



Virtauksen parantaminen letku- tuotannossa

HydraSpecma Oy, Pirkkala

Ville Saurén

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2020

Konetekniikka
Tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Tuotantotekniikka

SAURÉN, VILLE:

Virtauksen parantaminen letkutuotannossa
HydraSpecma Oy, Pirkkala

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2020

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa HydraSpecma Oy:n letkutuotannon virtausta. Virtauksen parantamisella pyrittiin nostamaan letkutuotannon tehokkuutta. Koska HydraSpecma Oy:n tahtotila on siirtyä tulevaisuudessa Lean-mallin mukaiseen toimintaan, valittiin työn tutkimusmenetelmiksi Lean-ajattelusta tuttuja työkaluja, kuten arvovirtakuvaus.

HydraSpecma Oy:ssä tehtiin mittavia muutoksia kesällä 2019. Yhtiö keskitti toimintojaan Pirkkalan Linnakallioon. Myös letkutuotannon prosessiin tuli muutoksia, minkä seurauksena tuotannon tehokkuus laski. Työn tavoitteena oli saada letkutuotannon tehokkuus palautettua muutoksia edeltävälle tasolle.

Työssä tutkittiin letkutuotannon prosessissa olevia hukkia ja haasteita. Hukat saatiin näkyviksi tekemällä mittauksia ja analysoimalla niiden tuloksia. Arvovirtakuvausella saatiin mitattua koko prosessin läpimenoaika ja sen arvoa tuottavat sekä tuottamattomat ajat näkyväksi. Tulokset olivat yllättäviä, mutta tyypillisiä.

Tutkimuksessa saatiin prosessin haasteet selville ja opittiin prosessista sekä Leanistä. Tutkimuksen tulosten perusteella tehtiin toimenpide-ehdotukset virtauksen parantamiseksi.

Valitettavasti korona viruksen aiheuttamat haasteet aiheuttivat sen, että ehdotettuja muutoksia prosessiin ei ehditty toteuttaa tämän työn aikana.

Osa työn tiedoista on luottamuksellisia, ja ne on poistettu työstä.

Asiasanat: lean, virtaus, arvovirtakuvaus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Production Engineering

SAURÉN, VILLE:
Improving the Flow of Hose Production
HydraSpecma Oy, Pirkkala

Bachelor's thesis 51 pages, appendices 3 pages
May 2020

The purpose of this thesis was to improve the flow in hose production at HydraSpecma Oy in Pirkkala. Because HydraSpecma Oy plans on implementing Lean in the future, Lean methods and tools, such as Value Stream Mapping, were used in this work.

In the summer of 2019 HydraSpecma Oy implemented significant changes to their operations. HydraSpecma centralized their operations to Linnakallio, Pirkkala. Changes affected their hose production also, causing a drop in efficiency. The goal of this thesis was to bring the efficiency of the hose production back to the level where it was before the changes were made.

The work focused on the wastes and challenges in the hose production. The wastes were made visible by making measurements and analysing the results. Value stream mapping helped to understand the process and calculate the value adding and non-value adding times as well as the cycle time of the process.

Based on the results of the work, suggestions on how the flow in hose production could be improved were made. Unfortunately, due to the unforeseen effects of the Corona virus pandemic, the suggested measures could not be implemented within the time frame of this work.

Confidential information was omitted from the public version of this thesis.

Key words: lean, flow, value stream mapping

SISÄLLYS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 2 | HYDRASPECMA | 8 |
| | 2.1.1 HydraSpecma Oy | 10 |
| 3 | PROSESSIT JA VIRTAAUS TUOTANNOSSA | 11 |
| | 3.1 Prosessi | 11 |
| | 3.1.1 Prosessin läpimenoaika..... | 12 |
| | 3.1.2 Littlen laki | 12 |
| | 3.1.3 Pullonkaula | 14 |
| | 3.1.4 Hukat | 14 |
| | 3.1.5 Arvovirtakuvaus (VSM)..... | 14 |
| | 3.1.6 Pareton periaate | 16 |
| 4 | LEAN | 18 |
| 5 | 7 + 1 hukkaa | 20 |
| | 5.1 Tarpeeton tuotanto/liikatuotanto..... | 20 |
| | 5.2 Odottelu ja viivästymiset | 20 |
| | 5.3 Kuljettaminen | 21 |
| | 5.4 Yliprosessointi | 21 |
| | 5.5 Varastointi | 21 |
| | 5.6 Liikkuminen | 21 |
| | 5.7 Virheet..... | 22 |
| | 5.8 Hyödyntämätön potentiaali..... | 22 |
| 6 | LETKUASENNELMAN VALMISTUS | 23 |
| | 6.1 Hydraulikkaletkuasennelma ja sen osat | 23 |
| | 6.1.1 Letku..... | 23 |
| | 6.1.2 Liitin | 24 |
| | 6.1.3 Holkki..... | 25 |
| | 6.1.4 Letkuasennelman valmistusprosessi | 26 |
| | 6.2 Letkutuotannon prosessikuvaus..... | 27 |
| 7 | NYKYTILAN KARTOITUS | 28 |
| | 7.1 Haastattelut..... | 29 |
| | 7.2 Tiedon kerääminen ja mittaaminen | 31 |
| | 7.2.1 Valmistukseen kuulumattomat työt..... | 31 |
| | 7.2.2 Arvovirtakuvaus (VSM)..... | 32 |
| 8 | NYKYTILAN ANALYSOINTI | 34 |
| | 8.1 Haastattelut..... | 34 |
| | 8.1 Arvovirtakuvaus (VSM) | 36 |

| | |
|--|----|
| 8.2 Pareto-analyysi, arvoa tuottamaton työ..... | 39 |
| 9 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET | 41 |
| 10 YHTEENVETO | 46 |
| LÄHTEET | 47 |
| LIITTEET | 48 |
| Liite 1. Arvovirtakuvaus..... | 49 |
| Liite 2. KET-laskentataulukko | 50 |
| Liite 3. Pareto analyysi, valmistukseen kuulumattomat työt. | 51 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|------------------------|---|
| ERP | Enterprise Resource Planning. Tuotannonohjausjärjestelmä. |
| WMS | Warehouse Management System. Varastonohjausjärjestelmä. |
| LEAN | Johtamisfilosofia, jonka tarkoituksena on poistaa hukkaa. |
| Hukka | Toiminto, joka ei tuota lisäarvoa. |
| Prosessin läpimenoaika | Aika, joka tarvitaan tuotteen valmistusprosessin läpiviemiseen. |
| Tahtiaika | Maksimiaika, joka tuotteen tekeminen saa kestää, jotta voidaan vastata asiakasvaatimukseen. |
| Vaiheaika | Aika, joka kuluu valmiiden tuotteiden valmistumisen välillä. |
| Asetusaika | Aika, joka kuluu työvaiheen aloittamista edeltävään valmisteluun. |
| C/T | Cycle Time. Vaiheaika. |
| VCT | Value Creating Time. Arvoa tuottava aika. |
| NVCT | Non Value Creating Time. Ei arvoa tuottava aika. |
| Pullonkaula | Virtausta heikentävä piste tai vaihe tuotannossa. |

1 JOHDANTO

Työn kohteena oli HydraSpecma Oy:n Pirkkalan tuotannon letkutuotannon valmistusprosessi. Valmistusprosessiin on kytköksissä tiiviisti myös logistiikan toiminnot ja prosessit. Ne rajattiin työn ulkopuolelle.

Kesäkuussa 2019 HydraSpecma Oy keskitti toimintojaan Pirkkalan Linnakallioon. Uusin tiloihin siirrettiin Tampereen toimipisteessä olleet tuotanto, varasto ja noutomyymälä sekä Espoossa sijainnut HydraSpecma Oy:n keskusvarasto. Vaikka kaikki toiminnot ovatkin samoissa tiloissa, ERP järjestelmässä ne ovat kaikki erillisiä varastoja.

Muuton yhteydessä keskusvarastossa otettiin käyttöön Leanware Oy:n kehittämä varastonohjausjärjestelmä WMS. WMS:n käyttöönotto vaikutti myös tuotannon prosesseihin. Tuotannon lay-out suunniteltiin uusien tilojen ja prosessien mukaisiksi.

Tehdyt muutokset vaikuttivat tuotannon tehokkuuteen. Letkutuotannon tuottavuus laski muuton jälkeen noin XX% verrattuna muuttoa edeltävään aikaan. Työn tarkoituksena oli selvittää prosessin nykytila ja mistä tehokkuuden heikentyminen johtui sekä miten virtausta voitaisiin parantaa. Tavoitteena oli saada tuottavuutta parannettua muuttoa edeltävälle tasolle.

HydraSpecma Oy:n tahtotilana on siirtyä Lean-ajattelun mukaiseen toimintaan. Joitakin työkaluja, kuten 5S, on jo osittain otettu käyttöön. Suurempi kokonaisuus Lean-mallista puuttuu vielä.

Aikataulua tai tarkempaa suunnitelmaa ei ole vielä Leanin suhteen tehty. Tämän opinnäytetyön tutkimus tuotannosta on tehty Lean-ajattelun näkökulmasta. Menetelminä on käytetty yleisesti tunnettuja Lean-työkaluja.

Haluan kiittää ohjaajaani Mika Moisiota. Hänen tietämyksestään Leanistä ja tuotannosta, oli suuri apu työn tekemisessä.

Kiitos myös esimiehelleni Tove Seppelin-Högnabballe, joka mahdollisti työn tekemisen, Jukka Kivipurolle faktojen tarkistuksesta sekä Risto Airiolle ja Jere Mantereelle tuotannon mittausten suorittamisesta.

2 HYDRASPECMA

2.1 Historia

”Specma Hydraulic Ab perustettiin Ruotsissa 1918 Specialmaskiner nimisenä. Yritys keskittyi tuolloin puhtaasti kaupankäyntiin. Siirtyminen hydrauliiikka-alalle kehittyi asteittain vuosien kuluessa. 1982 syntyi hydrauliiikkaan, letkuihin ja suodattimiin keskittynyt Specma Dunlop Hydraulic.

