



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Antti Suopuro

Tuotannon virtaustehokkuuden kehittäminen Lean-filosofiassa

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Tekniikka

Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (ylempi AMK), Teknologiaosaamisen johtaminen

Tekijä: Antti Suopuro

Työn nimi: Tuotannon virtaustehokkuuden kehittäminen Lean-filosofialla

Ohjaaja: Beata Taijala

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 86

Liitteiden lukumäärä: 0

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää case-yrityksen tehtaan tuotannon virtaustehokkuutta Lean-filosofian mukaisesti. Lean on Toyota Production Systemiin perustuva konsepti, jossa keskitytään resurssitehokkuuden sijaan virtaustehokkuuteen. Tutkimus oli luonteeltaan kvalitatiivinen tapaustutkimus, jossa tiedonkeruumenetelminä käytettiin havainnointia, sekä valmiita aineistoja ja dokumentteja.

Tutkimuksen aluksi perehdyttiin laajasti Lean-filosofiaan tuotannon prosessien kehittämisen näkökulmasta. Lisäksi teoriaosuudessa käsitellään prosesseja ja sisälogistiikkaa sillä laajuudelta, kuin niiden käsittely oli oleellista tutkimusongelman ratkaisemiseksi.

Tutkimuksen case-osuudessa suoritettiin nykytilan kartoitus prosessianalyysin mahdollistamiseksi. Analyysissa kuorma määriteltiin virtausyksiköksi, jolloin kuormista pystyttiin kuvaamaan arvovirrat lastausalueittain. Analyysin perusteella tunnistettiin ns. suunnannäyttäjäprosessi, joka tulisi Lean-filosofian mukaisen prosessin kehityksen mukaisesti ensimmäisenä tasoittaa ja tasapainottaa. Prosessin kehittämiseksi asetettiin tavoitetilat, jotka tulisi saavuttaa virtaustehokkuuden parantamiseksi. Tutkimukseen pohjautuen ehdotettiin Leaniin perustuvan ja kohdeorganisaation toimintaympäristöön sovelletun Takt-menetelmän käyttöönottoa. Lisäksi ehdotettiin menetelmää tukevia periaatteita ja luotiin työkalu menetelmän mahdollista käyttöönottoa varten.

Case-osuudessa kohdistettiin lisäksi erityistä huomiota logistiikkakeskuksen ja tehtaan välisiin materiaali- ja informaatiovirtoihin. Myös kyseisen prosessin nykytila kartoitettiin ja analysoitiin Lean-filosofian mukaisesti. Takt-menetelmän käyttöönoton lisäksi ehdotettiin tarvikkeiden valmisvaraston tilaseurannan parantamiseksi automaattista ja manuaalista vaihtoehtoa.

¹ Asiasanat: Lean, prosessi, kehittäminen, virtaustehokkuus, sisälogistiikka

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Master of Engineering, Technology Competence Management

Author: Antti Suopuro

Title of thesis: Development of production flow efficiency with Lean philosophy

Supervisor: Beata Taijala

Year: 2021

Number of pages: 86

Number of appendices: 0

The aim of the thesis was to develop the flow efficiency of the case company's plant with Lean philosophy. Lean is a concept based on the Toyota Production System, which focuses on flow efficiency instead of resource efficiency. The nature of the study was a qualitative case study, where observation, ready-made literature and documents were used as data collection methods.

At the beginning of the study, Lean philosophy was widely studied from the perspective of production process development. Also, in the theoretical part, processes and internal logistics were dealt with as extensively as it was essential to solve the main research problem.

In the case section of the study, current state mapping was performed to enable the possibility of process analysis. In the analysis, shipment was defined as a flow unit, providing the possibility of describing the value flows of the shipments by loading areas. Based on the analysis, a pacemaker process was identified, which should be equalized and balanced at first according to the process development with Lean philosophy. To be able to develop the process, target statuses were set which should be achieved to improve the flow efficiency. Based on the research, a Lean-based and to the target organization's operating environment applied Takt method was proposed. In addition, supporting principles for the method were proposed and a tool was created for the possible implementation of the method.

Furthermore, in the case section, special attention was paid to the material and information flows between the logistics center and the plant. The current state of the particular process was also mapped and analyzed according to the Lean philosophy. In addition to the proposed implementation of the Takt method, automatic and manual options to improve the status monitoring of the finished stock of accessories were proposed.

¹ Keywords: Lean, process, development, flow efficiency, internal logistics

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tutkimuksen tausta	8
1.2 Tutkimuksen tavoite ja rajaukset	9
2 PROSESSIT, LEAN JA SISÄLOGISTIIKKA	11
2.1 Prosessi	11
2.2 Prosessin kehittäminen	12
2.3 Prosessien kuvaaminen	14
2.4 Prosessin määrittely ja virtaustehokkuus.....	17
2.5 Mitä on Lean?	20
2.6 Just-In-Time	24
2.6.1 Jatkuva virtaus	24
2.6.2 Yksiosainen solu	26
2.6.3 Takt-menetelmä.....	28
2.6.4 Imuohjaus	28
2.6.5 Kanban	31
2.7 Jidoka.....	31
2.8 Hukka.....	33
2.8.1 Muda.....	33
2.8.2 Muri ja Mura	35
2.9 Jatkuva parantaminen (Kaizen).....	35
2.9.1 PDCA-malli	36
2.9.2 Jatkuvan parantamisen menetelmiä	38

2.10	Tasapainotettu tuotanto (Heijunka).....	40
2.11	Vakaat ja standardit prosessit	42
2.12	Visuaalinen ohjaus	43
2.13	Prosessin analysointi Lean-menetelmin	43
2.13.1	Spagettikaavio	43
2.13.2	Arvovirtakuvaus	44
2.14	Leanin soveltaminen	45
2.15	Tunnistettuja ongelmia Leanin soveltamisessa	51
2.16	Sisälogistiikka.....	53
2.16.1	Informaatio- ja materiaalivirrat.....	53
2.16.2	Varastonhallinta	53
3	TUTKIMUSMENETELMÄT	55
4	TUOTANNON VIRTAAUSTEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN	58
4.1	Nykytilan kartoitus	58
4.2	Prosessianalyysi	62
4.3	Prosessin kehittäminen	68
4.4	Tarvikepakkaamosta toimitettavat materiaalivirrat	73
4.4.1	Nykytilan kartoitus	74
4.4.2	Prosessianalyysi	74
4.4.3	Prosessin kehittäminen	76
4.5	Muita kehitysehdotuksia	79
5	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	80
	LÄHTEET	84

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Liiketoimintaprosessi.....	12
Kuvio 2. Tarjousprosessin toimintokaaviomalli.	15
Kuvio 3. Vuokaavio.	16
Kuvio 4. Kingmanin kaava.	19
Kuvio 5. TPS-talo.....	22
Kuvio 6. Hukka arvovirrassa.	23
Kuvio 7. Yksiosainen solu.....	26
Kuvio 8. Imu- ja työntöohjaus.....	30
Kuvio 9. PDCA-ympyrä.....	37
Kuvio 10. Spagettikaavio.	44
Kuvio 11. Arvovirtakuvaus.	45
Kuvio 12. Kuormat Quintiqin Gantt-kaaviossa.	60
Kuvio 13. Kuormat Tracking-näkymässä.	61
Kuvio 14. Prosessikaavio nykytilanteesta.	61
Kuvio 15. CL-alueen kuorman arvovirtakuvaus.	64
Kuvio 16. K1-alueen arvovirtakuvaus.....	65
Kuvio 17. AL-alueen arvovirtakuvaus.....	66
Kuvio 18. Prosessikuvaus tavoitetilasta.....	68
Kuvio 19. Kuvakaappaus Excel-pohjaisesta työkalusta.	70
Kuvio 20. Kuvakaappaus kuljetussuunnittelijoiden käyttöön tarkoitetusta pohjasta.	71

Kuvio 21. Tarvikkeiden arvovirta kuormassa.	75
Kuvio 22. Vuokaavio tarvikkeiden varastoon saavutuksesta.....	78
Taulukko 1. A3-menetelmä.....	39
Taulukko 2. Kuljetussuunnittelun aikataulu alueittain.....	59
Taulukko 3. Lastausalueiden lyhenteet ja nimet.	59
Taulukko 4. Kuormien aikataulutus.....	60

Käytetyt termit ja lyhenteet

DAP	Delivered At Place, toimitettuna määräpaikalle
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
MTO	Make To Order, asiakkaan tilauksesta valmistettavat tuotteet
MTS	Make To Storage, varastoon tilattavat tuotteet
Quintiq	Suunnitteluun, aikataulutukseen ja toimitusketjun optimointiin tarkoitettu ohjelmisto
SCM	Supply Chain Management, toimitusketjun hallinta
SAP	Toiminnanohjaukseen (ERP) ja sen järjestelmiin keskittyvä ohjelmistoalan yritys
Tracking	Quintiq-näkymä
Teollisuus 4.0	Neljäs teollinen vallankumous
TPS	Toyota Production System, Toyotan tuotantojärjestelmä

1 JOHDANTO

Tutkimuksen ensimmäisessä luvussa käydään läpi tutkimuksen tausta. Lisäksi määritellään tutkimuksen tavoite ja rajataan työ laajuudelta riittävän tarkasti.

1.1 Tutkimuksen tausta

Digitalisaation lisääntyminen arvoketjun jokaisessa vaiheessa tekee tilaus-toimitusketjun kehittämisestä jatkuvasti tärkeämpää. Ketjuista on mahdollista löytää paljon kehitettävää yrityksen tuloksen ja kilpailukyvyn parantamiseksi. Yrityksen suorituskyky on yhtä kuin toiminnan tehokkuus. Kilpailijoita tehokkaamman yrityksen erottaa siitä, että se pystyy toteuttamaan toiminnot tai prosessit pienemmin kustannuksin, nopeammin tai laadukkaammin. (Sakki 2014, 5.) Lecklinin (1997, 149) mukaan yrityksen toimintaa voidaan kehittää parantamalla prosesseja, joiden avulla yritys tuottaa suoritteita, tuotteita ja palveluja.

Yritykset ovat perinteisesti perustaneet toimintansa tehokkaaseen resurssien hyödyntämiseen, mutta tehokkuuden uusi muoto on virtaustehokkuus, vaikka kyseessä ei olekaan uusi ilmiö. Virtaustehokkuudessa keskittyminen resurssien hyödyntämisestä käännetään kohti organisaatiossa jalostettavaa yksikköä, jota kutsutaan virtausyksiköksi. Lean on strateginen valinta tavoitella virtaustehokkuutta. (Modig & Åhlström 2013, 13, 127.) Peterssonin ym. (2018a, 20) mukaan strategisella valinnalla kohti Leania on mahdollista saavuttaa merkittäviä tulosparannuksia vain pienin investoinnein.

Case-yritys valmistaa teräkseen perustuvia rakentamisen tuotteita, joita käytetään rakennusten seinissä ja katoissa. Tutkimuksen kohteena on case-yrityksen tehdas, joka koostuu eri paikkakunnilla sijaitsevista A- ja B-yksiköistä. A-yksikössä valmistetaan seinä- ja kattoelementtejä, ja B-yksikössä valmistetaan pääasiassa rullamuovattuja tuotteita, kuten teräskattoja. B-yksikön välittömässä läheisyydessä sijaitsee logistiikkakeskus, jossa suoritetaan mm. tarvikkeiden pakkaaminen. Pakatut tuotteet toimitetaan logistiikkakeskukselta tehtaan yksiköihin, joissa ne lastataan lähteviin kuormiin muiden tuotteiden kanssa. Jäljempänä työssä logistiikkakeskusta kutsutaan tarvikepakkaamoksi ja siellä pakattavia tuotteita yleistetyksi tarvikkeiksi.

B-yksikössä lähtevät kuormat suunnitellaan pääsääntöisesti ennen tuotannosuunnittelua ja tuotantoa. A-yksikössä kyseinen toimintapa on käytössä tarvikkeiden osalta. Toimintatavasta johtuen tutkimus keskittyy virtaustehokkuuden parantamiseen kuorman näkökulmasta. Tutkimuksessa kuorma määriteltiin virtausyksiköksi, jolle tuotannon osaprosessit siirtävät arvoa. Ilmiön tutkimiseksi prosessi määriteltiin alkamaan kuorman lastausajan asettamisesta ja päättyvän kuorman lastaamisen alkuun. Koska tuotantoa aikataulutetaan kuormien avulla ja ulkoisen asiakkaan tahtiaika kohdistuu kuormiin, kyseessä on ns. suunnannäyttäjäprosessi. Prosessia ei ole kohdetehaalla aiemmin tutkittu kyseisellä tavalla.

Tutkimuksessa perehdyttiin aluksi tuotannon osaprosessissa havaittuihin materiaali- ja informaatiovirtoihin liittyviin ongelmiin, mutta tutkimuksen edetessä huomattiin laajempi virtaustehokkuutta haittaava tekijä, johon tutkimuksen painopistettä siirrettiin. Tutkimuksen joustavuus ja jatkuva muotoutuvuus on kvalitatiiviselle tapaustutkimukselle hyvin tyypillistä (Soininen 1995, 82). Alkuperäistä tutkimuskohdetta käsitellään tässä tutkimuksessa osaongelmana, jonka ratkaiseminen osaltaan auttaa asetetun päätutkimusongelman ratkaisemisessa. Tutkimuksen tuloksena ehdotettiin kohdeyritykselle soveltuvia Lean-filosofian mukaisia periaatteita, menetelmiä ja työkaluja virtaustehokkuuden parantamiseksi.

Case-yrityksessä on tutkittu Leania aiemminkin. Esimerkiksi Vasalampi (2020) on Pro gradu -tutkielmassaan käsitellyt Lean-johtamismallin implementointia kohdeorganisaatiossa, mutta tämä tutkimus käsittelee Lean-filosofiaa tuotannon prosessien kehittämisen näkökulmasta.

1.2 Tutkimuksen tavoite ja rajaukset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten tuotannon virtaustehokkuutta voidaan kehittää Lean-filosofian avulla. Paremmalla virtaustehokkuudella tavoitellaan mm. ylimääräisten lastaustuntien vähenemistä, läpimenoajan lyhenemistä ja kapasiteetin nousua, nämä ovat mitattavia suureita ja vaikuttavat liiketoiminnan tulokseen. Tavoitteen saavuttamiseksi tutkimuksessa kartoitetaan kohdeprosessien nykytiloja, analysoidaan niitä arvovirtakuvauksen avulla ja luodaan Lean-filosofian mukaisia keinoja virtaustehokkuuden

kehittämiseksi. Tutkimusongelma on, miten tuotannon virtaustehokkuutta voidaan kehittää Lean-filosofian mukaisesti?

Tutkimuksen avulla pyritään vastaamaan myös seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten tuotannon prosessia voidaan kehittää Lean-filosofian mukaisesti?
- Miten Lean-filosofiaa voidaan soveltaa tuotannossa?

Tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä pyritään käsittelemään Lean-filosofiaa riittävän kattavasti sen ymmärtämiseksi ja soveltamiseksi tuotannon prosessien kehittämiseen. Leanin soveltamisessa on tärkeää ymmärtää sitä riittävän syvällisesti, koska esimerkiksi Likerin (2004, 115, 151) mukaan pelkkää kahdeksaa tunnetuinta hukkatyyppiä poistamalla voidaan luoda vain enemmän hukkaa toisaalla tai 5S-menetelmällä voidaan päätyä tekemään vain massatuotanto-operaatiosta siisti. Likerin (2004, 41) sekä, Modigin ja Åhlströmin (2013, 125) mukaan Lean-filosofiassa ei ole kyse tiettyjen työkalujen kopioinnista, vaan omien keinojen luomisesta virtaustehokkuuden kehittämiseksi, joten tutkimuksessa ei perehdytä syvällisesti jokaiseen matalan abstraktiotason Lean-työkaluun. Tutkimuksessa käsitellään myös Toyota Production Systemiä (TPS), koska Lean on kehitetty sen pohjalta ja TPS-tuotantojärjestelmään usein viitataan myös Lean-kirjallisuudessa. Lisäksi teoreettisessa osuudessa käsitellään prosesseja ja sisälogistiikkaa sillä laajuudelta, kuin niiden käsittely on oleellista tutkimusongelman ratkaisemiseksi.

Case-osuudessa tutkimus rajattiin kuormiin, jotka sisälsivät DAP-toimitusehdolla toimitettavia kotimaan tilauksia. Kehitettävä prosessi määriteltiin alkamaan kuljetussuunnittelun jälkeen ja päättyvän lastaamisen alkuun. Lisäksi erityisen tarkastelun kohteena olivat tarvikepakkaamosta kohdetehtaan valmisvarastoon toimitettavat materiaalivirrat ja niihin liittyvät informaatiovirrat.

2 PROSESSIT, LEAN JA SISÄLOGISTIIKKA

Tässä luvussa käsitellään yleisesti prosesseja ja niiden kehittämistä sekä selvitetään, miten virtaustehokkuus liittyy prosesseihin. Lisäksi luvussa käsitellään Lean-filosofiaa tuotannon prosessien kehittämisen ja soveltamisen näkökulmasta. Lopuksi käsitellään sisälogistiikkaa, informaatio- ja materiaalivirtoja, sekä varastonhallintaa.

2.1 Prosessi

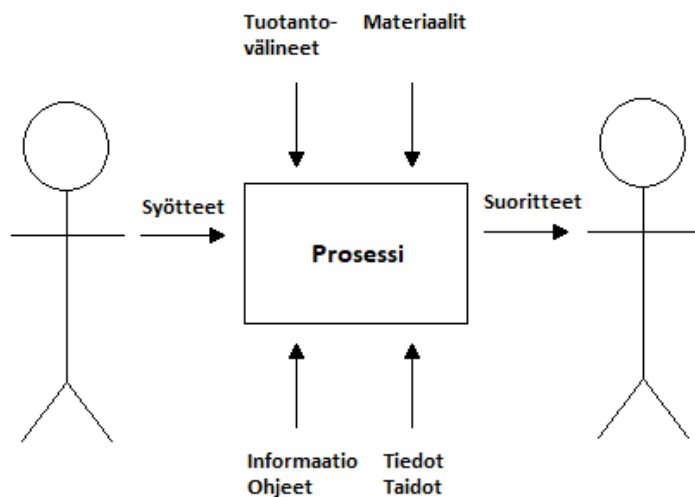
Prosessi käsitteenä perustuu kemiallisiin prosesseihin, joissa sarja reaktioita aiheuttaa jonkin uuden tuloksen. Liiketoimintaprosesseilla tarkoitetaan toisiinsa liittyviä toimintoja, joilla pyritään saavuttamaan liiketoimintaa hyödyttävä lopputulos. Prosessia voidaan ohjata haluttuun suuntaan muuttamalla laatuvaatimuksia. (Lecklin 1997, 137.) Menestyvän yrityksen perusedellytys on, että sillä on hyvän kilpailukyvyn lisäksi hyvä suorituskyky, joka perustuu soveltuviin prosesseihin ja resursseihin. Tällöin tuotteille on kysyntää ja niitä voidaan tuottaa kustannustehokkaasti. (Nieminen 2016, 4.2.) Laamasen (2001, 19) mukaan prosessi voidaan mieltää eri merkityksissä. Hänen mukaansa mikä tahansa muutos tai kehitys voidaan ajatella prosessina, mutta toisaalta prosessiksi voidaan kutsua mitä tahansa toimintaa, kuten esimerkiksi lukemis- tai neuvotteluprosessia. Laamanen jatkaa, että liiketoimintaprosesseissa ollaan kuitenkin kiinnostuneita organisaatiossa tapahtuvasta toiminnasta. Hän suosittelee seuraavia määritelmiä, koska niihin sisältyy toiminnan lisäksi toteuttajat ja lopputulokset:

Liiketoimintaprosessi on joukko toisiinsa liittyviä toistuvia toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavat resurssit, joiden avulla syötteet muunnetaan tuotteiksi.

Toimintaprosessi on joukko loogisesti toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla saadaan aikaan toiminnan tulokset. (Laamanen 2001, 19.)

Liiketoiminnassa on paljon prosesseja, mutta koko toiminta on tärkeää kuvata pienellä määrällä pääprosesseja. Pääprosessit jaetaan tavallisesti kahteen ryhmään, jotka ovat ydin- ja tukiprosessit. Ydinprosessit keskittyvät tärkeimpiin tuote- ja palveluvirtoihin, joita voivat olla esimerkiksi asiakkuudenhallinta, tilaus- ja toimitus-, tuotanto- tai logistiikkaprosessi.

Tukiprosessien, kuten esimerkiksi taloushallinnon, henkilöstöhallinnon ja tietohallinnon tehtävänä on tukea ydinprosesseja. (Kamensky 2015, 3.8.) Kuviossa 1 on esitettyä liiketoimintaprosessin perusasiat.



Kuvio 1. Liiketoimintaprosessi (Lecklin 1997, 138).

Syötteen ovat tietoa ja materiaalia, jota prosessissa jalostetaan, ja tulokset (suoritteet) ovat prosessissa syntyvien tuotteiden ja palvelujen lisäksi prosessilla aikaan saatavaa suorituskykyä. Lisäksi palautteen hyödyntäminen liittyy prosessin ohjaukseen. Valmistavassa teollisuudessa prosessin voi tunnistaa helposti seuraamalla materiaalivirtoja, joten kehityshaasteena on luoda materiaalille sujuva virtaus. Monet tavaroita valmistavat organisaatiot ovat siirtyneet imuohjaukseen, jonka avulla toimintaan sitoutunutta pääomaa on pystytty pienentämään ja palvelutasoa parantamaan merkittävästi. Mahdollisesti vahvin kyseiselle idealle perustuva konsepti on Lean. (Laamanen 2001, 20-22.)

2.2 Prosessin kehittäminen

Yleisesti kehittämisellä tarkoitetaan konkreettista toimintaa, jonka avulla pyritään saavuttamaan tarkasti määritelty tavoite. Yleensä tavoitteena on muutos johonkin parempaan tai tehokkaampaan, kuin aiemmillä menettelytavoilla on päästy. (Toikko & Rantanen 2009, 14-16.) Prosessin kehittäminen tulisi olla systemaattista työtä ja sen tavoitteena on ratkaista tapa, jolla asioita voidaan suorittaa mahdollisimman järkevästi ja suorituskykyisesti. Prosessin kehittäminen lähtee yleensä siitä, että selvitetään ja kuvataan

prosessin nykytila esimerkiksi kaavioina ja selittävänä tekstinä. Jo prosessikaaviosta saadaan usein hyvä kuva siitä, miten asioita tehdään, ja miten eri työntekijät liittyvät prosessiin. Nykytila-analyysin perusteella voidaan tunnistaa kehityskohteet ja luoda kehittämissuunnitelmat. Joskus tutkittava prosessi voi alkaa Order To Cash- eli OTC-ketjusta ja tarkastelu voi liittyä siihen, mitä prosesseja on olemassa ja miten muut prosessit liittyvät siihen. (Nieminen 2016, 4.2.)

Prosessissa valttia on yksinkertaisuus, koska mitä selkeämpi ja tehokkaampi prosessi on, sitä vähemmän siinä aiheutuu poikkeamia. Prosessia voidaan kehittää esimerkiksi läpimenoaikaa lyhentämällä. Tällöin prosessin täytyy perustua suoraviivaisiin ja tehokkaisiin tapoihin tuotoksen aikaansaamiseksi. Eräs tapa kehittää prosessia on poistaa siitä kaikki asiakkaalle lisäarvoa tuottamaton. (Nieminen 2016, 4.2.) Petersson ym. (2018a, 18) nostavat esille, että pitkällä tähtäimellä kehittämisessä voidaan päästä kestävään ratkaisuun, mikäli löydetään tasapuolisia menetelmiä, jotka eivät perustu yhden sidosryhmän voittoon muiden kustannuksella. Mikäli keskitytään esimerkiksi pelkästään yksikkökustannusten pienentämiseen, usein tuloksena on menetelmiä, joiden avulla tavoitteisiin päästään, mutta mitkä eivät huomioi, mitä muille sidosryhmille aiheutetaan. Yleensä tällaiset ratkaisut eivät tule kestäväksi pitkään. (Petersson ym. 2018a, 18.)

Koska yritykset toimivat perinteisesti funktiona määritetyissä organisaatioissa, eri yksiköt ja osastot keskittyvät vain omaan tehtäviinsä ja tavoitteisiinsa. Tämä johtaa siihen, että osastojen ensisijaisena tavoitteena on kehittää vain omaa toimintaansa, vaikka liiketoimintaprosesseissa tarvitaan tavallisesti useiden osastojen yhteistoimintaa. (Lecklin 1997, 138-139.)

Lecklinin (1997, 149-150) mukaan yrityksen toimintaa voidaan kehittää parantamalla prosesseja, joiden avulla yritys tuottaa suoritteita, tuotteita ja palveluja. Hänen mukaansa eräs menetelmä on 3-vaiheinen kehittämissmalli, joka sisältää nykytilan kartoituksen, prosessianalyysin ja prosessin parantamisen. Lecklin jatkaa, että malliin sisältyy lisäksi jatkuva kehittäminen, eli kierto alkaa aina uudestaan. Seuraavaksi on mallin vaiheet esitetty tarkemmin.

Nykytilan kartoitus. Ensinnä on selvitettävä, missä ollaan ja vasta sen jälkeen voidaan valita suunta. Nykytilan kartoituksessa tärkeimmät tehtävät ovat prosessityön organisointi, prosessikuvausten ja -kaavioiden laatiminen sekä prosessin toimivuuden arvioiminen. Nykytilan kartoitus kuuluu myös laatu järjestelmän rakentamiseen. Kartoitusta käytetään kehitettävien prosessien valitsemiseksi. (Lecklin 1997, 149.)

Prosessianalyysi. Prosessianalyysi sisältää prosessissa havaittujen ongelmien selvittämisen ja ratkaisemisen, laatu kustannusten analysoinnin, benchmarkingin, työkalujen valinnan, mittarien asettamisen ja vaihtoehtojen arvioinnin. Analyysin tuloksena pystytään valitsemaan kehittämistapa. Prosessiin voidaan tehdä eri laajuisia muutoksia. Muutokset voivat olla pieniä tai prosessi saatetaan jopa lopettaa kokonaan. Lisäksi se voidaan ulkoistaa tai laajentaa sitä integroimalla siihen toimittajien tai asiakkaiden prosesseja. (Lecklin 1997, 150.)

Prosessin kehittäminen. Kun prosessi on saatu analysoitua ja kehitystapa on valittu, tehdään parannussuunnitelma, hyväksytään se ja otetaan uudistettu prosessi käytäntöön. (Lecklin 1997, 150.)

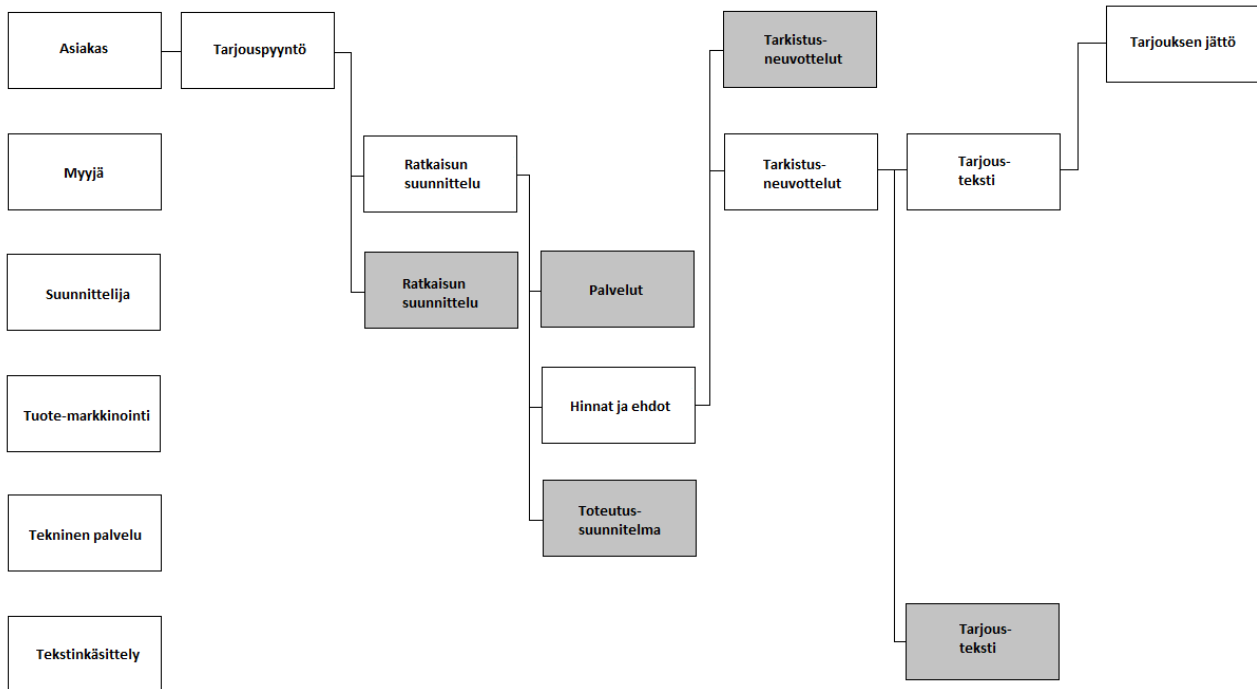
Prosessin kehittämistä voidaan ajatella ihmisen näkökulmasta sosiaalisena muutoksena tai järjestelmien näkökulmasta teknisenä kehittämisenä, mutta yleensä hyvään kehitykseen vaaditaan molempia. Mikäli ongelma tai kehittämistarve painottuu järjestelmiin, kannattaa käyttää analyttistä lähestymistapaa. Mikäli vastaavasti ongelma tai kehittämistarve koskee ihmisten välisiä suhteita, analyysistä on vain haittaa, koska se syyllistää ja siten pahentaa tilannetta. Ihmisten välisten suhteiden kehittämisessä on parempi pyrkiä suoraan ratkaisuun. (Laamanen 2019, 209.)

