



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# ESISELVITYS TUOTANTOLINJAN VIRTAUTTAMISEKSI

Hydroline Oy

TEKIJÄ: Ari Mönkkönen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Ari Mönkkönen	
Työn nimi Esiselvitys tuotantolinjan virtauttamiseksi	
Päiväys	21.8.2018
Sivumäärä/Liitteet	36 / 7
Ohjaaja(t) Kai Kärkkäinen, Esa Hietikko ja Seppo Torvinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Hydroline Oy	
Tiivistelmä	
<p>Nykypäivän organisaatiot ovat siirtyneet toiminnassaan entistä asiakaslähtöisempään suuntaan, mistä johtuen tuotantoketjuja on tarkasteltava asiakkaan näkökulmasta. Tuotantoketjujen on kyettävä tuottamaan ensiluokkaista laatua, oikea-aikaisia toimituksia, kilpailukykyistä kustannustasoa, uusia ja turvallisia tuotteita ja ratkaisuja ja asiantuntevaa ja nopeaa palvelua. Tuotannon läpäisyajan on oltava minimaalinen ja toiminnan on perustuttava ennalta laadittuihin tarkkoihin tuotantosuunnitelmiin ja informaatio- ja materiaalivirtojen on oltava selkeitä ja esteettömiä. Tähän voidaan päästä varmistamalla tuotannon sujuva virtaus ja vähentämällä arvoa tuottamattomia toimintoja ja tuhlauksen lähteitä. Toimenpiteet edellyttävät nykytilan- ja tavoitetilan arvovirtakuvauksen ja toteutussuunnitelman laatimista.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää tuotannon virtaukseen vaikuttavia tekijöitä ja arvovirtafilosofian soveltuvuutta Hydroline Oy:n tuotannossa. Työ toteutettiin laatimalla tarvittava teoriaosuus, jonka jälkeen tehtiin nykytilan arvovirtakuvaus, laskettiin tahtiaikoja ja alettiin selvittämään tuotannon virtauksen esteitä. Seuraavaksi laadittiin tavoitetilan arvovirtakuvaus ja toteutussuunnitelma kehitystoimenpide-ehdotuksineen. Projektin seuranta ja tulosten varmistaminen jäi tämän työn valmistumishetkellä vielä kesken, johtuen viivästyneistä kehitystoimenpiteistä tuotannossa. Työ päättyy seurantaosioon.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin arvovirtakuvaukset ja toteutussuunnitelma mahdollisesti perustettavan arvovirtapohjaisen tuotantolinjan käyttöön.</p> <p>Opinnäytetyö on salattu osittain liikesalaisuuksien suojaamiseksi.</p>	
Avainsanat Tuotannon virtauttaminen, arvovirta, lean	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering Knowledge Management			
Author(s) Ari Mönkkönen			
Title of Thesis Preliminary Report for Creating Continuous Flow in Production			
Date	21.8.2018	Pages/Appendices	36 / 7
Supervisor(s) Mr. Kai Kärkkäinen, Mr. Esa Hietikko and Mr. Seppo Torvinen			
Client Organisation /Partners Hydroline Oy			
<p>Abstract</p> <p>Many organizations have changed their operational focus from operations-based business to customer-based business nowadays. That leads organizations to examine their production from the customer's point of view. Supply chains must produce first-class quality, right time deliveries, competitive costs, new and safe products and solutions and expert and fast service. The lead time of production must be minimal, and operations must be based on predetermined and precise production plans and information- and material flows must be clear and unobstructed. This can be achieved by ensuring a smooth flow of production and by reducing unproductive operations and the sources of wastes. Improving operations require drawing up the current and future-state maps of the value stream and the value-stream plan.</p> <p>The aim of this thesis was to clarify the factors that affect to the production flow and applicability of value stream philosophy in Hydroline's production. The work was carried out by writing the theory part, drawing up a current-state value-stream map, calculating takt-times and investigating the facts that prevent the flow of production. The next step was drawing up a future-state value-stream map and a value-stream plan. The project tracking was unfinished when this thesis was published because of the delayed production development process in the company. The tracking section is the final part of this thesis.</p> <p>The outcome of the thesis was the value-stream maps and the value-stream plan that can be used if a value-stream is created in the Hydroline's production in the future.</p> <p>The thesis is partly encrypted to protect trade secrets.</p>			
Keywords Creating continuous flow, value-stream, lean			

## ESIPUHE

Opinnäytetyön laadinta aloitettiin syksyllä 2017 YAMK-opintojen ja töiden ohessa. Kohteena oli työnantajani Hydroline Oy, jossa allekirjoittanut työskentelee tuotannon esimiehenä. Haluan esittää suuret kiitokset työn alkuperäiselle työnohjaajalle Burak Kirmanille ja myöhemmässä vaiheessa mukaan tulleelle Seppo Torviselle sekä kaikille Hydrolineen työntekijöille, jotka olivat mukana tämän opinnäytetyön laadinnassa.

Kiitokset kuuluvat myös Savonia-ammattikorkeakoulun Kai Kärkkäiselle, joka toimi työnohjaajana oppilaitoksen puolelta. Työn aihe oli allekirjoittaneelle melko haastava, mutta hyvän ohjauksen ja työnantajan myöntämän opintovapaan avulla työ saatiin tehtyä onnistuneesti.

Haluan kiittää myös perhettäni tuesta ja kannustuksesta.

Kuopiossa 21.8.2018

Ari Mönkkönen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	TUOTANTOTOIMINTA.....	9
2.1	Tuotanto ja tuotannonohjausperiaatteet.....	9
2.2	Läpäisy aika.....	10
2.3	Toyota Production System .....	11
2.4	Tuhlaus.....	12
2.4.1	Ylituotanto.....	13
2.4.2	Odottaminen ja viivästykset .....	13
2.4.3	Tarpeeton kuljettaminen.....	13
2.4.4	Yliprosessointi.....	14
2.4.5	Tarpeettomat varastot.....	14
2.4.6	Tarpeeton liike.....	14
2.4.7	Laatuvirheet .....	14
2.4.8	Inhimillisen potentiaalin hyödyntämättä jättäminen .....	14
2.5	Virtaus .....	15
2.6	Arvovirta .....	16
2.6.1	Nykytilan arvovirtakuvauksen laatiminen .....	17
2.6.2	Tavoitetilan arvovirtakuvauksen laatiminen .....	19
2.6.3	Tavoitteisiin pääseminen .....	20
2.6.4	Suunnitelmien ja toteutusten pilkkominen.....	20
2.6.5	Arvovirtasuunnitelma.....	20
2.6.6	Toimenpiteiden varmistaminen .....	21
3	NYKYTILA-ANALYYSI .....	22
3.1	Yritysesittely.....	22
3.2	Tuotanto .....	23
3.3	Layout ja materiaalivirta .....	23
3.4	Nykytilan arvovirtakuvaus.....	23
4	TAVOITETILAN SUUNNITTELU .....	24
4.1	Tuote- ja kapasiteettianalyysi .....	24
4.2	Tahtiaika .....	25
4.3	Juurisyyanalyysi – ongelmien ja esteiden selvitys .....	27

4.3.1	Prosessit ja olosuhteet.....	27
4.3.2	Tuotannonohjaus .....	27
4.3.3	Ihmiset ja johtaminen .....	27
4.3.4	Materiaalit ja komponentit .....	27
4.4	Kehitysehdotukset.....	27
4.4.1	PV2-solu .....	28
4.4.2	Kokoonpano .....	29
4.4.3	Maalaamo.....	29
4.5	Ylemmän tason tavoitteet.....	30
4.6	Tavoitetilan arvovirtakuvaus .....	30
4.7	Toteutussuunnitelma.....	30
5	PROJEKTIN TOTEUTUS JA SEURANTA.....	31
5.1	PV2-solu.....	32
5.2	Kokoonpano .....	32
5.3	Maalaamo.....	32
6	YHTEENVETO JA POHDINTA .....	33
7	LÄHTEET .....	35
	LIITE 1: GEMBA-KÄVELYN LOMAKE.....	37
	LIITE 2: NYKYTILAN ARVOVIRTAKUVAUS – KOKO TEHDAS. ....	38
	LIITE 3: SYY-SEURAUS-KAAVIO.....	39
	LIITE 4: KOKOONPANON SPAGETTIDIAGRAMMI.....	40
	LIITE 5: NYKYTILAN ARVOVIRTAKUVAUS - LOGISTIIKKA-PAKKAAMO.....	41
	LIITE 6: TAVOITETILAN ARVOVIRTAKUVAUS.....	42
	LIITE 7: ARVOVIRTASUUNNITELMA .....	43

## LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

ERP = Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä

FIFO = First in First Out

JIT = Just-in-time

KP = Kokoonpano-osasto

MTO = Make to Order, tilauksesta valmistus

MTS = Make to Stock, varasto-ohjautuva tuotanto

PV = Putkivarsiosasto

TPS = Toyota Production System

VSM = Value Stream Mapping

## 1 JOHDANTO

Hydroline Oy on Suomen johtava vaativaan käyttöön tarkoitettujen hydraulisylintereiden suunnitteluun, valmistamiseen ja elinkaaripalveluihin erikoistunut perheyrittäjä. Yritys on perustettu vuonna 1962 Kuopiossa ja työllistää tällä hetkellä noin 250 henkilöä Suomessa ja noin 30 henkilöä Puolassa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2017 oli 42,6 miljoonaa euroa ja vuodelle 2018 ennustetaan 20-30% kasvua. Hydroline tavoittelee liiketoimintansa lisäämistä globaaleilla markkinoilla lähivuosina ja visio on, että 2020-luvulla yrityksen liikevaihto olisi yli 70 miljoonaa euroa ja yritys työllistäisi 350-450 henkilöä Suomessa ja ulkomailla. Yrityksen kasvua ajaa muun muassa kaivosinvestointien- (+4%), rakentamisen- (+4%), globaalien konttiliikenteen- (+4%) ja maa- ja metsätalouden (+1,2%) kasvu globaaleilla markkinoilla. (Technavio, 2017)

Jotta edellä mainittuun kasvustrategiaan sopeutuminen onnistuu mahdollisimman hyvin, on tuotannon läpimenoaikoja saatava lyhyemmiksi tehostamalla tuotantoa ja lisäämällä automaatiota. Tuotannosta on vähennettävä arvoa tuottamattomat työvaiheet, joita kutsutaan myös tuhlaukseksi. Lean Enterprise Institute:n mukaan tärkein ja systemaattisin työkalu hukkan esille tuomiseen ja poistamiseen on arvovirtakuvausten laadinta ja ylläpito. Näin voidaan hahmottaa kokonaisvaltaisesti ja syvällisesti tuotantoketju ja sen toiminta, helpottaa tuhlauksen lähteiden esilletuomista, luoda yhteinen kieli prosesseista, visualisoida päätöksenteko- ja ohjauspisteet ja keskustella niistä, koota yhteen lean konseptit ja tekniikat, luoda selkeät suunnitelmat muutostavoitteille ja visualisoida informaatio- ja materiaalivirran välinen yhteys. Arvovirta-analyysin avulla yritys voi siirtyä tuotannossaan niin sanottuihin aitoihin arvovirtoihin, jolloin arvoa lisäävät työvaiheet kootaan toistensa välittömään läheisyyteen. Näin saadaan varmistettua viiveetön virtaus ja lyhyet läpäisyajat.

Hyvien ja luotettavien tutkimustulosten ja alan kirjallisuuden perusteella tämän työn lähestymistavaksi valittiin arvovirta-analyysi. Arvovirta-analyysi aloitettiin perehtymällä yrityksen toimintaan ja aiheeseen liittyvään teoriaan ja tutkimuksiin. Teorian pohjalta laadittiin nykytilan kuvaus, josta ilmeni muun muassa työvaiheiden tahtiajat, tuotantosolujen käytettävyyden ja virtausta rajoittavat tekijät, joiden merkittävyyttä arvioitiin muun muassa syy-seuraus-kaaviolla ja nelikenttäanalyysillä. Nykytilan kuvauksen pohjalta tehtiin tuote- ja kapasiteettianalyysi ja laadittiin tavoitetilan kuvaus ja toteutussuunnitelma. Tavoitetilan kuvaukseen kirjattiin parannusehdotukset ja systemaattiset ja kestävät toimenpiteet virtauksen parantamiseksi. Toteutussuunnitelmaan laadittiin kehitystoimenpiteille selkeät ja yksityiskohtaiset aikataulut. Toteutussuunnitelman laadinnan jälkeen alettiin toteuttaa valittuja kehitystoimenpiteitä. Saavutettuja tuloksia alettiin seurata systemaattisesti päivittäin. Arvovirta-analyysi toi esille tuotannossa esiintyvän hajonnan, jota voidaan pitää yhtenä merkittävimpänä tekijänä yrityksen läpimenoajoissa.



## 2 TUOTANTOTOIMINTA

### 2.1 Tuotanto ja tuotannonohjausperiaatteet

Martinsuon, Mäkisen, Suomalan ja Lyly-Yrjänäisen (2016, 85-86) mukaan tuotantotoimintaa säätelee liiketoimintastrategiassa tehdyt valinnat ja liiketoiminnan tavoitteet. Keskeisimpiä tavoitteita ovat asiakasarvon toteutuminen, kustannustehokkuus, toimituskyky ja laatu- ja joustavuus.