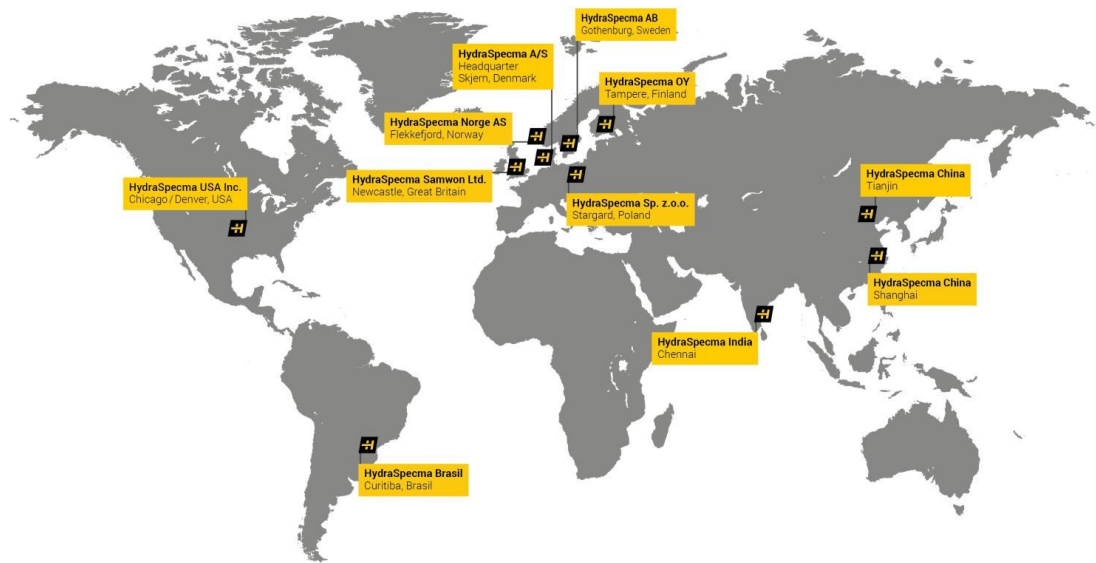
Yritykseen liitettiin vuosien 1996-1998 aikana Eurobend, Mitthydraulik, sekä suomalaiset hydrauliiikka-alan yritykset, Hymat ja Kappahydro. Tuolloin yritys sai nimen Specma Hydraulic.

Vuosina 2004 – 2006 mukaan tulivat Wiro, Näsströms ja JMS Systemhydraulik. Tämä merkitsi Specma Hydraulic konsernin laajentumista hydrauliiikka- ja johdinkomponenttien toimittajaksi pohjoismaissa OEM-, teollisuus- ja marine- sekä jälkimarkkina –liiketoiminta-alueilla”. (HydraSpecma Oy 2020.)

Vuonna 2016 Tanskalainen Hydra Grene osti Specman kokonaisuudessaan. Specma ja Hydra Grene toimivat omilla nimillään vuoteen 2020 asti, jolloin nimi muutettiin HydraSpecmaksi.

HydraSpecmalla on toimintaa Suomessa, Ruotsissa, Tanskassa, Norjassa, Puolassa, Britanniassa, Yhdysvalloissa, Intiassa, Kiinassa ja Brasiliassa (KUVA 1).

HydraSpecma on pohjoismaiden johtava johdinjärjestelmien toimittaja ja suurimpia hydrauliiikkakomponenttien ja järjestelmien toimittajia.



KUVA 1. HydraSpecman toimipisteet maailmalla (HydraSpecma Oy. 2020).

2.1.1 HydraSpecma Suomessa

HydraSpecma Oy on HydraSpecma konsernin Suomessa toimiva yritys.

Yrityksen asiakaskunta koostuu yksittäisistä koneurakoitsijoista isoihin OEM valmistajiin.

Toimipisteitä Suomessa HydraSpecmalla on Espoossa, Pirkkalassa, Turussa, Orimattilassa, Jyväskylässä, Kemissä, Oulussa, Torniossa ja Rovaniemellä.

Toimipisteistä kolmessa on tuotantoa. Orimattilassa, Jyväskylässä ja Pirkkalassa. Jyväskylän toimipiste on keskittynyt pelkästään hydraulikkaletkuasennelmien valmistukseen.

Pirkkalan toimipisteessä olevassa tuotannossa tehdään hydraulikkaletku- ja putkiasennelmia sekä hydraulikkakokoonpanoja. Orimattilan toimipisteessä valmistetaan hydraulikkakoneikkoja.

HydraSpecma Oy valmistaa vuosittain noin 400.000 letku-, putki- tai ns. hybridiasennelmaa. Lisäksi yritys valmistaa mm. venttiililohkojen kokoonpanoa.

HydraSpecma Oy:n logistiikkakeskus sijaitsee Pirkkalassa. Se toimii koko yrityksen keskusvarastona, joka palvelee niin asiakkaita kuin yrityksen omia toimipisteitä. Työntekijöitä HydraSpecma Oy:ssä on n. 80.

3 PROSESSIT JA VIRTAUS TUOTANNOSSA

3.1 Prosessi

Sana prosessi on peräisin latinan kielen sanoista *processus* ja *procedere*, jotka tarkoittavat eteenpäin viemistä. Prosessissa viedään jotain eteenpäin, jolloin se samalla jalostuu. Sitä mitä prosessissa jalostetaan, ja viedään eteenpäin, kutsutaan virtausyksiköksi.

Virtausyksikkö voi olla materiaalia, informaatiota tai ihmisiä. Esimerkiksi autotehtaassa prosesseissa viedään eteenpäin ja jalostetaan materiaalia niin, että tuloksena on autoja. (Modig, N. & Åhlström 2013, 19.)

Prosessin tehokkuutta voidaan katsoa sen resurssitehokkuuden ja virtaustehokkuuden kannalta.

Hyvä resurssitehokkuus tarkoittaa sitä, että käytössä olevat resurssit ovat työllistettyinä mahdollisimman suuren ajan työajasta ja antavat arvoa tuotteille.

Hyvä virtaustehokkuus tarkoittaa sitä, että aika jona virtausyksikkö, prosessoitava tuote, saa lisäarvoa on mahdollisimman suuri tarkasteltavaan ajanjaksoon nähden. (Modig, N. & Åhlström 2013, 20.)

Hyvän resurssitehokkuuden saavuttamiseksi on tärkeää pitää resurssit käytössä varmistamalla, että resursseilla on aina tuotteita jalostettavana. Tämä saadaan usein aikaa välivarastoilla.

Hyvän virtaustehokkuuden takaamiseksi on tärkeää pitää virtaus käynnissä varmistamalla, että on aina jokin resurssi, joka jalostaa virtausyksikköä. Tästä seuraa usein yliresursointia.

Resurssitehokkuuden ja virtaustehokkuuden välinen tasapaino on vaikea saavuttaa. Liiallinen resurssitehokkuuteen keskittyminen heikentää virtaustehokkuutta. Kun organisaatio keskittyy liikaa resurssitehokkuuteen, sen seurauksena syntyy uusia tarpeita, jotka aiheuttavat lisätyötä, joihin tarvitaan lisää resursseja. Virtaustehokkuuden kärsiminen tuottaa usein lisätyötä, joka saatetaan kokea arvoa tuottavaksi, vaikka sitä ei olisi alun perin tarvittu lainkaan, jos se olisi voitu välttää kohdistamalla tehokkuuden parantaminen oikein.

Useat organisaation keskittyvät virtaustehokkuuden sijaan resurssitehokkuuteen. Resurssien mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä pidetään niin tärkeänä asiana, että siitä tulee pääasia ja toimintaa ohjaava tekijä.

(Modig, N. & Åhlström 2013, 20, 47, 64.)

3.1.1 Prosessin läpimenoaika

Prosessin läpimenoaika on se aika, joka tarvitaan tuotteen valmistusprosessin läpiviemiseen. Tätä aikaa ei tule sekoittaa läpimenoaikaan (Lead time), joka normaalisti sisältää odotusajan ennen prosessin alkua, sen aikana ja sen jälkeen (Leanthinking 2020).

Lead time tarkoittaa sitä kokonaisaika, mikä menee asiakkaan tilauksen saapumisesta valmiin tuotteen lähettämiseen.

Prosessin läpimenoaikaan vaikuttaa useita eri tekijöitä kuten, työn organisointi, käytettävissä olevat resurssit, lay-out, keskeneräinen tuotanto, valmistettavien tuotteiden ominaisuudet, vaihtelu, erilaiset häiriöt sekä odottamattomat tekijät kuten konerikot tai tapaturmat.

3.1.2 Littlen laki

Littlen lain mukaan läpimenoaikaan vaikuttaa kaksi asiaa. Keskeneräinen tuotanto eli käsiteltävien virtausyksiköiden määrä sekä jaksonaika. Kun jaksonaika pitenee, pitenee myös läpimenoaika.

Jaksonajan pituus riippuu työskentelynopeudesta ja käytettävissä olevasta kapasiteetista.

Littlen laki osoittaa läpimenoajan kasvavan, jos käsiteltävien virtausyksiköiden määrä kasvaa.

Tästä aiheutuu paradoksi. Turvataksemme hyvän resurssitehokkuuden, on varmistettava, että käytettävissä olevat resurssit on hyödynnetty mahdollisimman tehokkaasti. Se saavutetaan varmistamalla, että resursseilla on koko ajan työtä tehtävänä. Tähän tarvitaan virtausyksikköpuskuri, välivarasto.

Virtausyksiköiden määrän kasvattamisen seurauksena läpimenoaika pitenee ja virtaustehokkuus heikkenee. (Modig, N. & Åhlström 2013, 34, 36.)

Kaavan alkuperäinen muoto on $L = \lambda W$ (1)

$$L = \lambda W \quad (1)$$

Jossa L = jonossa olevien yksiköiden lukumäärä, λ = keskimääräinen jonoon saapumisnopeus aikayksikössä ja W = keskimääräinen jonotusaika.

Littlen laki on nimetty sen kehittäjän John Littlen mukaan. Kaavasta käytetään myös sovellettua versiota, jossa läpimenoaika = jonossaolevien yksiköiden määrä x yksittäisen asian käsittelyn jaksoaika.

Nykyisin kaavasta käytetään muotoa (2)

$$WIP = TH \times CT \quad (2)$$

jossa WIP = keskeneräinen tuotanto, TH = Throughput (läpimeno), CT = jaksonaika.

Kaava sitoo yhteen prosessien toiminnan ymmärtämisen kannalta kolme tärkeää elementtiä: varastot (WIP), läpimeno (Throughput = TH), jaksoaika (Cycle Time = CT). Kaava on käyttökelpoinen stabiilissa systeemissä yksittäisen aseman, tehtaan, toimitusketjun tai palveluprosessien arvioinnissa.

Littlen lakia käytetään reaali maailmassa määrittäessä valmistus- tai palveluprosessien läpimenoaikoja. Tällöin kaavan esitysmuotona on, läpimenoaika = WIP / Φ , jossa WIP pitää sisällään prosessin valmistamiseen tarvittavat raaka-aineet ja keskeneräiset komponentit sekä valmiit lopputuotteet. Φ tarkoittaa prosessista valmistuneiden asioiden kappalemäärää per aikayksikkö. (Qk-Karjalainen. Littlen laki)

3.1.3 Pullonkaula

Pullonkaulojen lain mukaan prosessin läpimenoaikaan vaikuttaa ensikädessä se vaihe prosessissa, jonka jaksonaika on pisin. Pullonkaulaksi sanotaan sitä prosessin vaihetta, jossa läpivirtaus on pienintä. Pienimmän läpivirtauksen omaava vaihe rajoittaa koko prosessin läpivirtausta ”kuristamalla” virtausta.

Pullonkaulan omaavilla prosesseilla on kaksi ominaispiirrettä:

1. Pullon kaulan eteen muodostuu aina jono riippumatta siitä, mitä virtausyksiköt ovat. Joitakin jonoja on hankalampi huomata kuin toisia. Esimerkiksi jos virtausyksikköinä on informaatiota.
2. Pullonkaulan jälkeiset vaiheet joutuvat odottamaan omaa vuoroaan. Siitä seuraa se, että odottavia vaihteita ei voida hyödyntää täysin. Pullonkaulan pienestä läpivirtauksesta johtuen seuraavilla vaiheilla on vähemmän tekemistä kuin niillä voisi olla.