2.3 Prosessien kuvaaminen

Prosessia voi kuvata useilla eri tavoilla. Seuraavaksi on esitelty yleisesti käytetyt prosessi- ja vuokaaviotekniikat.

Prosessikaavio. Prosessikaavion avulla voidaan havainnollistaa prosessikuvausten sisältö. Se sisältää prosessin vaiheet ja prosessiin osallistuvat työntekijät tai funktiot.

(Lecklin 1997, 156.) Kuviossa 2 on esitettyä esimerkki tarjousprosessista toimintokaaviona.

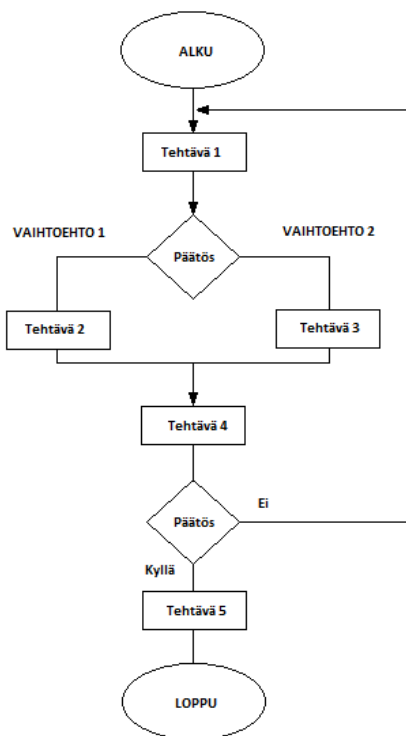


Kuvio 2. Tarjousprosessin toimintokaaviomalli (Lecklin 1997, 157).

Prosessikaavion vasemmassa reunassa pystytasossa ovat toimintaan osallistuvat ihmiset tai funktiot siinä järjestyksessä, kuin ne osallistuvat prosessiin. Vaiheet merkitään prosessiin osallistuvien kohdalle järjestyksessä vasemmalta oikealle. Esimerkin tapauksessa tarjousprosessi alkaa asiakkaan tarjouspyynnöstä ja päättyy tarjouksen jättöön. Mikäli työvaiheita tehdään samaan aikaan, merkitään ne jokaisen osallistuja kohdalle. Vastuullinen henkilö tai toiminto merkitään eri värillä. Mikäli eri tehtäviä suoritetaan samaan aikaan, tehtävät piirretään saman pystysarakkeen kohdalle. Asiakas on ylimpänä, jolloin prosessin kriittiset hetket voidaan erottaa helposti. Prosessikaavio kannattaa pitää yksinkertaisena sen luettavuuden varmistamiseksi, ja kaaviossa kuvattavien tehtävien tulisi olla saman laajuisia. Mikäli työvaiheita on paljon, voi piirtää toisen kaavion seuraavalla tasolla tai käyttää esimerkiksi työohjeissa vuokaaviotekniikkaa. Prosessikaaviotekniikka on yleensä riittävä liiketoimintaprosessien kuvaamiseen. (Lecklin 1997, 157-158.)

Myös Laamanen (2001, 79-80) suosittelee prosessikaaviotekniikkaa sillä erotuksella, että hänen mukaansa kaavion vasemmassa reunassa tulisi olla aitoja henkilörooleja, koska se helpottaa ihmisiä tunnistamaan oman roolinsa prosessissa. Vaikeinta prosessikaavioiden laadinnassa on rajata toiminnan kuvauksen tarkkuus. Hyvänä ohjenuorana voidaan pitää sitä, että kaaviosta tulee selvitä prosessin toimintalogiikka ilman prosessiin liittyviä satoja tehtäviä, koska ihmisten hahmotuskyky on korkeintaan n. 15–20 toiminnon verran. Yksityiskohtaisempia kaavioita voidaan kuitenkin tarvita, mikäli kuvaus laaditaan esimerkiksi prosessin kehittämiseksi tai osana ongelmanratkaisuprojektia. (Laamanen 2001, 81.)

Vuokaavio. Vuokaaviotekniikka on yleisesti käytetty menetelmä prosessien yksityiskohtaiseksi kuvaamiseksi. Kaavion avulla voidaan visualisoida kaikki prosessiin liittyvät vaiheet. Erilaisia tapahtumia kuvataan tietyillä symboleilla ja vuo etenee alun ensimmäisestä tapahtumasta alaspäin kohti loppua. Vuokaavioiden avulla voidaan kuvata myös prosessin vaihtoehtoisia tapahtumia ja haarautumia, sen käyttöä voi suositella prosessikaaviota täydentävänä tarkemman tason työohjekuvauksena. (Lecklin 1997, 203-204.) Kuviossa 3 on esitettyä esimerkki vuokaavion periaatteesta.



Kuvio 3. Vuokaavio (Lecklin 1997, 204).

2.4 Prosessin määrittely ja virtaustehokkuus

Virtaustehokkuus luodaan prosesseissa ja virtaustehokkuuden ymmärtämiseksi prosessit on määriteltävä virtausyksikön mukaan. Virtausyksikkö on se mitä prosessissa jalostetaan, eli yleensä materiaalia, informaatiota tai ihmisiä. Usein organisaatiot määrittelevät prosessin virheellisesti toimintojen ja niihin liittyvien funktioiden mukaan. Kun prosessi on määritelty virtausyksikön mukaan, voi ymmärtää resurssi- ja virtaustehokkuuden eron. Arvoa siirtyy, kun resurssit antavat virtausyksikölle arvoa, joten hyvään resurssitehokkuuteen päästään, kun resurssien antama arvo on pitkä tietyllä ajanjaksolla. Vastaavasti hyvään virtaustehokkuuteen päästään, kun aika, jona virtausyksikkö saa arvoa, on pitkä suhteessa ajanjaksoon. Resurssitehokkuudessa pyritään korostamaan resurssien hyödyntämistä, mutta virtaustehokkuudessa keskitytään virtausyksikön etenemiseen prosessissa. Tarkemmin määriteltynä virtaustehokkuudessa on kyse arvoa tuottavien toimintojen summasta suhteessa läpimenoaikaan. Tärkeintä virtaustehokkuudessa on vastata nopeasti asiakkaan tarpeeseen ja maksimoida tuotteen arvoa kerryttävä osuus koko sen läpimenoajalta. Prosessille on ominaista, että sen alun ja lopun, eli järjestelmän rajat voidaan määritellä halutulla tavalla. Prosessin rajojen määrittely on tärkeää, koska se vaikuttaa virtausyksikön läpimenoaikaan. Yritysten kannattaakin miettiä tarkkaan, miten prosessien rajat määritellään, koska rajojen muuttaminen voi johtaa jopa uusiin innovaatioihin. (Modig & Åhström 2013, 19-22, 26, 29.)

Virtaustehokkuutta voidaan parantaa arvoa tuottavan siirron tiheyttä kasvattamalla ja hukan eli odotusajan vähentämällä. Prosessissa luotavaa arvoa voidaan lisätä myös arvon siirron nopeutta kasvattamalla, mutta virtaustehokkuudessa ei ole kyse siitä. (Modig & Åhlström 2013, 27-28.) Liker (2004, 296) mainitsee erääksi yksittäisiä prosesseja korjaavaksi menetelmäksi Six Sigman, kun Lean vastaavasti keskittyy prosessien välisien suhteiden korjaamiseen virtaustehokkuuden nostamiseksi.

Modigin ja Åhlströmin (2013, 31) mukaan virtaustehokkuuden parantamiseksi on tärkeää ymmärtää, että prosessit toimivat tiettyjen lakien mukaan, jotka ovat prosesseissa yleispäteviä, ja myös matemaattisesti todistettavia. Seuraavaksi käydään läpi virtaustehokkuuteen vaikuttavat lait.

Littlein laki. Ensimmäisenä Modig ja Åhlström (2013, 34) mainitsevat Littlein lain, joka on:

läpimenoaika = keskeneräisten virtausyksiköiden määrä x jaksoaika (1)

Yllä mainitun lain mukaan läpimenoaikaan vaikuttaa keskeneräisten virtausyksiköiden määrä ja jaksoaika. Läpimenoaika siis kasvaa, mikäli virtausyksiköiden määrä kasvaa. Resurssitehokkuuden kannalta olisi parempi, että virtausyksiköt odottavat resursseja, mutta se johtaa virtausyksikköpuskuriin ja huonoon virtaustehokkuuteen. (Modig & Åhlström 2013, 36-37.)

Pullonkaulojen laki. Pullonkaulaksi kutsutaan prosessin osaprosesseja tai yksittäisiä toimintoja, jotka hidastavat läpimenoaikaa pullonkaulan tapaan. Pullonkaula on siten se prosessin vaihe, joka vastustaa läpivirtausta. Pullonkaulan voi tunnistaa siitä, että sen eteen muodostuu jono, ja vastaavasti sen jälkeiset vaiheet joutuvat odottamaan virtausyksiköitä. Pullonkaulojen lain mukaan prosessin läpimenoajan määrittelee se prosessin vaihe, jolla on pisin jaksoaika, jolloin pienimmän läpivirtauksen vaihe kuristaa koko prosessin virtauksen. Pullonkaulan voi poistaa jaksoaikaa lyhentämällä, eli resursseja tai työskentelyä nopeuttamalla. Mikäli niin ei tehdä, virtausyksiköiden lisääminen pidentää läpimenoaikaa. Pullonkaulaan liittyy sellainen ominaispiirre, että mikäli se poistetaan, ilmenee se jossakin muussa prosessin vaiheessa. (Modig & Åhlström 2013, 37-39.)

Laki vaihtelun vaikutuksesta. Vaihtelu on äärimmäisen haitallista hyvän virtaus- ja resurssitehokkuuden yhdistämiseksi. Vaihtelu johtuu tavallisesti kolmesta syystä, joita ovat resurssit, virtausyksiköt ja ulkoiset tekijät. Vaihtelua tapahtuu virtausyksikön prosessointiin kuluvaan ajassa tai virtausyksikön saapumisessa prosessiin. Mikäli prosessi on monivaiheinen, vaihtelu ensimmäisen toiminnon prosessointiajassa aiheuttaa vaihtelua seuraavan vaiheen aloitusaikaan. Käytännössä kaikki prosessit sisältävät jonkin verran vaihtelua. Vaihtelun vaikutusta virtaustehokkuuteen voidaan selittää Sir John Kingmanin kehittämällä kaavalla, joka selittää vaihtelun, resurssitehokkuuden ja läpimenoajan välistä yhteyttä. (Modig & Åhlström 2013, 40-42.) Kingmanin kaava on esitetty kuviossa 4.

u = käyttöaste

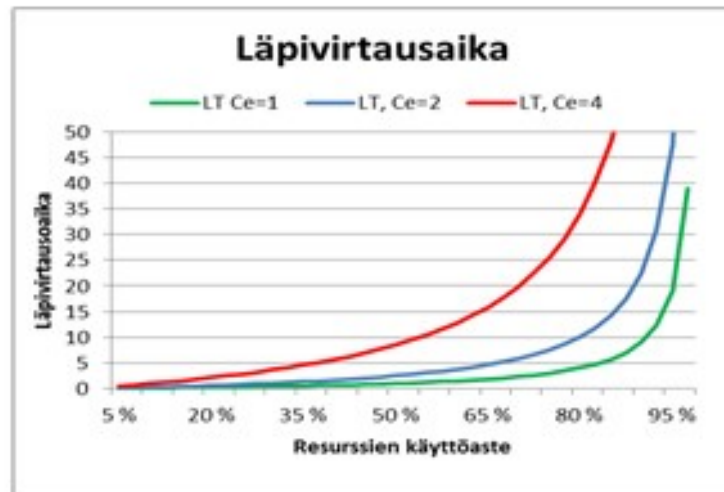
c_a = kysynnän vaihtelu

c_e = sisäinen vaihtelu

$$U = \frac{u}{1-u}$$

$$V = \left(\frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right)$$

T = raakaprosessiaika



Kuvio 4. Kingmanin kaava (Piirainen 2013).

Kingmanin kaavasta voidaan todeta, että läpimenoaika on riippuvainen resurssien käyttöasteesta. Mitä suurempi on resurssien käyttöaste, sitä pidempi on läpimenoaika. Lisäksi kaavasta voidaan todeta, että läpimenoajan ja käyttöasteen yhteys on eksponentiaalinen. Käyttöasteen nostaminen 90 %:sta 95 %:iin läpimenoaika nousee suhteessa enemmän, kuin käyttöasteen nostaminen 80 %:sta 85 %:iin. Kingmanin kaavasta nähdään myös, että läpimenoaika on sitä pidempi, mitä suurempaa vaihtelua prosessissa esiintyy. (Modig & Åhlström 2013, 42-43.)

Modigin ja Åhlströmin (2013, 44-45) mukaan yllä mainittujen lakien perusteella voidaan todeta, että hyvän resurssitehokkuuden ja hyvän virtaustehokkuuden yhdistäminen on käytännössä mahdotonta. Heidän mukaansa virtaustehokkuuden parantaminen on kuitenkin mahdollista esimerkiksi

- vähentämällä keskeneräisten virtayksiköiden määrää poistamalla syitä prosessin jonojen muodostumiselle
- nopeuttamalla toimintoja lyhentämällä jaksoaikaa
- lyhentämällä jaksoaikaa suurentamalla kapasiteettia
- poistamalla ja vähentämällä vaihtelua. (Modig & Åhlström 2013, 44-45.)

2.5 Mitä on Lean?

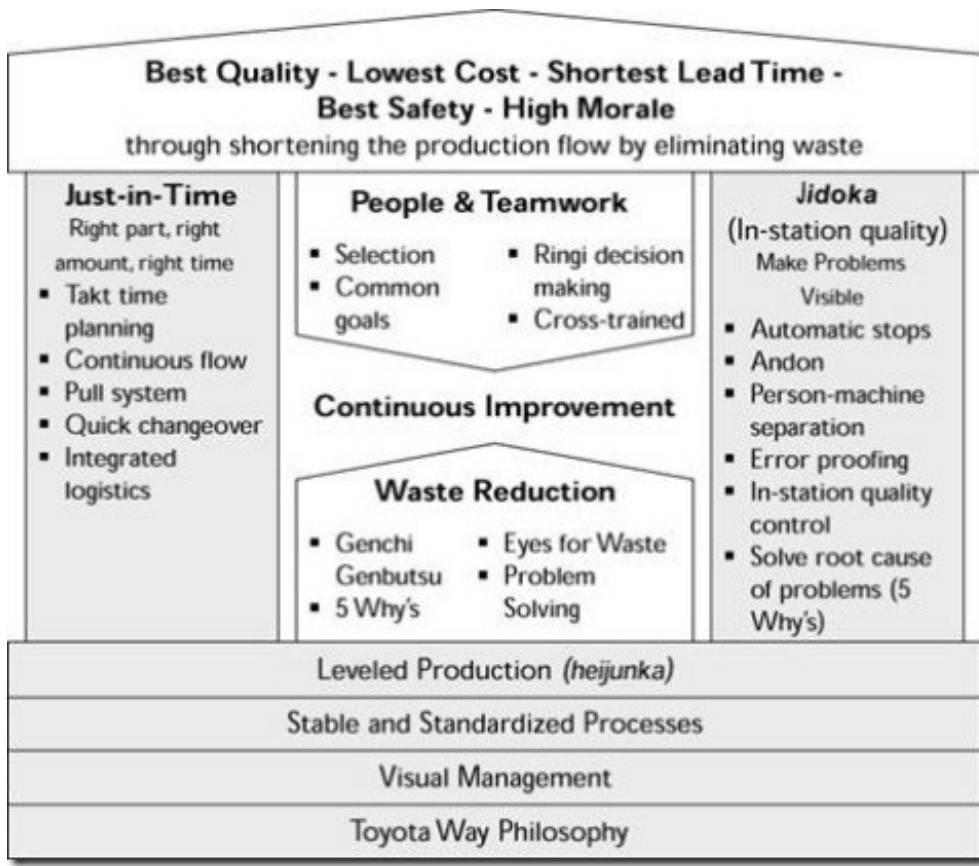
Vuonna 1950 Toyotan tehtaanjohtaja Taiichi Ohno sai esimieheltään Eiji Toyodalta tehtävän nostaa Toyotan valmistusprosessi Fordin tasolle. Toimeksiannolla ei varsinaisesti tarkoitettu kilpailua Fordin kanssa, vaan tavoitteena oli parantaa Toyotan valmistusprosessia ottamalla mallia Fordista. Eiji Toyoda johtajineen tekivät opintomatkan Amerikkaan vain yllättyäkseen, ettei massatuotantojärjestelmien kehitys ollut muuttunut juurikaan sitten 1930-luvun. Toyotalla huomattiin massatuotannon ongelmat, joita olivat mm. suuret varastot, ylituotanto ja epätasainen virtaus. Heillä ei kuitenkaan historiallisista syistä ollut varaa luoda hukkaa, koska Toyotalla oli pulaa mm. varasto- ja tehdastilasta sekä rahasta. Toyotan ei myöskään ollut mahdollista tuottaa pelkästään yhden mallista autoa. (Liker 2004, 20-23.)

Toyota päätti kuitenkin hyödyntää Fordin massatuotantojärjestelmästä peräisin olevaa ideaa jatkuvasta materiaalivirrasta luodakseen asiakkaan vaatimuksiin mukautuvan tehokkaan yksiosaisen virtausjärjestelmän. Toinen Yhdysvalloista opittu idea oli imuohjaus, joka oli tuttu supermarketista. (Liker 2004, 20-23.) Lisäksi he halusivat hyödyntää Toyotan perustajan Kiichiro Toyodan isän Sakichi Toyodan alun perin kangaspuihin kehittämää ideaa tuotantolaitteen automaattisesta pysäytyksestä vikatapauksessa (Modig & Åhlström 2013, 70). Muun muassa nämä asiat johtivat Toyotan tuotantojärjestelmän eli TPS:n (Toyota Production System) syntyyn. TPS on suurin kehitysvaihe tehokkaille yritysprosesseille Henry Fordin kehittämän massatuotantojärjestelmän jälkeen. (Liker 2004, 15.)

Lean-käsitteen loi John Krafcik julkaisemalla vuonna 1988 artikkelin "Lean-tuotantojärjestelmän riemuvoitto". Artikkelissaan hän toi esille, kuinka Toyotan tehtaot voivat taata hyvän tuottavuuden ja laadun pienillä varastoilla ja puskureilla sekä yksinkertaisella tekniikalla. (Modig & Åhlström 2013, 78-79.) Nimeksi valittiin Lean, koska TPS:n mukaisella toimintatavalla ajateltiin saavutettavan enemmän pienemmillä resursseilla (Petersson ym. 2018a, 31). Leanin teki tunnetuksi James Womackin, Daniel Jonesin ja Daniel Roosin kirja *The Machine That Changed The World: The Story of Lean Production* (1991). Kirjassa kerrotaan uudentyyppisestä johtamistavasta, joka nosti Toyotan autoteollisuuden huipulle (Vuorinen 2013, 70). Kirjan tutkimusraportin mukaan Toyota oli lähes kaikilla osa-alueilla nopeampi ja halvempi, sekä kykeni tuottamaan parempaa laatua kuin muut autonvalmistajat (Petersson ym. 2018a, 31). Aluksi puhuttiin Lean-tuotannosta, mutta väärinkäsitysten välttämiseksi nykyisin on tavallista käyttää pelkkää Lean-termiä (Petersson ym. 2018a, 31).

On huomioitava, että vaikka Lean perustuu TPS-tuotantojärjestelmään on kyse silti kahdesta eri käsitteestä (Modig & Åhlström 2013, 77). TPS-tuotantofilosofiaa on kehitetty lähes sata vuotta ja sitä käsittelevän kirjallisuuden lisäksi Lean on kehittynyt. Tutkijat ja Leania soveltaneet ihmiset ovat kehittäneet siitä itsenäisen konseptin, joka silti vahvasti linkittyy Toyotaan. Leania on tähän päivään mennessä sovellettu lukuisilla liiketoiminnan eri osa-alueilla ja jopa urheilussa. (Modig & Åhlström 2013, 77, 84.) Rossini ym. (2019, 3963-3976) tuovat tutkimuksessaan esille, että myös teollisuus 4.0, eli seuraavan teollisuuden vallankumouksen tekniikoiden käyttöönottoon pyrkivien yritysten on osoitettu hyötyvän Leanista. Heidän mukaansa yrityksen valmius ottaa uutta tekniikkaa käyttöön voi olla heikompi, mikäli yrityksen prosesseja ei ole vakautettu, eikä jatkuvan parantamisen periaatteita ole otettu käyttöön. He jatkavat, että teollisuus 4.0 -tekniikoiden käyttöönoton yhteydessä tulisi samanaikaisesti implementoida Leania prosessien kehitysten tukena.

Alun perin Fujio Chon kehittämä yksinkertainen kuvaus TPS-talosta on esitetty kuviossa 5. Talosta on lukuisia eri versioita, mutta pääperiaatteet ovat samoja. (Liker 2004, 32.)



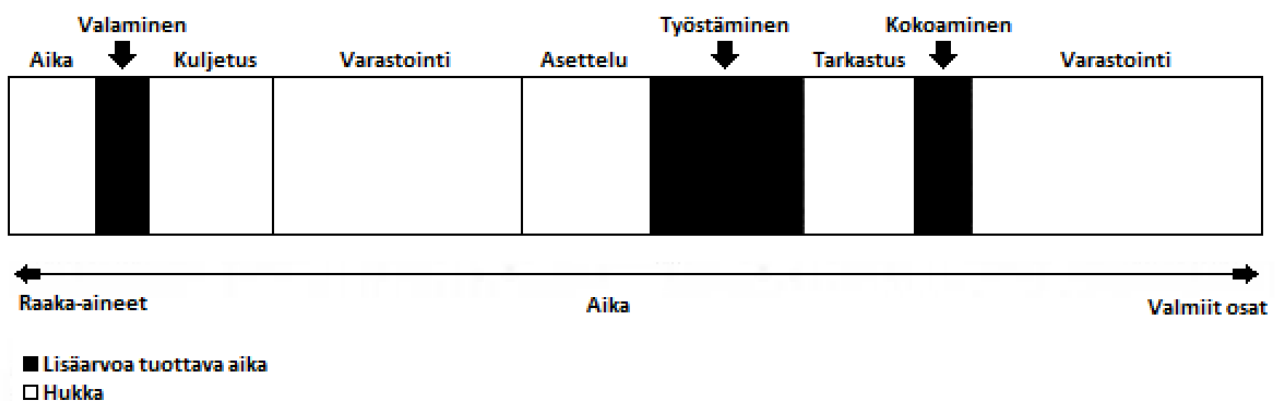
Kuvio 5. TPS-talo (Toyota Manufacturing Karawang Plant, 2010).

TPS-järjestelmää kuvataan talona, koska talo on rakenteellinen järjestelmä ja kestävä ainoastaan, mikäli sen katto, runko ja pohja ovat vahvoja. TPS-talon katto koostuu parhaan laadun, matalien kustannusten ja lyhyen läpimenoajan tavoitteista. Tukipylväinä toimivat kaksi menetelmää, joita ovat JIT ja Jidoka. Talossa sisällä ovat ihmiset, lattia koostuu pohjaelementeistä, joita ovat standardoidut ja vakaat prosessit, tasoitettu tuotanto (Heijunka), visuaalinen hallinta ja Toyotan tavan filosofia. (Liker 2004, 32-33.)

Vuorisen (2013, 70) mukaan Lean kokoaa yhteen erilaisia prosessien kehittämiseen ja laatuun liittyviä menetelmiä prosessin hukan ja turhien toimintojen vähentämiseksi, sekä asiakasarvon kasvattamiseksi. Liker (2004, 34) korostaa, ettei TPS ole pelkästään kokoelma Lean-työkaluja, vaan se on hienostunut tuotantojärjestelmä, joka keskittyy tukemaan ja rohkaisemaan työntekijöitä prosessien jatkuvassa parantamisessa. Hänestä on valitettavaa, että useat Leania käsittelevät kirjat antavan väärän käsityksen, jonka mukaan TPS on vain kokoelma työkaluja, joiden avulla saavutetaan tehokkaammat operaatiot.

Kourin (2009, 6-7) mukaan Leaniin perustuvat toimintatavat erottuvat näkyvimmin tuotannon organisoinnissa ja jatkuvassa parantamisessa. Hän tuo esille Leanin yhteyden yrityksen kulttuuriin ja organisaation osallistumisen kehittämiseen. Kourin mukaan Leanin avulla pyritään kasvattamaan asiakkaan näkökulmasta katsoen yrityksen tarkoituksenmukaisuutta, järkevyyttä ja täsmällisyyttä. Hänen mukaansa Leanin kannalta on tärkeää, että yritys tunnistaa ne toiminnot, joilla tuotetaan lisäarvoa asiakkaalle ja kohdistaa yrityksen resurssit kyseisiin toimintoihin. Likerin (2004, 31) mukaan pikemminkin perinteiset prosessinparannusmenetelmät kohdentuvat pelkästään lisäarvoa tuottaviin kohteisiin. Hänen mukaansa esimerkiksi laitteen käynnissäoloaikaa parantamalla voidaan saada huomattavia parannuksia yksittäiselle prosessille, mutta sillä ei ole juurikaan vaikutusta kokonaisarvovirtaan, koska tavallisesti prosesseissa on melko vähän lisäarvoa tuottavia vaiheita.

Keskittymällä hukan vähentämiseen ja tuottamattomien vaiheiden poistamiseen, voidaan saada aikaan merkittäviä parannuksia arvovirrassa. Kuvio 6 voidaan todeta, että yksinkertaisia muunnosprosesseja on saatettu pidentää siten, että suurin osa arvovirrasta on hukkaa. (Liker 2004, 30-31.)



Kuvio 6. Hukka arvovirrassa (Liker 2004, 30).

Ongelmana on, ettei Leanille ole yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Jotkin kirjallisuuslähteet esittelevät sen abstraktina asiana, kuten filosofia ja toiset konkreettisempaan, kuten työkaluna. (Modig & Åhlström 2013, 85.) Modigin ja Åhlströmin (2013, 89) mukaan Lean määritelläänkin eri abstraktiotasoilla:

- Matalalla tasolla se voi olla menetelmä, työkalu tai hukan poistamista.
- Keskitasolla Lean voi olla esimerkiksi parannuskeino, laatu- tai tuotantojärjestelmä.
- Korkeimmalla tasolla se voidaan määritellä esimerkiksi filosofiana, kulttuurina, arvoina tai ajattelutapana.

Modigin ja Åhlströmin (2013, 117, 123, 126) mukaan korkean abstraktiotason määritelmä Leanille on toimintastrategia, joka korostaa resurssitehokkuuden sijaan virtaustehokkuutta. Heidän mukaansa Lean on Toyotan tehokkuutta tutkineiden henkilöiden keksimä käsite, jossa keskeistä ei ole tietyt keinot, vaan strateginen valinta tavoitella virtaustehokkuuden parantamista.

2.6 Just-In-Time

Leanin toinen pääperiaate on Just-In-Time, eli JIT. JIT-periaatteen avulla pyritään tehokkaaseen virtaukseen, jonka avulla saavutetaan lyhyet läpimenoajat ja hyvä toimitusvarmuus (Petersson ym. 2018a, 38). JIT koostuu erilaisista periaatteista, menetelmistä ja työkaluista, mutta yksinkertaisesti sanottuna siinä on kyse oikeiden hyödykkeiden toimittamisesta oikeaan aikaan (Liker 2004, 23). JIT soveltuu arvoa lisäävien prosessien ketjuihin, eli osaprosessien virtaukseen. Osaprosessien välillä on kytkentöjä, joiden täytyy olla kunnossa virtauksen mahdollistamiseksi. (Petersson ym. 2018a, 51).

Haluan karsia hukka-aikaa työprosesseista ja osien ja materiaalien kuljetuksesta mahdollisimman paljon. Tämän suunnitelman peruseriaatteena minulla on ”juuri oikeaan aikaan” -menetelmä. Ohjenuorana on, ettei hyödykkeitä kuljeteta liian aikaisin eikä liian myöhään. (Kiichiro Toyoda 1938, Likerin 2004, 15 mukaan.)

2.6.1 Jatkuva virtaus

Leanissa virtauksen tavoitteena on muuntaa raaka-aineet valmiiksi tuotteiksi mahdollisimman nopeasti. Jatkuvan virtauksen luominen johtaa myös muiden Lean-menetelmien implementointiin. Materiaalien virtausta voidaan verrata joessa virtaavaan veteen, jossa veden pinnankorkeus vastaa varastoja. Veden pintaa madaltamalla, eli varastoja pienentämällä, voidaan paljastaa virtausta haittaavia tekijöitä eli tehottomuuksia.