Yrityksen tuotantomuoto määrittellään valmistettavien tuotteiden, tuotannonohjausperiaatteiden ja valmistuksen jatkuvuuden perusteella. Yrityksessä valmistettavat tuotteet voidaan jakaa vakiotuotteisiin ja asiakaskohtaisesti räätälöityihin tuotteisiin. Vakiotuotteen tuoterakenne on muuttumaton ja ennalta määritetty, joten asiakkaalla ei ole mahdollisuutta vaikuttaa rakenteeseen tai ominaisuuksiin. Asiakaskohtaisesti räätälöidyn tuotteen rakenteeseen ja ominaisuuksiin asiakas voi vaikuttaa ja tuoterakenne määräytyy tilauskohtaisesti. (MARTINSUO, 2016 s. 85)

Tuotannonohjausperiaatteet voidaan jakaa varasto-ohjautuvaan tuotantoon ja tilausohjautuvaan tuotantoon. Varasto-ohjautuvia tuotteita ovat tyypillisesti suurivolyymiset, varastoon valmistettavat, vakiotuotteet, joilla pyritään täyttämään toistuva asiakastarve nopeasti. Tilausohjautuvia tuotteita ovat tyypillisesti räätälöidyt tuotteet, joita valmistetaan tilauskohtaisesti. (MARTINSUO, 2016 s. 85)

Martinsuon, ym. (2016, 85) mukaan yrityksissä esiintyviä tuotantomuotoja ovat yksittäistuotanto, sarjatuotanto ja yhtenäistuotanto. Yksittäistuotanto valmistaa tilausohjautuvasti yksittäisiä, toisistaan poikkeavia, tuotteita, joiden menekki on pieni. Sarjatuotannolla tarkoitetaan tuotantoa, jossa valmistetaan tiettyjä tuotteita erittäin ja peräkkäin tuotantosuunnitelman mukaisesti. Sarjatuotannossa valmistetaan useita erilaisia tuotteita, mistä johtuen asetusaikoja ja välivarastoja esiintyy. Tätä pyritään minimoimaan optimoimalla eräkokoja. Yhtenäistuotanto valmistaa, toistuvasti, tuotteita suursarjoina ja prosesseina vakioidussa tuotantojärjestelmässä. (MARTINSUO, 2016 s. 85)

Nykyaikainen tuotanto voi koostua erityyppisistä tuotantomuodoista, mikä korostaa tuotannon ohjauksen tärkeyttä. Merkittävimpinä periaatteina pidetään asiakaslähtöisyyttä, selkeitä vastuita ja pelisääntöjä, oleellisen tiedon hyödyntämistä ohjauksessa ja kykyä reagoida muutoksiin asiakastarpeiden muuttuessa. Tämä on johtanut siihen, että useat yritykset ovat organisoineet tuotantonsa arvoa tuottaviksi prosesseiksi, jossa informaatio ja materiaali virtaavat mahdollisimman läpinäkyvästi asiakas- ja liiketoimintahyödyn tuottamiseksi. Organisaatiot tähtäävät ketterään toimintaan ja vastuu tehtävistä on jalkautettu suorittavalle portaalle. Vanhanaikaiset, hierarkkiset ohjausrakenteet ovat väistymässä. (MARTINSUO, 2016 s. 86)

## 2.2 Lämpäisy aika

Larikan, Heinilän, Selinin ja Tuomisen (2007, 137) mukaan nopeutta pidetään yrityksen menestymisen tärkeimpänä kulmakivenä nykyajan yrityksissä. ”Keskeinen totuus tuotantotoiminnassa on ollut se, että tunnin työn tekeminen vie aikaa valmistukseen yhden viikon. Se on noin 1% viikon kokonaisajasta ja loput 99% ajasta keskeneräinen tuote odottaa seuraavaa vaihetta. Odottaessa tuotteen arvo ei nouse” (LARIKKA, 2007 s. 137)

Kalenteriaikaa tuotteen valmistamisen aloitushetkestä valmistumishetkeen kutsutaan lämpäisyajaksi. Lämpäisy aikaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa tuotannonohjaus, työ- ja toimintatavat, teknologia ja työntekijöiden välinen yhteistyö. (LARIKKA, 2007 s. 139)

Tuotteen lämpäisyajasta suurin osa on tuottamatonta työtä, odotusaikaa, ja pieni osa tuotteen arvoa lisäävää työtä. Odotusajalla olevat keskeneräiset tuotteet aiheuttavat kustannuksia, sekä häiritsevät muiden tuotteiden läpimenoa. Lyhyemmällä lämpäisyajoilla saadaan pienennettyä keskeneräistä tuotantoa, lyhennettyä toimitusaikaa ja yksinkertaistettua tuotannonohjausta. (LARIKKA, 2007 s. 139)

Lyhyet lämpäisyajat ovat tuotannosuunnittelun perusta ja lämpäisyajojen lyhentämisellä saadaan kehitettyä suoraan myös työaikoja. Materiaalivirtojen selkeyttäminen layout-muutoksilla on tehokas keino läpimenoajan lyhentämiseksi. Sijoittamalla työpisteet lähekkäin saadaan minimoitua siirrot ja välivarastot. (LARIKKA, 2007 s. 146)

Larikan ym. (2007, 146) mukaan muita yleisiä keinoja lämpäisyajan lyhentämiseen ovat:

- Työvuorojärjestelyt
- Lämpäisy aikakuvauksen laadinta nykytilanteesta
- Tuotannon virtauttaminen ja vaiheiden yhdistäminen
- Eräkokojen puolittaminen
- Odotus-, varastointi- ja kuljetustarpeiden vähentäminen
- Ohjauksen visualisointi ja imuohjaus
- Layout-suunnittelu tuotantoprosesseja tai työpisteitä kehitettäessä
- Tuotanto- ja apulaitteiden kehittäminen
- Valmistusmenetelmien kehittäminen
- Asetusaikojen lyhentäminen

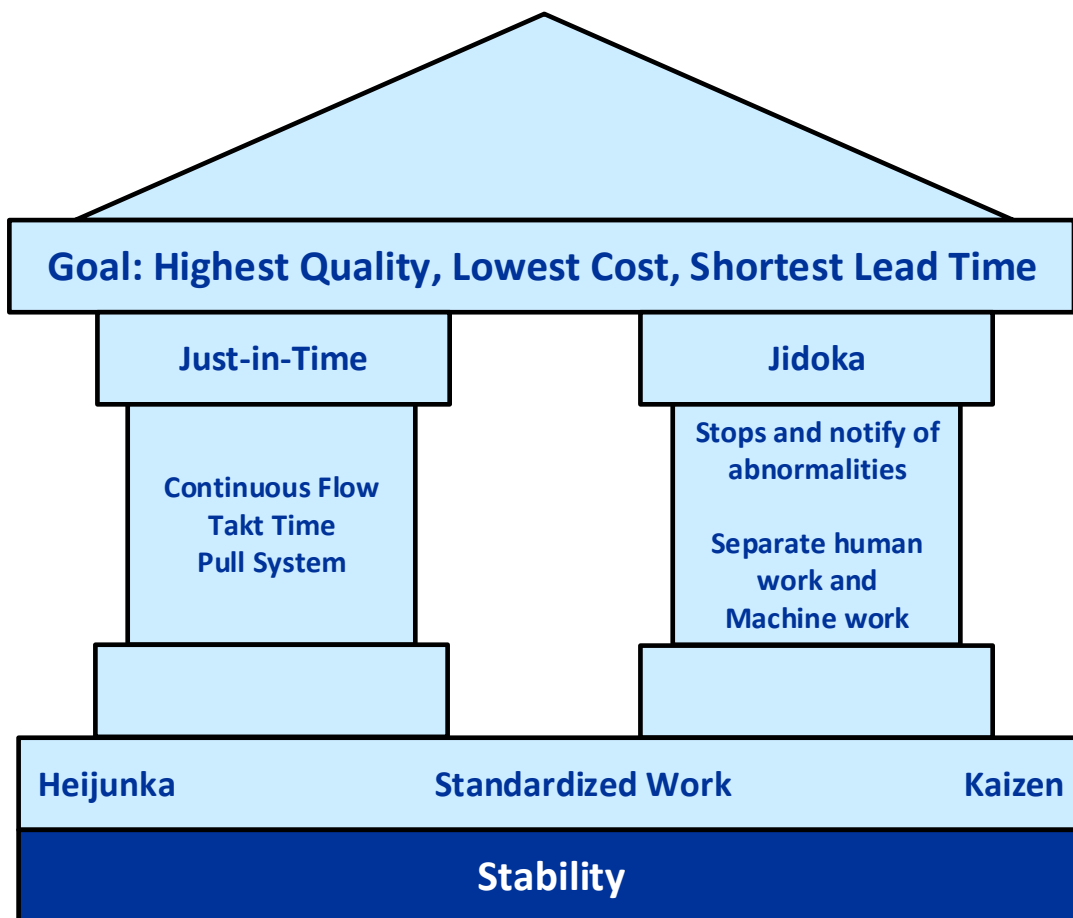
Työaika ja lämpäisy aika-menettely on eräs tuottavuuden kehittämistyökalu. Tavoite ja toteuma-aikojen tarkastelulla saadaan selville asioita, joilla voidaan parantaa työn tuottavuutta ja lyhentää läpimenoaikaa. Tarkastelu kannattaa keskittää volyymituotteiden läpimenoaikojen tarkasteluun. Volyymituotteille lasketaan työn tekemiseen menevän työajan ja läpimenoajan suhdeluku, jonka avulla voidaan pohtia tuotantoprosessin tehokkuutta. Keskimääräinen tehokkuus valmistavassa teollisuudessa on noin 1%, mutta nykyaikaisissa piensarjatuotantoon keskittyneissä tehtaissa voidaan saavuttaa jopa arvo 100%. (LARIKKA, 2007 ss. 137-144)

## 2.3 Toyota Production System

Toyota Motor Corporationin kehittämä Toyota Production System, TPS, (kuvio 1) on tuotantojärjestelmä, joka tähtää korkeaan laatuun matalilla kustannuksilla ja lyhyellä läpimenoajalla. Järjestelmän isänä voidaan pitää Taiichi Ohnoa, jonka päämääränä oli tuottaa enemmän vähemmällä vaivalla varmistuen samalla, että laatu, luotettavuus ja joustavuus pysyivät korkealla tasolla. TPS mahdollisti pienemmät varastot ja täsmällisten tuotantomäärien valmistamisen. (Toyota Auto Finland Oy, 2018)

Järjestelmä tukeutuu JIT- (Just-in-time) ja Jidoka-peruskäsitteisiin. JIT-käsitteen mukaan jokainen prosessi tuottaa vain sen mitä seuraava vaihe tarvitsee oikea-aikaisesti ja -määrällisesti. Tämä varmistetaan luomalla jatkuva virta (continuous flow), määrittämällä tahtiaika (takt time) ja luomalla imuohjaus (pull system). Jidoka-käsitteen mukaan jokainen työntekijä on oikeutettu ja veloitettu pysäyttämään tuotantolinja häiriön ilmaantuessa. Tällä voidaan minimoida virhekappaleiden syntyminen ja korkein mahdollinen laatu. (Toyota Auto Finland Oy, 2018)

Järjestelmää ohjaavina tekijöinä toimivat asiakastarpeet ja hukan minimointi. TPS:ssä painotetaan jatkuvaa parantamista (kaizen), työntekijöiden sitoutumista ja huippulaatua. Toyota Production Systemiä voidaan pitää Lean-ajattelun esikuvana. (Toyota Auto Finland Oy, 2018)



Kuvio 1. Toyota Production System. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

## 2.4 Tuhlaus

Emilianin (2007,40) mukaan tuhlaus on kaikkea tuottamatonta toimintaa, joka ei lisää tuotteen tai palvelun arvoa. Toyota Motor Corporationin Taichii Ohno osoitti urallaan, että on olemassa kahdenlaista työtä: arvoa tuottavaa ja arvoa tuottamatonta (kuvio 2).



Kuvio 2. Työn sisältö.