(Modig, N. & Åhlström 2013, 34, 37-38.)

3.1.4 Hukat

Kaikissa prosesseissa esiintyy hukkaa. Hukalla tarkoitetaan Leanin yhteydessä arvoa tuottamatonta työtä tai aikaa. Kaikenlainen hukka prosessissa vaikuttaa tehokkuuteen ja läpimenoaikaan.

Yksi LEAN-filosofian tärkeimmistä tavoitteista on vähentää hukkaa.

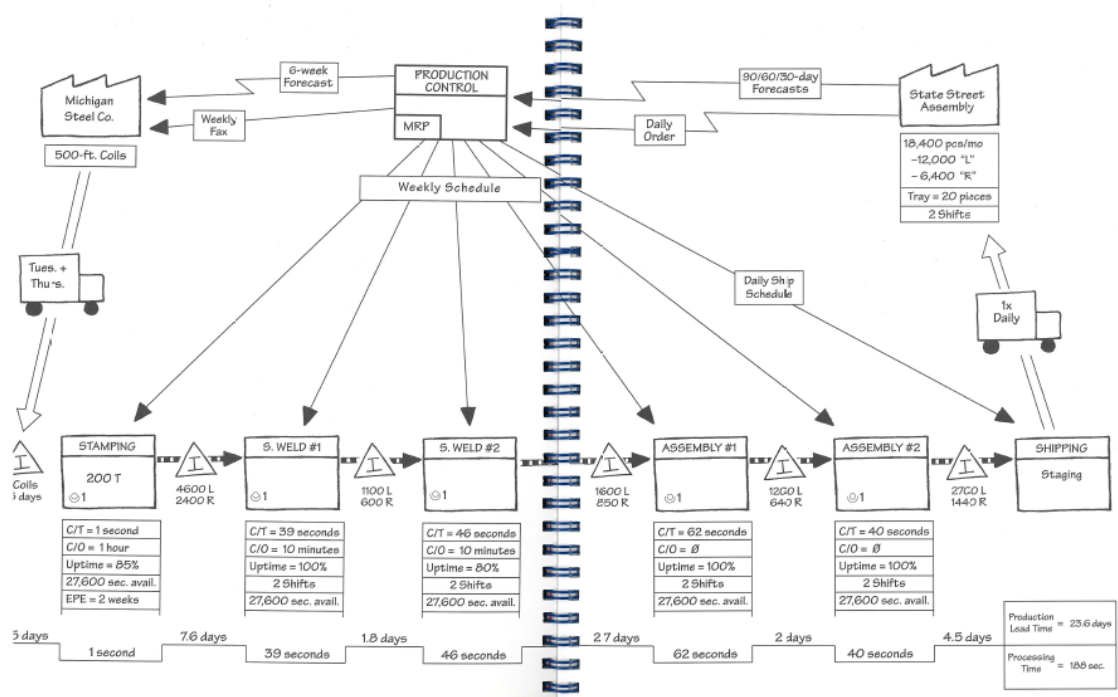
Leanin yhteydessä puhutaan hukan eri muodoista, joita on määritelty seitsemän. Näiden seitsemän hukan lisäksi usein lisätään listaan vielä kahdeksas. Hukat selityksineen kappaleessa viisi.

3.1.5 Arvovirtakuvaus (VSM)

Arvovirtakuvaus, VSM (Value Stream Mapping), on konsepti, jossa kuvataan prosessin vaiheet, yhteydet, tapahtumien taajuudet, varastojen määrät ja prosessien ajat yhdelle lomakkeelle.

VSM kehitettiin Toyotalla 1950 ja laajempaan jakeluun se tuli 1997, kun Peter Hines ja Nick Rich julkaisivat artikkelin "The Seven Value Stream Mapping Tools".

Arvovirtakuva (Value Stream Map) on visuaalinen esitys siitä, kuinka materiaali ja informaatio virtaavat tuoteryhmässä. Esimerkki arvovirtakuvasta kuvassa 2 (KUVA 2). VSM on erinomainen työkalu, kun halutaan saada prosessin tila näkyväksi ja hallita sen parantamista visuaalisesti. (Qk-karjalainen. Arvovirtakuvaus.)



KUVA 2. Arvovirtakuva VSM. 2009. Learning to see.

Arvovirtakuvauksessa eri työvaiheet kuvataan prosessilaatikoin. Laatikoihin kirjataan tavallisesti prosessin, tai työvaiheen, läpimenoaika, arvoa tuottava aika ja arvoa tuottamaton aika.

Työvaiheet kuvataan siinä järjestyksessä, kun ne prosessissa ovat. Niiden välissä olevat mahdolliset välivarastot kuvataan kolmiolla.

Prosessissa oleva informaation kulku kuvataan nuolilla. Jos informaatio on manuaalista, kuten paperinen työmääräin, se kuvataan tavallisella nuolella. Sähköinen informaatio, esimerkiksi ERP järjestelmässä tapahtuva työn valmistuksen kuittaus, kuvataan piirretyn salaman muotoa muistuttavalla nuolella.

Informaation kulku kuvataan oikealta vasemmalle. Prosessin kulku kuvataan vasemmalta oikealle. (Rother, M. & Shook, J. 2009).

Arvovirtakuvaus voidaan tehdä kokonaisvaltaisesti koko prosessille asiakkaan tilauksesta toimitukseen asti, tai se voidaan rajata tiettyyn prosessiin tai sen osaan. Riippuen siitä, mitä halutaan tutkia. Arvovirtakuvauksessa prosessin nykytilaa hahmotettaessa kuvataan prosessi siinä tilassa, kun se sillä hetkellä oikeasti on. VSM ei ole ylätasoinen prosessikuvaus, vaan visuaalinen esitys prosessin todellisesta tilasta.

3.1.6 Pareton periaate

Italialainen yhteiskuntatieteilijä Vilfredo Pareto tutki Sveitsissä työskennellessään vaurauden jakautumista suhteessa väestöön 1800-luvun Englannissa. Pareto huomasi, että 20% prosenttia omistaa 80% kaikesta varallisuudesta. Havainnon tärkeys korostui, kun hän vertasi tutkimuksensa tulosta muihin maihin ja alueisiin ja huomasi suhteen pysyvän samana. Tutkimusten tuloksena syntyi epäoikeudenmukaisen jakautumisen teoria, joka tunnetaan nykyään Pareton periaatteena.

Pareton periaate tunnetaan myös 80/20 -sääntönä. 80/20 säännön mukaan missä tahansa ilmiössä 80 % seurauksista johtuu 20 %:sta syistä.

Vaikka Pareton periaate tunnetaan 80/20 sääntönä, suhteen ei tarvitse olla tasan 80/20. Suhde voi olla esimerkiksi 80/10 tai 90/10.

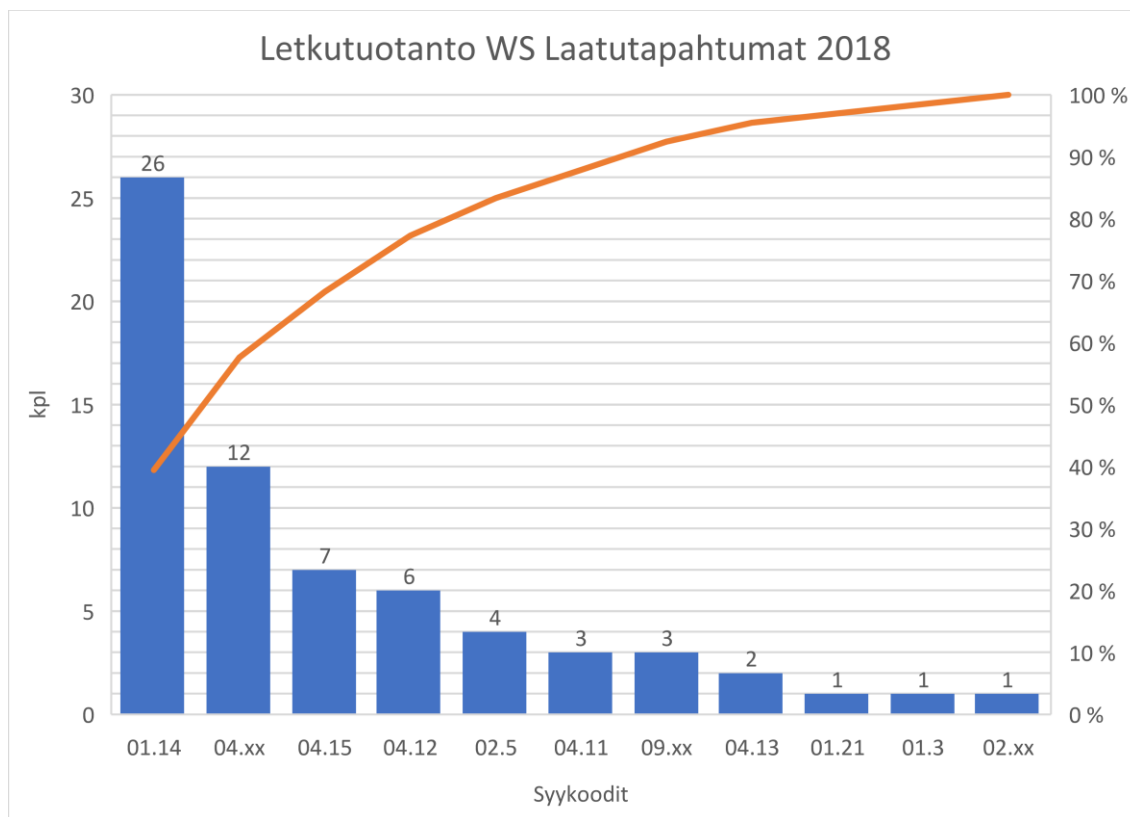
Esimerkiksi yrityksissä, joissa on suuri tuotevalikoima 10% tuotteista voi riittää tuottamaan 80 % myynnistä. (Anderson 2006, 141,146-147.)

Esimerkkejä Pareton periaatteesta:

- 80% seurauksista johtuu 20%:sta syistä.
- 80% tuloksista syntyy 20%:sta vaivannäöstä ja käytetystä ajasta.
- 80% yrityksen tuloksesta on peräisin 20%:sta tuotteita ja asiakkaita.
- 80% reklamaatioista johtuu 20%:sta tuotteista.

Pareto analyysi, tai Pareto kaavio on hyvä työkalu tutkittaessa prosessissa olevia haasteita (KUVIO 1). Kaavio tuo näkyväksi prosessissa tutkitut asiat ja niiden suhteen kokonaisuuteen.

Analyysin perusteella on helppo kohdistaa kehitystoimet niihin prosessin vaiheisiin tai ongelmien syihin, jotka muodostavat eniten haasteita.



KUVIO 1. Pareto-kaavio.

