

Jesper Hellsten

TUOTANNON OSATOIMITUSPROSES- SIN TEHOSTAMINEN

Sandvik Mining and Construction Oy

Opinnäytetyö
Logistiikka

2019



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Jesper Hellsten	Insinööri (AMK), Logistiikka	Toukokuu 2019
Opinnäytetyön nimi		
Tuotannon osatoimitusprosessin tehostaminen		56 sivua 3 liitesivua
Toimeksiantaja		
Sandvik Mining and Construction Oy		
Ohjaaja		
Suvi Johansson, Peter Höijer		
Tiivistelmä		
<p>Tuotannon osatoimitusprosessin tehostaminen on toimeksiantona suoritettu opinnäytetyö. Toimeksiantajana toimii kaivoskoneita Turussa valmistava Sandvik Mining and Construction Oy. Työ keskittyy Turun tehtaan logistiikkatoiminnoista sisälogistiikkaan ja vielä tarkemmin osatoimituksiin päävaraston ulkopuolisilta varastointialueilta tuotantolinjalle. Lähtökohtana työlle oli osatoimitusten ajallisen toteutuman vaihtelevuus. Työssä tavoitteena oli selvittää prosessissa ilmenevät ongelmakohdat, joilla oli vaikutus osatoimitusten ajalliseen toteutumaan sekä löytää parannuskohtia prosessin virtauksen parantamiseksi. Työn tutkimusongelmiksi määriteltiin, miksi osatoimitusten toimitusajoissa esiintyy merkittävää vaihtelevuutta sekä mitkä asiakohdat vaikuttavat prosessin virtauksen hidastumiseen.</p> <p>Tutkimusmenetelminä työssä käytettiin työskentelyn ohessa suoritettua prosessin havainnointia sekä lean-järjestelmän tuottaman datatiedon analysointia osatoimitusten ajallisen toteutuman muodostumisesta. Menetelminä oli lisäksi työntekijöiden sekä heidän esimiesten haastattelut. Opinnäytetyön teoreettisen viitekehyksen muodostaa sisälogistiikka yleisesti sekä lean-filosofian käsittely prosessin tehostamisen näkökulmasta. Pääteorialukuja tukee tuotannon layoutin sekä prosessin läpimenoajan käsittely. Teoria osuus on rakennettu siten, että se tukeutuu täysin empiriaosion kanssa.</p> <p>Työn tuloksista pystyy muodostamaan kuvan, että osien toimituskäytävän tukkeutuminen on yksi merkittävimmistä syistä osien toimitusaikojen kohoamiseen. Toinen merkittävä ongelmakohta on, kun tuotannon pyytämiä osia ei ole saatavana. Toimitusprosessista riippuen syynä voi olla, että osia ei ole varastossa keräilty vielä. Työssä nostetaan myös esille yhteistyön korostaminen eri osastojen välillä järjestelijöiden prosessien sujuvuuden takamiseksi. Prosessissa ilmenevien ongelmien syntymiselle ei ole yksiselitteistä syytä, vaan ne muodostuvat useasta eri tekijästä. Osien toimitusajan kasvuun vaikuttavat syyt ovat merkittävä tekijä lisäämään yleisesti toimitusaikojen vaihtelevuutta.</p> <p>Järjestelijöiden prosessien virtauksen tehostamisen mahdollistaa useat muutostoimenpiteet, joita tässä työssä on työstyetty. Näitä ovat muun muassa käytävän tukkeutumisen varosysteemi ja se, että IH-halliin tuodaan kattonosturi ylimääräisen siirtoajan välttämiseksi. Näiden käytöllä vähennetään prosessien hidastavien asioiden vaikutusta sekä samalla toimitusaikojen vaihtelevuutta saadaan tasaisemmaksi.</p>		
Asiasanat		
sisälogistiikka, lean, layout, läpimenoaika, prosessin pullonkaulat		

Author (authors)	Degree	Time
Jesper Hellsten	Bachelor of Engineering	May 2019
Thesis title Setting-off to process of part delivery		56 pages 3 pages of appendices
Commissioned by Sandvik Mining and Construction Oy		
Supervisor Suvi Johansson, Peter Höijer		
<p data-bbox="164 763 296 797">Abstract</p> <p data-bbox="164 835 1458 1048">The subject of the thesis is the internal logistics of Sandvik’s factory in the city of Turku and more specifically part deliveries to the manufacturing. The problems in processes have been the deceleration of the processes flow and considerable variability in the delivery times of parts for manufacture. The objective of the thesis was to improve and increase the effectiveness of the part deliveries and the reduction to variability in time on the performance of the processes.</p> <p data-bbox="164 1093 1441 1234">The research method was to take interviews with the employees and superior of the logistics. and the observe of the work done on the process. The material of research consisted of data from Lean Enterprise Resource Planning, which was to gather information about actual figures for the delivery times of parts.</p> <p data-bbox="164 1279 1458 1420">The first stage was to look into the processes of part deliveries and define the present state of processes. The next stage was to research more specifically the processes by several process flow charts. Finally, employees of the interviews were taken so that the problems in the process could be described.</p> <p data-bbox="164 1464 1458 1570">The results indicated that the main cause of cause deceleration in the processes flow was that driveways in part deliveries were not available, and parts which the manufacturing had ordered were not available for different reasons.</p> <p data-bbox="164 1615 1458 1742">The development procedures were developed to solve the problems of processes. The development procedures will be developing in internal logistics operations to reduce the effect of the problems in the process and in addition the variability of the delivery times of parts for manufacture.</p>		
<p data-bbox="164 1756 320 1789">Keywords</p> <p data-bbox="164 1827 1046 1861">Internal logistics, lean, layout, lead time, bottleneck of process</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Taustaa	6
1.2	Työn tarkoitus, tavoite ja rajaukset	6
1.3	Teoreettinen viitekehys	8
1.4	Tutkimus.....	9
1.5	Tutkimusmenetelmät	9
2	SISÄLOGISTIIKKA	11
3	LEAN-AJATTELLUN HYÖDYNTÄMINEN SISÄLOGISTIIKASSA.....	14
3.1	Prosessin läpimenoaika	18
3.2	Tuotannon layout.....	20
4	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY.....	24
4.1	Sandvik Mining and Construction Oy.....	24
4.2	Tehtaan layout	24
5	TEHTAAN SISÄLOGISTIIKAN PROSESSIT	26
5.1	Prosesseihin vaikuttavat tekijät.....	26
5.2	Siirtopyyntöjen prosessi	27
5.3	Järjestelijöiden muut prosessit.....	30
5.4	Arvon kertyminen prosessin aikana	32
5.5	Lean-järjestelmän datatietojen analysointi	34
5.5.1	Vapaiden siirtopyyntöjen datatiedot.....	35
5.5.2	Järjestelyn datatiedot	38
6	PROSESSIN HAASTEET	39
7	TOIMENPITEET	43
7.1	Ehdotukset parannustoimenpiteiksi	43
7.2	Käynnissä olevat ja toteutuneet parannustoimenpiteet	44
8	TUTKIMUKSEN JOHTOPÄÄTÖKSET	47
	LÄHTEET	51

KUVALUETTELO

LIITTEET

Liite 1. Siirtopyyntöjen työsuorituksen prosessikaavio

Liite 2. Siirtopyyntöjen aktiviteettikaavio

Liite 3. Järjestelijöiden prosessien ongelmakohdat

1 JOHDANTO

Työn ensimmäisessä luvussa tullaan käsittelemään tutkimuksen taustoja, kuten miksi työ on tehty ja mitä siltä tavoitellaan. Kappaleessa kuvataan myös tutkimuksen teoreettinen viitekehys ja millä tutkimusmenetelmillä tutkimusaineisto on kerätty.

1.1 Taustaa

Työskentelin kesällä 2018 Sandvik Mining and Construction Oy:n Turun tehtaalla sisälogistiikassa järjestelijänä, joten oli luontevaa kysyä sieltä mahdollista opinnäytetyöaihetta. Aiheeksi valikoitui Turun tehtaan sisälogistiikan kehittäminen parista eri syystä. Työnantajalla oli selkeä tarve tutkia sisälogistiikan prosessia ja tehostaa sitä. Prosessin tehostaminen tulisi näkymään ennen kaikkea myös tuotannon tehokkuudessa. Ajankohdan puolesta opinnäytetyön tekemistä tukee se seikka, että syksyllä 2018 tuotannossa on hieman rauhallisempaa. Tuotanto ei aseta suoranaisia paineita työn suorittamiseen ajallisesti, eikä sido resursseja saman verran kuin tuotannon ollessa kiireisenä. Tutkimuksen mahdollisesti synnyttäviä prosessin tehostustoimenpiteitä on järkevämpää ottaa käyttöön rauhallisemmassa tuotannon vauhdissa asteittain kuin kiireessä ja nopeasti. Opinnäytetyöntekijän asemassa tähän aiheeseen päätymiseksi huomioitava asia on se, että kesän ajalta karttunut kokemus sisälogistiikan tehtävistä on antanut valmiiksi näkökulmia aiheesta. Tekijä tuntee prosessin hyvin, joten aikaa ei kulu perusprosessin opettelemiseen, jos aiheena olisi ollut tehtaan joku muu logistinen prosessi. Lisäksi on inspiroivaa päästä tekemään Sandvikille opinnäytetyötä. Omalla työpanoksella on mahdollista päästä vaikuttamaan Sandvikin prosessien kehittämisessä ja olla tietyllä tavalla osana kaivoskoneiden tuotannon edistämisessä.

1.2 Työn tarkoitus, tavoite ja rajaukset

Työssä tutkittavana ongelmana ovat merkittävästi heittelevät järjestelijöiden prosessin vasteajat ja viiveet hidastavat tuotannon aikataulua. Tämä tulee esille työssä käsiteltävästä lean-järjestelmän tuottamasta datasta, josta ilmenee siirtopyyntöjen kuittausajat. Välillä prosessin suorittamiseen käytettävä

aika on hyvin pieni, kun taas samana päivänä toisen siirtopyynnön suorittaminen voi viedä paljon enemmän aikaa. Tähän on useita syitä, joita käydään läpi työn edetessä.

Opinnäytetyön tarkoituksena on saada sisälogistiikan prosesseja tehostettua sekä saada prosessien työsuoritteiden vasteaikoja tasaisemmaksi. Työn keskeisenä tavoitteena on löytää sisälogistiikan prosessien pullonkaulat ja ongelmakohtat. Tavoitteena on myös ongelmakohtien kehittäminen ja mahdollisesti niiden poistaminen kokonaan. Työn tarkoituksena on löytää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä asiakohdat vaikuttavat prosessin virtauksen hidastumiseen?
- Miksi osatoimitusten toimitusajoissa on merkittävä vaihtelevuus?

Työssä käsitellään tehtaan sisäisiä osien logistisia siirtoja, kun järjestelijät toimittavat tuotantoon osia välivarastointihyllystä tai noutavat itse isoimmat osat IH-hallista. Se on päätehtaan vieressä sijaitseva ulkovarastohalli. Prosessikuvaus sisältyy myös edeltävät työvaiheet ennen siirtojen aloittamista. Tutkimuksen pääpaino on päätehtaan sisäisissä kuljetuksissa, mutta työssä käsitellään myös syitä viivästyksiin tehdasalueen erillisistä varastoista ja tuotantotiloista sekä ulkoisista varastoista, kuten satamavarastosta tuleviin osatoimituksiin. Viiveet näissä toimituksissa viivästyttävät muun muassa osakoonpanojen työnaloitusta.

Sandvikin Turun tehtaan logistiikkapuolella on myös toinen opinnäytetyötoimeksianto käynnissä syksyllä 2018. Opinnäytetyö käsittelee, kuinka varastossa osien saldovirheitä olisi mahdollista vähentää. Se liittyy tämän työn ohella Turun tehtaan logistiikkapuolen jatkuvaan tehtaan logistisen prosessin kehittämiseen. Aikaa ei kulu osien etsimiseen varastossa tai sitten tehtaan puolella odottamiseen, kun käytävä on tukossa. Koko logistiikka prosessia tehostamalla ja ylimääräinen hukka karsimalla pois saadaan koko tuotantoprosessia nopeutettua ja tuotannon läpimenoaika pysyy raja-arvojen puitteissa.

Kaivoskoneiden myyntiä hallitsee pääasiassa pari isoa toimijaa, mutta kilpailu on kovaa näiden välillä. Tästä syystä on erityisen tärkeää erottua kilpailijoistaan muun muassa koneiden valmistusaikataulun pitävyydessä. Järjestelijöiden prosessin tehostamisen mahdollistaa sen, että tuotanto pystyy aloittaan

työskentelyn nopeammin tietyssä työvaiheessa. Lopputuloksena syntyy koneen valmistuminen ajallaan, joka vankistaa Sandvikin kilpailukykyä kilpailijoihinsa nähden. Yksi työntekemisen perustana on juuri tämä kilpailuedun saaminen, joka osaltaan mahdollistuu järjestelijöiden prosessin tehokkaina läpimenoaikoina.

1.3 Teoreettinen viitekehys

Opinnäytetyön pääteoria käsittelee sisälogistiikkaa ja Leania yleisesti. Sisälogistiikalla (Haverila 2009, 462) tarkoitetaan tehtaan sisäisten materiaalivirtojen suunnittelua ja hallintaa. Haverila jatkaa (2009, 461–462), että valmistavien yritysten lukuseisten valmistusyksiköiden osien saannin oikeaan aikaan huolehtii juuri tehtaan sisäinen logistiikka. Opinnäytetyön aihe on osana tehtaan sisälogistiikkaa, jolloin sen valinta pääteoria luvuksi on perusteltu. Turun päätehtaan sisälogistiikan hoitavat suurimmilta osin juuri järjestelijät.

Pääteoriaa tukee tuotannon layoutsuunnittelun käsittely yleisesti. Tuotannon layouttyyppin valinnassa on huomioitava muun muassa kunkin mallin soveltuvuus erilaiseen tuotannon tyyppiin (Haverila ym. 2009, 475–488). Tuotantolinjojen ja koneiden sijoittelu tehtaassa vaikuttaa monin tavoin myös järjestelijöiden työn suorittamiseen. Järjestelijät siirtävät osalavoja tuotannonlinjojen välissä risteävillä käytävillä. Se lisää työsuorituksen suorittamisaikaa, jos osien siirtelyn lähtöpaikka ja määränpää ovat eri puolilla tehdasta.

Toinen pääteorialuku käsittelee lean-ajattelua ja sen mahdollisuuksia sisälogistiikan prosessien tehostamisessa. Kourin mukaan (2010, 10) työvaiheen tehostamiseksi siitä on poistettava turhat työsuoritteet eli arvoa tuottamaton työ. Työn vakiinnuttaminen on edellytys työtapojen kehittämiseksi ja edelleen prosessin tehostamiseksi (mts. 16). Muun muassa työvaiheita kuvaavalla prosessikaaviolla on mahdollista tehostaa normaalin perehdytyksen vaikutusta uusien työntekijöiden perehdytyksessä. Työn aikana tullaan käymään läpi näitä kaavioita. Lean-filosofian käsittelyä teoriaosuudessa tukee myös se seikka, että Sandvik hyödyntää lean-ajattelua koko filosofiassaan.

1.4 Tutkimus

Teoria ja empirian osuus tukeutuvat vahvasti toisiinsa monelta eri kantilta. Työn empiriassa tutkitaan, miten valmiiksi keräiltyjen settiosien toimitusta saadaan nopeammin tuotannon käyttöön tehtaassa ja mitä pullonkauloja prosessissa on. Tässä nousee yhdeksi keskeiseksi asiaksi se, mistä osista tehdään sisäinen logistiikka koostuu. Teoriaosuudessa käsitellään sisälogistiikkaa painotettuna tehdään sisäisiä siirtoja, joten se nivoutuu empiriaan täysin. Toinen teorialuku käsittelee lean-ajattelun hyödyntämistä järjestelijöiden prosessin tehostamisessa. Se auttaa ymmärtämään, mitä mahdollista hukkaa ja aikaa vieviä turhia toimintoja voidaan karsia prosessissa. Tällöin tutkimusosio tukeutuu hyvin teoriaan. Lisäksi Lean filosofian käsittelyssä korostuu prosessin tehostamisen näkökulma, joka ilmentyy jatkuvan kehittämisen, imuohjauksen sekä hukkien käsittelyllä.

Prosessia kuvataan useilla eri kaavioilla peruskaavioista muun muassa arvovirtakuvaukseen. Kaavioilla on mahdollista saada selville muun muassa prosessin muuttujat sekä ne työvaiheet, jotka tuottavat tuottamatonta arvoa koko tuotantoprosessiin. Prosessin syvempi analysoiminen mahdollistaa ymmärtämään tehokkaan prosessin vaikutukset koko tuotantoprosessiin. Esimerkiksi järjestelijöiden prosessin aikana tuotetut viiveet ovat työläämpää kuroa umpeen koko tuotantoprosessin edetessä, joten niiden ehkäisy on kannattavin keino. Yksi työn tarkoitus on nostaa esille sitä seikkaa, että järjestelijöiden prosessi on tärkeä logistiikan ja tuotannon yhdistäjä ja myös kriittinenkin prosessi tuotannon toimivuuden takaajana.

1.5 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmiksi valikoitui kvalitatiivisen eli laadullisen menetelmistä havainnointi ja haastattelut. Työssä käytettävä (Vilka 2007, 40) havainnointiprosessi oli vapaata osallistuvaa havainnointia ja tutkittavaan kohteen toimintamalliin sopeutunutta. (Hirsijärvi et al. 2005, 203–204; Hirsijärvi & Hurme 2001, 37; Anttila 1996, 34, 218–219.) Osallistuva havainnointi (mts. 44) suoritetaan tutkimuskohteen ehdoilla osallistumalla sen toimintaan, joka tapahtuu yhdessä sen jäsenistön kanssa. (Alasuutari 1994, 75; Eskola & Suoranta 2000, 98, 108; Hirsijärvi & Hurme 2001, 37–38; Hirsijärvi et al. 2005,

205–206; Anttila 1996, 220.) Havainnoitavia asioita olivat järjestelijöiden työkentelytavat sekä prosessin eri työvaiheet. Havainnoinnin tehtävänä on myös selvittää tekijät, jotka aiheuttivat prosessin hidastumista ja vallitsevan työympäristön vaikutusta prosessiin. Jotta (Vilka 2007, 45) havainnoitavista kohteista saadaan tietoa, osallistuvassa havainnoinnissa havainnoitsijan on päästävä osaksi tutkittavan kohteen yhteisöä (Grönfors 2001, 133; Grönfors 1985, 97; Vilka 2005, 119–122).

Vilka (2007 40-41) kertoo, että vapaassa havainnoinnissa vaaditaan kattavaa perehtymistä tutkittavan kohteeseen sekä riittävän pitkiä seurantajaksoja todennukaisten tulosten saavuttamiseksi. Usealta kuukaudelta saatu havainnointitietomäärä työskennellessä sisälogistiikassa kesällä 2018 oli osaltaan syy havainnoinnin valitsemiseen tutkimusmenetelmäksi. (Hirsijärvi & Hurme 2001, 23, 38; Grönfors 2001, 129; Eskola & Suoranta 2000, 109; Anttila 1996, 220.)