Arvoa tuottavaa työtä on esimerkiksi raaka-aineiden tai komponenttien prosessointi tuotteiksi. Arvoa tuottamatonta työtä on puolestaan tuotteen valmistamiseksi tehtävä välttämätön työ, joka ei tuota arvoa. Ohno määritteli seitsemän erilaista tuhlausta, jotka ovat: yli tuotanto, odottaminen ja viivästykset, tarpeeton kuljettaminen, yli prosessointi, tarpeettomat varastot, tarpeeton liike työskentelyssä ja laatuvirheet. (EMILIANI, 2007 s. 40)

Kahdeksantena tuhlauksena voidaan nykypäivänä pitää inhimillisen potentiaalin hyödyntämättä jättämistä. Tällä tarkoitetaan työntekijöiden mentaalisia, luovia ja fyysisiä taitoja ja kykyjä, joiden huomiointa jättäminen voi heikentää virtausta ja yrityksen kulttuuria, johtaa väärin rekrytointeihin ja puutteelliseen koulutukseen ja lisätä työntekijöiden vaihtuvuutta. (Lean Principles, 2003)

Larikan (2007, 145) mukaan myös huonot menettelytavat, vanhoilliset päätöksentekotavat ja puutteellinen tiedonkulku ovat suurta tuhlausta. (LARIKKA, 2007 s. 145)

Tuhlausta voidaan poistaa jatkuvan parantamisen (kaizenin) avulla. Tuhlauksen poistaminen parantaa reagoimista asiakastarpeiden tyydyttämiseen, tuotteen tai palvelun laatua ja työolosuhteita. (EMILIANI, 2007 s. 40)

Rotherin (2009, 37) mukaan tuhlauksen eliminointi arvovirrassa ei yksin riitä lyhentämään pitkiä läpimenoaikoja, vaan on onnistuttava löytämään myös tuhlauksen lähteet ja juurisyyt. Näin saadaan luotua systemaattiset ja kestävät ratkaisut. Lean filosofian tavoittelemalla arvovirta tähtää prosessien oikea-aikaiseen ja toisiaan tukevaan toimintaan mahdollistaen lyhimmän mahdollisen läpimenoajan, korkeimman laadun ja alimmat kustannukset. Keskeisin tavoite on valmistaa juuri oikeita tuotteita juuri oikeaan aikaan seuraavalle prosessille. (ROTHER, 2009 s. 37)

#### 2.4.1 Ylituotanto

Merkittävimpana virtausta heikentävänä tuhlauksena voidaan pitää ylituotantoa, jota esiintyy erityisesti työntöohjauksella toimivissa tuotannoissa. Tällaisissa tuotannoissa kaikki arvovirran prosessit ovat siiloutuneita vailla yhtenäistä näkemystä eri tilausten tuotantojärjestyksistä. Osastot valmistavat ja työntävät tuotteita eteenpäin tuotannonohjauksen (production control) määrittämien aikataulujen perusteella huomioimatta toistensa (seuraavan prosessin) reaaliaikaisia tarpeita. Tämä aiheuttaa tarpeettomien välivarastojen syntymistä ja ongelmien kasautumista/piiloutumista eri osastojen välille. Tästä johtuen läpimenoajat ovat erittäin pitkiä suhteessa arvoa tuottaviin aikoihin. (ROTHER, 2009 ss. 36-37)

Ylituotanto aiheuttaa myös johdannaisia seurauksia, jotka heikentävät virtausta. Ylituotetut tuotteet vievät tarpeettomasti tilaa tuotannossa ja aiheuttavat muun muassa turhia siirtelyitä ja kuluja. Myös puutteita esiintyy, koska prosessit ovat varattuja ja valmistavat vääriä tuotteita väärään aikaan. Läpimenoajat venyvät ja tuotannon joustavuus todellisiin asiakastarpeisiin heikkenee. (ROTHER, 2009 s. 37)

#### 2.4.2 Odottaminen ja viivästykset

Odottamisia ja viivästyksiä voidaan myös pitää selvänä tuhlauksena. Tavallisimpia esimerkkejä tuotantotoiminnassa ovat esimerkiksi työvaiheiden väliset odotusajat, materiaalin odotus siirtoon ja kuljetukseen ja organisaation sisällä olevien osastojen välisen informaation odottaminen. Odottamiset ja viivästykset aiheuttavat turhia kustannuksia, kuluttavat tuottavaa aikaa, pysäyttävät virtauksen ja aiheuttavat stressiä työntekijöille. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

#### 2.4.3 Tarpeeton kuljettaminen

Tarpeettomalla kuljettamisella tarkoitetaan asioiden (materiaalien, täydennysten, työkalujen ja paperitöiden) ylimääräistä siirtelyä. Esimerkkinä työpisteiden kesken jaetut työkalut, joita joudutaan toistuvasti etsimään ja siirtämään päivittäin. Aiheuttaa kustannuksia ja viivästyksiä ja lisää riskiä esineiden rikkoutumiseen ja katoamiseen. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

#### 2.4.4 Yliprosessointi

Yliprosessoinnilla tarkoitetaan ylimääräistä tekemistä, josta asiakas ei ole valmis maksamaan. Esimerkkinä ylimääräiset tarkastukset ja hyväksynät. Aiheuttaa kustannuksia, lisää stressiä ja ylimääräistä työtä työntekijöille ja voi altistaa turhien virheiden syntymiseen. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

#### 2.4.5 Tarpeettomat varastot

Liian suuret tai pienet materiaalien, tarvikkeiden ja tiedostojen varastot luetaan myös tuhlaukseksi. Esimerkkinä varmuuden vuoksi hankittavat varastot, työkalupuutteet tietyn tehtävän suorittamiseen ja epäjärjestyksessä olevat tarvikkeet, jotka johtavat turhien tarvikkeiden hankintaan. Aiheuttaa resurssien tuhlaamista, lisää vahinkoriskiä ja heikentää tietämystä varaston sisällöstä. Puutteelliset varastot voivat aiheuttaa myös myynnin tai asiakkaiden menettämisen. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

#### 2.4.6 Tarpeeton liike

Tarpeettomalla liikkeellä tarkoitetaan ihmisten turhaa liikkumista ja ponnistelua tehtävien suorittamiseksi. Esimerkkinä työkalujen etsiminen ja noutaminen työpisteen ulkopuolelta ja turha kurottelu työkalujen saamiseksi ja käyttämiseksi. Aiheuttaa kustannuksia, lisää työntekijöiden stressiä ja voi johtaa virheiden syntymiseen ja loukkaantumisiin. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

#### 2.4.7 Laatuvirheet

Laatuvirheet aiheuttavat viallisia ja uudelleen tehtäviä tuotteita. Esimerkkinä väärin syötetty tieto tilausta tehdessä ja väärän tai viallisen materiaalin saaminen tai materiaalin saamattomuus. Aiheuttaa uudelleen tehtäviä töitä, tuhlaa aikaa, rahaa ja materiaaleja. Voi johtaa tyytymättömään asiakkaaseen ja asiakkaan menettämiseen. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

#### 2.4.8 Inhimillisen potentiaalin hyödyntämättä jättäminen

Eräänä merkittävänä virtausta heikentävänä tekijänä voidaan pitää inhimillisen potentiaalin hyödyntämättä jättämistä, joka johtaa suoraan myös työntekijöiden työmotivaation alenemiseen. Lämsän ja Päivikkeen (2013, 84) mukaan Frederick Herzberg esitti vuonna 1959 tunnetun mallin, jonka mukaan tutkijat jakoivat työmotivaatioon liittyvät tekijät tyytyväisyys- ja tyytymättömyystekijöihin.

Tyytyväisyystekijöiksi (motivaatiotekijöiksi) luokiteltiin työhön liittyvät tekijät, kuten tunnustus työstä, saavutukset työstä, mahdollisuus kasvaa ja kehittyä, ylennys, vastuu ja työ sinänsä. Näihin tekijöihin vaikuttamalla voidaan lisätä työntekijän työtyytyväisyyttä ja työmotivaatiota.

Tyytymättömyystekijöiksi (hygieniatekijöiksi) luokiteltiin työympäristöön liittyvät tekijät, kuten yritys-politiikka ja hallinto, henkilösuhteet esimieheen, henkilösuhteet työtovereihin, työskentelyolosuhteet,

palkka ja status ja työturvallisuus. Nämä tekijät vaikuttavat työntekijän tyytymättömyyteen, aiheuttavat kielteistä asennoitumista työtä kohtaan ja heikentävät työmotivaatiota. (LÄMSÄ, 2013 s. 84)

Työmotivaation parantaminen tulee aloittaa hygieniatekijöiden parantamisella, jonka jälkeen on helppompaa vaikuttaa motivaatitekijöihin. Innostavalla ja haastavalla työnsisällöllä ja palkan korotuksella tai palkkiolla voidaan saada aikaiseksi pitkäaikaista tyytyväisyyttä. Kumpikaan yksinään ei takaa kestävästä tyytyväisyydestä, vaan molempien on oltava tasapainossa samanaikaisesti. (LÄMSÄ, 2013 s. 84)

Herzbergin esittämän teorian perusteella tehtyjen tutkimusten mukaan ei voida kiistattomasti esittää tyytyväisyyden vaikutusta työsuoritukseen. Ei tiedetä johtaako tyytyväisyys hyvään työsuoritukseen vai aiheuttaako työsuoritus tyytyväisyyttä. Teorian perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että työmotivaatio on monimutkainen ilmiö ja siihen vaikuttaa monet tekijät. (LÄMSÄ, 2013 ss. 84-85)

Myös maailman talousfoorumi julkaisi tammikuussa 2016 raportin, jonka mukaan yritysten tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota osaamisen ylläpitämiseen. Raportissa todetaan, että yritysten on asetettava osaamisen kehittäminen ja tulevaisuuden työvoimastrategia kasvuunsa keskiöön. Yritykset eivät voi enää passiivisina odottaa osaajien ilmestymistä oven taakse töitä kysymään. (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016)

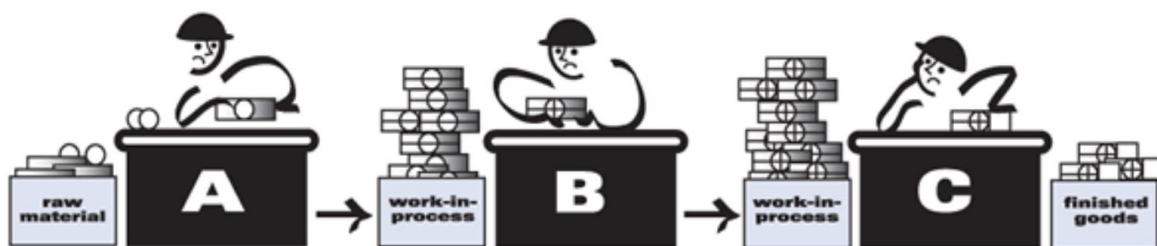
Vanha viitsikin kuvastaa erinomaisesti inhimillisen potentiaalinsa hyödyntämättä jättämistä. Viitsi menee kutakuinkin näin: Kaksi päällikköä juttelee työntekijöidensä kouluttamisesta. Ensimmäinen päällikkö kysyy: ”Entä, jos koulutamme työntekijöitä ja he lähtevät?”, johon toinen päällikkö toteaa: ”Entä, jos me emme kouluta heitä ja he jäävät?”. (JOHN LAING TRAINING, 2018)

Myös Sir Richard Branson (Virgin Group) on esittänyt asiaan liittyen oman aforisminsa: ”Kouluta työntekijöitäsi tarpeeksi, jotta he voivat lähteä, mutta kohtele heitä tarpeeksi hyvin, että he eivät halua”. (The Virgin Foundation, 2018)

## 2.5 Virtaus

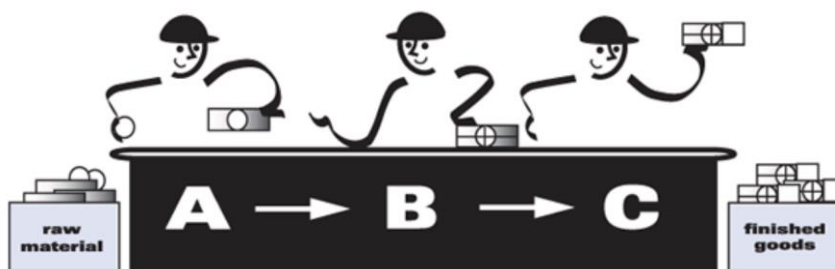
Jotta oikea-aikainen valmistus voidaan varmistaa, on tuotannon virrattava tasaisesti ja suunnitelmallisesti. Tämä varmistetaan luomalla jatkuva virtaus kaikkiin mahdollisiin paikkoihin, hyödyntämällä imuohjausta ja määrittelemällä tuotannon tahtiajat. Tuotannossa esiintyy tyypillisesti kahdenlaisia virtausperiaatteita, jotka ovat erä ja jonotusperiaate ja yhden kappaleen virtausperiaate.

Erä & jonotus virtausperiaatteen mukaisesti kokonainen erä siirtyy edeltävästä työvaiheesta seuraavaan (kuva 1). Erälle ei välttämättä ole ajankohtaista tarvetta seuraavassa työvaiheessa, mistä johtuen se voi joutua odottamaan käsittelyyn pääsyä. Tämä mahdollistaa myös viallisten tuotteiden siirtymisen seuraavaan vaiheeseen. Erä & jonotus periaatetta käytetään perinteisesti massatuotannossa. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)



Kuva 1. Erä & jonotus-virtausperiaate. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

Yhden kappaleen virtausperiaatteen (eli jatkuva virtaus) mukaisesti kappale siirtyy edeltävästä työvaiheesta seuraavaan vain kun se on täysin valmis ja sitä oikeasti tarvitaan (kuva 2). Tällä voidaan vähentää merkittävästi tuhlausta (tarpeetonta liikettä ja laatuvirheitä), lyhentää läpimenoaikaa, vähentää tilan tarvetta kappaleiden valmistamiseksi ja parantaa kapasiteetin riittävyyttä. (EMILIANI, 2007 ss. 78-79). Jatkuva virtaus voidaan saavuttaa useilla eri tavoilla, jotka vaihtelevat siirreltävästä kokoonpanolinjoista manuaalisiin soluihin. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018).



