Prosessi ei siis voi virrata tasaisesti eteenpäin, vaan pullonkaula jarruttaa prosessia. (Modig ym. 2013, 37–39) Pullonkaulailmiö siis syntyy, kun prosessin kaikki eri vaiheet eivät ole tasapainossa keskenään (kuva 5).



Kuva 5. Pullonkaulailmiö tuotannossa (EFESO 1999-2015)

Prosessit, joissa pullonkaulailmiö tapahtuu, ovat yleensä prosesseja, joissa kaksi tyypillistä piirrettä: ennen pullonkaulaa muodostuu jono ja pullonkaulan jälkeiset prosessivaiheet eivät tule kokonaan hyödynnetyiksi, koska ne joutuvat odottamaan, että edellinen prosessin vaihe on valmis ja tuote tai palvelu voi siirtyä eteenpäin. Pullonkaulailmiölle on hyvin ominaista se, että sitä ei voi poistaa. Sen ilmenemistä prosessissa voidaan tyypillisesti vain siirtää. Pullonkaulailmiön syitä on yleensä kahdenlaisia: prosessin vaiheet on tehtävä tietyssä järjestyksessä ja se, että prosessin sisällä tapahtuu vaihtelua. Eli eri prosessien vaiheet eivät vie yhtä kauan aikaa. (Modig ym. 2013, 37–39.)

Tuotanto, jonka tuotantojärjestelmä toimii linjoittain, kutsutaan virtautetuksi tuotannoksi. Virtautetun tuotannon linjojen sisällä ei ole varastoja, eli tuotanto etenee virtaviivaisesti. Linja kuormittaa itsensä ja tuotannonohjauksessa huomio on kohdistunut koko tuotantolinjaan. (Miettinen 1993, 53.) Työ tehdään tehtaalle, jonka tuotanto on toimii virtautetusti, eli tuotanto kuormitetaan linjoittain. Pullonkaula tehtaan tuotannossa syntyy, kun tuotantolinjojen ajoitus ei ole onnistunut. Jos pullonkaulailmiön syntymistä ei voi estää, on pohdittava sen syntypaikan siirtämistä jonnekin toisaalle prosessissa, mahdollisesti sellaiseen prosessin vaiheeseen, joka ei hankaloita tuotannon toimintaa.

4 LEAN -AJATTELU

Kaikki lähti liikkeelle Taiichi Ohnosta, joka vuonna 1932 aloitti uransa Toyota-konsernissa. Ohno kehitti Toyotan tuotantofilosofiaa 60 vuoden ajan, ja antoi

tälle filosofialle, yhdessä Toyotan perustajan Kiichiro Toyodan serkun kanssa, nimen *Toyota Production System, TPS*. Vuonna 1980 tutkijat kiinnostuivat Toyotasta ja antoivat toimintafilosofialle nimen *Lean*. Lean on siis käsitteenä luotu TPS:stä, mutta TPS ja Lean ovat kuitenkin kaksi eri käsitettä. (Modig 2013, 77–78.)

Vuonna 1937 Kiichiro Toyoda perusti Toyota Motor Companyn, jonka liikeideana oli valmistaa autoja Japanin markkinoille. Toisen maailmansodan jälkeen, teollisuuden jälleensuorauttamisen aikana Toyota Motorin edustajat matkustivat muun muassa Yhdysvaltoihin tutustumaan paikalliseen autoteollisuuteen ja hakemaan ulkomailta ideoita, miten kehittää omaa toimintaa Japanissa. (Modig ym. 2013 70) Japanin autoteollisuuden tuottavuus oli 1/9 Yhdysvaltojen tasosta, joten vastauksia oli saatava kysymykseen, miten eroa voidaan kaventaa (EFESO 2016). Vierailun aikana Toyota Motorin edustajia ihmetytti tuotantolaitoksen varaston suuruus sekä se, että valmiita tuotteita piti korjata ennen kuin ne voitiin päästää tuotantolinjoilta eteenpäin. Tämän innoittamana kehitettiin *just-in-time*-filosofia. Just-in-time-filosofian mukaan valmistetaan tuotteita vain sen verran mikä on tarpeen, ei lainkaan varastoon. (Modig ym. 2013, 70–71.)

Heti toisen maailmansodan jälkeen Japanin valtio kärsi resurssipulasta. Tokion yliopiston professori Takahiro Fujimoto kuvaili Japanissa olleen vallalla niukkuuden talous, ja resurssit, joista oli eniten pulaa, olivat raaka-aineet, teknologia, sekä taloudelliset resurssit. Niukkuuden talous ajoi yrityksen kehittämään tehokkuutta toiminnoissaan. Toyota reagoi keskittymällä virtaustehokkuuden kehittämiseen. Resurssipulan seurauksena haluttiin tehdä oikeita asioita, eli valmistaa oikeita tuotteita oikea määrä ja oikeaan aikaan. (Modig ym. 2013, 72.)

Leanin takana on ajatus jatkuvasta toiminnan kehittämisestä. Leanin avulla tehdyistä toimenpiteistä saa nopeasti tiedon siitä, onko hukkan hävittäminen yrityksen toiminnoista onnistunut. Lean -ajattelun takana ei ole tehostaa toimintaa työpaikkojen kustannuksella, vaan ennemminkin luoda niitä lisää. (Womack ym. 2003, 15.)

4.1 Tuotanto

Lean-filosofian mukaan tuotannosta on tavoitteena tehdä tasaisesti virtaavaa, 100 %:sti lisäarvoa tuottavaa sekä virheetöntä. Tavoitteena on poistaa tuotantoprosessista kaikki turhat arvoa tuottamattomat vaiheet ja saada tuotanto virtaamaan tasaisesti. (Rother 2011, 40.) Tämän takia yritysten tulee määrittää, mikä prosessissa on se arvo, mitä tuotetaan. Prosessin arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta on erinomaisen tärkeää, mutta asia joka saattaa jäädä ymmärtämättä. Sillä asiakas on valmis maksamaan ainoastaan arvoa tuottavasta toiminnasta, eli siitä, mikä vie ja jalostaa asiakkaan ostamaa tuotetta tai palvelua eteenpäin (Womack ym. 2003, 16-19). Arvon määrittämisen lisäksi pitää määrittää arvovirta prosessissa. Prosessi on minkä tahansa tuotteen tai palvelun polku, jonka se kulkee suunnittelusta loppukäyttäjälle saakka. Prosessin arvovirran määrittäminen auttaa sen parissa työskenteleviä tunnistamaan virran heikkoudet ja vahvuudet sekä parantamaan sitä. Prosessin arvon ja sen virran määrittelyn jälkeen on tehtävänä saada arvo virtaamaan prosessissa. Arvovirtaa tarkastelemalla ja pohtimalla voidaan kehittää arvovirtaa ja saada arvoa tuottavat toiminnot virtaamaan keskenään. Tämän tekemällä voi huomata että hyvin yleinen ja suosittu tapa valmistaa tuotteita isoissa erissä ei välttämättä ole se tuottavin tapa. (Womack ym. 2013, 19–22.)

Vain arvoa tuottavan prosessin saavuttamiseksi luodaan visio, johon tähdätään. On mahdotonta, ja vaarallista, muuttaa kertaheitolla vallalla olevaa toimintatapaa niin, että se vastaa luotua visiota. Ajatuksena on siis luoda visio, jonka saavuttamiseksi matkan varrelle on luotu tavoitetiloija, jotka saavutettua voidaan taas jatkaa matkaa seuraavaan tavoitetiltaan, ja niin edelleen. Vision ei välttämättä pidä toteutua. Jo tavoitetiloijen asettaminen ja niiden saavuttaminen kehittää toimintaa. (Rother 2011, 42–44.)

4.2 Hukka

Lean-filosofian mukaan kaikki toiminta, joka ei lisää arvoa tuotteeseen tai palveluun, on tehotonta toimintaa, eli hukkaa. Lean-ajattelun mukaan on olemassa seitsemää eri hukkaa. Nämä ovat liikatuotanto, turha odotus, tarpeeton liikuttelu, tarpeeton työ, tarpeeton varastointi, työntekijöiden tarpeeton liikkuminen ja liikkeet sekä työn tekeminen kahdesti virheiden takia. (EFESO 2016; Modia ym. 2013, 75.)

Liikatuotannon hukka on sitä, että tuotannossa valmistetaan enemmän kuin asiakas tarvitsee, eli liikaa. Jokaisen tuotantoprosessin tulisi tuottaa vain sen verran kuin on tarve ja vain sitä mitä asiakas tarvitsee. Turhan odottelun hukka on kaikki turha odotus tuotantoprosessissa. Tuotanto tulisi järjestää niin, että koneet ja työntekijät välttyisivät turhalta odottelulta. Tarpeettoman liikuttelun hukka on kaikkea tarpeetonta tuotteiden liikuttelua tuotannossa. Tätä tulisi välttää ja muutos, jota tarvitaan turhan liikuttelun poistamiseen voi olla muutos tehtaan tilaratkaisuissa. Tarpeettoman työn hukka tarkoittaa työskentelemistä tuotteen parissa enemmän kuin tarve tai asiakas vaatii. Tähän hukkaan voidaan luokitella myös liian kalliiden ja monimutkaisten laitteiden tai työkalujen käyttö tuotantoprosessissa. Tarpeeton varastointi hukkana sitoo pääomaa ja peittää todellisia ongelmia. Tarpeetonta varastointia voidaan välttää lyhentämällä aikaa, joka kuluu, kun koneella valmistettavaa tuotetta vaihdetaan. Työntekijöiden tarpeeton liikkuminen hukkana tarkoittaa liikkumista, jota voitaisiin välttää esimerkiksi työpisteiden uudelleensuunnittelulla niin, ettei työntekijän tarvitsisi liikkua työpisteeltään pitkiä etäisyyksiä, jotta saa työnsä tehtyä. Työn tekeminen kahdesti virheen takia on hukka, joka tapahtuu, kun tuotantoprosessin vaihe ei kykene tuottamaan virheetöntä tuotetta. Tavoitteena on siis pystyä tuottamaan tuotteita, jotka ovat virheettömiä, eikä lisätyövaiheita pääse syntymään tuotantoprosessiin. (Modig ym. 2013, 75.)

Hukat voidaan luokitella niiden vakavuusasteen mukaan, jolloin odottelun voidaan ajatella olevan hukista vähiten vahingollinen ja liikatuotannon olevan vahingollisin. Kun tuotteita tehdään liikaa, se luo tuotantoprosessiin jo itsessään lisää hukkaa, kuten odottelua, tarpeetonta tuotantoa, tarpeetonta varastoa sekä tarpeetonta liikuttelua. Hukista vähiten vahingollisin voidaan ajatella olevan odottelu, sillä se on ainoa hukka, jonka aikana työntekijällä on mahdollisuus havaita arvoa tuottamatonta toimintaa tuotannossa ja kehittää sitä. (EFESO 2016) Pahin hukan muoto on yliprosesointi, koska se itsessään luo lisää hukkaa, kuten varastoa ja odottelua (Lean Manufacturing Tools 2017).

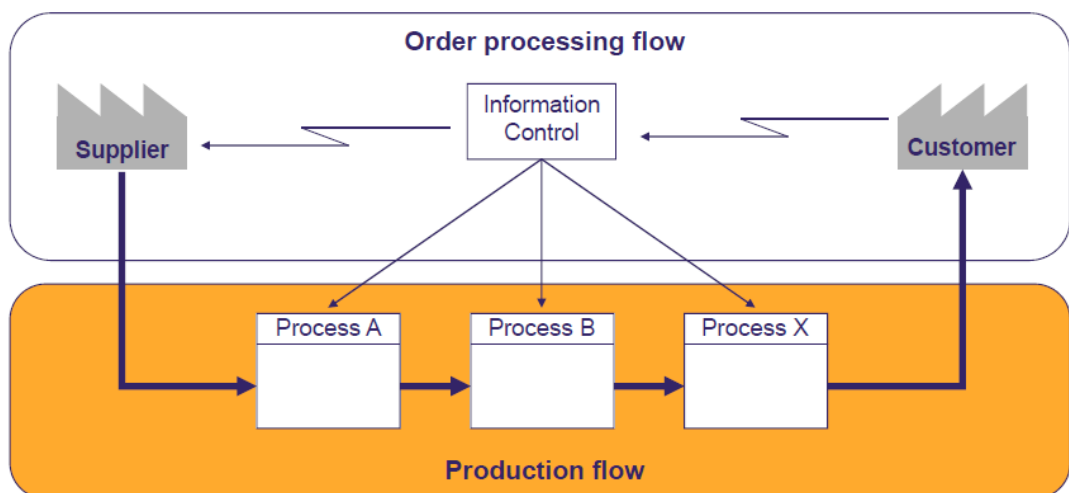
Hukka on siis mikä tahansa resursseja kuluttava toiminto, joka ei tuota arvoa asiakkaalle. Tavoitteena on tunnistaa hukka, ymmärtää sen luonne, tunnistaa hävikki tuotannossa ja näin eliminoida hukka. (EFESO 2016)

4.3 LEAN –TYÖKALUT

Tässä luvussa käsitellään Lean-filosofian mukaisia työkaluja ja menetelmiä, jotka ovat tarkoitettuja ongelmatilanteiden ratkaisuun ja joita käytettiin tutkimustyössä. Työkaluja on perinteisesti käytetty ongelmanratkaisuun tuotannossa, mutta niitä voi soveltaa myös logistiikkaan, ostoon ja liiketoimintaprosesseihin (EFESO 2016). Työkalut ovat erinomaisia apukeinoja kun halutaan kartoittaa prosessin nykytila, hukat sekä kehitysmahdollisuudet.