4 LEAN

Lean-filosofia perustuu toiminnan järkevöittämiseen. Ydinajatuksena on turhan tekemisen poistaminen, vakioidut toimintamallit ja jatkuva parantaminen. Asiakkaalle pyritään tarjoamaan se, mitä hän haluaa, mahdollisimman edullisin kustannuksin. Käytännössä Lean on työn sujuvoittamista poistamalla hukkaa ja olennaisen tekemistä (<https://talentree.fi/blogi/mita-on-lean/>).

Lean-valmistuksen voidaan katsoa syntyneen Japanissa, missä 1930-luvun lopulla perustetun Toyota Motor Corporationin päätuotantoinisööri Taiichi Ohno (1912–1990) sai tehtäväksi nostaa yrityksen tuottavuutta. Toyotan haasteena oli konekannan vanhanaikaisuus ja pääoman puute. Onnistuakseen tehtävässään, Taiichi Ohnon tuli kehittää toimenpiteitä, joilla pystyttäisiin tekemään enemmän vähemmällä.

Lean-konsepti (Lean-valmistus, Lean manufacturing) oli alun perin valmistuskonsepti. Monet Leanin työkaluista ja tekniikoista on kuitenkin kehitetty ensin palveluorganisaatioissa. Tunnetuimpana esimerkkinä "Kanban", joka on kehitetty supermarkettien tavaraohjauksen mukaan. Supermarketeista asiakas sai hakea juuri mitä halusi siihen aikaan, kun sitä tarvitsi ja juuri oikean määrän. Ohnolle se oli täydellinen esimerkki imuohjauksesta.

Kaikki Toyota Production Systemin ideat eivät kuitenkaan ole japanilaisten keksimiä. Monet TPS:n keskeisistä ideoista ovat paljon sitä vanhempia. Toyotalla yhdistettiin monia konsepteja, jotka oli joku muu keksinyt jo paljon aiemmin.

Toyota Production System kehittyi alkujaan Fordin (1900) tuotantoideasta ja on pohja Leanille. Esimerkiksi mittausteknologian ja kovametallin työstämisen kehitys 1900-luvulla mahdollistivat katkeamattoman virtauksen Fordin tehtailla ja jo 1930-luvun Saksassa lentokoneiteollisuudessa käytettiin tahtiaikaa tuotannossa. Mitsubishi teki 1930-luvulla yhteistyötä saksalaisten kanssa, jota kautta myöhemmin Lean-periaatteina tunnetut opit kulkeutuivat Japaniin ja edelleen Toyotalle. Toisen maailman sodan loputtua Ohno alkoi yhdistellä oppimiaan konsepteja. Yhdistellessään oppimiaan konsepteja Ohno kehitti myös useita omia. (Qk-Karjalainen. Leanin-historiaa.)

"Lean -tuotanto termi tuli tunnetuksi kirjasta The Machine that Changed The World. Kirjan kirjoittivat MIT:n professorit kuvaten japanilaisten menestyksestä autotehtaiden tuottavuuden parannusta Yhdysvalloissa" (<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/>).

5 7 + 1 hukkaa

Lean-ajattelutavan mukaan toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa ovat hukkaa. Lean-filosofiassa on määritelty 7 + 1 hukkaa, joita pyritään poistamaan tai vähentämään mahdollisimman paljon.

5.1 Tarpeeton tuotanto/liikatuotanto

Kun tuotteita valmistetaan ilman tilausta tai varmuuden vuoksi varastoon enemmän kuin on tarve, syntyy ylituotantoa. Ylituotannon tekeminen sitoo resursseja tarpeettomasti. Ilman tilausta valmistettaessa tuotteet täytyy varastoida, joka vie tilaa. Varastoitavat tuotteet sitovat pääomaa ja henkilöstöä. Samalla syntyy hukkaa.

Ylituotantoa tehdessä on myös vaikeampaa havaita prosesseissa olevia todellisia ongelmia. Ylituotannon tekeminen myös ja lieventää oikeiden ongelmien vaikutusta prosessiin johtuen ylimääräisen työn vaikutuksesta (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi.)

”Jokaisen tuotantoprosessin vaiheen tulee tuottaa vain sitä, mitä asiakas haluaa” (Modig, N. & Åhlström 2013, 75).

5.2 Odottelu ja viivästymiset

Kaikki odottaminen sekä erilaiset viivästyksset tuotannossa ovat hukkaa, koska ne eivät luo lisäarvoa prosessissa valmistettavalle tuotteelle eivätkä sitä kautta asiakkaalle. Erilaisia viivästyksiä aiheuttavat esimerkiksi pullonkaulat prosessissa, edellisen työvaiheen käsittelemän tuotteen odottaminen, kone- ja laitehäiriöt sekä materiaali- tai työkalupuutteet. Ohnon mukaan hukkaa on myös automaattikoneen käynnin odottelu. (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi.)

”Tuotanto tulisi järjestää niin, että kaikki tarpeeton odotus vältettäisiin sekä koneiden että työntekijöiden osalta”. (Modig, N. & Åhlström 2013, 75.)

5.3 Kuljettaminen

Kaikki turha liike aiheuttaa hukkaa, koska tuotteiden liikuttelu edestakaisin eri työvaiheiden välillä ei luo lisäarvoa. Materiaalien, osien ja valmiiden tuotteiden siirtely edestakaisin varaston ja tuotannon välillä tarpeetonta kuljettamista ja siten hukkaa. (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi.)

5.4 Yliprosessointi

”Yliprosessoinnilla tarkoitetaan asiakkaan kannalta turhia asioita, kuten ylilaaatuisia ja huonoilla tai väärillä työkaluilla ja menetelmillä tehtyjä viallisia tuotteita. Viallisia tuotteita voi syntyä myös puutteellisen suunnittelun takia”. (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi.)

5.5 Varastointi

”Ylimääräiset materiaalit, suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto tai valmiiden tuotteiden pitkäaikainen varastointi aiheuttavat lisäkustannuksia, kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja sekä haittaavat ongelmien havaitsemista.

Lisäksi ylimääräiset varastot estävät havaitsemasta tuotannon heilahteluja, myöhästyneitä tavarantoimituksia, vikatilanteita sekä pitkiä asetusajoja”. (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi.)

5.6 Liikkuminen

Kaikki ylimääräinen liike työvaiheiden aikana on turhaa. Esimerkiksi materiaalien tai työkalujen etsiminen, kurottelu, osien keräily ovat hukkaa, koska ne eivät luo lisäarvoa käsiteltävään tuotteeseen. (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi.)

5.7 Virheet

”Laatuvirheet aiheuttavat turhaa työskentelyä, lisäävät materiaalin kulutusta, kulluttavat kapasiteettia ja aiheuttavat reklamaatioita. Viallisella tuotteella ei ole asiakasarvoa ja niiden korjaaminen on hukkaa”. (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi.)

5.8 Hyödyntämätön potentiaali

Usein seitsemään hukkaan lisätään työntekijän luovuuden tai osaamisen käyttämättä jättäminen. Sillä tarkoitetaan työntekijöiden kykyjä, parannusehdotuksia ja oppimismahdollisuuksia, jotka jäävät huomioimatta tuottaen hukkaa.

Henkilöstöllä on tärkeä rooli tuotannon tehostamisessa ja Lean-filosofian omaksumisessa. Jos työntekijöitä ei kuunnella, esimerkiksi parannusehdotusten osalta, syntyy hukkaa. On erittäin tärkeää saada työntekijät ja koko henkilöstö osallistumaan kehittämiseen. Se myös vahvistaa tiimiin kuuluvuuden tunnetta. (Arrow engineering, Lean päivittäisjohtaminen blogi).

6 LETKUASENNELMAN VALMISTUS

6.1 Hydrauliiikkaletkuasennelma ja sen osat

Hydrauliiikassa käytetään putkia ja letkuja tehon siirtämiseen väliaineen paineen ja virtauksen avulla. Useimmissa tapauksissa eteenkin mobilehydrauliikan ollessa kyseessä, väliaineena käytetään hydrauliiikkaöljyä.

Jotta tehonsiirto onnistuisi suunnitellulla tavalla, on johtimen oltava oikeanlainen ja toimintakunnossa.

Letkuasennelmia käytetään putkien sijaan usein siinä tapauksessa, jos toimilaitte tai koneen osa, jossa johdin on kiinni, liikkuu. Liikkuvaan toimilaitteeseen ei voi asentaa jäykkää johdinta.

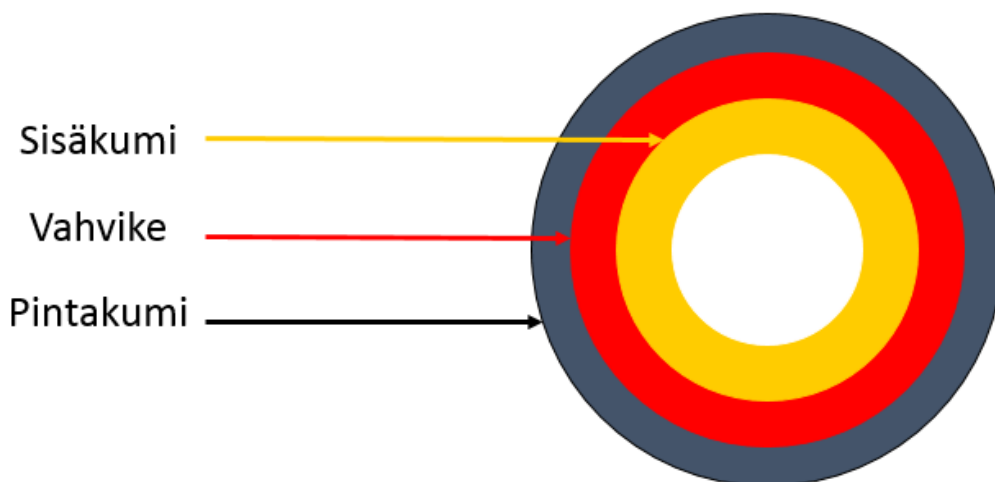
Myös letkun jousto-ominaisuudet ovat monesti valintaperusteena. Letkun joustavuus vaimentaa paineiskuja ja värinöitä.

Tyypillinen hydrauliiikkaletkuasennelma koostuu kolmesta eri komponentista.

- Letku
- Liitin
- Holkki

6.1.1 Letku

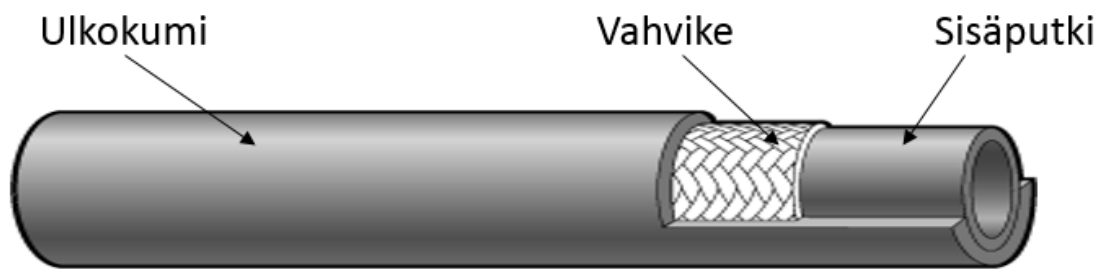
Hydrauliiikkaletkussa on kolme osaa. Sisäputki, vahvike ja ulkokumi (KUVA 2.)