Työn toisena tutkimusmenetelmänä on järjestelijöiden sekä heidän esimiestensä haastattelut ja ne ovat tyypiltään teemahaastatteluita. Teemahaastatteluissa oli, mitkä asiat järjestelijät kokevat aiheuttavan prosessissa hidastuvuutta ja vastaavasti esimiesten kokemat ongelmakohdat. Työssä haastateltiin järjestelijöitä, koska he tuntevat prosessin parhaiten. Esimiesten haastattelu antaa vastaavasti toisenlaisen kuvan järjestelijöiden prosessista, esimiesten näkemyksistä prosessin parannettavista kohdista.

Teemahaastattelun (Vilka 2009, 100) idea on, että haastattelijä rajaa keskeiset aihealueet tutkittavasta ongelmasta, jotta tutkimuskysymyksiin saadaan riittävät vastaukset haastateltavilta. Vilka lisää (2009, 100–101), että teemahaastattelussa aihealueiden käsittelyjärjestyksellä ei ole käytännön merkitystä. Työn osana ovat myös järjestelijöiden ryhmähaastattelut sekä heidän yksilönhaastattelut. Hirsijärvi & Hurme kertovat (2011, 61), että ryhmähaastattelut eivät ole välttämättä kovin hiarkisia, vaan eri haastattelun jäsenet voivat esittää tietämyksensä melko spontaanisti. Haastattelijä pitää eri keinoin haastattelun osallistujat aktiivisena osana haastattelua. Hän voi kohdistaa kysymyksiä tietyille osallistujalle, mutta puhua yleisesti koko osallistujakunnalle. (Hirsijärvi & Hurme 2011, 61.)

Prosessia mitataan arvovirtakuvauksella (value stream mapping, VSM), joka on työkalu, millä tutkitaan materiaalien ja informaation virtausta prosessissa aina raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi asiakkaalle. (Rother 2011, 24; Oakland 2014, 312.) Arvovirtauksella (Oakland 2014, 312) pyritään nopeuttamaan läpimenoaika poistamalla prosessia hidastavat pullonkaulat. Sillä määritellään jokaiselle prosessin vaiheelle siihen kuluva aika sekä siitä koituvat kustannukset. Tunnistamalla prosessissa ne toiminnot, mitkä eivät tuota arvoa mahdollistaa se prosessin määrittelyn arvoa tuottavasta näkökulmasta. Prosessin nykytilan hahmottaminen sekä toteutus suunnitelman määrittäminen ovat edellytyksiä arvovirtakuvauksen onnistumiselle. (Oakland 2014, 312.)

Syy-seuraus-kaavio eli kalanruotodiagrammi on työssä yksi käytettävä tutkimusmenetelmä. Kaavion lähtökohtana on tutkia prosessissa ilmentyvien laaturvirheiden ja niiden aiheutuvien tekijöiden suhdetta ja painoarvoa virheen ilmaantumiseen. (Haverila 2009, 391.) Oaklandin mukaan (2014, 277) prosessin eri osa-alueet ovat esitetty kalanruodon päissä sekä siihen vaikuttava tekijä sijoitettu nuolen kärkeen ja aivan oikealla on näistä eri kokonaisuuksista aiheutuva seuraus.

2 SISÄLOGISTIIKKA

Sisäiset siirrot muodostavat osan esimerkiksi tehtaan sisälogistiikasta. Se muodostuu tehdasalueen sisällä tapahtuvista kuljetuksista käsittäen myös ulkokuljetukset eri tuotantohallien välillä. Sisäiset siirrot toimivat lähekkäin tuotannon kanssa, sillä niillä varmistetaan tuotannon materiaalien saanti, niin tuotannon materiaalin purkutoimenpiteet kuin valmiin tuotteen pakkaustoimenpiteet. (Hokkanen & Karhunen 2014, 140.) Keskeistä on, miten ne yhtenevät tuotannon kanssa, esimerkiksi osien toimitus voi olla osastojen välisiä tai sisäisiä tai eri valmistuspisteiden välisiä, mutta kuuluvat samaan työvaiheeseen. Valmistuspisteiden väliset kuljetukset kuuluvat lähes itse tuotantoprosessiin, kuten työkappaleen siirtäminen työstökoneen elementtien välillä. (Hokkanen & Karhunen 2014, 82–83.) Tavallisesti (Hokkanen & Karhunen 2014, 139) sisäiset siirrot suoritetaan tehtaan omalla siirtovälinekalustolla. Varaston toiminnoista, kuten asiakastoimitusten keräilyt sekä varaston täyttöön liittyvät siirrot, ovat myös sisäisiä siirtoja (Hokkanen & Karhunen 2014, 139).

Hokkanen ja Karhunen (2014, 83) jatkavat, että toinen jaottelu perustuu kuljetuksen sijoittamiseen valmistusprosessin etenemisen tietyssä vaiheessa. Näistä ensimmäinen on esituotannolliset eli preproduktiiviset kuljetukset, jotka keskittyvät raaka-aineiden ohella tarveaineiden käsittelyyn ennen tuotannon aloittamista. Kuljetukset käsittävät edellä mainittujen aineiden saapumisen tehtaalle sekä varastoinnin jälkeen niiden kuljettamisen tuotantolinjalle varastosta. Kuljetuksissa keskitytään tehokkuuteen ja sitä kautta edullisuuteen siirrettävien materiaalien suhteellisen suuren määrän takia. Suuren määrän käsittelyä tehokkaasti tukee materiaalin kestävyys ja sen edullisuus.

Interproduktiivisilla eli tuotannon välisillä toimituksilla tarkoitetaan työvaiheiden välisiä tai niiden sisällä tapahtuvia kuljetuksia. Kuljetettavia materiaaleja voivat olla puolivalmisteet, konetuotannossa esimerkiksi valmis vaihdelaatikko tai tuotantojätteet, kuten öljyperäiset aineet. Interproduktiivisessa kuljetuksen toteutuksessa korostuu oikea ajoitus tuotannon etenemisen kanssa, jolloin tuotanto saa materiaalin oikeaan aikaan. Näin vältetään työvaiheen ruuhkautuminen sekä mahdollistetaan koneiden jatkuva työmäärä. (Hokkanen & Karhunen 2014, 83.)

Jälkituotannolliset eli postproduktiiviset kuljetukset (Hokkanen & Karhunen 2014, 83) ovat jaottelun kolmas kuljetusmuoto, jossa kuljetettava materiaali on valmis tuote. Kuljetukset tapahtuvat valmistusprosessin jälkeen tuotannon loppupisteestä valmiiden tuotteiden varastoon ja edelleen ostajataholle. Jälkituotannolliset kuljetuksissa nopeutta tärkeämpi seikka on varovaisuus. Valmiin tuotteen vahingoittuessa ovat kustannukset korkeammat kuin hitaamman kuljetuksen aiheuttama aikaviive toimituksessa, jolloin riskitekijät huomioidaan paremmin.

Sisäisistä kuljetuksista puhuttaessa käytetään myös termiä materiaalin käsittely. Sisäiset siirrot ovat keskeisessä asemassa tehtaan materiaalivirran kullussa, sillä ne mahdollistavat materiaalin kuljetukset eri tuotantovaiheissa. Sisälogistiikan materiaalivirrat määrittävät, miten sisäiset siirrot ovat hoidettu. Keskeisiä mittareita kuljetustavan valinnassa ovat kuljetusten säännöllisyys sekä kuljetusmäärät (paksuus). Säännöllisiä kuljetusvirtoja pyritään hyödyntämään rakentamalla tehtaalle kuljetusväline, joka kuljettaa osia säännöllisesti tietyn aikataulun mukaisesti varaston ja eri osastojen välillä. Tarkoituksena on,

että aikataulun mukaiseen kuljetukseen otetaan mukaan siihen mennessä tulleet osastojen tilauskierrokset kuljetusvälineen maksimi kapasiteetin verran. Erillistoimituksia käytetään, kun on kyseessä satunnaiset tai sellaiset kuljetukset, joissa materiaalmäärät ylittävät säännöllisen kuljetusten kapasiteetin. Sisälogistiikassa yhdistämällä eri kuljetusmuotoja saadaan niistä toisiaan täydentäviä. (Hokkanen & Karhunen 2014, 139–140.)

Valmiit tehdas- ja varastotilat (Hokkanen & Karhunen 2014, 143) asettavat sisäisten siirtojen operoinnille vaatimukset muun muassa korkeussuhteiden mukaan. Kuljetukseen käytettävän reitin laatua tarkastellessa erotellaan erikseen materiaalin kuljetukseen käytettävä kulkutie sekä ympäristö, missä kuljetus suoritetaan. Suora reitti on taloudellisempi kuin mutkitteleva, sillä kuljetusvälineeltä vaaditaan tällöin enemmän tehoja, kalliimpi rakenne sekä sille aiheutuu ennenaikaisempaa kulumista. Mutkan jyrkkyys on huomioitava trukin maksimikäänösäteessä. Kuljetusmatkan pituuden määrittäessä on huomioitavaa, että siirtolaitteille on määritelty taloudellinen toimintaetäisyys, jota ei ylitetä.

Hokkanen ja Karhunen kertovat (2014, 143), että korkeussuhteiden vaihtelut ovat yksi rajoittava tekijä sisäisissä kuljetuksissa, sillä siihen kuuluu usein tavaroiden pinoamista hyllyille. Korkeussuhteittain erilaisia siirtomuotoja ovat vaaka- ja pystysuora sekä kalteva. Tavaroiden pysty- ja vaakasuoraisiin siirtoihin soveltuvat erityyppiset kuljetusvälineet, kuten pinoamisiin ja kuljettamisiin soveltuvat trukit. Kaltevaa siirtoa suorittavassa siirtovälineestä on huomioitava, että se suoriutuu tietystä kaltevuuskulmasta. Painovoiman hyödyntäminen pystysuoraan tapahtuvassa siirtelyssä on kustannuksia säästävää toimintaa. Useammassa kerroksessa olevassa tuotantotilassa osien siirtäminen joka kerroksen kautta ensiksi ylimpään kerrokseen ja sieltä kerros alaspäin kerrallaan tulee tehokkaammaksi kuin useat osasiirtelyt ylöspäin.

Korkeussuhteiltaan sekä pysty että vaakasuora reitti on hankala järjestää edullisesti eri siirtovälineillä. Reitin muuttaminen vaakasuoraan tulee usein kannattavammaksi. Keskeistä korkeussuhteiden vaihtelua sisältävän reitin suunnittelussa on, että alusta loppuun saakka reitti pyritään suorittamaan vain yhtä siirtovälinettä käyttäen. Siirtokuormaukset kuljetuksen varrella aiheuttavat lisäkustannuksia, joita on minimoitava. (Hokkanen & Karhunen 2014, 143.)

3 LEAN-AJATTELLUN HYÖDYNTÄMINEN SISÄLOGISTIIKASSA

Lean on johtamisfilosofia, jossa prosessien kehittämisessä korostetaan täsmällisyyttä sekä järkevyyttä asiakkaan näkökulmasta. Arvon määrittely tuotteelle ja palvelulle määritellään muun muassa laadusta, toimitusajasta sekä varmuudesta. Siinä korostuu laatuajattelu, joka toimintamallin aikaan saamana ilmenee laatutoimenpiteiden parantamisena tuotteessa sekä toiminnassa. (Kouri 2010, 6.)

Lean toimintamallissa keskeistä on tutkia prosesseissa olevaa hukkaa, jolla tarkoitetaan arvoa tuottamatonta työtä. Siinä hukkien poistaminen on avain työn tuottavuuden kasvattamiseen työtahdin kasvattamisen sijasta. (Kouri 2010, 10.)

1. Ylituotanto (Harrison 2014, 255) on merkittävin jätteen lähde ja sen vaikutukset näkyvät muualla tuotannossa. Se aiheuttaa epätasaisuutta sekä laatu- vaihtelua materiaalin virtaukseen aiheuttaen ongelmia tuotannon laadussa ja tuottavuudessa. Välitöntä tarvetta suuremmasta tuotannosta aiheutuu suuria eräkokoja, tuotannon keskeneräisyyttä sekä varastoon valmistamista. Ylituotannosta johtuen ongelmakohtien havaitseminen vaikeutuu sekä ne näkyvät todellista lievempinä suurien varastomäärien takia. (Kouri 2010, 10.)

2. Prosesseissa (Hietikko 2015, 174) eräänlaiset odotukset ja viivästykset ovat hukan lähde, jotka aiheentuvat muun muassa prosesseissa ilmentyvien pullokaulojen takia, laiterikkoontumiset tai osien puute varastossa ovat myös syynlähteitä odotuksiin. Harrison lisää (2014, 255), että ajankäytön tehottomuus näkyy odotuksina työpisteillä tai viimekädessä loppuasiakkaalla.

3. Harrisonin (2014, 255) mukaan materiaalin ylimääräinen kuljettaminen eri tuotantovaiheiden välillä on arvoa tuottamatonta toimintaa. Esimerkiksi tietyllä välimatkalla siirtotyön tekeminen kahden sijasta pelkästään yhdellä siirtovälillä, kuten vastapainotrukilla on ilmentymä hukan tunnistamisesta. Työpisteiden sijoittelu lähelle toisiaan vähentää hukan syntymistä juuri turhina kuljetuksina.

4. Laatuvirheistä johtuen tuotteeseen käytetystä materiaalista, kapasiteetista, käyttöpääoman sekä ajan käytöstä tulee hukkaa asiakastyöttömyytenä. Siinä korostuu ennalta ehkäisy, jotta pidempi aikaisten vääristymien poistamisessa onnistutaan. (Harrison 2014, 256; Kouri 2010, 10.)
 5. Seuraava (Harrison 2014, 255) hukkamuoto on tarpeettomat varastot, jotka lisäävät kustannusten ohella läpimenoaikaa sekä ovat esimerkiksi ilmentymä lisätilantarpeesta. Ongelmat juontuvat katkenneesta virtauksesta sekä prosessin luontaisista ongelmakohdista.
 6. Ylikäsittely mielletään toiminnaksi, joka ei anna asiakkaalle lisäarvoa lopputuotteessa, kuten liian monimutkaisilla sekä kalliilla menetelmillä valmistettua tuotetta (Hietikko 2015, 174).
 7. Työskentelyssä ylimääräinen liike on myös hukkaa, jos se ei tuota lisäarvoa lopullisessa tuotteessa (Kouri 2010, 11). Hietikko lisää (2015, 174), että tuotteen ja/tai osan ylimääräinen liikuttaminen altistaa sen samoille riskitekijöille, jotka ovat olemassa niiden kuljettamisessa esimerkiksi loppuasiakkaalle.
 8. Kouri (2010, 11) nostaa esille, että edellä mainittujen hukkien lisäksi nykyisin mielletään myös kahdeksas hukka, jossa käsitellään työntekijöiden hyödyntämätöntä osaamista sekä luovuutta. Tässä hukan muodossa työntekijöiden prosessin tuntemisesta muodostuneet parannusehdotukset ja työskentelyssä ilmentyneet oppimistarpeet jäävät hyödyntämättä muodostaen hukkaa.
- Lean-filosofian (Viitala & Jylhä 2013, 288) yksi prosessin laadun kehittämismenetelmä on kaizen eli jatkuvan parantamisen malli. Kehittäjänä tunnetaan William Edwards Deming, joka korosti yritysjohtamisessa kehitystyön järjestelmällisyyttä. Kaizen-mallissa keskitytään juurisyyn ratkaisemiseen, josta laatuongelmat ovat lähtöisin. (Viitala & Jylhä 2013, 288–289.) Viitala ja Jylhän (2013, 289) mukaan juurisyyn eli perimmäisen syyn poistaminen estää siitä johtuvien ongelmien muodostumisen, joiden korjaaminen veisi resursseja. Kehittämistyö toteutetaan projektimallin mukaisesti ja kun tavoite on saavutettu, siirrytään seuraavaan projektiin. Projekteja voi olla myös rinnakkain kehittämiskäsittelyssä, mutta yhtäaikainen niiden määrä tulee olla sopiva työn resurssien kanssa. (Viitala & Jylhä 2013, 288–289.)

Keskeisenä osana (Viitala & Jylhä 2013, 288) jatkuvaan parantamisen malliin liitetään usein kaaviomallinnustyökalu esimerkiksi PDCA-kaavio. Syklin systemaattiseen vaihe vaiheelta etenevään prosessin kehittämiskäsittelyyn kuuluu neljä eri vaihetta:

1. muutossuunnitelman suunnittelu
2. pilottihankkeen suorittaminen
3. arvioi pilottihankkeen hyvät ja huonot ominaisuudet
4. kohdealueella parannustoimenpiteiden toteutus (Viitala & Jylhä 2013, 288.)

Viidentenä (Kouri 2010, 15) kohtana syklin jatkeena on toiminnan kehittämisen jatkuminen.

Viitala ja Jylhä kertovat (2013, 159), että asetteittain etenevän jatkuva kehitystyön tavoitteena ovat muun muassa innovaatioiden kehittämisen sekä virheiden vähentämisen ohella etenkin kustannusten pienentäminen. Työntekijät tuovat esille korjattavat kohdat muun muassa pienryhmissä sekä suorittavat itse kehittämistoimenpiteet loppuun asti PDCA-syklin mukaisesti. (Kouri 2010, 14–15.) Viitala ja Jylhä täsmentävät (2013, 288) vielä, että koko organisaation jatkuvassa parantamisessa korostuu koko työyhteisön panos keskittää tietonsa laadun kehittämiseen organisaation eri työvaiheissa. Kaizen-mallin onnistuminen lähtee organisaation johdon esimerkistä sekä sen täydestä tuesta kehitystyölle (Viitala & Jylhä 2013, 159).

Prosessin vakiinnuttaminen (Kouri 2010, 16) on edellytys sen työmenetelmien kehittämiseksi, sillä työntekijöiden yhtenäinen työskentelytapa mahdollistaa niiden vaikutuksen selvittämisen työn laadun sekä tuottavuuden määrääntymiseen. Kourin mukaan (2010, 16–17) työmenetelmien laatuvaatimukset täyttävät kriteerit muodostuvat standardisoiduista työtavoista, joita kaikki työntekijät noudattavat. Prosessin vakiinnuttamisen työkaluna ovat työohjeet, joissa korostuvat selkeät sekä havainnollistavat työvaiheiden kuvaukset (Kouri 2010, 17). Demingin ajatusmallissa henkilöstöä sitouttamalla varmistetaan tehokkaiden työmenetelmien vakiinnuttamisen tehostaminen työntekijöissä (Viitala & Jylhä 2013, 289).

Kanban-malli (Viitala & Jylhä 2013, 158) eli tuotannon imuohjaus on tuotannon ajoittamisjärjestelmä ja yksi lean-filosofian prosessien ja koko tuotannon

kehittämisen menetelmistä. Imuohjauksessa keskeistä on valmistuksen perustuminen varmaan tarpeeseen. Tuotannon aloitus perustuu tuotteen tilauksen laukaisemasta impulssista, kun tuotteiden imupuskurivaraston saldo menee alarajan alle. (Haverila ym. 2009, 422.)