Arvovirtakartoitus eli VSM

Arvovirtakartoitus eli VSM on työkalu, jota käytetään, kun halutaan kartoittaa prosessin nykytila. Arvovirtakartoituksen tarkoituksena on kartoittaa prosessista hukat, laskea läpimenoaika, näyttää informaation kulku ja tuoda esiin prosessin arvoa tuottavien sekä arvoa tuottamattomien vaiheiden kestot (kuva 6).



Kuva 6. Arvovirtakartoituksen perusmalli (EFESO 2004-2015)

Arvovirtakarttaan kirjataan myös muu prosessin kannalta tärkeä informaatio, kuten esimerkiksi se, kuinka monessa vuorossa työvaihe on toiminnassa. (EFESO 2016)

GEMBA

Gemba on japania, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa ”varsinaista paikkaa”. Gemba-kävely toteutetaan kun halutaan saada tietoa siitä, mitä prosessi käytännössä pitää sisällään. Siinä mennään siis havainnoimaan paikan

päälle prosessin kulkua ja tehdään siitä muistiinpanoja. Gemba-kävely on toisin sanoen havainnointia. Gemba on hyvä suorittaa useamman ihmisen ryhmässä ja näiden ihmisten joukossa olisi hyvä olla sellaisia henkilöitä, jolle prosessi on ennalta täysin tuntematon; näin ennakoasenteet eivät estä uusien havaintojen ja oivallusten syntyä. Gemban tarkoitus ei siis ole löytää virheitä ihmisten tekemisissä. Gemba-kävelystä saadut tiedot siirretään usein arvovirtakarttaan. (EFESO 2016)

Virtausindeksi

Virtausindeksi laskemalla saadaan arvo, jota seuraamalla voidaan havainnoida prosessin nykytila sekä prosessiin tehtyjen muutosten vaikutukset. Virtausindeksin laskemiseen tarvitaan tieto tuotannon läpimenoajasta sekä tuotannossa tapahtuvan arvoa lisäävästä ajasta. (EFESO 2016) Arvoa lisäävä aika on aikaa, jota käytetään tuotteen jalostamiseen kohti sitä, mitä asiakas on tilannut (Leaniksi 2012). Virtausindeksi voidaan määrittää kaavasta 1.

$$\frac{\text{Tuotannon läpimenoaika}}{\text{Arvoa lisäävä aika}} \quad (1)$$

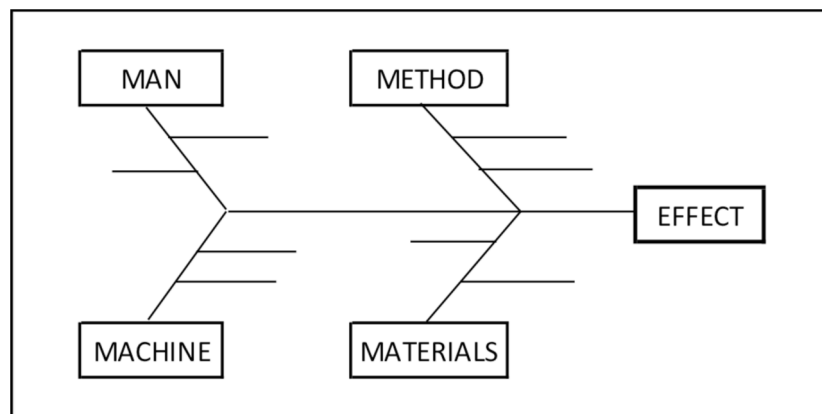
Ihannearvo virtausindeksille on yksi, hyvä arvo on kolmesta viiteen ja tyypillinen arvo on välillä kymmenen ja sata, mutta voi olla enemmänkin. (EFESO 2016)

Läpimenoaika

Tuotannon läpimenoajan laskemiseksi tulee kartoittaa tuotantoprosessin eri vaiheiden kesto. Tapauksesta riippuen läpimenoajan laskeminen aloitetaan tilauksen synnystä toimitukseen asiakkaalle saakka. Läpimenoaika on se aika joka tuotteella tai tilauksella menee kunnes se toimitetaan asiakkaalle. Läpimenoaika sisältää arvoa tuottamattoman ja tuottavan ajan. (EFESO 2016) Tutkimustyössä läpimenoaika lasketaan siitä hetkestä kun tuote poimitaan tuotannonsuunnitteluun siihen hetkeen kun se kuitataan lähetetyksi.

4M

4M ongelmanratkaisutyökalu, jonka tarkoituksena on löytää ja sijoittaa prosessin ongelmat tai hukat neljään eri kategoriaan. Työkalun päähän sijoitetaan ongelma tai tilanne, josta halutaan saada selville siihen vaikuttavat, tai mahdollistavat, tekijät ongelmatekijöittäin. Työkalun nimen luku 4 kuvaa mahdollisten ongelmatekijöiden lukumäärää ja kirjain *M* itse tekijöitä, eli Tapa (Method), Ihminen (Man), Kone (Machine) ja Materiaali (Material) (kuva 7).

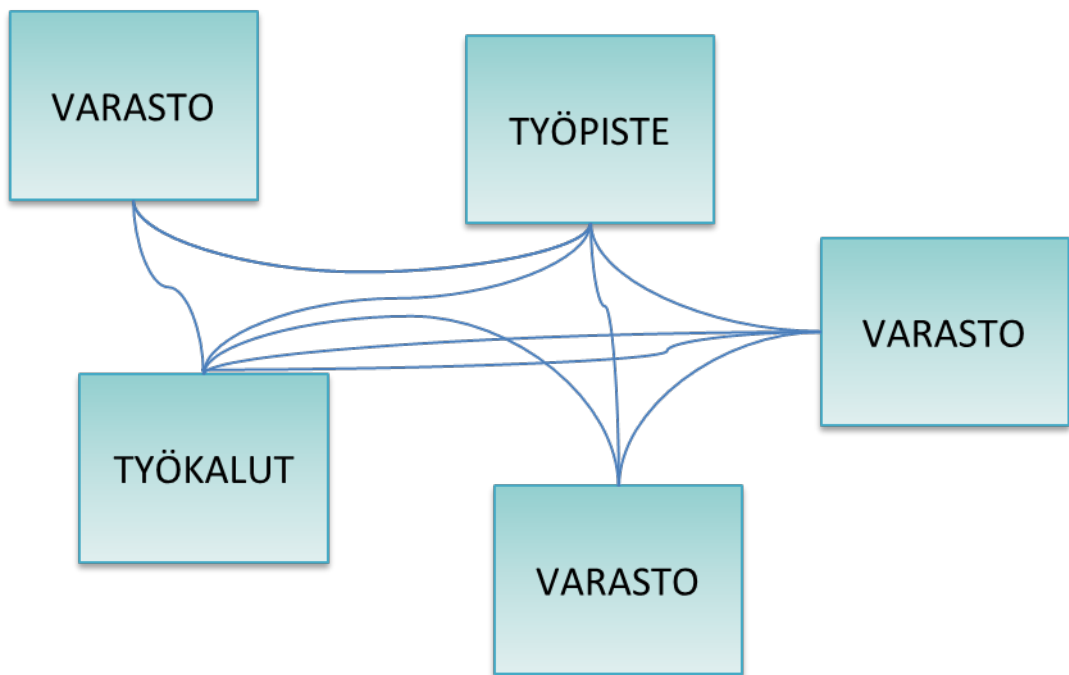


Kuva 7. 4M-työkalun perusrakenne. Luotu mukailien 4M-teoriaa.

4M tunnetaan myös nimellä kalanruotoanalyysi, sillä työkalua käytettäessä se tehdään yleensä kalanruotomalliin. Analyysia tehdään aivoriihen omaisesti. Kategorioihin sijoittamalla voidaan hahmottaa hukan tai ongelman luonne ja se, mitä on mahdollista tehdä sen eliminoimiseksi. (EFESO 2016)

Kulkukartta

Kulkukartta, eli spagetti-kuvaaja tehdään kuvaamaan prosessin sisällä tapahtuvaa liikettä sekä materiaalivirtaa. (Aalto Pro – Aalto University Professional Development 2017) Kulkukartan avulla kuvataan siis ihmisten liikettä prosessissa. Kulkukartan englannin kielinen nimi, *Spaghetti-diagram*, kuvaa erinomaisesti karttaa, kun aletaan ensimmäistä kertaa kuvaamaan prosessin sisäistä liikkumista; yleensä se muistuttaa spagettia kattilassa sen kaikessa sekkavuudessaan (kuva 8). Kulkukartan avulla nähdään oikeasti se, miten paljon liikettä prosessin sisällä tapahtuu.



Kuva 8. Kulkukartan perusmalli. Luotu mukaillen kulkukartan teoriaa.

Kulkukartan avulla nähdään oikeasti se, miten paljon liikettä prosessin sisällä tapahtuu. Kulkukartta avaa prosessia aivan eri tavalla kuin arvovirtakartta. Kulkukartan avulla voidaan nähdä se, miten esimerkiksi työpisteiden sijoittelua voitaisiin muuttaa, jotta vältetään turhalta liikkeeltä. Kulkukartta tehdään prosessin työntekijöiden kanssa ja karttaan merkitään eri värein eri työvaiheiden tai liikkeen tarkoitukset helpottamaan kartan analysointia. (Six Sigma Material 2017)

Yhden kohdan ohje (OPL)

Yhden kohdan ohjeen (One Point Lesson) periaate on olla nopeasti omaksuttava ja selkeä ohje toimintamallista. Yhden kohdan ohjeen voi laatia kuka tahansa organisaation sisällä, mutta toivottavaa on, että ohjeen laatii työntekijä tai tiiminvetäjä. Näin ohjeesta tulee tarpeen mukainen, kun sen laatii työtehtävän tunteva henkilö. Ohje on tyypillisesti visuaalinen. Ohje sisältää kuvia, jotka helpottavat uuden ohjeen omaksumista ja muistamista. (Manufacturing Global 2017; Plant Maintenance Resource Center 2017; The Maintenance Phoenix 2014)

Osaamismatriisi

Osaamismatriisissa kuvataan työntekijän sen hetkinen osaaminen ja roolin yrityksen sisällä (kuva 9).

Skills Training Matrix		<input type="radio"/> Can do generally <input type="radio"/> Certified <input type="radio"/> Can do well <input type="radio"/> Can do training		Factory Name:		Foreman:							
				By:		Date Updated:							
#	Operator Names	Processes										Current Date	Target Date

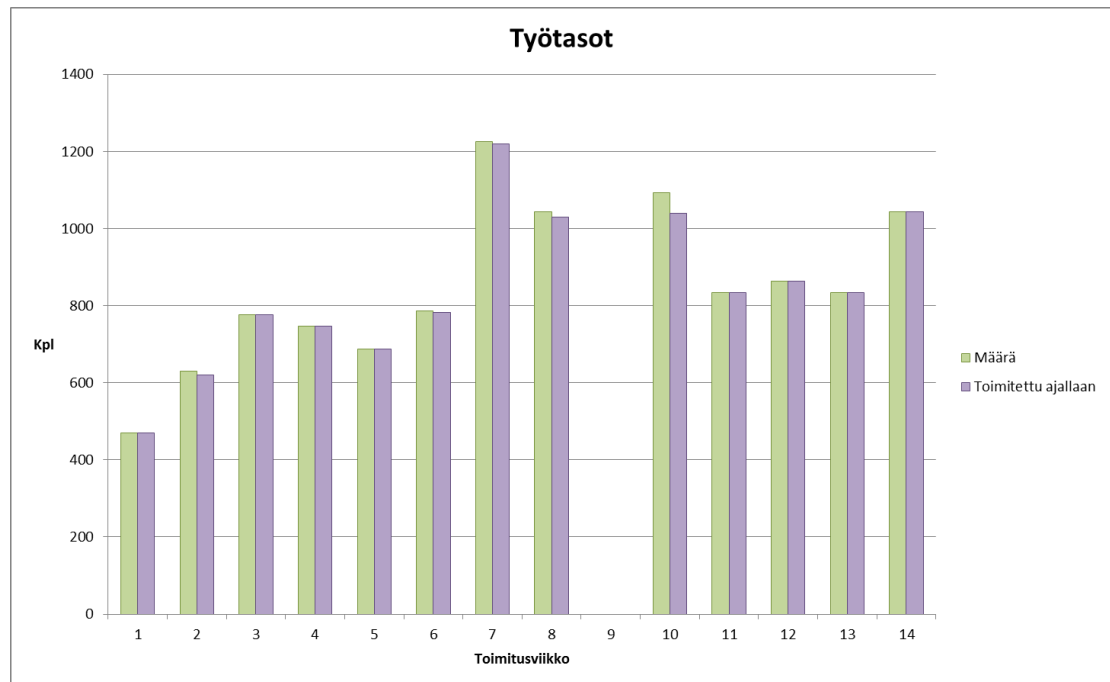
Kuva 9. Osaamismatriisi perusmalli. (Lean Enterprise Institute 2012)

Osaamismatriisissa käy myös ilmi työntekijöiden tulevat osaamisalueet, sillä siinä kuvataan myös suunnitellut osaamisalueiden laajennukset. Matriisilla voi olla myös työntekijöitä motivoiva vaikutus, kun on selvästi näkyvillä oma osaaminen ja tulevaisuuden kehitysmahdollisuudet. (Lean Lion Oy s.a.)