KUVA 2. Hydrauliiikkaletkun osat (HydraSpecma Oy koulutusmateriaali).

Sisäkumista koostuva sisäputki on letkun tiivistävä osa. Jos sisäputki on vaurioitunut, se vuotaa.

Vahvike koostuu yleensä joko teräs- tai tekstiilikudoksesta. Kudostyyppi ja materiaali vaikuttaa letkun paineenkestoon. Pintakumi suojaa vahvikekudosta. Letkun kumiosat vulkanoidaan kiinni vahvikkeeseen. (KUVA 3).

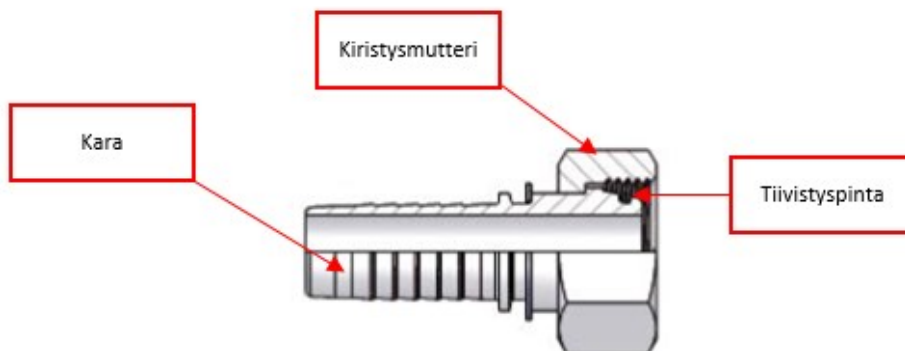


KUVA 3. Hydraulikkaletkun osat (HydraSpecma koulutusmateriaali).

6.1.2 Liitin

Letkuasennelmassa liitin on se osa, joka liittää letkuasennelman vastakappaleeseen. Letkuasennelmaa kootessa liittimen kara laitetaan letkun sisään (KUVA 4).

Liittimen ja letkun sisäpinta tiivistää letkuasennelman. Liitos saadaan aikaiseksi puristamalla letkun päälle laitettava holkki puristimella siten, että letku puristuu holkin ja liittimen väliin tiiviisti.



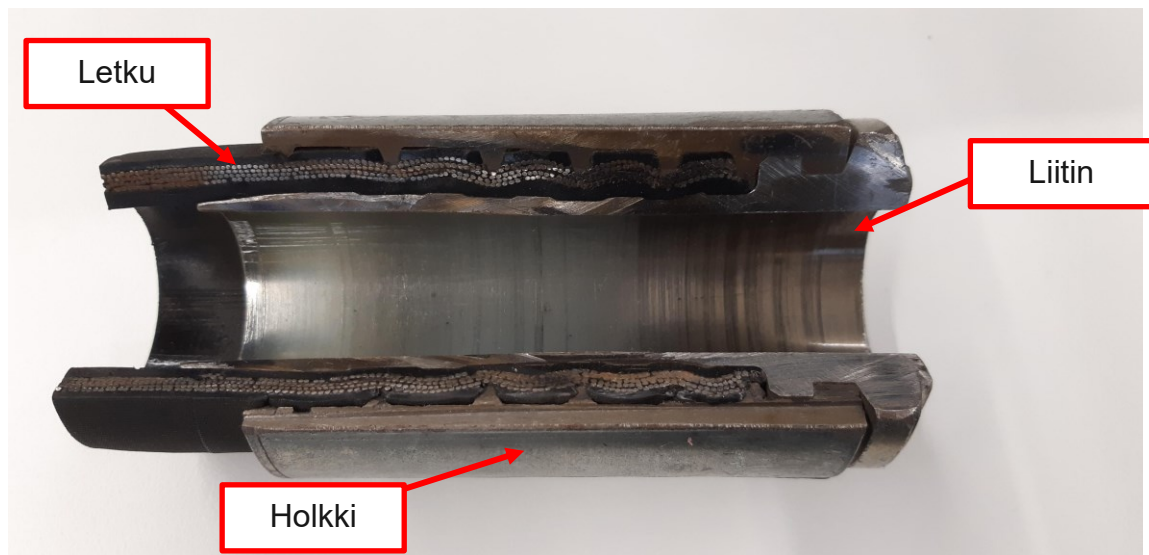
KUVA 4. DKOL-liitin.

6.1.3 Holkki

Holkki sitoo letkuasennelman eri komponentit yhteen (KUVA 5). Puristamalla holkki letkun ja liittimen ympärille saadaan aikaan pysyvä ja tiivis liitos.

Puristus täytyy tehdä komponenttitoimittajan antamilla tai testeihin hyväksytyillä arvoilla.

Väärä puristus tai yhteensopimattomat komponentit eivät takaa tiivistä ja kestävästä liitosta.



KUVA 5. Letkuasennelman eri komponenttien liitos.

6.1.4 Letkuasennelman valmistusprosessi

HydraSpecman Pirkkalan toimipisteen letku tuotannon valmistusprosessissa ei käytetä automatiikkaa, kuten automaattileikkureita tai robotteja. Erilaisia koneita ja laitteita käytetään eri vaiheissa, mutta letkujen käsittely on täysin manuaalista.

Prosessissa on kahdeksan eri työvaihetta, joista osa on yhdistetty tehtäviksi saman vaiheen sisällä (KUVIO 2).

- Katkaisu
- Kuorinta
- Varmistusviivan merkkkaus
- Puhdistus
- Kokoaminen
- Puristaminen
- Suojaus
- Pakkaaminen

Työvaiheista kaksi on vaihtoehtoisia ja kaksi tehdään saman vaiheen sisällä. Vaihtoehtoisia työvaiheita ovat kuorinta ja varmistusviivan merkkkaus. Se kumpi vaihe tehdään, riippuu siitä, onko letku kuorittava vai ei.

Työvaiheista puhdistaminen on yhdistetty joko kuorintaan tai varmistusviivan merkintään. Sekä kuorintalaite, että varmistusviivan merkintälaite ovat puhdistuslaitteen vieressä. Tehtäessä joko kuorintaa tai varmistusviivan merkintää, letkuja ei lasketa kädestä pois välillä, vaan se puhdistetaan heti.

Myös letkuasennelman kokoaminen ja puristaminen tehdään saman vaiheen sisällä. Kokoaminen tapahtuu puristimella. Heti kun asennelma on koottu, se puhdistetaan.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

KUVIO 2. HydraSpecma Pirkkalan tuotannon letkuasennelman valmistusprosessi 25.3.2020.

6.2 Letkutuotannon prosessikuvaus

Letkutuotannon valmistusprosessin eri vaiheiden sisällä on eri toimintoja (KUVIO 3). Osa toiminnoista on valmistelevaa työtä, joka luetaan ei arvoa tuottavaksi ajaksi. Asetusajat luetaan ei arvoa tuottavaksi työksi. Arvoa tuottavaksi työksi luetaan se aika, mikä tuottaa lisäarvoa ja josta asiakas on valmis maksamaan.

Ei arvoa tuottava työ pyritään minimoimaan tai eliminoimaan. Kaikkea ei voida eliminoida, koska osa ei arvoa tuottavasta työstä on välttämätöntä.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

KUVIO 3. HydraSpecma Pirkkalan letkutuotannon vaiheet ja niiden sisältämät toiminnot 25.3.2020.

7 NYKYTILAN KARTOITUS

Letkutuotannon tuotantomäärä oli työtä tehdessä n. XXXXX asennelmaa viikossa. Työ oli jaettu kahdelle eri linjalle siten, että ne työt, joissa oli isompia eräkokoja, oli siirretty omalle erilliselle linjalle.

Koska pienempien eräkokojen tekemisen kanssa oli enemmän haasteita, keskityttiin työn tutkimuksessa sen linjan toimintaan, missä niitä valmistettiin.

Pienempiä eräkokoja valmistavan linjan tuotantomäärä oli n. XXXX asennelmaa viikossa.

Kokonaisuudessaan tuotantomäärät vastasivat hyvin asiakastarvetta.

Koko letkutuotannon tahtiaika oli 1,2 minuuttia. Luku kertoo kuinka monta minuuttia asennelmien valmistumisen välillä saisi kulua, jotta pystyttäisiin vastaamaan asiakastarpeeseen. Toisin sanoen letkutuotannosta tulisi valmistua 1,2 minuutin välein yksi asennelma.

Tahtiaika laskettiin kaavalla (3)

$$T = \frac{T_a}{D} \quad (3)$$

jossa T = tahtiaika (valmistuvien tuotteiden välinen aika), T_a = Käytettävissä oleva aika, D = asiakasvaatimus (kuinka monta asennelmaa pitäisi pystyä valmistamaan käytettävissä olevassa ajassa). Sijoitettuna kaavassa alla (4)

$$\frac{2100 \text{ min}}{1700 \text{ kpl}} = 1,2352 \quad (4)$$

Tutkittaessa eri linjojen kyvykkyyttä laskettiin linjojen kokonaisvaihe aika, eli se aika mikä menee valmistuvien tuotteiden välillä. Tämä poikkeaa tahtiajasta siten, että laskennassa otetaan huomioon viikon aikana käytetyt työtunnit. Tahtiajassa oli mukana viikon käytettävissä oleva työaika, ei eri työntekijöiden tekemät työtunnit. Laskennassa käytettiin kaavaa (5)

$$CT = \frac{T}{P}$$

(5)

jossa CT = vaihe aika, T = käytetty työaika, P = valmistuneet tuotteet.

Suurempien eräkokojen linjan vaihe aika oli 1 min 47 s minuuttia ja pienempien eräkokojen linjan 6 minuuttia.

Molemmilla linjoilla työskenteli kaksi työntekijää.

Vertaamalla vaihe aikoja, huomataan että pienempien eräkokojen linjalla vaihe aika on moninkertainen verrattuna suurempien eräkokojen linjan aikaan.

Jotta on päästy tarvittavaan tahtiaikaan, on resursseja täytynyt lisätä tuotantoon, joka aiheuttaa lisäkustannuksia.

Tuotannon on odotettu kasvavan nykytilasta noin XXX asennelmalla viikossa.

Jos tuotantomäärän kasvu toteutuu, tarvittava tahtiaika on noin 1 minuutti.

Jotta siihen aikaan päästäisiin, on prosessista poistettavaa hukkaa ja löydettävä parannuskohteita.

7.1 Haastattelut

Prosessin nykytilan kartoittaminen aloitettiin haastattelemalla letkutuotannon työntekijöitä. Letkutuotannossa oli haastattelujen aikaan kaksi työntekijää. Toinen työskenteli pääsääntöisesti katkaisussa ja toinen teki prosessin loput vaiheet.

Haastattelun tarkoituksena oli saada työntekijöiltä tietoa työn tekemistä vaikeuttavista ja virtausta heikentävistä asioista.

Haastattelut suoritettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa molemmat työntekijät olivat samaan aikaan haastateltavana.

Toisessa vaiheessa, joka tehtiin kaksi viikkoa ensimmäisen vaiheen jälkeen, haastateltiin työntekijät yksitellen. Toisen vaiheen haastattelussa käytiin aikaisemmin ylös kirjatut asiat läpi ja mietittiin, oliko tullut esiin muita työntekoa vaikeuttavia asioita. Syy siihen, että haastattelut tehtiin kahdessa vaiheessa ja kahden viikon välein oli se, että tuotannossa tehtiin monien eri asiakkaiden letkuasennelmia. Asiakaskohtaiset vaatimukset ja tuotteet vaikuttavat työntekoon.

Toisen vaiheen haastattelu tehtiin työntekijöille erikseen, koska haluttiin varmistaa, että kummaltakin työntekijältä saadaan mahdollisimman paljon tietoa prosessin haasteista. Samaan aikaan haastateltaessa on riskinä se, että toinen haastateltava puhuu ja toinen kuuntelee ja myötäilee. Kuunteleva osapuoli ei itse aktiivisesti pohdi asiaa ja tärkeää tietoa voi jäädä saamatta.

Haastatteluissa esiin tulleita asioita olivat

- VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN
-
-
- settien tekoon liittyvän valmistelevat työn määrän lisääntyminen
- logistiikan letkukeräily keskeyttää tuotannon letkujen katkaisemisen
- materiaalien siirtelyyn menevä aika
- osapuutteet
- liittimien valmistusviat
- letkuasennelmien rakenteiden virheet
- puuttuneet keräilylistat
- käytettävien letkutyyppien määrän kasvu

Haastatteluissa ilmeni, että työntekijät tekivät paljon tehtäviä, jotka eivät kuulu varsinaiseen letkuasennelmien valmistukseen.

7.2 Tiedon kerääminen ja mittaaminen

7.2.1 Valmistukseen kuulumattomat työt

Haastatteluissa esiin tulleista letkuasennelmien valmistukseen liittymättömistä tehtävistä ja niihin kuluneesta ajasta kerätiin tietoa lomakkeilla.

Valmistukseen liittymättömiksi töiksi määriteltiin ne työt, jotka ovat valmistelevaa työtä, logistiikkaan liittyviä töitä sekä erilaiset häiriöt, palaverit ynnä muut aikaa vievät toiminnot ja tehtävät.

Työntekijät kirjoittivat lomakkeeseen tehtävän kuvauksen ja siihen käytetyn ajan. Tietoa kerättiin 33 työpäivän ajalta (TAULUKKO 1).

TAULUKKO 1. Tiedonkeruulomake.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

7.2.2 Arvovirtakuvaus (VSM)

Arvovirtakuvausta (VSM) varten tietoa kerättiin arvoa tuottavasta ajasta (VCT) ja arvoa tuottamattomasta ajasta (NVCT).

Arvoa tuottavaksi ajaksi määriteltiin se aika, joka meni tehdessä työtä, mikä asiakkaan näkökulmasta tuotti lisäarvoa ja mistä asiakas oli valmis maksamaan. Käytännössä se aika mikä käytettiin työhön, joka jalosti tuotetta.

Arvoa tuottamattomaksi ajaksi määriteltiin se aika, joka meni valmistelemaan työhön ja asetusaikoihin.

Tietoa kerättiin lomakkeilla joka työvaiheesta. Työvaiheiden VCT ja NVCT yhteenlaskettuna on vaiheen läpimenoaika eli vaiheaika (C/T).

Lomakkeessa VCT oli merkittynä sarakkeeseen "AIKA", NVCT sarakkeeseen "MUUT TYÖT AIKA". C/T saatiin laskemalle ne yhteen.

Vaiheaikoja mitattaessa kirjattiin aikojen lisäksi ylös asiakkaan nimi, letkutyyppi, kuinka monta eri nimikettä työstettiin sekä eräkoko. Suuret, yli 10 kpl eräkoot poistettiin laskennasta, koska niitä ei valmisteta normaaliolosuhteissa tutkittavalla linjalla.

Työntekijät mittasivat ajat ja kirjasivat ne ylös lomakkeisiin (TAULUKKO 2). Mittausvälineenä käytettiin sekuntikelloa.

TAULUKKO 2. Vaiheaikojen mittauslomake.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

Keskeneräisestä tuotannosta tietoa kerättiin laskemalla eri vaiheiden välillä olleet välivarastot joka päivä 15 päivän ajan. Laskennan ajankohta oli sattumanvarainen eri työpäivien aikana. Tarkoituksena oli saada keskiarvo välivarastojen suuruudesta ja letkujen odotusajasta eri vaiheiden välillä. Määrät kirjattiin ylös lomakkeeseen (TAULUKKO 3).

TAULUKKO 3. KET laskentalomake.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

8 NYKYTILAN ANALYSOINTI

8.1 Haastattelut

WMS järjestelmässä katkaisun kuitaamisen hidastava vaikutus korostuu niiden asiakkaiden letkuasennelmia tehdessä, joissa eräkoot ovat pieniä, koska jokainen työmääräin kuitataan yksitellen WMS järjestelmässä.

Muuton jälkeen tuotantoon oli tullut paljon uusien asiakkaiden letkuasennelmia valmistettavaksi. Osa oli siirtynyt Espoosta Pirkkalaan tehtäväksi ja osa oli uusien asiakkaiden asennelmia.

Uusien asiakkaiden kohdalla, moni koneenrakentaja haluaa tilata konekohtaisia settejä. Konekohtaisissa seteissä on yhden koneen kaikki letkuasennelmat. Yleensä se tarkoittaa sitä, että samanlaisia letkuasennelmia ei ole kovinkaan montaa, joten lähes kaikki letkuasennelmat ovat yksittäiskappaleita eli eräkkö on yksi. Konekohtaiset setit pakataan asiakkaan toiveiden mukaisesti yleensä siten, että koneen eri osiin menevät letkuasennelmat pakataan erillisiin nippuihin. Konekohtaisten settien valmistukseen liittyy myös usein irtokomponenttien keräämistä ja setittämistä. Usein irtokomponentit setitetään tilatun määrän mukaisesti erillisiin pakkauksiin. Esimerkiksi jos asiakas tilaa 12 settiä, ne pakataan 12:een yksittäiseen pakkaukseen.

Konekohtaisten settien tekoon liittyvän valmisteleavan työn määrän lisääntyminen näkyi merkintätarrojen ja työmääräimien järjestelemiseen menevän ajan merkittävänä kasvuna.

Järjestely tehdään, jotta voidaan valmistaa samaa letkutyyppiä olevat asennelmat peräkkäin. Niputtamalla letkutyyppit erikseen, säästetään materiaalin hakuun ja siirtelyyn kuluva aikaa.

Uusien asiakkaiden ja Espoosta Pirkkalaan siirtyneiden töiden vaikutus näkyi tuotannossa käytettävien letkutyyppien määrän kasvuna. ERP järjestelmästä saatiin ajettua raportti, josta näkyi kaikki eri letkutyyppit mitä oli käytetty muuton jälkeisenä aikana. Raportti ajettiin tarkastelujaksolla 1.6.2019 – 12.3.2020. Raportin tiedoista selvisi, että letkutuotannossa oli käytetty XX eri letkutyyppiä.

Letkutyyppien määrä vaikuttaa suoraan materiaalien siirtelyyn menevään aikaan.

Letkuasennelmien rakenteilla olevien virheiden korjaaminen aiheuttaa työn keskeytymistä ja vie työntekijältä aikaa. Yleisimmät virheet olivat mm. väärä katkaisumitta tai väärä komponentti.

Logistiikan letkukeräys keskeytti tuotannon letkujen työn, koska käytössä oli sama katkaisukone.

Liittimissä olevat valmistusviat aiheuttivat lisätyötä tuotannossa. Valmistusvirheitä ei ollut paljon, mutta se aiheutti sen, että työntekijä tarkasti jokaisen liittimen asennelman kokoamisvaiheessa. Yleisimpiä valmistusvirheitä olivat kierteiden puuttuminen tai virheellinen koneistus.

Keräilylistojen puuttuminen aiheutti tuotannossa työn keskeytymistä ja kiiretilauksia. Keräilylistan puuttuminen huomattiin usein vasta siinä vaiheessa, kun tilaus oli jo myöhässä. Se tarkoitti sitä, että tilaus oli saatava tuotantoon heti muiden tilausten ohi. Muut työt keskeytyivät ja kiiretilauksen tekeminen aiheutti lisätyötä.

8.1 Arvovirtakuvaus (VSM)

Kerätystä aineistosta saatiin koostettua arvovirtakuvaus (VSM) (KUVA 6), josta näkyy yhden kappaleen keskimääräinen prosessin läpimenoaika, prosessin arvoa tuottava aika (VCT) ja arvoa tuottamaton aika (NVCT). Ajat laskettiin erikseen kuorittaville letkuille sekä ei kuorittaville letkuille.

Kuorittavien letkujen aikaan tulee suhtautua varauksella, koska niiden määrä tietoa kerättyäessä oli pieni.

Ei kuorittavat letkut edustavat suurinta osaa tuotannossa valmistettavista letkuasennelmista.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

KUVA 6. Arvovirtakuvaus.

Arvovirtakuvauksessa näkyy eri työvaiheiden väliset välivarastot ja odotusaika, jonka yksittäinen asennelma keskimäärin viettää välivarastossa.

Nämä ajan ovat keskiarvoja, joten niihin tulee suhtautua varauksella. Ne antavat kuitenkin riittävän tarkan kuvan välivarastojen tilasta ja vaikutuksesta läpimenoaikaan.

Odotusaika laskettiin Littlen lain avulla, syöttämällä lasketut määrät excel-taulukkoon (TAULUKKO 4), johon oli rakennettu laskentakaavat Littlen lain mukaisesti. Lasketuista määristä poistettiin analysointivaiheessa yli 10 kpl eräkoot, jotta ne eivät vääristäisi tuloksia.

TAULUKKO 4. KET Laskentataulukko.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

Arvovirtakuvauksesta selviää, että arvoa tuottava aika ei kuorittavien letkujen valmistusprosessissa oli hyvin pieni, alle 3%, prosessin koko läpimenoajasta. Suurin osa arvoa tuottamattomasta ajasta koostui välivarastossa olevien letkujen odotusajoista. Odotusajan osuus arvoa tuottamattomasta ajasta oli n. 96%. Loppu aika koostui asetusajoista.

Kun tarkasteltiin eri työvaiheiden arvoa tuottavaa ja arvoa tuottamatonta aikaa, huomattiin, että katkaisutyövaiheessa oli suurin arvoa tuottamaton aika.

Katkaisuvaiheen hukkaa tutkittaessa selvisi, että suurimmat hukat olivat materiaalien siirtämiseen kuluva aika ja WMS kuittaaminen.

Materiaalien siirtäminen tarkoitti eri letkujen hakemista varastosta ja puuttuvien liittimien hakemista.

Erilaisten letkujen suuri määrä vaikutti suoraan materiaalien siirtelyyn kuluvaan aikaan. Eniten käytetyt letkutyyppit oli jo siirretty mahdollisimman lähelle leikkauspistettä. Letkut oli sijoitettu varastossa lattiapaikoille, josta ne olivat nopeasti haettavissa pumppukärryillä.

Harvemmin käytettyjen letkujen hakemiseen kului huomattavasti enemmän aikaa verrattuna yleisemmin käytettyjen letkujen hakemiseen, koska letkut olivat keskusvarastossa WMS järjestelmän määrittelemässä paikassa.

Yleisimmin käytettyjen paikat olivat työntekijöiden tiedossa, mutta harvemmin käytettyjen ei. Usein harvemmin käytetyt letkut olivat varastossa hyllyssä ja hakemiseen ja varastoon palauttamiseen tarvittiin trukkia.

Muiden työvaiheiden aikoja tarkastellessa huomattiin, että arvoa tuottamatonta aikaa oli vähän. Suurin osa arvoa tuottamattomasta ajasta koostui pakollisista asetusajoista (KUVIO 2).

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

KUVIO 2. NVCT ja VCT eri työvaiheissa.

Koska katkaisu oli eriytetty muusta valmistuksesta, tarkasteltiin katkaisua ja muita työvaiheita myös kahtena erillisenä vaiheena. Muut työvaiheet niputettiin yhteen ja eri vaiheiden arvoa tuottamattomat ja ei arvoa tuottavat ajat laskettiin yhteen (KUVIO 3).

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

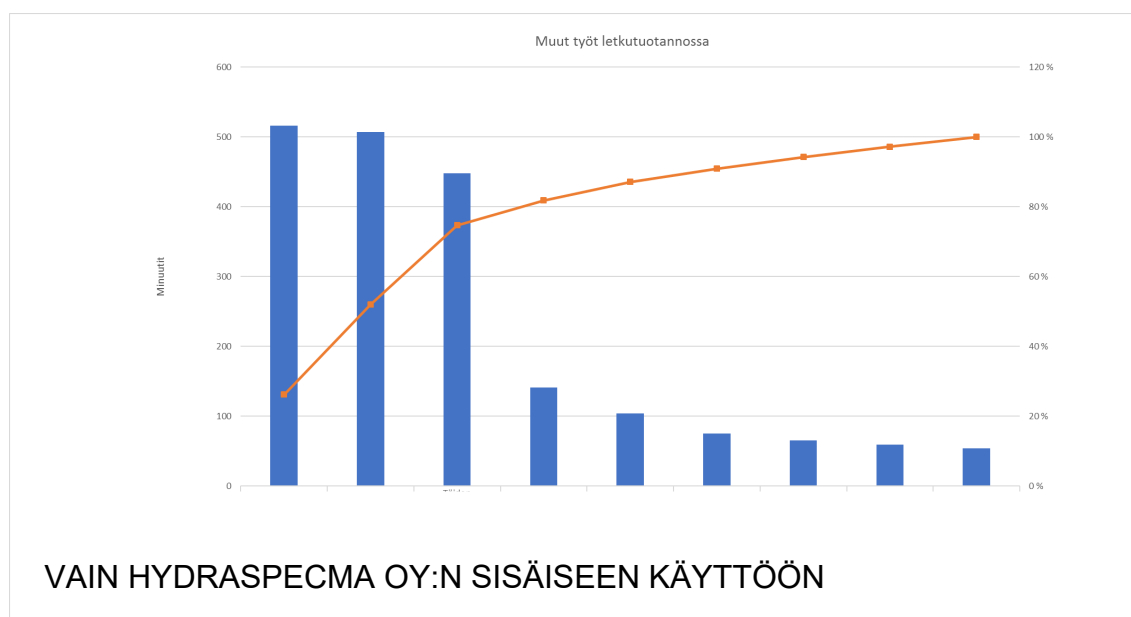
KUVIO 3. Katkaisun ja muun valmistuksen NVCT ja VCT.

Huomattiin, että arvoa tuottava aika oli lähes sama katkaisun ja muun valmistuksen osalta. Arvoa tuottamaton aika oli suurempi katkaisussa. Kokonaisaika katkaisussa oli suurempi kuin muiden työvaiheiden aika yhteensä, mikä tarkoitti sitä, että katkaisu ja muu valmistus ei ollut tasapainossa. Jotta ne saataisiin tasapainoon tulisi keskittyä katkaisuvaiheen hukan pienentämiseen.

8.2 Pareto-analyysi, arvoa tuottamaton työ

Valmistukseen kuulumattomista töistä lomakkeella kerätyistä tiedoista tehtiin Pareto-analyysi (KUVIO 4).

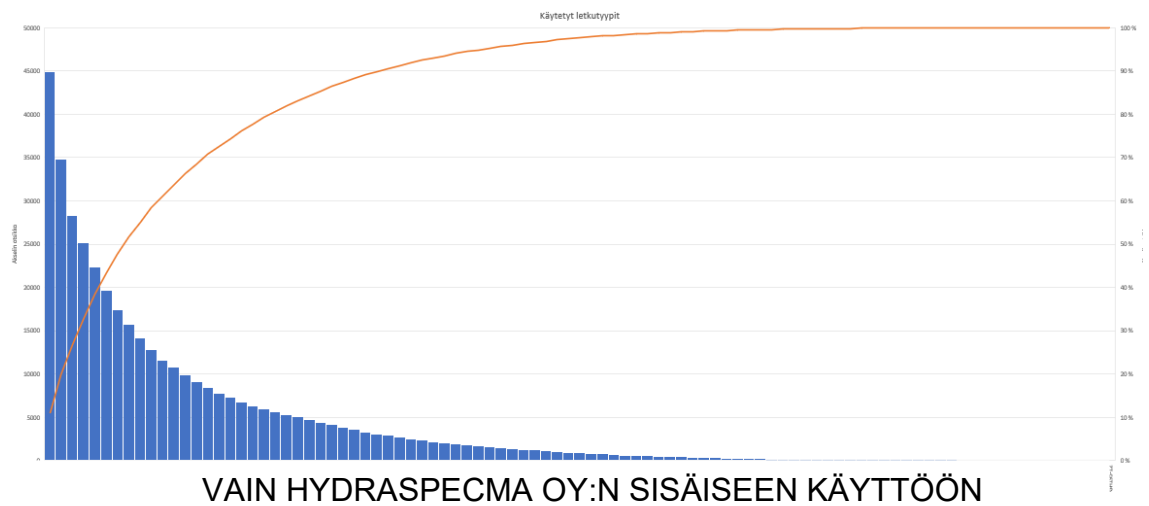
Analyysistä selviää, että 75% hukka-ajasta koostui kolmesta eri toiminnosta.



KUVIO 4. Pareto-analyysi, valmistukseen kuulumattomat työt.

Kolme toimintoa joista 75% hukka-ajasta koostui, olivat materiaalien siirtely, varaston letkunkatkaisu ja töiden valmistelu/järjestely.

Materiaalien siirtely koostui lähes kokonaan letkujen hakemisesta varastosta ja niiden sinne palauttamisesta. Siirtelyyn menevään aikaan vaikutti se, että käytössä oli 95 eri letkutyyppiä. Käytetyistä letkutyypeistä tehdystä pareto-analyysistä huomataan, että letkutyyppien käyttö ei jakaudu tasaisesti. Vähän käytettyjä letkutyyppisiä on suurin osa letkuista. (KUVIO 5).



KUVIO 5. Pareto-analyysi käytetyistä letkutyypeistä.

XX eri letkutyyppiä muodostaa 80% kaikkien letkujen kulutuksesta. Loput XX letkutyyppiä muodostavat loput 20%.

Vähän käytettyjen letkutyyppien kohdalla niiden käsittelyyn menevä aika korostuu materiaalia hakiessa sekä katkaisuvaiheessa WMS kuittauksen kohdalla.

9 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Letkutuotannon virtauksen parantamiseksi ehdotan seuraavia toimenpiteitä. Ehdotukset ovat tärkeysjärjestyksessä.

1. Letkunvalmistukseen kuulumattomien töiden siirtäminen logistiikan tehtäviksi.
 - Setittäminen ja irtokomponenttien käsittely.

Joidenkin asiakkaiden kohdalla konekohtaisiin setteihin kuuluu myös irtokomponentteja, jotka laitetaan letkutoimitusten mukaan. Näiden tilausten ohjaus tulisi muuttaa siten, että letkut valmistetaan tuotannossa ja irtokomponentit kerätään varastosta. Letkujen ja irtokomponenttien setittäminen tulisi tehdä logistiikassa.

Vaikka tilauksilla ei olisikaan irtokomponentteja tuotannon näkökulmasta tehokkainta olisi, jos tuotanto vain valmistaisi letkut ja logistiikka hoitaisi setittämisen ja pakkaamisen.

Tämä voitaisiin järjestää esimerkiksi andon tyyppisellä valolla tai muulla kutsulaitteella. Sytytetty valo tai kutsusignaali olisi signaali logistiikan henkilölle, että tuotannosta on valmistunut asennelmia, jotka täytyy hoitaa eteenpäin.

Pienempien ja suoraan lavalle valmistuvien tilausten kohdalla tuotanto voisi edelleen hoitaa pakkauksen.
 - Materiaalien siirtely

Niiden letkujen, jotka eivät ole helposti saatavilla, siirtely tulisi siirtää logistiikan tehtäväksi. Tuotanto tilaisi haluamansa letkut niille osoitetulle paikalle. Tilaaminen tapahtuisi esimerkiksi kirjoittamalla tauluun mitä letkuja halutaan seuraavaksi. Letkujen poisvienti tapahtuisi vastaavasti niille letkuille varatuilta alueelta visuaalisella ohjauksella.
2. Logistiikan letkukeräyksen ajoittaminen tuotannon työaikojen ulkopuolelle

Tietoa kerätessä kävi ilmi, että logistiikan letkukeräys keskeyttää tuotannon letkujen leikkaamisen usein pitkäksi aikaa.

Logistiikan letkukeräys tulisi mahdollisuuksien mukaan ajoittaa siten että se tehdään tuotannon työaikojen ulkopuolella. Esimerkiksi klo 16:00 jälkeen.

Toinen vaihtoehto on hankkia logistiikalle oma letkuleikkuri, joka mittaa letkun samalla kun sitä vedetään kiepiltä ja jossa on mahdollisuus kelata letku suoraan kiepille.

3. WMS kuittaaminen viivakoodilla tehtäväksi ja massakuittaus

WMS kuittauksen aikaa vievä osuus korostuu varsinkin yksittäisten letkujen kohdalla. Mittausten mukaan kuittaus kestää keskimäärin XX sekuntia työmääräintä kohti. Jos työmääräimellä on paljon letkuja, aika jakaantuu asennelmakohtaisesti, jolloin sen merkitys kokonaisuudessa on pieni.

Koska konekohtaiset setit ovat yleistyneet, on yksittäisten letkujen määrä kasvanut. Jotta WMS kuittausta saataisiin nopeutettua, olisi se hyvä voida tehdä viivakoodin avulla. Tällä hetkellä jokainen kuittaus tehdään näppäilemällä ensin kuusinumeroinen numerosarja WMS järjestelmään.

Toinen WMS kuittausta nopeuttava tekijä olisi, jos kuittaus voitaisiin tehdä massakuittauksena letkutyypikohtaisesti. Jos tilaukselta voisi hakea samat letkutyypit kerralla kuitattavaksi, se nopeuttaisi katkaisuvaiheen toimintaa huomattavasti.

4. Letkutyypien määrän pienentäminen

Letkutyypien suuri määrä vaikuttaa materiaalien siirtelyyn menevään aikaan. Jos letkutyypien määrää saataisiin vähennettyä, aikaa säästettäisiin sekä siirtelyssä että tuotannossa. Eri letkutyyppejä on käytössä useita, vaikka joissain tapauksissa on käytössä saman standardin mukaista ja kokoista letkua eri asiakkaille. Osa voi johtua asiakasvaatimuksista, mutta osa on luultavasti tahattomasti valikoitunut.

Letkukonseptien yhdenmukaistaminen vähentäisi variaatioita ja selkeyttäisi toimintaa tuotannon, logistiikan ja varmasti myös myynnin osalta.

5. Töiden järjestely

Töiden järjestelyyn menevä aika on lisääntynyt konekohtaisten settien lisääntyessä. Eri asiakkailta on erilaisia vaatimuksia ja setit on perustettu ERP järjestelmään usein eri tavalla.

Tuotannossa on käytössä eri asiakasvaatimusten takia, työmääräimiä ja erilaisia excel taulukoita, joiden pohjalta asennelmia valmistetaan.

Tuotannossa käytettävien työohjeiden yhdenmukaistaminen, siten että jokaisella asiakkaalla ei olisi omanlaista dokumenttia. Se voi olla haastavaa asiakaskohtaisten vaatimusten vuoksi, mutta sitä tulisi tutkia ja kehittää.

Toistuvien settien kohdalla voisi olla järkevää valmistaa letkut varastoon, siten että tuotannossa tehtäisiin kerralla useamman setin letkut. Tuotantotilaukset voitaisiin tehdä aina useammalle asennelmalle kerrallaan, jolloin asennelmakohtainen kuittausaika pienenesi ja materiaalien siirtelyyn menevä aika vähenisi. Myös tuotannon asetusajat jäisivät vähemmälle.

Logistiikka keräisi ja setittäisi asennelmat varastosta toimituspäivänä.

Toinen vaihtoehto varastoon tekemisessä on se, että työtä ohjataan konekohtaisten settien osalta siten, että ne tehdään lavakohtaisesti. Settien jokaiselle lavalle tehdään lavakohtainen työohje. Näin voidaan valmistaa usean setin samat letkut samaan aikaan. Tämä vaihtoehto säästäisi aikaa ja tilaa logistiikassa.

Varastoon valmistamisessa on kuitenkin aina riskinsä. Esimerkiksi revisiomuutokset ja asiakkaan toimintakyvyn muutoksesta johtuvat tilausten perumiset. Varastoon valmistettaessa tulisi aina tehdä varastointisopimus asiakkaan kanssa. Varastoitavat tuotteet vievät myös tilaa.

Edellä mainittujen toimenpide-ehdotusten lisäksi tulisi kehittää materiaalinhallintaa. ERP järjestelmässä tehtävä hankintaehdotus ja materiaalien hyllytys ovat kaksi tärkeintä yksittäistä materiaalinhallintaan liittyvää parannuskohdetta.

Hankintaehdotuksen toiminnan parantaminen ja hyllytyspalvelun kehittäminen vähentäisi materiaalipuutteita ja materiaalin etsimiseen menevää aikaa.

Toimenpide-ehdotuksissa logistiikkaan siirrettäville töille olisi järkevää osoittaa tietty tai tietyt henkilöt, joka hoitaisivat tehtäviä. Jos tehtäviä hoitaisi aina eri henkilö, virheiden ja viivästyksien mahdollisuus olisi suurempi.

Valmistukseen kuulumattomien töiden tiedonkeruun pohjalta laskettiin hintoja eri hukan muodoille. Laskennan pohjana oli 33 päivän ajan kerätyt tiedot (TAULUKKO 5).

TAULUKKO 5. Laskennan pohjatiedot.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

Laskennassa tuotannon työtunnin hinta oli XX€. Kun hukka-aika jaettiin kaikille hukille, saatiin laskettua niille hinta (TAULUKOT 6 ja 7.).

TAULUKKO 6. Hukkien hinnat.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

TAULUKKO 7. Hukkien hinnat.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

Kaikkea hukkaa ei kuitenkaan voida poistaa. Jos toimenpide-ehdotukset saataisiin tehtyä, ne vaikuttaisivat kolmeen suurimpaan hukkaan eniten. Varmasti vaikutusta ei voida sanoa ennen, kun muutoksen on tehty, mutta alla on arvio vaikutuksista.

- Materiaalien siirtelyyn menevä aika vähentyisi kolmannekseen verrattuna nykytilaan.
- Logistiikan letkukeräyksen vaikutus tuotannon letkun katkaisuun poistuisi kokonaan.
- Työn järjestelyyn menevä aika puolittuisi
- WMS kuittaukseen menevä aika puolittuisi

Tuotannon tehokkuuden paranemista on vaikea arvioida, koska muuttujia on niin monia. Joka tapauksessa tuotannon näkökulmasta toimenpide-ehdotukset parantaisivat letkutuotannon virtausta ja sitä kautta tehokkuutta.

Hukka-ajassa ja sen hinnassa arviolta taulukon 8. mukaisesti.

TAULUKKO 7. Arvio toimenpide-ehdotusten vaikutuksesta hukkaan.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

Nykytilanteessa hukkaa on viisi tuntia viikossa. Toimenpide-ehdotuksilla saataisiin hukka-ajasta 60 % pois.

XXXXX tuntia lisää tuotantoaika viikossa on vuositasolla XXX tuntia, eli noin yhden henkilön kuukauden työtunnit. Kapasiteetin lisäys tarkoittaisi letkuasennelmien määrässä noin XXXX-XXXX:ta letkuasennelmaa, mikä vastaa yhden pienen koneenrakentaja-asiakkaan vuositarvetta.

Lisäksi kun huomioidaan tuotannon tehokkuuden paraneminen, vuokratyövoiman tarve ei ole niin suuri, eikä lisäinvestointeja tarvitse tehdä tuotantoon niin pian, koska samasta kapasiteetista saadaan enemmän tuotantoa läpi.

Työn yhteydessä Leaniin lisää tutustuttuani, suosittelen myös henkilöstön kouluttamista HydraSpecma Oy:ssä Leanin osalta. Koska tahtotila on viedä yritystä enemmän Lean-mallin mukaiseen toimintaan, on tärkeää, että henkilöt, jotka sitä implementoivat tietävät aiheesta ja osaavat tuoda tietoa organisaatioon.

10 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tekeminen oli opettavaa ja haastava. Koska Lean ei ole entuudestaan HydraSpecma Oy:ssä kovin tuttua eikä käytössä, oli Leaniin ja sen työkaluihin tutustuminen aikaa vievää ja välillä hankalaakin. Aiheeseen liittyvää lähdemateriaalia ei ollut koulun kirjastosta saatavilla juuri lainkaan. Verkosta löytyi onneksi hyvin tietoa ja joitakin kirjoja oli aiheesta itselläni jo entuudestaan.

Letkutuotannon haasteista saatiin tutkimalla konkreettinen kuva. Tekemällä mitauksia ja niitä analysoimalla saatiin selville prosessin hukat. Myös työntekijöiden haastattelut antoivat tärkeää tietoa tuotannon haasteista.

Työn tavoitteena oli parantaa letkutuotannon tehokkuutta siten, että päästäisiin samalle tasolle mitä se oli ennen HydraSpecma Oy:n muuttoa uusiin tiloihin ja sen yhteydessä tehtyjä muutoksia.

Jotta HydraSpecma Oy:n Pirkkalan toimipisteen letkutuotannon virtausta saadaan parannettua, on sen tekemistä ajateltava uudesta näkökulmasta. Nykyisellään, pois lukien uutena tullut WMS järjestelmä, letkutuotantoa on tehty samalla tyyllillä hyvin pitkään. Pieniä parannuksia on tehty matkan varrella, mutta perusajatus on ollut sama. Se saattaa johtua siitä, että tuotanto on ollut aina suhteellisen pientä.

Asiakasvaatimukset ovat kuitenkin kasvaneet ajan myötä ja työ lisääntynyt letkutuotannossa. Jos ajatellaan letkutuotantoa omana prosessinaan, siitä tulisi ulkoistaa kaikki letkunvalmistukseen kuulumaton toiminta.

Jos toimenpide-ehdotuksissa olevat asiat saadaan toteutettua, lisääntyy työ logistiikassa. Vaikka logistiikan työ lisääntyisikin, kokonaistehokkuudessa varmasti voitetaan.

Valitettavasti tämän työn aikana ei ehditty viemään muutoksia loppuun asti. Siihen vaikutti suuresti korona viruksen aiheuttama työtilanteen muutos.

Työtä tehdessä opittiin paljon uutta letkutuotannon prosessista ja Leanistä.

Lean-työkaluja käytettäessä saatiin visualisoitua prosessi ja sen haasteet.

Tämä helpotti tilanteen hahmottamista ja ymmärtämistä.

Sitten kun muutokset letkutuotantoon saadaan tehtyä, tulee myös uusien asiakkaiden letkutilausten ja lisääntyneiden konekohtaisten settien vaikutus tehokkuuteen huomioida tuloksissa.

LÄHTEET

Rother, M. & Shook, J. 2009. Versio 1.4. Learning to see, value-stream mapping to create value and eliminate muda. Cambridge, MA, USA: Lean Enterprise Institute.

Anderson, C. 2006. Pitkä häntä: Miksi tulevaisuudessa myydään vähemmän enempää. Suomentanut Pietiläinen, K. Helsinki: Terra Cognita.

HydraSpecma Oy. Luettu 20.2.2020.
<http://www.specma.fi/yritys/historia>

Modig, N. & Åhlström. 2013. Tätä on LEAN: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Suomentaja Maarit Tillman. Tukholma: Rheologica publishing.

Arrow Engineering Oy. Lean hukat. Luettu 23.2.2020.
<https://blogi.arroweng.fi/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa>

Qk-Karjalainen. Leanin historiaa. Luettu 23.2.2020.
<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/leanin-historiaa/>.

Qk-Karjalainen. Arvovirtakuvaus. 2013. Luettu 15.2.2020. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus/>.

Leanthinking. Lean sanasto. Luettu 16.2.2020. <https://leanthinking.fi/sanasto/prosessin-lapimenoaika-cycle-time/>

LIITTEET

Liite 1. Arvovirtakuvaus.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

Liite 2. KET-laskentataulukko

IN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN

Liite 3. Pareto analyysi, valmistukseen kuulumattomat työt.

VAIN HYDRASPECMA OY:N SISÄISEEN KÄYTTÖÖN