Kanbanin (Kouri 2010, 22) yksi tehtävä on muun muassa estää hukan muodostumista ylituotannon muodossa. Kanban-menetelmälle on ominaista sen soveltuvuus tuotteille (mts. 22), joiden valmistus on tasaista ja ne ovat niin saottuja vakio tuotteita. Haverilan ym. mukaan (2009, 422) se mahdollistaa imupuskurien käytön, jotka ovat imuohjauksen perusta. Tuotannon laadun virheettömyys sekä lyhyt läpimenoaika ovat asioita, joita imuohjaus vaatii tuotannolta. Tuotantovaiheessa jo yksikin ongelma on kykenevä pysäyttämään tuotantoprosessin kokonaan. (Haverila ym. 2009, 422–423.)

Alkujaan kanbanin toimintavarmuus perustui kanban-kortteihin, joita on olemassa kuljetus- ja tuotanto-kanbaneja (Haverila 2010, 423). Haverilan mukaan (2010, 422) ne mahdollistavat imuohjauksen perusidean luomalla tarpeen edelliselle työvaiheelle toiminnon käynnistämiseksi. Imuilmion lisäksi kanban-kortista osia tuottava taho saa prosessin suorittamiseksi vaadittavat tiedot, kuten nimikkeiden valmistusmäärän. Kanban-kortin lisäksi impulssi työn aloittamiseksi voi olla tyhjä puskurilaatikko. (Kouri 2010, 22.)

Haverila ym. (2009, 423-424) kertovat, että impulssi osien kuljetukseen tuotantolinjalle tulee, kun varastoitavien tuotanto-kanbankorttien määrä ylittää niille asetetun ylärajan. Valmistaja pakkaa osia kuljetus-kanbanin tietojen perusteella ja kokoonpanon toimituksen jälkeen vapautuneet kanbanit siirretään keräilyalueelle. Yhtäaikaisesti tuote-erän lähetyksen kanssa vapautetaan tuotanto-kanban, joka antaa syklin tuotannolle valmistaa tuotekortin teknisten tietojen perusteella.

Kanban (Modig & Åhlström 2016, 72) perustuu toimintamalliin, jossa tuotteen tilauksesta sen yksityiskohdat kulkevat käänteisesti koko tuotantoprosessin lopusta alkuun. Prosessin eri vaiheilla on tuotantolinjamaisesti kaksi roolia toimia edeltävän vaiheen sisäisenä asiakkaana ja seuraavan vaiheen ulkoisena toimittajana. Loppuasiakkaan tilauksen tiedot mallintuvat näin koko tuotantoprosessin kaikille vaiheille. Asiakkaan tilaus saadaan jaettua näin pienempiin

osiin, jolloin kukin vaihe voi keskittyä omaan osa-alueensa. Nämä asiat mahdollistavat sen, että osia valmistetaan vain varmaan tarpeeseen. (Modig & Åhlström 2016, 72–73.)

3.1 Prosessin läpimenoaika

Prosessi (Modig & Åhlström 2016, 19) on sykli, missä siinä virtaavia asioita eli virtausyksiköitä jalostetaan niiden edetessä prosessissa. Modig ja Åhlström jatkavat (2016, 19), että virtausyksiköt ovat pääsääntöisesti materiaalia, informaatiota tai ihmisiä prosessin virtausyksiköinä. Prosessin alku- ja loppupisteen sijainti määrittää sen pituuden eli toisin sanoen, kuinka pitkälle järjestelmän rajat ulottuvat. Sen määrittelyllä on keskeinen vaikutus prosessin läpimenoajan muodostumiseen, sillä se on aika, mikä kuluu läpivirtausyksiköiltä kulkemiseen määritellystä prosessin alkupisteestä sen loppuun. (Modig & Åhlström 2016, 22.) Prosessin määrittäminen läpivirtaavan materiaalin, eikä toimintojen näkökulmasta auttaa ymmärtämään syitä, mitkä vaikuttavat materiaalin virtaustehokkuuden muodostumiselle (Modig & Åhlström 2016, 19).

Modigin ja Åhlströmin mukaan (2016, 34) Littlen laki on yksi keskeinen prosessien toimintaa määrittelevä laki. Siinä kerrotaan, että läpimenoaikaan vaikuttavat prosessissa käsiteltävänä olevat virtausyksiköt sekä jaksoaika (Modig & Åhlström 2016, 36). Virtausyksiköt ovat järjestelmän rajojen sisäpuolella, mutta ne ovat keskeneräiset. Ei valmiiden virtausyksiköiden lukumäärän kasvu vaikuttaa pidentäen läpimenoaika, sillä suurempi yksiköiden joukko vie enemmän aikaa, kun kaikki ovat käyneet prosessin läpi. (Modig & Åhlström 2016, 35–36.) Jaksoajalla tarkoitetaan sitä keskimääräistä aikaa, mikä on kahden peräkkäisen virtausyksikön välillä kuluva aika niiden läpäistyä järjestelmän kohdallaan (Modig & Åhlström 2016, 35). Modig ja Åhlström täsmentävät (2016, 36), että pidentyneellä jaksoajalla on suora vaikutus läpimenoajan kasvuun.

Prosessin läpimenoaika tutkiessa voidaan puhua kokonaisläpäisyajasta tai pelkästään valmistuksen läpäisyajasta. Kokonaisläpäisy aika muodostuu tilauksen saannista aina tuotteen toimitukseen, kun taas valmistuksen läpimenoajalla tarkoitetaan itse tuotteen valmistumiseen kuluva aikaa tuotannossa. Läpimenoajalla ei selvitetä, mistä tuotteen tai tilauksen läpäisy aika koostuu.

Myöskään sillä ei kuvata prosessin tuottavuutta tai tuotteen valmistukseen kuluva aikaa, vaan muun muassa se on prosessissa kulkevien virtausyksiköiden virtaustehokkuuden seuranta mittari. Yleisesti on todettu, että läpimenoaika koostuu suurilta osin odotusajasta ja vain murto-osan verran työskentely ajasta. (Haverila ym. 2009, 401.) Tästä johtuen (Kouri 2009, 21) läpimenoajan lyhentämiseen ei päästä tuotannon työtahtia nopeuttamalla, vaan tuotannon eri odotuskohtien poistamisella.

Läpimenoajan (Modig & Åhlström 2016, 37–38) pituutta käsitellessä on olennaista tutkia pullonkaulojen vaikutusta prosessien sujuvuuteen. Pullonkaulalla tarkoitetaan prosessin kohtaa, jossa sen läpivirtaus hidastuu, joten niillä on hidastava vaikutus koko prosessin läpivirtaukseen. Hidastuvan läpivirtauksen johdosta ennen pullonkauloja muodostuu virtaavasta asiasta riippuen materiaalin, ihmisjoukon tai informaation määrästä johtuvia jonoja (Modig & Åhlström 2016, 38). Modig ja Åhlström (2016, 38) lisäävät, että pullonkaulat aiheuttavat myös, seuraavissa prosessin työvaiheissa kapasiteetin alivajetta, koska työvaihe joutuu odottamaan työstettävää materiaalia pullonkauloista johtuen. Prosessien tarkkaan määritellyt etenemisvaiheet ovat yksi syy pullonkaulojen muodostumiselle. Pullonkaulan syntymiselle on myös otollista prosessissa tapahtuvat vaihtelut, kun jonkin työvaiheen suoritus kestää toista kauemmin muodostaen työpisteelle jonottavien työsuoritteiden jonon. (Modig & Åhlström 2016, 39.)

Tuotteiden valmistukseen liittyvällä tahtiajalla tarkoitetaan prosessien työvaiheille määritettyä aikaa, jonka sisällä osat ovat valmistettava. Prosessien pysyessä aikataulussa osat ovat kokoonpanovaiheen käytettävissä oikeaan aikaan ja tuotanto pystyy aikataulussa. Tahtiaika määräytyy tuotannon vaatimusten sekä tietyltä ajanjaksolta käytettävän ajan mukaan. (Stephens & Meyers 2014, 20.) Aika (Haverila ym. 2009, 406), joka menee työvaiheella vaihdettaessa tuotteen valmistukseen toiseen, on asetusaika. Se koostuu muun muassa valmistuksessa käytettävän työkalun sekä raaka-aineiden vaihdoksesta ja se suoritetaan vain kerran valmistuserän aikana.

3.2 Tuotannon layout

Yritysten tuotannonprosessien rakentamisessa yksi keskeinen osa-alue on, miten tuotannon layoutin toteutetaan. Layoutilla terminä tarkoitetaan tuotantoprosessiin kuuluvien fyysisten osien sijoittelua tuotantolaitoksessa, kuten laitteiden, varastojen sekä kulkureitit. Tuotantoprosessien rakentamisessa käytetään pääasiassa kolmea päälayouttyyppiä, jotka ovat tuotantolinja sekä funktionaalinen ja solulayout. Näiden valinta perustuu tuotantokoneiden sekä työnkulun sijoittelun perusteella tapahtuvaan valintaan. (Haverila ym. 2009, 475.)

Tuotantolinjassa (Martinsuo ym. 2016, 159) laitteiden ja työpisteiden sijoittelu muodostuu tuotteen valmistusprosessin mukaisesta järjestyksestä. Haverila ym. jatkaa (2009, 475), että layout koostuu tuotteen eri osien valmistuslinjojen yhdistävästä kokoonpanolinjasta, joka alkaa materiaalin alkukäsittelyn jälkeen päättyen lähettämö toimenpiteisiin. Siinä korostuvat suuret valmistusmäärät sekä korkeat kuormitusasteet, jotka mahdollistavat alhaisemman yksikköhinnan tuotteelle. Tuotantolinjastoa voidaan volyymien puolesta kutsua massa-tuotannoksi. (Martinsuo ym. 2016, 159.) Tämän mahdollistaa muun muassa tehokas automatisoitu valmistus sekä sujuva materiaalinkäsittely eri työvaiheiden välillä, kuten automaattisilla nostureilla sekä mekaanisilla kuljettimilla (Haverila ym. 2009, 475). Martinsuon ym. (2016, 159) mukaan tehokkaimmillaan materiaalin siirtoja ei erikseen tarvita työvaiheiden välille, mikä mahdollistetaan esimerkiksi liukuhihnatekniikalla. Tuotantolinjalle on ominaista tietyn tuoteryhmän valmistamiseen erikoistunut laitteisto sekä kapea tuotesegmentti, joka on mahdollista riittävän volyymin omaavalle tuotepiheelle. Tuotantolinjan tukipilareita ovat selkeät materiaalivirrat sekä arvovirran mukaisesti etenevä tuotantolinjasto. (Martinsuo ym. 2016, 159–160.)

Tuotantolinjan (Martinsuo ym. 2016, 159–160) perustaminen edellyttää varmoja ennusteita tulevaisuuden tuotteiden strategiasta sekä kapasiteetin suuruudesta muun muassa juuri tuotantolinjaston suurien perustamiskustannusten takia. Lisäksi tuotannon räätälöinti tietyille tuoteryhmälle tekee siitä huonosti joustavan vaihdettaessa valmistusta toiselle tuoteryhmälle. Tällöin asetajat pysyvät pitkinä sekä lisäkustannusten määrä kasvaa. (Mts. 159.) Haverila ym. (2009, 476) täsmentää, että kapasiteetin nostaminen myöhemmin tuotantolinjan valmistumisen jälkeen on haastavaa. Siinä on huomioitava se,

että se pystyy tuottamaan tehokkaasti myös virheellisiä ja huonolaatuisia tuotteita, joten tässä tuotannon layoutissa korostuu laadunvalvonnan ajan tasalla oleminen. Työn kulun selkeys sekä tuotannonlinjan hallinta yhtenä kokonaisuutena tekevät sen tuotannonohjauksesta helppoa. (Haverila ym. 2009, 475–476.) Martinsuon ym. (2016, 160) mukaan tuotantolinjalle tärkeää on sen työmäärän tasapainottaminen optimoimalla työvaiheen tarvitsemat laitteet ja työntekijät kysyntään nähden. Tavoitteena on, että työpisteiden oikealla määrällä varmistetaan, että peräkkäisille työvaiheille tulisi mahdollisimman yhtenevä työmäärä, jotta tyhjäkäyntiaika jää mahdollisimman pieneksi. Tyhjäkäyntin minimoimisella pyritään poistamaan tahtiajan ja vaiheajan erotuksesta tuleva aikahäviö. (Martinsuo ym. 2016, 160.)

Funktionaalinen layoutissa on kyse tuotannon mallista, jossa koneet sekä asemapaikat ovat järjestelty omiksi työpisteikseen, jotka koostuvat samankaltaisista työvaiheista (Haverila ym. 2009, 476). Martinsuon ym. (2016, 157) mukaan layoutin käyttövaiheessa korostuu joustavuus, sillä työpisteillä on mahdollista valmistaa erilaisia tuotteita työpisteiden erilaisen luonteensa takia. Esimerkiksi omana työpisteenään on porakoneet sekä hiomakoneet, jossa työpisteille tulevat työsuoritteet keskittyvät tiettyyn valmistuksen osaan, kuten porauksiin. Eri (Haverila ym. 2009, 476) pituisten työvaiheista johtuvien jonojen lisääntyminen työpisteillä on selkeä haastetekijä tuotannonohjaukselle. Osien siirron ennustettavuus seuraavalle työvaiheelle oikeaan aikaan sekä siirtomäärien suurempi määrä tuotantolinjaan nähden yhdessä työllistävät tuotannonohjausta. Martinsuo ym. (2016, 157) täsmentää, että funktionaalisen layoutin tuotannonohjaus perustuu juuri työvaiheille jonottavien osien kiireellisyysjärjestämiseen jonossa. Työasemille jonottavat osat vaikuttavat myös tuotantoon pidentäen läpimenoaikoja ja lisäten keskeneräisen tuotannon määrää välivarastoina. (Haverila ym. 2009, 476).

Tuotantolinjaan nähden työkulun peräkkäiset työpisteet eivät sijaitse selkeästi tuotantolinjamaisesti, vaan välimatkat kasvavat suuremmiksi funktionaalisessa layoutissa. Haverila (2009, 476) lisää, että pitkittyneet kuljetukset sekä myös siitä johtuvat käsittelytoimenpiteiden määrän kasvu lisäävät toimitusketjun kustannuksia logistiikan osalta sekä lisäävät laadunhallinnan onnistumisen haastavuutta. Juuri tuottavuuden ja kuormitusasteen määrä jäävät matalaksi

funktionaalisessa layoutissa. Siinä tuotanto on yksittäistä tai piensarjatuotantoa, mutta joustavuutensa ansiosta tuotantokapasiteetin nostaminen onnistuu hyvin. (Haverila ym. 2009, 476–477.) Funktionaaliseen layoutin joustavuuden myötä siinä on ominaista layoutin muuttamisen rutiininomaisuus, joita tulee strategisten tuotevalikoiman muutoksien takia vuosittain. Ja siksi vaikeasti liikuteltavien laitteiden sijainnit suunnitellaan siten, että siirtotoimenpiteet pysyvät mahdollisimman kohtuullisina layoutmuutoksissa. (Martinsuo ym. 2016, 157.)

Layouttyypeistä solulayout on tuotantolinjan sekä funktionaalisen layoutin välimuoto. Itsenäisenä yksikkönä solulayout keskittyy tiettyjen työvaiheiden tai osien valmistuksen suorittamiseen. (Haverila ym. 2009, 477.) Solussa (Martinsuo ym. 2016, 161) voidaan esimerkiksi suorittaa tuotteen eri osakokoonpanojen loppukokoonpano, jossa työ etenee valmistumisprosessin mukaisesti työpisteeltä toiselle, kuten tuotantolinjassa. Solun koneiden ja työpisteiden ryhmittely työvaiheiden mukaan mahdollistavat tuoteperheeseen kuuluvien tuotteiden vaihtamisen joustavuuden sekä valmistuksen alusta loppuun saakka (Martinsuo ym. 161–162). Haverilan ym. mukaan (2009, 477–478) tuotteiden samankaltaisuus mahdollistaa myös lyhyet asetusajat eri tuotteiden välillä, jolloin solu on tuotantolinjaa joustavampi ja samalla tehokkaampi kuin funktionaalinen layout omassa tuotekategoriassa. Tuotevaihtuvuuden takia soluihin on hankittavat kaikki tuoteperheen tuotteiden valmistukseen tarvittavat työvälineet ja koneet, mikä nostaa solujen investointitarvetta. (Martinsuo ym. 2016, 162).

Haverilan ym. mukaan (2009, 477) solussa on keskeistä selkeän materiaalivirran lisäksi väliavarastoinnin minimointi. Haasteena sille on pienistä volyymeista aiheutuvat eri tuotteiden valmistusmäärien vaihtelu, joka aikaansaa kuormitusasteiden epätasaisuutena eri työvaiheilla tai koneilla. (Martinsuo ym. 2016, 161–162.) Tuotannonohjaus (Haverila ym. 2009, 478) hoidetaan yhtenä kuormituspisteenä, jossa ohjattavana on koko solu. Tuotantolinjan tapaisesti solussa arvovirran määrittely on keskeisessä asemassa ja joka suunnitellaan mahdollisimman tehokkaasti solun organisointi vaiheessa. Laadunhallinta on selkeää solutyöskentelyssä työn edetessä työvaiheelta seuraavaan lähellä toisiaan (Martinsuo ym. 2016, 162.) Solutyöskentelyssä korostetaan työntekijöiden itsenäisempää työskentelyä, mikä luo siitä työympäristöltään enemmän

motivoivan heille. Itsenäisessä työskentelyssä työntekijät vastaavat työtehtävien suunnittelusta ryhmän tehtäväjaon ja työtehtävien kierrättämisestä päättämiseen. (Haverila ym. 2009, 478.) He vastaavat solutyöskentelyn laadusta, sen tarkkailusta kuin korjaamisestakin (Martinsuo ym. 2016, 162). Martinsuo ym. lisää (2016, 161), että useista työpisteistä koostuvan solun työntekijät ovat myös moniosaajia työskennellessään useissa eri työvaiheissa solun sisällä.

Martinsuo ym. (2016, 163) kertoo tässä luvussa, että erityisen suurille ja vaikeasti liikuteltaville kohteille on olemassa oma layouttyyppinsä. Poiketen muista layouttityypeistä kiinteän pisteen layoutissa rakennettava kohde pysyy paikallaan, mutta sen luo saapuu työvaiheiden etenemisjärjestyksessä niiden tarvitsemat materiaalit, laitteet ja työntekijät tietyinä ajankohtana. Tätä layoutia käytetään muun muassa lentokoneiden, siltojen tai voimalaitosten osakokonaisuuksien valmistuksessa. Valmistuspaikkojen organisoinnissa rakennuskohteesta riippuen osa valmistuksesta suoritetaan tehtaalla ja toinen osa asennuskohteessa, esimerkkinä tähän on voimalaitosten osatoimitukset.