5 CASE NOVART – LEAN TYÖKALUJEN SOVELTAMINEN

Opinnäytetyö tehdään työpöytäsovalmistuksen tuotantolinjalle, sillä tällä tuotantolinjalla on vaikeuksia pysyä tuotanto-ohjelman aikataulussa. Linjasto jää usein tuotanto-ohjelmasta jälkeen ja tällä tavalla aiheuttaa vaikeuksia lähettämön sekä muiden tuotantolinjojen toimintaan. Tarkastelemalla työpöytäsojen tuotantolinjan toimitustäydellisyyttä, on hyvin vaikeaa huomata tuotantolinjan toiminnan ongelmat (Taulukko 1). Taulukkoa tarkastelemalla voi helposti itse prosessin toiminnan vaikeudet jäädä huomaamatta ja tulkita puutteet toimitustäydellisyydessä johtuvan esimerkiksi huonosta varaston hallinnasta tai raaka-aineen puutteesta, joka saattaa johtua raaka-aineen toimittajan vaikeuksista. Voi myös olla, että poikkeamat ovat niin pieniä, ettei niihin nähdä syytä puuttua.

Taulukko 1. Työpöytätasojen toimitustäydellisyys vuoden 2017 alusta: viikot 1–14.



Tuotantolinjan ongelmat ovat erittäin vahvasti havaittu juuri työntekijöiden kautta. Kun joudutaan tilanteeseen, jossa työpöytäsovalmistus on juuri ja juuri ajallaan tuotanto-ohjelmassa, lähettämön työntekijät joutuvat odottamaan tuotteita valmistuvaksi ja kulkeutuvaksi lähettämöön. Tämän jälkeen tuotteet lastataan heti suoraan konttiin. Näissä tilanteissa joudutaan usein pitämään muutoin valmiiksi lastattua konttia lastausluukulla ja siirtämään se kuljetukseen vasta, kun kaivattu työpöytäsova on valmistunut ja lastattu viimeisenä konttiin. Muutoin lastausluukulle olisi jo vaihdettu tyhjä kontti uusien tilauksien lastaamista varten. Jos tuotannossa on ruuhkaa, pitää kontti, mihin odotetaan puuttuvaa työpöytäsova, viedä konttikentälle. Kun työpöytäsova on saapunut lähettämöön, se pitää kuljettaa jalan konttikentällä olevaan konttiin tai kontti pitää ottaa saapuvan tavaran lastausluukulle työpöytäsovan lastaamista varten. On ollut myös tilanteita, joissa kuljetusliikkeen kuljettaja on joutunut odottamaan tehtaalla työpöytäsovan valmistumista ja lastausta ennen kuin on voinut lähteä toimittamaan tilausta asiakkaalle. Tätä toimintaa tehtaassa kutsutaan tilausten tai autojen ”paikkaamiseksi”.

Tilausten toimittaminen asiakkaille järjestetään niin, että kohdemyynnin tilauksia toimitetaan joka puolelle Suomea vaikka jokaisena päivänä viikossa, mutta jälleenmyynnin tilaukset toimitetaan tiettyinä päivinä ja tietyille alueille Suo-

messa. Eli Lappiin ajetaan yhtenä päivänä viikossa, Itä-Suomeen toisena päivänä viikossa, Etelä-Suomeen kolmantena ja niin edelleen. Jälleenmyynnin tilauksista kootaan niin sanottu jakoauto, joka siis jakaa alueen jälleenmyynnin tilaukset asiakkaille. Jakoautoon lastataan vähintään noin kahden kuution kokoiset tilaukset. Normaalissa tilanteessa, jossa kaikki tuotantolinjat ovat aikataulussa, kaikki tilaukset lastataan konttiin purkujärjestyksessä niin, että jokaisen tilauksen tavarat ovat yhdessä samassa paikassa kontissa. Näin tilausten kaikki tuotteet ovat oikealla paikallaan ja kuljettajan on helppo purkaa lähetys asiakkaalle. Jos tulee tilanne, jossa tilaus on jouduttu paikkaamaan, purku voi pitkittyä epäselvän tuotteiden sijoittelun takia tai voi käydä inhimillinen virhe. Kuljettaja voi vahingossa luovuttaa asiakkaalle väärän tuotteen tai tuote voi jäädä kokonaan luovuttamatta, jos tavaroiden ja tilausten järjestys kontissa on epäselvä

Työ aloitettiin tekemällä tasotuotannon arvovirtakartoitus. Kartoitus tehtiin seuraamalla tuotantoprosessia ja toteuttamalla tuotantoprosessin osallistuvaa havainnointia, samalla tehden muistiinpanoja työvaiheista, niiden etenemisestä sekä havaituista hukista, eli toteuttamalla gemba-kävely. Gemban kautta kerätty tieto siirrettiin paperille arvovirtakartan muodossa. Kartta piirrettiin koko tuotantoprosessi raaka-ainevarastosta lastaukseen.

Arvovirtakartan piirtämisen jälkeen toteutettiin prosessin kellotus. Kellotus tehtiin toteuttamalla seuranta työpöytäsovalmistuksen prosessin kulkuun. Seurannan tarkoituksena oli selvittää tuotantoprosessin arvoa tuottavat sekä arvoa tuottamattomat työvaiheet ja niiden kestot. Eli kuinka kauan eri työvaiheet vievät aikaa sekä kuinka kauan tuotteen tulee odottaa, ennen kuin se etenee seuraavaan tuotantoprosessin vaiheeseen. Seurannasta kerätty tieto oli tarkoitus koota yhteen ja siitä saatujen aikatietojen perusteella laskea tuotantoprosessin läpimenoaika sekä virtausindeksi. Seuranta oli tarkoitus suorittaa kaiken kaikkiaan kolme kertaa. Seurantojen avulla saatujen virtausindeksin vaihtelujen toivottiin antavan tietoa mahdollisten parannustoimenpiteiden vaikutuksista tuotantoprosessiin.

Seuranta toteutettiin valitsemalla seurantaan sellaisia tasoja, joita meni eniten. Seurantaan valikoitui tasoja, joissa kaikki neljä sivua oli reunanauhoitettava ja jotka olivat kolmea eri väriä. Tuotannossa valmistuu keskimäärin 300 tasoa

päivässä. Seurantaan valikoitui yhteensä 50 tasoa. Tasojen seuranta jaettiin kahteen sykliin, yhteensä viidelle eri tuotantopäivälle. Jos seuranta ei olisi jaettu eri päiville, mahdolliset konerikot tai muut poikkeustilanteet olisivat vääristäneet tuloksia, ja siinä tilanteessa kellotus tulisi tehdä uudestaan. Jakamalla seurattavat tilaukset eri päiville, vältetään sellaisten tekijöiden suuri vaikutus kellotusaikoihin, jotka ovat poikkeavia ja joilla on pitkäkestoinen vaikutus tuotantoon.

Seuranta varten tehtiin taulukko, jossa oli paikka tilausnumerolle sekä kaikille tuotantoprosessin vaiheille. Taulukkoon merkittiin tason tilausnumero, rivinnumero joka yksilöi tason, sekä suunniteltu tuotantopäivä. Suunnitellun tuotantopäivän vieressä oli kohta, johon merkittiin todellinen tuotantopäivä. Tämän tarkoituksena oli kerätä tietoa siitä, kuinka paljon tasoa valmistuu ajoissa, liian aikaisin tai liian myöhään. Taulukossa jokaisen tuotantoprosessin kohdalla oli vierekkäin kaksi tyhjää ruutua, joihin työntekijän tuli täyttää kellonaika milloin tämä käsitteli kyseistä tasoa ja kellonaika jolloin hän lopetti käsittelyn, sekä kohta, johon työntekijä laittoi nimikirjaimensa. Seurantataulukkoon liitettiin myös lyhyt selostus siitä, miten sitä täytetään ja keneen voi ottaa yhteyttä ongelmatilanteessa sekä kenelle täytetty lappu tuli palauttaa (taulukko 2).

Taulukko 2. Tason mukana kulkeva seurantataulukko

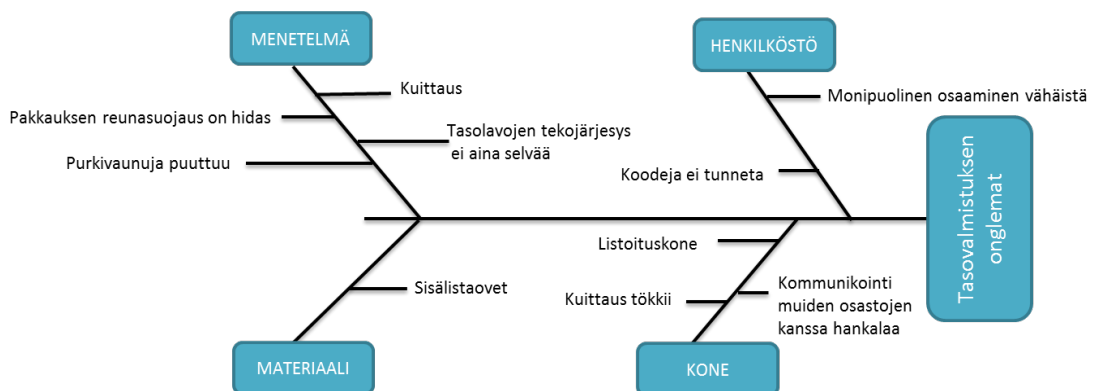
TASOTILAUKSIEN SEURANTA			
Tilausnumero	Suunniteltu tuotantopvä	Todellinen tuotantopvä	
Työvaihe / työpiste	Käsittelyn aloitus	Käsittelyn lopetus	Kuka
<u>Esimerkki</u>	8:03	8:16	TL
Saha			
1. Reunanauhoitus			
2. Reunanauhoitus			
3. Reunanauhoitus			
Pakkaus			
Purku lavalle, lähettämö			
Esikeräys			

Pakkaaja täyttää kun taso valmis.

Taulukko tulostettiin keltaiselle paperille ja se liitettiin maalarinteipillä kiinni seurattavan tasoon. Paperin väriksi valikoitui keltainen, koska aikaisempien kokemusten perusteella valkoinen paperi hukkuu helposti muun tuotannossa kulkevan paperin sekaan. Seurantapaperin kiinnitys maalarinteipillä seurattavaan tasoon oli välttämätöntä, muuten se olisi hävinnyt käsittelyjen mukana.

Seuranta aloitettaessa prosessin kanssa työskenteleviä työntekijöitä informoitiin kertomalla seurannan tarkoituksesta, ohjeistettiin taulukon täytössä sekä ohjattiin ongelmatilanteissa ottamaan yhteyttä henkilöihin, jotka oli mainittu seurantalapussa.

Seurannan valmistuttua kerätyt aikatiedot liitettiin arvovirtakarttaan ja karttaa analysoitiin uudelleen, eli tehtiin arvoketjuanalyysi. Arvoketjuanalyysin tueksi tehtiin myös 4M-analyysi (kuva 10). 4M-analyysi tehtiin, koska pelkkä arvoketjuanalyysin antamat viitteet tuotantoprosessin ongelmista koettiin olevan liian vähäiset. Vain arvoketjuanalyysin perusteella tehtävien korjaavien toimenpiteiden pelättiin mahdollisesti olevan riittämättömät tai väärät.



Kuva 10. 4M-analyysi tuotantoprosessista. Tehty mukailien ongelmanratkaisutyökalun pohjaa.