Kuva 2. Yhden kappaleen virtausperiaate. (Lean Enterprise Institute, Inc., 2018)

## 2.6 Arvovirta

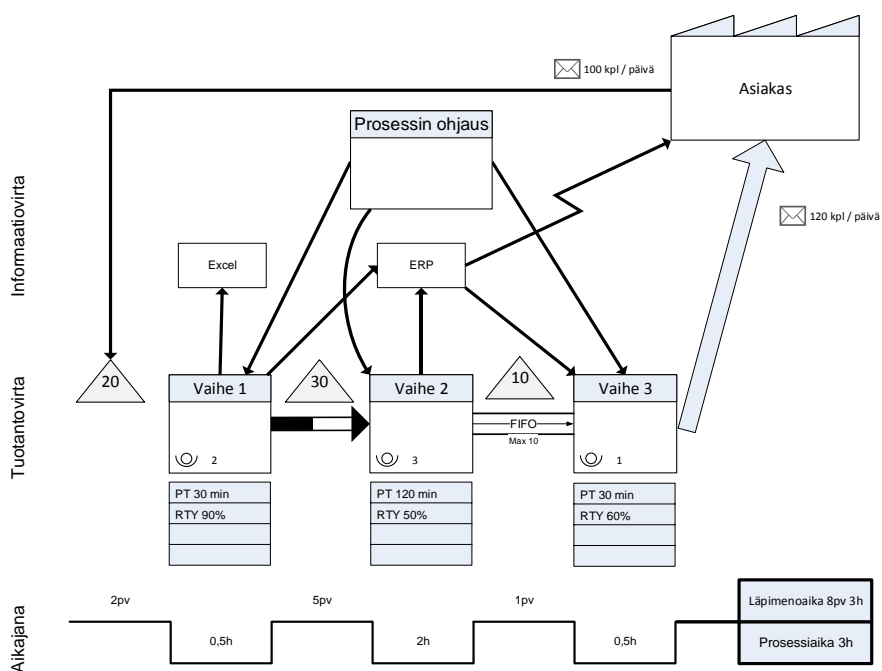
Rotherin ja Shookin (2009, 1) mukaan arvovirta käsittää kaikki toiminnot (arvoa lisäävät ja lisäämättömät), jotka vaaditaan tuotteen valmistamiseksi ja toimittamiseksi asiakkaalle. Arvovirta koostuu tuotantovirrasta (raakamateriaalista valmiiksi tuotteeksi) ja suunnitteluvirrasta (konseptista lanseeraukseen). Tuotantovirta mielletään usein vain materiaalin virtaamisena tuotannossa. On kuitenkin huomioitava, että tuotantovirta sisältää myös informaatiovirran, koska sen avulla eri prosesseille kerrotaan mitä tehdään ja milloin. (ROTHER, 2009 s. 1)

Arvovirran ohjauksen tulee perustua asiakaslähtöisyyteen ja liiketoimintaan syntyvän arvon tuottamiseen. Perinteisesti arvovirtaa ohjataan työntöohjauksella (esimerkiksi tuotannonsuunnittelijan laatiman järjestyksen mukaisesti), mikä synnyttää välivarastoja ja tekee hienosuunnittelusta haastavaa. Nykyaikaiset ohjausperiaatteet suosivat imuohjausta, jossa komponentteja valmistetaan vain välittömään tarpeeseen. Tämä mahdollistaa pienet ja nopeasti kiertävät välivarastot, joita ohjataan imukorttien, kanbanien, avulla. (MARTINSUO, 2016 s. 92)



### 2.6.1 Nykytilan arvovirtakuvauksen laatiminen

Rotherin ja Shookin (2009, 1) mukaan arvovirtakuvaus (Value-Stream Mapping, VSM) on kvalitatiivinen työkalu, jolla kuvataan arvovirran tuotantoprosesseja ja niiden välisiä materiaali- ja informaatiovirtoja yksinkertaisesti ja visuaalisesti. VSM:n avulla tähdätään virtauksen parantamiseen koko tuotantoketjussa tuomalla esiin hukkan lähteet, jotka pyritään myöhemmin poistamaan systemaattisesti ja pysyvästi. VSM sisältää nykytilan ja tavoitetilan kartoituksen ja toteutussuunnitelman. Kuviossa 3 on esitetty esimerkki tyypillisestä nykytilan arvovirtakuvauksesta. Kuvion tarkastelu aloitetaan asiakkaasta (oikea yläkulma) ja lopetetaan jakeluun (harmaa nuoli). Kuvion kulku etenee vastapäivään.



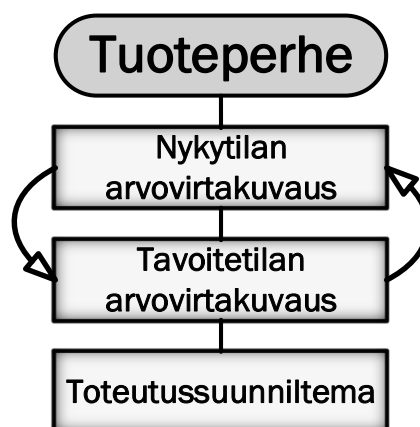
Kuvio 3. Esimerkki arvovirtakuvauksesta, mukaillen. (TORKKOLA, 2015 s. 136)

Arvovirtakuvauksella voidaan Rotherin ja Shookin (2009, 2) mukaan:

- hahmottaa kokonaisvaltaisesti ja syvällisesti tuotantoketju ja sen toiminta
- helpottaa tuhlauksen/hukan lähteiden esilletuomista
- luoda yhteinen kieli prosesseista (eri osastojen välillä)
- visualisoida päätöksenteko- ja ohjauspisteet ja keskustella niistä
- koota yhteen lean konseptit ja tekniikat
- luoda selkeät suunnitelmat muutostavoitteille (future-state map)
- visualisoida informaatio- ja materiaalivirran välinen yhteys

Arvovirtakuvaus kannattaa laatia aina kun suunnitellaan muutoksia arvovirtaan (esimerkiksi uusi tuotantoprosessi), harkitaan uuden kuormitusjärjestelmän hankkimista tai vaihdetaan tuotannon pääliikettä. Näin saadaan varmistettua muutosten sujuvuus. (ROTHER, 2009 s. 3)

Arvovirtakuvaus tulee laatia tuoteperheittäin, jotta prosessista ei tule liian monimutkainen tai raskas. Kuvauksen vaiheet on esitetty kuviossa 4. Prosessi alkaa tuoteperheen määrittelyllä ja etenee nykytilan arvovirtakuvauksen ja tavoitetilan kuvauksen kautta toteutussuunnitelman laadintaan.



Kuvio 4. Arvovirtakuvauksen vaiheet.

Jos tuotemix on monimutkainen, niin tuoteperheiden luokittelussa voi käyttää apuna tuotematriisia (kuvio 5), jossa tuotteet ja työvaiheet on esitetty taulukkomuodossa. Matriisissa työvaiheet ovat x-akselilla ja tuotteet y-akselilla. Rastilla merkitään kaikki prosessit, joiden läpi tuotteet kulkevat. Tuoteperheet voidaan laatia samankaltaisuuksien perusteella. Lopuksi valitaan tuoteperheet, joista selvitetään valmistusmäärät ja valmistustiheys. (ROTHER, 2009 ss. 1-4.)

Osa	Työvaiheet				
	A	B	C	D	E
1	X	X			
2	X	X	X		
3	X	X			
4	X		X		
5				X	X
6			X	X	X
7			X	X	
8				X	X

— Tuoteperhe 1  
— Tuoteperhe 2

Kuvio 5. Tuotematriisi.

Nykytilan arvovirtakuvauksen laatiminen aloitetaan selvittämällä syvällisesti tuoteperheen valmistuspolku lähtien asiakkaasta ja päättyen jakeluun. (ROTHER, 2009 s. 1.) Torkkolan (2015, 135) mukaan selvittäminen onnistuu parhaiten jalkautumalla tuotantoon ja kävelemällä prosessit läpi. Japanilaiset kutsuvat tätä *Gemba*-läpikävelyksi.

Seuraavaksi laaditaan arvovirtakuvaus tavoitetilasta tulevaisuuden vision ja avainkysymysten avulla (esim. kuinka arvon pitäisi virrata). Lopuksi laaditaan ja otetaan käyttöön toteutussuunnitelma, jossa on kuvattu yksinkertaisesti menetelmät tavoitteisiin pääsemiseksi. Toteutussuunnitelmat ovat yleensä vain muutaman sivun mittaisia, mikä ketteröittää niiden tulkintaa ja käyttöä. Kun määritetyt tavoitteet on saavutettu, niin laaditaan uusi tavoitetilan kartoitus ja toteutussuunnitelma. Prosessi on jatkuva ja

osa arvovirran jatkuvaa parantamista. Jatkuvalle prosessilla opitaan näkemään arvoa tuottavat vaiheet ja tuhlauksen lähteet. (ROTHER, 2009 ss. 1-4)

Torkkolan (2015, 137-135) mukaan arvovirtakaavio on uimaratakaaviota parempi työkalu nykytilan kuvaamiseen. Uimaratakaavio ohjaa usein ajatukset resursseihin ja rooleihin. Arvovirtakaavio ohjaa miettimään nykytilaa ja organisaation läpi liikkuvaa työtä asiakkaan näkökulmasta.

## 2.6.2 Tavoitetilan arvovirtakuvauksen laatiminen

Kuten aiemmin kerrottiin, VSM:n tarkoitus on tuoda esiin tuhlauksen lähteet ja auttaa luomaan viiveettömän virtaus. Tuhlauksien poistamiseksi laaditaan tavoitetilan arvovirtakartta ja toteutussuunnitelma, jolla tuhlauksen lähteet poistetaan systemaattisesti ja pysyvästi lyhyellä aikajaksolla. Tavoitteena on luoda tuotantoketju, jossa yksittäiset prosessit ovat linkitetty toisiinsa sisäisten asiakkuussuhteiden perusteella. Yhteistyön sujuvuus ja oikea-aikainen valmistus varmistetaan luomalla jatkuva virta ja/tai imuohjaus prosessien välille. (ROTHER, 2009 s. 49)

Toyotan suuntaviivat viiveettömälle virtaukselle Rotherin (2009, 38-48) mukaan:

- Määritä tuotannon tahtiaika
- Muodosta jatkuva virta kaikkiin mahdollisiin paikkoihin
- Muodosta supermarket paikkoihin, joissa jatkuva virta ei ulotu ylävirtaan
- Pyri aikataulutamaan tuotanto määritetyn ohjauspisteen avulla
- Tasapainota tuotantomix
- Tasapainota tuotantovolyymi
- Kehitä kyky tehdä jokainen osa (tuote) ohjauspistettä edeltävissä vaiheissa vuoden jokaisena päivänä ja laajenna se myöhemmin vuorottaisiksi ja tunneittain toteutettavaksi

Rotherin (2009, 49) mukaan tavoitetilan arvovirtakuvauksen laatiminen kannattaa aloittaa käymällä liuta kysymyksiä läpi ja kehittämällä niihin suurpiirteiset vastaukset. Vastausten perusteella muodostetaan ideoita / ajatuksia, jotka merkitään punaisella kynällä nykytilan arvovirtakuvaukseen. Tämän jälkeen aloitetaan tavoitetilan arvovirtakuvauksen laadinta.

Avainkysymykset tavoitetilan laatimiseen:

- Paljonko on tahtiaika?
- Aiotaanko perustaa supermarket valmiille tuotteille?
- Missä voi käyttää jatkuvan virtauksen prosessia?
- Missä tarvitaan käyttää supermarket-imuohjausta, jotta edeltävien prosessien ohjaus saadaan hallintaan?
- Missä kohdassa tuotantoa tehdään kuormitus/aikataulutus (ohjauspisteen määrittäminen)?
- Kuinka ohjauspisteen tuotantomix tasapainotetaan?
- Miten ohjauspisteen työkuorman tasapainotus toteutetaan?

- Mitkä prosessien parantamiset ovat välttämättömiä virtauksen kannalta, jotta tavoitetilan määrittämiin tavoitteisiin päästään?

### 2.6.3 Tavoitteisiin pääseminen

Koska arvovirta koostuu useiden eri osastojen prosesseista ja toiminnoista, tulee jokaisella arvovirralla olla oma päällikkönsä (Value-Stream Manager). Päällikön tulee johtaa kokonaisvaltaisesti eri osastoja arvovirran perspektiivistä yli osastojen välisten rajojen. Päällikkö vastaa nykytila- ja tavoitetilakuvausten ja toteutussuunnitelmien laadinnasta ja ajantasaisuudesta. (ROTHER, 2009 ss. 5-6)

Rotherin (2009, 75) mukaan VSM on vain suunnittelua avustava työkalu ja niin kauan kuin suunniteltuihin tavoitteisiin ei olla päästy, on VSM lähes hyödytön. Jotta tavoitteisiin pääseminen olisi helpompaa, voi VSM:n avuksi laatia yksityiskohtaiset prosessikaaviot ja layoutit ja vuosittaisen value-stream-suunnitelman.

### 2.6.4 Suunnitelmien ja toteutusten pilkkominen

Tavoitetilan arvovirtakuvaus näyttää kokonaisvaltaisesti tuotantoketjun virtauksen läpi tehtaan, joten suunniteltuja kehitystoimenpiteitä on mahdotonta toteuttaa yhdellä kerralla. Suunnitelmat kannattaa pilkkoa pienempiin osiin looppien (tahdinantaja- ja apulooppien) avulla. (ROTHER, 2009 s. 76)

Tahdinantajalooppi käsittää materiaali- ja informaatiovirran tahdinantajan ja asiakkaan (prosessin) välillä. Tämä looppi on arvovirrassa viimeisimpänä ja siihen tehtävät muutokset vaikuttavat kaikkiin aiemmassa vaiheessa oleviin toimintoihin. (ROTHER, 2009 ss. 75-92)

Apuloopit ovat tahdinantajaloopin yläpuolella ja pitävät sisällään materiaali- ja informaatiovirtoja imu-toimintojen välillä. Jokainen supermarket arvovirrassa toimii looppien välisenä rajana. Loopit voidaan ympyröidä tavoitetilan arvovirtakuvaukseen, mikä helpottaa virtaussegmenttien hahmottamista arvovirrassa. Looppien avulla kehitystoimenpide-ehdotukset voidaan jakaa pienempiin osioihin toteuttamisen helpottamiseksi. (ROTHER, 2009 ss. 75-92)

### 2.6.5 Arvovirtasuunnitelma

Tavoitetilan arvovirtakuvaus vaatii tuekseen arvovirtasuunnitelman, joka näyttää yksityiskohtaisesti suunnitelmat ja toteutusaikataulut, mitattavat tavoitteet ja selkeät tarkastuspisteet ja määräajat ja nimetyt arvioijat. (ROTHER, 2009 s. 80)

Toteutuksen suunnittelussa nousee usein esille kysymykset: Missä järjestyksessä kehitystoimenpiteet tulisi toteuttaa tai mistä toimenpiteestä kannattaisi aloittaa? Vastauksia näihin kysymyksiin kannattaa lähteä miettimään tavoitetilan arvovirtakuvauksen looppien avulla. Kannattaa miettiä missä kohtaa prosessi on selkein ja tunnetuin, missä kohtaa onnistuminen on todennäköisintä ja missä kohtaa voidaan saada maksimaalinen hyöty minimaalisella panoksella (räjäyttää potti). Luodut loopit voidaan

numeroida arvovirtakuvauksessa ja -suunnitelmassa hahmottamisen helpottamiseksi. (ROTHER, 2009 s. 80)

Yksi tehokas strategia on aloittaa toteutus arvovirran alapäässä olevasta tahdinantaja loopista, joka on lähimpänä todellista asiakasta. Tahdinantaja voidaan nähdä "sisäisenä asiakkaana", joka kontrolloi ylemmän virran (looppien) vaatimuksia virtauksen suhteen. Kun tahdinantajan virtaus on saatu parannettua se tuo ylävirran ongelmat esiin. Tätä strategiaa käytettäessä on mahdollista myös kehittää yhtä aikaa joitakin ylävirran looppeja, mutta suurin huomio kannattaa pitää tahdinantajaloopissa. (ROTHER, 2009 s. 80)

Tarkasteltaessa looppeja kannattaa kerrata tavoitetilaa koskevat avainkysymykset, jotka liittyivät tahdintajan ja ohjauspisteen (tahdinantajan) määrittämiseen, supermarkettien-, jatkuvan virran- ja imuohjauksen luomiseen, tuotemixin ja -volyymien tasapainottamiseen ja välttämättömien kehitystoimenpiteiden toteuttamiseen. Looppien kehitystoimenpiteet noudattavat usein seuraavaa järjestystä:

1. Jatkuvan virran luominen, tahtiaikaan perustuen
2. Imuohjauksen luominen
3. Tuotannon tasapainotus (tuotemixin ja -volyymien tasapainottaminen)
4. Kaizen-toimenpiteiden toteutus hukun poistamiseksi, eräkokojen ja supermarkettien pienentämiseksi ja jatkuvan virtauksen kantaman laajentamiseksi

Rother (2009, 81) mukaan järjestys voi olla toinenkin ja toimenpiteitä voi tapahtua yhtä aikaa tai toimenpiteet voivat luoda toisiaan. Esitetystä järjestyksestä kannattaa kuitenkin pitää kiinni, sillä jatkuvan virran luomisella saadaan maksimaalinen vaikutus hukun poistamiseksi ja läpimenoaikojen minimoimiseksi. Tämä johtaa ylituotannon vähenemiseen ja mahdollistaa töiden standardisoinnin ja parantaa tuotannon ennustettavuutta ja luotettavuutta tahtiaikaan nähden. Imuohjauksella varmistetaan virtauksen ohjaus ja sujuvuus. Seuraavaksi tuotanto on tasapainotettava, jotta virtaus pysyy vakiona. Lopuksi on mietittävä välttämättömien kehitystoimenpiteiden toteutus.

Kun kehitystoimenpiteiden järjestys on selvillä, tulee laatia vuosittainen arvovirtasuunnitelma, johon kirjataan toimenpiteet aikatauluineen. Suunnitelma muistuttaa Ganttin kaaviota. Liitteessä 7 on esitetty esimerkki vuosittaisesta arvovirtasuunnitelmasta.

## 2.6.6 Toimenpiteiden varmistaminen

Jotta kehitystoimenpiteiden toteutuminen voidaan varmistaa, on niitä seurattava ja valvottava jatkuvasti. Arvovirran kehittäminen on johdon vastuulla ja heidän on ymmärrettävä oma roolinsa kokonaisvirran hahmottamisessa, tulevaisuuden vision kehittämisessä ja sen toteuttamisen johtamisessa. Arvovirran kehittämistä ei voi vain delegoida alemmille tasoille. Johdon on varmistettava yli osastojen rajojen yltyvät kehitystoimenpiteet ja niiden perehtymiseen ja seurantaan on varattava aikaa. Toimenpiteet on otettava osaksi päivittäistä johtamista ja koko organisaatio on saatava sitoutettua niiden toteuttamiseksi. (ROTHER, 2009 ss. 86-87)

### 3 NYKYTILA-ANALYYSI

#### 3.1 Yritysesittely

Hydroline Oy valmistaa hydraulisia toimilaitteita vaativiin tarpeisiin, pääosin liikkuvien koneiden ja laitteiden hydraulikkajärjestelmiin. Yrityksellä on yksi tuotantolaitos Suomessa ja yksi Puolassa. Yritys valmistaa noin 120 000 toimilaitetta vuodessa ja tuotteistoon kuuluu erityyppiset hydraulisylinterit, paineakut ja sylinterien varaosat. Aktiivisia nimikkeitä on noin 1500 kpl ja keskimäärin jokaisessa mallissa on noin 10 erilaista komponenttia, kuten varsi, mäntä, ohjain, putki, johdinputki, venttiilit ja tiivistet. Suurimmat sylinterit, joita yritys valmistaa ovat halkaisijaltaan 30 senttimetriä ja pituudeltaan 12 metriä. Sylinterien käyttöpaine voi olla suurimmillaan 420 baria ja erikoissovelluksissa jopa 700 baria. Kuvassa 3 on esitetty tyypillisiä tuotannossa olevia sylintereitä. (Hydroline Oy, 2017)

Yrityksen tuotteet on jaettu High-end-, Mid-end- ja Low-end- tuotteisiin. High-end tuotteilla tarkoitetaan kehittyneitä tuotteita useilla eri räätälöintivaihtoehdoilla, kuten integroidut elektroniikka- ja venttiiliratkaisut. High-end-tuotteiden osuus tuotantovolyymista on noin 35%. Mid-end-tuotteilla tarkoitetaan vähemmän räätälöityjä tuotteita, jotka sisältävät esimerkiksi integroitua venttiilejä ja niiden osuus tuotantovolyymista on noin 30%. Low-end-tuotteilla tarkoitetaan yksinkertaisia sylintereitä, joissa ei ole lisättyjä komponentteja, osuus noin 35% tuotantovolyymista. Suomen tehdas on keskittynyt High-end-tuotteiden valmistukseen ja Puolan tehdas mid-end- ja low-end-tuotteiden valmistukseen. Keskimääräinen erä koko Suomessa on noin 4 sylinteriä / sarja ja Puolassa noin 25 sylinteriä / sarja. (Hydroline Oy, 2017)

Hydrolinen valmistamista sylintereistä 44% menee kaivos- ja rakennusteollisuuden tarpeisiin, 31% kappaletavarankäsittelylaitteisiin, 13% maatalouslaitteisiin ja 12% metsäkoneisiin. Suurimpia asiakkaita ovat muun muassa Sandvik, Cargotec, John Deere, AGCO, Normet, Bronto Skylift ja Mitsubishi Nichiyu Forklift (Rocla). Tyypillisiä kaivos- ja rakennusteollisuuteen meneviä sylintereitä ovat muun muassa tukijalka-, syöttö-, nosto-, puomi- ja värähtelysylinterit. Kappaletavarankäsittelyyn meneviä sylintereitä ovat muun muassa kääntö-, pidennys-, lava-, nosto- ja tukijalkasylinterit. Maa- ja metsätalouteen meneviä sylintereitä ovat muun muassa ohjaus-, pidennys-, vakautus- ja leikkuukoneiden päiden sylinterit.

Vuonna 2017 Hydroline lanseerasi LEO-kunnonvalvontaratkaisun, jolla voidaan varmistaa työkoneiden ja -laitteiden häiriötön toiminta. Ratkaisun avulla saadaan informaatio sylinterin vaurioista ja ennakkoivasta huoltotoimenpiteestä. (Savon Sanomat, 2018). Vuonna 2018 ratkaisua testataan asiakkaiden tuotteissa ja konseptin on tarkoitus olla valmis vuonna 2019. Digitalisaation myötä yritys pääsee kasvamaan uudelle alueelle, jonka uskotaan tukevan yrityksen kansainvälistä kasvua. (Tekniikka ja Talous, 2018)

Hydrolinen kilpailijoita Suomessa ovat muun muassa Nummi (Wipro Infrastructure Engineering Oy), Norrhydro Oy, Hydoring Oy, Hydroll Oy ja Pematic Oy.

Yrityksellä on myös huoltopalvelutoimintaa (Hydroline Services), joka sisältää muun muassa sylinterien huoltoa ja kunnostusta, varaosien ja työkalujen myyntiä ja koulutuspalveluita. Servicen toiminta ei ole rajoittunut vain Hydrolineen valmistamiin sylintereihin vaan se kattaa myös kilpailijoiden valmistamat sylinterit. Servicen tarjoamien palveluiden avulla käytettyjen sylinterien elinkaaria voidaan jatkaa uuden sylinterin hankintaa edullisemmin.



Kuva 3. Esimerkkejä Hydrolineen valmistamista sylintereistä. (Hydroline Oy, 2018)

### 3.2 Tuotanto

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

### 3.3 Layout ja materiaalivirta

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

### 3.4 Nykytilan arvovirtakuvaus

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.





Kokoonpanossa ja testauksessa valmistettiin X työtä, jotka sisälsivät X eri nimikettä ja X sylinteriä. Kuitattua työaika kertyi noin X tuntia. Solutarpeeksi saatiin noin X kpl. Laskelmat on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Kokoonpanon ja testauksen penkkitarve.

<b>Kuitattu aika (h)</b>	X
<b>Työpäivät / vuosi</b>	213,5
<b>Työaika / vuoro (h)</b>	8
<b>Vuoroja / päivä</b>	3
<b>Vuosikapasiteetti, brutto</b>	5124
<b>Tuottavan työn osuus</b>	X
<b>Vuosikapasiteetti, netto</b>	2562
<b>Solutarve</b>	<b>X</b>

Kokoonpanossa ja testauksessa valmistettiin X anturimallista työtä, jotka sisälsivät X eri nimikettä ja X sylinteriä. Kuitattua työaika kertyi noin X tuntia. Solutarpeeksi saatiin X kpl. Laskelmat on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Kokoonpanon ja testauksen penkkitarve anturimalleille.

<b>Kuitattu aika (h)</b>	X
<b>Työpäivät / vuosi</b>	213,5
<b>Työaika / vuoro (h)</b>	8
<b>Vuoroja / päivä</b>	3
<b>Vuosikapasiteetti, brutto</b>	5124
<b>Tuottavan työn osuus</b>	X
<b>Vuosikapasiteetti, netto</b>	2562
<b>Solutarve</b>	<b>X</b>

Laskelmien perusteella arvovirran kokoonpanoon tarvitaan nykyisillä työmäärillä X solua esikokoonpanoon ja X solua testaukseen, yhteensä X henkilöä.

## 4.2 Tahtiaika

Tahtiaika ilmaisee, kuinka usein tulee valmistaa yksi osa tai tuote ja se lasketaan jakamalla päivittäin käytössä oleva tehokas toiminta-aika (sekunneissa) vuorottaisella asiakastarpeen määrittämällä kapasiteetillä. Asiakas voi tässä tapauksessa olla esimerkiksi seuraava työvaihe tuotannossa. (ROTHER, 2011)

$$\text{tahtiaika, } s = \frac{\text{Tehokas toiminta - aika vuoroa kohti}}{\text{Kysyntä vuoroa kohti}}$$

Hydrolinen tuotantoprosesseille ei ollut olemassa olevia tahtiaikoja, joten ne jouduttiin arvioimaan ja määrittämään tämän työn aikana. Tahtiajan laskeminen kokoonpanossa oli hankalaa, koska kyseessä on räätälöityjen sylinterien valmistus eräkokojen ollessa pieniä ja sylintereiden valmistuksen ohjaus

tiettyihin soluihin on tällä hetkellä vaillinainen (ei solukohtaisia työjonoja), esikokoonpanon ja testausten henkilöiden osaamisessa on eroavaisuuksia (testauksessa on pätevämpiä henkilöitä) ja solut eivät ole identtisiä keskenään. Työkalupuutteita esiintyy, mikä aiheuttaa työkalujen lainaamista toisilta pis-teiltä ja lisää tuottamattoman työn määrää eli tuhlausta.

Tahtiajat suunnitellun arvovirran kokoonpanosoluille laskettiin Rotherin (2011, 71) esimerkin mukai-  
sesti. Asiakastarpeeksi määriteltiin vuoden aikana valmistettujen sylinterien määrä jaettuna vuoden  
työpäivillä. Laskettu tahtiaika on osastokohtainen ja se on jaettava solujen määrällä. Vertailun vuoksi  
laskettiin myös nimikekohtainen- ja työkohtainen tahtiaika.

### **Esikokoonpano (X solua)**

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu  
toimeksiantajan pyynnöstä.

### **Kokoonpano ja testaus (sis. anturimallit)**

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu  
toimeksiantajan pyynnöstä.

### 4.3 Juurisyyanalyysi – ongelmien ja esteiden selvitys

Arvovirtakuvauksen laadinta ja tuotannon virtauttaminen edellyttää huolellista selvitystä tuotannon läpimenoaikoihin liittyvistä ongelmista ja esteistä. Tässä työssä käsitellään tuotannon virtauksen kannalta olennaisimpia tuhlauksia ja hukkia ja työ keskittyy prosessien tutkimiseen ja parantamiseen, ei syyllisten esilletuomiseen tai syyttämiseen. Tärkeintä on löytää juurisyyt, ei syyllisiä.

Rotherin (2011, 128) mukaan ongelmat eivät johdu henkilöistä vaan systeemistä, jossa henkilöt työskentelevät. Ongelmanratkaisussa kannattaa keskittyä prosesseihin ja pitää mielessä seuraavat kolme olettamusta: *”Ihmiset tekevät aina parhaansa”, ”Ongelma on järjestelmän ongelma, ja jos me olimme toisen henkilön asemassa, sama ongelma olisi silti ilmennyt” ja ”Kaikkeen on syynsä, ja yhdessä työskennellen me voimme ymmärtää ongelman syyn”.* (ROTHER, 2011 s. 128)

Hydrolinen läpimenoaikaan vaikuttavia ongelmia alettiin selvittää syksyllä 2017 heti opinnäytetyön aiheen hyväksynnän jälkeen. Selvitystyö tehtiin jalkautumalla tuotantoon, kenttähaastattelujen muodossa ja osallistumalla lukuisiin palavereihin. Selvityksessä ilmenneet asiat kirjattiin syy-seuraus-kaavioon (liite 3), josta voidaan havaita, että tuotannossa esiintyy lähes kaikkia hukan ja tuhlauksen muotoja, jotka aiheuttavat hajontaa tuotannon läpimenoaikoihin ja heikentävät virtausta.

#### 4.3.1 Prosessit ja olosuhteet

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

#### 4.3.2 Tuotannonohjaus

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

#### 4.3.3 Ihmiset ja johtaminen

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

#### 4.3.4 Materiaalit ja komponentit

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

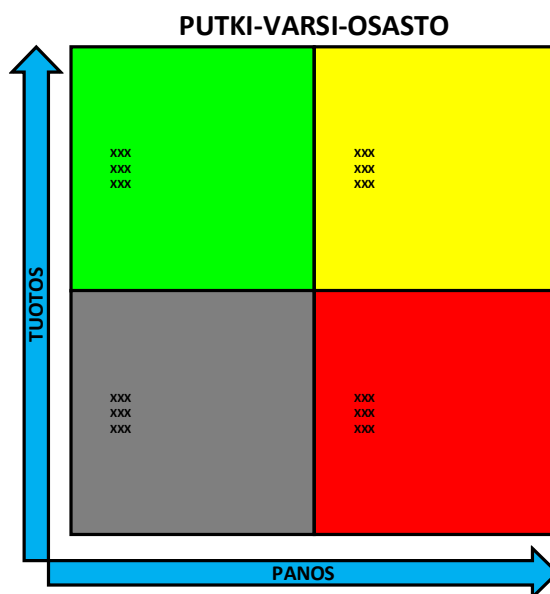
### 4.4 Kehitysehdotukset

Tuotannon virtauttaminen edellyttää systemaattista ja pysyvää ongelmanratkaisua. Tämän työn ongelmanratkaisuehdotukset keskittyvät virtauksen kannalta merkittävimpien ongelmien poistamiseen muodostettavassa arvovirrassa. Ratkaisujen vaikuttavuutta arvioitiin nelikenttäänalyysin (kuviot 8-10)

avulla, jossa x-akselilla on panos (tarvittava työmäärä) ja y-akselilla tuotos (saavutettu hyöty). Vihreällä alueella olevat ratkaisut vaativat vähän työtä ja tuottavat suuren hyödyn. Keltaisella alueella olevat ratkaisut vaativat paljon työtä ja tuottavat suuren hyödyn. Punaisella alueella olevat ratkaisut vaativat paljon työtä ja tuottavat pienen hyödyn. Harmaalla alueella olevat ratkaisut vaativat vähän työtä ja tuottavat pienen hyödyn.

#### 4.4.1 PV2-solu

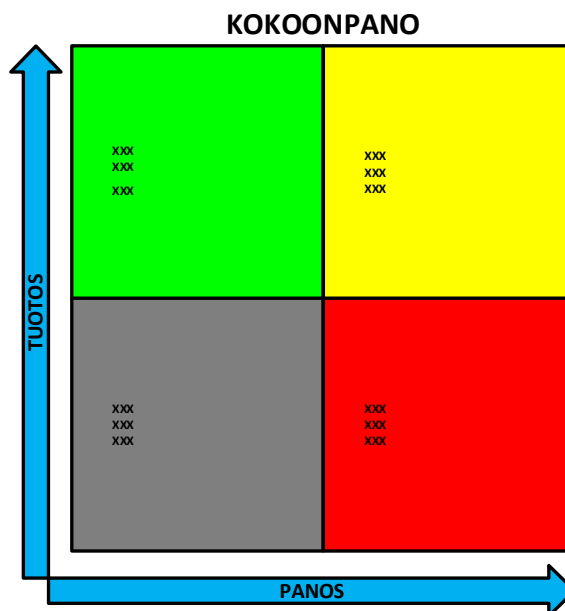
Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.



Kuvio 6. PV2-solun nelikenttäanalyysi.

## 4.4.2 Kokoonpano

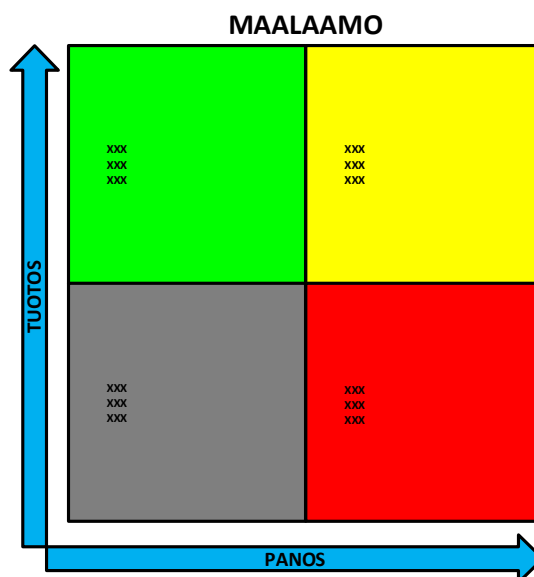
Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.



Kuvio 7. Kokoonpanon nelikenttäanalyysi.

## 4.4.3 Maalaamo

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.



Kuvio 8. Maalaamon nelikenttäanalyysi.

#### 4.5 Ylemmän tason tavoitteet

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

#### 4.6 Tavoitetilan arvovirtakuvaus

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

#### 4.7 Toteutussuunnitelma

Toteutussuunnitelma laadittiin Rotherin (2009, 80-85) ohjeiden mukaisesti ja sen pohjana toimi tavoitetilan arvovirtakuvaus. Suunnitelma muistuttaa Ganttin taulua ja siitä ilmenee täsmällisesti ja yksityiskohtaisesti toteutettavat suunnitelmat, mitattavat tavoitteet ja selkeät tarkastuspisteet aikarajoineen ja nimettyine tarkatajineen. Toteutusjärjestystä hahmoteltaessa pohdittiin muun muassa seuraavia asioita: Missä kohti tuotantoketjua prosessi on parhaiten tunnettu? Missä onnistuminen on todennäköisintä? Missä voidaan saavuttaa suuri hyöty pienellä panostuksella?

Toteutussuunnitelmaehdotus muotoutui liitteen 7 mukaiseksi. Osastokohtaiset parannusehdotukset kirjattiin ja järjesteltiin loopeittain suunnitelmaan (loopit 1,2 ja 3). Suunnitelma sisältää parannuskohdet, mitattavat tavoitteet, aikataulun, tehtävien omistajat ja vastuuhenkilöt ja katselmoijan ja päivämäärän. Suunnitelma auttaa hahmottamaan toteutettavat parannuskohteet ja niiden aikataulut. Suunnitelman ylläpidosta vastaa perustettavan arvovirran Value Stream Manager.

## 5 PROJEKTIN TOTEUTUS JA SEURANTA

Arvovirran luominen ja projektin seuranta ovat tämän työn valmistumisvaiheessa (elokuussa 2018) vielä kesken. Yrityksellä on kova investointibuumi päällä ja vuosina 2017-2020 aiotaan investoida tuotantoon yhteensä 12 miljoonaa euroa. Yritys palkkasi 40 uutta työntekijää vuonna 2017 ja ainakin saman verran aiotaan palkata myös vuonna 2018. (Tekniikka ja Talous, 2018)

Osa tässä työssä esille tuoduista toimenpide-ehdotuksista on toteutettu ja muutoksia mittaroidaan muun muassa seuraamalla: putken pariumisprosenttia (PV2-solussa), työvaihekuittauksia, töiden välistä odotusaikaa ja solujen jättämää (viivästyneitä töitä). Osa muutosehdotuksista on vielä käsitteilyssä ja toteutukset tapahtunevat syksyllä 2018.

Vuorelan tehtaan tuotannosta siirrettiin yksi merkittävä Low-end-tuoteasiakkuus valmistettavaksi Puolan tehtaalle. Siirrolla saatiin vapautettua koko tehtaan kapasiteettia ja siirto mahdollistaa kokoonpanon layoutin kehittämisen tulevaisuudessa. Erityisesti kokoonpanon jälkeiset osastot, kuten maalaamo hyötyy tästä koska kyseisen asiakkaan sarjakoot ovat tehtaan muita sarjakokoja suurempia ja aiheuttavat noin X% kaikista maalaukseen liittyvistä sisäisistä reklamaatioista. Siirto parantaa kokoonpanon jälkeistä virtausta merkittävästi, koska korjausmaalaukseen tulevien sylintereiden määrä laskee.

Päivittäisen johtamisen tueksi, alettiin pitää kapeikkopalavereita kaksi kertaa päivässä yrityksen WarRoom-tilassa (kuva 10). Tilan seinille asetettiin tuotannon osastokohtaiset taulut, joihin päivitetään käytettävissä olevat henkilö- ja koneresurssit, kärrykierto ja syntyneet kapeikot. Palaveriin osallistuu tehdaspäällikkö, tuotantopäällikkö, esimiehet ja teamleaderit ja palaverin tarkoituksena on pyrkiä poistamaan tuotannon virtausta rajoittavat kapeikot mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Palaverien avulla on saatu helpotettua kapeikkojen tunnistamista ja poistamista, parannettua tiedonkulkua eri osastojen välillä ja kehitettyä jatkuvan parantamisen kulttuuria.



Kuva 4. WarRoom.

Tuotannossa otettiin keväällä 2018 käyttöön uusi palkitsemisjärjestelmä, jolla pyritään parantamaan työntekijöiden työmotivaatiota. Palkkion maksamisen edellytyksenä ovat määritetty laatu-, toimitusvarmuus-, työturvallisuus- ja siisteystaso. Mittarit eivät ole riippuvaisia toisistaan ja palkkiota voi saada jonkin osa-alueen vaatimusten täytyttyä. Vuonna 2017 vuoden lopussa yritys kokeili vastaavanlaista palkitsemisjärjestelmää ja esimerkiksi kokoonpanon tehokkuus kasvoi noin X% järjestelmän olemassa olon aikana. Uudella palkitsemisjärjestelmän tuottamia tuloksia päästään arvioimaan tämän työn valmistumisen jälkeen.

Syksyllä 2018 yrityksen työajan seuranta vaihdetaan nykyaikaiseen, automatisoidumpaan, versioon, mikä vapauttaa tuotannon esimiesten resursseja. Esimiehille jää enemmän aikaa keskittyä tuotannon ohjaukseen ja -kehittämistoimenpiteisiin ja päivittäiseen johtamiseen. Näin saadaan parannettua tuotannon kehitystoimenpiteiden suunnittelua, toteutusta ja seuranta ja työntekijöiden johtamista yksilötasolla.

#### 5.1 PV2-solu

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

#### 5.2 Kokoonpano

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.

#### 5.3 Maalaamo

Tämä luku esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on toimeksiantajan pyynnöstä salainen.



## 6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Organisaatiot ovat muuntumassa entistä enemmän asiakaslähtöisiksi, mikä edellyttää tuotantoketjujen tarkastelua asiakkaan näkökulmasta. Tuotantoketjujen on pystyttävä tuottamaan ensiluokkaista laatua, oikea-aikaisia toimituksia, kilpailukykyistä kustannustasoa, uusia ja turvallisia tuotteita ja ratkaisuja ja asiantuntevaa ja nopeaa palvelua. Jotta nämä tarpeet saadaan tyydytettyä ja kannattava liiketoiminta varmistettua, on tuotannon virrattava hyvin.

Tuotannon virtauttaminen vaatii huolellisen esiselvityksen sisältäen selkeän toteutussuunnitelman parannustoimenpiteiden tehokkaaseen ja viiveettömään toteuttamiseen. Arvovirtakuvaus on hyvä työkalu esiselvityksen tueksi ja sen avulla voidaan luoda visuaalinen- ja kokonaisvaltainen näkymä tuotantoketjun sisältämistä materiaali- ja informaatiovirroista. Kuvauksen avulla voidaan paikallistaa virtauksen sisältämät tuhlauksen lähteet, jotka on poistettava systemaattisesti ja pysyvästi. Huolellisesti laadittua arvovirtakuvausta tulee ja kannattaa ylläpitää jatkuvasti, jotta virtauksen kehittymistä on helppo seurata. Laadinta ei ole kertaluontoinen ponnistus, vaan kyseessä on jatkuvan parantamisen työkalu ja prosesseja on mitattava ja kehitettävä jatkuvasti.

Tämän opinnäytetyön tavoite oli selvittää Hydroline Oy:n tuotannon virtauttamista. Valitettavasti tuotannon virtauttamisprojektia ei saatu päätökseen ennen tämän työn ja allekirjoittaneen tutkintoon valmistumista. Työssä saatiin kuitenkin luotua tarvittava teoriaosuus, nykytilan ja tavoitetilan arvovirtakuvaukset ja toteutussuunnitelmaehdotus. Saavutettuja tuotoksia ja tuloksia voidaan hyödyntää yrityksen kehittämishankkeissa ja koulutuksissa tulevaisuudessa.

Tässä työssä esille tuotuja virtaukseen heikentävästi vaikuttavia tekijöitä saatiin työn julkaisuhetken mennessä parannettua noin kymmenen ja muutoksilla on saatu vähennettyä tuhlauksen määrää ja hajontaa ja saavutettu parempi virtaus tuotannossa. Työvaiheiden välisiä aikoja on saatu lyhennettyä ja tuotannonohjausta ja tuotannon läpinäkyvyyttä on saatu parannettua lisäämällä tuotantopalavereja ja perustamalla tuotannonohjaustauluja. Tämän on vähentänyt myös kärryjen sumautumista työvaiheiden eteen. Tarkempia lukuja virtauksen muutoksesta ei saatu tämän työn valmistumiseen mennessä kerättyä, joten seuranta ja kehitystyöt jatkuvat työn julkistamisen jälkeen. Parantuneen virtauksen merkitys on yritykselle suuri ja edesauttaa yritystä saavuttamaan tavoitellut kasvusuunnitelmat.

Kapasiteettia on saatu vapautettua siirtämällä low-end valmistusta Puolan tehtaalle, mikä on edesauttanut muiden töiden etenemistä tuotannossa ja mahdollistanut layoutin kehittämisen. Kokoonpanossa on siirrytty testaamaan entistä linjamaisempaa valmistusta, mikä on lyhentänyt läpimenoaikaa noin X%. Palkitsemisjärjestelmällä on kokoonpanossa saavutettu jopa X%:n parannus tuottavuuteen. Osaamisen johtamista on saatu parannettua pitämällä kehityskeskusteluita ja laatimalla työntekijäkohtaiset ja yrityksen kasvua tukevat koulutussuunnitelmat. Tällä on saatu vähennettyä henkilöityneitä erikoistöitä ja riskiä töiden keskeytykseen osaavan henkilön poissa ollessa. Tuotantolaitteistoa ja työkaluja on hankittu ja nykyaikaistettu koko tehtaassa, mikä vähentää turhaa siirtelyä ja liikettä ja parantaa työturvallisuutta.

Opinnäytetyön aihe oli kirjoittajalleen sopivan haastava ja laaja. Työ saatiin kytkettyä hyvin muihin YAMK:n sisältämiin opintoihin ja yrityksen kasvustrategiaan liittyviin kehitystoimenpiteisiin. Työssä käytettyä materiaalia saatiin kerättyä työn ohella hyvin, mikä edesauttoi työn suunnittelussa ja rajauksessa. Opinnäytetyön laatiminen edisti ammatillista osaamista merkittävästi, koska työssä jouduttiin perehtymään Lean-filosofiaan ja Hydraulinen tuotantoon syvällisesti. Tämä avasi näkemystä yrityksen tuotannosta ja prosesseista. Projektin myötä opittiin katsomaan asioita laajemmasta perspektiivistä yksityiskohtien sijaan.

Työn toteutusta voisi helpottaa käymällä kattavan Lean-koulutuksen läpi ja vieraillemalla kehittyneissä lean-yrityksissä. Näin voitaisiin saada syvällisempi ja avarakatseisempi näkemys hyvin virtaavasta tuotannosta. Toteutukseen kannattaa varata riittävästi aikaa ja työn tehokasta etenemistä edesauttaa, jos tällaisen projektin voi toteuttaa päivätöinä, eikä muun työn ohella. Onneksi allekirjoittaneella oli mahdollisuus ottaa kolmen kuukauden opintovapaa työstä, mikä mahdollisti opinnäytetyön kirjallisuusosion laatimisen sujuvasti. Tällaista projektia voi suositella keskiuurille yrityksille, joilla on käytössään vähintäänkin leanin perusteet ja jatkuvan parantamisen kulttuuri.

## 7 LÄHTEET

- EMILIANI, B., GRASSO, L., STEN, D., STODDER, J. 2007.** *Better Thinking, Better Results.* Wethersfield : The Center for Lean Business Management, LLC, 2007.
- GOLDRATT, E., COX, J. 2014.** *Tavoite.* Juva : Bookwell Oy, 2014.
- Hydroline Oy. 2018.** Hydroline Oy. [Online] 25. 5 2018. [Viitattu: 25. 5 2018.] <http://www.hydroline.fi/>.
- Hydroline Oy. 2017.** *Liiketoimintasuunnitelma.* Vuorela : Hydroline Oy, 2017.
- JOHN LAING TRAINING. 2018.** John Laing Training. [Online] 23. 5 2018. [Viitattu: 23. 5 2018.] <https://www.jlt.co.uk/blog/what-if-we-train-them-and-they-leave-what-if-we-dont-and-they-stay/>.
- LANE, GREG. 2017.** *Leader Standard Work.* Vuorela : s.n., 2017.
- LARIKKA, M., HEINILÄ, P., SELIN, K., TUOMINEN, J. 2007.** *Tuottavuuden jatkuva parantaminen.* Tampere : Tammer-Paino Oy, 2007. 978-951-817-939-2.
- Lean Enterprise Institute, Inc. 2018.** Lean.org. *The 8 Wastes Of Distribution.* [Online] 7. 6 2018. [Viitattu: 7. 6 2018.] <https://www.lean.org/downloads/The8WastesOfDistribution.pdf>.
- Lean Enterprise Institute, Inc. 2018.** Lean.org. [Online] 8. 6 2018. [Viitattu: 8. 6 2018.] <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>.
- KILPATRICK, J. 2003.** *Lean Principles.* Utah : Utah Manufacturing Extension Partnership, 2003.
- LÄMSÄ, A-M., PÄIVIKE, T. 2013.** *Organisaatiokäyttötymisen perusteet.* Helsinki : Edita Publishing Oy, 2013. 978-951-37-4081-1.
- MARTINSUO, M., MÄKINEN, S., SUOMALA, P., LYLTY-YRJÄNÄINEN, J. 2016.** *Teollisuustalouden kehittyvässä liiketoiminnassa.* Helsinki : Edita Publishing, 2016. 978-951-37-6921-5.
- ROHANI, J., ZAHRAEE, S. 2015.** ScienceDirect. [Online] 4-6. 2 2015. [Viitattu: 4. 5 2018.] [https://ac.els-cdn.com/S2351978915000037/1-s2.0-S2351978915000037-main.pdf?\\_tid=60224528-a84d-4ee2-a76f-9bb190e960d7&acdnat=1525412289\\_ad6211547187494ef6b1ce0ce8ea2a9b](https://ac.els-cdn.com/S2351978915000037/1-s2.0-S2351978915000037-main.pdf?_tid=60224528-a84d-4ee2-a76f-9bb190e960d7&acdnat=1525412289_ad6211547187494ef6b1ce0ce8ea2a9b).
- ROTHER, M. 2011.** *Toyota Kata.* Porvoo : Bookwell Oy, 2011. 978-952-220-362-5.
- ROTHER, M., SHOOK, J. 2009.** *Learning to See.* Cambridge : Lean Enterprise Institute, Inc., 2009. 978-0-9667843-0-5.

**Savon Sanomat. 2018.** Savon Sanomat. [Online] 25. 5 2018. [Viitattu: 25. 5 2018.]  
<https://www.savonsanomat.fi/talous/Hydroline-kehitti-ensimm%C3%A4isen%C3%A4-maailmassa-2-miljoonalla-syntyi-LEO/1041474>.

**Technavio. 2017.** *Global Hydraulic Accumulators Market*. s.l. : Technavio, 2017. TNV-IRTNTR12173.

**Tekniikka ja Talous. 2018.** Tekniikka & Talous. [Online] 25. 5 2018. [Viitattu: 25. 5 2018.]  
[https://www.tekniikkatalous.fi/talous\\_uutiset/yritykset/ei-tassa-auta-jaada-kilpailijoita-odottelemaan-siilinjarvelainen-hydroline-investoi-12-miljoonaa-tuotantoon-6726475](https://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/yritykset/ei-tassa-auta-jaada-kilpailijoita-odottelemaan-siilinjarvelainen-hydroline-investoi-12-miljoonaa-tuotantoon-6726475).

**The Virgin Foundation. 2018.** Virgin.com. [Online] The Virgin Foundation, 23. 5 2018. [Viitattu: 23. 5 2018.] <https://www.virgin.com/richard-branson/look-after-your-staff>.

**TORKKOLA, S. 2015.** *Lean asiantuntijatyön johtamisessa*. Helsinki : Talentum Pro, 2015. 978-952-14-2490-8.

**TORVINEN, SEPPO. 2017-2018.** *Työpaikkakoulutukset*. Vuorela : s.n., 2017-2018.

**Toyota Auto Finland Oy. 2018.** Toyota. [Online] 8. 6 2018. [Viitattu: 8. 6 2018.]  
<https://www.toyota.fi/toyota/toyota-way.json>.

**Ventherm A/S. 2018.** Ventherm. [Online] 28. 5 2018. [Viitattu: 28. 5 2018.]  
<http://eng.ventherm.dk/>.

**WORLD ECONOMIC FORUM. 2016.** *The Future of Jobs*. Geneve : World Economic Forum, 2016.  
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FOJ\\_Executive\\_Summary\\_Jobs.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FOJ_Executive_Summary_Jobs.pdf).

LIITE 1: GEMBA-KÄVELYN LOMAKE

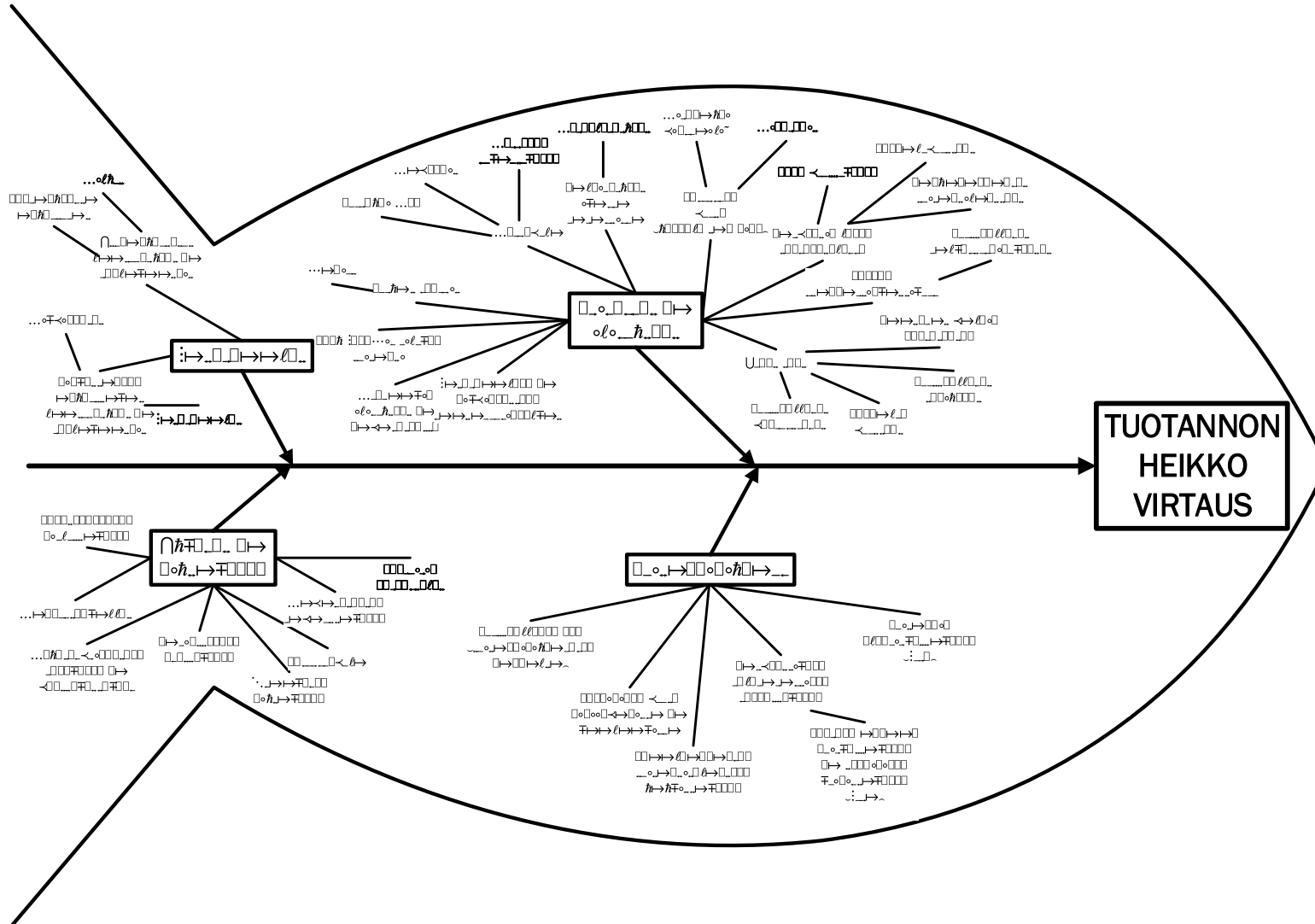
Tämä liite esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

Gemba Walk Leader Guidance					
Name _____			Date/Time: _____		Sheet #2
Pulse Point Arrow Checklist					
Walk Stop #	Frequency	QUESTIONS	Go	No Go	Comments (if No Go, opportunities)
Pulse Point Arrow Checklist					
1.1.		1.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
1.2.		1.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
1.3.		1.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
2.1.		2.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
2.2.		2.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
2.3.		2.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
2.4.		2.1.4. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
2.5.		2.1.5. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
2.6.		2.1.6. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
2.7.		2.1.7. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
3.1.		3.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
3.2.		3.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
3.3.		3.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
3.4.		3.1.4. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
3.5.		3.1.5. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
3.6.		3.1.6. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
4.1.		4.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
4.2.		4.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
4.3.		4.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
4.4.		4.1.4. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
4.5.		4.1.5. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
4.6.		4.1.6. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
5.1.		5.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
5.2.		5.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
5.3.		5.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
5.4.		5.1.4. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
5.5.		5.1.5. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
5.6.		5.1.6. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
5.7.		5.1.7. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
6.1.		6.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
6.2.		6.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
6.3.		6.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
6.4.		6.1.4. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
7.1.		7.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
7.2.		7.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
7.3.		7.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
7.4.		7.1.4. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
7.5.		7.1.5. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
7.6.		7.1.6. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
7.7.		7.1.7. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
8.1.		8.1.1. Are all Pulse Point Arrows circled?	Go	No Go	
8.2.		8.1.2. Are all Pulse Point Arrows pointing in the correct direction?	Go	No Go	
8.3.		8.1.3. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
8.4.		8.1.4. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
8.5.		8.1.5. Are all Pulse Point Arrows pointing towards the Deep Dive area?	Go	No Go	
Pulse Point Arrow Checklist					
Definitions			5 - Item is being performed perfectly, all data being captured, and used, boards are filled out		
			1 - Item is not being followed, boards not being filled out, or updated at all.		
STANDARD WORK - Completed Daily Process Time for this event 15 Minutes + 10 reflective time after walk					
Identify DEEP DIVE area annotated by circling Pulse Point on far left hand side for visual tracking. Deep dives completed in numerical					
Notes taken on walk will lead you to the implementation of your corrective action plan					



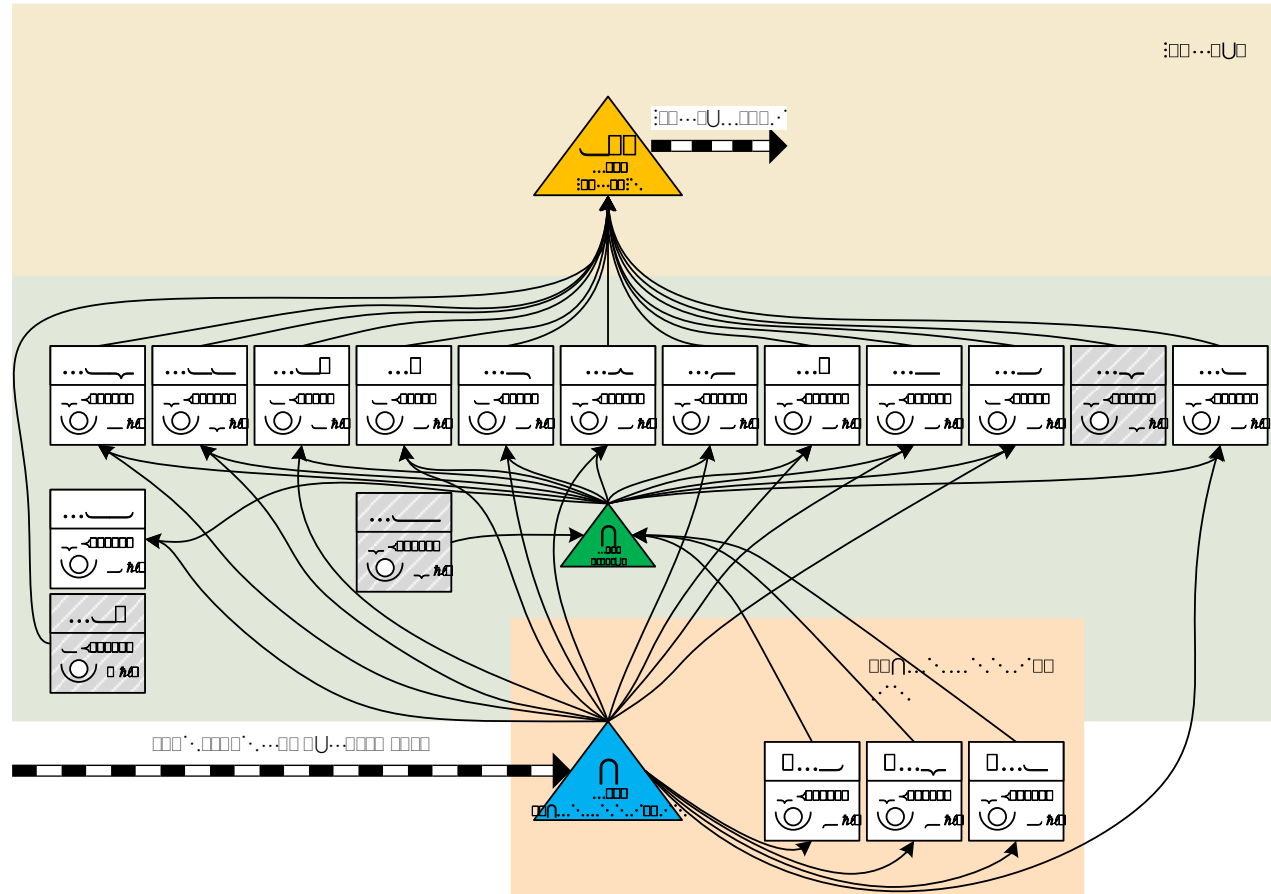
LIITE 3: SYY-SEURAAUS-KAAVIO.

Tämä liite esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.



## LIITE 4: KOKOONPANON SPAGETTIDIAGRAMMI.

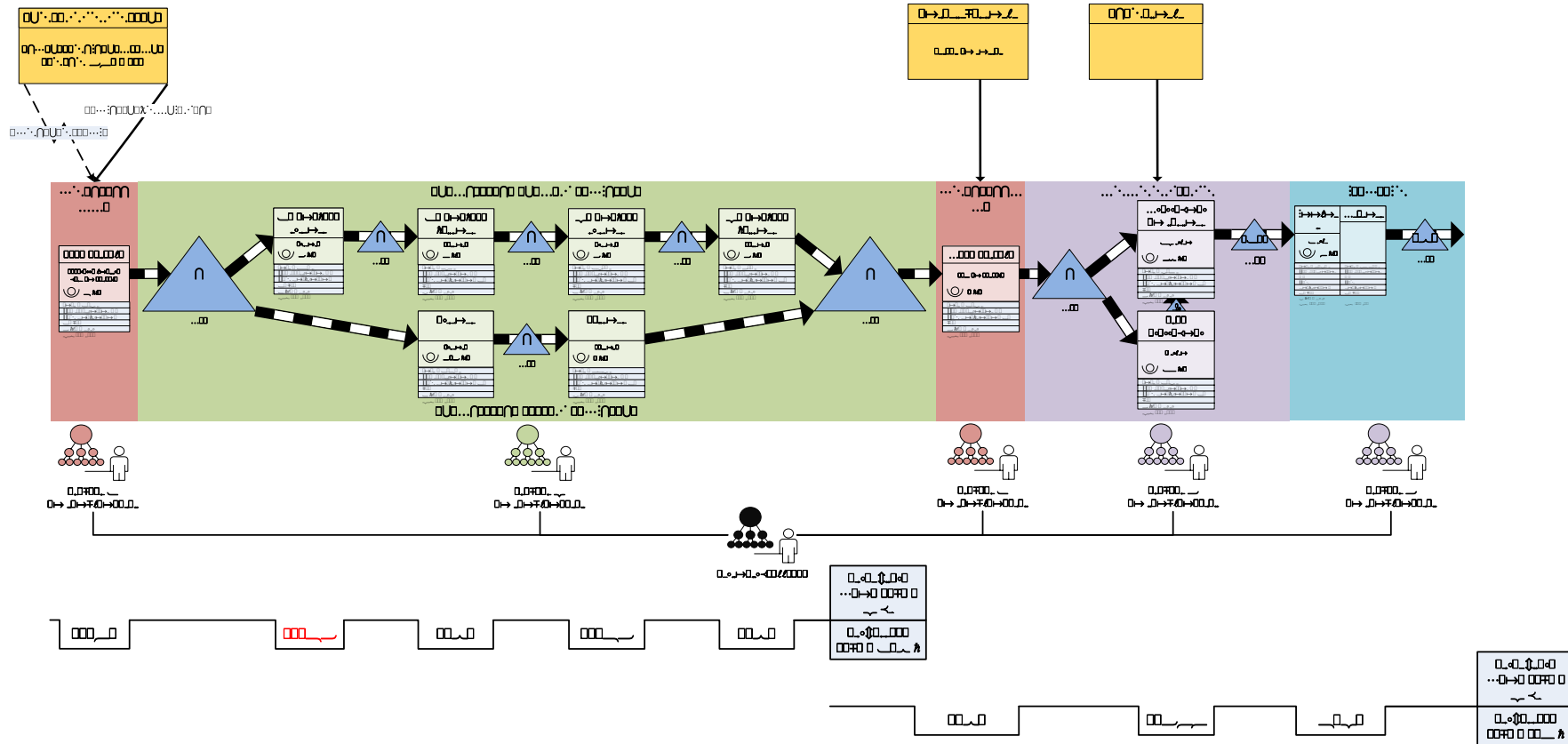
Tämä liite esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.





LIITE 5: NYKYTILAN ARVOVIRTAKUVAUS - LOGISTIIKKA-PAKKAAMO.

Tämä liite esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.



LIITE 6: TAVOITETILAN ARVOVIRTAKUVAUS.

Tämä liite esittää yksityiskohtaisesti Hydroline Oy:n tuotantoa, minkä vuoksi se on osittain salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