Perinteisissä liiketoimintaprosesseissa on valtavasti ylimääräistä kapasiteettia ja ongelmia piiloutuneina varastoihin, joita alentamalla voidaan paljastaa erilaisia materiaaleihin ja informaatioon liittyviä ongelmia. Jatkuvassa virtauksessa kaikilla prosessiin liittyvillä henkilöillä on tarve puuttua ongelmiin ja tehottomuuksiin, koska muuten prosessi keskeytyy. Virtaus tarkoittaa käytännössä sitä, että asiakkaan tekemä tilaus käynnistää katkeamattoman prosessin raaka-aineesta tilauksen toimitukseen asiakkaalle. Käytännössä ketjua ei ole kuitenkaan helppo toteuttaa, joten on hyvä huomata, ettei Toyotakaan pakota koneita ja alihankkijoita yksiosaiseen virtaukseen, mikäli menetelmä ei siihen sovellu. He käyttävät esimerkiksi Kanbanin avulla puskurivarastoja strategisesti, kun niille on todettu olevan tarve. Puskurivarastoja käyttämällä voidaan päästä joskus parempaan kokonaisvirtaukseen, mutta visiona tulisi olla jatkuva virtaus. (Liker 2004, 23, 87-90.) Seuraavassa on lueteltuna tapoja, joilla Peterssonin ym. (2018a, 54-55) mukaan voidaan päästä kohti jatkuvaa virtausta.

Osatoimitukset. Osatoimituksilla tarkoitetaan, että erät jaetaan pienempiin osiin, jolloin seuraava prosessi pystyy aloittamaan oman prosessinsa aiemmin. Ensin täytyy luonnollisesti varmistaa, että jatkojalostaminen pienemmissä erissä on mahdollista prosessin seuraavassa vaiheessa. (Petersson ym. 2018a, 54.)

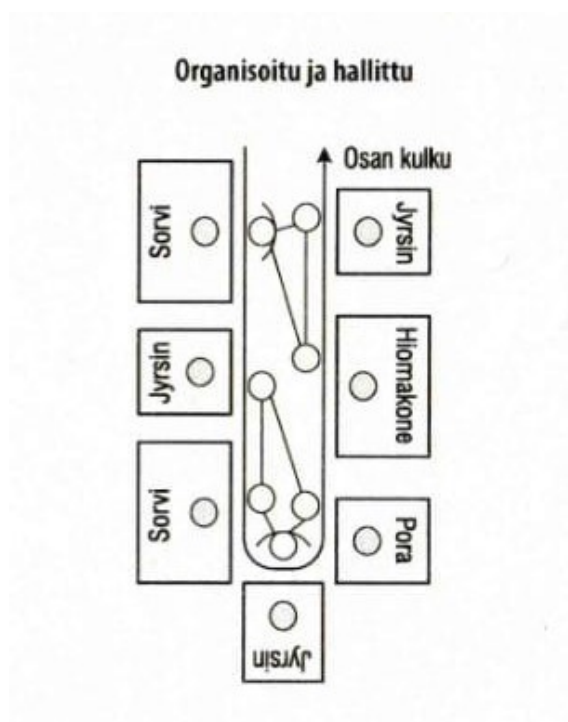
Puskurivarastojen pienentäminen. Puskurilla tarkoitetaan välivarastointipaikkaa, jossa esimerkiksi materiaalit ja tiedot odottavat prosessointia. Usein se mielletään konkreettiseksi paikaksi, mutta se voi olla myös korvamerkitysemätöntä aikaa aikataulussa. Puskurit eivät tuota lisäarvoa, mutta joskus ne ovat pakollisia jatkuvan virtauksen luomiseksi, koska aiempi osaprosessi on epävaka. Puskureista kannattaisi päästä kokonaan eroon, mutta se ei ole mahdollista, kunnes prosesseista saadaan häiriöttömiä. Puskureiden pienentämiselläkin päästään lähemmäksi jatkuvaa virtausta. (Petersson ym. 2018a, 55.)

Prosessien välisten etäisyyksien lyhentäminen. Prosessien välisiä etäisyyksiä lyhentämällä päästään ensinnäkin nopeampiin toimituksiin, mutta sitäkin suurempi hyöty jatkuvan virtauksen kannalta saadaan eräkokojen pienentymisellä. Yleensä suuri välimatka johtaa suuriin eräkokoihin, koska se nostaa kuljetustehokkuutta. Suuret eräkoot aiheuttavat suuremman välivaraston ja epätasaisuutta prosessin seuraavalle vaiheelle. (Petersson ym. 2018a, 55.)

2.6.2 Yksiosainen solu

Leanissa ihanteellinen eräkoko on aina yksi. Eräs keskeisistä JIT:n menetelmistä on yksiosainen solu. Lean-valmistuksessa yksiosaisella solulla tarkoitetaan lähekkäin sijoitettuja ihmisiä, koneita tai työasemia samassa prosessissa. Yksiosaisella solulla on mahdollista nopeuttaa tuotteen tai palvelun virtausta operaatiosta seuraavaan. Kyseisellä menetelmällä on saatu aikaan huomattavia tuottavuuden ja laadun parannuksia, sekä varastojen, tilojen ja läpimenoaikojen vähenemistä. Käytännössä tuotannossa solu voi olla esimerkiksi sellainen, että siinä hitsataan, kootaan ja pakataan yksikkö kerrallaan mahdollisimman pienellä viiveellä ja odottelulla asiakkaalta alkavan imuohjauksen mukaisesti. Leanin lopullisena tavoitteena on soveltaa yksiosaista virtausta jokaisessa prosessissa hallinnosta tuotantoon. (Liker 2004, 31, 92.)

Kuviossa 7 on esitettyä esimerkki yksiosaisesta solusta tuotannossa.



Kuvio 7. Yksiosainen solu (Liker 2004, 98).

Yksiosaisessa solussa laitteet on aseteltu noudattamaan valmistuvan tuotteen kulkua. Kuvion 7 esimerkissä se on U:n muotoinen, mutta solun voi muodostaa myös suoraksi viivaksi tai L:n muotoon. Kuviossa on esitettyä kahden työntekijän reitit, mutta kapasiteetin

vaihdellessa solussa voi työskennellä eri määrä työntekijöitä. On kuitenkin hyvä huomata, että työntekijöiden täytyy olla monitaitoisia. (Liker 2004, 97.) Likerin (2004, 95-96) mukaan yksiosaisen solun avulla voidaan saavuttaa paljon hyötyjä, joista kerrotaan tarkemmin seuraavaksi.

Sisäänrakennettu laatu. Jokaisen työntekijän velvollisuus on varmistaa, ettei ongelmat pääse prosessissa eteenpäin. Mikäli vika tai ongelma pääsee kuitenkin seuraavaan vaiheeseen, ne huomataan nopeasti, diagnosoidaan ja voidaan korjata nopeasti. (Liker 2004, 95.)

Todellinen joustavuus. Kun läpimenoajasta on tehty erittäin lyhyt, on mahdollista reagoida nopeasti ja tuottaa, mitä asiakas haluaa. Sen sijaan että tilaukset sijoitetaan järjestelmän jonoihin, voidaan valmistus aloittaa nopeasti. Myös kysynnän muutoksiin voidaan reagoida lähes välittömästi. (Liker 2004, 95.)

Parempi tuottavuus. Perinteisellä tavalla ajateltuna tuottavuus on korkealla, kun toiminnot organisoidaan osastoittain, koska osastojen tuottavuuden mittaaminen perustuu resurssien hyödyntämiseen. On kuitenkin vaikeampi määritellä, kuinka paljon työntekijöitä vaaditaan tietyn yksikkömäärän tuottamiseksi, mikäli laskelma ei perustu todellista lisäarvoa tuottavaan aikaan. Perinteisissä järjestelmissä työntekijöitä näennäisesti hyödynnetään usein ylituotannon tuottamiseksi, mikä johtaa suuriin varastoihin. (Liker 2004, 95-96.)

Enemmän lattiatilaa. Hukka vähenee varastoja poistamalla, joten lattiatilaa vapautuu. Näin voidaan usein välttyä myös lisätilan rakentamiselta. (Liker 2004, 96.)

Parempi turvallisuus. Yksiosainen virtaus parantaa luonnollisesti turvallisuutta, jopa erikseen keskittymättä siihen. Esimerkiksi haarukkatrukeista ja suurten taakkojen nostamisesta voidaan päästä eroon, koska eräkoot pienenevät. (Liker 2004, 96.)

Korkeampi moraal. Koska yksiosaisessa virtauksessa työntekijät keskittyvät lisäarvoa tuottavaan työhön, he pystyvät näkemään työn tulokset heti, mikä lisää tyytyväisyyttä. (Liker 2004, 96.)

Pienemmät varastokustannukset. Kun varastot pienenevät, voidaan pääomaa investoida muihin kohteisiin. Myös tuotteiden siirroista varastojen välillä aiheutuvat kuljetuskustannukset vähenevät. Lisäksi varastojen kiertoaika lyhenee, joten raaka-aineiden ja puolivalmisteiden vanhentuneisuus vähenee. (Liker 2004, 96.)

2.6.3 Takt-menetelmä

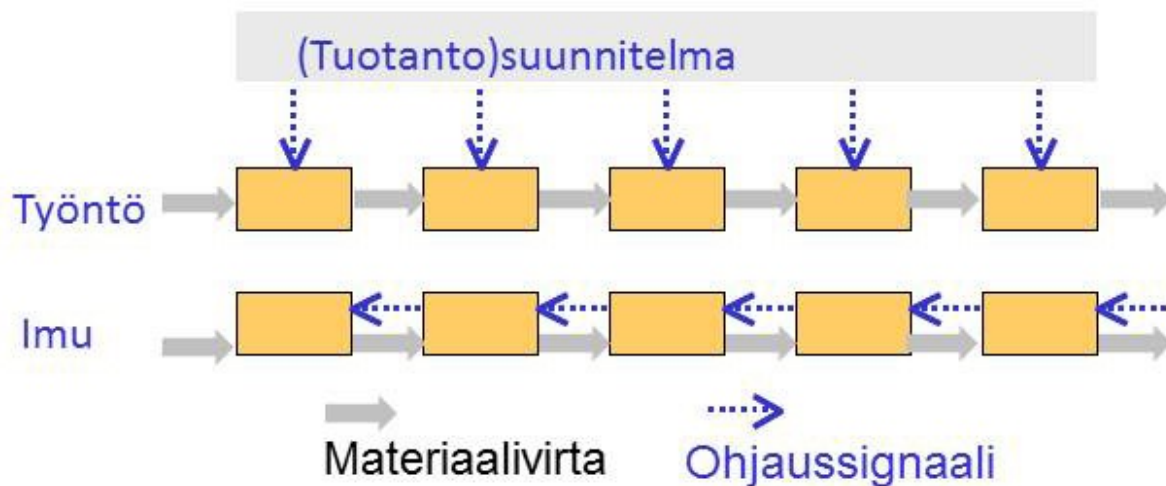
Takt-menetelmän eli tahtiajan avulla osaprosessien tuotantonopeutta voidaan tasata. Menetelmän käytöllä voidaan saavuttaa kolme etua, jotka ovat toimintojen synkronointi, nopeuden säätäminen ja poikkeamien havainnointi. Tahtiajan avulla voidaan luoda suoritettavalle toiminnalle rytmi, joka määritellään asiakkaalta tulevan tarpeen mukaan. Kun tuotantomäärälle on määritelty tahti, se jatkuu muuttumattomana, kunnes tahtia päätetään muuttaa. Tahtiaika tarkoittaa yksinkertaisesti tuotantomäärä per aikayksikkö. Sen avulla määritellään, kuinka monta kertaa tietty työ täytyy suorittaa, että päästään sovittuun tuotantomäärään tietynä aikana. Kun kaikki osaprosessit on synkronoitu tahtiaikaan, saadaan virtauksen odotusaika pieneksi, ja vastaanottava prosessi tietää paremmalla tarkkuudella, milloin yläprosessin tuotos valmistuu. Tahtiaika tarkoittaa myös asiakkaan tarpeen pilkkomista prosessien tasolla. Mikäli tahtiaika on esimerkiksi 10 minuuttia, on joka 10 minuutin välein mahdollista tarkistaa, onko prosessi aikataulussa. Tällöin poikkeamia on helpompi havaita ja mikäli sellainen todetaan, voidaan selvittää ja ratkaista poikkeaman juurisyy. (Petersson ym. 2018a, 52-53.) Myös Likerin (2004, 94) mukaan menetelmän avulla työntekijöitä voidaan varoittaa, mikäli he ovat aikataulusta edellä tai jäljessä. Hän kuvailee tahtiaikaa yksiosaisen virtauksen sykkeeksi. Hänen mukaansa menetelmän avulla voidaan estää tarpeettomien välivarastojen syntyminen, mikäli jokin osaprosessi on liian nopea, tai pullonkaulojen syntyminen, mikäli jokin osaprosessi on liian hidas.

2.6.4 Imuohjaus

Imuohjaus on yksi Leanin tunnetuimmista menetelmistä (Kouri 2009, 22). Imuohjauksella tarkoitetaan, että tuotetta täydennetään sitä mukaan, kun se käy vähiin, eli kulutus käynnistää täydentämisen. Tehdassovelluksessa on kyse siitä, että ensimmäisen vaiheen valmistuksen ei tulisi tapahtua, ennen kuin seuraava vaihe on käyttänyt ensimmäisen vaiheen osavaraston. Toisen vaiheen tulee siten pyytää ensimmäiseltä vaiheelta lisää

materiaalia, kun turvavarasto on vähissä. Toimintaa voi kuvailla polttoainemittariksi, jota Toyotalla kutsutaan termillä Kanban. Useissa yrityksissä syntyy paljon hukkaa, koska osaprosesseissa tuotetaan ylimääräistä materiaalia, eli keskeneräistä työtä ilman seuraavan vaiheen tarvetta. Imuohjauksen avulla voidaan toimittaa oikea määrä materiaalia oikeaan aikaan. (Liker 2004, 22-23.) Imuohjaus on siten tapa kontrolloida tuotantoa virtojen välillä (Rother & Shook 2003, 57). Käytännössä esimerkiksi Toyotalla imuohjaus tarkoitti sitä, että auton valmistus lähti vasta asiakkaan tilauksesta, ja koko prosessi nähtiin eri vaiheiden jatkuvana virtauksena (Modig & Åhlström 2013, 72-73).

On myös tärkeää huomata, että Leanin mukaan ulkoisen asiakkaan lisäksi esimerkiksi tuotantolinjan tai yritysprosessin jokainen henkilö tai vaihe on asiakas, eli niin sanottu sisäinen asiakas. ”Seuraava prosessi on asiakas”, on omaksuttu amerikkalaiselta laatupioneerilta W. Edwards Demingiltä. (Liker 2004, 23.) Vastaavasti hyödykkeitä tuotevirrassa eteenpäin tuottavaa osapuolta kutsutaan sisäiseksi toimittajaksi. Imuohjauksessa informaatiovirta kulkee ulkoiselta asiakkaalta ketjussa taaksepäin toimittajille ja tuotevirta toimittajilta kohti loppuasiakasta. Informaatiovirta sisältää tiedon tarpeesta, eli se vastaa kysymyksiin mitä, milloin ja miten paljon. Informaatiovirta kulkee prosessin läpi vaihe vaiheelta. (Modig & Åhlström 2013, 73-74.) Imuohjauksen avulla asiakkaiden vaatimukset voidaan saada huomattavasti tasaisemmiksi, kun he oppivat, että tarvittavat hyödykkeet saa tarvittaessa nopeasti (Womack & Jones 2003, 24-25). Kuviossa 8 on esitettyä imu- ja työntöohjaus.



Kuvio 8. Imu- ja työntöohjaus (Imuohjaus, [viitattu 19.1.2021]).

Vertailun vuoksi työntöohjaus tarkoittaa, että tuotteiden valmistus toteutetaan suunnitellun valmistusaikataulun mukaan. Tuolloin materiaalityökaluille ja varastotäydennyksille vaaditaan ennakkointia. Työntöohjauksen vaarana on, että se aiheuttaa yli- tai alivarastoja, eli käytännössä tuotteiden loppumisen tai alennusmyynnin. (Ritvanen ym. 2011, 10, 202.)

Myöskään TPS:ssä ei käytetä pelkästään imuohjausta, vaan läpi Toyotan organisaation voidaan käyttää työntöohjausta, mikäli sille on katsottu olevan tarvetta. Eräs esimerkki Toyotan organisaatiossa on logistiikka, joka käyttää perinteisiä aikataulujärjestelmiä osien tilauksissa. Toyotalla laadittuja aikatauluja tulee kuitenkin noudattaa äärimmäisen tarkasti. Aikataulu ei siis ole pelkkä ohjeistus, vaan siinä pysymisen eteen on tehtävä kaikkensa. Aikataulujen laadinnassa kannattaa pyrkiä mahdollisimman lyhyisiin läpimenoaikoihin, eli esimerkiksi osia kannattaa tilata mieluummin kerran päivässä kuin kuukaudessa. (Liker 2004, 11.) Myös Ritvanen ym. (2011, 11-12) nostavat esille, että käytännössä pelkästään toiseen ohjaustapaan nojaaminen aiheuttaa usein ongelmia, joten hekin ehdottavat ratkaisuksi molempien ohjauksien käyttöä toimitusketjussa rinnakkain. He jatkavat, että tällöin toimitusketjun alkupäätä ohjataan työntöoperusteisesti. Loppupään imuohjauksella prosessiin saadaan asiakaslähtöisyyttä, jolloin asiakas saa hyväksyttävillä kustannuksilla oikeaa laatua oikeaan aikaan.

Kourin (2009, 23) mukaan imuohjauksen kevyempi muoto on tarveohjaus, jossa tuotantoa ohjataan tilauskannan perustella tehdyn suunnitelman avulla. Tuotantosuunnitelmassa aikajänne on yleensä vain päivästä viikkoon.

Liker (2004, 23, 105-106) nostaa esille, että virtauksessa on aina luonnollisia katkoksia, joten pieni määrä varastoa tarvitaan puskuriksi. Hänen mukaansa myöskään TPS ei ole nollavarastojärjestelmä, vaan se sisältää puskuireita, joita täydennetään imuohjausta hyväksi käyttäen. Toyota käytti kompromissina yksiosaisen virtauksen ja työntöohjauksen välillä Kanban-menetelmää, joka luo imun edelliselle työvaiheelle.

2.6.5 Kanban

Kanban on signaali, joka voi olla käytännössä esimerkiksi kortti, tyhjä laatikko tai sähköinen viesti. Se sisältää tiedon, mitä materiaaleja on käytetty, että vastaava määrä osataan toimittaa tuotantosoluun tilalle. Toyotalla JIT-tuotantojärjestelmässä Kanbanin avulla hallitaan ja varmistetaan virtaus sekä materiaalien tuotanto oikeaan aikaan. Kyseessä on yksinkertainen, mutta tehokas visuaalinen menetelmä. On kuitenkin huomioitava, että Kanbanin avulla organisoidaan puskurivarastoja ja Leanin perusajatuksen mukaan varastot ovat hukkaa. Kanban on siis menetelmä, jota käytetään, mikäli puhdasta yksiosaista virtausta ei ole mahdollista toteuttaa. Syytä voivat olla esimerkiksi, että prosessit ovat liian kaukana toisistaan tai osaprosessien läpimenoajat vaihtelevat liian paljon. (Liker 2004, 106-111.) Kourin (2009, 22) mukaan Kanbanin avulla voidaan määrittellä tietyn nimikkeen määrä varastossa ja Kanbanien määrää. Eräkokoja vaihtamalla voidaan vaikuttaa varaston kokoon ja keskeneräisten tuotteiden määrään.

2.7 Jidoka

Jidoka on toinen Leanin pääperiaatteista (Liker 2004, 129; Petersson 2018a, 38). Sen tarkoituksena on, että kaikki tehdään oikein alusta alkaen. Jidokan avulla tähdätään korkeaan ja tasaiseen laatuun virtauksessa. (Petersson ym. 2018a, 38, 47.) Välitön laatu on tehokkaampaa ja edullisempaa, kuin vikojen tarkastaminen ja korjaaminen myöhemmin. Leanissa korostuu, että kaikki täytyy tehdä oikein ensimmäisellä kerralla, koska suuriin varastoihin ei voida turvautua laatuongelmien ilmetessä. Jidokan mukaan ongelmia

jatkuvasti esiin tuomalla ja välittömästi korjaamalla vähennetään hukkaa ja nostetaan tuottavuutta, eli säästetään aikaa ja rahaa. Tavoitteena on tuoda ongelmat esiin, visualisoida ne ja ryhtyä välittömästi korjaustoimenpiteisiin. (Liker 2004, 130-132.) Jidokaan liittyy sisäänrakennettu laatu ja pysäytys virheen tapahtuessa, joista tarkemmin lisää seuraavaksi.

Sisäänrakennettu laatu. Sakichi Toyodan kangaspuihin keksimä yksinkertainen menetelmä koneen automaattisesta pysäytyksestä säikeen katketessa johti myöhemmin Toyotalla syvällisiin ja laajoihin oivalluksiin; laatu tulee rakentaa sisään. Sisäänrakennetulla laadulla tarkoitetaan menetelmää, jonka avulla vika voidaan havaita ja linja pysäyttää automaattisesti. Näin ongelma voidaan korjata hukan vähentämiseksi ja estää vian pääseminen prosessissa pidemmälle. (Liker 2004, 129.) Kun laatu rakennetaan jo prosessin aikana, ei ole tarvetta erilliselle laaduntarkastukselle (Petersson ym. 2018a, 48).

Pysäytys virheen tapahtuessa. Jokaisella organisaatiossa työskentelevällä on oikeus ja velvollisuus ryhtyä toimenpiteisiin havaitessaan virheen prosessissa. Usein tämä tarkoittaa prosessin pysäyttämistä, ettei virhe pääse eteenpäin, mutta tarkoituksena on myös nostaa ongelma esiin, että siihen voidaan puuttua. (Petersson ym. 2018a, 50.)

Jidokaan liittyy myös menetelmiä ja työkaluja. Seuraavaksi kerrotaan tarkemmin Andonista, Poka Yokesta ja 5 x miksi -menetelmästä.

Andon. Yksinkertaisessa Jidokan sovelluksessa ongelman ilmetessä työntekijä voi antaa esimerkiksi valojen tai hälytyssummerin avulla pyynnön avun saamiseksi ja poikkeama pyritään ratkaisemaan, ennen kuin koko linja pysähtyy. Kehittyneemmässä sovelluksessa voidaan käyttää esimerkiksi tuotantotyökaluihin ja robotteihin sisäänrakennettuja antureita poikkeamien tunnistamiseksi. Kyseistä merkinantojärjestelmää kutsutaan Andoniksi. Käytettävästä teknologiasta huolimatta Andon toimii vain, kun työntekijät ymmärtävät, miten tärkeää on tuoda ongelmat esille, että ne voidaan ratkaista nopeasti. Laatu on siis organisaation jokaisen jäsenen velvollisuus. (Liker 2004, 130, 138-139.)

Poka Yoke. Poka Yoke tarkoittaa virheentarkastusta ja tarkastukseen käytettäviä erityisiä laitteita kutsutaan Poka Yoke -laitteiksi. Niitä käyttämällä operaattorin on lähes mahdotonta tehdä virhettä. Laitte voi esimerkiksi hälyttää, mikäli se havaitsee laatu-poikkeaman. (Liker

2004, 133.) Yksinkertainen tapa soveltaa Poka Yokea on esimerkiksi fyysisesti erilaisten putkiliitosten käyttö, jolloin niitä ei voi kytkeä väärin (Petersson ym. 48).

5 x miksi -menetelmä. Viisi kertaa miksi-kysymyksen esittämällä on mahdollista analysoida ongelman juurisyy. Se auttaa pitämään huomion ongelman ratkaisemisessa, eikä muiden syyttämässä. (Liker 2004, 135.) Ensimmäisenä tulee määritellä poikkeama, jonka jälkeen esitetään viisi kertaa miksi-kysymys, ja vastata niistä jokaiseen. Jokaisella kysymyksellä on tarkoituksena päästä lähemmäksi poikkeaman todellista syytä. Viidennessä kysymyksessä poikkeaman juurisyy pitäisi olla selvillä, jonka jälkeen voidaan määritellä tarvittavat vastatoimenpiteet, ettei poikkeama pääse enää tapahtumaan. Vaikka menetelmä vaikuttaa hyvin yksinkertaiselta, sitä ei ole välttämättä helppo käyttää oikein, joten sen soveltamista tulisi harjoitella paljon. Menetelmää tulee käyttää kerralla vain yhteen tarkasti määriteltyyn poikkeamaan. (Petersson ym. 2018a, 205-207.)

2.8 Hukka

Hukasta puhuttaessa viitataan usein Muda-termiin, joka tarkoittaa lisäarvoa tuottamatonta työtä, jonka kahdeksan hukkatyyppin poistamiseen Leaniin perustuvissa menetelmissä tavallisesti keskitytään. Lean-toiminnassa kuitenkin aivan yhtä tärkeää on keskittyä myös kahteen muuhun hukkaan, joita ovat Muri (ylikuormitus) ja Mura (epätasaisuus). Muda, Muri ja Mura yhdistettynä luovat järjestelmän. Pelkästään Mudan poistamiseen keskittyminen saattaa jopa huonontaa tuotantojärjestelmien ja ihmisten tuottavuutta. (Liker 2004, 114.)

2.8.1 Muda

Likerin (2004, 28) mukaan Toyota tunnisti alun perin seitsemän hukkatyyppiä, mutta hänen ja Peterssonin (ym. 2018b, 37) mukaan myöhemmin luokitteluun on lisätty kahdeksas tyyppi. Seuraavaksi kuvaillaan tunnetuimmat hukkatyyppit.

Ylituotanto. Tämä on osien tuottamista ilman tarvetta, mikä johtaa ylimääräisiin varasto- ja kuljetuskustannuksiin, sekä tarpeettomaan henkilökunnan palkkaamiseen. Toyotan pääjohtaja Fuji Cho piti ylituotantoa pahimpana hukkana, koska se aiheuttaa paljon muuta hukkaa. (Liker 2004, 28-29.) Lisäksi vaarana on, että suuren varaston vuoksi

laatupoikkeamat huomataan liian myöhään. Moni ei edes huomaa tuottavansa liikaa, koska ylimääräisen tekemisestä usein jopa palkitaan. Ylituotanto kuitenkin häiritsee seuraavaa prosessia, joten olisi parempi käyttää ylimääräinen aika johonkin tärkeämpään. (Petersson ym. 2018b, 36.)

Odottaminen. Prosessissa tapahtuvat viivästykset johtavat tilanteeseen, jossa työntekijät eivät voi tehdä mitään hyödyllistä (Liker 2004, 28). Usein odottaminen johtuu siitä, etteivät oikeat materiaalit ole vielä saapuneet tai työohjeita ei ole toimitettu ajoissa (Petersson ym. 2018b, 31).

Tarpeeton kuljettaminen. Tämä on materiaalien, osavalmisteiden tai valmiiden tuotteiden tehotonta ja turhaa siirtämistä paikasta toiseen (Liker 2004, 29). Yleensä asiakas maksaa vain lopputuotteen toimituksesta, joten tuotteiden kuljettaminen tehtaan sisällä ei luo lisäarvoa. Ollellista on keskittyä poistamaan kuljetustarve kokonaan, eikä ainoastaan helpottaa siirtämistä. (Petersson ym. 2018b, 32.)

Ylikäsittely tai virheellinen käsittely. Turhien tai tehottomien vaiheiden suorittaminen aiheuttaa tarpeetonta liikkumista ja virheitä tuotteeseen. Hukkaa on myös tarpeettoman korkea laatu. (Liker 2004, 29.) Ylikäsittelyä aiheuttavat epäluotettavat prosessit, joten on tärkeää selvittää, miksi ne ovat epäluotettavia ja kehittää prosesseja (Petersson ym. 2018b, 32).

Turhat varastot. Liiallinen määrä raaka-aineita, osavalmisteita tai valmiita tuotteita johtaa pidempiin läpimenoaikoihin ja tuotteiden vanhentumiseen sekä rikkoutumiseen. Lisäksi ylimääräisistä varastoista aiheutuu ylimääräisiä kuljetus- ja varastokustannuksia. (Liker 2004, 29.) Joskus suuria varastoja joudutaan ylläpitämään, koska sisäiset tai ulkoiset prosessit ovat epäluotettavia. Kannattaa kuitenkin miettiä tarkkaan, ettei esimerkiksi tilata suuria määriä tuotteita varastoon alemman hinnan vuoksi, koska varastoinnista aiheutuvat kustannukset saattavat nousta suuremmiksi kuin alkuperäinen säästö. (Petersson ym. 2018b, 33.)

Tarpeeton liike. Työntekijöiden suorittama turha liike, kuten esimerkiksi työkalujen ja osien etsiminen, sekä kävely ovat hukkaa (Liker 2004, 29). Turha liike voi liittyä myös huonoon ergonomiaan, jolloin työntekijän täytyy esimerkiksi kyykistyä tai ojentautua työstä

suoriutuakseen. Hyvä ja turvallinen työympäristö on tärkeää myös tapaturmien estämiseksi. (Petersson ym. 2018b, 33.)

Virheelliset tuotteet. Esimerkiksi epäkuranttien osien valmistaminen, korjaaminen, hävittäminen ja tarkastus aiheuttaa tarpeetonta käsittelyä, ylimääräistä työtä ja hukattua aikaa (Liker 2004, 29). Virheelliset tuotteet johtavat taloudellisiin menetyksiin ja läpimenoajan pidentymiseen (Petersson ym. 2018b, 34).

Osaamisen tai luovuuden käyttämättä jättäminen. Kaikkien organisaatiossa työskentelevien osaamista ja luovuutta tulisi hyödyntää, eli kaikkien tulisi osallistua jatkuvaan parantamiseen. Monet pitävät tätä hukkaa kaikkein pahimpana hukan lähteistä, jopa ylituotantoa pahempana. (Petersson ym. 2018b, 37.) Likerin (2004, 29) mukaan kahdeksas hukkatyyppi tarkoittaa työntekijöiden ideoiden, taitojen ja oppimismahdollisuuksien hyödyntämättä jättämistä, kun heitä ei sitouteta tai kuunnella.