4M-analyysin avulla saatiin eriteltyä lisää tuotantoprosessin ongelmia ja samassa päästiin ideoimaan sekä kehittämään ratkaisuja näihin ongelmiin. Kehitetyistä ratkaisuista päätettiin luoda kyselylomake prosessin, eli työpöytä-tasolinjan sekä lähettämön, työntekijöille kommentoitavaksi. Samalla työntekijöille annettiin tilaisuus tuoda esille heidän ajatuksiaan tuotantoprosessin ongelmista, ehdottaa itse parannuskeinoja tai muuten vapaasti kommentoida haluamaansa aihetta liittämällä kyselylomakkeen viimeiseksi kohdaksi ”muuta:”-kohta. (Liite 1; liite 2)

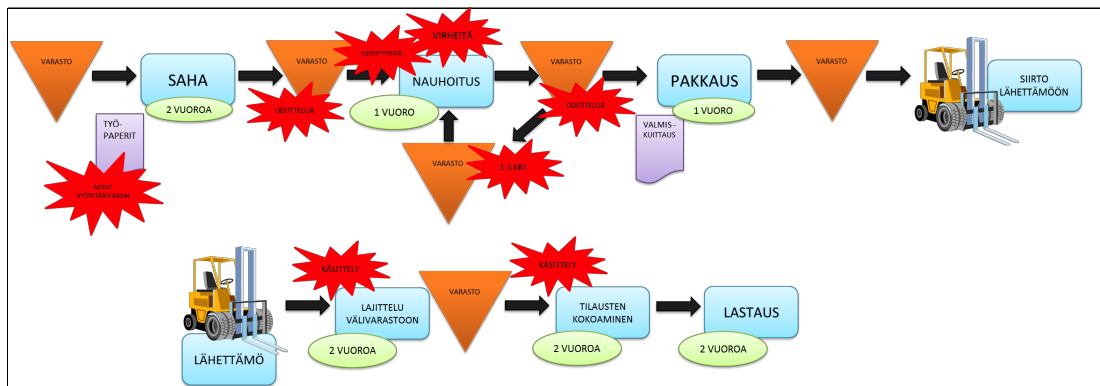
Vastaajalla oli tilaa vapaasi kommentoida parannusehdotusta. Kyselylomakkeet jaettiin työntekijöille henkilökohtaisesti, heille tuotiin ilmi vastaamisen olevan täysin vapaaehtoista sekä se, että kyselyyn voi vastata nimettömänä. Työntekijöille kerrottiin myös kyselyn tarkoitus sekä käyttökohde. Kyselyyn oli 3 työpäivää aikaa vastata. Kyselylomake sisälsi listan työpöytätasojen valmistusprosessiin sovellettavista korjaavista toimenpiteistä. Kyselylomakkeessa olevat korjaustoimenpide-ehdotukset olivat sovellettavissa Lean-työkalujen avulla ilmi nousseiden hukkien eliminoimiseen. Kyselylomakkeiden sisältö lähettämön ja työpöytätasovalmistuksen työntekijöillä oli hieman erilainen. Lähettämön työntekijöille valittiin tasovalmistuksen työntekijöille osoitetusta kysymyksistä ne kysymykset, jotka eniten koskevat lähettämön työntekijöiden töitä. Kyselylomakkeet oli testattu kahdella työntekijällä ennen niiden jakamista.

6 TULOKSET

Tässä luvussa kerrotaan työssä käytettyjen Lean-työkalujen, eli arvovirtakartoituksen ja 4M-analyysin sekä kyselylomakkeen kautta saatuja tuloksia prosessin hukista sekä kartoitettujen syiden analysoinnista. Tuotantoprosessin ensimmäinen arviointi tehtiin arvovirtakartoituksen arvoketjuanalyysillä, tätä jatkettiin 4M-analyysillä. Lean-työkalujen avulla kartoitettuja ongelmakohtia sekä mahdollisia parannustoimenpiteitä arvioitiin vielä työntekijöille jaettujen kyselylomakkeiden muodossa. Seuraavassa käydään läpi edellä mainittujen työkalujen avulla saatuja tuloksia.

6.1 Arvovirtakartoitus

Ensimmäinen arviointi tehtiin suorittamalla arvovirtakartoituksen arvoketjuanalyysi sekä suorittamalla osallistuvaa havainnointia gemba-kävelyn muodossa. Näiden työkalujen perusteella pystyttiin heti alussa tekemään havaintoja sellaisista työtavoista ja -vaiheista, joihin olisi hyvä puuttua. Osallistuvan havainnoinnin sekä arvoketjuanalyysin avulla prosessista löydettiin neljään eri kategoriaan kuuluvaa hukkaa: odottelua, yliprosessointia, liikuttelua sekä tuotannon keskeytyksiä. Osa hukista on prosessissa toistuvia, ja niillä saattaa olla suurikin vaikutus prosessin ongelmaan, eli sen luomaan pullonkaulaefektiin lähettämössä (kuva 11)



Kuva 11. Tuotantoprosessin arvovirtakartta

Prosessista löydetyt hukat olivat odottelu, reunanauhoituskoneen huonon työjäljen viimeistely, tasojen mittojen syöttö sahalle käsin sekä toistuva tasojen liikuttelu ja käsittely. Selvää hukkaa oli myös reunanauhoituskoneen lyhyet pysähdykset. Tässä tapauksessa reunanauhoituskoneen huono jälki oli yliprosessointiin luokiteltava hukka, koska sen takia työjälkeä pitää korjata, eli työ pitää tehdä kahdesti. Tämä vaikuttaa myös prosessin kulkuun negatiivisesti, koska se estää luonnollisen keskeytymättömän prosessin virran ja luo odottelua. Reunanauhoituskoneen toistuvat lyhyet pysähdykset vaikuttavat myös prosessin virtaukseen ja lisää odottelua. Seuraavassa kerrotaan tarkemmin tiedonkeruun avulla löydetyistä hukista.

Lyhyet pysähdykset

Lyhyet pysähdykset aiheutuvat reunanauhoituskoneen ominaisuuksista, jotka liittyvät suoraan koneen ikään. Koneen telien vaihto oli hidasta, koska säädöt tuli tehdä käsin. Käytön aikana säätöjä piti myös kiristää muutamia kertoja, koska ne löystyivät käytössä. Kiristykset piti tehdä käsin, eikä siihen ollut kirjallista ohjetta. Selkeiden ja perusteellisten kirjallisten ohjeiden tekeminen olisi erittäin vaikeaa, sillä säädöt piti tehdä ns. näppituntumalla. (Nissinen 2017a)

Tiedonkulku

Tiiminvetäjä, joka työskentelee toimistossaan rakennuksen toisessa kerroksessa, tulostaa sahattavien tasojen mitat ja muut tiedot paperille ja toimittaa ne sahalle. Tästä työntekijä syöttää tiedot käsin sahan tietokoneelle. (Hätinen

2017a) Tasojen mittojen syöttö sahalle käsin on toiminto, joka itsessään luo turhaa liikettä ja kuljetusta sekä antaa mahdollisuuden virheelle. Prosessista löydetyt muut hukat, odottelu ja toistuva käsittely, johtuvat osaksi käytössä olevista työkaluista. Toisaalta ne ovat osaksi luonteeltaan sellaisia toimintoja, joita ei pystytä välttämään tuotantotyön luonteen vuoksi.

Odotusaika

Tasojen tuotantoprosessin kellotus tehtiin seuraamalla yksittäisiä tasoja koko tuotantoprosessin ajalta kirjaamalla prosessin eri vaiheiden ajallinen kesto ylös tason mukana kulkevaan seurantapaperiin. Ensimmäiseen seurantaan valittiin 30 kappaletta tasoja. Seurantapapereita palautui 27 kappaletta, joista käyttökelpoisia oli seitsemän. Toiselle seurantakierrokselle valittiin 20 kappaletta tasoja. Seurantapapereita palautui 19 kappaletta, joista käyttökelpoisia oli jälleen seitsemän kappaletta. Käyttökelpoiseksi lapuksi katsottiin sellainen, joka oli täydellisesti täytetty, eli jokaisen työvaiheen kohdalla oli merkintä. Myös se, oliko taso valmistuskuitattu, vaikutti kerättyjen tietojen käytettävyyteen. Tulosten analysointiin käytettiin siis vain sellaisten seurantapapereiden tietoja, jotka olivat täytetty kokonaan ja valmistuskuitattu.

Kerätystä tiedosta voitiin päätellä, että työvaiheista eniten aikaa vei reunanauhoituskone. Eniten odottelua työvaiheiden välillä oli sahauksen, viimeisen reunanauhoituksen sekä pakkauksen jälkeen (kuva 12).

Tuotantoprosessi

Arvoa lisäävä aika	YHT.	KA	Odotusaika työvaiheen jälkeen	YHT.	KA.
Sahaus	21	3,00	Sahaus	2192	313,14
1. Nauhoitus	7	1,00	1. Nauhoitus	179	25,57
2. Nauhoitus	8	1,14	2. Nauhoitus	117	16,71
3. Nauhoitus	7	1,00	3. Nauhoitus	3620	517,14
Pakkaus	9	1,29	Pakkaus	4153	593,21
Purku lavalle/suuntaan	5	1,00	Purku lavalle/suuntaan	1369	273,80
Esikeräys	11	1,57			

Kuva 12. Toisen kellotuksen tuotantoprosessin yhteenveto

Huomiota kiinnitettiin myös seurattavien tilausten sähköiseen tiedonkulkuun, jossa huomattiin kansien optimointiin siirron jälkeen olevan eniten odotusaikaa. Päätelmät tehtiin perustuen kerättyjen tietojen keskiarvoon (kuva13).

Sähköinen tiedonkulku

Arvoa lisäävä aika	YHT.	KA.	Odotusaika työvaiheen jälkeen	YHT.	KA.
Poiminta tuotannosuunnitteluun	7	1	Poiminta tuotannosuunnitteluun	224	32
Kansi siirretty	7	1	Kansi siirretty optimointiin	11023	1574,714
Keräyslistan tulostus	7	1	Keräyslistan tulostus	9875	1410,714
Kansi optimoitu	7	1	Kansi optimoitu	9033	1290,429
Kansityöpaperit	7	1	KASATTU -kuittaus	6536	933,7143
Kasattu -kuittaus	7	1			
Lähetysistä tulostettu	7	1			

Kuva 13. Toisen kellotuksen sähköisen tiedonkulun yhteenveto.

Kansien siirto optimointiin tarkoittaa kansitöiden järjestelmän sisäistä siirtoa tuotannon suunnittelusta tiiminvetäjälle optimointia varten. Kansien optimointi tarkoittaa kaaviointia, joka mahdollistaa raaka-aineen tehokkaan käytön ja hukan minimoinnin. (Vehviläinen 2017)

Seurannasta saatujen aikatietojen perusteella voitiin laskea tuotannon virtausindeksi sekä läpimenoaika. Läpimenoaika ja virtausindeksi antavat arvon, jota seuraamalla pystytään havainnoimaan prosessiin tehtyjen muutosten vaikutusta (EFESO. 2016). Ensimmäisen seurannan tuloksista laskettiin läpimenoajaksi 6 259,51 minuuttia ja virtausindeksin arvoksi 396,17. Toisen seurannan tuloksista laskettiin läpimenoajaksi 6 981,14 minuuttia ja virtausindeksin arvoksi 410,66. Kuten teoriaosiossa jo kerrottiin, ihannearvo virtausindeksille on yksi, hyvä arvo on kolmesta viiteen ja tyypillinen arvo on välillä kymmenen ja sata, mutta voi olla enemmänkin.

6.2 4M-analyysi

4M-analyysi tarpeellisuus havaittiin arvoketjuanalyysia tehdessä ja se päätettiin tehdä arvoketjuanalyysin tueksi. Analyysin tarkoituksena oli selvittää tarkemmin minkä luonteisista hukista on kyse ja sen toivottiin auttavan ongelmien erittelyssä. 4M-analyysin avulla saatiin selville lisää tekijöitä, jotka vaikuttavat negatiivisesti tuotantoprosessiin. Tällaisia tekijöitä olivat esimerkiksi valmistuskuittauksen epä johdonmukaisuus, valmiiden tasojen kuljetukseen käytettävien vaunujen uupuminen, osastojen välinen kommunikoinnin hankaluus, erään ovimallin valmistus tasovalmistuksessa, keskeneräisten tasolavakuorien valmistusjärjestyksen epäselvyys, työntekijöiden monipuolisen osaami-

sen sekä tasokoodien tuntemuksen vähäisyys. Seuraavassa kerrotaan 4M-analyysin avulla kerätyistä tuotantoprosessin hukista.

Tiedonkulku

Tasojen valmistuskuittaus on erittäin tarpeellinen prosessin vaihe ja epäjohdonmukaisuudet tiedonkulussa aiheuttavat paljon ongelmia lähettämössä. Asiakkaiden tilauksia kerätessä työntekijän tarkistavat yrityksen järjestelmästä, ovatko tuotteet valmiina. Tämän perusteella he tekevät päätöksen siitä, käyttävätkö he enemmän aikaa tuotteiden etsimiseen vai eivät. Toimintamallina on, että jos tuote on kuittaamatta valmiiksi, sen yli hypätään, ja siirrytään keräyslistassa seuraavan tuotteen kohdalle. Tässäkin on poikkeuksia, sillä kaikkia tuotteita ei kuitata valmiiksi, vaikka ne olisivat tehtaassa asiakkaan tilausta varten. Lähettämön työntekijät tietävät tasovalmistuksen ongelmat valmistuskuittauksen kohdalla ja ymmärtävät, ettei järjestelmästä saataisiin tietoihin voida luottaa. Tämä luo lisätyötä lähettämön työntekijöille, sillä mahdollisesti valmistumatonta tasoa on etsittävä, koska ei voida olla varmoja siitä, että taso ei olisi valmis. Tähän toimintaan kuluu päivittäin vaihteleva määrä aikaa ja se aiheuttaa turhautumisen tunnetta työntekijöissä. Tasovalmistuksen valmistuskuittaamattomat valmiit tasot saattavat siis jäädä keräämättä ja toimittamatta asiakkaalle, vaikka ne olisivat valmiina tehtaassa lastausta varten.