Layoutsuunnittelun (Haverila ym. 2009, 482) lähtökohtana on materiaalivirtojen suunnittelu mahdollisimman selkeiksi, jossa osastojen ja työpisteiden sijoittelulla pyritään materiaalien siirtokerrat ja -etäisyydet pitämään mahdollisimman pieninä. Martinsuo lisää (2016, 156), että prosessien tukipalvelut olisi hyvä sijoittaa lähelle palvelun tarvitsemaa työvaihetta sekä ottaa huomioon eri työvaiheiden erityisvaatimukset. Selkeät materiaalivirrat tekevät tuotannonohjauksen työstä selkeämpää, mikä ilmenee matalampina kustannuksina (Haverila ym. 2009, 482). Layoutsuunnittelussa (Martinsuo ym. 2016, 156) täytyy olla myös tietoinen mahdollisista tuotannon tulevaisuuden laajennus- ja muutosaikasta. Layouttityypin joustavuuden huomioiminen korostuu suunnitteluvaiheessa tuotantomäärien sekä tuotetyyppien muuttuessa korostetusti vaikeasti siirrettävien koneiden siirtelyssä. Tulevaisuuden tiedostaminen ilmenee myös siinä, kun varastorakenteet, maalauslinjat sekä raskaat koneet eivät ole rajoittavana tekijänä layoutin myöhempänä kehittämisenä. (Haverila ym. 2009, 482.)

4 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

Luvussa käsitellään opinnäytetyön toimeksiantajana toimivaa yhtiötä, Sandvik Mining and Construction Oy:tä sekä esitellään yhtiön Turun tehdasta, joka toimii työn tutkimusympäristönä.

4.1 Sandvik Mining and Construction Oy

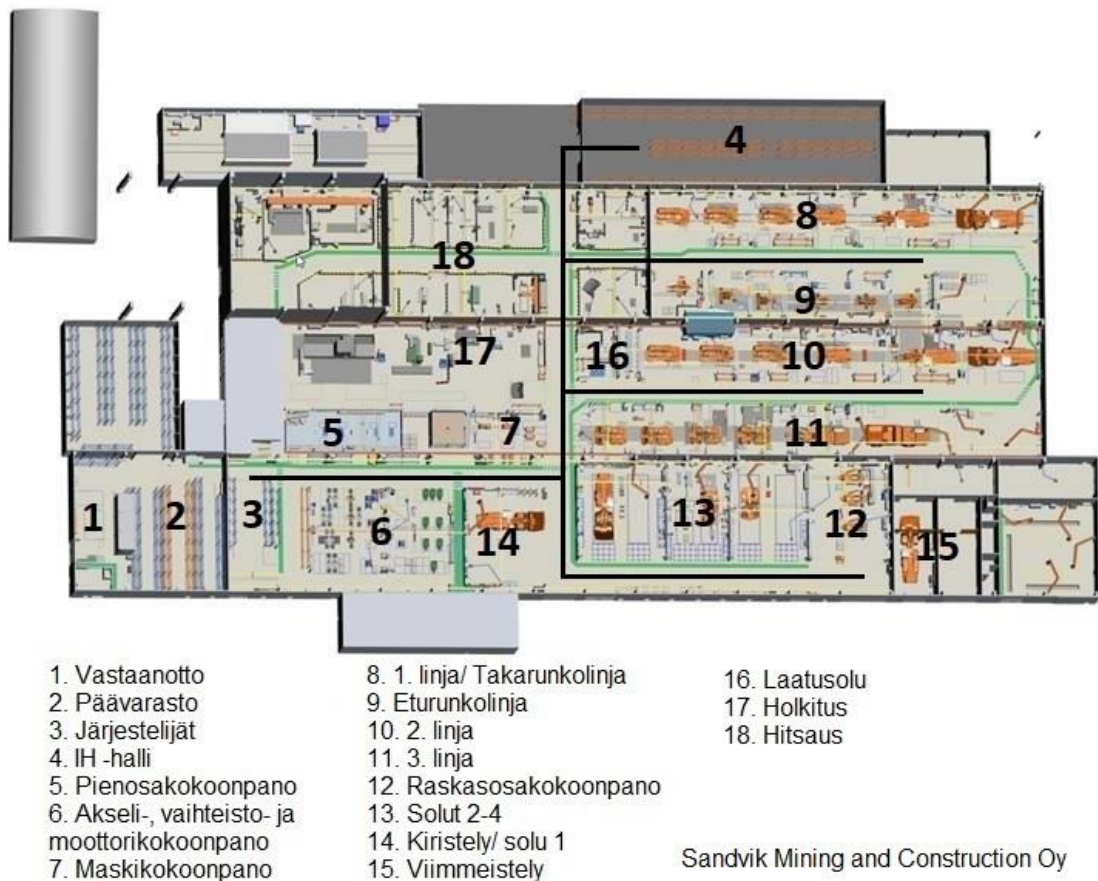
Sandvik Mining and Construction Oy on osa kansainvälistä kaivos- ja metalliteollisuudessa toimiva konsernia, Sandvikia, joka valmistaa muun muassa kaivosalan koneita ja louhintalaitteita. Emoyhtiön johto sijaitsee Ruotsissa ja Sandvik Mining and Construction Oy:n johtajana toimii Mats Eriksson. (Expertise and imagination for optimized productivity s.a.; Heiniö 2017.) Vuonna 2017 Sandvik Mining and Construction Oy:n liikevaihto oli suuruusluokassa 949 miljoonaa euroa ja työntekijöitä kaikkiaan 2 200 ihmistä. Sillä on aktiivisia patenteja melkein kuusi tuhatta kappaletta. (Welcome to Sandvik Finland s.a.) Yhtiöllä (Heiniö 2017) on tehtaita neljä Suomessa: Turussa, Tampereella sekä Lahdessa ja Vantaalla sijaitsee yhtiön myyntikonttori.

Turun tehdas on alkujaan perustettu 1913 ja kaivoskoneiden tuotanto on siellä aloitettu vuonna 1974. Vuonna 1999 Turun tehtaan silloinen omistaja Tamrock Oy sulautui Sandvik-konserniin. (Sandvik Load and Haul s.a.) Turun tehtaan johtajana toimii Riku Kesäläinen ja työntekijämäärä siellä on noin 700 henkeä (Kesäläinen 2017; Sandvik Load and Haul s.a.). Aaltosen mukaan Turun tehtaan (2016) päätehtävät ovat maanalaisissa kaivoksissa toimivien kaivoskoneiden suunnitteleminen, valmistaminen sekä markkinoiminen. Kaivoskoneista erotellaan erikseen lastauskoneet sekä dumpperit, ja Turun tehdas toimii juuri näiden koneiden tuotannon kotipaikkana (Division Load and Haul; City of Turku s.a.) Tehtaan (Aaltonen 2016) pääasiallisina asiakkaina toimivat kaivosyhtiöt sekä louhintaurakoitsijat.

4.2 Tehtaan layout

Luvun aineisto perustuu tehtaan layoutin havainnoimisesta saatuun tietoon sekä kuva 1 graafiseen esitykseen tehtaan layoutista. Sandvikin Turun päätehtaan layoutkartta hahmottaa, kuinka eri tuotantolinjat sekä sen eri vaiheet sijoittuvat tehtaassa (kuva 1). Numerot ovat tehtaan eri työpisteitä ja vihreät

viivat ovat kävelyreittejä tehtaalla. Mustat viivat havainnoivat niitä reittejä, joita järjestelijät käyttävät toimittaessaan osia tuotannolle ja hakevat osia IH-hallista. Päävarasto (nro 2) sekä järjestelijöiden toimipiste (nro 3) sijoittuvat kuvassa vasempaan alakulmaan. Näiden välittömässä läheisyydessä on eri osiin keskittyvät kokoonpanot (nro 5–7). Päätuotantolinjat (nro 8–11) sijaitsevat pääkäytävän oikealla puolella kaikki ryhmittynen vierekkäin saman suuntaisesti. Järjestelijöiden vastuulla oleva IH-halli (nro 4) sijaitsee kuvassa yläoikealla tuotantolinjojen läheisyydessä. Kuvasta 1 on nähtävissä järjestelijöiden kulukema matka heidän toimipisteeltä (nro 3) IH-halliin. Vastaavasti tehtaan oikean puoleisen lohkon toisessa ääri laidassa sijaitsevat solutyöpisteet (nro 13,14).



Kuva 1. Turun tehtaan layoutkartta (Sandvik 2019)

Turun tehtaan tuotannon layout on rakennettu hyödyntäen kaikkia kolmea päälayouttyyppiä. Kuvassa 1 pääkokoonpanolinjat (nro 8–11) noudattavat tuotantolinjan layout tyyppiä, jossa työ etenee työvaiheelta seuraavaan ikään kuin liukuhihnaisesti. Kuvassa 1 työpisteet 13,14 ovat toteutettu solulayoutin tavalla, jotka ovat erikoistuneet muun muassa sähkö tekniikalla toimiviin kaivos-

koneisiin ja kuten teoria osuudessa on kerrottu, erikoistuminen soluille on tyyppillistä. Työpisteet 5, 6 ja 7 ovat kukin erikoistuneet tiettyyn osakokonaisuuteen, kuten moottoroiden tai vaihteiston varusteluun. Turun tehtaan hitsaus työpisteet on keskitetty toisiaan lähemmäksi ja ne ovat kukin erikoistuneet eri hitsaustyyppeihin, kuten Mig-hitsaukseen. Niiden suunnittelussa on hyödynnetty funktionaalista layoutia.

Turun tehtaan tuotanto on rakennettu siten, että materiaalinkulkusuunta on pääasiassa vakio eli vasemmalta oikealle, joka selkiyttää merkittävästi järjestelijöiden osien toimitusprosessia. Tuotantolinjoilla koneen kokoaminen etenee vaiheelta seuraavaan tuotantolinjamaisesti, josta mainitaan kappaleessa 3.2. Esimerkkinä moottori kuljetetaan järjestelijöiden toimipaikasta (3) moottoriso-luun (6) varusteltavaksi ja sieltä viimeiseksi joihinkin tuotantolinjoista.

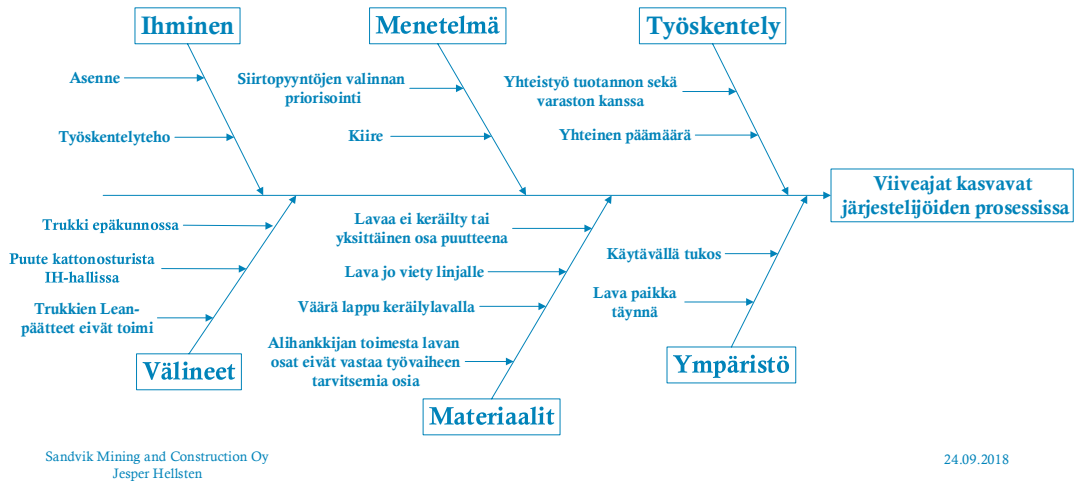
5 TEHTAAN SISÄLOGISTIIKAN PROSESSIT

Luvussa esitellään sisälogistiikan prosesseja muun muassa prosessikuvausten sekä osien toimitusaika kellojen muodossa. Aineisto on pääasiassa kerätty havainnoimalla prosessia sekä tutkimalla Lean järjestelmän datatietokantaa toimitusaikojen toteutumasta.

5.1 Prosesseihin vaikuttavat tekijät

Tämän luvun tiedot perustuvat prosessissa työskentelyn ohella tehdyn havainnoinnin myötä kasvaneeseen prosessin tuntemiseen. Kappale luo kokonaisku- van, mistä peruskäsitteistä järjestelijöiden prosessi koostuu ja näiden käsittei- den sisältämät tekijät, jotka vaikuttavat prosessin virtaukseen viiveaikojen kas- vuna. Kuvassa 2 on järjestelijöiden prosessin syy-seuraus-kaavio.

Järjestelijöiden prosessin syy-seuraus-kaavio



Kuva 2. Järjestelijöiden prosessin syy-seuraus kaavio

Prosessi lähtee tekijästä, ihminen ja miten hän kokee työskentelyn. Millä välineillä, materiaaleilla ja menetelmin hän suorittaa työsuoritettaan. Jos näissä esiintyy virheitä ja/tai puutteita ovat ne tekijöitä, jotka vaikuttavat prosessin etenemiseen hidastavalla tavalla. Esimerkiksi välineistä yksi trukki on rikki, lavalla ovat väärät osat tai työsuoritteet tehdään periaatteella, jossa ei kiireelliset työsuoritteet menevät akuutti toimitusten edelle.

Virtaukseen vaikuttavat myös, miten työskentely on määritelty ja ympäristö vaikuttavana tekijänä. Toimivatko eri osastot yhteisen päämäärän perusteella vai ohjaako niiden toimintaa vain oma etu? Esimerkiksi ympäristössä olevat esteet hidastavat osatoimitusten täyteen panemista. Näiden syiden seurauksena on prosessin virtauksen hidastuminen.

5.2 Siirtopyyntöjen prosessi

Luvun aineisto perustuu havainnoinnista saatuihin tietoihin sekä prosessien ongelmakohtien tiedot perustuvat järjestelijöiden haastatteluista saaduista tiedoista. Sandvikin Turun tehtaan sisälogistiikan prosessi koostuu useasta eri työvaiheesta, joten mahdollisuus viiveiden syntymiseen jossain työvaiheessa kasvaa. Liite 1. kuvaa järjestelijöiden siirtopyyntöjen työprosessia sisältäen kaikki siihen sisältyvät työvaiheet prosessin aloituksesta työskentelyn päättä-

miseen saakka. Prosessikuvauksessa (liite 1.) on mallinnettu perussiirtopyynnön eli varastokeräilyn toimitus tuotannolle. Prosessikuvauksissa on mukana eri työvaiheissa esiintyvät ongelmat sekä niiden esiintyvyyttä.

Prosessin aloitus

Prosessi alkaa Lean-järjestelmästä valitsemalla liitteessä 1 oleva vasemman puolisin palkki eli siirtopyynnöt ja valintaperusteena noudatetaan valitsemalla vanhin tai kiireellisin siirtopyyntö. Valinnan jälkeen järjestelijä etsii välivarastointihyllystä kullekin siirtopyynnölle kuuluvat keräilylavat. Kunkin työvaiheen keräilysetit keräillään valmiiksi varastossa, tuotannonohjauksen laatiman keräilyjonon perusteella ja varaston trukkikuskit toimittavat lavat välivarastointihyllyyn. Tässä vaiheessa on mahdollista viiveitten syntyminen sekä siinä korostuu varaston ja järjestelijöiden yhteistyön sujuminen. Ylimääräistä selvitystyötä aiheutuu, jos asentaja on tehnyt turhan tai virheellisen osatilauksen järjestelijöiltä.

Esiintyvät ongelmat:

Varastokeräilyä ei ole välivarastointihyllyllä	Osalava pyydetty väärin tai pyydetty toistamiseen tuotannon asentajan toimesta
<ul style="list-style-type: none"> - esiintyvyys tiheämpää lomien jälkeen ja kun kysyntäpiikki on yleisesti korkealla tuotannossa heijastaen sen varaston työmäärään 	<ul style="list-style-type: none"> - ei kovin yleistä

Osalavan tunnistaminen

Välivarastointihyllyssä ei ole erikseen osalavoille omia hyllypaikkoja, vaan oikean lavan löytäminen mahdollistuu tunnistelapuilla. Niissä on koneen malli, toimitusosoite sekä työvaiheen tiedot. Varaston työntekijät täyttävät tunnistelaput keräilyn päätteeksi. Oikean lavan löydyttyä otetaan lava alas truikin piikeillä. Huomioitavaa lavojen etsimisessä on se, että kuuluuko tilaukseen useampia lavoja ja/tai pitkiä putkia, joilla on oma lava alatasolla turvallisuussyistä. Nämä tiedot selviävät tunnistelapusta.

Esiintyvät ongelmat:

Keräilysetin tunnistelapussa virheelliset tiedot	Linjalle toimitettavat osalavat siällöltään puutteelliset
- ei kovin yleistä	- ei kovin yleistä, mahdollisuus esiintymiselle uuden työntekijän tehdessä työsuoritetta

Osien siirtovaihe tuotantolinjalle

Seuraavaksi osalava kuljetetaan trukilla järjestelijöiden toimipaikalta siirtopyynnön tehneelle linjan työasemalle. Tärkeää on sijoittaa lava oikealle paikalle asemapaikan hyllyssä, jotta asentajilla ei kulu ylimääräistä aikaa lavan etsimisessä. Jos siirtopyyntöön sisältyy useampi lava, noudetaan ne välivarastointihyllystä ja toimitetaan ne asemapaikan hyllypaikalle. Valmis siirtopyyntö kuitataan Lean-järjestelmään suoritetuksi.

Esiintyvät ongelmat:

Käytävä tukossa	Hyllypaikka täynnä
- yleinen esiintyvyys, joka vaihtelee suhteessa tuotannon määrään	- yleisempää etenkin tuotannon kiireellisimpinä aikoina

Ongelmia, jotka voivat esiintyä työprosessin minkä tahansa vaiheen aikana:

Lean-trukkipäätteiden yhteysongelmat:	Trukki epäkunnossa
<ul style="list-style-type: none"> - usein esiintyviä - päivinä, joina esiintyy ongelma toistuvuus yleistä sekä vaikuttaa eri trukkien päätteissä - ongelmat ovat lähes poistuneet uusien päätteiden myötä (tilanne helmikuussa 2019) 	- esiintyy harvoin, vian ilmentyessä korjaukseen voi kulua päiviä

Nykyisellään Turun tehtaan sisälogistiikan laadun seurannassa tarkkaillaan prosessin sujuvuutta ja prosessin aikana ilmenneitä ongelmakohtia. Laatutaulussa näkyvät järjestelijöiden merkinnät siitä, mikä ongelma on ollut ajankohmainen kyseisenä ajankohtana. Yleisimpinä ovat trukkien Lean-päätteiden yhteysongelmat sekä se, kun osien toimitus ei onnistu tuotannolle käytävän tu-

kossa olemisen takia. Tällä tavoin työnjohto tietää syyt prosessin hidastumiseen ja missä asioissa olisi kehittämisen varaa. Lisäksi Lean järjestelmän tuottamasta siirtopyyntöjen vasteajoista nähdään esimerkiksi toimitusaikojen keskiarvot kullekin päivälle. Niistä nähdään, mikä on kunkin päivän keskiverto osien toimitusaika tuotannolle. Huomioitavaa on, että yhden siirtopyynnön viivästyttäminen nostaa keskiarvoa suuremmaksi, vaikka muut siirtopyynnöt olisivatkin suoritettu ilman suurempia viivetekijöitä.