2.8.2 Muri ja Mura

Muri tarkoittaa henkilöstön tai koneen ylikuormittamista yli luonnollisten rajojen ja sitä voidaan pitää jossakin määrin mudan vastakohtana. Ihmisten ja laitteiden ylikuormittaminen aiheuttaa turvallisuus- ja laatuongelmia sekä katkoksia ja vikoja. (Liker 2004, 114.)

Mura tarkoittaa epätasaisuutta ja sitä aiheutuu Mudasta ja Murista. Tavallisissa tuotantojärjestelmissä joudutaan välillä tilanteeseen, jolloin työtä on liikaa tai liian vähän. Epäsäännöllinen tuotantoaikataulu tai tuotantomäärien vaihtelu aiheuttaa epätasaisuutta. Epätasaisuudella tarkoitetaan, että tuotannossa on valmius korkealle tuotantomäärälle, vaikka keskimääräiset vaatimukset olisivat huomattavasti alhaisempia. Murasta aiheutuu Mudaa. (Liker 2004, 114.)

2.9 Jatkuva parantaminen (Kaizen)

Japanilainen termi jatkuvalla parantamisella on Kaizen, joka on filosofia täydellisyyden tavoittelemiselle ja TPS:n ylläpitämiselle. Kaizen tarkoittaa jatkuvien parannusten tekemistä ja lisäarvoa tuottamattoman hukan poistamista. (Liker 2004, 23.) Kaizenin perusidea on

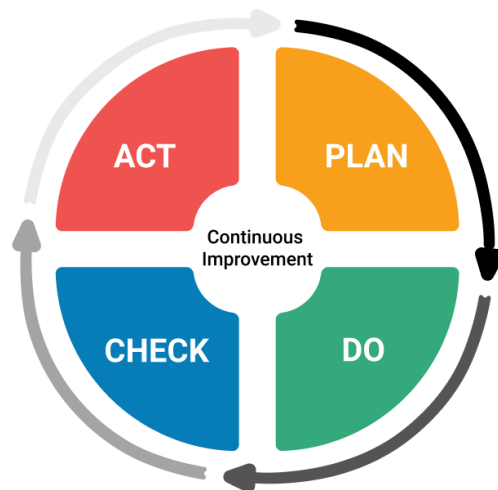
ajatus, ettei mikään ole täydellistä ja kaikkea voi vielä parantaa. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää, että Toyotalla jokaiselle johtajalle opetetaan, ettei täydellistä Lean-ratkaisua ole vielä toteutettu. Vaikka prosessi olisi täydellinen tänään, huomenna olosuhteet muuttuvat. (Liker & Convis 2012, 31.) Vaikka Leania voidaan toteuttaa osaprojekteina, joille on tyypillistä alku ja loppu, on huomioitava, että Lean ei ole staattinen tila joka saavutetaan. Leanissa oleellista on pyrkiä dynaamiseen tilaan, jolle ominaista ovat jatkuvat parannukset kohti parempaa virtaustehokkuutta. (Modig & Åhlström 2013, 149-151.) Oppivassa organisaatiossa poikkeamat tulee nähdä mahdollisuuksina oppia, eikä ongelmina (Petersson ym. 2018a, 64). Womack ja Jones (2003, 49) antavatkin Lean-yrityksille yksinkertaisen neuvon: Älä kilpaile kilpailijoita vastaan, vaan täydellisyyttä vastaan tunnistamalla ja poistamalla hukkaa.

Kourin (2009, 14-15) mukaan työntekijöiden rooli Kaizenissa on miettiä uusia kehityskohteita ja osallistua ongelmien ratkaisuun pienryhmissä. Vastuu laadusta ja kehitystyöstä on jokaisella. Kehitystyötä tehdään pienryhmissä, joissa perehdytään ongelmiin, suunnitellaan ratkaisu ja toteutetaan ne. Kaizenissa ei pyritä suuriin innovaatioihin, vaan jatkuviin pieniin parannuksiin. Työntekijät voivat aloittaa Kaizenin toteuttamisen miettimällä seuraavia kysymyksiä:

- Miten voin tehdä työni helpommin ja paremmin?
- Mikä työssäni aiheuttaa vaikeuksia?
- Mitä aiemmassa työvaiheessa voitaisiin tehdä toisin työni helpottamiseksi?
- Miten yhteistyötä työvaiheiden välillä voitaisiin parantaa? (Kouri 2009, 14-15.)

2.9.1 PDCA-malli

Plan-Do-Check-Act eli PDCA on jatkuvan parantamisen perusta (Liker 2004, 23). PDCA-mallia voidaan pitää olennaisena osana Leania. Kyseessä on malli muutosten toteuttamiselle ja sitä pidetään keskeisenä edellytyksenä ihmisten toiminnan ja prosessien jatkuvalla parantamiselle. (Kanbanize, [viitattu 31.1.2021].) Kuviossa 9 on esitettyä PDCA-ympyrä.



Kuvio 9. PDCA-ympyrä (Kanbanize, [viitattu 31.1.2021]).

Ympyrä muodostaa kehän, joka luo rakenteen toiminnan parantamiseksi. Malli on saanut nimensä sen vaiheiden sisältämien alkukirjainten mukaan. Vaiheita on neljä eli Plan (suunnittele), Do (toteuta), Check (tarkista) ja Act (standardoi). (Petersson ym. 2018a, 59.) Seuraavaksi selitetään tarkemmin PDCA:n eri vaiheet.

Plan. Ensimmäisessä vaiheessa luodaan edellytykset toiminnan parantamiselle. Se ei koostu pelkästään suunnitelmasta mitä pitää tehdä, vaan siinä täytyy perustella tarve, kerätä tietoja, erotella ja analysoida ongelma, sekä määritellä juurisyy esimerkiksi 5 x miksi -menetelmän avulla. (Petersson ym. 2018a, 60.) Suunnittelu saattaa vaatia suuren määrän resursseja ja se yleensä koostuu pienistä osista, jotta voidaan tehdä kunnollinen suunnitelma pienellä määrällä virheen mahdollisuuksia. Yleisiä kysymyksiä, joihin täytyy saada vastaukset ovat:

- Mikä on ratkaistava ydinongelma?
- Mitä resursseja tarvitaan?
- Mitä resursseja on saatavilla?
- Mikä on paras menetelmä ratkaista ongelma saatavilla olevilla resursseilla?
- Missä tapauksessa suunnitelmaa voidaan pitää onnistuneena?
- Mitkä ovat tavoitteet? (Kanbanize, [viitattu 31.1.2021].)

Do. Seuraavassa vaiheessa suunnitelma toteutetaan, mutta täytyy olla varautunut siihen, että toteutusvaiheessa ilmenee odottamattomia ongelmia. Mikäli mahdollista, suunnitelma kannattaa toteuttaa ensin pienessä mittakaavassa ja hallitussa ympäristössä. (Kanbanize, [viitattu 31.1.2021].)

Check. Kolmas vaihe on erittäin tärkeä, koska siinä tarkastetaan toimiko suunnitelma. Vaiheeseen täytyy kiinnittää riittävästi huomiota, jotta voidaan välttää toistuvia virheitä ja toteuttaa jatkuvan parantamisen periaatetta onnistuneesti. Mahdolliset ongelmat pitää analysoida ja niiden juurisyyt täytyy löytää. (Kanbanize, [viitattu 31.1.2021].) Check-vaiheessa tapahtuu eniten oppimista riippumatta siitä, mikä oli Do-vaiheen tulos (Petersson ym. 2018a, 60).

Act. Mikäli kehitys todetaan onnistuneeksi, viimeisessä vaiheessa se otetaan käyttöön ja standardoidaan (Kanbanize, [viitattu 31.1.2021]). Petersson ym. (2018a, 61) kuvailevat standardointia kiilaksi, jonka avulla kehitystyön avulla saavutetusta paremmasta suorituskyvystä saadaan pysyvä.

Mallia toteutetaan 4-vaiheisena, jonka jälkeen ympyrän sulkeutuessa aloitetaan uusi kierros (Lecklin 1997, 53). Kun PDCA-ympyrä on sulkeutunut, täytyy arvioida voiko parannettua standardia soveltaa myös muualla (Petersson ym. 2018a, 60). PDCA-mallin toteuttaminen vaatii yleensä aikaa, joten sen toteuttaminen ei aina onnistu kiireellisissä tapauksissa (Kanbanize, [viitattu 31.1.2021]).

2.9.2 Jatkuvan parantamisen menetelmiä

Jatkuvaan parantamiseen liittyy myös muita menetelmiä. Seuraavaksi esitellään eräitä tunnettuja tapoja jatkuvan parantamisen tueksi.

Kaikaku. Kaikaku tarkoittaa radikaaleja parannuksia, eli siinä tavoitteena on nostaa jokin toiminto merkittävästi paremmalle tulosasteelle. Kaikaku keskittyy yleensä laajoihin kokonaisuuksiin, eli esimerkiksi kapasiteetin suurentamiseen, läpimenoajan lyhentämiseen tai poissaolojen vähentämiseen. Kaikakun läpiviemiseksi tarvitaan projektiryhmä, joka koostuu useista eri alojen asiantuntijoista. Kaikakun toteuttaminen vaatii paljon panosta

organisaatiolta, joten kannattaa varmistaa, että projektin läpivientiin on riittävästi resursseja. Kaikakun vaarana on, että saavutetuista tuloksista taannutaan, mikäli jotakin toista parannustyötä, esimerkiksi Kaizenia ei oteta käyttöön. (Petersson ym. 2018a, 65-67.)

Kaizen event. Kaizen event ei ole laajuudeltaan yhtä suuri kuin Kaikaku, vaan kyseessä on pikemminkin yksittäiseen ongelmaan liittyvä työpaja. Kaizen eventin avulla voidaan ratkaista esimerkiksi yksittäisiä laatupoikkeamia tai siinä voidaan keskittyä tilanteisiin, jolloin halutaan testata uutta työmenetelmää. Kaizen eventtiin on tärkeää osallistua asiantuntijoita riittävän laajalta alalta. (Petersson ym. 2018a, 66.)

A3-menetelmä. A3-menetelmä sai nimensä siitä, että Toyota halusi kaiken oleellisen tiedon mahtuvan A3-kokoiselle paperille. Koostaan huolimatta, A3-raportti ei ole muistion kaltainen, vaan se voi olla koko prosessin dokumentoiva raportti tai budjettiehdotus kokonaisuus liiketoiminnolle. Myöhemmin Toyotalla on haluttu siirtyä jopa A4-raportteihin, koska ajatuksena on, että vähemmän on enemmän. (Liker 2004, 157). A3-menetelmän avulla ei luoda pelkästään kehittämisrutiinia, vaan siinä on kyse myös viestinnän parantamisesta ja uuden oppimisesta. Menetelmä sopii esimerkiksi Kaikakuun, Kaizeniin ja Kaizen eventtiin. (Petersson ym. 2018a, 208.) Taulukossa 1 on esitettyä A3-raportin muoto ja sisältö.

Taulukko 1. A3-menetelmä (Petersson ym. 2018a, 209).

Tausta / Ongelma: Mistä asiasta on kyse? Miksi tämä lomake on luotu?	Toimenpiteet: Mitä tavoitteen saavuttamiseksi täytyy tehdä? Mitkä ovat vaikutukset juurisyyhyn?
Nykytila: Mikä on nykytilanne tunnistettujen faktojen ja/tai analyysin perustuen? Panosta visuaalisuuteen tai luettele esimerkiksi ranskalaisin viivoin.	Toimintasuunnitelma: Mitä toimenpiteitä vaihdetaan, kuka niistä vastaa ja mikä on aikataulu? Mikäli edistymistä halutaan mitata, mitä tunnuslukuja käytetään?
Tavoite / Tavoitetila: Selkeä tavoitetilan kuvaus yksityiskohtaisesti määriteltynä	Seuranta: Onko ongelmia odotettavissa ja mitä ne ovat? Miten jatkuva seuranta voidaan toteuttaa? Miten nykyistä ja opittua tietoa jaetaan?
Analyysi: Tunnista juurisyy esimerkiksi 5 x miksi menetelmällä.	

A3-lomake koostuu kahdesta puolesta, jotka esittävät kehittämisen kahta eri vaihetta. Vasemmalle puolelle tulisi saada hyvä kooste nykytilanteesta ja ongelman juurisyyistä. Oikealla puolella esitetään toimenpiteet tavoitetilaan pääsemiseksi ja esitetään suunnitelma niiden toteuttamiseksi. Lomake tulee täyttää loogisessa järjestyksessä, että voidaan

varmistua oikean juurisyyn löytämisestä ennen kehitystyön aloittamista. (Petersson ym. 2018a, 209.)

Genchi genbutsu. Genchi genbutsu tarkoittaa menemistä itse paikan päälle ymmärtääkseen todellisen tilanteen. Kyseisen ajattelutavan mukaan pahin virhe on, mikäli pitää asioita itsestään selvänä tai luottaa pelkästään muiden laatimiin raportteihin. Menetelmää voidaan toteuttaa menemällä esimerkiksi tuotantoon ilman ennakkoluuloja ja kysyen jokaisen asian kohdalla viisi kertaa ”miksi”. Menetelmää voi soveltaa myös mihin tahansa muuhun toimintaan. Suosiotaan on kasvattanut myös Gemba-termi, joka tarkoittaa todellista paikkaa. Esimerkiksi ongelmanratkaisuprosessin ensimmäinen vaihe tulisi olla ”Gembaan” meneminen, eli todelliseen tilanteeseen tutustuminen. (Liker 2004, 223-224.)

5S. 5S on osa Lean-järjestelmän visuaalista ohjausta, jonka avulla luodaan työympäristölle jatkuva parannusprosessi. Järjestelmän avulla tuetaan tahtiajan mukaista virtausta ja tavoitellaan hukan vähentämistä. (Liker 2004, 150-152.) Likerin (2004, 150) mukaan 5S koostuu nimensä mukaan viidestä vaiheesta, jotka ovat:

1. **Seiri** (lajittele). Lajittele tavarat ja luovu sellaisesta mitä ei tarvita.
2. **Seiton** (järjestä). Luo paikka kaikelle ja pidä kaikki paikoillaan.
3. **Seiso** (puhdist). Pidä kaikki puhtaana.
4. **Seiketsu** (standardoi). Standardoi olosuhteet valvoaksesi kolmea ensimmäistä S:ää.
5. **Shitseku** (ylläpidä). Järjestelmällisen työskentely-ympäristön ylläpito on jatkuvan parantamisen prosessi.

2.10 Tasapainotettu tuotanto (Heijunka)

Lean-filosofian mukaan tavoitteena olisi valmistaa vain sitä mitä asiakkaat haluavat ja milloin he haluavat. Valitettavasti kyseinen toimintatapa johtaa käytännössä ongelmiin, koska asiakkaiden kysyntää ei voi ennustaa, ja tilausten määrä vaihtelee paljon viikko- ja kuukausitasolla. Mikäli tuotteet valmistetaan tiukasti tilausten mukaan, saattaa tuotantoon aiheutua suuria piikkejä, jotka johtavat ylitöihin, sekä ihmisten ja koneiden rasittamiseen. Seuraavalla viikolla tilanne saattaa olla päinvastainen, jolloin työntekijöillä on vain vähän

tekemistä ja laitteille ei ole juurikaan käyttöä. Tilanne johtaa myös siihen, että alihankkijoilta joudutaan tilaamaan tuotteita varastoon suuret määrät vain varmuuden vuoksi. Leania ei todellisuudessa pysty ylläpitämään tiukalla tilauksen mukaan valmistuksella, koska se loisi paljon varastoa ja piiloon jääviä ongelmia, jotka johtaisivat huonoon laatuun ja lopulta läpimenoaikojen pidentymiseen kaaoksessa olevassa tehtaassa. Toyotalla ongelma ratkaistiin tasapainottamalla tuotantoa. Menetelmää kutsutaan nimellä Heijunka. (Liker 2004, 113-116.)

Ratkaisu johti lopulta parempaan laatuun ja palveluun asiakkaille. Tilauksia keräämällä ja aikatauluja tasoittamalla on mahdollista pystyä nopeampiin läpimenoaikoihin ja toimituksiin sekä pienempiin varastoihin. Heijunkan käyttäminen on ensiarvoisen tärkeää Muran eliminoimiseksi, mikä on välttämätöntä Murin ja Mudan poistamiseksi. Tuotannon jatkuvalla yli- ja alikäytöllä ei voida saavuttaa laadun, työmenetelmien standardoinnin, tuottavuuden tai jatkuvan parantamisen kehittämistä. (Liker 2004, 113-116.) Peterssonin (2018a, 46) mukaan tasapainottamisella tarkoitetaan sitä, että suunnitellaan toimintatapa, jonka avulla luodaan edellytykset resurssien tasaiselle käytölle tietyllä ajalla. Kyseessä voi olla esimerkiksi suunnitelma, jonka avulla työmäärä jaetaan päivän ajalle. Siten menettelemällä voidaan välttää ruuhkahuippuja. Tasapainottamisella on hyviä vaikutuksia, kuten kapasiteetin käyttöasteen nousu, ennustettavammät ja lyhyemmät läpimenoajat, sekä tasaisempi materiaalien käyttö. (Petersson 2018a, 46.) Liker (2004, 121) lisää, että puhtaimmillaan Lean-filosofian mukaan kalliissa valmisvarastossa ei tulisi säilyttää mitään, mutta tämä ei ota huomioon Heijunkan tärkeyttä. Hänen mukaansa pieni määrä valmisvarastoa suojaa tasapainotettua tuotantoaikataulua äkillisiltä kysynnän muutoksilta.

Tuotannon tasoittamisella voidaan tarkoittaa myös tuotantosarjojen muuttamista todellisen tuotantosarjan mukaisesta mallista A, A, B, B A, B, B, A, jossa A ja B vastaavat eri tuotteita, tasaiseksi sekamalliseksi työsarjaksi A, B, A, B, A, B, A, B. Tuotantotavan vaihtaminen perinteisestä sekamalliseen tuo neljä hyötyä, jotka ovat asiakasjoustavuus, pienempi riski myymättömille tuotteille, henkilöstön ja koneiden tasapainoinen käyttö, sekä tasaisempi tarve aiemmissä prosesseissa ja toimittajilta. Myös alihankkijat hyötyvät tasoitetusta tuotannosta ja pystyvät antamaan osan kertyvistä säästöistä asiakkaalle. Näin kaikki osapuolet hyötyvät tasapainotuksesta. Sekamalliseen tuotantoon vaihtaminen tarkoittaa, että linjan vaihdosaika täytyy saada lähes poistettua, mikä voi tuntua aluksi mahdottomalta.

Japanilainen insinööri Shigeo Shingo osoitti kuitenkin jo vuosikymmeniä sitten, että juuri se on oikea tapa toimia. Avaimena onnistumiselle on suorittaa suurin osa vaihdokseen kuluva ajasta koneen ollessa vielä käynnissä. (Liker 2004, 113-120.)

2.11 Vakaat ja standardit prosessit

Jatkuvan parantamisen ja laadun perusta on standardointi. (Liker 2004, 143). Peterssonin ym. (2018a, 43) mukaan standardoinnilla tarkoitetaan sovittua tapaa suorittaa tietty asia, eli erottaa oikea ja väärä toimintatapa. Prosessi täytyy standardoida ja vakauttaa, ennen kuin sitä voidaan parantaa (Liker 2004, 142). Mikäli prosessi vaihtelee jatkuvasti, parannuksesta syntyy vain yksittäinen muunnelma, jota parhaimmillaankin käytetään vain satunnaisesti. Myös Kourin (2009, 16) mukaan vain standardoitujen toimintatapojen avulla voidaan selvittää muutosten vaikutus laatuun, tuottavuuteen ja turvallisuuteen.

Lähes kaikki voidaan standardoida, kuten esimerkiksi suoritusmenetelmä, varastointitapa, toiminnan seuranta, priorisointijärjestys tai ylitöiden perusteet. Standardoinnin avulla voidaan vähentää merkittävästi myös hukkaa. Mikäli manuaalista työtä standardoidaan, eli luodaan menetelmästandardi, täytyy myös standardoidun työn suoritus aika mitata. Näin menettelemällä mahdollistetaan ennustettavuuden kasvu. Menetelmästandardoinnilla voidaan saavuttaa esimerkiksi tasaisempi laatu, lyhyempi läpimenoaika ja suurempi kapasiteetti. Kun työ suoritetaan aina parhaaksi todetulla tavalla, työhön käytettävä aika ja vaihtelu työajassa vähenee, mikä mahdollistaa myös tarkempien aikataulujen suunnittelun. Mikäli menetelmästandardia ei pysty luomaan, myös pelkkä tarkistuslista auttaa laadun parantamisessa ja se voi jopa nostaa tehokkuutta. Tarkistuslistan avulla työhön kulunutta aikaa voidaan verrata arvioituun aikaan, mikä johtaa keskusteluun käytetystä ajasta ja huomioimaan poikkeamat. (Petersson ym. 2018a, 43-45.)

Kourin (2009, 16) mukaan standardoidulla työskentelytavalla ei tavoitella oma-aloitteisuuden vähentämistä, vaan työntekijöiden vastuulla on kehittää parempia menetelmiä, joten heitä tulee haastaa jatkuvaan parantamiseen. Myös Peterssonin ym. (2018a, 45) mukaan työntekijöiden tehtävänä on käyttää osaamistaan ja haastaa standardi, että se voidaan muuttaa entistä paremmaksi.

2.12 Visuaalinen ohjaus

Visuaalisten ohjausjärjestelmien tavoitteena on parantaa lisäarvoa tuottavaa virtausta. Esimerkiksi 5S:n avulla voidaan paljastaa ongelmia ja se voi olla osa hyvin hiotun Lean-järjestelmän visuaalista ohjausta. Visuaalinen ohjainlaite voi olla millainen tahansa viestintäväline, josta voidaan välittömästi nähdä, miten työ kuuluisi suorittaa ja poikkeako se standardista. Ohjainlaitteen avulla työntekijät pysyvät jatkuvasti tietoisena, miten työ sujuu. Laite voi näyttää mitä tahansa JIT:n mukaista tietoa, jonka avulla pystytään varmistamaan työn oikeanlainen suoritus. Hyvä esimerkki visuaalisesta ohjaimesta on liikennevalot. Visuaalisuudella tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi prosessia, välinettä, varastotasoa tai jopa työntekijää katsomalla voi välittömästi nähdä käytettävän standardin ja selvittää noudatetaanko sitä. Kuten 5S:ssä voidaan nähdä ”haamu” työkalulle kuuluvalla paikalla, voi päällikkö tarkistaa varaston tason esimerkiksi valon värin perusteella. 5S:n lisäksi usein käytettäviä visuaalisia ohjaimia, joiden avulla poikkeamat tehdään näkyviksi ja helpotetaan tahtiajan mukaista virtausta, ovat Kanban, yksiosaisen virtauksen solu, Andon ja standardoitu työ. (Liker 2004, 151-152.)

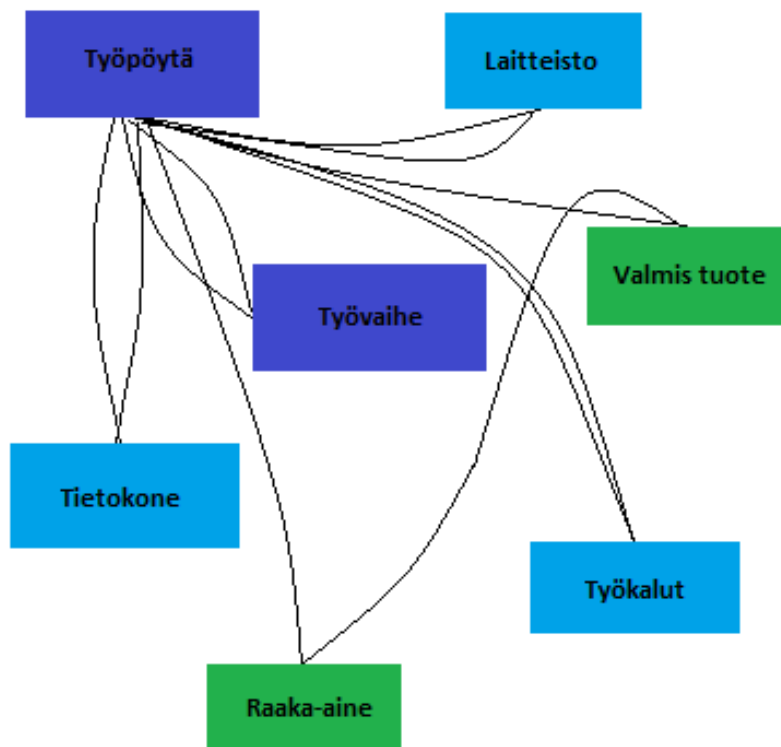
2.13 Prosessin analysointi Lean-menetelmin

Leanissa eräitä prosessin analysointiin käytettäviä menetelmiä ovat spagettikaavio ja arvovirtakuvaus. Seuraavissa alaluvuissa on esitetty tarkemmin kyseiset menetelmät.

2.13.1 Spagettikaavio

Mitä tahansa prosessia analysoidessa, tulee ensimmäisenä selvittää materiaalin, paperin tai tiedon arvovirta prosessin läpi. Riittävän tarkan ymmärryksen varmistamiseksi reitti tulisi selvittää seuraamalla todellista reittiä. Kuvaus voidaan luoda yksinkertaisesti piirtämällä reitti, laskemalla aika ja mittaamalla kuljettu matka. Tuloksista voidaan usein tehdä hämmästyttäviä havaintoja. (Liker 2004, 29-30.)

Spagettikaavio saa nimensä kuvion 10 mukaisista kulkureiteistä, jotka muistuttavat spagettia.



Kuvio 10. Spagettikaavio (Spaghetti Diagrams 2015).

Spagettikaaviosta voidaan selvittää esimerkiksi ylimääräistä liikkumista, joka on yksi Mudan muoto. Tuomalla työvaiheet lähemmäksi toisiaan voidaan vähentää hukkaa huomattavia määriä. (Spaghetti Diagrams, 2015.)

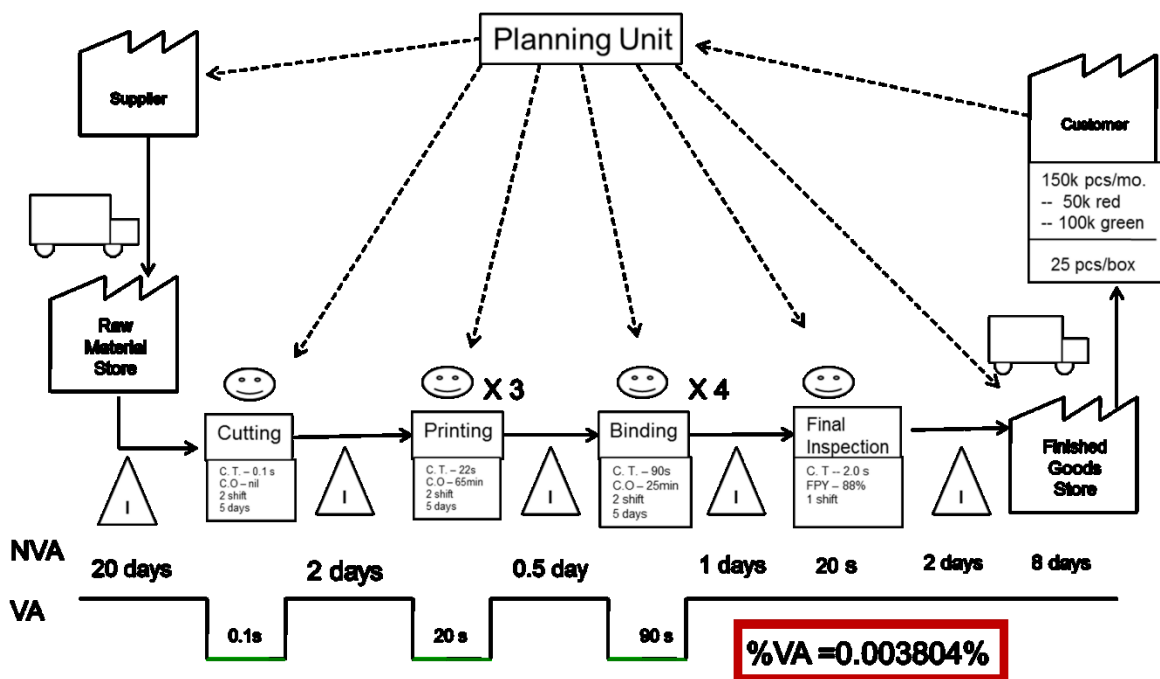
2.13.2 Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus on menetelmä, jolla voidaan analysoida tuotantoprosessin nykytilaa, se on erittäin hyödyllinen menetelmä materiaali- ja informaatiovirran sekä läpimenoajan tutkimiseksi. Arvovirtakuvaus itsenäisesti ei ole prosessin parantamisen menetelmä, mutta sillä voidaan varmistaa, että parannusyritykset kehittävät arvovirran sujuvuutta, vastaavat organisaation tavoitteita ja palvelevat ulkoisten asiakkaiden vaatimuksia. Arvovirtakuvaus ei ole kyse varsinaisesti hukan etsimisestä, vaan nykytilan tutkimisesta ja kuvaamisesta, että tavoitetila voidaan määrittää. (Rother 2011, 24, 253.) Keskittymällä arvovirtaan voidaan nähdä toiminnot isossa kuvassa, eikä vain yksittäisissä prosesseissa. Tämä mahdollistaa kokonaisvaltaiset parannukset, eikä vain pienten osien optimointia (Rother & Shook 2003,

13.) Rotherin (2011, 254) mukaan arvovirtakuvauksesta ei kannata tehdä yksityiskohtaista, vaan pikemminkin alkeellinen esittämällä kaksi kysymystä, joita ovat:

- Mitä arvovirtaa kuvataan?
- Mitä vaiheita prosessissa on?

Kuviossa 11 on esitettyä esimerkki arvovirtakuvauksesta.



Kuvio 11. Arvovirtakuvaus (10 Easy Steps, [viitattu 24.3.2021]).

2.14 Leanin soveltaminen

Lean on ensinnäkin määriteltävä riittävän korkealla abstraktiotasolla, että se soveltuu erilaisiin kohteisiin. Kun Leania sovelletaan, on olennaista keskittyä virtaustehokkuuteen. Mikäli pääpaino on resurssitehokkuudessa, johtaa se osaoptimoituihin tehokkuussaarekkeisiin, joiden välille muodostuu lisätyötä ja hukkaa. Virtaustehokkuutta nostamalla saarekkeet voidaan liittää yhtenäiseksi järjestelmäksi, jonka avulla voidaan kasvattaa myös resurssitehokkuutta. Leania sovellettaessa ei ole kyse siitä, että täytyisi suoraan kopiaa Toyotan käyttämiä keinoja, vaan luoda omia keinoja virtaustehokkuuden

nostamiseksi kyseisessä toimintaympäristössä. Leania hyödyntämällä minkä tahansa tyyppiset organisaatiot pystyvät nostamaan virtaustehokkuuttaan. (Modig & Åhlström 2013, 125-126.) Kourin (2009, 34-35) mukaan useimmat Lean-työkalut ja -menetelmät soveltuvat parhaiten kappaletavarateollisuuteen, mutta Leanin pääperiaatteita voi soveltaa myös muilla toimialoilla. Hänen mukaansa Lean-menetelmien valinnassa kannattaa miettiä tuotevariaatioiden määrää, tuotantomääriä ja tuotannon joustavuutta.

Leania voidaan toteuttaa siis useilla eri tavoilla. Korkealla abstraktiotasolla on kyse **periaatteiden** soveltamisesta ja **arvojen** yhtenäistämisestä. Alemmalla tasolla keskitytään konkreettisempaan muutostyöhön, jossa sovelletaan eri **menetelmiä** ja **työkaluja**. Olennaista Leanissa on joka tapauksessa keskittyä vaihtelun vähentämiseen virtaustehokkuuden parantamiseksi. (Modig & Åhlström 2013, 141.) Seuraavaksi kerrotaan tarkemmin siitä, miten vaihtelua voi pyrkiä vähentämään keskittymällä eri asioihin.

Arvot. Mitä arvoja organisaation on yhdenmukaistettava, että virtaustehokkuutta voidaan parantaa? Kaksi oleellista arvoa virtaustehokkuuden kasvattamiseksi ovat kunnioitus ja yhteistyö. Kunnioitus tarkoittaa, että kunnioitetaan toisia ja yksilöiden on tehtävä kaikkensa keskinäisen ymmärryksen ja luottamuksen varmistamiseksi. Yhteistyöllä tarkoitetaan jokaisen organisaation jäsenen ammatillisen osaamisen edistämistä, kehitysideoiden jakamista ja yksilöiden ja tiimien tehokkuuden parantamista. (Modig & Åhlström 2013, 141-142.) Kun tavoitteena on parantaa toimintaa, arvot voidaan nähdä ohjaavina periaatteina. Pitkällä tähtäimellä ajateltuna paras kehitystapa on sellainen, mikä luo tasapainoa kaikkien sidosryhmien välille. (Petersson ym. 2018a, 38.)

Periaatteet. Miten organisaatioon kuuluvien tulee ajatella, eli mitkä ovat ne periaatteet, joita noudattamalla voidaan vähentää ja hallita vaihtelua. Toyotalla ne ovat JIT ja Jidoka, mutta oleellista ei ole käyttää Toyotan periaatteita, vaan pyrkiä parantamaan virtausta sovittujen periaatteiden mukaisesti. (Modig & Åhlström 2013, 141, 143.) Periaatteiden täytyy kuitenkin olla linjassa arvojen kanssa. Ne eivät määrittele tarkasti, miten tietty asia pitää tehdä, vaan pikemminkin kuvaavat yleisellä tasolla hyvän toimenpiteen. (Petersson ym. 2018a, 38.)

Menetelmät. Mitä organisaatiossa tehdään, eli mitä menetelmiä käytetään virtaustehokkuuden parantamiseksi (Modig & Åhlström 2013, 141). Menetelmiä tarvitaan,

että arvot ja periaatteet saadaan johdettua toimintaan. Menetelmät ovat joukkoja vaiheita tiettyyn lopputulokseen pääsemiseksi. Periaatteiden avulla osataan valita oikeat työkalut. (Petersson ym. 2018a, 39.)

Työkalut. Mitä me käytämme, eli mitä työkaluja on otettava käyttöön? (Modig & Åhlström 2013, 141). Tuloksia seuraamalla voidaan varmistaa valittujen työkalujen kelpoisuus. Mikäli asetettuihin tuloksiin ei päästä, täytyy kyseenalaistaa käytetyt työkalut. (Petersson ym. 2018a, 39.)

Kun arvot, periaatteet, menetelmät ja työkalut nähdään keinoina toteuttaa Leania, voidaan ymmärtää, miten asiat liittyvät toisiinsa. Voidaan ajatella, että kaikki keinot, mitkä auttavat vähentämään vaihtelua organisaatiossa, ovat keinoja toteuttaa Leania. (Modig & Åhlström 2013, 141-142.)

Kourin (2009, 8-9) mukaan konkreettisemmin Lean-toiminta organisaatiossa alkaa usein arvoketjun analysoinnilla ja kehittämisellä. Hänen mukaansa työ alkaa käytännössä tuotannon layoutin ja ohjausperiaatteiden muuttamisesta sekä työpisteiden siistimisestä ja tehostamisesta. Kourin mukaan kehittäminen jatkuu systemaattiseen ongelmanratkaisuun ja tavoitemittarien asettamiseen. Seuraavaksi kerrotaan yleisesti käytetystä etenemistavasta Leanin soveltamisessa.

Määrittele arvo. Tuotteen ja palvelun arvo täytyy määritellä asiakkaan näkökulmasta. Näin menettelemällä nähdään, mistä asiakas on valmis maksamaan ja tunnistetaan epäoleelliset ominaisuudet. Arvon määrittelyn avulla pystytään ohjaamaan kehitystoimintaa tehokkaasti. (Kouri 2009, 8.) Myös Womack ja Jones (2003, 16) toteavat, että kriittinen aloituspiste Lean-ajattelulle on arvo, jonka pystyy määrittelemään vain asiakas. Heidän mukaansa arvon luo tuottaja, ja asiakkaan näkökulmasta arvo määrittelee, miksi tuottaja on olemassa.

Tunnista arvoketju. Selvitetään asiakasarvoa tuottavat prosessit ja toiminnot kuvaamalla yrityksen arvoketju. Arvoketjun avulla lisäarvoa tuottamattomat prosessit voidaan poistaa ja voidaan keskittyä tehostamaan arvoa tuottavia prosesseja. (Kouri 2009, 8.) Arvoketju koostuu toiminnoista, joiden avulla tuote tai palvelu viedään läpi kolmen kriittisen tehtävän. Tehtävistä ensimmäinen on ongelmanratkaisutehtävä konseptista tuotejulkaisuun. Toinen tehtävä on informaation hallinta tilauksesta suunniteltuun toimitukseen. Kolmas tehtävä on

fyysinen muunnos raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi asiakkaan haltuun. Arvoketjuista paljastuu yleensä valtavia määriä hukkaa. (Womack & Jones 2003, 19.)

Luo virtaus. Kun arvo ja arvoketju on tunnistettu, sekä selkeästi hukkaa aiheuttavat toiminnot on poistettu, tehdään arvoa tuottavista toiminnoista virtaus. Virtauksen tuottaminen vaatii eräperusteiseen tuotantoon tottuneilta täysin uudenlaista ajattelutapaa. (Womack & Jones 2003, 21-22.) Kourin (2009, 8) mukaan käytännössä tämä tarkoittaa, että tuotteet täytyy saada virtaamaan tuotannon läpi siten, että ne kulkevat pysähtymättä. Hänen mukaansa koneet ja laitteet asetellaan siten, että materiaalivirta kulkee lyhyesti ja selkeästi, sekä välivarastoja pienennetään.

Käynnistä imu. Seuraavaksi yrityksen täytyy ottaa käyttöön imuohjaus, jonka avulla asiakas voi vetää tarvitsemansa tuotteen yritykseltä, eikä yritys pyri työntämään niitä asiakkaille (Womack & Jones 2003, 24-25). Kourin (2009, 9) mukaan tuotteet ja osat tulee valmistaa todellisen tarpeen ja kulutuksen mukaan, sekä valmisvarasto pyritään pitämään pienenä.

Pyri täydellisyyteen. Kun perusteet ovat kunnossa, tulee keskittyä täydellisyyden tavoitteluun, koska hukkan poistamiselle ei ole loppua. Aiemmat neljä keinoa luovat kehän ja arvon nopeampi virtaus paljastaa piiloutunutta hukkaa. Mitä kovempi imu luodaan, sitä enemmän virtausta kuristavia ongelmia löytyy. (Womack & Jones 2003, 24-26.) Likerin (2004, 99) mukaan, mikäli ei kykene tunnistamaan ongelmia, ei voi parantaa prosesseja. Myös Kourin (2009, 9) mukaan prosessien kehittämisen tulee olla jatkuvaa ja ongelmia sekä eri hukkailmiöitä tulee poistaa systemaattisesti.

Koska Leanin toteuttamisen tapoja on eri abstraktiotasoilla, keinot riippuvat asiayhteydestä. Mitä korkeammalle abstraktiotasolle mennään, sitä vähemmän keino riippuu yhteydestä. Vastaavasti, mitä matalampi abstraktiotaso, sitä enemmän keino riippuu yhteydestä. Yhteydessä on kyse siitä, millaisessa ympäristössä keino on luotu. Koska työkalut ovat alimmalla abstraktiotasolla, ne ovat hyvin riippuvaisia asiayhteydestä. Lean-työkalujen soveltamisessa voidaan siis ajautua tilanteeseen, jossa muiden organisaatioiden luomat työkalut eivät toimi. Se ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei Leania voida soveltaa, vaan kyseinen työkalu ei vain sovellu kyseiseen tilanteeseen. Toyotan luomat menetelmät on kehitetty

tilanteessa, jossa tuotteita valmistetaan suuria määriä ja niiden perusrakenteessa on melko vähän eroja. Heidän kehittämänsä menetelmät ovat ratkaisuja Toyotan kokemuksiin ongelmiin virtaustehokkuuden parantamisessa. Organisaatioiden, joiden toimintaympäristö on täysin erilainen, ei kannata kopioida Toyotan kehittämiä keinoja, vaan ottaa oppia siitä, miten Toyota on toiminut. Organisaatioiden tulisikin keskittyä omiin periaatteisiinsa, menetelmiinsä ja työkaluihin, jotka parantavat virtaustehokkuutta heidän omassa toimintaympäristössään. Kyseiseen tilanteeseen päästään, kun organisaatiot todella ymmärtävät mistä Leanissa on kyse. (Modig & Åhlström 2013, 145-146).

Likerin (2004, 41) mukaan Leanissa ei ole kyse Toyotan työkalujen kopiaimisesta, vaan omaan organisaatioon sopivien periaatteiden kehittamisestä ja niiden parantamisesta paremman suorituskyvyn saavuttamiseksi. Liker jatkaa, että näin menettelemällä voidaan tuottaa jatkuvasti enemmän lisäarvoa asiakkaille ja yhteiskunnalle, mikä tarkoittaa parempaa kilpailukykyä ja tuottavuutta yritykselle. Peterssonin ym. (2018a, 20) mukaan Leaniin pyrkimisessä on pikemminkin kyse visiosta, joka ei ole koskaan täysin saavutettavissa, koska hukkaa ei ole mahdollista poistaa täysin. Heidän mukaansa tavoitteena tulee kuitenkin olla pitkäjänteinen ja järjestelmällinen hukkan vähentäminen, joka johtaa jatkuvan parantamisen tilaan.

Rotherin (2011, 72) mukaan useimmat prosessinparannusyritykset eivät toimi, mikäli prosessi ei ole ohjauksessa. Jokaisella tuotantoprosessilla tulisi olla tavoitetila, jolloin johtajat pystyvät tarkistamaan prosessin tilan ja avustamaan parannustoiminnassa päivittäin. Tuotantolaitoksessa ei tulisi olla yhtäkään prosessia ilman määriteltyä standardia, joka pyritään saavuttamaan. Prosessin kehittämistä olisi kuitenkin mahdotonta pyrkiä tekemään useissa prosesseissa samanaikaisesti. Usein prosessin kehittämisessä tehdään virhe, kun se aloitetaan siitä arvovirran silmukasta, jossa on pisin läpimenoaika, ja jossa nähdään suurin parannuspotentiaali. Oikea tapa on kuitenkin asettaa ensin tavoitetila ns. **suunnannäyttäjäprosessille**, eikä ylävirran valmistusprosesseille. Suunnannäyttäjäprosessi tai -silmukka sijaitsee alavirrassa, jossa tuoteperhe valmistuu ulkoiselle asiakkaalle ja siihen kohdistuu ulkoisen asiakkaan tahtiaika. Kyseessä ei ole välttämättä pullonkaulaprosessi. Suunnannäyttäjäsilmukalla on kriittinen asema arvovirrassa, joten se ansaitsee erityistä huomiota, koska vaihtelu ja epästabiilius siinä saattaa nopeasti vaikuttaa alavirran ulkoiseen asiakkaaseen ja samalla aiheuttaa vaikeasti

seurattavia ja voimakkaita vaihteluita ylävirran tuotantoprosesseissa. (Rother 2011, 249-252.)

Usein arvovirran alkupään, eli tuotantoprosessien ongelmat johtuvat huonosti operoidusta suunnannäyttäjäsilmukasta. Arvovirran todellisten ongelmien löytäminen on vaikeaa, mikäli suunnannäyttäjäsilmukka toimii epästabiilisti. Ensimmäisenä tulisi pyrkiä kehittämään stabiili ja tasainen suunnannäyttäjäsilmukka ja vasta sen jälkeen katsoa, mitä ongelmia jää jäljelle, ja muuttaa niitä, jos jää tarvetta. Usein organisaation erityishuomion nostaminen suunnannäyttäjäsilmukkaan voi vaatia lisäponnistuksia. Kun huomio keskitetään suunnannäyttäjäsilmukkaan ja siellä pyritään saavuttamaan jatkuvasti haastavampia tavoitetiloihin, ongelmien syyt siirtyvät kauemmaksi ala- tai ylävirtaan tai toisaalle organisaatioon. Vasta kun muut prosessin vaiheet estävät saavuttamasta seuraavaa tavoitetilaa suunnannäyttäjäsilmukassa, on aika keskittyä toisaalle. Tällä tavoin menettelemällä voi seurata minne ongelmat johdattavat, eli sinne missä ne todella ovat. Näin yksittäisen parannusyritykset kytkeytyvät toisiinsa ja lopulta voi tavoitella yhtenäisiä tavoitetiloihin kaikissa prosesseissa. (Rother 2011, 249-252.)

Likerin (2004, 87) mukaan Leanin käyttöönottoon pyrkivän yrityksen on hyvä aloittaa luomalla jatkuva virtaus johonkin valmistuksen ydinprosessiin tai palveluun. Lean-ajattelu tarvitsee syvällistä ja laajaa kulttuuriin muutosta, mutta 1–2 projektin aloittaminen innostuksen herättämiseksi on oikea tapa aloittaa pyrkimyksen kohti virtaustehokkuutta (Liker 2004, 10).

Petersson (2018a, 57-58) korostaa Lean-keinojen yhteyttä toisiinsa. Esimerkiksi työtapojen ja työhön kuluvan ajan standardoinnin avulla luodaan edellytykset virtauksen prosessin kapasiteetin tietämiselle. Kapasiteetin tietäminen on tärkeää virtauksen tasaamiseksi eli työmäärän jakamiseksi tietylle ajanjaksolle. Standardoinnin ja tasaamisella avulla saavutetaan korkea laatu. Jos resursseja käytetään vaihtelevasti, pelkkää tahtiaikaa soveltamalla on vaikea saavuttaa hyvää resurssitehokkuutta, joten lisäksi tarvitaan tasausta. Tasaamisen avulla pystytään tahdistamaan tehokkaasti virtausta ja pienentämään puskurivarastoja, mikä johtaa jatkuvan virtauksen tehostumiseen. Kaikkien prosessin vaiheiden hyvällä ja ennustettavalla laadulla voidaan luoda edellytykset prosessien

kytkemiseksi lähelle toisiaan, jolloin kyetään luomaan tehokas virtaus. (Petersson 2018a, 57-58.)

2.15 Tunnistettuja ongelmia Leanin soveltamisessa

Likerin (2004, 7, 12-13) mukaan useiden yritysten ongelmana on, että ne ovat omaksuneet Leanista vain osan keinoista, kuten 5S:n ja JIT-periaatteen ymmärtämättä, miten Lean toimii kokonaisuutena. Hänen mukaansa Lean on koko organisaation kattava järjestelmä, eikä muutama työkalu tai menetelmä riitä, mikäli tärkein jää huomaamatta, eli jatkuvan parantamisen kulttuuri. Myös Rotherin (2011, 4-5) mukaan ongelmana on, että yritykset ovat yrittäneet liimata TPS:n työkaluja ja periaatteita nykyisen johtamisajattelun ja käytäntöjen päälle muuttamatta organisaation kulttuuria tukemaan Leania. Hänen mukaansa yrityksen kilpailukyvyssä ei ole kyse tietyistä ratkaisuista, vaan organisaation ymmärryskyvystä ja taidoista luoda kyseiseen hetkeen soveltuvia älykkäitä ratkaisuja, koska eilisen menetelmät eivät välttämättä toimi tänään. Rother (2011, 5-6) jatkaa, että tutkijat ovat joutuneet Toyotan tehtailla eräänlaiseen ”benchmarking-ansaan”, koska tutkimukset kohdistuivat Toyotaan tietyllä ajanhetkellä, kun käytössä oli juuri sen hetken työkalut. Hänen mukaansa tutkimusten perusteella tehtiin johtopäätöksiä, joiden mukaan hyvä suorituskyky johtui tietyistä tuotantomenetelmistä, mutta tutkimuksissa ei osattu ottaa huomioon, miksi kyseiset tuotantomenetelmät olivat juuri sillä hetkellä käytössä. Tutkijoiden palattua myöhemmin tehtaalle, tuotantomenetelmät olivat jo vaihtuneet toisiin.

Pelkästään tunnetuimman hukan, eli mudan, poistamiseen keskittyminen on yleisin tapa toteuttaa Leania, mutta tuolloin päädytään tilanteeseen, jossa järjestelmä polttaa itsensä loppuun kysyntäpiikkien tapahtuessa. Usein tässä tilanteessa tehdään virheellisesti johtopäätös, ettei Lean toimi kyseisessä kohteessa. Mudan tunnistaminen ja eliminointi on helppoa, mutta usein yritykset epäonnistuvat vaikeammassa prosessissa, eli työn tasapainottamisessa ja tasaisuuden järjestämisessä. Näiden avulla päästäisiin todelliseen Lean-virtaukseen. (Liker 2004, 115.)

Mann (2005, 3-4) kertoo yrityksistä, jotka ottavat käyttöön uuden layoutin mahdollistaakseen virtauksen, aloittavat imuohjauksen ja kehittävät tapoja vauhdittaakseen tuotantoa. Kehittyneessä versiossa voidaan ottaa käyttöön myös visuaaliset menetelmät tuotannon

seurantaan, aloituspalaverit ja standardoidut työtavat, mutta kaikella tällä on mahdollista saada vain pieni osa Leanin mahdollistamista hyödyistä. Johtamisjärjestelmällä on tärkeä rooli menestyvän Lean-tuotannon ylläpidossa ja täyden potentiaalin saamiseksi Leanista. Lean tarvitsee toimiakseen sitä tukevan kulttuurin, ja yrityksen kulttuuri on johtamisen tulos. Johtamisjärjestelmässä tulisi keskittyä tavoitteisiin jotka voi nähdä, kuten johtajien käyttämiin menetelmiin, tavoitteisiin, työkaluihin ja rutiineihin. (Mann 2005, 3-4.)

Kuten minkä tahansa uuden järjestelmän, myös Leanin käyttöönoton jälkeen tulee erilaisia ongelmia. Ilman Lean-johtamisjärjestelmää ihmiset turvautuvat vanhoihin tapoihin ns. järjestelmän huijaamiseksi ja käyttävät aiemmin opittuja oikoteitä saadakseen itsensä pois ongelmista. Tämä pätee niin johtajiin kuin tuotantotyöntekijöihin. Kyseessä on polku, joka johtaa nopeasti pois onnistuneesta Lean-muutoksesta. Lean-johtamisjärjestelmä koostuu päivittäisistä käytännöistä ja työkaluista, joiden avulla voidaan mahdollistaa ja ylläpitää tarkkaa keskittymistä prosessiin. Juuri prosessiin keskittyminen ylläpitää ja parantaa Leanin toteutumista. Lean-kulttuuri kasvaa käytännöistä, kun niistä tulee tapa ja kun johtajat korvaavat vanhoja näkemyksiä tuotantojärjestelmistä. Tärkeimmät elementit Lean-johtamisessa ovat standardoitu johtamistyö, visuaalinen hallinta, päivittäinen seuranta ja johtamiskuri. (Mann 2005, 5, 23-24.)

Liker (2004, 192) varoittaa TPS:n kaltaisen tuotantojärjestelmän poistavan jatkuvasti hukkaa, jota voidaan pitää työntekijöiden pehmusteena. Hänen mukaansa ilman työntekijöitä avustavia tiiminvetäjiä työympäristöstä tulee työntekijöiden kannalta liian rasittava. Myös Mann (2005, 10-11) korostaa tiiminvetäjien tärkeää roolia Lean-tuotannossa. Sellaisen työntekijän täytyy olla jatkuvasti paikalla, kuka pystyy näkemään poikkeamat jo ylävirrassa, koska eräs tärkeimmistä säännöistä prosessikeskeisessä Lean-tuotannossa on jatkuvasti valvoa prosessin sujuvuutta. Eilisen tuloksia ei voida muuttaa tänään, mutta valvomalla hetki sitten tapahtuneita asioita on mahdollista vielä palautua epänormaalista tai epästandardista tapahtumasta. Prosessiin tulee keskittyä alusta loppuun, ei vain komponentin saapumisesta valmiiseen tuotteeseen. (Mann 2005, 10-11.)

2.16 Sisälogistiikka

Sisälogistiikalla tarkoitetaan vaihetta, jossa materiaaleja tai tuotteita käsitellään oman organisaation sisällä. Sisälogistiikka alkaa tulologistiikan päättyessä, eli kun tavarat on vastaanotettu ja sijoitettu varastoon. Vastaavasti sisälogistiikka päättyy, kun tuotteet siirtyvät jakeluun lastauslaiturilta eteenpäin. Logistiikassa on vaarana osa-optimointi, mikä tarkoittaa, että jonkin toiminnon palvelutaso on korkea, mutta yrityksen toisessa toiminnossa toteutetut toimenpiteet vesittävät sen. Kyseisiin tilanteisiin saatetaan ajautua esimerkiksi varastoinnin ja kuljetuksen tai myynnin ja oston välillä. Palvelutaso voi heikentyä lisäksi myös pakkaamisen tai lähetystoiminnan yhteydessä. On ikävää, mikäli muuten muilta osin laadukas tilaus-toimitusketjun hallinta ei toimikaan ketjun viimeisessä osassa, koska tuolloin päädytään resurssien hukkaamisen, taloudellisiin menetyksiin ja asiakaslupausten rikkomisiin. (Ritvanen ym. 2011, 21, 28.)

2.16.1 Informaatio- ja materiaalivirrat

Koko logistiikkaprosessin voidaan ajatella alkavan tietovirrasta. Materiaalivirtaan sisältyy tuotteiden tai materiaalien kuljetus tai varastointi. Sujuvalla materiaalivirralla saavutetaan lyhyt toimitusaika, mikä johtaa hyvään asiakastytyvyyteen. Logistiikan hyviin periaatteisiin kuuluu, ettei materiaalia saa toimittaa ilman informaatiota, joten materiaalivirta tarvitsee informaatiovirtaa. Lisäksi tärkeää on, että tieto on liitettyä materiaalin tai tuotteeseen esimerkiksi pakkauksissa. (Ritvanen ym. 2011, 20-21.)

2.16.2 Varastohallinta

Varastoa ovat tuotteet, jotka liikkuvat 0 km/h (Ritvanen ym. 2011, 17). Henkilöstön osuus varastoon liittyvistä kustannuksista voi olla jopa puolet, joten työtehon parantaminen esimerkiksi varastohallinnan avulla on tärkeää. Varastohallinnan avulla pyritään hallitsemaan varastotasoja. Varastohallintajärjestelmien (Warehouse Management System, WMS) avulla voidaan hallita ja ohjata materiaalien siirtelyä, vastaanottoa, hyllytystä, keräilyä, pakkausta ja toimitusta. Hyvänä periaatteena voidaan pitää, että järjestelmän tulisi rekisteröidä kaikki kyseisiin toimintoihin liittyvät tapahtumat. Esimerkiksi tilaukset tulisi kirjata varastosaldolle eli saavuttaa järjestelmään työmääräimen tai

ostotilauksen avulla. Toiminnanohjausjärjestelmä sisältää tavallisesti varastohallintajärjestelmän, jonka avulla voidaan määritellä esimerkiksi tuotteiden tarkka sijainti. Varastohallinnassa voidaan käyttää esimerkiksi viivakoodeja tai RFID:tä (Radio frequency Identification Data) eli saattomuistia. (Ritvanen ym. 2011, 62.) Seuraavaksi kerrotaan tarkemmin viivakoodeista ja RFID:stä.

Viivakoodit ovat optisesti tunnistettavia merkkijonoja, kyseessä on kansainvälisesti standardoitu teknologia. Viivakoodin etuja ovat tietojen oikeellisuus, nopeus, helppous ja teknologian edullisuus. Tiedot voidaan lukea esimerkiksi käsilaitteella, jolloin tiedot siirtyvät varastohallintajärjestelmään. (Ritvanen ym. 2011, 62-63.) Viivakooditekniikkaa pidetään usein ratkaisuna tietojenkäsittelyn kaikkiin ongelmiin, mutta koodit ja lukijalaitteet irrallisina eivät ole käytännössä minkään arvoisia. Viivakoodien käyttöön tarvitaan tietojenkäsittelyjärjestelmä, joka muuttaa tiedot ymmärrettävään muotoon. Lukijalaitteella voidaan siis käytännössä korvata vain käsityötä. (Sakki 2014, 21-22.)

RFID on melko uusi varastohallinnan työkalu. Teknologia koostuu tuotteeseen liitettävästä sirusta, lukijasta ja tietokoneesta. RFID:n etuja ovat mm. keräilytarkkuuden paraneminen, reaaliaikaisuus, toimintavarmuus ja tunnistaminen ilman näköyhteyttä. RFID-järjestelmä on kuitenkin kalliimpi kuin esimerkiksi viivakoodijärjestelmä. (Ritvanen ym. 2011, 63-64.) Yleisesti käytössä on passiivisia saattomuisteja, joissa muisti aktivoidaan lukijan avulla, mutta lisäksi on olemassa aktiivisia saattomuisteja, jotka pystyvät lähettämään tietoja mikroaaltojen avulla sopiviin paikkoihin sijoitetuille lukijoille. Saattomuistin etu on tiedon päivitettävyyden. Komponenttien tehoa ja kapasiteettia muuntelemalla saattomuisteja voidaan käyttää monissa logistisissa sovelluksissa. Teknologiasta riippuen tunnistusetäisyys vaihtelee vajaasta metristä jopa yli 10 metriin. Saattomuisti on hyvä vaihtoehto, mikäli manuaalisia tehtäviä halutaan automatisoida. Lastiyksikköön voidaan esimerkiksi kiinnittää pysyvästi tunnistesiru, jolloin yksikön sijainti voidaan välittää tietoverkon kautta. (Sakki 2014, 22.)

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen tarkoituksena on todellisen elämän kuvaaminen ja siihen sisältyy ajatusmalli, jonka mukaan todellisuus on moninainen. Tutkimuksessa on kuitenkin otettava huomioon, ettei todellisuutta voi jakaa osiin, vaan eri tapahtumat vaikuttavat toisiinsa ja voidaan löytää monenlaisia suhteita. Tavoitteena on pyrkiä tutkimaan valittua kohdetta kokonaisvaltaisesti. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa on myös huomioitava, että tutkijan arvot vaikuttavat siihen, miten tutkija pyrkii ymmärtämään tutkimuksen ilmiötä. Objektiivisuutta ei ole mahdollista täysin saavuttaa, koska tutkija ja aiempi tieto kietoutuu toisiinsa. Usein sanotaan, että kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään löytämään tai paljastamaan tosiasioita, eikä todentamaan olemassa olevia väittämiä. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 152.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa korostuu tulkinta ja ymmärtäminen, jossa ymmärtämisellä tarkoitetaan ilmiöiden merkitysten oivaltamista. (Soininen 1995, 34). Laadullinen analyysi sisältää kaksi vaihetta, havaintojen pelkistämisen ja arvoituksen ratkaisemisen. Havaintojen pelkistäminen koostuu kahdesta eri osasta. Aineistoa tarkastellaan tietystä teoreettis-metodologisesta näkökulmasta, eli huomiota kiinnitetään siihen, mikä on teoreettisen viitekehyksen ja kysymyksenasettelun kannalta tärkeää. Havaintomäärää myös pelkistetään, eli erillisiä raakahavaintoja yhdistetään pienemmäksi joukoksi tai yhdeksi havainnoksi. Arvoituksen ratkaisemisella tarkoitetaan sitä, että tuotettujen johtolankojen ja käytettävissä olevien vihjeiden perusteella tehdään merkitystulkinta tutkittavasta ilmiöstä. Johtolankoina ei kuitenkaan käytetä ainoastaan pelkistettyjä havaintolauseita, vaan raakahavaintoja käytetään apuna koko arvoituksen ratkaisemisessa. Mitä enemmän ratkaisumalliin sopivia johtolankoja löytyy, sitä todennäköisemmin ratkaisu on oikea, mutta tieteellisessä tutkimuksessa täydellistä varmuutta ei voida koskaan saavuttaa. (Alasuutari 1999, 40-48.)

Tapaustutkimuksessa on kyse harkinnanvaraisesta otannasta, koska tutkimuskohteena on yksi tapaus (Uusitalo 1991, 75). Tapaustutkimukselle ominaista on kokonaisvaltainen ongelmien tarkastelu ja kuvaus, eli tutkimusta ei suoriteta irrallisena yksittäisestä tilanteesta tai tapahtumien sarjasta. Tapaustutkimukseen liittyy Soinisen (1995, 82) mukaan seuraavia piirteitä:

- Tutkimuksen tekijä on aineistonkeruun pääinstrumentti ja aineisto kerätään luonnollisissa tilanteissa.
- Koontimenetelmissä korostuu ihmisläheisyys, kuten esimerkiksi haastattelu tai havainnointi.
- Tutkimuksessa keskitytään pääasiassa kuvailemaan, eikä esittämään tietoa numeerisessa muodossa.
- Tutkimusta kiinnostaa prosessi, ei produktio.
- Ajatteluprosessi on hypoteesien muodostamista, ei niiden testausta.
- Tutkimuksessa etsitään ”merkitystä”.
- Tutkimus joustaa ja muotoutuu jatkuvasti.
- Tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita nykyisyydestä, mutta usein sen ymmärtäminen vaati menneisyyden tarkastelua. (Soininen 1995, 82.)

Havainnointi tutkimuksissa on merkittävä aineistonhankintamenetelmä ja se eroaa arkiahavainnoinnista suunnitelmallisempänä, systemaattisempänä ja tietoisempänä havaintoihin liittyvistä virheiden mahdollisuuksista. Havainnointi tapahtuu yleensä tutkimuskohteen luonnollisessa ympäristössä, se on usein käytetty menetelmä kvalitatiivisissa tapaustutkimuksissa. Havainnointia voidaan käyttää toiminnan ja käyttäytymisen kuvaamiseen, sekä niiden ymmärtävään tulkitsemiseen. (Uusitalo 1991, 89.) Havainnointia aineistonhankintamenetelmänä käyttävälle tutkijalle ei riitä tutkimuskohteen jäsenten toiminnan seuraaminen tai haastattelemineen, vaan tutkijan on suunnattava huomionsa kaikkeen, mitä tutkimuskohteen jäsenet ovat toimiessaan tuottaneet. Havainnointia voidaan käyttää tutkimuksissa, jotka kohdistuvan yksittäisen ihmisen toimintaan, ja hänen vuorovaikutukseen muiden ihmisten kanssa, mutta se on menetelmänä yhtä pätevä, kun tutkimus kohdistuu esimerkiksi teksteihin, esineisiin, kuviin, luontoon tai ympäristöön. (Vilkkä 2006, 21, 38.) Uusitalon (1991, 94-96) mukaan valmiita aineistoja ovat mm. aiempien tutkimusten aineistot, tilastot, henkilökohtaiset asiakirjat, organisaatioiden dokumentit ja kulttuurituotteet.

Tutkimus on luonteeltaan kvalitatiivinen tapaustutkimus, koska tutkimuksen kohdetta haluttiin tulkita ja ymmärtää kokonaisvaltaisesti, eikä kohteesta haluttu kerätä niinkään kvantitatiivista informaatiota. Lisäksi päätutkimusongelman ratkaisemiseksi kvalitatiivinen

tutkimusote antoi kvantitatiivista vaihtoehtoa paremmat edellytykset ongelman ratkaisemiseksi.

Aineistonkeruumenetelmänä käytettiin pääosin havainnointia, koska tutkija työskentelee case-yrityksen palveluksessa, joten tutkijalla oli helppo pääsy tutkimuskohteen luonnolliseen ympäristöön. Samasta syystä tutkimuksessa käytettiin case-yrityksen valmiita aineistoja ja dokumentteja. Tutkimuksen tekijällä oli aiempaa kokemusta tutkittaviin prosesseihin osallistumisesta, joten tutkijalla oli pohjatietoja tutkimuskysymysten ratkaisemiseksi. Aktiivista roolia tutkijalla ei kuitenkaan ollut kohdeprosesseissa tutkimuksen aikana. Aineistonkeruumenetelmien valinnassa otettiin huomioon myös tutkimuksen aikana vallinnut koronatilanne, eli sosiaalisten kontaktien määrä pyrittiin pitämään vähäisenä.

4 TUOTANNON VIRTAASTEHOJKUUDEN KEHITTÄMINEN

Tässä luvussa tehtiin tutkimuksen kohteelle nykytilan kartoitus, jolle tehtiin Lean-filosofian mukainen prosessianalyysi. Lopuksi pyrittiin kehittämään keinoja virtaustehokkuuden parantamiseksi. Tarkemmin osaprosessin tasolla tutkittiin tarvikkepakkaamosta toimitettavien tuotteiden materiaali- ja informaatiovirtoja sekä esitettiin parannusehdotuksia prosessin kehittämiseksi.

4.1 Nykytilan kartoitus

Nykytilan kartoituksessa tutkija haastatteli prosessiin osallistuvia henkilöitä, tutki aiheeseen liittyviä dokumentteja ja aineistoja, sekä havainnoi prosessin kulkua todellisessa työympäristössä.

Tutkimuksen kohteena olevan tehtaan toiminnanohjausjärjestelmän eli ERP:n toimittaja on SAP. Jäljempänä työssä toiminnanohjausjärjestelmää kutsutaan pääosin SAP:ksi. SAP:iin on integroitu Quintiq, jota käytetään esimerkiksi kuljetus- ja tuotannosuunnitteluun. Kuormien tilatietoja seurataan Quintiq Tracking -näkyimällä. Jäljempänä työssä kyseistä näkyimää kutsutaan Tracking-näkyimäksi.

Imuohjaus toteutuu kohdetehtaalla etenkin asiakkaan ja tehtaan välillä hyvin, koska kohdetehtaan valmistamat tuotteet ovat pääosin Make to Order (MTO) -tuotteita, eli ne valmistetaan vasta asiakkaalta saadun tilauksen perusteella. Make to Storage (MTS) -tuotteet, kuten esimerkiksi tarvikkeet toimitetaan pääasiassa tarvikkepakkaamon kautta.

Nykytilan kartoituksessa tarkastellaan tutkimuksen rajauksen mukaisesti DAP-toimitusehdon tilauksia sisältäviä kotimaan kuormia. B-yksikössä logistiikka suorittaa kuljetussuunnittelun hieman tavallisuudesta poikkeavalla tavalla, eli ennen tuotannosuunnittelua ja tuotantoa. A-yksikössä kuljetussuunnittelun ajankohta vaihtelee, mutta sielläkin tarvikkeiden osalta noudatetaan samaa periaatetta kuin B-yksikössä, eli tarvikkeet suunnitellaan kuormiin ennen tuotteiden pakkaamista.

Nykytilanteessa sovittu toimintatapa on, että logistiikka suunnittelee lähtevät kotimaan kuormat taulukon 2 toimitusaikarytmin perusteella kolmen työpäivän päähän.

Taulukko 2. Kuljetussuunnittelun aikataulu alueittain.

Alue	Kuljetussuunnittelu	Lastaus
1	Tiistai	Perjantai
2	Keskiviikko	Maanantai
3	Perjantai	Keskiviikko
4	Tiistai	Perjantai
5	Torstai	Tiistai
6	Maanantai	Torstai

Toimitusaikarytmi perustuu maantieteellisesti jaettuihin alueisiin. Lastausalueista käytettävät lyhenteet ja Quintiqissä käytettävät nimet lastausalueille on esitettyinä taulukossa 3.

Taulukko 3. Lastausalueiden lyhenteet ja nimet.

Lyhenne	Lastausalue
CL	Classic
K1	Domestic 1
K2	Domestic 2
AL	A-yks, korkea
KA	Load Bearing
TR	Forklift in yard

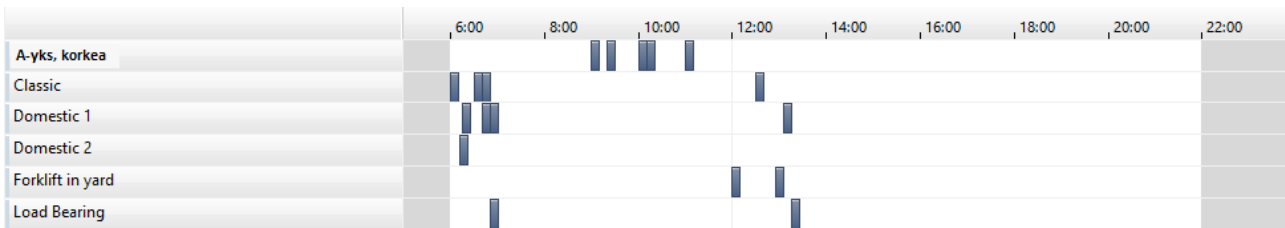
Lastausalueet sijaitsevat kohdetehtaan eri tuotantolinjojen läheisyyksissä. Kuormat pyritään suunnittelemaan tuoteryhmittäin, mutta kuormat voivat sisältää tuotteita miltä tuotantolinjoilta tahansa. Kuljetussuunnittelun jälkeen kuljetussuunnittelijat asettavat kuormat lastausalueille kuljetussuunnitteluun käytettävässä Quintiqissä ja määrittelevät kuormille lastausajan, mikä vastaa nykytilanteessa lähinnä valmistusjärjestystä. Tämän jälkeen kuormatiedot lähetetään toiminnanohjausjärjestelmä SAP:iin.

Nykyinen kuormien aikataulutus Quintiqissä juontaa juurensa tarvikepakkaamon äänikeräilyyn eli puheohjatun varastokeräilyjärjestelmän käyttöönottoon, jolloin kuormien pakkausjärjestykseen asettamiselle tuli tarve. Tarvikepakkaamo saa äänikeräilyyn tiedon pakkausjärjestyksestä Quintiqin tietoihin perustuen. Taulukossa 4 on esitettyinä aikataulutus nykytilassa. (Latvala 2017, 2020.)

Taulukko 4. Kuormien aikataulutus.

Lastausalueen lyhenne	Tyyppi	Sovittu valmistumisaika	Ajoitus Quintiqissä
K1, K2, CL, KA, TR	3 ensimmäistä B-yksikön kotimaan kuormaa	Klo 6:00	6:00-8:00
AL	A-yksikön kotimaan kuormat	Järjestyksessä	8:00-12:00
K1, K2, CL, KA, TR	Loput B-yksikön kotimaan kuormat	Järjestyksessä	12:00-16:00

Taulukossa on esitetty vain ne lastausalueet, jotka ovat tutkimuksen kannalta oleellisia. Taulukosta voidaan todeta, että kolmelle ensimmäiselle B-yksikön kuormalle on sovittu todellinen valmistumisaika ja muut kuormat valmistuvat järjestyksessä. Kolmen ensimmäisen kuorman tarkasta sovitusta valmistumisajankohdasta on hieman eri käsityksiä, koska joidenkin henkilöiden mukaan se on klo 6:00, mutta esimerkiksi kuormien tila tarkistetaan aamupalaverissa klo 8:30. Logistiikkapäällikön mukaan kuormien valmistumisaikaa koskevasta toimintatavasta on sovittu toiminnanohjausjärjestelmä SAP:n käyttöönoton jälkeen. Kuviossa 12 on esitettyä esimerkki Quintiqiin lastausalueille asetetuista kuormista Gantt-kaaviossa.



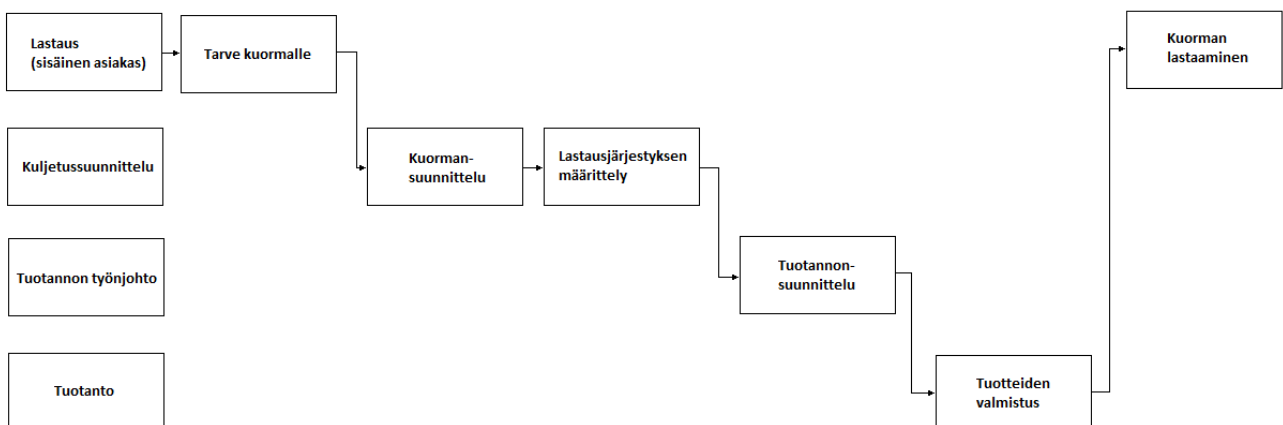
Kuvio 12. Kuormat Quintiqin Gantt-kaaviossa.

Kuviosta on jälleen poistettu tutkimuksen kannalta epäolennaiset lastausalueet. Gantt-kaaviossa on palkki pälastausalueen lisäksi myös apulastausalueen kohdalla, mikäli kuormassa on tuotteita muilta tuotantolinjoilta. Kuormien määrä vaihtelee päivittäin riippuen pääasiassa tilausten määrästä ja kuljetussuunnittelijoiden tekemistä ratkaisuista. Kuviossa 13 on esitettyä esimerkki kuormista Tracking-näkymässä.

L Status	LoadingAreas	LoadID	Start
●	CL	0010726941	10. Wednesday 6:00
●	K1,TR	0010727119	10. Wednesday 6:15
●	CL	0010726948	10. Wednesday 6:30
●	AL	0010724795	10. Wednesday 8:20
●	AL	0010725041	10. Wednesday 8:30
●	AL	0010726794	10. Wednesday 9:00
●	AL	0010724796	10. Wednesday 9:10
●	AL	0010725595	10. Wednesday 9:20
●	AL	0010725596	10. Wednesday 9:30
●	AL	0010725073	10. Wednesday 10:00
●	TR	0010727070	10. Wednesday 12:00
●	CL	0010726944	10. Wednesday 12:15
●	K1,TR	0010727120	10. Wednesday 12:30
●	CL,K1	0010726943	10. Wednesday 12:45
●	KA,TR	0010727115	10. Wednesday 13:00
●	CL	0010726942	10. Wednesday 13:15

Kuvio 13. Kuormat Tracking-näkymässä.

Tracking-näkymästä kuormien ajoituksesta saa selkeämmän käsityksen. Kuvioista voidaan tulkita, että kyseisenä päivänä kolme ensimmäistä kotimaan kuormaa (10726941, 10727119 ja 10726948) on asetettu kellonajoille 6:00, 6:15 ja 6:30. Tämä tarkoittaa taulukon 3 mukaan, että kyseisten kuormien tulisi olla valmiina lastauspäivänä n. klo 6:00–8:30. Muiden kuormien tulisi valmistua järjestyksessä. Kuviossa 14 on esitettyä prosessikaavio kuormien aikataulutuksen ja valmistuksen nykytilanteesta.



Kuvio 14. Prosessikaavio nykytilanteesta.

Prosessikaaviossa esitetään tutkimuksen rajauksen mukaisesti kuorman eteneminen kuljetussuunnittelusta lastaukseen. Lastaus nähdään prosessissa ylimpänä, eli tässä tapauksessa sisäisenä asiakkaana. Tarve kuormalle syntyy luonnollisesti loppuasiakkaasta, joka olisi laajemmin esitettävässä prosessikaaviossa ylimpänä.

4.2 Prosessianalyysi

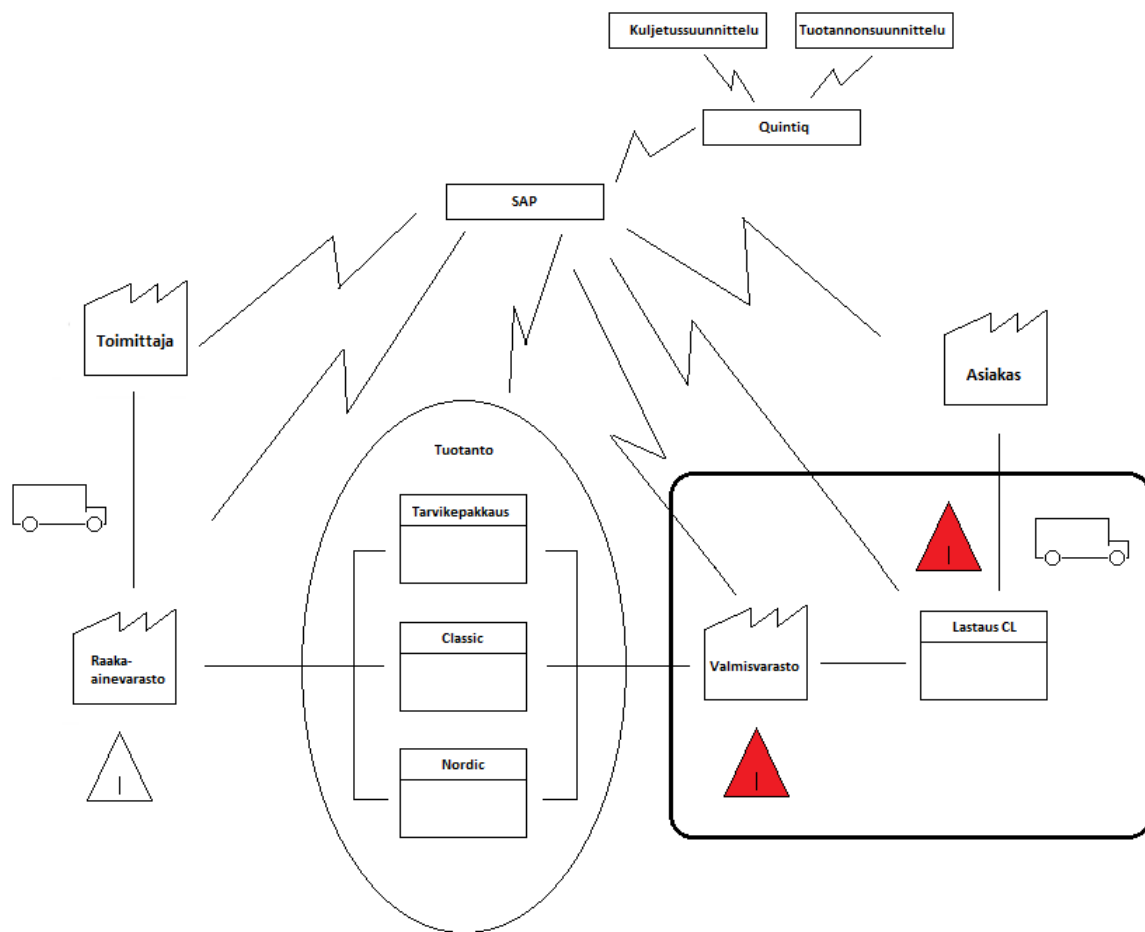
Kun nykytilannetta analysoidaan Lean-filosofian kannalta, aikataulutuksessa voidaan havaita ongelmia. Esimerkiksi Just-In-Time-periaatteen mukaan aikataulussa pysyminen on ensiarvoisen tärkeää, mutta suurimmasta osasta kuormia tarkka aikataulu puuttuu. Lean-filosofian kannalta myös korvamerkkitsemätön aikataulu on hukkaa. Lisäksi tutkimuksen aikana havaittiin, etteivät kolme ensimmäistä kuormaa valmistuneet aina tavoitteen mukaisesti. Kuvioista 13 voidaan myös todeta, että CL-alueella tulisi olla kyseisenä päivänä valmiina kaksi kuormaa samaan aikaan, vaikka vain yksi kuorma voidaan lastata kerralla. Kuormien aikataulutuksessa kohdataan funktionaalisesti rakennettuja organisaatioita vaivaava ongelma. Kuljetussuunnittelijat asettavat kuormat toimituksen aikataulun kannalta todennäköisesti parhaaseen mahdolliseen järjestykseen, mutta aikataulutus ei välttämättä ole tuotannon tai kuormien virtaustehokkuuden ja tuotannon tasapainotuksen kannalta paras mahdollinen.

Käytännössä edellä mainitut asiat johtavat ongelmien kärjistymiseen lastauksessa, koska lastausoperaattoreilla ei ole tietoa kuormien valmistumisajankohdista. Tästä johtuen lastausoperaattoreiden on vaikea palvella seuraavaa asiakasta, eli kuljetusliikettä, mikä johtaa edelleen viiveeseen mm. asiakastoimituksessa ja laskutuksessa. Lisäksi tilanne aiheuttaa tuotannossa epätasaisuutta ja ylimääräistä valmisvarastoa. Myös logistiikan ajojärjestelijä kärsii epätietoisuudesta, koska kyseinen henkilö ei pysty jakamaan kuormia hyvissä ajoin kuljetusliikkeille, eikä valitsemaan kuormille sopivinta kalustoa. Lisäksi päivälle saattaa kertyä enemmän kuormia, kuin todellisuudessa pystytään valmistamaan ja lastamaan.

Virtaustehokkuuden kannalta tilaukset tulisi toimittaa heti valmistumisen jälkeen asiakkaalle, mutta kuljetustehokkuuden ja Heijunkan, eli tuotannon tasapainotuksen kannalta on perusteltua kerätä samaan suuntaan toimitettavat tilaukset lastattavaksi samaan aikaan

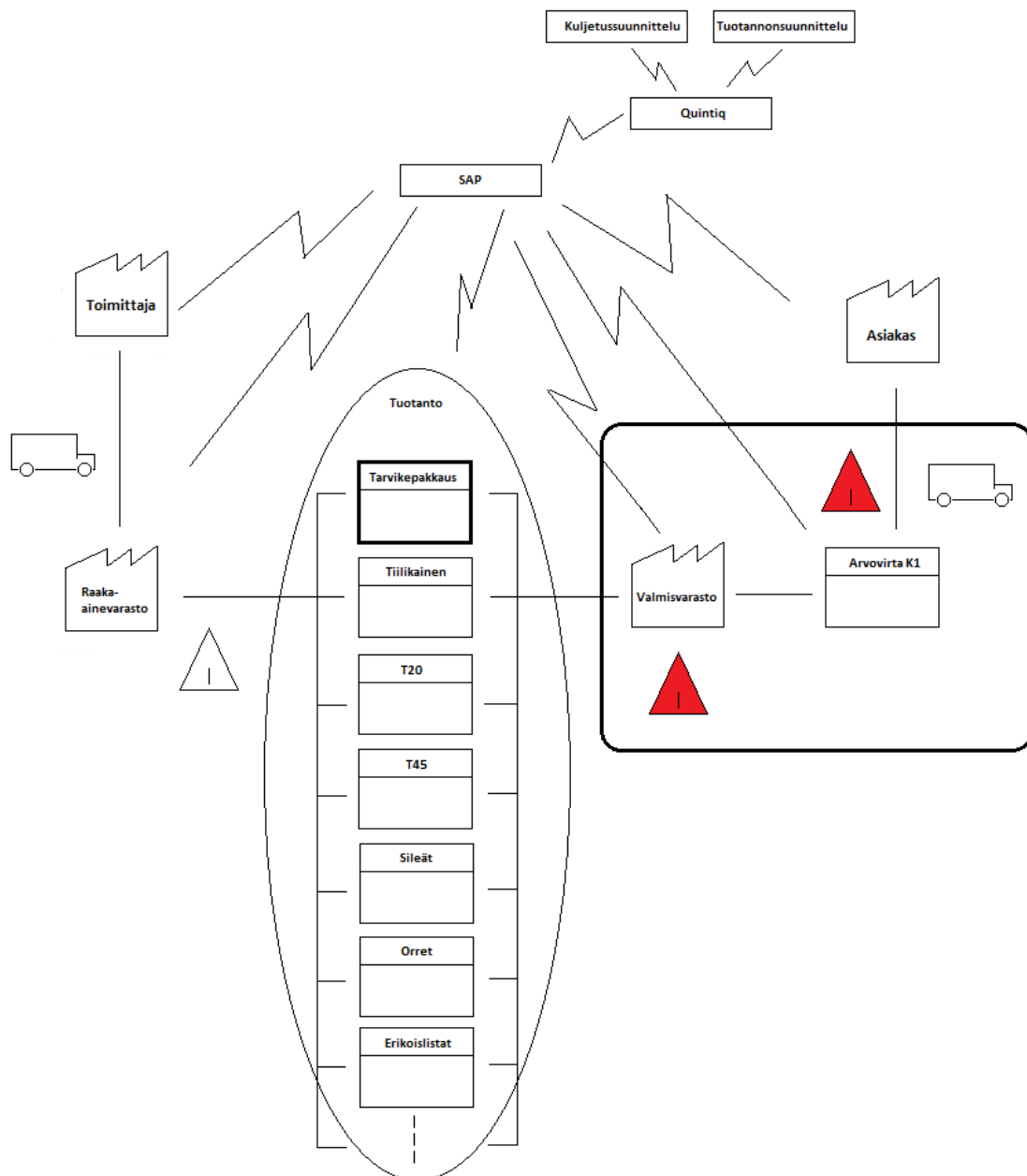
taulukon 2 mukaisesti. Tämä johtaa kuitenkin tilanteeseen, jossa lastaamaton kuorma aiheuttaa virtaustehokkuuden kannalta pullonkaulan ja siten virtausyksikköpuskurin. Virtaustehokkuuden kannalta yksittäisen kuorman osaprosessien tulisi valmistua mahdollisimman samanaikaisesti ja lastaus tulisi järjestää mahdollisimman pienellä viiveellä kuorman valmistumisen jälkeen. Kuorman lastauksen näkökulmasta täytyy kiinnittää huomiota kuorman valmistusasteeseen kokonaisuudessaan, koska lastausprosessin kannalta ei ole tärkeää osaprosessien tilat, vaan koko kuorman valmistumisen tila. Yksinkertaisesti koko kuorman täytyy olla valmiina, ennen kuin sen lastaus ja toimitus kannattaa tai voidaan aloittaa. Lean-filosofian ja virtaustehokkuuden kannalta on oleellista huomata, että tuotannon osaprosessien kannalta lastausprosessi tulisi nähdä sisäisenä asiakkaana, jota tulisi palvella mahdollisimman hyvin.

Nykytilanteesta voidaan saada kokonaisvaltaisempi käsitys, mikäli kuorma määritellään **virtausyksiköksi**. Kun kuorma määritellään virtausyksiköksi, siitä voidaan kuvata arvovirta lastausalueittain. Tutkimuksessa arvovirtakuvauksista tehtiin pikemminkin periaatteellisia, eikä niiden laadinnassa käytetty määrällisiä menetelmiä. Arvovirtojen samankaltaisuuksien vuoksi kuormien arvovirtojen kuvaamista kaikille lastausalueille ei katsottu tutkimuksen kannalta oleelliseksi. Kuviossa 15 esitettynä CL-alueen kuorman arvovirta.



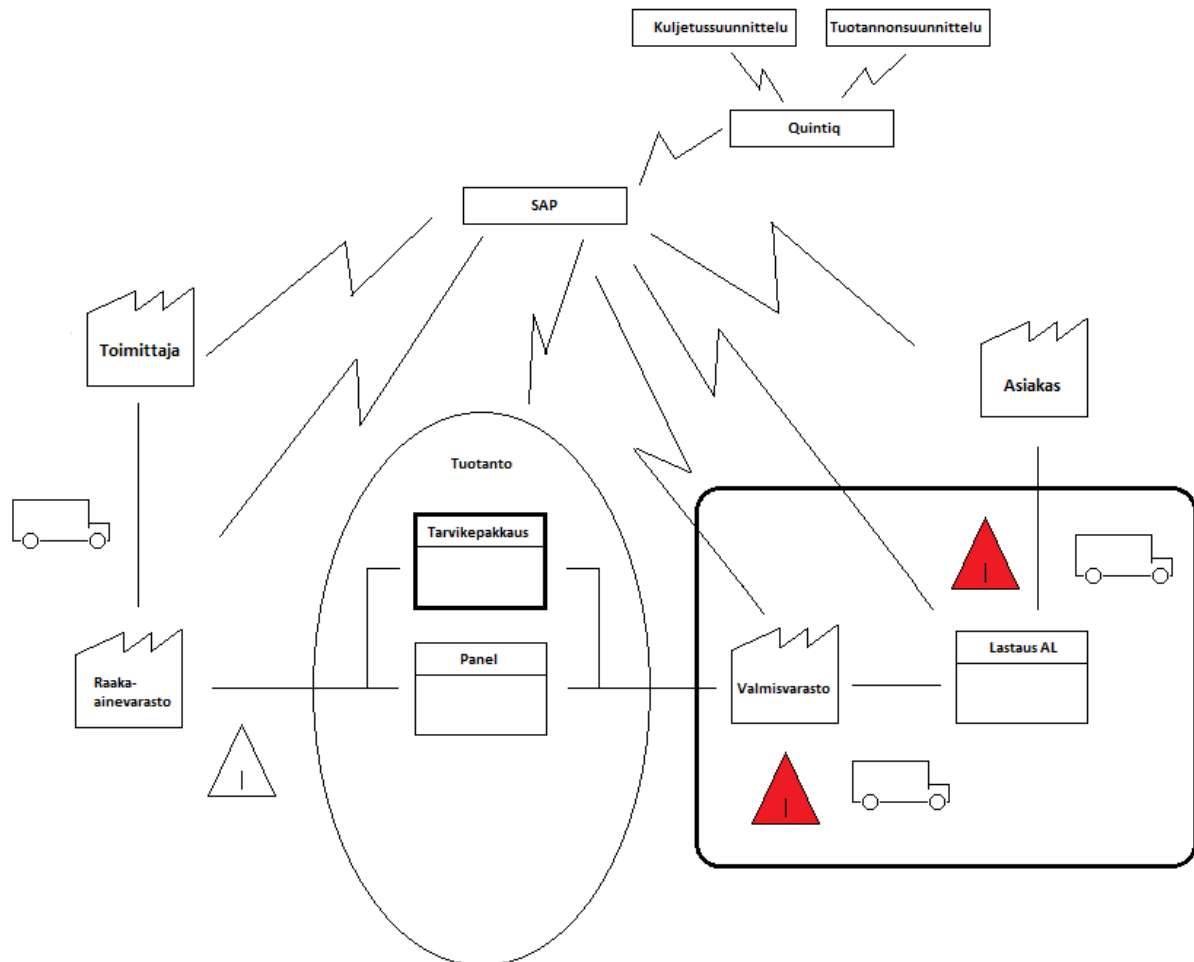
Kuvio 15. CL-alueen kuorman arvovirtakuvaus.

Arvovirrasta voidaan todeta, että nykytilanteessa lastausprosessin läheisyyteen kertyy hukkaa. Kuvioista kannattaa myös huomioida tarvikepakkaamon sisältyminen arvovirtaan. Kuviossa 16 on esitetty K1-alueen kuorman arvovirta.



Kuvio 16. K1-alueen arvovirtakuvaus.

K1-alueen kuorman arvovirrasta voidaan päätellä, että yksittäiselle kuormalle lisäarvoa tuottaa usein monet tuotannon toiminnot, eli osaprosessit, joten yhdenkin osaprosessin myöhästyminen johtaa läpimenoajan pidentymiseen, ja siten koko kuorman ja sen sisältämien tuotteiden arvovirran heikentymiseen. Jälleen kannattaa huomioida myös tarvikepakkaamon sisältyminen arvovirtaan. Kuviossa 17 on esitetty AL-lastausalueen kuorman arvovirta.



Kuvio 17. AL-alueen arvovirtakuvaus.

AL-alueen kuorman arvovirta on yhtä ylimääräistä kuljetusta lukuun ottamatta samankaltainen kuin aiemmat, mutta jälleen kannattaa huomioida tarvikepakkaamon sisältyminen arvovirtaan.

Koska tarvikepakkaamo osallistuu useiden kuormien arvovirtaan, olisi hyvin perusteltua varmistaa tarvikepakkaamosta saapuvien tuotteiden oikea-aikaisuus. Keskustelujen perusteella tehtaalla vallitsi mielipide, että tarvikepakkaamon tuotteet ovat välillä myöhässä ja tarvikepakkaamon yksikön vetäjän mielipide oli, että paljon tarvikkeita sisältävät kuormat ajoittuvat aamuun aiheuttaen työkuormassa epätasaisuutta. Havaintojen perusteella molemmat ilmiöt ovat totta, ne aiheuttavat haittaa virtaustehokkuudelle. Tarvikepakkaamosta toimitettavia materiaalivirtoja käsitellään tutkimuksessa tarkemmin luvussa 4.7, mutta JIT:n tulisi koskettaa jokaista tuotannon osaprosessia, koska muussa

tapauksessa sorrutaan osaoptimointiin. Mikäli kuormia ajoitetaan tietylle ajankohdalle enemmän kuin pystytään lastaamaan, aiheutuu tuotannossa epätasapainoa ja ylimääräistä valmisvarastoa nopeampien osaprosessien osalta. Mikäli vastaavasti yksikin osaprosessi valmistuu myöhemmin kuin lastaus olisi muuten mahdollista aloittaa, aiheutuu mm. lastauksessa ja lastauksen jälkeisissä prosesseissa hukkaa sekä läpimenoajan heikentymistä. Lean-filosofian mukaan tilanne johtaa siis Mudaan ja Muraan, jotka saattavat johtaa myös Muriin. Kyseistä tilannetta kutsutaan vaihteluksi, joka on virtaustehokkuuden kannalta erittäin haitallista. Nykytilannetta voidaan kuvailla siten, että imuohjaus toteutuu päivätasolle, mutta sitä ei ohjata riittävän tarkasti rytmittämään päivää virtaustehokkaasti. Haasteena on kehittää keinoja, joiden avulla voidaan luoda optimaalinen virtaustehokkuus huomioiden tuotannon tasapainotus eli Heijunka.

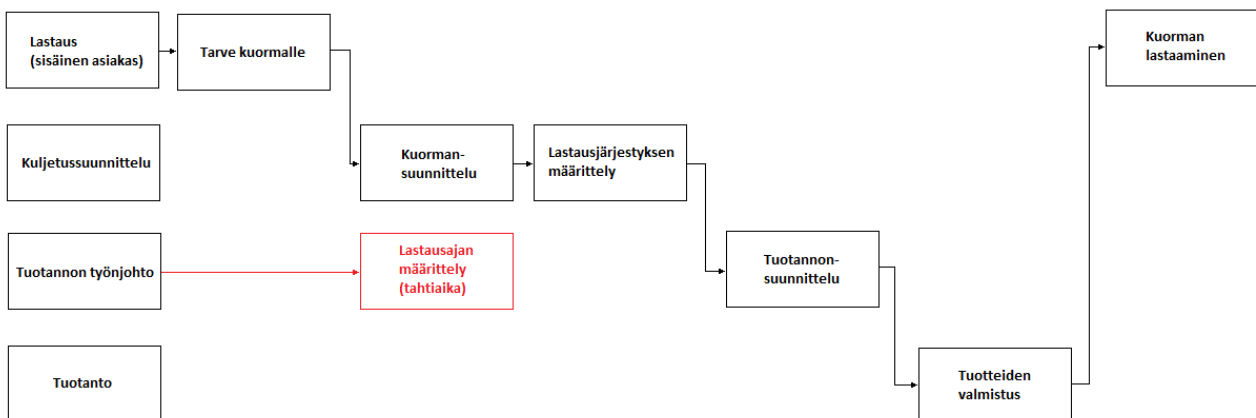
Etenkin B-yksikössä suunnitellun kuorman voidaan ajatella vastaavan Lean-filosofian mukaista sähköistä Kanbania. Sama pätee A-yksikön kuormiin tarvikkeiden osalta. Käytännössä kuljetussuunnittelu jakaa kuormien avulla asiakastarpeen osiin siten, että toimituksessa otetaan huomioon logistiset vaatimukset ja kuljetustehokkuus. Suunnitellun kuorman eli Kanbanin avulla luodaan imu ylävirran tuotantoprosesseille. Informaatiovirran kannalta Kanbanin tärkeimmät tiedot tuotannolle ovat vastaukset kysymyksiin: mitä, miten paljon ja milloin. Kuten aiemmin tutkimuksessa todettiin, kohdetehtaan osasta Kanbanien tiedoista puuttuu tarkka vastaus kysymykseen milloin.

Kuljetussuunnittelun jälkeen järjestelmään luotu kuorma (Kanban) on aluksi vasta informaatiota. Kun tuotanto alkaa valmistamaan kuormaa, eri tuotantolinjat siirtävät sille arvoa ja kuormasta voidaan ajatella muodostuvan fyysinen virtausyksikkö. Kun arvon luonti on tuotantolinjojen osalta valmis, eli kuorma on valmistunut, se tulisi mahdollisimman pienellä viiveellä lastata ja lähettää ulkoiselle asiakkaalle.

Koska tuotanto valmistaa tuotteita kuormittain aikataulun tai järjestyksen mukaan, eli kuorman avulla luodaan imu tuotannon osaprosesseille, on kyseessä ns. **suunnannäyttäjäprosessi**, joka Leanin mukaisen prosessinkehityksen mukaisesti tulisi ensimmäisenä tasoittaa ja tasapainottaa. Vasta tämän jälkeen tulisi keskittyä jäljelle jääneisiin ongelmiin. Virtaustehokkuuden kannalta kuormat tulisi siis ajoittaa järjestelmään ja valmistaa siten, kuten ne on tavoitteena todellisuudessa lastata.

4.3 Prosessin kehittäminen

Leanin toteuttamisen kannalta tulee luoda kyseiseen toimintaympäristöön soveltuvia virtaustehokkuutta parantavia korkean abstraktiotason arvoja ja periaatteita, sekä matalamman tason menetelmiä ja työkaluja. Tutkimuksessa tehtyjen havaintojen pohjalta todettiin, että ratkaisuna ongelmaan saattaisi toimia Lean-filosofian mukaisen tahtiajan (Takt) käyttöönotto. Suunnitellun kuorman eli Kanbanin avulla voitaisiin luoda imu tarkalle lastausajankohdalle ja rytmittää päivää hukan vähentämiseksi ja tuotannon tasapainottamiseksi. Kohdeyrityksen arvot sopivat hyvin Lean-filosofian toteuttamiseen, mutta menetelmän käyttöä tulisi tukea periaatteilla ja työkalulla. Myös lastaus kuuluu organisaation funktiossa tuotantoon, joten tavoitetilasta tehtiin kuvion 18 mukainen prosessikaavio, jossa tuotannon työjohto määrittelee lastausalueille tahtiajan, koska heillä on paras käsitys nykyisestä suorituskyvystä ja tahtotilasta. Logistiikka määritteli jatkossakin kuormien lastausjärjestyksen parhaaksi katsomallaan tavalla.



Kuvio 18. Prosessikuvaus tavoitetilasta.

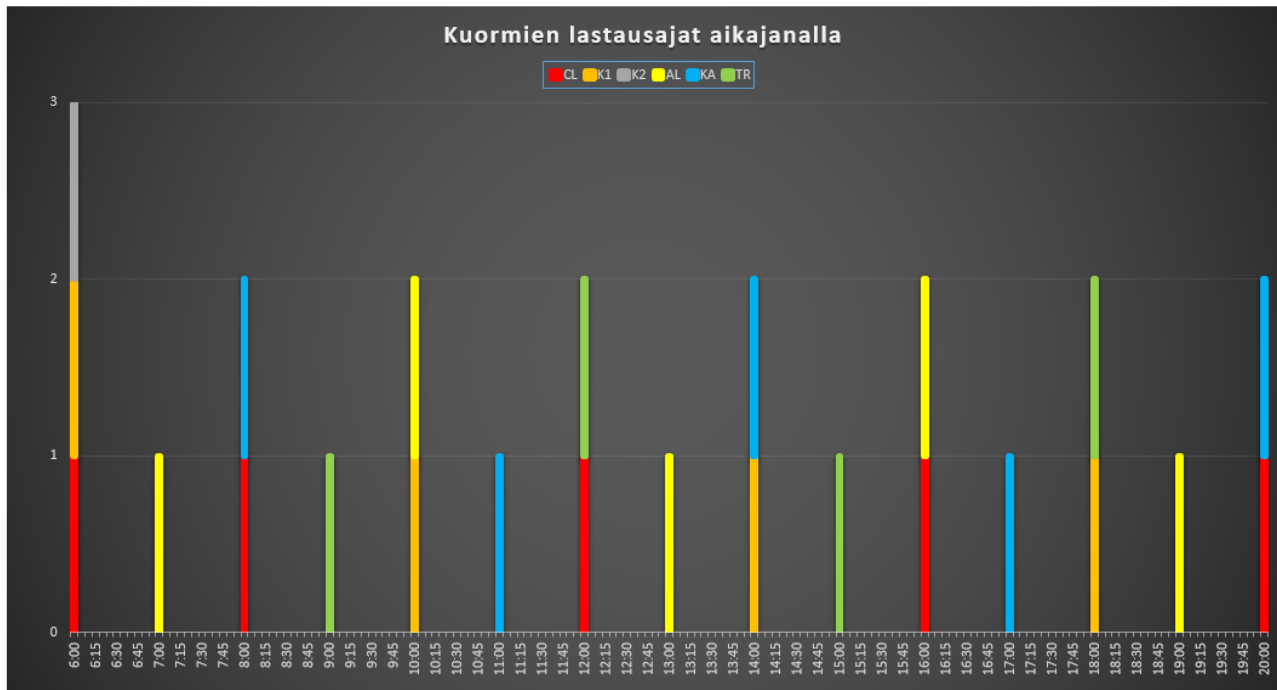
Tahtiajan käyttöönoton lisäksi täytyi luoda Lean-filosofian mukainen työkalu menetelmän tueksi. Työkalun tarkoituksena on helpottaa tahtiajan määrittelyä ja kuormien ajoittamista Quintiqiin.

Mikäli kuormille määriteltäisiin tahtiaika pelkästään lastauksen kannalta, tulisi se määritellä lastauksen läpimenoajan mukaan. Tämä tarkoittaisi, että ensimmäisen kuorman lastaus alkaisi tiettyyn aikaan ja lastaukset jatkuisivat imuohjaukseen perustuen jatkuvana virtauksena, kunnes päivälle suunnitellut kuormat olisivat kaikki lähteneet. Osaprosessien

läpimenoajoissa on kuitenkin niin paljon vaihtelua, että kyseinen tilanne johtaisi todennäköisesti suuriin valmisvarastoihin, tuotannon epätasaisuuteen ja muihin poikkeamiin. Kyseistä tilannetta voidaan pitää siten pikemminkin visiona.

Lean-filosofiassa on tärkeää ottaa huomioon tuotannon tasapainottaminen (Heijunka), joten tahtiajan määrittelyssä on syytä huomioida, että osaprosessit osallistuvat kuormien arvon luomiseen eri tiheydellä ja nopeudella. Suurimpana haasteena voidaan pitää tarvikepakkaamon osallistumista lähes jokaisen kuorman arvovirtaan. Tarvikepakkaamon yksikönvetäjän mukaan kuormat voidaan kuitenkin jakaa tarvikkeiden määrän mukaan kolmeen eri tyyppiin, eli paljon, keskimäärin ja vähän tarvikkeita sisältäviin. Paljon tarvikkeita sisältäviä ovat CL-alueen jakokuormat. Keskimäärin tarvikkeita sisältäviä ovat K1- ja K2-alueiden jakokuormat. Vähän tarvikkeita sisältävät kuormat ovat yleensä yhden tai korkeintaan muutaman purkupaikan sisältäviä kuormia, jotka suunnitellaan AL-, TR- ja KA-alueille. Tarvikepakkaamon kannalta tahtiaika voidaan siis määritellä lastausalueiden mukaan. Muiden tuotantolinjojen tasapainotus syntyy kuormien jakamisesta tasaisesti kuluvalle päivälle. Tahtiajan määrittelyssä otettiin huomioon kuitenkin, että CL-, K1- ja K2-alueiden kuormat sisältävät yleensä huomattavasti enemmän tarvikkeita, kuin AL-, KA- ja TR-alueiden kuormat. Usean tahtiajan käyttö vaikeuttaisi tasaisuuden luomista koko päivälle, joten tutkimuksessa päädyttiin luomaan pidempi yhteinen tahtiaika CL-, K1- ja K2-alueille ja lyhyempi yhteinen tahtiaika AL-, KA- ja TR-alueille. CL- ja K1-alueille luodaan tasapainotusta vuorottelemalla niiden lastauksia. Kuviossa 19 on esitetty kuvakaappaus Excel-pohjaisesta työkalusta, jonka avulla kuormien tahti- ja aloitusajat voitaisiin määritellä.

Tahti aika	Aloitus	Alue	Lastausajat (slotit)											
			6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00				
2:00	6:00	CL	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00				
		K1	6:00		10:00		14:00		18:00					
		K2	6:00											
1:00	7:00	AL	7:00	10:00	13:00	16:00	19:00							
		KA	8:00	11:00	14:00	17:00	20:00							
		TR		9:00	12:00	15:00	18:00	21:00						



Kuvio 19. Kuvakaappaus Excel-pohjaisesta työkalusta.

Työkalusta pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen, että se olisi helposti lähestyttävä. Työkalussa on panostettu Lean-filosofian mukaisesti visualisuiuteen kuvaajan avulla. Kuvaajassa palkki vastaa aikajanalla kuorman valmistumisen ja lastauksen alkamisen tavoiteaika. Visuaalisuus auttaa löytämään sopivan tahtiajan. Kuormien lastausajat on jaettu paikkoihin, joita tutkimuksessa kutsutaan jatkossa "sloiteiksi" ("slotti"). K2-alueelle on vain 1 slot, koska lastausalueen käyttö halutaan pitää vähäisenä sen rajoitteiden vuoksi. Kuormien määrä vaihtelee päivittäin, joten vihreällä ja keltaisella pohjalla olevia aikatauluja voitaisiin tarvittaessa vaihtaa lastausalueittain. Esimerkiksi, mikäli K1-alueelle on suunniteltu päivälle vain kaksi kuormaa ja CL-alueelle viisi, voitaisiin K1-alueen slottia käyttää CL-alueen kuormalle.

Työkalu sisältää A- ja B-yksiköisen kuljetussuunnittelijoiden käyttöön pohjan, jonka avulla kuormat ajoitettaisiin Quintiqiin. Kuvakaappaus B-yksikön kuljetussuunnittelijoiden käyttöön tarkoitetusta versiosta on esitettyä kuviossa 20.

Kotimaan kuormien ajoitus - B-yksikkö		
	Kuormanumero	Reitti / merkki
CL		
6:00		
8:00		
12:00		
16:00		
20:00		
K1		
6:00		
10:00		
14:00		
18:00		
K2		
6:00		
KA		
8:00		
11:00		
14:00		
17:00		
20:00		
TR		
9:00		
12:00		
15:00		
18:00		
21:00		

Kuvio 20. Kuvakaappaus kuljetussuunnittelijoiden käyttöön tarkoitetusta pohjasta.

Tuotanto voisi halutessaan muuttaa tahti- tai aloitusaikaa, jolloin kuormien asetajat muuttuvat kuljetussuunnittelijoiden käytössä oleviin pohjiin automaattisesti. Työkalu tulisi sijoittaa esimerkiksi verkkokansioon ja kuljetussuunnittelijoiden tulisi käyttää päivittäin Excel-pohjaa kuormien ajoittamiseksi. Näin menettelemällä tahtiikaan tehdyt muutokset vaikuttaisivat muutosajankohdasta riippuen 3–4 työpäivän kuluttua tuotannossa. Kyseistä menetelmää voidaan pitää Lean-filosofian mukaisena Poka Yoke -tyyppisenä ratkaisuna, joka tulisi standardoida. Excel-pohjan avulla kuormien ajoittaminen olisi kuljetussuunnittelijan kannalta hyvin suoraviivaista, jolloin kuormat voitaisiin saada nopeammin SAP:iin ja lisäaikaa vapautuisi muuhun toimintaan.

Koska lastausajat olisi määritelty slotteihin, voisi tuotannon tasapainottamista toteuttaa myös siten, että slottien määrää rajattaisiin, jolloin ylimääräiseksi jäänyt kuorma siirrettäisiin lastaukseen seuraavalle päivälle. Esimerkki: Lastausalueen slotteja on käytössä 5 ja suunniteltuja kuormia 6, joten viimeinen kuorma siirrettäisiin lastaukseen seuraavan päivän ensimmäiseen slottiin. Näin menettelemällä voitaisiin vähentää hukkaa ja kuormien valmistumisaikoihin saataisiin ennustettavuutta, jolloin tieto mahdollisesta myöhästymisestä olisi organisaation käytössä aiemmin. Tarvittaessa esimerkiksi kysynnän ja resurssien lisääntyessä slottien määrää voitaisiin vastaavasti lisätä.

Lean-filosofian mukaan prosessiin tulee keskittyä jatkuvasti. Keskittymistä voitaisiin parantaa visuaalisesti Tracking-näkymän avulla. Näkymään voisi jäädä tilatieto, joka osoittaisi, valmistuiko kuorma tahtiajan loppuun mennessä. Tracking-näkymän tilatietojen näkyvyyttä tehdasalueella voitaisiin lisätä, jolloin kaikilla olisi ajantasainen tieto tavoiteajoista ja poikkeamista. Leanissä kyseistä menetelmää kutsuttaisiin Andoniksi.

Tracking-näkymän tilatietoja voitaisiin käyttää myös Kaizenin mukaisen jatkuvan parantamisen tukena, koska prosessin ohjaamiseksi ja parantamiseksi olisi välttämätöntä saada palautetta prosessin toiminnasta. Lisäksi poikkeamien syistä olisi erittäin tärkeää kerätä tietoa. Tuotannon työnjohtajat voisivat pitää säännöllisesti palavereja, joissa todellista valmistumisaikaa verrattuna tahtiaikaan seurattaisiin, ja poikkeamat analysoitaisiin esimerkiksi 5 x miksi -menetelmän avulla. Juurisyiden selvittäminen mahdollistaisi jatkuvan oppimisen, uusien kehityskohteiden tunnistamisen ja kuormien ajoitusten siirtymisen jatkuvasti lähemmäksi tavoitetilaa. Palavereissa voitaisiin tehdä myös tarvittavat muutokset tahtiajassa. Tahtiajan muutokset tulisi tehdä aina kaikkien osaprosesseista vastaavien henkilöiden hyväksynnällä, jolloin voitaisiin varmistaa kaikkien osaprosesseista vastaavien henkilöiden sitoutuminen tahtiajassa pysymiseen. Tahtiajan määrittämä aikataulu ei tulisi olla pelkkä suositus, vaan siihen tulisi pyrkiä kaikin keinoin, tietenkään turvallisuudesta tinkimättä. Kaizenin mukaisesti olisi myös huomioitava, että kaikkien organisaatioon tai sen sidosryhmiin kuuluvien kehitysehdotukset tulisi huomioida.

Tuotannossa tiiminvetäjien roolia voitaisiin myös harkita. Heidän tehtävänään olisi ensisijaisesti tunnistaa mahdollisia poikkeamia jo ylävirrassa, reagoida niihin ja tukea muita

työntekijöitä pitämällä huolta jatkuvasta virtauksesta esimerkiksi keräämällä ja valmistelemalla kuormia lastauksia varten.

Lean-filosofian mukaiset menetelmät ja työkalut eivät kuitenkaan toimi, ellei niitä tueta yhteisesti sovitulla periaatteilla. Tämän tutkimuksen perusteella suositellaan seuraavien periaatteiden vahvistamista tai käyttöönottoa matalamman abstraktiotasojen keinojen tukemiseksi.

Periaatteet:

1. Nähdään seuraava osaprosessi tai työvaihe sisäisenä asiakkaana, jonka tarpeita tulee kunnioittaa.
2. Kuormien tulee valmistua ja tuotteiden olla toimitettuna oikealle lastausalueelle viimeistään tahtiajan osoittamalla hetkellä.
3. Prosessiin keskitytään seuraamalla sitä systemaattisesti.
4. Mahdollisesta poikkeamista ilmoitetaan välittömästi ja uusi lastausaika määritetään tarvittaessa.
5. Poikkeamat kirjataan ylös ja analysoidaan.
6. Prosessia pyritään parantamaan jatkuvasti.

Olennaista virtaustehokkuuden kehittämiseksi ei ole tässä tutkimuksessa kehitetyn työkalun käyttö, vaan korkeamman abstraktiotason periaatteet ja menetelmät. Mikäli tahtiajan käyttö todetaan hyväksi menetelmäksi virtaustehokkuuden parantamiseksi, työkalun kaltainen toiminnallisuus voitaisiin lisätä myöhemmin esimerkiksi Quintiqiin. Excel-pohjainen työkalu voisi olla kuitenkin menetelmän käyttöönoton aikana hyvä ratkaisu, koska siihen voitaisiin tehdä tarvittaessa helposti muutoksia.

4.4 Tarvikepakkaamosta toimitettavat materiaali- ja informaatiovirrat

Tutkimuksen alkuperäisenä aiheena oli ratkaista tuotannon osaprosessissa havaittuihin materiaali- ja informaatiovirtoihin liittyviä ongelmia. Tutkimuksessa kyseistä prosessia käsitellään osaongelmana, jonka ratkaiseminen osaltaan auttaa päätutkimusongelman ratkaisemista. Kuten tutkimuksessa aiemmin todettiin, tarvikkeiden osalta materiaali- ja informaatiovirtojen

oikea-aikaisuus olisi tärkeää varmistaa, koska tarvikkeet osallistuvat usean kuorman arvovirtaan. Tarkasteltava prosessi määriteltiin alkamaan tarvikepakkaamisen alkamisesta kuorman lastaamisen alkuun.

4.4.1 Nykytilan kartoitus

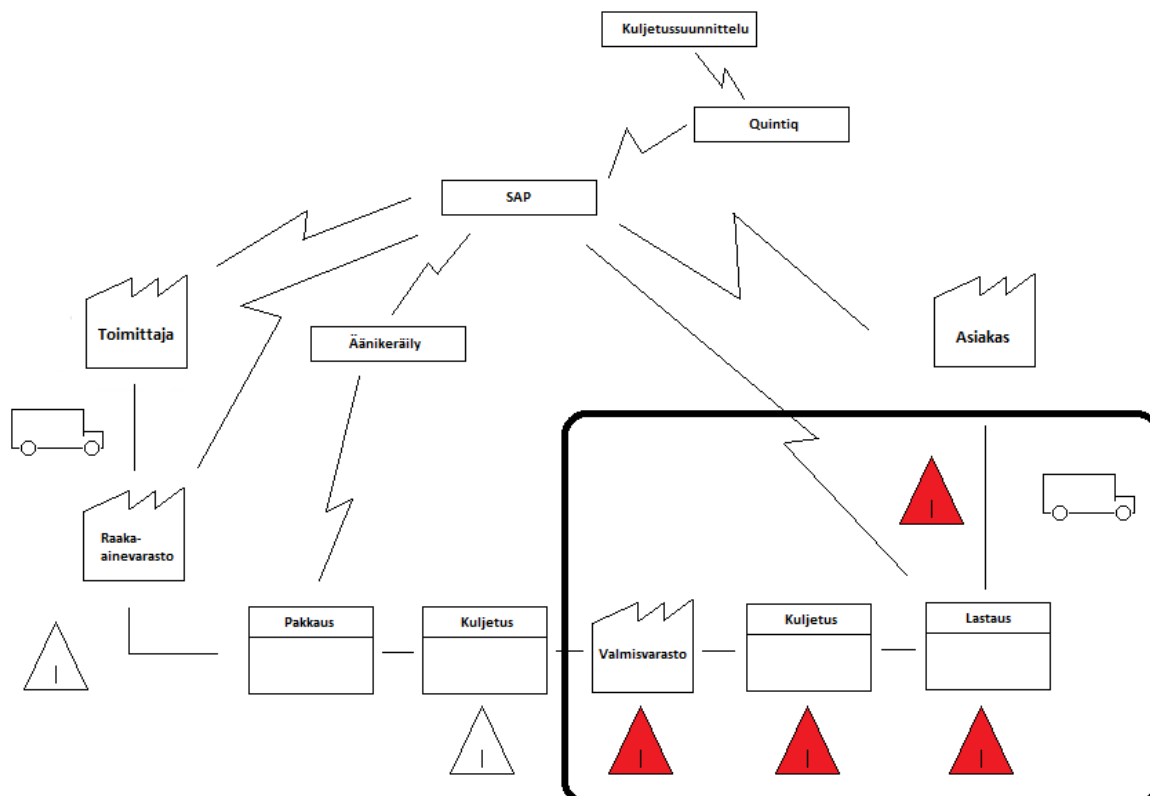
Nykytilan kartoituksessa tutkija haastatteli prosessiin osallistuvia henkilöitä ja havainnoi prosessin kulkua todellisessa työympäristössä. Prosessi kuvattiin sillä tarkkuudella, kuin se on tutkimusongelman ratkaisemiseksi tarpeellista.

Tarvikepakkaamossa prosessi alkaa, kun logistiikasta on tullut sähköpostin välityksellä ilmoitus valmistuneesta aluesuunnittelusta. Prosessi vaihtelee hieman varastopaikkojen mukaan. 1060-, 1061-, 1072- ja 2030-varastopaikoilta kollilaput tulostetaan kuormien järjestyksen mukaisesti Tracking-näkymästä otetun kuvakaappauksen perusteella, minkä jälkeen pakkaaminen aloitetaan. 1030-varastopaikalta pakkausoperaattorit keräilevät ja pakkaavat tuotteita äänikeräilyn antamien tietojen mukaan, eli Quintiqiin asetetun kuormien järjestyksen mukaan. Havainnointihetkellä kuormien seurantaan käytettävä Tracking-näkymä ei toimi. Useaa kuormaa pakataan yhtä aikaa ja tuotteet asetetaan lavetille. Yhdellä lavetilla voi olla usean kuorman tuotteita. Kun lavetti tulee täyteen, se vedetään tehtaan valmisvarastoon, jossa tuotteet puretaan erilleen kuormittain. Tarvikepakkaamon prosessi päättyy tähän. A-yksikön tuotteiden osalta prosessiin liittyy vielä ns. ”väliauto”, joka toimittaa tuotteet tarvikepakkaamolta AL-lastausalueelle. Lastausoperaattorit seuraavat kuormien valmistumisen tilaa Tracking-näkymästä. Tarvikkeiden saapumisen osalta seurataan MTS-tuotteiden valmistumisen aikaleimaa. Sovittu toimintapa on, että tarvikkeet toimitetaan kohdetehtaan valmisvarastoon kahden tunnin sisällä viimeisen MTS-tuotteen valmistumisesta, jonka jälkeen tuotteet noudetaan valmisvarastosta lastauslaiturille. Lastaajat pyrkivät arvioimaan, milloin kukin kuorma valmistuu ja tekevät päätöksen, milloin tietyn kuorman auto kutsutaan lastaukseen ja lastaus aloitetaan, jolloin prosessi päättyy.

4.4.2 Prosessianalyysi

Virtaustehokkuuden kannalta prosessin suurin ongelma liittyy tutkimuksessa aiemmin mainitun riittävän tarkan aikataulutuksen puuttumiseen. Imuohjaus ei siis toteudu

prosessissa riittävän tehokkaasti, vaan tarvikkeita pikemminkin työnnetään kohdetehtaan valmisvarastoon. Toinen ongelmallinen asia liittyy siihen, ettei tarvikkeiden valmisvaraston todellisesta tilasta ole informaatiota käytettävissä lainkaan. Tarvikkeiden saapumista ei myöskään varmenneta ennen lastausta. Olisi syytä myös huomioida, että hyvien logististen periaatteiden mukaan materiaalivirta edellyttää informaatiovirtaa. Jälkimmäisen ongelman lieventämiseksi käyttöön oli otettu uusi menetelmä, jossa Quintiq tallentaa aikaleiman kuorman MTS-tuotteiden valmistuessa. Menetelmän avulla voidaan saavuttaa parempi arvio siitä, milloin kuorman tarvikkeet pitäisi viimeistään olla lastattavissa, mutta ei siltikään todellista tilannetta. Lisäksi kahden tunnin viive aiheuttaa hukkaa, mikäli tarvikkeet tuodaan heti pakkaamisen jälkeen valmisvarastoon. Tutkimuksen aikana selvisi myös, ettei Quintiq tallenna tarvikkepakkaamon tuotteiden kannalta oikeaa tietoa, mikäli kuorma sisältää 1061-varastopaikan kautta kiertäviä MTS-tuotteita, jotka eivät kierrä tarvikkepakkaamon prosessin läpi. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi puutavaraerät. Prosessin analysoinniksi kuvattiin kuvion 21 mukainen arvovirta.



Kuvio 21. Tarvikkeiden arvovirta kuormassa.

4.4.3 Prosessin kehittäminen

Prosessin kehittämisen kriittisiksi tavoitetiloiksi määriteltiin:

1. Tarvikkeet tulisi toimittaa oikeaan aikaan.
2. Pakkausoperaattoreiden ja trukinkuljettajan käyttöön tulisi saada tieto todellisesta tarveajasta.
3. Tarvikkeiden saapuminen valmisvarastoon tulisi todentaa.
4. Tarvikkeiden valmisvarastosta täytyisi saada riittävän tarkka tieto.

Tarvikkeiden toimittamiseksi oikeaan aikaan ehdotetaan tutkimuksessa aiemmin käsitellyn tahtiajan käyttöönottoa sitä tukevin periaattein. Lisäksi oleellista olisi saada tieto tarveajasta tarvikepakkaamon käyttöön. Tracking-näkymän toiminta olisi ensinnäkin varmistettava, mutta lisäksi kuorman lastauksen tahtiaika voisi tulostua kollitarroihin niin suurella fontilla, että se olisi mahdollista lukea myös trukista. Lastausajan voisi ilmoittaa lisäksi myös esimerkiksi äänikeräily. Tahtiajan käyttöönoton jälkeen jokaisen osaprossin vastuulla olisi pyrkiä varmistamaan tuotteiden valmistus ja toimitus tahtiajan mukaisesti, joten tarvikepakkaamon tulisi ensinnäkin pyrkiä varmistamaan tahtiajan noudattaminen. Tämän jälkeen tarvikkeiden saapuminen valmisvarastoon tulisi todentaa ja tilatieto päivittää toiminnan seuraamiseksi.

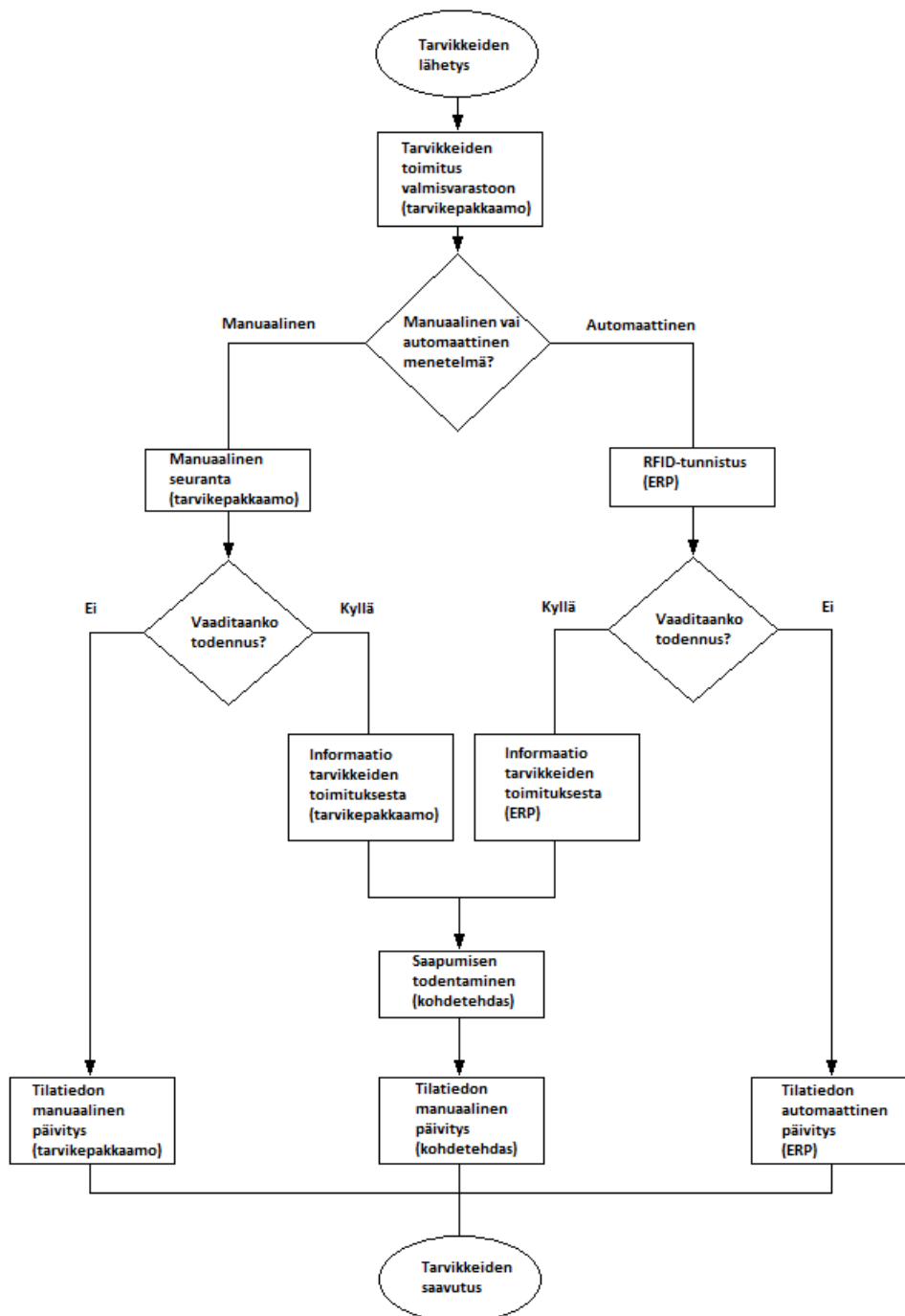
Tarvikkeiden valmisvarastoon saapumisen todentamiseksi ja tilatiedon päivittämiseksi olisi olemassa useita tapoja. Alla on esiteltyinä muutamia vaihtoehtoja etuineen ja haittoineen.

Manuaalinen. Tarvikkeiden pakkaaminen ja valmisvarastoon toimitus on tarvikepakkaamon vastuulla, joten selkeää olisi, mikäli tarvikepakkaamon henkilökunta seuraisi valmisvaraston tilaa ja päivittäisi tilatiedon, kun kaikki kuorman sisältämät tarvikkeet olisi toimitettu. Mikäli laatuvaatimukseksi asetetaan, että kohdotehtaan henkilökunta todentaa tarvikkeiden saapumisen, tulisi varmistaa informaatio saapuneesta materiaalivirrasta esimerkiksi Tracking-näkymän kautta, jonka jälkeen tarvikkeiden saapuminen todennettaisiin ja tilatieto päivitetäisiin. On kuitenkin tärkeää huomata, että jokaisen kollin manuaalinen tarkastus aiheuttaisi lisätyötä. Lisätyötä voitaisiin vähentää, mikäli tarvikepakkaamo merkitsisi selkeästi jokaisen kuorman viimeisen kollin tai tarvittaessa jokaisen kuorman pakkaamiseen

käytettyjen varastopaikkojen viimeiseen kalliin. Vaihtoehtona voisi olla myös viivakooditekniikan käyttöönotto.

Automaattinen. Automaattisena vaihtoehtona voisi toimia RFID-tekniikan käyttöönotto. Lastausalueen valmisvarastoon sijoitettu lukija tunnistaisi tuotteiden saapumisen ja tilatieto voitaisiin päivittää automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmään. RFID-tekniikan haittana voidaan pitää sen hintaa, mutta kustannusten nousua liian korkeaksi voitaisiin ehkäistä käyttämällä "viestikapuloita", jolloin saman sirun käyttöaika voisi olla huomattavan pitkä. Käytännössä RFID-siru kiinnitettäisiin viestikapulaan, joka vastaavasti kiinnitettäisiin tarvikepakkaamossa kuorman viimeiseen kalliin tai tarvittaessa jokaisen kuorman viimeiseen kalliin varastopaikoittain. Viestikapulat voitaisiin irrottaa lastaamisen yhteydessä ja ne palautettaisiin tarvikepakkaamoon uudelleen käyttöä varten. Myös automaattisessa vaihtoehdossa olisi syytä harkita, onko perusteltua vaatia tuotteiden saapumisen varmennus kohdetaalla.

Kuviossa 22 on esitettyä vuokaavio, miten tarvikkeiden varastoon saavuttaminen eli kirjaaminen varastosaldoille voisi toimia eri menetelmillä ja laatuvaatimuksilla. Tarvikepakkaamalla tarkoitetaan tarvikepakkaamon henkilökuntaa, kohdetaalla kohdetaan henkilökuntaa ja ERP:llä toiminnanohjausjärjestelmää.



Kuvio 22. Vuokaavio tarvikkeiden varastoon saavutuksesta.

Manuaalista ratkaisua voidaan pitää todennäköisesti aloituskustannuksien osalta edullisempänä toteuttaa, mutta kustannuksia syntyy arvoa tuottamattomasta työstä, eli hukasta prosessin aikana. Lisäksi A-yksikölle toimitettavien tarvikkeiden osalta tarvikepakkaamolla ei ole tarkkaa tietoa siitä, milloin tuotteet todellisuudessa saapuvat lastausalueelle, joten tilatiedon päivityksen pitäisi hoitaa esimerkiksi väliauton kuljettaja.

Automaattinen ratkaisu vaatisi todennäköisesti aluksi suuremman investoinnin, mutta käyttöönoton jälkeen prosessi ei vaatisi juurikaan lisätyötä. Leanin kannalta molemmat ratkaisut tukisivat JIT-periaatetta.

4.5 Muita kehitysehdotuksia

Alla on lueteltuna muita kehitysehdotuksia, joiden avulla virtaustehokkuutta voitaisiin parantaa.

Jokaisen lastausalueen läheisyyteen tulisi luoda selkeä merkitty valmisvarasto tarvikkeille. Esimerkiksi CL-alueen osalta nykyinen toimintatapa aiheuttaa turhaa kuljetusta. Lastausalueille sijoitettaisiin myös RFID-lukijat, mikäli menetelmän käyttöönottoon päädytään.

Kohdotehtaan tarvikkeiden valmisvarastoon voitaisiin lisätä lavetit, joiden päälle tarvikkepakkaamon trukinkuljettajat voisivat purkaa saapuvat tarvikkeet. Näin menettelemällä voitaisiin vähentää trukin käyttämistä ja nopeuttaa tarvikkeiden noutamista.

Koko kuorma tulisi merkitä Quintiqiin aina päälastausalueelle ja apulastausalueiden merkitseminen tulisi lopettaa. Näin menettelemällä tuotteiden kollilappuihin tulostuisi aina päälastausalue, jolloin muilla tuotantolinjoilla valmistettavat tuotteet voisi olla helpommin kerättävissä päälastausalueelle ennen kuorman lastauksen aloittamista. Lisäksi riski lastaamatta jäämisestä voisi pienentyä. Kuljetussuunnittelijoiden ei myöskään tarvitsisi manuaalisesti siirtää tuotteita apulastausalueille, jolloin kuormatietojen lähettäminen SAP-järjestelmään nopeutuisi ja helpottuisi.

Lähteviä kuormia ei tulisi suunnitella samalle päivälle, kun ostettavat tuotteet saapuvat omaan varastoon. Tämä olisi erityisen tärkeää huomioida, mikäli tahtiajan käyttöönottoon päädytään.

Myös pidennetyn toimitusajan tuotteille voitaisiin luoda oma selkeä alue. Tuotteiden osalta voitaisiin harkita myös RFID-menetelmää, jolloin tuotteiden sijainti voitaisiin selvittää toiminnanohjausjärjestelmästä.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Lean on suuri käsite, sitä kuvaillaan eri kirjallisuuslähteissä esimerkiksi asiakasarvoon keskittymiseksi, hukan poistamiseksi, työkaluiksi, menetelmiksi, filosofiaksi, kulttuuriksi, strategiaksi tai toimintajärjestelmäksi. Leania on tutkittu kymmeniä vuosia ja siitä on kirjoitettu satoja kirjoja. Leania voidaan soveltaa käytännössä mihin tahansa toimintaan, mutta alun perin se on syntynyt Toyotan tuotantoympäristössä, sitä voidaan pitää hyvin käytännönläheisenä kehittämistapana. Leanista on helppo löytää tietoa, mutta useiden kirjallisuuslähteiden mukaan monet yritykset ovat epäonnistuneet sen toteuttamisessa.

Tutkimuksen edetessä selvisi eräs Leanin implementoinnin kannalta tärkeimmistä asioista: Kyse ei ole tiettyjen työkalujen kopioimisesta, vaan kyseiseen toimintaympäristöön soveltuvien keinojen luomisesta virtaustehokkuuden kehittämiseksi. Muiden Leania soveltavien organisaatioiden kannattaakin huomioida, että Lean on varsinkin matalalla abstraktiotasolla hyvin tilannesidonainen, joten tässä tutkimuksessa kehitetyt keinoja virtaustehokkuuden parantamiseksi voi olla vaikea soveltaa suoraan toisessa toimintaympäristössä, eikä se olisi Lean-filosofian mukaistakaan. Leanin toteuttamiseksi sitä on ensinnäkin ymmärrettävä riittävän syvällisesti. Soveltaminen on aloitettava riittävän korkealla abstraktiotasolla, kuten arvoista ja periaatteista, joiden avulla tuetaan matalamman abstraktiotason menetelmiä ja työkaluja. Kaikki kyseisistä keinoista tarvitsevat toisiaan, joten yhdenkin puuttuessa menetetään kaikkien merkitys. Tästä syystä Leanin implementoinnissa on tärkeää huomioida myös johtamismallit, joiden avulla Lean-keinot saadaan juurrutettua organisaatioon. Lisäksi täytyy muistaa, että organisaatioiden toimintaympäristö muuttuu jatkuvasti, joten virtaustehokkuuden ylläpidon ja kehittämisen elinehto on jatkuva parantaminen. Joskus se voi tarkoittaa, että aiemmin hyväksi todetuista keinoista voidaan joutua jopa luopumaan.

Tutkimuksen teoreettisessa viitekehyksessä pyrittiin käsittelemään Leania, prosesseja ja sisälogistiikkaa riittävällä laajuudella tutkimusongelman ratkaisemiseksi. Case-osion ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin kohdeprosessin nykytila ja sitä analysoitiin viitekehysten teoretietoihin perustuen riittävän korkealla abstraktiotasolla, eli JIT:n ja Jidokan kannalta. JIT-periaatteen parantamiseen soveltuvaksi matalamman tason menetelmäksi ehdotettiin tahtiajan käyttöönottoa, unohtamatta kuitenkaan tuotannon

tasapainotuksen eli Heijunkan tärkeyttä. Tahtiajan ja Heijunkan käyttöä helpottamaan luotiin matalan abstraktiotason työkalu, jossa sovellettiin visuaalista ohjausta, Poka Yokea, ja standardoitua työtä. Lisäksi ehdotettiin muita Leaniin perustuvia kehitysehdotuksia esimerkiksi Kaizenin eli jatkuvan parantamisen mahdollistamiseksi. Osaongelman ratkaisemiseksi ehdotettiin tahtiajan käyttöönoton lisäksi periaatteiltaan kahta erilaista menetelmää prosessin kehittämiseksi. Lopuksi esitettiin muita kehitysehdotuksia virtaustehokkuuden parantamiseksi.

PDCA-syklin mukaisesti tutkimuksessa suoritettiin vasta Plan-vaihe, joten seuraavaksi olisi vuorossa Do-, Check- ja Act-vaihe. Mikäli etenkin tahtiaikaan liittyvät keinot yritetään soveltaa, olisi käyttöönoton yhteydessä suositeltavaa pitää riittävän laajalla kokoonpanolla Kaizen event -tyyppinen työpaja, jossa luotaisiin konsensus ensimmäisestä tavoitetilasta. Tahtiajan käyttöönotolla voitaisiin mahdollisesti saavuttaa hyviä tuloksia virtaustehokkuuden kannalta, mutta olennainen asia jatkokehitysten kannalta olisi prosessin standardointi. Kun kuormien aikataulutus, valmistus ja lastaus suoritettaisiin alusta loppuun standardilla tavalla, voitaisiin prosessi saada paremmin ohjaukseen. Esimerkiksi Rotherin (2011, 72) mukaan useat prosessinparannusyritykset eivät kestä, mikäli prosessi ei ole ohjauksessa. Prosessia paremmin ohjaamalla se voitaisiin saada hallitumpaan tilaan. Lean-filosofian mukaan kaikki parannusyritykset tulisi tehdä hallitussa ympäristössä, koska siten muutosten kokonaisvaltaiset vaikutukset pystytään todentamaan. Tutkimuksen aikana selvisi, että kohdeorganisaation henkilöstöllä oli huomattavan paljon kehitysehdotuksia ja kehittämiselle vaikutti olevan tarvetta, koska siihen suhtauduttiin erittäin positiivisesti. Eri funktioilla oli kuitenkin erilaisia näkemyksiä ongelmien juurisyyistä ja siitä, mikä tavoitetilan tulisi olla. Etenkin resurssitehokkuutta parantavien muutosten vaarana on, että osaprosessissa saavutettu hyöty menetetään toisaalla tai pahimmassa tapauksessa kokonaisvaikutukset saattavat olla negatiivisia. Mikäli prosessi saataisiin paremmin hallintaan, voisi tulevaisuudessa olla helpompi seurata seuraavien muutosten vaikutusta koko prosessin tasolla. Kun sopiva olisi löydetty, voitaisiin myös saada myös parempi käsitys suorituskyvystä koko tehtaan tasolla. Ruohomäki ym. (2011, 11) nostavat esille, että tuotantojärjestelmän suorituskyvyn tietäminen on kehityskohteiden valinnan kannalta yksi tärkeimmistä lähtötiedoista. Myöhemmin tahtiaikaa nopeuttamalla voitaisiin myös löytää virtausta haittaavia pullonkauloja, joihin olisi syytä seuraavaksi kohdistaa huomiota. Mikäli

tuotanto toimisi tahtiajan mukaisesti, se voisi auttaa myös työnjohtoa suunnittelemaan henkilöstöresurssien käyttöä tarkemmin.

Tahtiajan käyttöönoton jälkeen voitaisiin siirtyä tarkemmin tuotannon toimintojen eli osaprosessien tasolle. Seuraava tutkimusaihe voisi olla lähestymistavaltaan kvantitatiivinen ja keskittyä tarkemmin tuotannon eri osaprosessien arvovirtojen kuvaamiseen ja kehittämiseen. Mikäli tahtiajan käyttö osoittautuisi toimivaksi menetelmäksi, se voitaisiin laajentaa koskemaan myös muita kuormia, kuten vientikuormia. Vientikuormien osalta virtaustehokkuuden haasteena on saada kalustoa lastattavaksi juuri oikeaan aikaan, joten tutkimuksen aihe voisi liittyä kyseisen ongelman ratkaisemiseen.

Tutkimuksen aikana tulleiden kommenttien perusteella yleisesti kehitysideoiden eteenpäin viemisen haasteena vaikutti korostuvan ”muurit” funktioiden välillä. Tätä voidaan pitää tyypillisenä organisaatioissa, joissa prosessit lävistävät useita funktioita. Funktioituneissa organisaatioissa myös ns. siiloutuminen on tavallista, jolloin kehitysten vaarana on jäädä osaoptimoinnin tasolle. Ratkaisuna ongelmaan voisi toimia prosessijohtamisen malli, jossa prosesseille määriteltäisiin prosessinomistajat, tai ainakin pyrkiä edistämään yhteistyötä yli organisaatorajojen luomalla yhteisiä tavoitteita.

Tässä tutkimuksessa Leania käsiteltiin tuotannon prosessien kehittämisen näkökulmasta, mutta myös muualla organisaatiossa olisi otettava huomioon tehdyt ratkaisut tehtaan virtaustehokkuuden kannalta. Esimerkiksi virheelliset tilaukset, muutokset, raaka-ainepuutteet ja kysynnän suuret heilahtelut aiheuttavat imuohjaukseen perustuvaan tuotantoon vaihtelua eli virtaustehokkuuden menetyksiä.

Modigin ja Åhlströmin (2013, 141, 142) mukaan kaksi oleellista arvoa Leanin toteuttamiseksi ovat kunnioitus ja yhteistyö, joten kohdeyrityksen arvot soveltuvat jo nykytilassa hyvin Lean-filosofian toteuttamiseen. Tutkimuksen perusteella päädyttiin kuitenkin ehdottamaan tai vahvistamaan uusien periaatteiden, menetelmien ja työkalujen käyttöönottoa. Tutkimuksessa luoduista keinoista saattaa olla apua Leanin toteuttamisessa, mutta Kaizenin mukaan loppua ei voi käytännössä saavuttaa koskaan. Mikäli tutkimuksessa ehdotetut keinot otetaan käyttöön, paljastuu todennäköisesti odottamattomia ongelmia, mutta juuri kyseiset ongelmat ovat niitä, jotka tulisi ratkaista virtaustehokkuuden edelleen

parantamiseksi. Kohdetehtaalla on käytössä jo monia Lean-työkaluja, kuten 5S ja Huddle-käytäntö. Toivottavasti tämä tutkimus osaltaan auttaa matkalla kohti Leanin ihannetta, eli hukatonta yksiosaista solua.

LÄHTEET

- 10 Easy Steps to Complete a Value Stream Map. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Six Sigma Development Solutions, Inc. [Viitattu 24.3.2021]. Saatavana: <https://sixsigmadsi.com/10-steps-to-complete-a-value-stream-map>
- Alasuutari, P. 1999. Laadullinen tutkimus. 3. uud. painos. Tampere: Osuuskunta Vastapaino.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. 10. osin uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Imuohjaus. Ei päiväystä. [Verkojulkaisu]. Logistiikan maailma. [Viitattu 19.1.2021]. Saatavana: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus>
- Kamensky, M. 2015. Menestyksen timantti. [Verkkokirja]. Helsinki: Talentum. [Viitattu 23.2.2021]. Saatavana: Alma Talent Bisneskirjastosta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Kanbanize. Ei päiväystä. What is Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle? [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2021]. Saatavana: <https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-pdca-cycle>
- Laamanen, K. 2001. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona – ideasta käytäntöön. 9. painos. Espoo: Laatu keskus Excellence Finland.
- Latvala, J. 2017. Pakkausjärjestys / Quintiq. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Antti Suopuro. [Viitattu 10.3.2021].
- Latvala, J. 2020. RE: Pakkausjärjestys / Quintiq. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Antti Suopuro. [Viitattu 10.3.2021].
- Lecklin, O. Laatu yrityksen menestystekijänä. 1997. 4. uud. painos. Helsinki: Talentum Media Oy.
- Liker, J. 2004. Toyotan tapaan. 3. painos. Suomentaja: Niemi, M. Helsinki: Readme.fi Oy.
- Liker, J. & Convis, G. 2012. Toyotan tapa Lean-johtamiseen. Suomentaja: Niemi, M. Helsinki: Readme.fi.
- Mann, D. 2005. Creating a lean culture: Tools to sustain lean conversions. [Verkkokirja]. New York: Taylor & Francis Group. [Viitattu 1.2.2021]. Saatavana: ProQuest Eboot Central. Vaatii käyttöoikeuden.

- Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean. 3. painos. Suomentaja: Tillman, M. Tukholma: Rheologica publishing.
- Nieminen S. Hyvä hankinta – parempi bisnes. 2016. [Verkkokirja]. Helsinki: Talentum. [Viitattu 17.1.2021]. Saatavana: Alma Talent Bisneskirjastosta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Petersson, P., Olsson, B., Lundström, T., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D. & Alsterman, H. 2018a. Johtajuus – Tee Leanista menestys! Suomentaja: Lehtimäki, S. Bromma: Part Development AB.
- Petersson, P., Olsson, B., Lundström, T., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D. & Alsterman, H. 2018b. Työntekijän opas menestykseen – Kehitä Leanin Avulla! Suomentaja: Lehtimäki, S. Bromma: Part Development AB.
- Piirainen, A. 2013. Onko kaikki erilaista vai ei? [Verkkójulkaisu]. Quality Knowhow Karjalainen Oy. [Viitattu 24.1.2021]. Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/onko-kaikki-erilaista-vai-ei>
- Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Reijo Rautauoman säätiö, Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry, Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry.
- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G. & Portioli-Staudacher, A. 2019. The interrelation between Industry 4.0 and lean production: an empirical study on European manufacturers. [Verkkolehtiartikkeli]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 102:3963–3976. [Viitattu 2.4.2021]. Saatavana Ebsco Academic Search Elite -tietokannasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Rother, M. 2011. Toyota kata. Suomentaja: Niemi, M. Helsinki: Readme.fi.
- Rother, M. & Shook, J. 2003. Learning to See. Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. Versio 1.3. Brookline: The lean enterprise institute.
- Ruohomäki, M., Anttila, J., Heikkilä, A., Hentula, M., Kansola, M., Leino, K., Paro, J. & Salmi, T. 2011. Parempiin tuotantostategisiin päätöksiin. Helsinki: Teknologiaiinfo Teknova Oy.
- Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Digitalisoitumisen haasteet. [Verkkokirja]. 8. uud. painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy, www.jounisakki.fi. [Viitattu 27.2.2021] Saatavana: Ellibs-e-kirjakokoelmasta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Soininen, M. 1995. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Turku: Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus.

- Spaghetti Diagrams. 2015. [Verkkosivu]. Getting to Lean, LLC. [Viitattu 21.2.2021].
Saatavana: <http://gettingtolean.com/spaghetti-diagrams/#!/prettyPhoto>
- Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere: Tampere university press.
- Toyota Manufacturing Karawang Plant Visit Report. 2010. [Verkkajulkaisu]. Livingmba. [Viitattu 25.1.2021]. Saatavana: <https://livingmba.wordpress.com/2010/12/01/toyota-manufacturing-manufawang-plant-visit-report>
- Uusitalo, H. 1991. Tiede, tutkimus ja tutkielma. 2. painos. Helsinki: WSOY.
- Vasalampi, M. 2020. Lean-johtamismallin implementointi. [PDF-tiedosto]. Vaasan yliopisto. Pro gradu -työ. [Viitattu 21.2.2021]. Saatavana: <https://osuva.uwasa.fi/handle/10024/10631>. Vaatii käyttöoikeuden.
- Vilka, H. 2006. Tutki ja havainnoi. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Vuorinen, T. Strategiakirja – 20 työkalua. 2013. [Verkkokirja]. Helsinki: Talentum. [Viitattu 16.1.2021]. Saatavana Alma Talent Bisneskirjastosta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Womack, P. J. & Jones, T.D. 2003. Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation. New York: Free press.