Edellä mainittuun ongelmaan liittyy vahvasti tasovalmistuksen sekä lähettämön työntekijöiden keskinäisen kommunikoinnin vaikeus. Tasovalmistuksessa työntekijöistä suurin osa oli töissä vain aamuvuorossa, kun muutoin tehdas toimi kahdessa vuorossa. Vain sahalla oli työntekijä myös iltavuorossa. Johtuen tehtaan suuresta koosta, nopein ja helpoin tapa selvittää asioita toisten osastojen kanssa oli puhelimitse. Tehtaassa kaikilla tiiminvetäjillä, sekä tuotannon työtehtävistä riippuen myös joillain muillakin työntekijöillä oli käytössään puhelin. Työpöytätasovalmistuksessa vain tiiminvetäjällä oli puhelin ja tiiminvetäjä työskenteli vain aamuvuorossa. Näin ollen jos iltavuoron aikana lähettämössä tarvittiin tasovalmistuksesta tietoa epäselvien tapausten selvittämiseen, ainoat keinot saada tieto oli joko kävellä paikan päälle tai pyytää vuoro-esimiehen selvittämään tilanne.

Sisälogistiikka

Valmiiden tasojen kuljetus lähettämöön sujui pääsääntöisesti ongelmitta, mutta 4M -analyysin kautta huomattiin, että yli 2 500 cm pitkien tasojen kuljettamiseen käytettävien vaunujen uupuminen vaikutti prosessin virtaan. Tilanteessa, jossa vaunu uupui, joutui pakkauksessa työskentelevä työntekijä poistumaan työpisteeltään etsimään tyhjiä vaunuja. Tässä tilanteessa työpöytäsovalmistuksen prosessi pysähtyi, kunnes työntekijä palasi tyhjän vaunun kanssa työpisteelleen. Usein tyhjä vaunu löytyi lähettämön puolelta.

Sisälistaovet

4M-analyysin avulla pystyttiin kiinnittämään huomiota erään ovimallin tuotantoprosessiin. Näiden ns. sisälistaovien valmistus hankaloitti merkittävästi työpöytätasojen tuotantoprosessia. Sisälistaovien valmistusprosessi on kahdeksanvaiheinen. Näistä kolme vaikuttaa työpöytäsovalmistusprosessiin. Ovien runko oli lastulevyä, mutta oven kaikille sivuille tuli liimata puulista. Liimaukseen käytettiin tasovalmistuksen reunanauhoituskonetta ja sen aikana ei konetta voinut käyttää muuhun kuin ovien tekoon. Myös ovien hionnan sekä prässäyksen aikana työvaiheissa käytettyä konetta ei voinut käyttää tasojen valmistukseen. Sen lisäksi, että ovien valmistus vei työpöytätasojen valmistuksesta koneita pois käytöstä, se vei myös yhden työntekijän pois työpöytäsovalmistuksesta, koska tämän yhden työntekijän tuli valmistaa ovia. (Hätinen 2017c; Nissinen 2017b)

Osaaminen

Analyysin avulla saatiin myös kartoitettua ongelmia, jotka johtuivat työntekijöiden tarpeeksi monipuolisen osaamisen puutteesta sekä tuotannossa käytettävien koodien tuntemisen vähäisyydestä. Tilanteessa, jossa työpöytäsovalmistuksesta uupui työntekijä esimerkiksi sairastapauksen takia, oli hankalaa saada sairastuneen työntekijän tilalle osaava työntekijä. Tuotannossa käytettävien koodien vähäinen tuntemus aiheutti myös hieman hankaluuksia. Sen sijaan, että työntekijä olisi pystynyt hoitamaan työtehtävänsä keskeytyksettä,

joutui hän kysymään neuvoa ja apua muilta ja näin keskeyttämään myös toisen työntekijän työt (Hätinen 2017a).

Edellä mainittujen analyysissä löydettyjen tasovalmistukseen vaikuttavien negatiivisten tekijöiden lisäksi kävi ilmi, että työpöytätasovalmistuksen kiiretilannetta helpottamaan oli käytetty lisätyövoimaa. Työntekijöiden kiireavuksi tuotantoon oli otettu asentaja, joka työskenteli työpöytätasotuotannossa kiireapuna aina, kun varsinaisilta asennustöiltään ehti (Hätinen 2017b; Nissinen 2017a). Satunnaisen lisätyövoiman käyttö kiireapuna oli mahdollisesti pitkittänyt työpöytätasotuotannon hankaluuksien piilossa pysymisen, eikä tuotannon realistista tilaa voitu nähdä.

Analyyseilla kartoitetut tuotantoprosessin hukat vaikuttavat tuotannon virtaan vaihtelevalla voimakkuudella. Tilannetta tarkasteltaessa pullonkaulailmiön kautta voidaan päätellä reunanauhoituskoneen sekä valmistuskuittauksen ongelmilla olevan suurin vaikutus ilmiön syntyyn. Reunanauhoituskone on käytössä yhdessä vuorossa, kun muu tuotanto toimii kahdessa vuorossa. Reunanauhoituskoneen telien vaihto ja asetteiden korjaukset sekä työjäljen korjaukset ovat toimintoja, jotka toistuvat päivittäin ja hidastavat tai joissain tapauksissa pysäyttävät tuotannon virran. Valmiiden työpöytätasojen valmistuskuittaus ei suoraan vaikuta itse tuotannon virtaan, vaan sen vaikutus on huomattavissa lähettämössä tilausten esikeräys-, keräys- ja lastausvaiheessa. Näissä työvaiheissa on erittäin tärkeää, että saatavilla oleva tieto valmistuneista tuotteista on oikeaa ja paikkansa pitävää ja että tietoon voidaan luottaa.

6.3 Kyselylomake

Tasovalmistuksen työntekijöiden vastaushalukkuus on hyvällä tasolla, ja kaikki työpöytätasovalmistuksen työntekijöille jaetut kyselylomakkeet palautuivat kommentoituina. Tutkimukseen saatiin hyvin aineistoa, kun pohditaan, millälaiset tuotantoprosessin parannukset olisivat sellaisia, jotka palvelisivat mahdollisimman hyvin sekä työntekijää että työnantajaa. Tasovalmistuksen työntekijöiden vastauksista voitiin päätellä, että ehdotetuista muutoksista työntekijämäärän lisäys, uuden listoituskoneen sekä palautuskuljettimen hankinta olivat muutoksia, joita työntekijät eniten odottivat ja niistä nähtiin olevan eniten hyötyä. Vastauksista oli pääteltävissä, että yhden lisätyöntekijän tuoma panos

töistä suoriutumiseen uskottiin olevan suuri. Kyselytutkimuksen sekä havainnoinnin perusteella voidaan sanoa, että työpöytäsovalmistuksessa koetaan olevan paljon sellaisia ajoittaisia odottavia töitä, jotka tulee tehdä niin sanotusti normaalien töiden rinnalla ja jotka hankaloittavat suuresti jokapäiväisestä työstä selviytymiseen.

Kuten jo aikaisemmin on mainittu, lähettämön työntekijöille valittiin tasovalmistuksen työntekijöille osoitetusta kyselylomakkeesta kysymykset, jotka eniten koskevat lähettämön työntekijöiden töitä. Kyselylomakkeet jaettiin samalla tavalla kuin tasovalmistuksen työntekijöille eli henkilökohtaisesti, heille kerrottiin kyselyn tarkoitus ja vapaaehtoisuus sekä mahdollisuus vastata kyselyyn nimettömästi jos niin haluavat. Lähettämöön jaetuista 34 kyselylomakkeesta kolme palautui vastattuna. Lähettämöstä palautuneista kyselylomakkeista ei voinut tehdä suuria johtopäätöksiä korjaustoimenpiteiden tarpeellisuudesta alhaisen vastaushalukkuuden vuoksi.

Kaiken kaikkiaan kyselylomakkeiden vastauksista päätellen ehdotetut toimenpiteet prosessin hukkien eliminoimiseen olivat oikeanlaisia ja perusteltuja. Ehdotukset saivat työpöytäsovalmistuksen työntekijöiltä kannatusta. Tämä vahvisti tunnetta siitä, että suunnitellut toimenpiteet olivat tarpeellisia.

7 RATKAISUT JA TOIMENPITEET

Tiedonkeruun ja tulosten analysoinnin jälkeen otettiin tehtäväksi tuotantoprosessin pullonkaulailmiöön vaikuttavien hukkien poistaminen. Toimenpiteiden suuruus vaihteli uuden koneen tarpeen ja sen mahdollisesti tuomien säästöjen kartoittamisesta yksinkertaiseen työpisteen layoutin kohentamiseen ja toimintaohjeiden luomiseen.

Päätelmien mukaan reunanauhoituskoneen lyhyet pysähdykset sekä työpöytä vaikuttivat suuresti tuotannon virtaan. Päätettiin kartoittaa tilanne käytössä olevan reunanauhalistoituskone Homag KL 79:n, lyhyet pysähdykset ja niiden kesto, ja verrata näiden avulla koneen tuotantotehokkuutta tehtaan levytuotannosta löytyvään, uudempaan reunanauhoituskoneeseen. Levyjen reunanauhoituskone, Biesse Stream, valmistusvuosi 2005, oli huomattavasti uudempi, sen säädöt tehtiin tietokoneelta ja ne olivat stabiileja (Tikander 2017;

Korhonen 2017). Nykyinen käytössä oleva reunanauhoituskone, Homag KL 79, oli valmistusvuodeltaan 1996 ja sen säädöt tuli tehdä käsin. Säättöjä tehtäessä käytössä ei ollut selkeää mitta-asteikkoa. Säädöt tehtiin kokemuksen perusteella, eli niin sanotusti näppituntumalla. (Tikander 2017; Nissinen 2017a) Normaalin työpäivän aikana reunanauha, jolla viimeistellään sahatun työpöytätason reuna pinnan kanssa saman väriseksi, vaihdettiin keskimäärin kahdesta neljään kertaa päivässä. Yksi vaihtokerta vei 15–20 minuuttia sisältäen koeajon. Telien asetteet ja säädöt löystyivät käytössä ja niitä piti kiristää kolmesta seitsemään kertaan päivässä. Yksi säätökerta vei noin viisi minuuttia. (Nissinen 2017c) Parhaimmassa tapauksessa koneen pysähtymisaika koko työpäivän aikana edellä mainittujen tietojen perusteella on keskimäärin 30 minuuttia, pahimmassa tapauksessa yksi tunti ja 55 minuuttia.

Vertailulaskelmat tehtiin vertaamalla asetusajojen aiheuttamia kustannuksia. Vertailu tehtiin tuotannossa olevien kahden eri koneen välillä. Asetusajat muodostuivat telien vaihdoista ja säätöjen teosta. Vertailuun otettiin myös mukaan yhden työntekijän vuosipalkan säästö.

Homag KL 79 -reunanauhoituskoneella tarvittiin kaksi työntekijää. Laskelmista huomattiin, että nykyisellään telien vaihtoon ja asetteiden korjauksiin aikaa kului 28,4 tuntia kuukaudessa ja 312,6 tuntia vuodessa (taulukko 2). Taulukosta voi myös nähdä toimenpiteistä johtuvat kustannukset kuukaudelle sekä vuodelle.

Taulukko 2. Homag KL 79

HOMAG KL 79		
	telien vaihto min	kiristykset min.
krt/pvä	3	5
mins	17,5	5
per pvä	52,5	25
per kk	1155	550
per v	12705	6050
tunnit/kk	19,3	9,2
tunnit / vuosi	211,8	100,8
yhteensä tunnit kk	28,4	
yhteensä tunnit vuosi	312,6	
2 hlö kustannus	2	
tuntihinta €	25	
€ per kk	1420,83	
€ per v	15629,17	

Toisella tehtaassa olevalla reunanauhoituskoneella, Biesse Streamillä, ei teoriassa tarvitsisi tehdä säätöjen kiristyksiä ja aikaa telien vaihtoon kuluisi 3,3 tuntia kuukaudessa ja 36,3 tuntia vuodessa. Biesse Stream -reunanauhoituskoneella tarve olisi vain yhdelle työntekijälle, sillä koneessa on palautuskuljetin (Taulukko 3).

Taulukko 3. Biesse Stream

BIESSE STREAM	
	telien vaihto min.
krt/pvä	3
mins	3
per pvä	9
per kk	198
per v	2178
tunnit kk	3,3
tunnit vuosi	36,3
1 hlö kustannus	1
tuntihinta	25
per kk	82,5
per vuosi	907,5

Vertailussa huomattiin, että tehtaassa olevista reunanauhoituskoneista Biesse Stream -konetta käytettäessä aikaa säästyisi siis 25,1 tuntia kuukaudessa ja 276,3 tuntia vuodessa. Ajan säästö laskettiin myös työtunteina kahdelle työntekijälle, sillä Homag KL 79 -reunanauhoituskoneella työskentelee kaksi työntekijää. Säästöaika laskettiin kertomalla telien vaihtoon ja asetteiden säätöihin kuluva aika kahdella ja vähentämällä siitä Streamin telien vaihtoon kuluva aika. Vanhaan koneeseen verrattuna Stream -reunanauhoituskoneella työaikaa säästyisi kuukaudessa 53,5 tuntia ja vuodessa 588,9 tuntia. Säästetty aika muunnettiin euroiksi laskemalla tunteihin mukaan työntekijöiden tuntikustannus työnantajalle. Kustannuksissa säästettäisiin kuukaudessa 1338,33 € ja vuodessa 14 721,67 €, jos verrataan vain telien vaihtoon ja asetteiden säätöjen viemää työaikaa tuotannossa. Kuten jo mainittiin, Homag KL 79 tarvitsee kaksi työntekijää, koska koneessa ei ole palautuskuljetinta. Stream tarvitsee vain yhden, sillä siinä on palautuskuljetin. Näin ollen olisi myös mahdollista säästää yhden työntekijän vuosittainen laskennallinen kustannus, 44 000 €. Potentiaaliset säästöt yhteensä olivat 58 721,67 € (Taulukko 4).