Prosessin sujuvuuden ylläpitämisen yksi käytössä oleva keino on se, kun tuotantolinjoilla on selkeät lattia- tai hyllypaikat tietyn työvaiheen eri osaryhmille. Esimerkiksi varaston keräilylavoille sekä osakokoonpanon toimituksille on oma hyllypaikka ja kuten muun muassa yksittäisille isommille osille on lattialla omat paikkansa, kuten hydraulioöljysäiliölle. Tämä nopeuttaa järjestelijöiden työtä, kun aikaa ei kulu osien sijoituspaikan etsimisessä hyllystä. Liitteessä 2 kuvataan aktiivikaaviolla vielä siirtopyyntöjen toimitusprosessin suorituksen vaikutukset muissa tehtaan osastoilla.

5.3 Järjestelijöiden muut prosessit

Kappaleen tiedot ovat peräisin prosessin havainnoinnista sekä ongelmakohdat järjestelijöiden kuvailemana haastatteluissa. Keräilylavojen lisäksi järjestelijöiden työnkuvaan kuuluu myös muiden osapyyntöjen toimitukset linjoille.

Vaihesiirrot

Siirtopyynnöistä eritellään erikseen vaihesiirrot, joissa valmiit kokoonpanot tulevat jostakin osakokoonpanosta (esimerkiksi akselivarustelusta, pienosakokoonpanosta, jne.) ja menevät pääkokoonpanolinjoille tai soluihin 2–4. Vaihesiirrot ovat interproduktiivisia kuljetuksia eli tuotannon eri työvaiheiden välisiä, sillä osat noudetaan tietyistä osakokoonpanosta ja kuljetaan tuotannon asemapaikalle, joka on tilauksen tehnyt.

Esiintyvä ongelma:

Osakokoonpanosta tulevat osat eivät ole valmiina
- esiintyvyys vaihtelevaa, korostuu nopeammassa tuotannon vaiheessa

Osatoimitukset IH-hallista

Järjestelijöiden vastuulla on myös toimittaa IH-hallissa säilytettävät settiosat tuotannon eri työvaiheille sekä suuremman koko luokan saldollisia osia, jotka veisivät liikaa tilaa päävarastossa, sillä ne eivät ole keräiltävissä käsin lavalle.

Esiintyvät ongelmat:

Kattonosturin puute	IH-hallissa säilytettäviä settiosia ei löydy
- ongelma pysyvä (kevät 2019)	- esiintyvyys vaihtelevaa, välillä päivittäin tai kerran viikossa

Toimitusten loppuun suorittaminen tehdasalueen muista varastoista tai erillisestä tuotantotilasta

Järjestelijöiden työkuvaan kuuluu myös osien toimittaminen tuotantoon, jotka tulevat tehdasalueen ulkona sijaitsevista varastohalleista, kuten laippavarastot sekä erillisestä tuotantotilasta. Tehdasalueen sisäisissä toimituksissa ulkokuljettajat suorittavat osapyyntöjen kuittaukset Lean-järjestelmästä ja toimittavat ne järjestelijöiden toimipaikalle. Toimituksen myötä järjestelijät suorittavat loppuun osalavan tunnistelapun avulla.

Esiintyvä ongelma:

Työntekijästä riippuen lavaa ei löydy
- esiintyvyys pääasiassa tehdasalueen ulko-varastoista tulevista osista

Toimitusten loppuun suorittaminen tehtaan ulkoisesta varastosta

Satamavarastossa säilytettävien osien toimitus tuotantoon, kun osat saapuvat järjestelijöiden alueelle.

Esiintyvä ongelma:

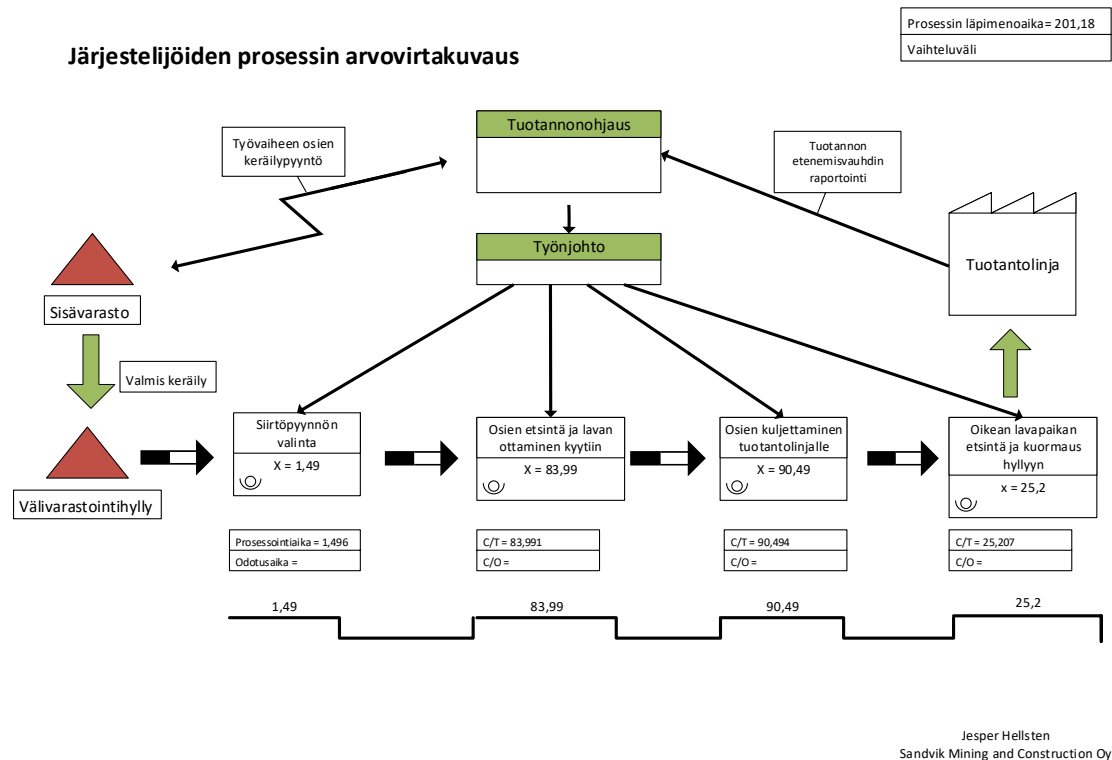
Osat eivät ole saapuneet satamavarastosta
- kiireellisemmässä tuotantovaiheessa esiintyy tiheämmin

Järjestely IH-hallissa

Järjestelytyösuoritteet käsittävät IH-hallissa säilytettävien osien tilaukset, jotka toimitetaan alihankkijalle tai Toro-halliin (=ulkoisen tuotantotila). Kun järjestelijät ovat laittaneet osalavat nouto valmiiksi IH-hallissa, tehdään keräilypyynnin välitys ulkokuljettajille lean-järjestelmässä, jotka huolehtivat lavat lähtöalueelle toimitusosoitteesta riippuen. Järjestelytyösuoritteisiin kuuluu myös päätehtaan osatoimituksia, jotka järjestelivät suorittavat itse. Järjestelijät huolehtivat lisäksi IH-halliin varastoitavien osien hyllytyksen.

5.4 Arvon kertyminen prosessin aikana

Luvun aineisto on peräisin havainnoinnin osana käytetyistä kellotuksista saadun materiaalin perusteella ja tämän työvaiheiden suoritusaikojen perusteella on arvovirtakuvaus tehty. Arvovirtakuvauksella tutkiminen mahdollistaa se järjestelijöiden prosessin tutkimisen entistä tarkemmin. Työprosessi koostuu eri työvaiheista ja arvovirtakuvauksella tarkastellaan, miten eri työvaiheiden suoriutumiseen sitoutuu aikaa. Työvaiheiden kestoajan mittaamisella pyritään kohdentamaan syyt, jotka aiheuttavat vasteajan nousun toimituksissa.



Kuva 3. Järjestelijöiden prosessin arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus jakaa järjestelijöiden työprosessin neljään eri työvaiheeseen (kuva 3). Vaiheet prosessin etenemisen mukaisessa järjestyksessä ovat:

1. siirtopyynnön valinta

2. settiosien etsintä ja ottaminen kyytiin
3. osien kuljettaminen linjalle
4. oikean lavapaikan etsintä ja kuormaushyllyyn

Eri työvaiheiden aikakellotusten otanta koostui kymmenenestä erilaisesta osatoimituksesta. Ensimmäisen työvaiheen keskiarvoaika on aika matala, noin 1,5 sekuntia, sillä järjestelijät ovat usein edellistä työtehtävää valittaessa jo silmäilleet seuraavaa työtehtävää listalta.

Toinen työvaihe eli settiosien etsintä ja ottaminen kyytiin on prosessina paljon moninaisempi kuin ensimmäinen työvaihe, mikä näkyy myös työn suorittamiseen kuluva ajassa. Kellotuksien aikana parin keräilylavan sekä valmiin osakokoonpanon lavan etsintään kului enemmän aikaa kuin yleensä. Lavoja etsitään tunnistekortin mukaan, eikä lavoilla ole tiettyjä hyllypaikkoja. Järjestelijöiden välivarastointihyllyssä lavapaikkoja kaikkiaan on 190, kertoi logistiikan laatuinsinööri. Vilkkaan tuotannon vaiheen aikana hyllyt ovat olleet hyvin täynnä sekä järjestelijöiden hyllyalueella, että IH-hallissa, jolloin lavojen etsiminen hankaloituu entisestään. Maaliskuussa 2019 IH-hallissa oli lavapaikoissa huomattavasti enemmän tilaa kuin kesällä 2018, jolloin nyt lavojen etsintä siellä oli suhteessa joutuisampaa.

Toinen merkittävä tekijä liittyen toisen vaiheen työsuoriteaikoihin on IH-hallissa säilytettävien settiosien toimitus tuotannolle. Kellotuksien tapauksissa järjestelijä otti settiosien haun lennosta suoraan edellisen siirtotyön perään ollessaan vielä tuotantolinjan alueella, jolloin kulkumatka IH-halliin oli hieman lyhempi. Tähän matkaan IH-halliin kului keskimäärin vähän alle minuutin. Järjestelijöiden hyllyalueella osakokoonpanon eri alaselien työntekijät hakevat itsenäisesti heidän työskentelyyn tarvittavat osalavat. Kellotuksissa tuli vastaan tilanne, jossa osakokoonpanon uusi työntekijä harjoitteli lavan pois ottamista hyllystä, jolloin järjestelijä joutui odottamaan omaa vuoroaan reilut kaksi minuuttia lisäten toisen työvaiheen suoritusaikaa.

Kolmannen työvaiheen suoriteaikoja nostivat muun muassa isoimpien osien kuljetukset linjalle, kuten moottorin ja taka-akselin, jolloin kuljetusnopeus on alhaisempi. Akselin kuljetuksessa korostui sen leveys suhteessa sisälogistikassa olevien haasteiden juurisyyhyn eli tehtaan ahtauteen, jota kuvaillaan luvussa 6. Settiosien hakemisessa suojakelmujen poisotto lisäsi suoritusaikaa

noin puoli minuuttia kolmannessa työvaiheessa. Kuten aiemmin työssä on todettu, järjestelijöiden prosessin yksi merkittävä hidastetekijä on käytävän tukkeutuminen. Tällä kertaa niitä ei ilmaantunut tuotannon hiljaisemmasta vaihteesta johtuen.

Sekä toisessa että viimeisessä työvaiheessa lavojen poisotossa ja kuormauksessa työskentely järjestelijöiden isoimmalla trukilla lisäsi hieman kuormausaikaa koneen heikomman näkyvyyden johdosta.

5.5 Lean-järjestelmän datatietojen analysointi

Sandvikin käyttämä lean-järjestelmä tuottaa paljon datatietoa muun muassa tehtaan tuotannon tilanteesta sekä logistiikan eri osa-alueista, kuten prosessien suoritusajoista. Luvun aineisto on peräisin tästä datatietokannasta, joiden pohjalta on tehty osien toimitusaikoihin liittyviä eri kaavioita. Yhtenä osana työtä tutkittiin tätä data-aineistoa, joka avaisi syitä järjestelijöiden prosessin ongelmakohtiin ja näin vasteajan ylityksiin. Valitsin seuranta-ajanjaksoksi 31.10.2017 - 31.10.2018 eli yhden vuoden, jotta dataseurantatiedot olisivat mahdollisimman kattavat ja antaisivat luotettavimman perustelulähtökohdan.

Havainnointiin kuului yhden vapaan siirtopyynnön ajallisen toteutuman seuranta. Kyseisenä toimituksena oli keräilysettilavan toimitus takarunkolinjalle, joka kesti kolme ja puoli minuuttia. Ajasta noin minuutin verran meni lavan etsimiseen, joka kuvastaa sitä, että lavan löytäminen välivarastointihyllyltä saattaa viedä aikaa. Loppuaika työsuoritteesta meni lavan toimittamiseen tuotantoon sekä lavan oikeaan hyllypaikkaan sijoittamiseen. Vertailukohdaksi kaikkien vapaiden siirtopyyntöjen kestoajan keskiarvo seuranta-ajanjakson aikana oli 11,44 minuuttia. Tätä lukua nostaa muun muassa IH-hallista haettavien settiosien osapyynnit. Kappaleessa 6 avataan syitä tähän suurempaan työsuoritus aikaan settiosien toimitusten kohdalla. Työssä kelloitettiin myös lisäkeräilyn toimitus kävellen kolmannen linjan toimituspaikalle, joka vei aikaa noin 1,5 minuuttia.

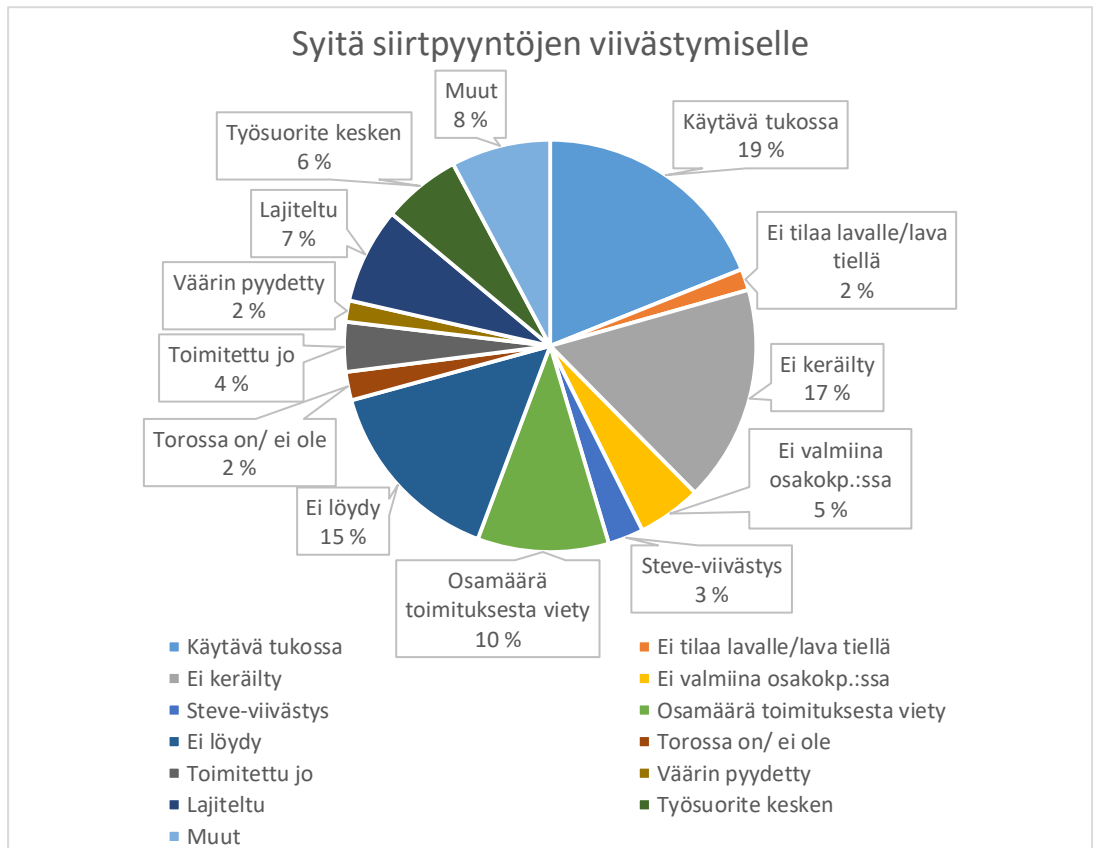
Osien siirtopyyntöjen vasteajalla tarkoitetaan sitä muodostunutta aikaa, kun tuotannossa asemavastaava tekee osatilauksen ja osatoimitus saadaan pää-

tökseen linjalle. Vasteajan raja-arvoksi on asetettu kolme tuntia aiemman neljän sijasta, jonka sisällä osien toimitus tuotantoon tulisi tapahtua. Lisäksi logistiikan oma kontrolliraja on kaksi tuntia 10 minuuttia, jonka ajan sisällä työsuorite pitäisi aloittaa.

Vasteaikoja tutkiessa niitä ei voi tarkastella liian yksioikoisesti, sillä ne antavat yhdenlaisen näkökuvan numeroiden valossa. Siirtopyynnöt, jotka odottavat listalla yön yli tai viikonlopun aikana asentajien tekemät pyynnöt nostavat vasteaikoja. Yön yli odottavia siirtopyyntöjä ei kuitenkaan huomioida logistiikka-puolen omissa vasteaika seurannassa. Asentajat saattavat tilata osat juuri ennen iltavuoron loppua, jolloin aikaa ei jää siirtojen suorittamiseen, kertoi logistiikan työnjohtaja. Järjestelijöillä ei ole yövuoroa ja ruuhkaisina aikoina päävaraston yövuorolaiset suorittivat jotain siirtopyyntöjä omien työsuoritteiden sallimissa rajoissa. Tuotannossa ollaan välillä työvuorossa viikonloppuisin ja jos järjestelijöitä ei ole töissä, ovat asentajat hakeneet osat itsenäisesti. Nämä seikat nostavat siirtopyyntöjen suoritusaikojen keskiarvoa normaalitasoa ylemmäs. Järjestelijöiden havainnoimisessa kävi ilmi, että he saattoivat hiljaisina iltoina siirtää työsuoritteiden aloittamista, jotta koko illaksi olisi suoritettavia siirtoja. Tämän toiminnan tuloksena vasteaikaajat eivät kuitenkaan ylittyneet, mutta se on tekijä, joka nostaa myös aika-arvoja.