Taulukko 4. Lasketut potentiaaliset säästöt

säästö tuntia kk	25,1
säästö tuntia vuosi	276,3
säästö työtunteina kk	53,5
säästö työtunteina vuosi	588,9
Säästö € kk:	1338,33
Säästö € vuosi:	14721,67
Säästö yhden työntekijän vuosipalkka € :	44000
Säästöt yhteensä € / vuosi:	58721,67

Paikkansapitävä tiedonkulku työpöytätasojen valmistumisesta havaittiin 4M-analyysin kautta olevan ongelma. Kun työpöytätasot valmistui, se kuitattiin tehtaan tuotannon tietojärjestelmään valmiiksi lukemalla tuotteen viivakoodi viivakoodinlukijalla. Pakkauskoneen työntekijä tavallisesti kuittasi työpöytätasot valmiiksi niin kutsutulla massakuittauksella, eli lukemalla kymmenien pakattujen työpöytätasojen viivakoodit kerralla (Koivusalo K. 2017). Yksittäinen kuittaus olisi hankala suorittaa tietokoneen sijainnin takia. Kuittauksen tekemiseen käytettävä tietokone sijaitsi sen verran kaukana pakkaajan työpisteestä, että yksittäinen kuittaus aiheuttaisi jatkuvaa kävelyä pakkauskoneen päästä tietokoneelle ja takaisin. Pakkauskoneen työntekijän (Koivusalo K. 2017) mukaan ongelmia massakuittauksen kanssa aiheutti tietokoneen tai tuotannon tietojärjestelmän vikatila. Vikatilan sattuessa massakuittaus keskeytyi järjestelmässä niin, että työntekijän oli sitä vaikea havaita ja näin ollen oli vaikea tietää, missä vaiheessa massakuittaukselta vikatila oli sattunut. Tästä johtuen ei tiedetty mihin tasoon kuittaus oli jäänyt, joten ei tiedetty mistä kohtaa jatkaa massakuittaukselta, kun vikatila oli selvitetty. Työtapojen tarkemmalla tarkastelulla huomattiin, että järjestelmän tai tietokoneen vikatila ei ollut suuri ongelma, jos työntekijä osasi toimia siinä tilanteessa. Päätettiin laatia työpöytätasojen pakkauksen työpisteelle toimintaohje Yhden kohdan ohje-mallilla, jossa kerrotaan miten valmistuskuittaus tulee tehdä, jotta vikatilalta vältytään. Toimintaohje sisältää luonnollisesti myös ohjeet miten toimia vikatilanteen sattuessa.

Yhden kohdan ohje tehtiin myös korjaamaan ongelma valmiiden tasopakkausien kuljettamiseen käytettävien vaunujen uupumiseen. Ongelma oli, että


tyhjät vaunut eivät kulkeutuneet säännöllisesti lähettämöstä työpöytätasopak-
kaukseen. Vaunuja käytettiin myös kahdella toisella tuotantolinjalla, joille tyhjät
vaunut yleisesti kulkeutuivat. Kuvassa 14 on työpöytätasojen sekä useiden
muiden levyjen kuljettamiseen käytetty vaunu.



Kuva 14 Työpöytätasojen kuljettamiseen käytetty vaunu ennen teippausta

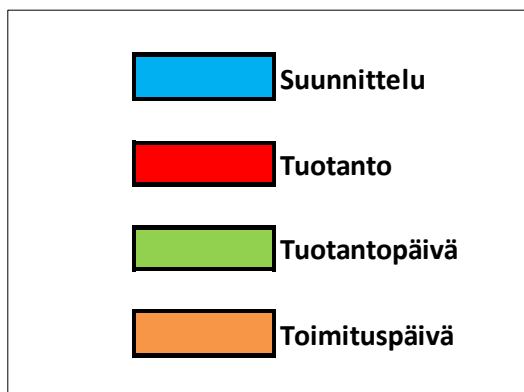
Vaunuja oli tehtaassa kaiken kaikkiaan 21 kappaletta joista kolmannes, seitsemän kappaletta, merkittiin keltaisella teipillä työpöytätasopak-
kaukseen kuuluvaksi. Kaikki merkityt vaunut olivat työpöytätasolinjan työntekijän kehotuk-
sesta kovapyöräisiä vaunuja. Kaksi kolmasosaa vaunuista jäi siis vapaasti
kahden muun linjan käyttöön. Yhden kohdan ohjeessa oli kuva uudentyyppisistä,
keltaisilla teipeillä varustetuista vaunuista sekä kirjallinen ohje siitä, minne tyh-
jät vaunut tuli palauttaa, jotta ne kulkeutuisivat pikimmiten takaisin tasopak-
kaukseen. Ohje tulostettiin paperille, joka laminoitiin. Ohjeet vietiin työpöytä-
tasopak-
kaukseen sekä lähettämöön. Ohje toimitettiin myös toiselle kahdesta
muusta tuotantolinjasta jotka vaunuja käyttivät. Tämä tehtiin, koska tuotanto-
linja sijaitsee alueella, joka on lähettämön välittömässä läheisyydessä ja tälle

linjalle suurin osa tyhjästä vaunuista jäi ennen uutta toimintamallia. Kaikkia yhden kohdan ohjeen kanssa työskenteleviä työntekijöitä informoitiin muutoksesta (Kuva 15).

YHDEN KOHDAN OHJE			NOVART OY	
<input type="checkbox"/> Perustietoa	<input type="checkbox"/> Ongelma	<input checked="" type="checkbox"/> Parannus	Ohje no.	1
Otsake: Kansiosaston putkivaunut		Laatinut: Tiia Laitinen		
Osasto: Lähettämö	Linja / työpiste:	N06	Pvm: 24.5.2017	
<p>Keltaisella teipillä merkityt putkivaunut kuuluvat kansipakkaukseen.</p> <ul style="list-style-type: none"> TOIMITA TYHJÄT Keltaisella teipillä merkityt putkivaunut ulos peltihallin ulkopuolelle, jotta ne kulkeutuvat heti takaisin kansipakkaukseen trukkipuskien toimesta. TYHJÄT Keltaisella merkityt vaunut eivät saa kulkeutua muualle, esim. 5-linjalle. OHJE koskee <u>tyhjiä</u> vaunuja. Kansiosaston tavaraa voi edelleen kuljettaa muissakin, kuin merkityissä vaunuissa. 				
				

Kuva 15. Yhden kohdan ohje vaunujen käytöstä (Novart Oy)

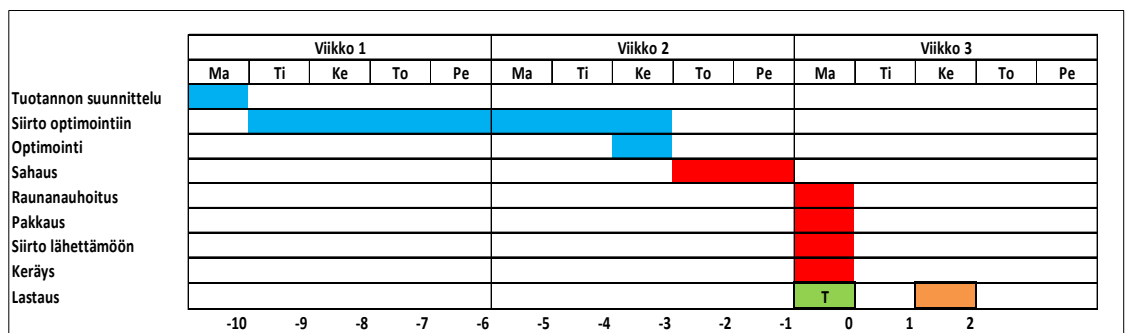
Tuotantoprosessin seurannan tuloksista päätellen prosessissa oli ajankäytöllisesti epäsuhtaa eri tuotannon vaiheiden kohdalla. Tuotantoprosessi esitettiin taulukkomuodossa, joka helpotti prosessin havainnoimista. Taulukoissa tuotannon vaiheet on kuvattu eri värein. Sininen väri kuvaa tuotannon suunnittelua, eli sähköistä tiedonkulkua. Punainen kuvaa itse fyysistä tuotannon vaihetta. Vihreä kertoo tuotantopäivän ja oranssi toimituspäivän (kuva 16).



Kuva 16. Tuotannon vaiheet

Tuotantoprosessin seurannassa havaittiin, että tuotannon suunnittelun ja optimointiin siirron jälkeen on päivien odotusaika, ennen kuin taso optimoidaan ja siirtyy fyysisesti tuotantoon. Myös tuotannon prosessissa huomattiin reunanauhoituskoneen olevan työvaihe, joka vie eniten aikaa ja on osasy pullonkaulailmiön ilmenemiseen. Tässä tilanteessa yleensä tuotantoprosessin viimeiset työvaiheet, reunanauhoitus ja pakkaus, ajoittuivat tuotantopäivälle. (Taulukko 5)

Taulukko 5. Tuotannon aikataulu ennen muutoksia

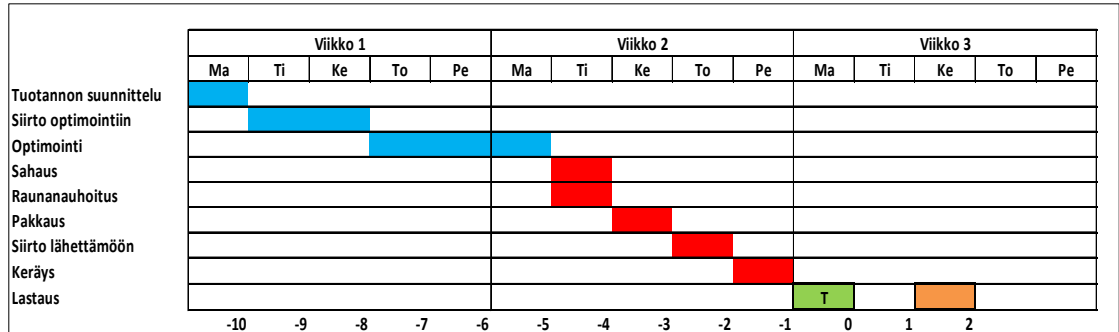


Työpöytätasojen pitäisi olla lähettämössä tuotantopäivää edeltävän iltavuoron loputtua, jotta tuotannon virta olisi tasainen ja työpöytätasot ajoissa lähettämössä keräilyä ja lastausta varten (Ordning 2017). Lähettämössä lastaus aloitetaan tuotantopäivää seuraavana päivän aamuna ja ideaalitalanteessa vuoron vaihtuessa vaihtuu myös lastauspäivä. Jotta lastaus toimisi mutkattomasti, tuotantopäivälle merkityt tuotteet tulisi olla valmiita tuotantopäivän aamuvuoron aikana. (Nissinen M. 2017) Eli jos tuotantopäivä on tiistai 3.6., on sen toimituspäivä torstai 5.6. Lastaus kuitenkin aloitetaan keskiviikkoamuna 4.6. ja kuljetusliike aloittaa tilausten jakelun toimituspäivän aamulla. Ei siis riitä, että tuotteet ovat valmiita tuotantopäivän loppuun mennessä, vaan niiden pitäisi todellisuudessa olla valmiita tuotantopäivän aamuvuoron aikana. Näin saataisiin tilaukset lastattua yhdellä kertaa täydellisinä konttiin eikä tuotteita jäisi jälkitoimitukseen tai ettei tilauksia pitäisi paikata lastauksen jo valmistuttua.

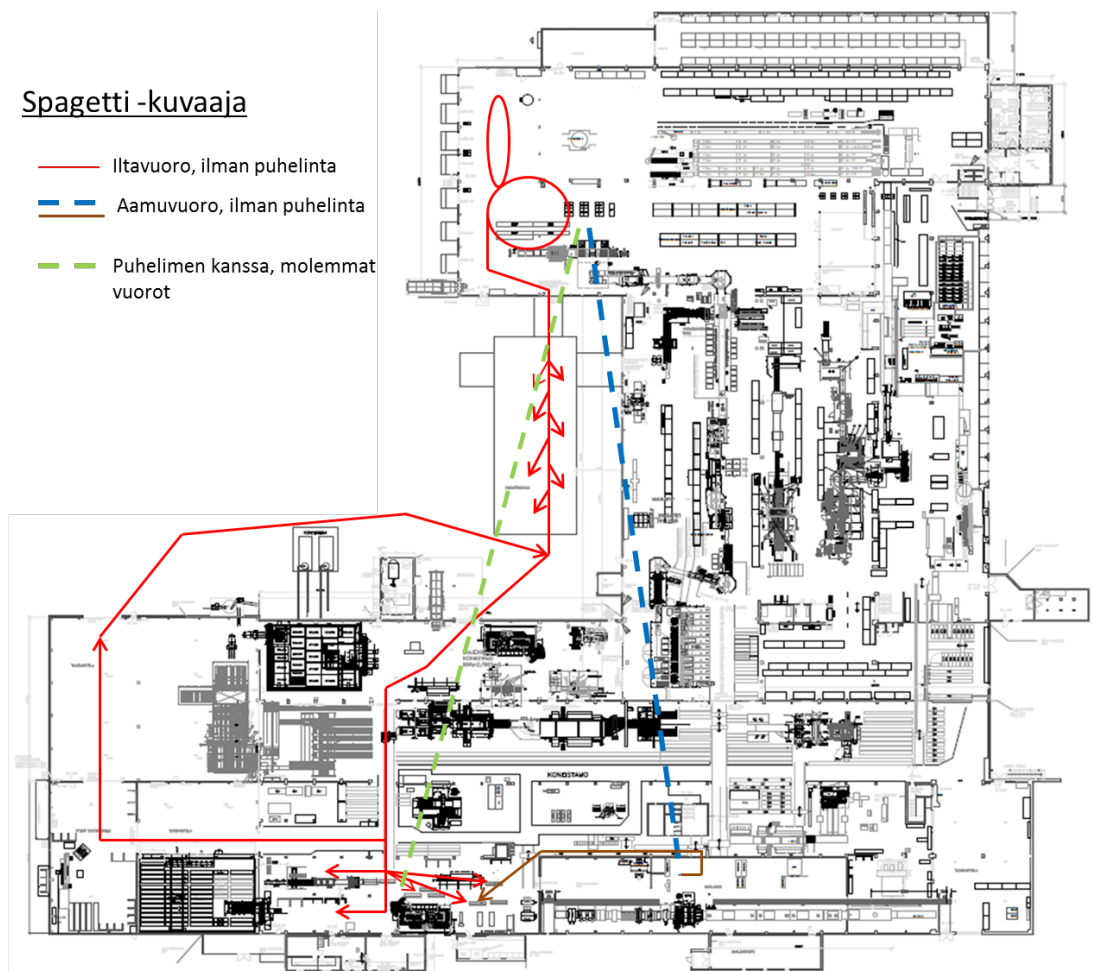
Reunanauhoituskoneen työvaiheen nopeuttaminen ei ollut opinnäytetyötä tehdessä mahdollista toteuttaa, sillä työvaiheen kesto oli suoraan riippuvainen tuotannossa käytössä olevasta koneesta. Ongelmaan kuitenkin pyrittiin vaikuttamaan aikatauluttamalla tuotannon vaiheet niin, etteivät loppuprosessin työ-

vaiheet kasautuneet tuotantopäivälle ja että työpöytätasot olisivat tuotantopäivää edeltävänä iltana lähettämössä. (Taulukko 6)

Taulukko 6. Uusi suunniteltu tuotannon aikataulu.



4M-analyysin kautta havaittiin tarve parantaa työpöytäsovalmistuksen ja muiden osastojen välistä kommunikointia. Kommunikoinnin helpottamisen tarvetta havainnollistettiin tekemällä spagetti-kuvaaja kuvaamaan liikettä, joka tapahtuu kun lähettämössä tulee tarve saada yhteys työpöytäsovalmistukseen. Tyypillinen tilanne oli se, kun lastauksessa olevasta tilauksesta puuttui työpöytäsovalmistus eikä syytä siihen tiedetty. Vaihtoehtoina tason puuttumiseen oli että se oli valmiina pakattuna työpöytäsovalmistuslinjan päässä, se odotti pakkausta tai raunanauhoitusta tai se, että työpöytäsovalmistamiseen tarvittava raaka-aine oli loppu. Näissä tilanteissa aamuvuoron aikana soitettiin työpöytäsovalmistuksen tiiminvetäjälle, joka käveli alas toimistostaan tarkastamaan tilanteen ja sen jälkeen soitti takaisin lähettämöön. Iltavuoron aikana lähettämön työntekijä joutui etsimään tasoa lähettämön tasovarastosta, lastausalueelta, katetusta ulkovarastosta sekä työpöytäsovalmistuksesta, kiertäen lastauslaiturille, jonne valmiit tasot siirrettiin lähettämöön kuljetusta varten. Kuvassa 17 tehtaan pohja piirustukselle on kuvattuna nämä prosessit. Punaisella on kuvattu työntekijän kulkureitti iltavuoron aikana, kun työpöytäsovalmistukseen ei ollut puhelinyhteyttä. Aamuvuorossa tapahtuva työpöytäsovalmistuksen etsintä on kuvattu sinisellä katkoviivalla (puhelinyhteys) ja ruskea viiva (tiiminvetäjän kulkureitti). Vihreä katkoviiva kuvaa suoraa puhelinyhteyttä lähettämöstä työpöytäsovalmistukseen, molemmissa vuoroissa.



Kuva 17. Spagetti -kuvaaja. Pohjapiirustus: Novart Oy

Spagetti -kuvaajan avulla oli helppo havaita miten paljon kävelyä ja aikaa kului tiedon saantiin varsinkin iltavuoron aikana. Aamuvuorossa tieto saatiin nopeammin, mutta siinä silti havaittiin jonkun verran turhaa kävelyä. Tilanne ratkaistiin hankkimalla tasotuotantoon työntekijöille yksi puhelin. Puhelimen avulla lähettämö ja muu tehtaan henkilöstö saa suoraan yhteyden tasotuotantoon. Puhelimeen vastataan aamu- ja iltavuorossa.

Työpöytävalmistuksen henkilöstön monipuolisen osaamisen alhainen taso oli myös yksi Lean -työkaluilla kartoitetuista ongelmista. Novart Oy:ssä on ollut tapana kannustaa työntekijän monipuoliseen osaamiseen. Projektin aikana aloitettiin työntekijöiden asteittainen koulutus useaan työvaiheeseen työpöytä-tasotuotannossa. Työpöytävalmistuksen työntekijöistä luotiin niin sanottu pehmeä osaamismatriisi ja se laitettiin esille työpöytävalmistuksen omalle tiimitaululle. Pehmeään osaamismatriisiin päädyttiin normaalin, suhteellisen tarkan osaamismatriisin sijaan. Tarkoituksena oli laittaa työntekijöiden näkyville

ihmiset, jotka osaavat työskennellä milläkin koneella ja työvaiheella. Tämä helpottaa sairastapausten paikkausta tai muuta henkilöstövajetta.

Muita parantavia toimenpiteitä olivat infotaulu sekä pakkauksen työpisteen layoutin uusiminen. Infotaulu oli tarkoitus sijoittaa lähettämöön ja siihen kirjoitetaan tieto puuttuvista raaka-aineista. Raaka-aineiden puuttuminen vaikuttaa tuotteiden valmistukseen, eli puuttuvasta raaka-aineesta valmistettavaa tuotetta ei luonnollisesti voi valmistaa. Heti saatavilla oleva tieto puuttuvista raaka-aineista helpottaa ja nopeuttaa työntekijöiden työtä lähettämössä, sillä työntekijät tietävät heti, mitä tuotetta ei kannata lähteä keräämään tai etsimään, ja voivat siirtyä heti seuraavaan kerättävään tuotteeseen. Näin kerättävä tilaus valmistuu nopeammin. Lähettämössä oli ollut tapana kirjoittaa puuttuvia raaka-aineita tussitaululle, mutta taululla oli päivittäin paljon muutakin tietoa eikä tiedolle ollut omaa tilaa taululla. Oman tilan puuttuminen saattoi aiheuttaa sen, että tiedottamisesta ei ollut tullut vakiintunutta tapaa. Erillinen infotaulu auttaa tiedottamisen pysyvän selkeänä ja säännöllisenä tapana.

Pakkauksen työpisteen layoutin uusiminen nähtiin tarpeelliseksi. Tutkimustyötä tehtäessä työpisteellä olevien tarvikkeiden havaittiin sijaitsevan kohtalaisen etäällä toisistaan. Layoutia ei tutkimustyötä tehtäessä ollut mahdollista muuttaa tuotannon tiukan aikataulun vuoksi. Uuden layoutin laatiminen olisi vaatinut tiivistä yhteistyötä työpisteen työntekijän kanssa, ja tähän ei nähty olevan ajankäytöllistä mahdollisuutta. Layoutin muuttaminen on suunnitelmissa hoitaa kuntoon, kun tuotannon aikataulut antavat periksi.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli kartoittaa työpöytäsovalmistuksen tuotantolinjan virtaan vaikuttavat tekijät, paikantaa pullonkaulailmiön syntypaikka sekä löytää juurisyy pullonkaulailmiölle Lean -ajattelua ja työkaluja hyväksi käyttäen. Toimeksiantajan asettama vuositason 15 000 €:n säästötavoite saavutettiin ja ylitettiin laskennallisesti, kun vertailtiin nykyistä työpöytäsovalmistuksen reunanauhoituskonetta uudempaan, tuotannossa olevaan reunanauhoituskoneeseen. Tutkimuksen tulosten perusteella voin sanoa, että työn tavoite täyttyi, ja tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset, vaikka kaikkia prosessin parantamisen toimenpiteitä ei pystytty tiukan aikataulun puitteissa toteuttamaan. Työ tehtiin

varsinaisen työajan lomassa ja työn tekemiseen oli annettu rajallinen määrä työaikaa viikossa, jottei varsinaisten päivittäisten töiden tekeminen jäisi takalalle.

Työn aikana suoritettua seuranta oli tarkoitus tehdä useamman kerran, mutta tulosten valossa se päätettiin jättää tekemättä. Seuranta oli kohtalaisen hankala toteuttaa, sillä työssä hyödynnettäviä seurantatietoja ei ollut helppo saada kerättyä. Huomattiin myös, että prosessiin sovellettavien parannustoimenpiteiden vaikutus ei välttämättä olisi ollut virtausindeksin muodossa mitattavissa. Työn aikana huomattiin, että kehityksen seuraamiseen olisi pitänyt valita jokin muu tunnusluku, joka olisi indikoinut selvästi prosessin kehittymisen. Tämä luku oli erityisen vaikea valita, sillä kuten jo työn alussa mainittiin, ongelmat työpöytätasotuotannon prosessissa on havaittu työntekijätasolla, ei esimerkiksi tuotannon tilastoissa huonona työpöytätasojen toimitustäydellisyytenä.

Työpöytätasovalmistuksen aikataululliset ongelmat olivat normaalisti olleet suhteellisen kausittaisia ja lyhytkestoisia ja pääsääntöisesti johtuneet raaka-aineen toimitusongelmista tai jo mainittujen sisälistaovien valmistamisesta. Työn tuloksista voidaan kuitenkin päätellä sisälistaovien, käytössä olevan työkonteen iän sekä informaation kulun olevan suurimmat tekijät, kun tarkastellaan tuotantolinjaan negatiivisesti vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksen aikana havaittiin sisälistaovilla olevan erittäin suuri vaikutus pullonkaulailmiön syntyymiseen, sillä se vie koko tuotantolinjan pois työpöytätasovalmistuksesta. Tämä on asia, johon toivon tartuttavan erittäin nopeasti. Ovatko sisälistaovet todella sellainen tuoteryhmä, joka kannattaa kaikella kustannuksella pitää mallistossa mukana? Sisälistaovia on erittäin hidasta valmistaa, ja ne ovat käytännössä käsityövalmisteisia ovia. Jatkotoimenpiteenä suosittelen kartoittamaan, voisiko ovet valmistaa jollain muulla koneella toisessa tilassa, voiko ovien valmistusta suunnitella tuotantoon etukäteen niin, että ne aikatauluteaan tuotannon virran mukaan, jolloin sisälistaovien valmistus ei hankaloitaisi työpöytätasovalmistusta? Toivoisin myös, että kartoitettaisiin jo olemassa olevien alihankkijoiden mahdollisuuksia valmistaa ovia tai pohditaan ovimalliston poistamista.

Käytössä oleva reunanauhoituskone, Homag KL 79, on tutkimuksen tuloksien perusteella uusinnan tarpeessa. Kone toimii erittäin vaihtelevalla laatutasolla, se tarvitsee kaksi käyttäjää toimiakseen tehokkaalla työtahdilla. Asetteet Homag KL 79:n tehdään käsin, eikä niihin ole kunnon ohjeita. Asetteiden tekoon menee huomattavasti aikaa ja niistä rutinoituneesti suoriutuminen vaatii pitkän ajan kokoemusta kyseisen koneen käytöstä. Tämä on vaikea toteuttaa, kun ajatellaan tilannetta, jossa koneella pitää olla useita eri käyttäjiä tuuraamaan mahdollisia sairauspoissaoloja. Koneen uusiminen olisi tutkimuksen perusteella suositeltavaa.