5.5.1 Vapaiden siirtopyyntöjen datatiedot

Datatiedon läpikäynti aloitettiin jaottelamalla kuvassa 4 mahdollisia syitä vasteaikojen ylittymiselle vapaissa siirtopyynnöissä sekä yleisiä jaottelutekijöitä. Tämä otanta käsittää 357 riviä kaikkiaan 1691 rivistä, jotka datan keräilyajanjaksona ylittivät vasteajan. Käsittelyyn otetut rivit valittiin sen perusteella, että näihin tehtäviin järjestelijät olivat kommentoineet esimerkiksi syyn viivästyksen, jolloin rivien jaotteluun oli faktaperuste suoraan.

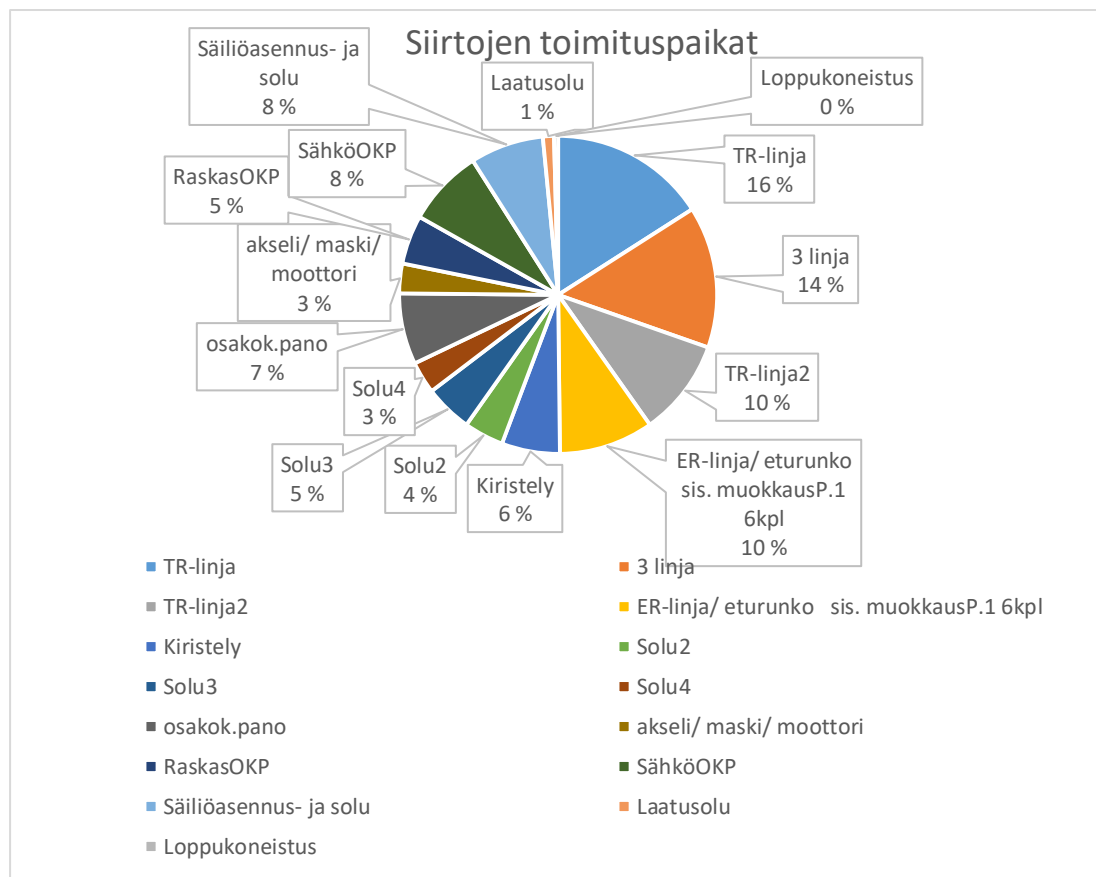


Kuva 4. Siirtopyyntöjen viivästymisten syyt

Kuvasta 4 selviää, että melkein viidennes siirtopyyntöjen viivästymiselle johtui tukkiutuneesta käytävästä esimerkiksi kaivoskoneen tukittua sen. Kaikkiaan näitä rivejä oli 68 kpl. Toiseksi eniten esiintyi 17 prosentin osuudella ”ei keräilty”-toimenpide, jolloin varastossa ei oltu keräilty osalavaa valmiiksi. Kun osat eivät olleet saapuneet järjestelijöiden hyllyyn, ei osia voitu toimittaa tuotantoon. Huomioitavaa on, että kohdan esiintyvyyys painottuu vahvasti kesälomien jälkeisen tuotannon uudelleen käynnistymisen ajanjaksoon. Otannassa kolmanneksi eniten esiintyi se seikka, että osia ei löytynyt. Tapauskohtaisesti muun muassa yksittäinen osa oli hukassa tai työvaiheeseen kuuluvaa osakokonaisuutta kattavaa pallet-lavaa ei ollut IH-hallissa. Näitä oli kaikkiaan 54 kpl.

Diagrammissa on myös omina kohtinaan sellaisia kohtia, joista pitkittyneet toimitusajat eivät suoraan johdu, vaan ovat yleismäärällistä jaottelua otannan siirtopyynnöille. Näitä ovat muun muassa ”työsuorite kesken” tai ”osamäärä tilauksesta viety”. Kategorioista ”Steve-viivästys” tarkoittaa Sandvikin satamavarastosta tulevien osien viivästymistä suunnitellusta aikataulusta. ”Torossa on/ ei ole” -kategoria tarkoittaa, että tuotannon tilaamat osat ovat joko päätyneet tai eivät Sandvikin toiseen tuotantohalliin, jota kutsutaan Toro-halliksi.

”Muut”-kategoria käsittää muun muassa jaottelukohtia, kuten varaston erillis-keräilyjä, tietoja osien saldosisjainnista ja kenen vastuulla on työtehtävän hoitaminen.



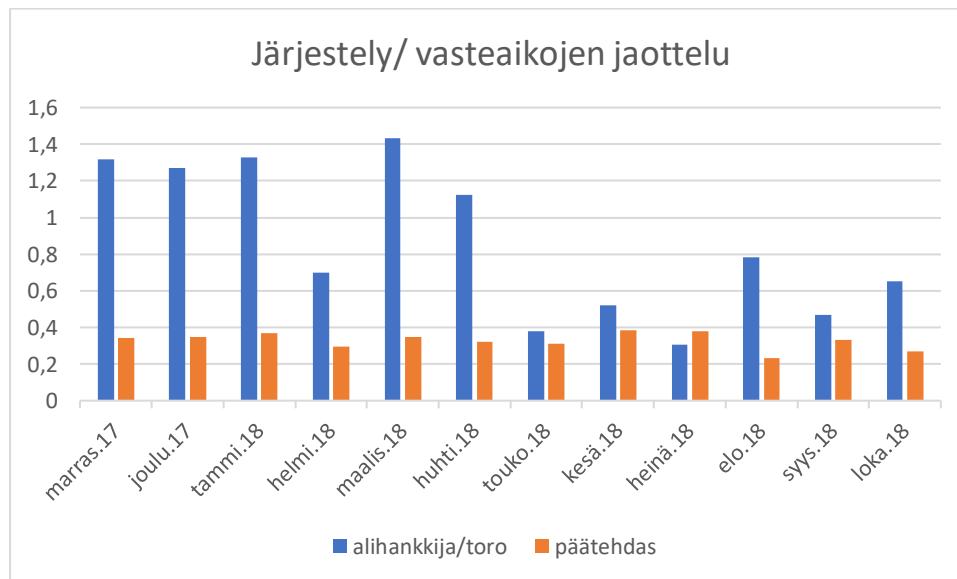
Kuva 5. Viivästyneiden siirtojen toimituspaikat

Kuva 5 esittää vasteajan ylittäneiden siirtojen jakautumista toimitusosoitteiden perusteella. Diagrammi osoittaa, että kyseisiä siirtoja oli eniten takarunkolinjalle (TR-linja) 16 prosentin osuudella, joka tekee siirtomäärinä 269 kpl. Tämä havainto tukee sitä seikkaa, kun kuvan 4 diagrammissa esiintyy eniten käytävä tukossa -kohta (kuva 4, s. 36). Takarunkolinja sijaitsee kauimpana järjestelijöiden työpisteeltä, jolloin mahdollisuus esteen tulemiselle kulkureitille kasvaa suuremmaksi kuin lyhemmällä toimitusmatkalla. Seuraavaksi yleisin toimituspaikka oli 3 linja 14 prosentin osuudella. Tutkimustuloksen oikeellisuutta tukee tässä kohdassa se, että sieltä ja vastapäätä olevassa TR-linja 2:sta valmistuu laskennallisesti eniten koneita koko päätehtaassa, kertoo Sandvikin Turun tehtaan logistiikan työnjohto. Suurempi osatoimitusten määrä lisää sitä mahdollisuutta, että esimerkiksi 3 linjasta tai TR-linja 2:sta johtuva toimitus-

väylällä oleva este estää toimituksen suorittamisen. Kolmanneksi eniten vasteajan ylittäneitä toimituksia oli eturunkolinjalle, joka sijaitsee takarunkolinjaa vastapäätä eli myös kauimpana järjestelijöiden toimipisteestä.

5.5.2 Järjestelyn datatiedot

Järjestelytyöprosessilla ovat olleet korkeat vasteajat. Järjestelyiden keskimääräinen vasteaika oli seuranta-ajanjaksolla 0,233 eli osien toimitus on vienyt aikaa 5,5 tuntia siitä hetkestä, kun asemavastaava on tehnyt tilauksen järjestelmään. Verrattuna vapaisiin siirtopyyntöihin oli niiden vasteaika 0,0836 eli osien toimitus on tapahtunut suunnilleen kahdessa tunnissa. Logistiikkapäällikkö kertoi haastatelluissa, että lisäkeräilyt suoritetaan aina ensimmäiseksi ja sen jälkeen vapaat siirtopyynnöt eli tehtaan sisäiset toimitukset sekä järjestelyn alaiset työsuoritteet IH-hallissa.



Kuva 6. Järjestelyn keskimääräisten vasteaikojen jaottelua työsuoritteiden mukaan

Järjestelytyösuoritteiden määränpäänä on alihankkijalle tai Toro-halliin menevät lavat tai päätehtaalle jäävät osat. Järjestelyssäkin on käytössä niin sanottu prioriteettiajatusmalli, sanoo työnjohtaja. Päätehtaalle jäävät lavat ovat tärkeämpiä työsuoritelistalla kuin alihankkijalle tai Toro-halliin toimitettavat osat. Tätä seikkaa puoltaa kuvan 6 diagrammi, jossa näkyvät vasteaikojen keskiarvot päätehtaan osien sekä alihankkijalle tai Toro-halliin toimitettavien osien. Kyseinen otanta on tehty samalla aikavälillä kuin vapaissa siirtopyynnöissä ja joissa otannan työsuoritteet ovat ylittäneet vasteajan. Järjestelijät ovat tietoisia

myös siitä seikasta, että tuotannonohjaus aikatauluttaa osatoimitukset alihankkijalle hyvissä ajoin ennen kyseisen koneen tuotannon aloitusta. Tämänkin perusteella kiireellisempi työ menee alihankkijoiden tilausten edelle. Talvella 2019 järjestelytyösuoritteet ovat vähentyneet etenkin alihankkijan tai Toro-hallin toimitusten osalta tuotannon hiljaisemman vaiheen takia.

6 PROSESSIN HAASTEET

Työn tutkimusmenetelmiin kuului kesällä 2018 tapahtunut osallistuva havainnointi Sandvikin Turun tehtaalla, jona aikana seurattiin hyvin analyttisesti prosessin sujuvuutta sekä havainnoitiin ongelmakohtia. Yksi keskeinen haastetekijä tehtaassa ovat ahtaat tilat. Tilat ovat varsin ahtaat nykyiselle tuotannolle sen laajuuteen nähden ja kun kyseessä ovat hyvin isot koneet ja niiden osat. Tilojen ahtaudesta johtuen tehtaassa on pitkälle hiotut layoutmallinnukset. Sisälogistiikan sujuvuuteen tehtaan ahtaus vaikutti suuremmissa määrin. Tuotantotilan kulkukäytävät olivat tukossa tuotannon vauhdista riippuen pari kertaa viikossa, pois lukien kesän hiljaisimmat kuukaudet. Pääsyyinä ovat se, että tehtaassa ei ole ylimääräistä tilaa ja koneiden suuri koko. Koneiden runkojen siirto tuotantolinjoille tapahtuu ensiksi ulkotrukkien siirtämänä keskikäytävälle pukkien varaan ja sitten kattonostureilla asemapaikalle. Työ vie aikaa muun muassa työturvallisuussyistä johtuen, jonka aikana siirtopyyntöjen toimitus muille asemille ei onnistu. Toisessa tapauksessa valmis kone tulee äkilliseen korjaukseen koeajossa ilmenneen vian takia hitsausaseman viereen keskelle käytävää, sillä muuta paikkaa ei ole.

Haastateltuani järjestelijöitä oli heillä selkeä näkemys useammasta ongelmakohdasta sisälogistiikan prosessissa. IH-hallissa varastoitavat settiosat tulevat alihankkijalta lavoissa, jotka sisältävät useampaa kappaletta samoja osia. Pääsääntöisesti tuotanto tarvitsee yhden osan kerrallaan, joten toimitettava osa on siirrettävä kattonosturilla tyhjälle lavalle painavuutensa takia. Viiveteki-jänä tässä on se, kun IH-hallissa ei ole nosturia, joten nostotyön suorittamiseksi pitää ajaa trukilla toiselle puolelle tehdasta järjestelijöiden toimipaikalle, jossa on nosturi. Osan toimittamisen jälkeen pitää ylimääräinen osa viedä takaisin IH-halliin. Tähän kaikkine toimenpiteineen kuuluu huomattavasti enemmän aikaa kuin suorissa osatoimituksissa ilman ylimääräistä kulkumat-

kaa. IH-hallin nosturin puute vaikuttaa omalta osaltaan koko koneen läpimenoajan pidentymiseen. Työtoimenpiteenä se on arvoa tuottava vaihe, sillä tuotannon ei tarvitse erotella osia lavalla, vaan se on asennusvalmis.

Tarkkailevaa havainnointia tehdessäni syksyllä 2018 oli IH-hallin lattialle varastoitu väliaikaisesti osia, jotka eivät mahtuneet päävarastoon. Nämä osat hankaloittivat kulkemista trukilla hallissa. Lisäksi osallistuvassa havainnoinnin tuloksena kesällä 2018 oli IH-hallissa saldolla olevia isoja osia tilattu enemmän tarpeeseen nähden. Nämä osat veivät merkittävästi tilaa hallin saldolistien osien hyllykapasiteetista. Koneiden eri työvaiheiden osille (settiosat) varatut hyllyalueet olivat myös täynnä ajoittain, joten lavoja varastoitiin hallin ulkopuolelle ulos kapeahkolle käytävälle, jossa on henkilö- ja valmiiden koneiden liikennettä. Kesällä 2018 käytävällä sijaitsi väliaikainen tupakkapaikka, jonka johdosta se aiheutti järjestelijöiden työskentelylle lisähuomioitavaa kasvaneen henkilöliikenteen johdosta. Haastatteluissa järjestelijät kertoivat, että talvella olosuhteet aiheuttavat haasteita oikeiden lavojen löytämiseksi. Lumisateiden jälkeen lavoja oli vaikeampaa löytää sekä liukkaalla asfaltilla kulkeminen vaati erityistä varovaisuutta, kertoivat järjestelijät.

Ongelmat juontuvat siitä, kun osien tilausmäärät osoittautuivat liian optimistiseksi verraten tehtaalla toteutuneeseen tuotannon vauhtiin, joka korostui etenkin pitkien toimitusaikojen osissa. Ostos nopeampi informointi arvioita pienemmästä osien tarpeesta olisi pienentänyt tätä lavapaikkaongelmaa. Haasteena kyseisten osien tilaamisessa ovat pitkät toimitusajat, joka edellyttää jo valmiiksi riittävää varastomäärää myös nopeisiin tarpeisiin. Haastatellessa Sandvikin Turun tehtaan logistiikkapuolen työjohtajaa talvella 2019, nosti hän keskeiseksi parannettavaksi kohdaksi juuri kommunikaatio-ongelmat tehtaan eri osastojen välillä. Tieto ei saavuta sitä osastoa, mikä tarvitsisi tiedon. Nämä kommunikaatio-ongelmat muodostavat juurisyyn useammalle ongelmalle. Nämä tässä luvussa mainitsemani tekijät lisäsivät huomattavasti siirtopyyntöjen suorittamiseen tarvittavaa aikaa, joka näkyy hitaampana osien toimituksena tuotannolle.

Kesän 2018 havaintojen ohella lean-järjestelmän data-aineiston tutkimisessa ilmeni, että IH-hallissa säilytettäviä settiosia ei aina löytynyt hyllystä tai ei ollut

tarkkaa tietoa osien sijainnista. Ja kyseessä oli toisinaan, että usean lavan toimituksesta puuttui viimeiseksi merkitty lava. Yhtenä syynä järjestelijä esitti tähän, että settiosat eivät olleet ehtineet saapua alihankkijalta ennen tuotannon tilausta, vaikka alihankkijatoimituksissa on pyritty pitämään iso varoaika. Isoja osia säilytettävissä satamavaraston toimituksissa ilmeni havaintojakson aikana satunnaisesti osatoimitusten viivästymistä, kun esimerkiksi osakokoonpano odotteli akselien saapumista. Tässä prosessissa on useampi vaihe, jotka eivät ole sidoksissa järjestelijöiden toimintaan. Satamassa tapahtuu osien lastaus kuorma-autoon sekä niiden kuljetus tehdasalueelle ja vielä ulkotrukkikuljettajien tekemä kuorman purku.

Pullonkaulaongelma pätee myös Turun tehtaan sisälogistiikassa, kun jokin viive hidastaa prosessin virtausta. Näitä tehtaan viivetekijöitä olen tässä luvussa kuvaillut ja myöhemmin tutkimuksen aikana tulen esittämään mahdollisia lievennyskeinoja ja/tai ratkaisuja niihin. Yksi pullonkaulaongelman syntymissyy on se, kun välivarastointihyllyltä ei löydy siirtopyynnön tietoja vastaavaa keräilylavaa, jolloin prosessin suorittamisvauhti hidastuu. Esimerkiksi kun sisäkeräilyä ei ollut suoritettu, oli se syynä lavan puuttumiselle. Tämä oli yleisempää kesälomien jälkeen, kun tuotanto alkoi palata ennen lomien aikaiseen tuotantovauhtiin, joka näkyi varastossa kasvavana työmääränä.

Vaihesiirron suorituksissa ilmeni, että lähtöpaikoissa osat eivät olleet satunnaisesti valmiina, kun asemavastaava oli jo tilannut osat linjalle. Lisätekijänä tässä on se, kun osat tulevat pääsääntöisesti toisesta tuotantorakennuksesta tai satamavarastosta, joten ulkotrukkikuskit tuovat sen järjestelijöiden toimipaikalle. Ulkokuskien mahdollisesta kiireellisyydestä johtuen osien toimitus linjalle voi entisestään viivästyä.

Järjestelijät kertoivat, että toisinaan asentajat voivat hakea osat itsenäisesti esimerkiksi viikonlopun aikana ja eivät kuittaa siirtopyyntöä pois Lean-järjestelmästä. Järjestelijöiden etsiessä tätä lavaa, jota ei ole enää välivarastointihyllyssä, viivästyttää etsiminen seuraavien siirtopyyntöjen suorittamisen aloitusta. IH-hallin saldolisten osien saldoheitot ovat myös yksi syy pullonkaulaongelman syntymiseen. Osallistuvassa havainnoinnissa tuli vastaan tilanteita, joissa tiettyä osaa ei löytynyt hallista, vaikka saldon mukaan osan pitäisi olla

varastossa. Etsimiseen kulunut aika viivästyttää huomattavasti seuraavien työsuoritteiden aloittamista.

Kesällä sekä syksyllä 2018 havainnoitiin, että järjestelijöiden trukkien lean-päätteiden toimivuudessa on puutteita. Niiden verkosta poistuminen sekä järjestelmän kaatuminen ovat aikaa vieviä tekijöitä, jotka hidastavat järjestelijöiden työskentelyä. Tällaisissa tilanteissa järjestelijät eivät esimerkiksi pysty kuittaamaan työsuoritetta valmiiksi tai tarkistamaan osatoimituksen toimituspaikkaa tuotannossa. Lisäksi kunkin siirtopyynnön tiedot täytyy ottaa ylös paperille järjestelijöiden yhteiseltä koneelta.

IH-halliin varastoitavat konekohtaiset isot settiosat lajitellaan jo alihankkijan toimesta työvaiheitten mukaisesti omille lavoilleen. Järjestelijöiden mukaan, osalavojen osat eivät ole aina vastanneet työvaiheeseen tarvittavia osia. Tästä koituva selvitystyö on omiaan hidastamaan prosessin kulkua. Heidän kertomansa mukaan ongelmia ilmaantuu myös silloin, kun asentajat saattavat hakea itsenäisesti toiselle koneelle tarkoitettulta settiosalavalta jotakin tiettyä osaa esimerkiksi vioittuneen osan tilalle. Tästä toimenpiteestä ei aina ilmoiteta järjestelijöille, josta koituu ylimääräistä selvitystyötä sekä sen, että seuraavalta koneelta puuttuu tämä tietty osa.

Järjestelijöiden työtehtäviin kuuluvissa jälkitoimitusten nopeissa toimituksissa on myös haasteita. Vastaanotto huolehtii osan tarroituksesta, josta näkee, missä tuotannon linjalla osaa tarvitaan. Hyvin usein näiden osoitelappujen tiedot olivat puutteelliset, koska tietoa konemallista ja linjan työvaiheesta ei ole ollut. Oikean osoitteen selville saaminen vei usein enemmän aikaa, ja kun usein tuotannossa jo odotellaan jälkitoimitusosaa, ei ylimäärisiin viiveisiin ole aikaa. Talvella 2019 käyttöön otettu lisäkeräilyn välityssysteemi tarkoittaa sitä, että varastotyöntekijä tekee keräilyn jälkeen osasta välityspyynnin järjestelijöille. Tällä tavoin lisäkeräilyjen toimitusten kohdalla työn suoritus kuitataan Lean järjestelmään järjestelijöiden toimesta, jolloin sen toteutumasta jää data-tieto järjestelmään. Välitysaika on keskimäärin 20 minuuttia, joista suurin osan seisottamista, sillä osan toimitusaika on noin 1,5 minuuttia, mikä on kerrottu luvussa 5.5. Välitysajassa on suuria heittoja.

Lisäaikaa vie myös jälkitoimitusten lavapaikalle tuodut muualle toimitettavat kuin päätehtaan sisäiset jälkitoimitusosat muun muassa alihankkijoille tai toiseen tuotantohalliin, Toro-halliin. Näille osille on omat lavapakkansa ja tästä johtuva selvitystyö vie aikaa, kun osat voivat olla tuntemattomia tai konemalli on vieras päätehtaalla.

Liite 3:ssa on lueteltuna järjestelijöiden prosessin ongelmakohdat aiheuttajineen sekä ongelmista koituvat seuraukset.

7 TOIMENPITEET

Tässä luvussa luetellaan työn aineiston pohjalta kehitettyjä parannusehdotuksia sekä logistiikkaosaston jo aloittamia hankkeita järjestelijöiden prosessin tehostamiseksi.

7.1 Ehdotukset parannustoimenpiteiksi

Järjestelijöiden prosessin keskeisemmän haastetekijän eli käytävän tukkeutumisen poistamiseksi ei ole suoraa keinoa. Sen sijaan on olemassa mahdollisia lievennyskeinoja prosessin pysähtymisen estämiseksi, joita esitetään seuraavaksi. Kun käytävä menee tukkoon, 10 minuuttia varoitussysteemi antaisi järjestelijöille aikaa toimittaa kaikkein akuuteimmat osat tuotannolle. Järjestelmä olisi koko tehtaan käytettävissä sekä se kertoisi tehtaan alueen, missä este vaikuttaisi työn suorittamiseen. Tämän ilmoitussysteemin voisi esimerkiksi liittää Sandvikilla jo käytössä olevaan lean-järjestelmään, jolloin ei tarvitse luoda uutta järjestelmää. Ilmoituksen järjestelmään tekisi se suorittava taho, jonka toimesta käytävä tukkeutuu esimerkiksi, kun koneen runko odottaa pukkien päällä käytävällä siirtoa viereiselle linjan asemapaikalle. Järjestelmään kirjat-taisiin myös alustava arvio kestosta, kuinka kauan käytävä ei ole käytössä. Käytävällä oleva esteen sijainti tehtaassa ei ole vakio, vaan se riippuu kulloi-sesta esteen aiheuttajasta. Tästä johtuen esimerkiksi pääkäytävällä sijaitseva este pitää sivukäytävät operointikunnossa käytävien päätyovista käsin. Tässä korostuu mahdollisuus hyödyntää enemmän ulkona operoivien kuljettajien työpanosta. Pääkäytävän ollessa tukossa ulkokuskit voisivat toimittaa kiireosat tuotannolle juuri päätyovien kautta. Järjestelijät laittaisivat lavat noutovalmiiksi heidän ulko-ovenssa eteen. Tätä prosessin virtauksen ylläpitämiskeinoja voi käyttää, riippuen ulkokuskien omista työsuoritteista.

Luvussa 6 todettiin, että IH-hallissa sujuvan työskentelyn mahdollistamiseksi pitäisi siellä olla kattonosturi. Sen avulla vältetään ylimääräiset osien siirtoajat kattonosturin luokse toiselle puolelle hallia, jotta samat osat saadaan eroteltua eri lavoille. Keväällä 2019 logistiikkaosasto oli käynnistänyt kattonosturin hankinnan. Lieventävänä keinona olisi, että lava toimitetaan linjalle ilman osien erottelua. Käytettyään toisen osan linjan asemavastaava tekisi hakupyynnön ylimääräisestä osasta lean-järjestelmään järjestelijöille. Tätä toimintatapaa olisi järkevä käyttää esimerkiksi tuotannon kiireellisimmissä sykleissä ajan säästämiseksi, kun arvoa tuottamatonta työtä saadaan karsittua pois.

Kesällä 2018 IH-hallissa säilytettävien saldolisten osien määrä kasvoi niin isoksi, että lavapaikat loppuivat kesken. Työssä esitetään, että osien tilaamisessa käytettäisiin jaksottamisen periaatetta tuotantovauhdista riippuen. Toimittajan kanssa voidaan sopia varmuusvarastovarastosta, jolloin tuotannon hiljaisemmassa vaiheessa voidaan myöhästyttää toimituksia. Ostolla on oikeus muuttaa jaksotusta, kuten toimituksia voi myös aikaistaa, jos tuotanto sitä edellyttää. Tällä tavoin myös näiden osien varastoarvo ei nouse liian isoksi.

Toisena toimenpiteenä olisi nimetä yhteyshenkilöt tehtaan osto- sekä logistiikka puolelta, joka estäisi kuvailemani tapahtumasarjan muodostumisen. Osastojen välinen koordinointi tapahtuisi muun muassa henkilöiden toimesta yhteisissä tapaamisissa tarpeen mukaan. Vastaavaa menettelyä suositellaan logistiikan ja tuotannonohjauksen koordinointiin esimerkiksi tuotantovauhdin nopeutumisen reagointiin logistiikka puolella.

7.2 Käynnissä olevat ja toteutuneet parannustoimenpiteet

Syksyllä 2018 Turun tehtaan logistiikkaosasto aloitti työstämään varaston sekä vastaanoton työohjetta kirjalliseksi työntekijöille. Työohjeen laatimisella varmistetaan työvaiheiden tarkka läpikäynti sekä se, että perehdys ei pelkäästään nojaa perehdyttäjän varaan. Työohjetta jaettaisiin jokaiselle uudelle työntekijälle ja perehdytyksen tehostamiseksi työntekijä voisi kerrata asioita työohjeesta, sillä perehdytyksessä opeteltavia asioita tulee paljon. Havainnointijak-

soilla ilmeni, että järjestelijän työn aloituksessa haastavaa oli siirtopyyntölavojen oikeaan hyllypaikkaan kuormaaminen tuotannon hyllystössä epäselvissä tilanteissa. Näitä oli esimerkiksi, kun lavan oikea paikka hyllyssä oli varattu tai ylipäätään kun ei ollut varmuutta oikeasta paikasta. Ohjeessa olisi hyvä korostaa, että epäselvissä tilanteissa lavan oikea sijoituspaikka varmistetaan linjan työntekijöiltä. Lisäksi työohjeessa olisi hyvä olla layoutkuva tuotantolinjojen sijoittumisesta tehtaassa ja esimerkiksi yleisimmät toimitettavat osat tyypeittäin eri tuotantopaikoille, sillä niiden sisäistämisessä meni aikaa.

Vuoden 2019 alusta lähtien logistiikkaosasto määritti vasteaikalupauksen uudelleen, asettamalla sen neljästä tunnista kolmeen. Tämä muutos on yksi keino, millä logistiikkaosasto tehostaa järjestelijöiden työnsuorittamista. Muutoksella parannetaan myös koko järjestelijöiden prosessin keskivertosuoriteaika, kun on tiukennettu raja-arvo logistiikkaosaston oman 140 minuutin kontrollirajan lisäksi, minkä sisällä työsuoritteet on tehtävä. Osatoimitusten vasteajassa pysyminen on myös logistiikkaosaston antama lupaus tehtaan tuotannolle, kertoo logistiikkapäällikkö.

Talvella 2019 Turun tehtaalla oli käynnissä kahden viikon ajan pilottihanke automaattitrukkien (AGV) käyttöön otosta lisäkeräilyjen toimittamisessa tuotannolle. Kokeilu käsitti parikymmentä toimitusta vain 3. linjalle, mutta tulokset olivat positiivisia. Luvussa 6 käsitellyssä kohdassa todetaan, että lisäkeräilyn välityssysteemi kertoo, että järjestelijöiden toimesta välityssuorite vie aikaa noin 20 minuuttia. AGV suorittaa lisäkeräily toimituksen keskimäärin 5 minuutissa, jolloin asentajan odotusaika laskee 15 minuutilla. Automaattitrukkien käyttö ei sido myöskään järjestelijöiden työpanosta, joka näkyy säästöissä heidän työajan suhteen. (Höijer 2019.) Tehtaan kapeilla kulkuväylillä trukin käyttöönotto on vaatinut entistä enemmän varovaisuutta trukkipilottajilta sekä ajankuljijoilta. Logistiikkapäällikkö on kertonut, että tulosten perusteella hän tulee suosittelemaan trukin hankkimista pysyväksi osaksi sisälogistiikan operointia.

Turun tehtaan logistiikkaosasto on käynnistänyt myös hankkeen saada järjestelijöiden sekä IH-hallin hyllystöön merkityt lavapaikat osalavoille. Työsuoriteaikojen kellotusten yhteydessä oli huomioitava se, että lavojen etsiminen nosti toimitusaikoja osalavan toimituksessa. Luvussa 5.4 todettiin, että hyllypaikkojen muodostaminen järjestelijöiden hyllystöön on merkittävä nopeuttava

tekijä lavojen löytämisen suhteen etenkin, kun hyllypaikat ovat täynnä osalavoja. Hyllyttäjä kohdentaisi lavat tiettyyn lavapaikkaan ja järjestelijä keräilee lavan lean-päätteen osoittamasta lavapaikasta suoraan ilman ylimääräistä etsimistä.

IH-hallissa on tällä hetkellä karkeaa jaottelua eri osatyyppeihin mukaan hyllyrittäin. Lavapaikkojen hankkimista tukee hallin laajempi hyllypinta-ala, jolloin lavojen etsintä-ala on suurempi kuin järjestelijöiden tontilla. Lavapaikkojen hyödyntämisellä vältettäisiin turha kulkeminen halliin järjestelijöiden toimesta, kun lava löytyy varmasti. Lean-järjestelmän datatietoja tutkiessa on juuri tullut esille tilanteita, että IH-hallista ei löydy osalavoja, mitkä siellä olisi pitänyt olla. Hanke etenee porrastetusti siten, että ensimmäiseksi järjestelijöiden hyllyalue saa kirjatut lavapaikat ja IH-halliin ne toteutetaan myöhemmin, kertoo tehtaajan logistiikkapäällikkö. Tutkimusaineiston pohjalta osakokoonpanon hyllystään pitäisi luoda lavapaikkamerkinnot, jotta ei kuluisi ylimääräistä aikaa lavojen etsimiseen. Kun lavan osat ovat toimitusvalmiina tuotannolle, merkitsisi asentaja osien lavapaikan lean-järjestelmässä auki olevaan siirtopyyntöön järjestelijöiden tiedoksi. Esimerkkinä 3 minuutin aikasäästö per päivä kerryttäisi vuodessa: $3 \text{ min} \times 300 \text{ pv} = 900 \text{ min/vuosi}$. Tässä puhutaan jo merkittävästä vuodessa säästetystä ajasta.

Lavapaikkaprojektin lisäksi logistiikkaosaston on tarkoitus ottaa kokeiluun vuoden 2019 aikana IH-hallissa settiosien kohdalla RFID-tunnistusmenetelmän. Tällä tekniikalla on tarkoitus tehostaa näiden lavojen sijaintitarkkuuden tiedostamista tehdasalueella. Automaattisen vastaanottokirjauksen jälkeen RFID-tunnistuksista voidaan varmistua osalavan saapumisen IH-halliin trukkikuskin toimesta, jolloin turhien osien hakukulkemisten määrän uskotaan pienentyvän. Myöhemmin tehtaalla on tarkoitus ulottaa RFID-tunnistukset myös satamasta tulevien osiin, kuten akseleihin ja moottoreihin. Tarkoituksena on nopeuttaa osien paikannusta, tehtaaseen sijoitettavien RFID-lukijoiden toimesta.

Järjestelijöiden toimipaikassa otettiin käyttöön näyttöruudut satamavarastossa säilyttävien isojen osien toimitusajan seurantaan. Ne kertovat, mitä osia on tulossa varastosta ja minkä kellon ajan kuormassa ne saapuvat tehtaalle. Tämän avulla järjestelijät voivat ennakoida osien saapumisen ja järjestellä työt niin, että osien toimitus tuotannon osakokoonpanoon on mahdollista heti osien

tultua järjestelijöiden toimipisteelle. Näyttöjen toimintaan saattamisessa on kuitenkin mennyt aikaa sekä niiden päivittyminen on ollut hidasta saapuneiden kuljetusten suhteen talvella 2019.

8 TUTKIMUKSEN JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli löytää syyt prosessin virtauksen hidastumiseen sekä miksi toimitusajoissa oli niin merkittävä vaihtelevuus.

Kuvassa 2 jaotellaan 6 perusluokkaa toimitusaikojen muodostumiselle syyseuraus kaaviossa (kuva 2, 27). Luokat ovat ihminen, välineet, menetelmät, materiaalit, työskentelytavat sekä ympäristö. Luokkien alakohdat ovat kriittisimmät järjestelijöiden prosessin kannalta, sillä ne lisäävät prosessin työstämisaikaa. Sandvikin Turun tehtaalla näistä alakohdista korostuvat ympäristölliset tekijät. Käytävien tukkeutuminen on yleisin syy tästä kategoriasta. Tämä tulee esille myös lean-järjestelmän datatiedoista koostetusta kuvan 4 diagrammissa (kuva 4, 36). Käytävän tukkeutuminen muuttaa työsuorituksen keskenräiseksi työksi, kun siirtopyynnön toimitus ei onnistu linjalle ja järjestelijät joutuvat tuomaan vara-osalavan takaisin heidän työpisteelleen.

Materiaaliryhmän merkitys järjestelijöiden prosessissa kiteytyy esimerkiksi työn havainnointijaksoilla tehtyihin huomioihin. Osatoimituksiin tarvittavat tuotannon pyytämät osat eivät löytyneet esimerkiksi IH-hallista, missä osien olisi pitänyt olla. Tähän perustavaa laatua olevaan ongelmakohtaan oli useita eri syitä riippuen työsuoritteesta. Järjestelijät kertoivat haastattelussa luvussa 6 keskeisimmäksi syyksi seikan, että settiosalava ei ollut ehtinyt saapua alihankkijalta ennen tuotannon tilausta.

Välineissä oleva asiakohta "IH-hallista puuttuva kattonosturi" on merkittävä huomio prosessin virtaustehokkuuden kannalta. Järjestelijöiden ylimääräinen kulkeminen aiheuttaa hukkaa settiosien kuljetuksissa aiheuttaen toimitusaikojen kohoamista. "Työskentely"-kategoriasta on nostettava esille yhteistyö eri osastojen välillä ja muistutettava yhteisestä päämäärästä. Jokaisella osastolla on oma työalansa, mutta kaiken työn tulee tähdätä kaivoskoneiden toimitusajassa pysymiseksi. Työssä todetaan tässä olevan parannettavaa esimerkiksi tiedon kulkemisen suhteen.

Järjestelijöiden prosessin perussyistä työssä nostetaan vielä esille ihmisen työskentelyn vaikutukset koko prosessin työkulkuun. Asennoituminen työskentelyyn näkyy selvästi työskentelytehossa ja esimerkiksi työsuoritteiden puutteellisena suorittamisena. Ongelmakohtaan ilmentyessä keskeistä on, kuinka tehokkaasti työntekijä pyrkii selvittämään sen. Osaltaan tämä asennoituminen on sidoksissa kaikkiin perussyiden kategorioihin heijastuen niihin. Tämä ei koske pelkästään järjestelijöitä vaan yhtä lailla muita henkilöitä, jotka ovat osana järjestelijöiden prosessia. Muun muassa työnjohtajien asennoituminen kuljetuksiin vaikuttaa osatoimituksien toteuttamiseen, kuten kuljetustarpeen ennakointi hyvissä ajoin ennen tuotannon tarvetta tai inhimillisten tekijöiden vaikutukset työskentelyyn esimerkiksi unohdukset. Osalavan tilaaminen liian paljon etukäteen ruuhkauttaa vain lisää järjestelijöiden työlistaa. Unohduksesta johtuva osien tilaaminen vasta juuri ennen tuotannon tarveajankohtaa on esimerkki inhimillisistä asioista.

Työssä käytetyllä arvovirtakuvauksella todettiin arvon määräytymistä prosessin edetessä (kuva 3). Arvo määritellään tässä kuvauksessa ajallisena toteutmana ja mitä enemmän aikaa kuluu työvaiheen suoritukseen, näkyy se myöhäisempänä osien toimituksena tuotannolle. Kuvaukseen kuuluvilla aineiston keruukerroilla ilmeni, että työssä aiemmin luetellut prosessia hidastavat tekijät kasvattavat prosessien suoritusajoja suoraan, kuten lavapaikkajärjestelmän puuttuminen. Arvo kasvaa ylimääräisenä työvaiheen suoriteaikana, joka on pois järjestelijän aktiiviyöajasta ja viivästyttää seuraavan työn aloitusta. Osille kertyy enemmän arvoa kuin niille on laskettu ylimääräisen osien etsinnän tai erilaisten odotuksien myötä.

Työn tavoitteena oli muun muassa kehittää järjestelijöiden työnkulussa havaittuja ongelmakohtia. Useat havaintokerrat loivat merkittävän pohjan prosessin oppimiseen ja tämän opin ammentamista kehittämisehdotuksiksi juuri järjestelijöiden prosesseihin. Työn kehittämistoimenpiteistä nostetaan esille käytävän tukkeutumisen aiheuttamien vaikutusten lievennyskeinot järjestelijöiden prosessin virtauksen suhteen. Vaikka ne ovat vain lievennyskeinoja ovat ne silti merkittäviä, koska se oli tiheimmin esiintyvä prosessia hidastava ilmiö (kuva 4).

Työssä ideoitu ilmoitussysteemi käytävän tukkeutumisesta toisi järjestelijöille aikaa varautua ennen kuin osien toimitus ei olisi enää mahdollista tiettynä aikana. Mitä paremmin tiedettäisiin ennakolta käytävän tukkeutumisen ajankohta sekä sen kesto aika, parantaisi se järjestelijöiden päivän suunnittelua. Järjestelmään ilmoitetut tukokset olisivat koko tehtaan tiedossa, kuten myös tuotannonohjauksen, joka myös pystyisi ennakoimaan osien tilaamista varastosta.

Logistiikkaosaston aloittamista kehittämistoimista lavapaikkojen järjestämisen järjestelijöiden hyllystöön sekä IH-halliin on merkittävä toimenpide. Nykyisen kaltainen vapaa hyllyttäminen edellä mainittuihin hyllystöihin luo selkeää hukkaa, kun lavan etsiminen vie enemmän aikaa. Tämä havaittiin useilla eri aikakellotuksilla, joista kerrotaan muun muassa luvussa 5.4. Tämä syntyvä hukka poistetaan lavapaikkojen luomisella hyllystöihin, jolloin säästetty aika nopeuttaa seuraavan työsuorituksen aloitusaikaa.

Opinnäytetyössä asiantuntevaa on sen monipuolinen tutkimusmenetelmin kerätty tutkimusaineisto. Työssä aineistoa kerättiin sekä työtekijöiden haastattelulla sekä havainnoinnin eri keinoin. Lisäksi tutkittavana aineistona oli lean-järjestelmän tuottama osien toimitusaikojen tarkastelu sekä prosessia mallinnettiin eri työkaluilla, kuten arvovirtakuvauksella. Suuren aineistomäärän johdosta työn punaisen langan eli tarkoituksen ja tavoitteen korostaminen jäi työssä hieman puutteelliseksi. Osaltaan suuri aineistomäärä muodostui työn rajauksen johdosta. Työn ulkopuolelle olisi kokonaan voinut rajata osatoimitukset päätehtaan erillisistä varasto- ja tuotantorakennuksista sekä ulkoisesta varastosta, kuten satamavarastosta. Tämä kokonaisuus otettiin työhön siitä muodostuvien ongelmakohtien yleisyyden johdosta. Järjestelijöiden toimipaikalle ulkokautta toimitettavat osatoimitukset haluttiin lähinnä tuoda esiin, mutta pääpaino työssä oli päätehtaan sisäisissä osatoimituksissa. Lisäksi eri työvaiheiden aikakellotusten havainnointi olisi vaatinut suurempaa otantaa tilastollisen oikeellisuuden johdosta.

Työssä ollaan lueteltu tutkimusmenetelmin kerättyjä useita seikkoja, mistä tutkimusongelmat muodostavat. Prosessin toimitusaikojen vaihtelevuuteen sekä prosessin virtauksen hidastumiseen ei ole yksittäistä syytä. Tutkimusongelmien muodostuminen on monen tekijän summa. Siihen vaikuttaa itsessään,

mikä työsuorite on kyseessä erilaisten piirteiden johdosta. Esimerkki työsuoritteena on tavallinen osatoimitus järjestelijöiden hyllyalueelta tai IH-hallista set-tiosien toimitus tuotantoon. Vaihtelevuuteen vaikuttaa päivän kiireellisyys, jolloin työt odottavat suoritusta lisäten osien toimitusaikaa. Kiireellisenä päivänä prosessia hidastava asian vaikutukset korostuvat merkittävästi, kuten käytävän tukkeutuminen. Työntekijän merkitys prosessin virtaukseen on olennainen työtä suorittavana tahona. Lisäksi esimerkiksi inhimilliset tekijät, kuten sairastumiset vaikuttavat resursseihin. Pienempi työntekijämäärä on alttiimpi jäämään aikataulua jälkeen työtehtävien suorittamisessa kuin täysi vahvuinen organisaatio. Työmäärän ylittäessä käytettävissä olevat järjestelijöiden resurssit näkyvät ne vaihtelevina vasteaikojen kohoavina piikkeinä lean-järjestelmän dataseurantataulukossa. Tässä nousee esille yhteisvaikutus prosessin virtauksen hidastavien asioiden kanssa, sillä virtauksen heikentyminen oli järjestelijöiden mukaan luonut työtehtävien jonon, jotka odottivat suorittamista lisäten uusien tehtävien aloittamisaikaa.

Työssä päästiin hyvin asetettuihin tavoitteisiin, sillä prosessiin vaikuttaneet pullonkaulat paikannettiin hyvin eri havainnointikeinoin sekä niiden vaikutusten vähentämiseksi kehitettiin parannuskeinoja eri tahojen toimesta.

Työssä muodostetuilla kehitystoimenpiteiden käytöllä myös vähennetään vasteaika-arvojen vaihtelevuutta, kun osatoimitukset saadaan toimitettua tuotantoon nopeammin.

Liittyen käynnissä olevaan hyllypaikkojen muodostamishankkeeseen sekä aikakellotusten tuottama aineisto (luku 5.4) pohjustaa vahvasti hyllypaikkahankkeen laajentamista myös koskemaan myös osakokoonpanon hyllystöä. Aiheen jatkotutkimista tukee myös aikakellotuksissa ilmentynyt seikka, että ylimääräistä aikaa kuuluu myös osakokoonpanon lavojen etsimisessä.

LÄHTEET

Aaltonen, T. 2016. Tietoa meistä. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.4.2018. Saatavissa: <https://intranet.sandvik.com/> [viitattu 18.4.2019].

Harrison, A., Van Hoek, R. & Skipworth, H. 2014. Logistics management and strategy: Competing through the supply chain. 6. painos. Harlow, Iso-Britannia: Pearson.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Ylöjärvi: Infacs Oy

Heiniö, T. 2017. Keitä olemme. WWW-dokumentti. Päivitetty 17.4.2018. Saatavissa: <https://intranet.sandvik.com/Pages/default.aspx> [viitattu 18.4.2019].

Hietikko, E. 2015. Tuotekehitystoiminta. 3. painos. Norderstedt, Saksa: BoD – Books on Demand.

Hokkanen, S & Karhunen, J. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun. 7. painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy/julkaisutoiminta

Höijer, P. 2019. Logistiikka projekti: Vihivaunu. Sandvik. PDF-dokumentti.

Karjalainen, T. & Karjalainen, E. 2008. Six Sigma: Uuden Sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. 3. painos. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy.

Kouri, I. 2010. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

Kesäläinen, R. 2017. Paikallisjohtoryhmä. WWW-dokumentti. Päivitetty 1.2.2019. Saatavissa: <https://intranet.sandvik.com/Pages/default.aspx> [viitattu 23.4.2019].

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. 1. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Modig, N & Åhlström, P. 2016. Tätä on Lean: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 6. painos. Tukholma, Ruotsi: Rheologica publishing.

Oakland, J. 2014. Total quality management and operational excellence: text with cases. 4. painos. Lontoo, Iso-Britannia: Routledge.

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

City of Turku: Home of Sandvik: Load and haul. s.a. Powerpoint-dokumentti.

Division Load and Haul. s.a. PowerPoint-dokumentti.

Sandvik Load and haul: The Turku site 2017. s.a. PowerPoint -dokumentti.

Sandvik Mining and Construction Oy. Lean-toiminnanohjausjärjestelmä.

Sandvik s.a. Expertise and imagination for optimized productivity. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.home.sandvik/en/about-us/> [viitattu 15.3.2019].

Welcome to Sandvik Finland. s.a. PowerPoint -dokumentti.

Stephens, M & Meyers, F. 2014. Manufacturing Facilities Design & Material Handling. 5. painos. E-kirja. Purdue, Yhdysvallat: Purdue University Press Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 17.4.2019].

Viitala, R. & Jylhä, E. 2014. Liiketoimintaosaaminen: menestyvän yritystoiminnan perusta. 6. -7 painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Vilka, H. 2007. Tutki ja havainnoi. 1.–2. painos. Helsinki: Tammi.

Kuvaluettelo

Kuva 1. Turun tehtaan layoutkartta. Sandvik. 2019

Kuva 2. Järjestelijöiden prosessin syy-seuraus kaavio. Hellsten, J. 2018

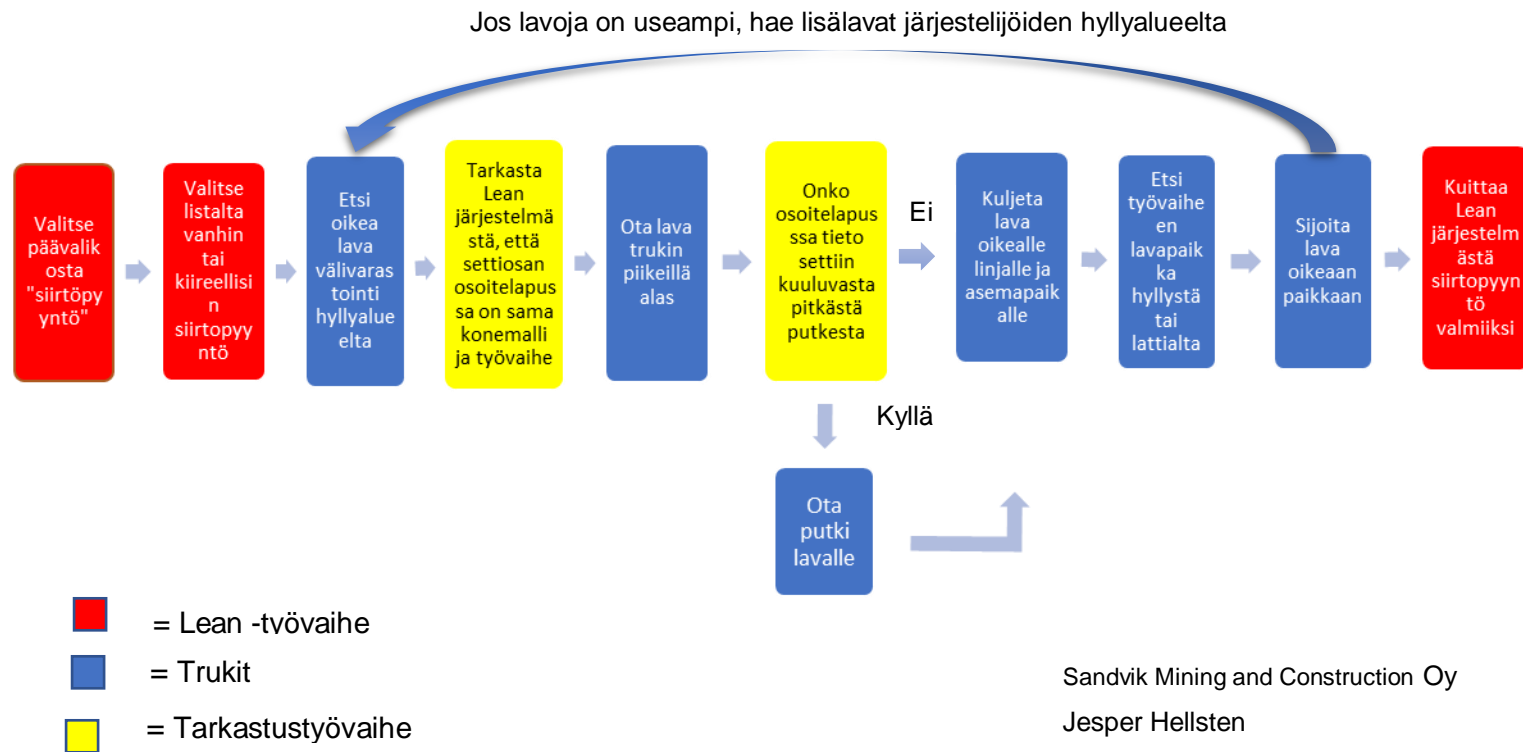
Kuva 3. Järjestelijöiden prosessin arvovirtakuvaus. Hellsten, J. 2019

Kuva 4. Siirtopyyntöjen viivästymisten syyt. Hellsten, J. 2019

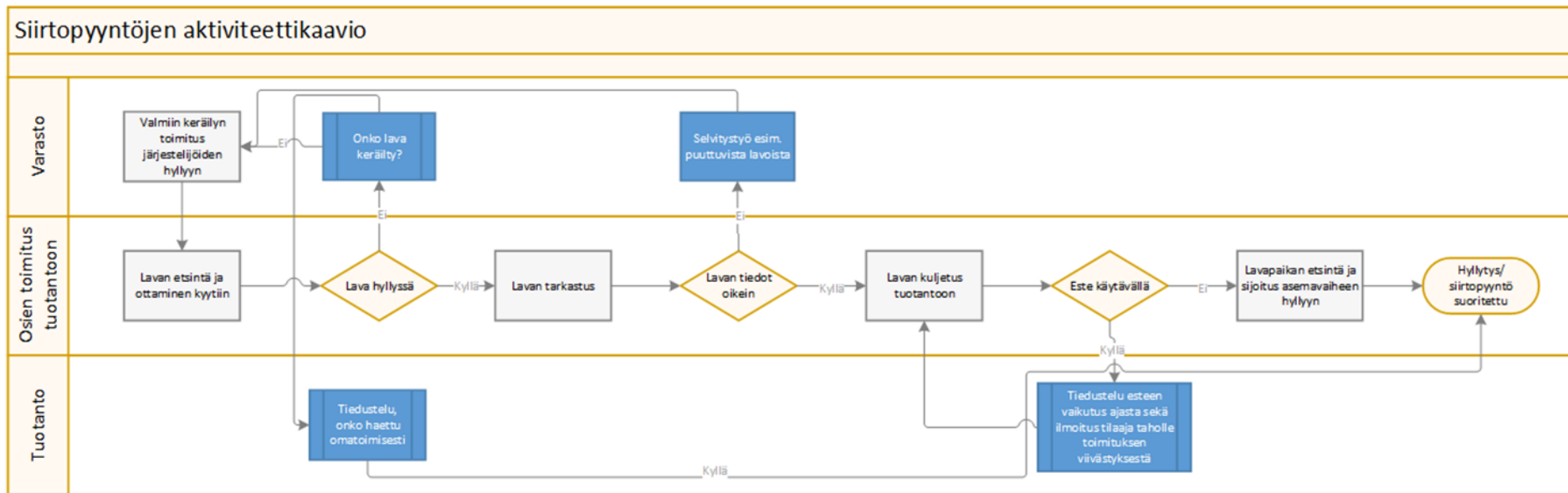
Kuva 5. Viivästyneiden siirtojen toimituspaikat. Hellsten, J. 2019

Kuva 6. Järjestelyn keskimääräisten vasteaikojen jaottelua työsuoritteiden mukaan. Hellsten, J. 2019

Siirtopyyntöjen prosessikaavio



Siirtopyyntöjen aktiviteettikaavio



Järjestelijöiden prosessien ongelmakohdat		
Ongelma	Syyt	Seuraus
Osien kuljetukseen käytettävä kulkutie on tukossa	Juurisyynä tehtaan ahtaus. Mutta lopullisena aiheuttajana kone tai pukit tukkivat käytävät	Osien toimitus tuotannolle viivästyy.
Tuotannon pyytämiä osia ei ole saatavilla	Päävarastosta keräily tekemättä	Osien toimitus tuotannolle viivästyy
	Tietty osakokoonpano ei ole valmis	
	Osat eivät ole saapuneet satamavarastosta/ alihankkijalta	
Asentajat ovat hakeneet itsenäisesti osalavan välivarastointihyllystä	Muun muassa logistiikkatyöntekijöitä ei ole töissä viikonloppuna sekä että noutoa ei ole kuitattu Lean-järjestelmään	Järjestelijät etsivät laavaa hyllystä, vaikka sitä ei ole siellä.
Saldolla olevien osien hyllypaikat täynnä IH-hallissa	Oston puolen reagointi tuotannon nopeuden vaihtelevuuteen	Osien varastointi lattialle ja hallin ulkopuolelle
Trukkien Lean päätteet ovat useasti kaatuneet	Yhteysongelmat palvelimien ja päätteiden välillä	Työsuoritteiden tekemisen vaikeutuu ja valmiiksi saattaminen vie enemmän aikaa
Hyllypaikka tietylle työvaiheelle täynnä linjan hyllystössä	Hyllypaikkojen rajallinen lukumäärä	Paikan etsiminen viivästyttää seuraavan työn aloittamisajankohdtaa
Settiosalavojen osat eivät vastaa työvaiheen tarvitsemia osia	Osatiedot ovat puutteelliset alihankkijalla, joka kokoaa työvaiheen osat lavalle	Oikeiden osien selvittäminen vie aikaa ja seuraavan työn aloitusajankohda siirtynee
Jälkitoimitusosien nopea toimittaminen oikeaan tuotannon asemalle ei onnistu	Vastaanoton merkitsemisissä osan toimitusosoitteessa on puutteita	Selvitystyöhön kuluva aika viivästyttää osan toimitusta tuotantoon