Informaation kulun tärkeys on aina erittäin tärkeää, ja tutkimustyön aikana havaittiin sen olevan ajoittain hieman hankalaa. Tehtaan tuotannossa usealla työntekijällä on puhelin, ja usein se on linjaston tiiminvetäjällä, joka työskentelee tuotantolinjalla. Työpöytäsovalmistuksessa asia ei ollut näin, vaan työpöytäsovalmistuksen tiiminvetäjä työskenteli toimistossa ja vain päivävuorossa, pois tuotantolinjalta. Tämä tarkoitti sitä, että tiedonsaanti oli hidasta päivävuoron aikana ja erittäin hidasta iltavuorossa, jolloin ainoa keino saada tietoa tasolinjaston toiminnasta oli kävellä itse paikan päälle. Puhelimen lisäys työpöytäsovalmistuksen tuotantolinjan työntekijöille oli erittäin helppo, nopea ja tehokas tapa parantaa informaation kulkua. Muita tapoja helpottaa tiedonkulkua osastojen välillä on suunniteltu infotaulu lähettämöön, johon kirjataan puuttuvat raaka-aineet, jotka vaikuttavat työpöytäsovalmistukseen. Infotaulua voi käyttää myös muiden puutteiden kirjaamiseen, jotta lähettämön työntekijöiden on helppoa havaittavissa tuotteet, joita ei tarvitse etsiä tilaukseen.

Tutkimustyötä tehtäessä kävi ilmi, että sisälistaovien tilauskanta oli nousussa ja sen vaikutus työpöytäsovalmistukseen tiedettiin olevan erittäin kuormittava. Tutkimusta tehtäessä kävi myös ilmi, että työpöytäsovalmistuksen tuotantolinjalta oli tuoreeltaan poistunut kaksi työntekijää. Poistuneet työntekijät olivat kokeneita ja heidän osaamisen puuttuminen työpöytäsovalmistuksesta oli helppoa havaittavissa. Tämän tiedettiin aiheuttavan hieman tuotannon hidastumista. Työntekijät työpöytäsovalmistuksessa mainitsivat useaan otteeseen tuotantolinjan toimivan vajaamiehityksellä.

Tulosten luotettavuus ja eettisyys

Samanaikaisesti tutkimustyön alussa toimeksiantajan organisaatiossa tapahtui sisäisiä muutoksia, joiden uskon vaikuttaneen siihen, että työpöytätasojen seurannalla ei saatu kerättyä tarpeeksi kattavaa tietoa. Työntekijöiden sitoutuminen ja halukkuus osallistua seurantataulukoiden täyttöön oli huomattavan alhaista. Tästä huolimatta tiedonkeruussa saatuja tietoja voidaan pitää kohtalaisen luotettavina ja saatujen tietojen perusteella tehdyt johtopäätökset prosessin toimintaan vaikuttavista tekijöistä, sekä korjaavista toimenpiteistä ovat mielestäni oikeat. Analyysia pullonkaulailmiöstä ja päätöksiä korjaavista toimenpiteistä ei tehty pelkän seurannan tietojen perusteella, vaan johtopäätöksien tekemistä varten keskusteltiin työpöytäsovalmistusprosessin tuntevien työntekijöiden kanssa sekä sovellettiin useaa eri Lean-työkalua. Kyselylomakkeen käyttö eettisessä tarkastelussa oli korrektia. Lomakkeet jaettiin osallistujille henkilökohtaisesti ja heille kerrottiin käyttötarkoitus sekä painotettiin vastaamisen olevan täysin anonyymiä ja vapaaehtoista.

Yhtenä työn tekemisen tavoitteena oli saada tärkeää tietoa mahdollisimman monelta eri tehtaan työntekijältä. Tämä oli helppoa, sillä tehtaassa työskentelee suhteellisen pitkän työuran tehneitä työntekijöitä, ja osa tutkimustyön tiedonlähteinä toimi työntekijöitä, joilla oli jo 20 vuoden kokemus alalta. Huomionarvoisena asiana voidaan pitää sitä, että myös työnjohtajatasolla suurimmalla osalla oli monivuotinen kokemus tehtaalla työskentelystä ja heiltä saatu tieto oli erittäin laajaa.

Kaiken kaikkiaan tutkimustyön tekeminen oli erittäin mielenkiintoista ja opettavaista. Toimin ensimmäistä kertaa projektipäällikön ominaisuudessa ja opin tästä tilaisuudesta erittäin paljon. Tämän kaltaisten töiden tekeminen vaatii erilaisten ihmisten osaamista sekä sitoutumista ja sainkin tutkimustyötä tehdessä olla erittäin monen erilaisen ihmisen kanssa tekemisissä ja uskon tästä olevan minulle ainoastaan hyötyä tulevaisuudessa.

Olen hyvin tyytyväinen saamaani apuun, opastukseen sekä luottamukseen työtä tehdessäni. Uskon vakaasti tutkimustyöni olevan hyvä pohja jatkaa tuotantolinjan kehittämistä eteenpäin. Ajan ollessa rajallinen kaikkia parannuskeinoja ei ehditty toteuttamaan, mutta se, että ne ovat kartoitettu valmiiksi, helpottaa prosessin kehittämistä jatkossa. Joitain parannustoimenpiteitä ei olisi ollut järkevää toteuttaa tiukalla aikataululla. Tästä esimerkkinä työpöytätasojen

pakkauslinjan työpisteen layoutin uusiminen: sen tekemiseen tarvitaan työntekijöiden omaa kokemusta ja aikaa suunnittelulle, jotta siitä tulee todella entistä parempi. Uskon, että tutkimustyön aikana saadut tiedot ovat tärkeitä ja parannusehdotukset toteutettavissa.

LÄHTEET

- Aalto Pro – Aalto University Professional Development. 2017. WWW - dokumentti. Saatavissa: <http://www.aaltopro.fi/blog/lss-dmaic-measure-mittaa-tunnista-ja-kuvaa-prosessin-nykytila-osa-3> [viitattu 21.6.2017].
- Hätinen, K. 2017a. CNC-koneistaja. Henkilökohtainen tiedoksianto 10.4.2017. Novart Oy.
- Hätinen, K. 2017b. CNC-koneistaja. Henkilökohtainen tiedoksianto 18.4.2017. Novart Oy.
- Hätinen, K. 2017c. CNC-koneistaja. Henkilökohtainen tiedoksianto 5.5.2017. Novart Oy.
- Kaipia, R. 2009. Coordinating material and information flows with supply chain planning. *The International Journal of Logistics Management*, 20,1, 144–162. Saatavissa: <https://doi-org.ezproxy.xamk.fi/10.1108/09574090910954> [viitattu 6.10.2017].
- Kaivosoja, J. 2016. Imuohjautuva tuotantosysteemi epävarman kysynnän vallitessa. Aalto Yliopisto. Diplomityö. Saatavissa: https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/19708/master_Kaivosoja_Joona_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 3.10.2017].
- Karrus, K. E. 2001. Logistiikka. 3., uudistettu painos. Juva: WS Bookwell Oy.
- Koivusalo, K. 2017. Kansipakkaaja. Henkilökohtainen tiedoksianto 29.5.2017. Novart Oy.
- Korhonen, T. 2017. Supply Chain Leader. Henkilökohtainen tiedonanto 6.6.2017. Novart Oy.
- Leaniksi. 2012. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://leaniksi.fi/> [viitattu 3.9.2017].

Lean Enterprise Institute. 2017. Saatavissa: www.lean.org [viitattu 4.10.2017]

Lean Lion Oy. 9 ohjetta parempaan johtamiseen. s.a. Pdf-dokumentti. Saatavissa:

<http://static.squarespace.com/static/52b6ebdce4b02ccd4f695677/t/5429597de4b06b86fdad56de/1411996128807/9+ohjetta+parempaan+leanjohtamiseen.pdf> [viitattu 21.6.2017].

Lean Manufacturing Tools. The 7 Wastes. 2017. WWW -dokumentti. Saatavissa: <http://leanmanufacturingtools.org/77/the-seven-wastes-7-mudas/> [viitattu 16.6.2017]

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell A. Von & Santala J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen huolintaliikkeiden liitto; Suomen osto- ja logistiikkayhdistys LOGY.

Manufacturing Global. One Point Lesson Plans – an effective learning tool in a manufacturing environment. 2017. WWW -dokumentti. Saatavissa: <http://www.manufacturingglobal.com/technology/one-point-lesson-plans-effective-learning-tool-manufacturing-environment> [viitattu 21.6.2017].

Miettinen, P. 2001. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Modig, N. & Åhlström P. 2013. Tätä on Lean - Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 1. painos. Tukholma: Rheologica Publishing.

Nissinen, J. 2017a. Tiiminvetäjä. Henkilökohtainen tiedoksianto 18.4.2017. Novart Oy.

Nissinen, J. 2017b. Tiiminvetäjä. Henkilökohtainen tiedoksianto 5.5.2017. Novart Oy.

Nissinen, J. 2017c. Tiiminvetäjä. Sähköpostiviesti 5.6.2017. Novart Oy.

Nissinen, M. 2017. Tiiminvetäjä. Henkilökohtainen tiedonanto 21.6.2017. Novart Oy.

Novart Oy 2013. Yritys. WWW -dokumentti. Saatavissa:

<http://www.novart.fi/yritys/> [viitattu 17.4.2017].

Ordning, M. 2017. Keräilijä. Henkilökohtainen tiedonanto 5.5.2017. Novart Oy.

Plant Maintenance Resource Center - Industrial Maintenance Portal. 2015.

Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.plant-maintenance.com/articles/OPL-Pneumatic_Lubricator.pdf [viitattu 21.6.2017].

Porter, M. E. 2006. Kansakuntien kilpailuetu. 2. tarkastettu painos. Talentum Media Oy.

Puusepänteollisuuden työehtosopimus. 2016. Puusepänteollisuus ry, Puuliitto ry. Saatavissa:

http://www.puuliitto.fi/files/7957/KIRJA_2017_2018_puusepanteollisuus_kirjainoversio.pdf [viitattu 25.9.2017].

Purtonen, T. 2007. Tuotannon ohjattavuuden kehittäminen asiakasohjautuvassa tuotannossa. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. Diplomityö. Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/39916665.pdf> [viitattu 17.4.2017].

Rother, M. 2011. Toyota Kata. Vantaa: Readme.fi.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi: Tilaus-toimitusketjun hallinta. 4. Painos. Espoo: Jouni Sakki.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: digitalisoitumisen haasteet. 8. painos. Vantaa: Jouni Sakki.

Six Sigma Material. 2017. Saatavissa: <http://www.six-sigma-material.com/Spaghetti-Diagram.html> [viitattu 8.8.2017].

EFESO Consulting. WWW -dokumentti. Saatavissa:

<https://www.efeso.com/en/men-efeso-group> [viitattu 13.9.2017].

EFESO Consulting. Seuranen, G. 2016. Principal Consultant Supply Chain.

Lean Flow Module koulutusmateriaali. Koulutus Darlingtonissa 27.-31.3. 2017.

The Maintenance Phoenix. The Value of a Single Piece of Paper. 2014. Saa-

tavissa: [http://maintenancephoenix.com/2014/03/17/the-value-of-a-single-](http://maintenancephoenix.com/2014/03/17/the-value-of-a-single-piece-of-paper/)

[piece-of-paper/](http://maintenancephoenix.com/2014/03/17/the-value-of-a-single-piece-of-paper/) [viitattu 21.6.2017].

Tikander, J. 2017. Kunnossapitopäällikkö. Sähköpostiviesti 20.6.2017. Novart Oy.

Vehviläinen, T. 2017. Tuotanto- ja logistiikkakoordinaattori. Sähköpostiviesti 15.5.2017. Novart Oy.

Womack, J.& Jones, D. 2003. Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. 2. painos. New York: Simon & Schuster.

Parannusehdotuksia työpöytäsovalmistukseen/ Työpöytäsovalmistus

Kirjoita parannusehdotuksen alle sen positiivisista vaikutuksista: Miksi muutos olisi hyvä tai tarpeellinen?

Palauta tiiminvetäjälle ke 17.5. mennessä.

- 1 työntekijä lisää.
- Tasojen käsittelyyn apuväline?
- Sahalle sähköisesti tieto päivän töistä. Nykyisellään yksi työntekijä kuljettaa työpaperit sahalle ja mitat syötetään käsin.
- Uusi listoituskone.
- Palautuskuljetin listoituskoneelle.
- Työntekijöiden koulutus useisiin eri työtehtäviin tasovalmistuksessa.
- Koulutus tasojen kuittaukseen ja vikatilanteiden korjaamiseen.

- Pakkauskoneelle automaattinen kuittauskone, lukija.
- Erikoiskansille ja massiivitasoille (+allaskiinnitykset) vakkaritekijät.
- Tasolinjan putkivaunujen merkitseminen.
- Puhelin tasolinjalle.
- Tasopakkauksen uusi layout: lattiateippaukset ja hyllykön uusiminen.
- Muuta:

Parannusehdotuksia työpöytätasovalmistukseen/ Lähettämö

Kirjoita parannusehdotuksen alle sen positiivisista vaikutuksista: Miksi muutos olisi hyvä tai tarpeellinen?

Palauta tiiminvetäjälle ke 17.5. mennessä.

- 1 työntekijä lisää.
- Tasojen käsittelyyn apuväline?
- Uusi listoituskone.
- Koulutus tasojen kuittaukseen ja vikatilanteiden korjaamiseen.
- Pakkauskoneelle automaattinen kuittauskone, lukija.
- Tasolinjan putkivaunujen merkitseminen.
- Puhelin tasolinjalle.

- Muuta: