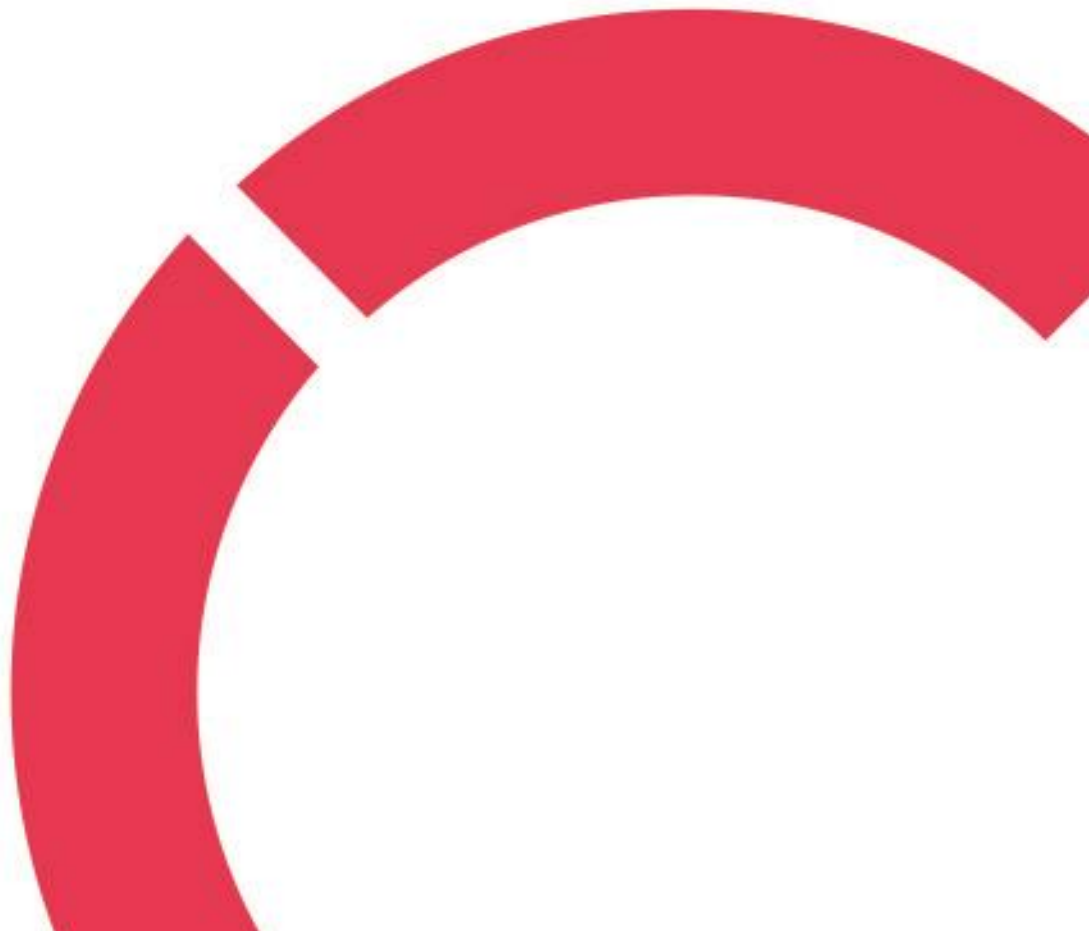


Ilkka Bister

**LAVALIIKETOIMINNAN TUOTANTOPROSESSIEN TUTKIMUS
JA PARANTAMINEN**

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Teknologiaosaamisen johtaminen
Toukokuu 2023**



TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Toukokuu 2023	Tekijä/tekijät Ilkka Bister
Koulutus Teknologia osaamisen johtaminen		<input type="checkbox"/> AMK <input checked="" type="checkbox"/> YAMK
Työn nimi Lavaliiketoiminnan tuotantoprosessien tutkimus ja parantaminen		
Työn ohjaaja Pekka Makkonen		Sivumäärä 61
Työelämäohjaaja Jonas Sykkö		
<p>Tässä työssä oli tarkoituksena kartoittaa AB.A. Hägglblom Oy:n lavaliiketoiminnan ongelmakohtia, ja tutkia niiden juurisyitä. Tarkoitus oli etsiä myös parannusmalleja löydettyihin ongelmiin, teoriapohjaan nojaten.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin Mixed Methods-menetelmää, jossa yhdistyvät kvantitatiivinen, eli tilastollinen tutkimus, sekä kvalitatiivinen eli laadullinen osuus. Tilastollisessa osuudessa käsiteltiin laatu- ja keuhkokuumeiden laatua ja niiden esiintymistä, sekä niiden tekijöiden asettumista lavatuotantoprosessiin. Laadullisessa osiossa haastattelin kymmentä henkilökunnan edustajaa, tuotantoketjun ongelmista ja pullonkauloista. Tuloksia analysoidessani käytin pohjateoriaana käytin TOC-kapeikkoteoriaa, ja parantamisen työkaluina LEAN- ajattelumallia, ja sen sisältämiä työkaluja. Kapeikon ja sen sisältämien ongelmien löydyttyä, pohdin Lean-ajattelu mallin mukaisia parannusehdotuksia.</p> <p>Tutkimuksesta saatujen tulosten ja teorioiden pohjalta lähdin rakentamaan parannus/muutosehdotuksia, jotka esittelin yrityksen johtoryhmälle. Ehdotukset käsitelivät pullonkaulan käyttämistä ohjauspisteinä, työvaiheiden standardointia, sekä jatkuvat parantamisen mallin käyttöä.</p> <p>Prosessit olivat muutoksessa koko opinnäytetyön ajan ja joitakin esille nousseita puutteita korjattiin työn edetessä. Monet kehitysehdotukset jäivät kuitenkin vielä pohdittavaksi. Tulevaisuus näyttää miten tätä työtä voidaan käyttää yrityksen kehittämiseen</p>		
Asiasanat Kapeikkoteoria, Kehittäminen, Metalliteollisuus, Lean-johtaminen, Mixed Methods, Prosessi,		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date May 2023	Author Ilkka Bister
Degree programme Master's Degree for Technology Competence Management		
Name of thesis Case study and improvement of truck body manufacturing process		
Centria supervisor Pekka Makkonen	Pages 61	
Instructor representing commissioning institution or company. Joonas Sykkö		
<p>In this thesis, the purpose was to map the problem areas of AB. A. Hägglom Oy's truck body business, and to investigate their root causes. The purpose was also to find improvement models for the problems found, based on theory.</p> <p>The research used a mixed methods method, which combines a quantitative or statistical study and a qualitative part. In the statistical part, I dealt with the quality of quality deviations and their occurrence, as well as the placement of their factors in the truck body production process. In the qualitative section, I interviewed ten staff representatives, about problems and bottlenecks in the production chain. When analyzing the results, I used the TOC cone theory as the basic theory, and the LEAN thinking model and the tools it contains as improvement tools. After finding constraint and the problems it contains, I thought about suggestions for improvements according to the Lean thinking model.</p> <p>Based on results of the research and theories, I set out to build improvement/change propositions, which I presented to the company's management team. The improvement propositions were such as using constraint as a using of control point, standardization and using of continuous improvement cycle.</p> <p>The processes were changing throughout the thesis and some of the shortages were corrected as the work progressed. However, many of the development proposals remain to be considered. The future shows how this work can be used for business development.</p>		
Key words Theory of constraints, development, Metal industry, Lean management, Mixed methods, Process		

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

CC

Critical Chain, ”kriittinen ketju”. TOC-filosofian projektinhallinnan käsite.

DBR

Drum-Buffer-Rope. TOC-filosofian tuotannonohjauksen käsite.

DXF

Drawing Exchange Format. Polttoleikkauksen ohjelmointiin tarvittava tiedosto.

EK

Esikäsittelyosasto, sisältää polttoleikkauksen, särmäyksen ja koneistuksen.

ERP

Enterprise Resource Planning, tuotannonohjausjärjestelmä.

FFS

Five focusing steps, TOC-työkalu

KANBAN

Lean-filosofian mukainen imuohjausjärjestelmä.

KAIZEN

Lean-filosofian mukainen laadunparannusprosessi.

LEAN

Japanilainen tuotannonohjaus- ja laatufilosofia. Myös yrityksen ERP-järjestelmän nimi.

LT

Lean-thinking, Lean-filosofian mukainen ajattelutapa

MIXED METHODS

Moinmenetelmätutkimus. Sisältää määrällisen ja laadullisen tutkimuksen.

NESTAUS

Polttoleikkaustyövaiheen suunnittelu.

TOC

Theory of Constraints, kapeikkoteoria.

PDM

Product Data Management, tuotetiedon hallintajärjestelmä.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
1.1 Työn tausta	1
1.2 Tutkimusongelma.....	2
1.3 Työn toteutus	2
1.4 TOC-Kapeikkoteoria- ja LEAN yleisesti	3
2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS JA TEORIA	5
2.1 Theory of constraints – kapeikkojen teoria	5
2.1.1 TOC:n ajatteluprosessit.....	6
2.1.2 Five focusing steps – jatkuvan kehittämisen malli.....	12
2.1.3 Drum - buffer – rope.....	13
2.1.4 Critical Chain - Kriittinen ketju	15
2.2 Lean	18
2.2.1 Toiminnan kehittäminen Lean ajattelun pohjalta	20
2.2.2 Hukka – Muda.....	22
2.2.3 Kaizen ja PDCA-sykli	24
2.2.4 Työn standardisointi	26
2.2.5 Virtaus ja tasapainottaminen (Heijunka)	27
2.2.6 imuohjaus.....	29
2.2.7 Laadunvarmistuksen työkalut	30
2.2.8 5S ja hukun poistaminen	31
2.3 TOC vs. LEAN	33
3 TUTKIMUS	37
3.1 Lähestymiskulma tutkimukseen, tutkimusmenetelmät ja sisällönanalyysi.....	37
3.2 Laskennallinen laatuaineisto.....	39
3.3 Teemahaastattelut	40
4 TOIMINNALLINEN VIITEKEHYS	42
4.1 Kaivosautonlavojen tuotantoprosessi.....	42
4.2 Suunnittelu.....	43
4.3 Esikäsittely	44
4.4 Kokoonpano ja hitsaus	45
5 TULOKSET	47
5.1 Laskennalliset tulokset.....	47
5.1.1 Laatupalautteiden virhemuodot ja määrät	47
5.1.2 Virhemuotojen juurivirheet ja niiden esiintyminen	49
5.2 Laadulliset tulokset	50
5.3 Sisällönanalyysi	52
5.4 Analyysin tulokset teoreettisen viitekehyksen valossa.....	53
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET	55

6.1 Tavoitetila TOC:n ja Leanin näkökulmasta.....	55
6.2 Five focusing steps ja DBR käytännössä – ohjauspiste, jaksoajat ja osakokonaisuudet.....	56
6.3 Standardointi ja materiaalin optimointi	57
6.4 5S käyttöönotto ja hukan poisto	58
6.5 Sisäisen laadunhallinnan kehittäminen.....	59
6.6 AMK-yhteistyö projektiluontoisissa kehityskohteissa.....	59
7 LOPPUSANAT	61
LÄHTEET	62

KUVIOT

KUVIO 1. Nykytodellisuuden puu.....	7
KUVIO 2. Esimerkki Haihtuvan pilven ongelmanratkaisun työkalusta.....	8
KUVIO 3. Tulevaisuuden todellisuuspuu esimerkki.....	9
KUVIO 4. Esimerkki Los Angelesin piirisyyttäjän negatiivisesta oksasta.....	10
KUVIO 5. Esimerkki edellytysten puusta	11
KUVIO 6. Esimerkki siirtymäpuusta.....	12
KUVIO 7. Drum-buffer-rope esimerkki.....	14
KUVIO 8. Toyotan tuotantojärjestelmä.....	19
KUVIO 9. Lean ajattelun 5 periaatetta.....	22
KUVIO 10. PDCA-sykli.....	25
KUVIO 11. Muda-Muri-Muri.....	29
KUVIO 12. Viiden S:n sykli.....	33
KUVIO 13. Aineistolähtöisen sisällön analyysin eteneminen.....	39
KUVIO 14. Lavatuotannon kevytprosessikaavio.....	42
KUVIO 15. Lavojen uustuotannon prosessikuvaus suunnittelun näkökulmasta.....	43
KUVIO 16. Virhemuotojen prosentuaalinen esiintyminen.....	49

KUVAT

KUVA 1. Komatsu HD785 lava odottamassa pintakäsittelyä helmikuussa 2023	1
---	---

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Lean-ajattelu vs. TOC.....	34
TAULUKKO 2. Vastaajien profiilit.....	41
TAULUKKO 3. Yhteenvedo laadullisen tutkimuksen tuloksista.....	51–52

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämä työ on tehty Ab A. Häggblom Oy:lle, tarkoituksena kartoittaa ongelmia ja etsiä korjaavia toimenpiteitä, sillä hetkellä esiintyneisiin ongelmiin. Prosessi ei varsinaisesti ollut rikki, mutta ongelmaton se ei aloitushetkellä ollut. Lavaliiketoiminta, jota opinnäytetyöni käsitteli, on verrattain nuorta yrityksen historiaan nähden. Yritys on tällä hetkellä suunnitellut ja valmistanut lavoja vain noin kymmenen vuoden ajan. Lavasuunnittelun pääsääntöisiä asiakkaita ovat kaivokset, mutta myös yhteisprojekteja Metso-Outotecin kanssa tehdään.

Lavat suunnitellaan ja valmistetaan asiakkaan toiveiden mukaisesti. Suunnittelun määrittelee kulloinkin käytettävä kalusto. Yleisimpiä esimerkkejä kalustosta ovat: Komatsu, Liebherr, Hitachi ja Caterpillar. Lavojen koot vaihtelevat pienistä 20 m³ tilavuuksista, jättimäisiin 180 m³:n lavoihin. Suunnittelussa pyritään optimoimaan materiaali- ja valmistusteknisillä valinnoilla hyötykuorma, ja saada tällä tavalla lisäarvoa asiakkaalle.



KUVA 1. Komatsu HD785 lavo odottamassa pintakäsittelyä helmikuussa 2023.

1.2 Tutkimusongelma

Opinnäytetyötä aloitettaessa joulukuussa 2021 lavaliiiketoiminta oli erittäin voimakkaassa kasvussa. Alkuperäinen työn tarkoitus oli tutkia ja selvittää, millä keinoilla tuotanto saataisiin pysymään läpimenoaikoineen ja laatuvaatimuksineen kasvun mukana. Tavoitteena oli löytää lisää laatua ja tehokkuutta prosesseihin nykyisillä resursseilla. Saavutettuja tuloksia oli tarkoituksena hyödyntää myös muissa mining-liiketoiminnan osissa.

Tutkimuksen alkupuolella huomasin seikan, koska tuotantoa on rakennettu tilanteen mukaan, useita asioita on jäänyt huomioimatta. Seikat, joita havaitsin tulisi pohtia tilauskannan kasvaessa. Laadussa oli ongelmia, lavoissa oli asiakasreklamaatioita, sekä sisäisiä poikkeamia. Tiedonvälityksessä oli ongelmia. Myös ylityötunteja kertyi projekteille. Toimituksista puuttui osia, ja osapuutteita yritettiin paikata parhaalla mahdollisella tavalla. Ongelmakenttä oli työtä aloittaessa erittäin laaja.

Läpi henkilökunnan oli olemassa erilaisia näkökulmia mistä asia johtuu. Eri osapuolet keskustelivat päivittäin ongelmista, mutta monesti keskustelu ei ollut johtanut konkreettisiin toimenpiteisiin. Ongelmiin puututtiin vasta silloin uudelleen, kun tilanne toistui. Suunnittelussa tiedettiin, että esisuunnitteluvaihe on ehkä se kaikista kriittisin. Tiedettiin, että valmistettavien lavojen lähtötiedot ovat puutteellisia. Valmistuksessa tiedettiin, että suunnittelusta tulevat dokumentit ovat puutteellisia tai tulkinnanvaraisia. Esivalmistuksesta kokoonpanoon tuli puutteellisia osakokonaisuuksia. Tiedettiin että jossakin oli ongelma, joka tulisi ratkaista. Tiedettiin että monessa paikassa on ongelmia.

Liiketoiminnan ympärillä oli paljon muuttujia, kysymysmerkkejä, jotka vaativat lähempää tutkiskelua. Tutkimuksen ydinongelmaksi muodostui lopulta kysymys, miten saadaan koko lavaliiiketoimintaprosessi tehokkaammaksi ja toimitusvarmemmaksi? Miten prosessi saadaan kokonaisvaltaisesti paremmaksi ja karsittua laatuongelmat minimiin

1.3 Työn toteutus

Lähdin tutkimaan prosessia siitä ajatuksesta, mikä rajoittaa sitä saavuttamasta tavoitettaan tällä hetkellä. Mitkä ovat ne rajoitteet, mitkä vaikuttavat laatuongelmiin, kapasiteettiin, toimintatapoihin, ja ohjeisiin. Tutkimus toteutettiin käyttämällä Mixed Methods menetelmää, ja aloitettiin tutkimalla laatuhaavainnoista koostuvaa laatuaineistoa, koska laatuongelmia ilmenee paljon. Laatuaineistosta haluttiin

selvittää poikkeamien luonne, esiintymistaajuus, suuntaisuus ja juurisyy. Aineiston läpikäynnin jälkeen, tein teemahaastatteluita kaikille henkilöstöryhmän edustajille, löytääkseni mahdolliset pullonkaulat ja virheiden syntysijat. Etsin haastatteluista myös tietoa, millä korjaavilla toimenpiteillä prosessia tulisi korjata. Tämän jälkeen analysoin tulokset, ja esitin esille tulleille seikoille parannusehdotuksia.

Keskeisenä teoriana taustalla toimi Eliyahu M. Goldrattin TOC-kapeikkoajattelu, jota peilasin tutkimuksissa ilmenneisiin löydöksiin. Kyseinen teoria sopii erinomaisesti valmistavan konepajateollisuuden toimintaympäristöön. Löytyneissä ongelmakohtissa käytin kehityksen työkaluna myös lean-ajattelua. Näitä työkaluja hyväksikäyttäen pyrin tarjoamaan yritykselle kehitysehdotuksia lavaliiiketoiminnan prosesseihin.

Yleisesti teoriapohjan lähdekirjallisuutena käytin Goldrattin kirjallisuutta, ja teoriasta kirjoitettuja englanninkielisiä artikkeleja. Myös kirjallisuus oli pääsääntöisesti englanninkielistä. Lean-filosofiasta olikin helpompi löytää materiaalia, koska suomennettua kirjallisuutta oli enemmän. Lean-kirjallisuudesta voisi nostaa esille Likertin, Convisin, Rotherin, Kourin ja Tuomisen suomenkieliset teokset. Tutkin myös jonkin verran englanninkielisiä Lean-artikkeleita. Tutkimuksen laadullisen aineiston teorian kirjallisena taustana kävin läpi Puusan ja Juutin, Sekä Tuomen ja Sarajärven teoksia.

1.4 TOC-Kapeikkoteoria- ja LEAN yleisesti

Yritykset Suomessa ja muualla maailmalla soveltavat erilaisia strategiatyön, tuotannon ja laadunhallinnan filosofioita. Niillä pyritään saavuttamaan parannuksia erilaisiin liiketoiminnan ongelmiin kuten parantamaan tuotannon tehokkuutta ja laatutasoa. Yleisesti tunnettuja filosofioita ovat JIT/JOT-tuotanto, Lean-tuotanto, Six Sigma, ja Total Quality Management. Tässä opinnäytetyössä tutkittiin TOC-kapeikkoteorian käyttöä tuotannon prosessien parantamiseen, sekä Lean-ajattelua laadun hallinnan työkaluna. Lopullisena ajatuksena oli näiden kahden eri näkökulman yhdistäminen kohdeyrityksessä.

Kapeikkoteoria ei ole uusi, vaan hyvin yleinen ilmiö ympäristöissä, joissa on erilaisia prosesseja, ja sitä on käytetty ainakin tiedostamatta hyvin useassa eri tapauksessa. Sitä käytetään yleisesti kasvavilla markkinoilla, kuten Yhdysvalloissa, Intiassa ja Aasiassa. Sitä ei kuitenkaan tunneta kovin hyvin Suomessa käsitteenä, ja se onkin jäänyt tunnettujen filosofioiden varjoon. Tosi asiassa useat isot yritykset

kuten Nokia, ABB ja Wärtsilä ovat hyödyntäneet TOC:ta. Myös Toyota on hyödyntänyt TOC-filosofiaa omassa Toyota way-metodissaan ainakin jossain määrin. Tulevaisuudessa voisi olettaa Kapeikkotietoisuuden lisääntyvän. (toc4finland, 2023)

Lean-filosofia on sen sijaan erittäin hyvin käytössä suomalaisessa yhteiskunnassa. Sitä käytetään aina julkisen sektorin terveydenhuollosta, yksityisen sektorin raskaaseen teollisuuteen. Soveltamisalue on valtava. Siitä on julkaistu kymmeniä kirjoja, ja tuhannet yritykset ovat soveltaneet sen oppeja, sekä menetelmiä käytännössä. Lean koulutuksia järjestetään vuosittain kymmeniä, tunnetuimpana Lean-vyöjärjestelmä, jossa erilaiset osaamistasot esitetään kamppailulajeista tutulla vyöasteikolla, valkoisesta mustaan.

TOC:n ja Leanin yhdistämistä on tehty maailmalla erittäin hyvin tuloksin. TOC:n yhteydessä käytetään myös TQM ja Six Sigma filosofioita. PH. D Reza M. Pirasten ja PH. D Kimberly S. Farah kertoivat artikkelissaan *Continuous Improvement Trio* (2006, 31–33) TOC:n, Leanin ja Six Sigman yhdistämisestä ja sen tuloksista. Artikkelissa kerrottiin kahdestakymmenestä yhdestä saman yhtiön tuotantolaitoksesta, joista 11 kpl sovelsi pelkkää Six Sigmaa, 4 kpl Leania ja 6 kpl näiden yhdistelmiä. Tuotantolaitoksia tutkittiin kaksi vuotta, ja kustannustehokkaimmaksi osoittautuivat laitokset, joissa yhdisteltiin filosofioita. Niissä saavutettiin jopa 89 % kustannushyödyt, Six Sigman osuuden ollessa 7 % ja puhtaan Leanin 4 %. Edellä esitettyjen tulosten valossa yhdistelmämenetelmän soveltuvuutta Ab A. Häggbloom Oy:n ongelmiin kannatti tutkia.

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS JA TEORIA

2.1 Theory of constraints – kapeikkojen teoria

Theory of constraints (TOC)- kapeikkojen teoria, on israelilaisen Eliyahu. M. Goldrattin 1984 kehittämä tuotannonohjauksen ajattelutapa ja filosofia. Se tutkii tuotannon virtauksia ja ennen kaikkea tuotannossa esiintyviä kapeikkoja, jotka hidastavat tai hankaloittavat virtausta. Goldrattin tunnetuin teos on vuonna 2014 suomeksi julkaistu Tavoite (Goal, 1984). Tuossa kirjassaan Goldratt esittelee teoriansa kaunokirjallisessa muodossa, kertoen tehtaanjohtaja Alex Rogon kamppailusta tehtaan huonon tuottavuuden kanssa. Kirjassa Alex löytää mentorin, fyysikko Jonahin, joka antaa avaimet tehtaan pelastamiselle TOC-kapeikkoteorian muodossa.

Goldratt julkaisi urallaan 12 kirjaa, joista vuoteen 2023 mennessä oli julkaistu suomeksi: Tavoite (Goal, 1984), Vain taivas on rajana, 2013 (Isn't it obvious) ja Valinta 2014 (The Choice). Muut englanninkieliset teokset ovat: The Race (1986), Theory of constraints (1990), The Haystack syndrome (1990), Late night discussion (1992), It's not luck (1994), Production the TOC way (1996), Critical chain (1997), Essays on the theory of Constraints (1998), Necessary but not sufficient (2000), The Choice (2008), Isn't it obvious (2009). Eliyahu M. Goldratt menehtyi vuonna 2011.

TOC perustuu ajatukseen, että jokaisessa järjestelmässä on vähintään yksi kapeikko, joka hidastaa prosessiketjun virtausta. Tästä voidaan johtaa ajatus, jossa prosessin sisällä tapahtumat ovat toisistaan riippuvaisia, jos yhdessä prosessin osassa virtaus on estynyt tai hidastunut, se hidastaa koko ketjun suorituskykyä. Kapeikossa hukattua aikaa ei teorian pohjalta voi saada takaisin, vaan se on menetetty kokonaan, ja se vaikuttaa lopulliseen tulokseen. Prosessin heikoin kohta, eli kapeikko tai ”pullonkaula” määrittää koko järjestelmän toimivuuden ja lopullisen läpimenon. (Goldratt&Cox, 1984; Dettmer 2000 6.)

TOC:n ajattelutavassa näitä pullonkauloja ei välttämättä pyritä poistamaan, vaan siitä pyritään luomaan prosessin ohjauspiste. Tällä ohjauspisteellä pyritään ohjaamaan virtausta siten, että se kulkisi ns. ”samaa tahtia” koko prosessin läpi. Siinä joko lisätään kapeikon kapasiteettiä, ohjataan kapeikkoa edeltävää vaihetta tarkemmin tai ohjataan kapeikkoa muiden työvaiheiden tarpeiden mukaan. Nämä voivat tarkoittaa esimerkiksi alihankinnan käyttöä kapasiteetin lisäykseen ja muiden työvaiheiden ”alistamista” kapeikon läpimenoa silmällä pitäen. (Dettmer 2000, 6.)

TOC:n toimivuutta on tutkittu maailmalla, ja sen on havaittu olevan tehokas ja parantavan organisaatioiden suorituskykyä. Muun muassa Inman, Sale ja Green ovat tehneet tutkimuksen: *Analysis Among TOC use, TOC outcomes, and organizational performance* (2009), jossa tutkitaan TOC:n käyttöä ja tuloksia. Tutkimus tehtiin kyselytutkimuksena, johon kuului 2154 yritystä Yhdysvalloista, jossa tiedusteltiin TOC:n käyttämistä. Joista 224 yritystä ilmoitti käyttävänsä TOC:ta, ja näistä jäljelle jääneistä yrityksistä 110 kpl vastasi kyselyyn. Tutkimuksessa huomattiin, että TOC:n työkalujen hyödyntäminen todella paransi yrityksen suorituskykyä. Suoraa vaikutusta yrityksen markkinoinnin/myynnin, sekä parantuneen suorituskyvyn välillä ei havaittu. Tutkimuksen perusteella eniten paranivat tuotteiden läpivirtaus, kyky reagoida tuotannon muutoksiin, sekä keskeneräisten tuotteiden väheneminen. Eniten käytettyjä työkaluja, tutkimuksen perusteella olivat *Five focusing steps – jatkuvan kehittämisen malli* (Luku 2.1.2), sekä *ECE-diagrams – kuusiosainen loogisen ajattelun prosessi* (luku 2.1.1). Myös tuotantokustannusten lasku suhteessa parantuneeseen läpimenoon painottui positiivisesti tutkimuksessa.

2.1.1 TOC:n ajatteluprosessit

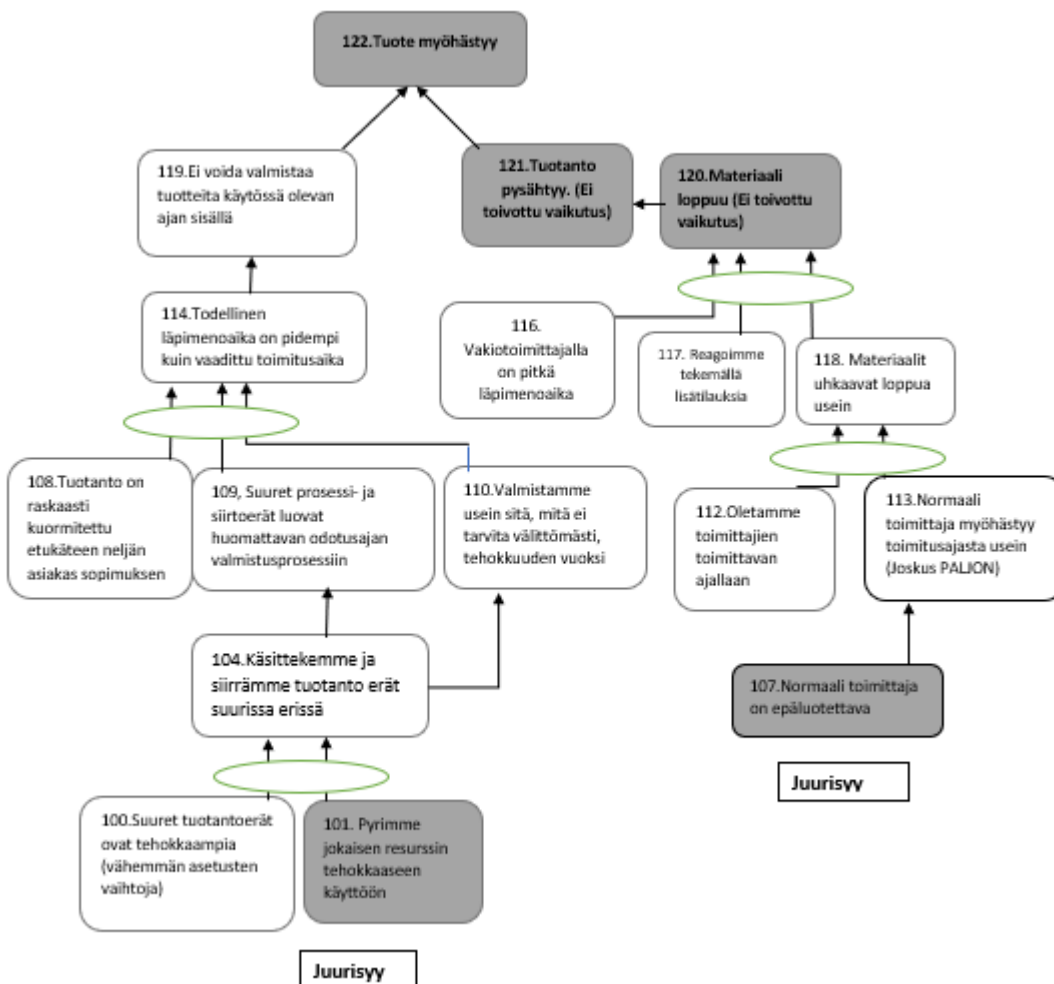
TOC:ssa käytetään työkaluina erilaisia ajatteluprosesseja. Ensimmäinen on perinteinen kolmiosainen TOC:n ajatteluprosessi (Thinking process), joka esiteltiin Goldrattin kirjassa *The haystack syndrome* (1990). Prosessin keskeiset kolme kysymystä löytyvät myös kirjasta *Theory of constraints* (1990), ja ne kantavat kapeikkojen teorian ajattelua seuraavasti:

1. **Mitä muuttaa?** Goldratt mainitsee kirjassaan *theory of constraints*, että tämä on TOC:n ydinongelma ja ”keihäänkärki” tarkasteltaessa prosesseja (Goldratt 1990, 20).
2. **Mihin suuntaan pitäisi muuttua?** Samassa lähteessä kerrotaan, että muutosten tulee olla yksinkertaisia ja käytännönläheisiä prosesseja (Goldratt 1990, 20).
3. **Miten saada muutos aikaan?** Goldratt kehottaa kouluttamaan oikeanlaisia ihmisiä, muutoksen aikaansaamiseksi prosesseissa. (Goldratt 1990, 20).

Goldratt kehitti myös kuusiosaisen loogisen ajattelun prosessin (ECE-diagrams) tukemaan aiempaa kolmen kohdan järjestelmää. Se perustuu ajatukseen, että on olemassa useita erilaisia kapeikkoja ja niiden taustalla vaikuttavia menettelytapoja. Useimmat niistä ovat piilossa, ja tietoa ei ole mitään muutoksia niille tulisi tehdä, että ne saisi toimimaan. Monet kapeikoista eivät ole välttämättä edes fyysisiä, eikä

niitä kyetä mittaamaan. Toisinaan kapeikot voivat olla oman prosessin ulkopuolella, kuten esimerkiksi alihankintaketjujen ongelmat omien kapeikkojensa kanssa. Myös monimutkaiset menettelytavat ja byrokraattiset rakenteet yrityksen sisällä ja ulkopuolella voivat vaikuttaa hidastavasti koko organisaation virtaukseen. (Dettmer 2000, 15)

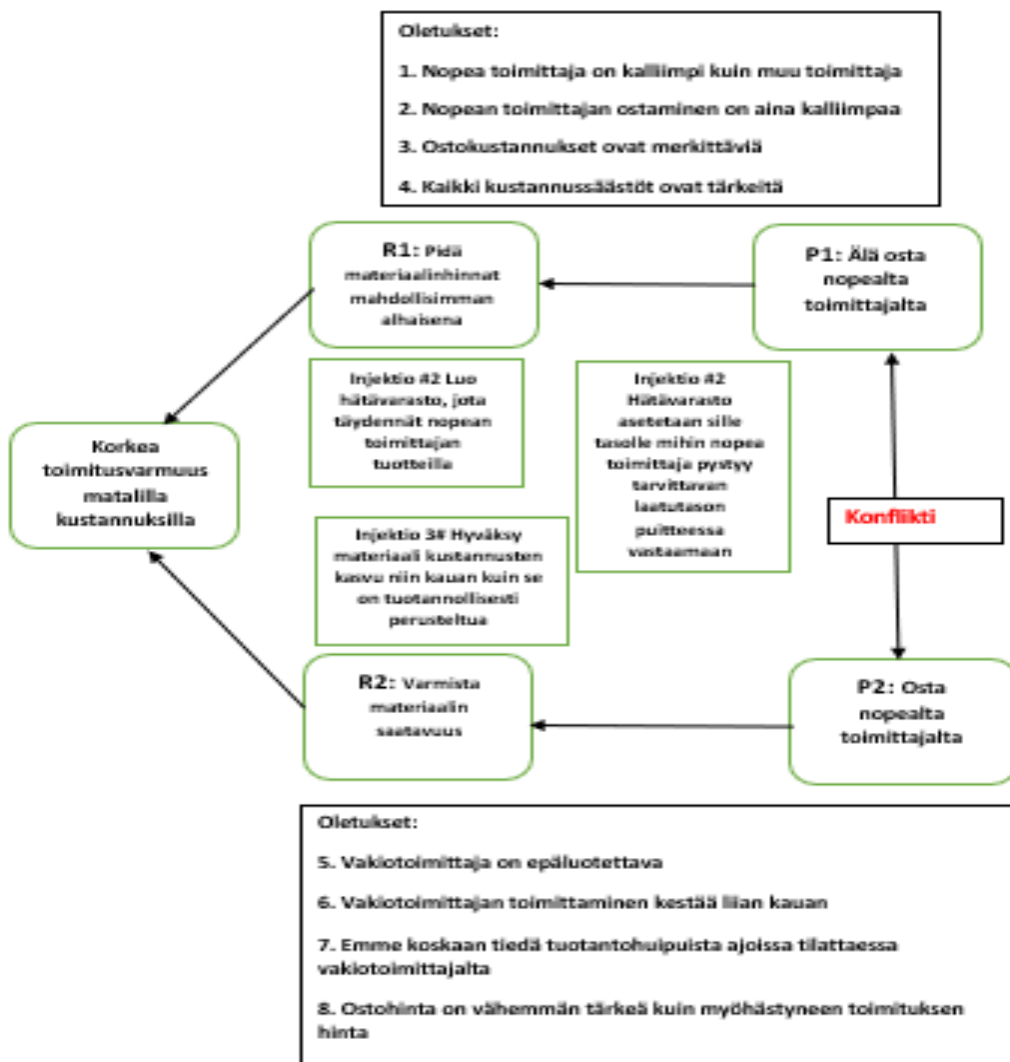
H. William Dettmer kuvaa kuusiosaista loogisen ajattelun prosessia artikkelissaan *Constraint Management* (2000, 16–23). Kuusiosainen järjestelmä on tarkoitettu ongelmien paljastamiseen ja niiden ratkaisemiseen. Sen on tarkoitus ennen kaikkea paljastaa toimintamalleista aiheutuvia kapeikkoja, ja määrittellä niiden toimintaa parantaakseen organisaation toimintaa. Se tarjoaa myös malleja ratkaisun tarkastamiseen ja uusien käytänteiden implementointiin. Kuusi ajattelun prosessin osaa työkaluineen ovat:



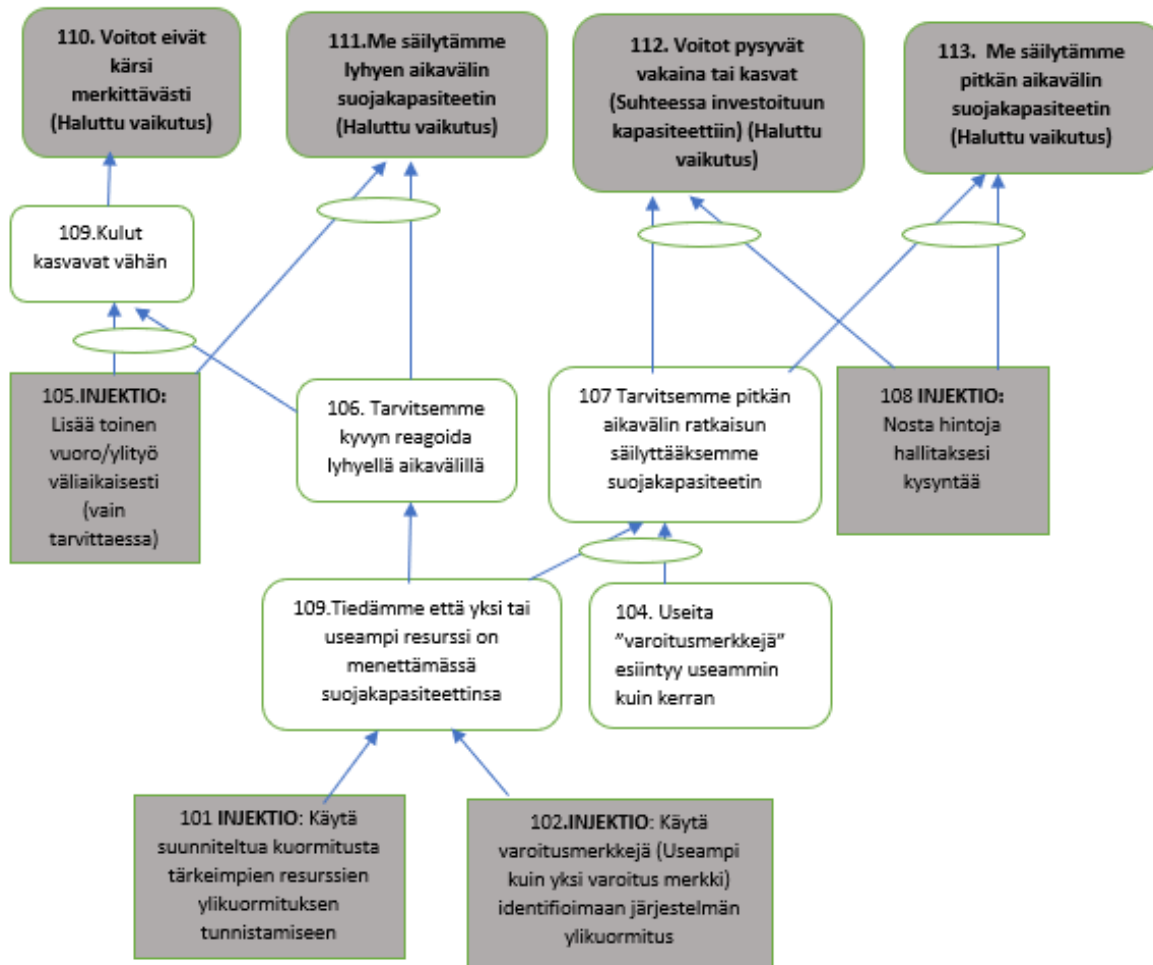
KUVIO 1. *Nykytodellisuuden puu*. Vapaasti mukailen. (Dettmer, 17)

1. *Nykytodellisuuden puu (The Current Reality Tree, CRT)* Ensimmäinen osa on tarkoitettu paikantamaan prosessin kapeikko. Kuvio 1 yllä

2. *“Haihtuva” pilvi (The Evaporating Tree, EC)* Konfliktin ratkaisun työkalu. Helpottaa luomaan läpimurtoja piilotettuihin ristiriitaisuuksiin, jotka rajoittavat kapeikkoa. Kuvio 2 alla

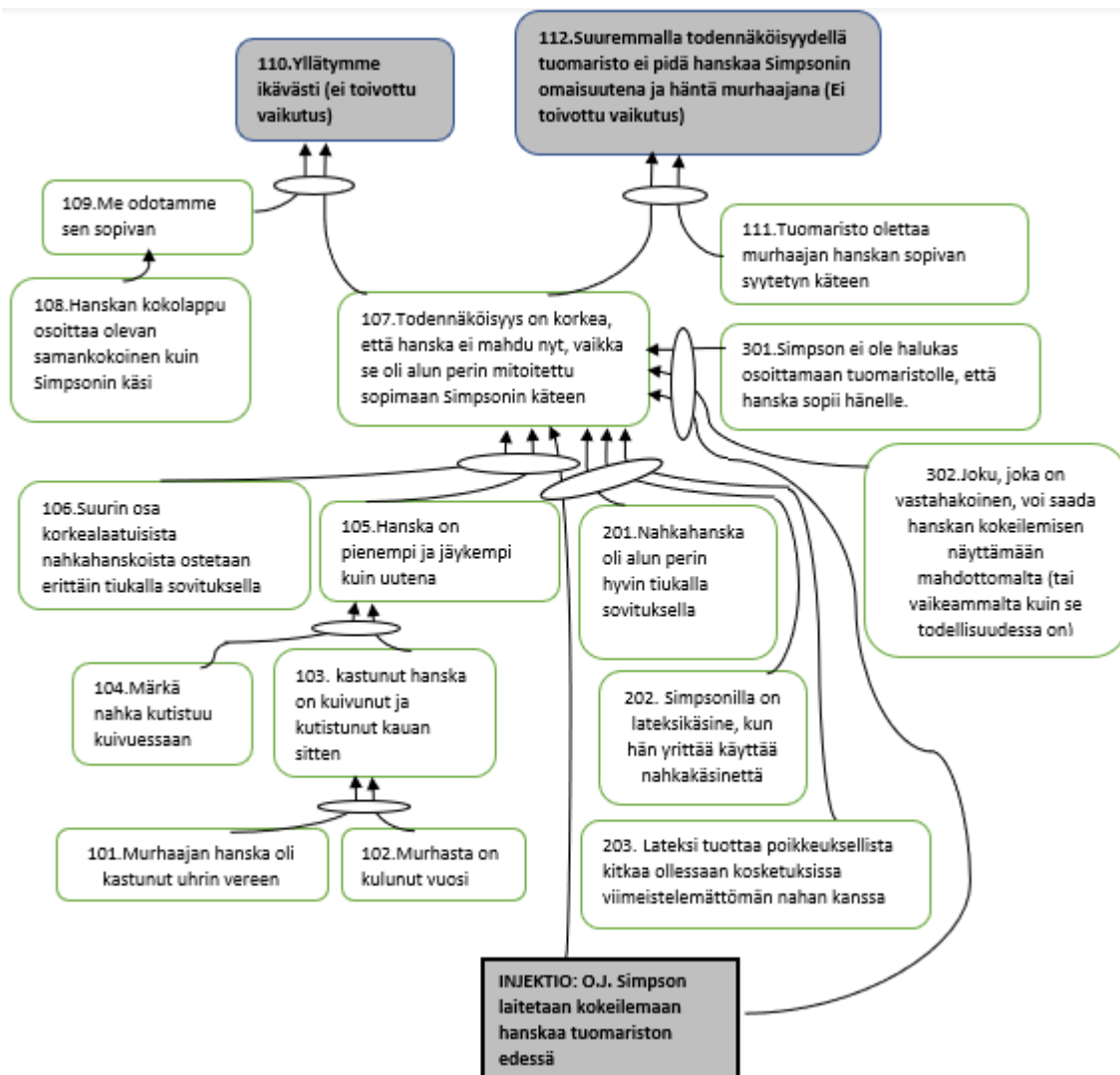


KUVIO 2. Esimerkki *Haihtuvan pilven* ongelmanratkaisun työkalusta. Vapaasti mukailen (Dettmer 18)



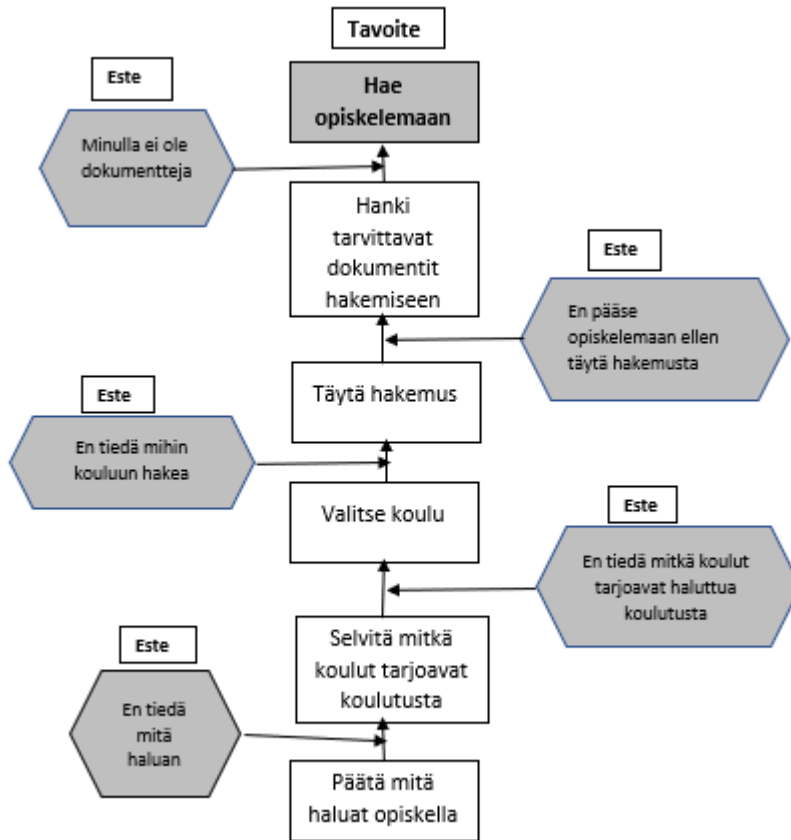
KUVIO 3. *Tulevaisuuden todellisuuspuu* esimerkki. Vapaasti mukailen (Dettmer 19)

3. ***Tulevaisuuden todellisuus puu (The Future Reality Tree)*** Tämä osa testaa ja vahvistaa mahdollisia ratkaisuita. Vahvistaa myös päätöksen ehdotetun ja halutun ratkaisun suhteen. Kuvio 3 yllä.
4. ***Negatiivinen oksa (The Negative Branch)*** Edelliseen osaan liittyvä ”aliosa”. Tarkoitus auttaa tunnistamaan uusia haitallisia vaikutuksia, jotka saattavat aiheutua ratkaisun käyttöönotosta. Kuvio 4 alla esittää esimerkin negatiivisesta oksasta, ja kuinka sitä voi käyttää ei-toivottujen vaikutusten ehkäisyyn. Huomattavaa on, että työkalua on mahdollista hyödyntää myös toisaalla kuin kaupallisessa liiketoiminnassa.



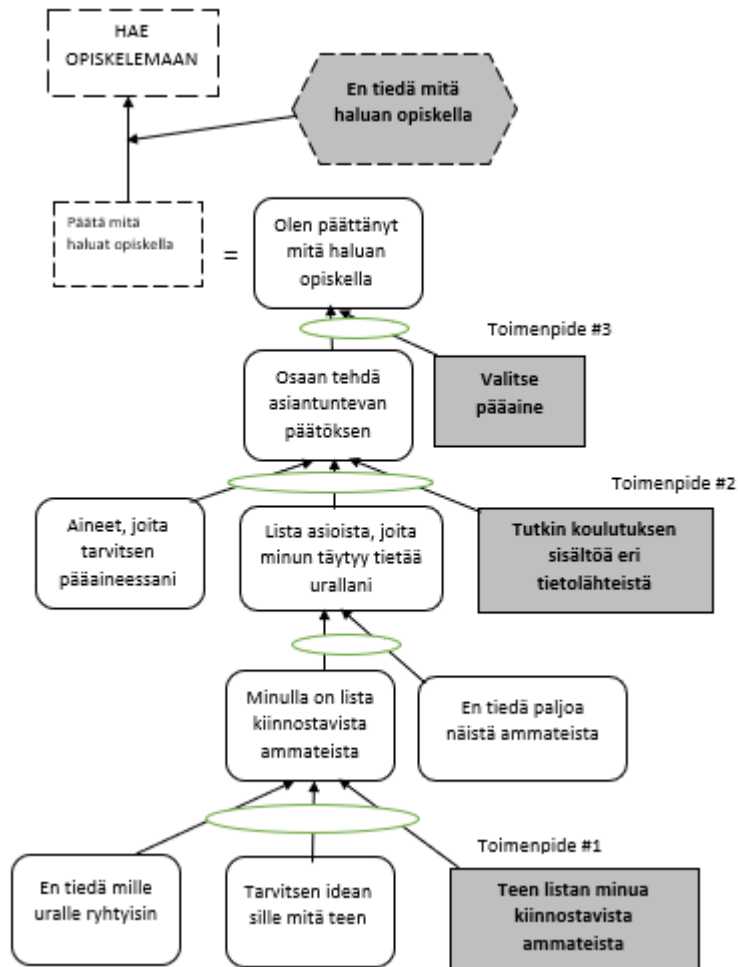
KUVIO 4. Esimerkki Los Angelesin piirisyyttäjän negatiivisesta oksasta (Jos se ei sovi, sinun täytyy vapauttaa...). Vapaasti mukailten. (Dettmer, 20)

5. *Edellytysten puu (The Prerequisite Tree, PRT)* Auttaa käsittelemään ratkaisujen implementoinnissa syntyneitä esteitä. Esittää myös ajanjaksot, jotka ovat tarpeellisia tavoitteen saavuttamiseen. Kts kuvio 5 alla.



KUVIO 5. Esimerkki edellytysten puusta, Vapaasti mukailen (Dettmer, 21)

6. *Siirtymäpuu (The Transition Tree TT)*. Viimeinen osa on tehty helpottamaan vaiheittaisen toteutussuunnitelman kehittämistä. Auttaa myös perustelemaan ehdotetut ratkaisut niille, jotka ovat vastuussa implementoinnissa. Erittäin tärkeää silloin, kun implementoinnista vastaa henkilö, joka ei ole ollut tekemässä päätöksiä. Kuvio 6 alla.



KUVIO 6. Esimerkki siirtymäpuusta. Vapaasti mukailen (Dettmer, 22)

2.1.2 Five focusing steps – jatkuvan kehittämisen malli

Kirjassaan *Theory of constraints* (1990) Goldratt esittelee TOC:n parantamisen työkalut viitenä periaatteena. Ne ovat yksi käytetyimmistä kapeikkoajattelun työkaluista. Se kertoo järjestelmällisesti toimenpiteet, jotka tulee tehdä prosessin parantamiseksi TOC:n periaatteiden mukaisesti. Five focusing steps pitää sisällään seuraavat viisi kohtaa:

1. **Tunnista järjestelmän kapeikot (*Identify the system's constraints*)**. Goldratt kehottaa priorisoimaan järjestelmän kapeikot tavoitteen saavuttamiseksi. Priorisoinnissa tulisi ottaa huomioon kapeikon vaikutus järjestelmään (Goldratt 5.)

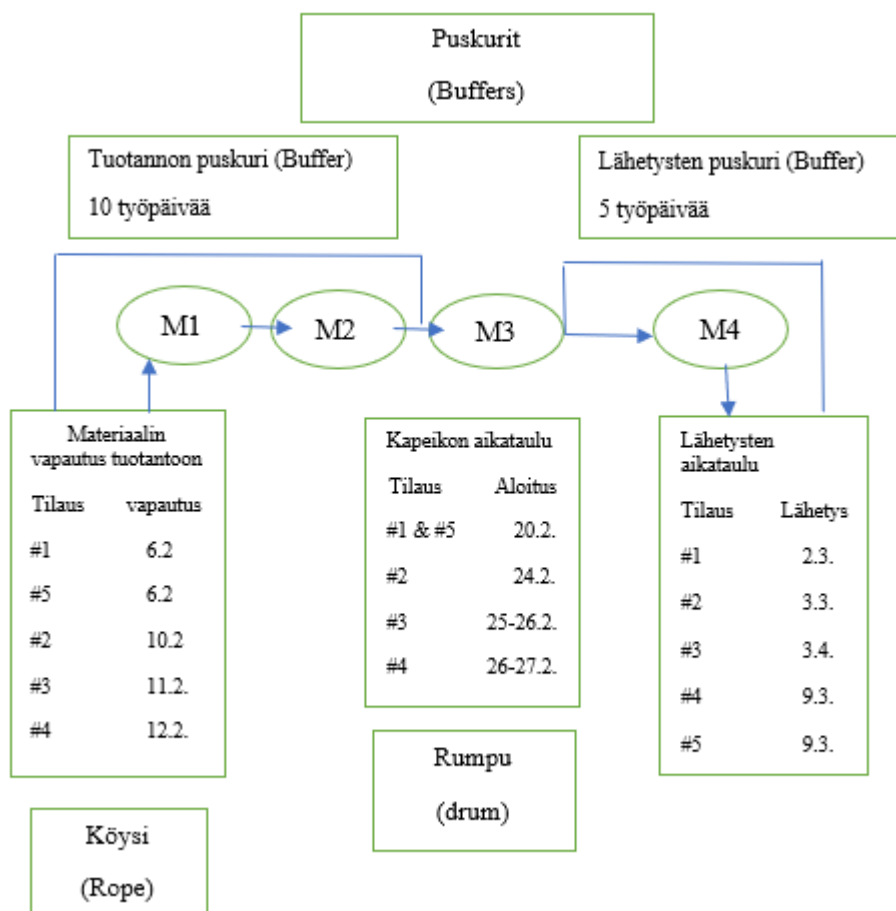
2. ***Päätä miten hyödynnät järjestelmän kapeikkoa (Decide how to exploit system's constraints)*** Seuraavaksi täytyy selvittää, miten voidaan käyttää kapeikkoa hyväksi. Miten toiminta voidaan maksimoida? Voidaanko kapeikosta siirtää ”toisijaista” työtä muille vaiheille? Voidaanko käyttää alihankintaa? (Goldratt 5.)
3. ***Alista kaikki muut vaiheet päätökselle (Subordinate everything else to the above decision)*** Tässä kohdassa pyritään synkronoimaan muu tuotanto kapeikon tarpeiden mukaan. Synkronointi tehdään kohdan 2 päätöksen jälkeen, ja sitä noudatetaan. (Goldratt 6.)
4. ***Kasvata järjestelmän kapeikkoa (Elevate system's constraints)***. Kapeikon kapasiteettia kasvatetaan niin, että kapeikko mahdollisesti siirtyy toiselle vaiheelle. Hyvin synkronisoina kapasiteetin nostolla ei synny ongelmaa järjestelmään. (Goldratt 6.)
5. ***Palaa takaisin kohtaan numero 1*** (If in the previous steps constraints has been broken, go back to step no.1). Jos vaiheet 2–3 eivät ole onnistuneet muuttamaan kapeikon virtausta paremmaksi, niin todennäköisesti vaihe 4 sen tekee. Yksinkertaisesti kohdassa 5 palataan takaisin tutkimaan mahdollisesti uutta syntynyttä kapeikkoa tai huomataan vanhan edelleen olemassaolo. (Goldratt 6.)

FFP on TOC:n versio jatkuvan kehittämisen syklistä, jota käyttämällä voidaan mahdollistaa prosessin parantaminen. Järjestelmän toimivuus edellyttää tietysti jatkuvaa seuranta ja koordinoitua. FFP:n käyttö on tutkitusti yksi TOC:n tehokkaimpia työkaluja, ja sillä on havaittu olevan yhteys parantuneeseen suorituskykyyn (Luku 2.1).

2.1.3 Drum - buffer – rope

Drum – Buffer – Rope (DBR) on tuotannosuunnittelun metodi, joka esitellään metaforisesti kirjassa *Tavoite*. Siinä tuotantoketjua kuvataan partiopoikien jonona, jossa hitaimman pojan taakse syntyy ruuhka, ja jonon kärki karkaa menojaan. Ilmiö saa kirjan päähenkilön pohtimaan syitä tälle, ja lopulta hän keksii käyttää poikajonon hitainta poikaa tahdittamaan marssijonon vauhtia. Kirjassa päähenkilö saa ajatuksen hyödyntää syntynyttä ideaa tehtaallaan, ja viekin sen menestyksekkäästi käytäntöön. (Goldratt ym, 94–120.)

Perinteistä DBR-mallia voidaan käyttää säätämään tuotannon virtausta (Work – In – Process, WIP), läpi koko tuotantoketjun, tai sitten sitä voidaan käyttää yhden eristetyn vaiheen säätelyyn, että saavutettaisiin optimaalinen virtaus. Tämän saavuttamiseksi optimaalinen työtilausten tuotantovirtaus synkronoidaan nykyisen tuotantoprosessin heikoimmassa osassa, jota kutsutaan kapasiteettirajoitteiseksi resurssiksi (Capacity Constrained Resource CCR). CCR:n läpimenoa verrataan järjestelmässä rumpun (Drum) rytmiin ja sen on tarkoitus määrittää koko muun tuotantoketjun tahti. Köydellä (rope) tarkoitetaan viestintäjärjestelmää, jonka kautta varmistetaan, ettei materiaalia vapauteta tuotantoon liikaa ja kapeikkoa kuormiteta liikaa. Ettei kapeikolta loppuisi tehokas tuotanto ja työkuorma, täytyy luoda ”puskuri” (Buffer). Tällä tavalla varmistetaan se, että edellinen työvaihe saapuu hyvissä ajoin kapeikolle, ennen tämän tuotannon aloitusta. (Schrageheim, E. & Dettmer, H. W. 2000.)



Kuvio 7 Drum – Buffer – Rope esimerkki. Vapaasti mukailen. (Schrageheim, E. ym, 2000)

"Rumpu" on käytännössä aikataulu kapasiteetiltaan rajoitetuimmalle resurssille (Capacity constrained Resource, CCR), kuten esimerkiksi työkeskukselle. CCR on tärkeä prosessille, koska se määrittää koko järjestelmän suurimman mahdollisen tehon. Se edustaa koko järjestelmän tulosta, koska järjestelmä ei voi tuottaa enempää kuin sen hitain resurssi. "Puskuri" ja "köysi" yhdessä varmistavat sen,

että CCR ei ole ylikuormitettu (ruuhkautunut), eikä alikuormitettu (jolloin työvaihe on pysähtynyt). DBR-prosessin kuorman hallinnassa puskurit koostuvat ajasta, eivät tuotteista. (Dettmer, 22–23.)

Alikuormitus voi johtua prosessin alkupään vaihteluista, mikä saattaa viivyttää WIP:tä ja saada tuotteen jäämään jälkeen aikataulusta. Puskuriaika (Buffer) on asetettu suojaamaan kapeikkoa alikuormaa vastaan. Tämä ajanjakso on ajoitettu ajalle, ennen tietyn työn aloittamista kapeikossa (kuvio7). On huomattava, että vain kriittiset kohdat prosesseissa tulee suojata puskureilla. Koska suoja vaihtelua vastaan keskittyy vain kriittisimpiin paikkoihin, eikä muualla puskuria tarvita, todellista läpimenoaikaa voidaan lyhentää huomattavasti. (Dettmer, 23.)

”Köysi” on sisäisen viestinnän käsite ja kapeikkojen hallinnan suoja ylikuormitusta vastaan. Periaatteiltaan se on materiaalin vapautusaikataulu, joka estää työn lisäämisen kapeikkoon nopeampaa kuin se pystyy sitä käsittelemään. Köyden konsepti on suunniteltu estämään järjestelmän ruuhkautuminen, myös niissä kohdissa, joissa ei ole puskuria suojana. Tämä on tärkeää, koska keskeneräisten töiden jonnnot ovat yksi tärkeimmistä syistä pitkiin toimitusaikoihin. (Dettmer, 23.)

2.1.4 Critical Chain - Kriittinen ketju

Critical Chain on Goldrattin 1997 julkaisema kirja. Se pitää sisällään kriittisen ketjun konseptin, joka muodostaa samojen periaatteiden soveltamisen kertaluontoisiin projekteihin, joita DBR soveltaa toistuvaan tuotantoon. Critical Chain(CC)-konsepti tarjoaa työkaluja projektin aikataulutukseen, ottaen huomioon samojen resurssien yhtäaikaisen kuormituksen. Sen työkaluja käyttämällä on tarkoitus saada projektit valmiiksi ajallaan ja mahdollisesti lyhentää hankkeen kokonaiskestoa. (Dettmer, 26.)

William H: Dettmer kertoo artikkelissaan *Constraint Management* (2000, 26–27), että projektien johtamisessa ja toistuvassa tuotannossa on eroja, ja ne vaativat erilaisia työkaluja toisiinsa nähden. Kuitenkin CC:n sisältä löytyvät samat periaatteet kuin DBR:ssä. Mikä erottaa CC:n muista perinteisistä projektinhallintamenetelmistä on se, että kriittinen ketju tunnistaa ja ottaa huomioon ihmisten käyttäytymisen ilmiöitä, sekä johdon virheellisiä oletuksia. Johdon virheellisestä oletuksesta on esimerkki; ”Ainoa tapa pitää huolta projektin aikataulusta, on varmistaa, että kaikki toiminta päättyy määrättyä aikana (*The only way to ensure on time completion of a project is to ensure that EVERY activity will finish on time*)”. Tämänkaltaisella ajatuksella työntekijät kuluttavat kaiken projektin aikataulusta, vaikka mahdollisuudet projektin päättämiseen olisivat jo aikaisemmin. Käytännössä edellä mainitulla

tarkoitetaan sitä, projektia ei lopeteta ennen kuin on tarpeellista. Ensimmäisenä mainittu eroavaisuus oli neljä käyttäytymisen ilmiötä, jotka CC-teoria käy läpi. Se olettaa niiden olevan syynä projektiaika-
taulussa annetun ajan epäonnistumiseen:

1. Teknisten ammattilaisten taipumus "pehmentää" aika-arvioitaan yksittäisiä tehtäviä suojautuakseen loppua kohti tulevalta kiireeltä.
2. Niin sanottu "opiskelijasyndrooma" – Työ aloitetaan viime tingassa niin, että se juuri ja juuri saadaan tehdyksi ennen deadlinea.
3. Parkinsonin laki - varmistetaan, että työ käyttää kaiken arvioidusta ajasta, riippumatta siitä, kuinka nopeasti siihen liittyvät tehtävät voidaan suorittaa.
4. "Multitaskaus" – Johdon taipumus määrätä ihmisiä useampaan deadlinetehtävään samanaikaisesti. "Multitaskauksella" voidaan luoda huono vaikutus. Projektihenkilöstö vaihtaa edestakaisin useiden tehtävien välillä, mikä aiheuttaa muiden tehtävien edistymistä "nykimällä". Tuloksena on, että muut resurssit, jotka riippuvat näiden tehtävien valmistumisesta viivästyvät, ja samalla viivästyvät niistä riippuvat projektit.

CC-teoria olettaa eri projektinvaiheilla olevan ns. "suoja-aikaa". Tällä tarkoitetaan tunteja, jotka ovat käytännössä "tyhjää aikaa" projektin alusta, projektin loppuun. Perinteisessä projektin toteutuksessa, tietyn toiminnan suoja-aikaa ei käytetä hyväksi, vaan se on menetetty lopullisesti, aivan kuten ka-
peikossa menetetty aika. Kun aikaa käytetään "turhaan", se aiheuttaa ajan loppumista ja ylikuormittumista projektin loppua kohden. Tästä ajatuskuvioista päästään CC-järjestelmän käytännön soveltami-
seen. Yksinkertaisimmillaan se tarkoittaa "Suoja-ajan" siirtämistä pois vähemmän kriittisiltä työvai-
heilta, sinne missä sillä voi vaikuttaa tehostavasti kriittisen ketjun toimintaan. "Suoja-aikaa" voidaan siirtää projektiverkoston keskeisten kohtien lisäksi, aikaan ennen projektin luovutusta. (Dettmer, 27)

Dettmer myös listaa artikkelissaan keskeisiä projektinjohdon avainelementtejä. Ne pitävät sisällään CC-teorian keskeisimmät käsitteet, sekä yhtäläisyydet ja eroavuudet perinteisen TOC:n teorian kanssa.

- **Kriittinen ketju.** Joukko tehtäviä, joka määrittää projektin ajallisen keston ottaen huomioon priorisoinnin, että riippuvuuden resursseista. Kun tämän sekvenssin kesto säädetään tekemällä ketjusta optimaalisempi tasoittamalla resurssitarvetta, kriittisen ketjun määrittely poistuu. Optimoinnin tulokseksi saadaan eripituinen

jaksoaika, joka perustuu resurssien käyttöön. Kriittinen ketju muodostaa ka-
peikon, joka määrittää päivämäärän, milloin projekti päättyy. Sen vuoksi ketjun
edistymistä täytyy seurata tarkoin (Dettmer, 27.).

- **Projektipuskuri.** Projektin kriittisen ketjun lopussa sijaitseva ja/tai ennen vaadit-
tua luovutusta sijaitseva aikapuskuri. Se on suunniteltu
suojaamaan äärimmäiseltä vaihtelulta ja epävarmuudelta, jotka voivat vaikuttaa
kriittisen ketjun toimintaan (Dettmer, 27.).
- **Syöttöpuskurit.** Jokainen toiminto, josta kriittinen ketju on riippuvainen, pusku-
roidaan kohtuullisella suoja-ajalla. Syöttöpuskurit suojaavat kriittistä ketjua ulko-
puolisista tapahtumista aiheutuvilta viiveiltä. Ne suojaavat kriittistä ketjua tekni-
siltä epävarmuustekijöiltä, mutta ne eivät kuitenkaan suojaa ”multitaskingia” vas-
taan. Multitaskingissa käytetään henkilöresurssia hyväksi syöttöpuskureiden kus-
tannuksella. Tämä on seurausta johdon- ja esimiesten tavasta antaa henkilöille
tehtäviä eri projekteihin ja organisaatioiden taipumus antaa teknisille henkilöille
tehtäviä eri projekteihin tai velvoitteisiin liittyen. Tämä vaarantaa kriittisten ketju-
jen ja projektien onnistumisen (Dettmer, 28.).
- **Puskurihallinta** on projektin hallintakeino, joka missä vaiheessa tahansa,
antaa projektipäälliköille mahdollisuuden määrittää, kuinka paljon erilaisia
puskureita on käytetty ja ryhtyä toimiin heti, kun on vaarana, että se ylittää aika-
taulunsa. Tehtävien viivästykset aiheutvat siitä, kun joku puuttuu puskuireihin,
mutta puskurienhallinnanjärjestelmä varoittaa tästä. Aikataulun ylitykset voidaan
usein estää huomattavasti aikaisemmin, ja vähemmällä korjaavilla toimenpiteillä.
Puskurien valvonta, erityisesti kokonaisprojektipuskurin valvonta, johtavat suu-
rempaan todennäköisyyteen, että projekti valmistuu oikeaan aikaan (Dettmer,
28.).
- **Rumpu** on konseptina samankaltainen kuin DBR:ssä, painotus koskee CC-järjes-
telmän kontekstissa moniprojektitilanteita. Rumpukonsepti tarkoittaa, että vali-
taan yksi eniten kuormitetuista resursseista "rummuksi" ja tällä tavalla voidaan
ohjata useita projekteja mukaan kyseisen resurssin saatavuuden mukaan (Dett-
mer, 29).

2.2 Lean

Lean on johtamisen filosofia, joka on peräisin Japanista. Se on alun perin lähtöisin autoteollisuudesta, ja kehitetty Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta. Järkeistämällä toimintoja saadaan aikaan tarkoituksenmukaisuutta toimintaan, sekä täsmällisyyttä ja parempi lopputulos. Järjestelmä painottaa arvon luomista asiakkaalle, ja voimavarojen keskittämistä niihin toimintoihin, jotka sitä tuottavat. Lean pitää sisällään useita erilaisia toimintamalleja, sekä työkaluja, joita sovelletaan päivittäisessä työssä ja sen kehittämisessä. (Kouri 2009, 6–7)

Modig & Ahlström kertovat kirjassaan: *Tätä on lean* (2013, 70–76), Lean-filosofian historiasta ja sen ymmärtämisen tärkeydestä historiallisessa viitekehyksessä. Japanissa oli toisen maailmansodan jälkeen resurssipula, maa oli pieni ja teknologisesti jäljessä Yhdysvaltoja. Raaka-aineista oli pulaa, ja taloudellisia resursseja ei juurikaan ollut. Toyotan syntyminen autoteollisuuden yrityksenä voidaan katsoa syntyneen juuri ennen toista maailman sota 1937. Toyota oli aikaisemminkin kehittänyt tehokkuuteen liittyviä teorioita, mutta resurssien niukkuus pakotti Toyotan kehittämään tehokkuutta. Se reagoi keskittymällä virtaustehokkuuteen.

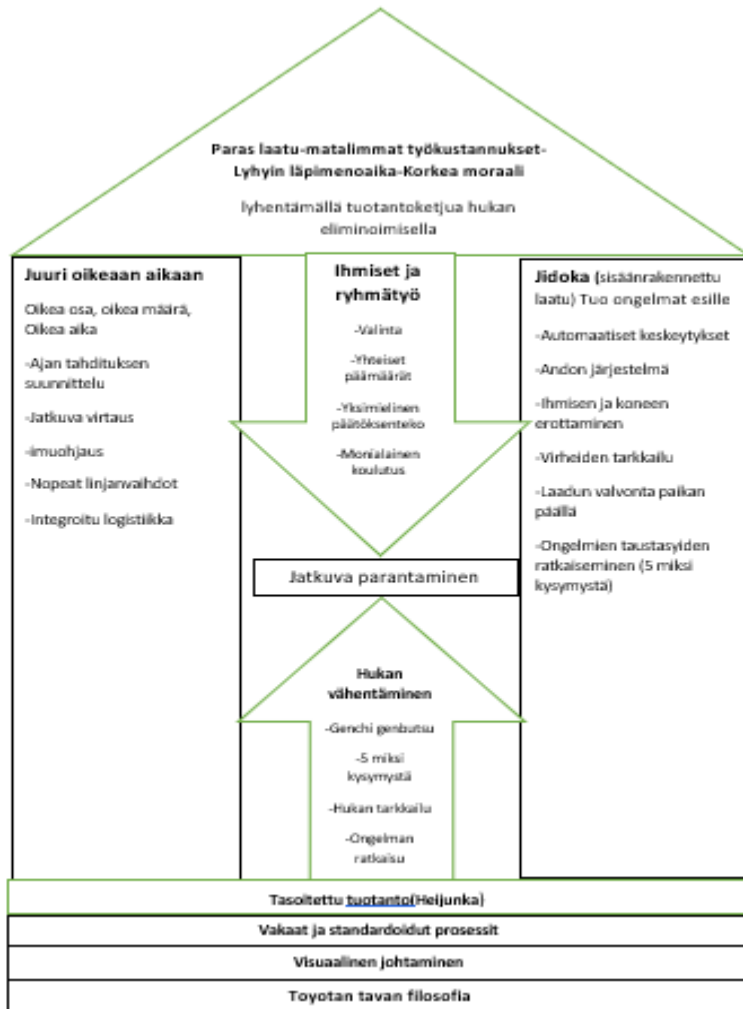
Toyota ymmärsi resurssipulan myötä asiakkaiden tarpeiden merkityksen. Se alkoi valmistamaan tuotteita joita asiakas halusi ja otti käyttöönsä myös tilauslähtöisen tuotannon, jossa tuotanto alkaa, kun tilaus on tehty. Toyota ymmärsi, että sen piti oppia tuntemaan asiakkaan tarpeet, ja niitä haluttiin korjata kolmen kysymyksen perusteella:

1. Mitä asiakas haluaa tuotteelta?
2. Milloin asiakas haluaa tuotteen?
3. Paljonko asiakas haluaa tuotetta?

Näillä kysymyksillä haluttiin varmistaa asiakkaan tarpeet vuorovaikutuksessa asiakkaan kanssa ja valmistamaan toivotunlainen tuote. Tällä tavalla kyettiin myös kehittämään ja koordinoimaan tuotantoa, kun asiakkaan tarpeet olivat tiedossa, tuotanto voitiin rakentaa sen ympärille. (Modig ym. 70–73)

Todellinen Toyotan systeemin isä oli Taiichi Ohno, joka toimi toisen maailmansodan jälkeen Toyotan päätuotanto insinöörinä. Ajan kuluessa ja järjestelmän kehittyessä, sitä alettiin kutsua kirjain lyhenteellä TPS, joka tulee sanoista Toyota Production System. Järjestelmää kutsutaan toisinaan myös ni-

mellä Just-In-Time (JIT). Varsinaisesti Lean käsitteenä kehitettiin 1988 John Krafcikin toimesta artikkelissa *Lean-järjestelmän riemuvoitto* (Triumph of the lean production system, 1988. Artikkelissa hän vertaili yhdysvaltalaisista autoteollisuutta ja Japanilaista TPS:ää. TPS:n rakennetta voidaan kuvata alla olevalla talomallilla (Kuvio 8). (Vuorinen 2021, 71; Modig ym, 76; Liker 2010, 33.)



KUVIO 8. Toyotan tuotantojärjestelmä. Vapaasti mukailen. (Liker 2010, 33)

Lean-filosofiaa on myös tutkittu maailmalla. Esimerkiksi Shah & Ward ovat kirjoittaneet tutkimuksen *Defining and Developing Measures of Lean Production* (2007, 23–24), jossa he tutkivat Leania valmistavassa teollisuudessa. He löysivät tutkimuksessaan 48 erilaista työkalua ja toimintamallia, jotka voidaan niputtaa yhteen lean ”sateenvarjon” alle. Näistä 48:a voitiin sitten löytää 10 kpl nimittävää tekijää, jotka määrittävät toiminnallisen kehyksen.. Tunnistetuista kymmenestä tekijästä kolme mittaa toimittajien osallistumista, yksi mittaa asiakkaiden osallistumista, ja loput kuusi käsittelevät yrityksen sisäisiä ongelmia. Kymmenen kohtaa ovat seuraavat:

1. Toimittajille ja alihankkijoille säännöllisesti annettu palaute toiminnasta (Supplier feedback).
2. Toimittajien ja alihankkijoiden oikea-aikaiset toimitukset (JIT delivery by suppliers)
3. Toimittajien ja alihankkijoiden kehittäminen (Supplier development) niin, että voivat olla enemmän mukana yrityksen toiminnassa.
4. Asiakkaan osallistaminen Customer Involvement).. Keskittyy asiakkaisiin ja heidän tarpeidensa kartoittamiseen.
5. Imu (pull). Helpottaa oikea-aikaista tuotantoa, kuten esimerkiksi Kanban-työkalun avulla.
6. Virtaus (Continous Flow). Luodaan mekanismi, joka mahdollistaa ja helpottaa tuotteiden jatkuvan virtauksen.
7. Asetukset (Set up time reduction) Lyhennetään asetusajoja tuotteiden vaihtojen välillä.
8. Kokonaisvaltainen ja ennaltaehkäisevä huolto. (Total productive/Preventive maintenance)
9. Varmistetaan, että jokainen prosessi tuottaa virheettömiä tuotteita ennen seuraavaa työvaihetta. (Statistical process control).
10. Työntekijöiden osallistaminen ongelman ratkaisuun (Employee involvement).

2.2.1 Toiminnan kehittäminen Lean ajattelun pohjalta

Vuonna 1996, J.P. Womack & D.T. Jones julkaisivat kirjan *Lean thinking*, jossa he antavat ohjeita yrityksen kehittämiseen Leanin suuntaan. He esittelivät kirjassaan viisi periaatetta, joilla organisaatiot pystyivät kehittämään toimintaansa ja prosessien virtausta. Nämä periaatteet ovat muodostuneet myöhemmin tärkeiksi Lean kehittämisen työkaluiksi. (Modig ym. 80)

Toiminnan kehittäminen Leanin pohjalta aloitetaan usein arvoketjun analysoimisella ja kehittämisellä. Arvoketjussa voidaan analysoida prosesseja, tai yksittäisiä työvaiheita ja niiden riippuvuuksia toisistaan. Tuotannon tasolla voidaan tarkastella uudelleen sen layoutia ja sen ohjausperiaatteita. Työpisteiden tehokkuutta pyritään parantamaan systemaattisen ongelman ratkaisun avulla vastaamaan arvovirtaketjun niille asettamia vaatimuksia. Alla on esitelty viisiportainen etenemistapa, joka on yleisesti käytössä lean-ajattelumallissa järjestelmän kehittämistyössä. (Kouri, 2009 8–9.)

1. Arvo.

Lean ajattelun keskeinen periaate on määrittää arvo asiakkaan näkökulmasta. Periaate ohjaa organisaation arvioimaan ja pohtimaan uudelleen, ketkä ovat heidän todellisia asiakkaitaan ja mitä he arvostavat. Periaatteena arvon määrittämisessä painotetaan asiakasnäkökulmaa, koska lopulta asiakkaat määrittävät tuotteen tai palvelun arvon. Arvon määritetään tunnistamalla se toiminto tai toiminnan piirre, jonka asiakas on valmis ostamaan tilanteessa, jossa se ei pysty itse vastaavaa tuottamaan yksin käytössä olevilla resursseilla. (Thangarajoo, Y. & Smith, A.2015, 2)

2. Arvoketju

Arvovirta koostuu kaikista erilaisista toimenpiteistä, joita yritys tarvitsee tuotteen tai palvelun tuottamiseksi asiakkaalle. Toinen periaate onkin arvovirran tunnistaminen. Se noudattaa askeleita, jossa tunnistetaan kaikki toiminnot, jotka liittyvät tuotteen valmistamiseen. Siinä määritetään toimintojen kohdat, jotka tuovat lisäarvoa asiakkaalle, ja poistetaan lisäarvoa tuottamaton toiminta. (Thangarajoo ym. 2–3.)

3. Virtautus

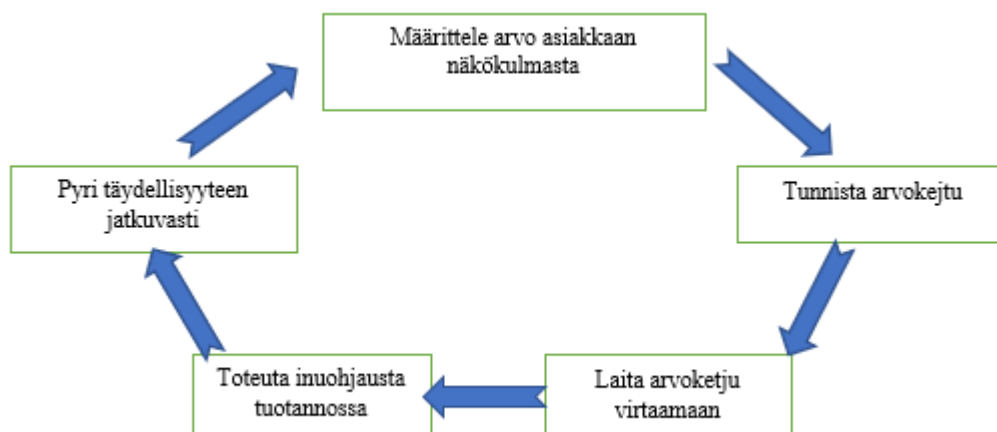
LT:n kolmas periaate on virtauksen aikaan saaminen lisäarvoa tuottavaan ketjuun. Ketjusta on tässä vaiheessa poistettu kaikki todennäköiset lisäarvoa tuottamattomat toiminnot, eli ”hukat”. Tuotantokustannusten alentamiseksi johdon tulisi keskittyä työasemien tehokkuuden parantamiseen käyttöasteen sijasta. Virtauksen peruskäsite on tehdä yksi kappale kerrallaan raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi. Virtaus arvoketjussa voitaisiin tiivistää siten että, lopputuotteen komponentit ovat jatkuvassa ja tasaisessa liikkeessä työvaiheelta toiselle ilman keskeytyksiä tai minimi odotusajoilla. Välivarastot ovat mahdollisimman pieniä tai niitä ei ole ollenkaan. Käytännössä tämä voi tarkoittaa tuotannon tai työvaiheen uudelleen järjestelyä, laitteiden ja koneiden uudelleen järjestelyä. Tarkoituksena on saavuttaa selkeä ja lyhyt materiaalivirta työvaiheelta toiselle. Huollon rooli ketjun toiminnassa on olennainen koneiden ja linjastojen toimintavarmuuden ylläpitämiseen. Informaation tulee myös olla katkeamatonta ja toimia tärkeänä osana virtauksen kontrollointia. (Thangarajoo ym. 3; Vuorinen 2021, 73)

4. Imu

”Kun virtaus on valmiina, anna asiakkaiden ”vetää” arvoa ylävirtaan” toteavat Modig ja Åhlström kirjassaan. Imun periaatteena on valmistaa tuotteita ja osia todellisen tarpeen mukaan. Varastoja ja pääomien sitoutumista niihin pyritään välttämään. Se perustuu periaatteessa tarkkaan ja oikea-aikaiseen kysyntäennusteeseen. Imupohjaisen tuotantojärjestelmän luomiseksi yhteistyö asiakkaiden kanssa on ensiarvoisen tärkeää, tarvitaan ymmärrystä heidän tarpeistaan ja odotuksistaan. Poikkeuksena käytetään lyhyen aikajänteen tuotantosuunnitelmaa, silloin kun on kysymys projektiluontoisista tai yksittäisistä tilaustuotteista. (Modig ym. 80; Thangarajoo ym. 3; Kouri 2009)

5. Pyri täydellisyyteen

Kun edelliset neljä vaihetta on käyty läpi, prosessi aloitetaan alusta ja sitä jatketaan niin kauan, kunnes on päästy tilanteeseen, jossa tuotetaan täydellistä arvoa ilman hukkaa. Henkilökunnan tulee ottaa vastuuta prosessien kehittämisestä, sekä muodostaa siitä jatkuva ja toistuva toimenpiteiden ketju. Kaikessa toiminnassa pyritään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen ja tehokkuuteen, jossa päävastuu on koko henkilökunnalla. (Modig ym.80; Thangarajoo ym. 4; Vuorinen 2021, 74)



Kuvio 9. Lean ajattelun 5 periaatetta. Vapaasti mukailten. (Thangarajoo ym. 2)

2.2.2 Hukka – Muda

Jatkuvalla parantamisella pyritään välttämään hukkaa (japaniksi *Muda*), leanissa sillä tarkoitetaan kaikkea tuottamatonta työtä. Perinteisessä prosessien parannuksessa pyritään parantamaan vain yhtä prosessin osaa. Leanissa kokonais käsitys arvovirrasta ovat tärkeämpää. Siinä otetaan arvoa tuottamatomat vaiheet pois prosesseista ja prosessien väliltä, ja tällä tavalla lisäarvoa tuottava aika lyhenee. Samalla tuotannon prosessit muuttuvat, jos niille annetaan siihen mahdollisuus. Työtä ei varsinaisesti yritetä saada tehokkaaksi, vaan siitä pyritään kuorimaan kaikki turha ja tuottomaton osuus pois. Hukkaa voi esiintyä tuotelinjan lisäksi missä tahansa muussa vaiheessa esim. tuotekehityksessä ja tilausten vastaanottamisessa. Toyota on tunnistanut seitsemän hukkatyyppiä, mutta joidenkin mielestä niitä on kahdeksan. Seuraavassa on kahdeksan hukan tyyppiä. (Liker 27–29)

1. Ylituotanto
2. Odottelu ja viivästykset
3. Tarpeeton kuljettaminen.
4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely
5. Tarpeettomat varastot
6. Viat
7. Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen

Ylituotannossa tuotteita valmistetaan ilman varsinaista tarvetta varastoon. Suuret eräkoot, varastoon valmistaminen, ja keskeneräinen tuotanto johtavat muiden hukkien syntymiseen, kuten esimerkiksi henkilöstökustannusten kasvuun ylimääräisen materiaalin käsittelyn myötä. Työvaiheiden välillä odotus ja viivästykset eivät tuo asiakkaalle lisäarvoa. Hyvänä esimerkkinä edellä mainitusta ovat materiaali ja osapuutteiden viiveet, joita aiheuttavat pullonkaulat sekä puskurivarastojen hallitsemattomuus. Edestakainen kuljettaminen ei myöskään tuo lisäarvoa tuotteelle. Materiaalivirran tulisi olla suoraviivainen, ja liikuttelua tuotantovaiheiden välillä tulisi välttää. Muita ongelmia tuovat ylikäsittely, sekä materiaali/resurssihukkaa, ja asiakastytymättömyyttä aiheuttavat laatuvirheet. Ylikäsittely voi aiheuttaa huonoista teknisistä työkaluista tai tuotesuunnittelun ongelmista. Ylilaatu on myös yksi hukan muodoista, tuotetaan laadukkaampia tuotteita, mitä asiakas tarvitsee. Ylimääräinen materiaali ja keskeneräiset tuotteet aiheuttavat varastointia, joista seuraa pidentyneitä läpimenoaikoja. Varastoinnista voi seurata tuotteen vanhenemista, josta seuraa arvon laskemista. Turha liikkuminen, esimerkiksi tavaroiden etsiminen, tavaroiden järjestely pinoihin, ja edestakainen kävely eivät tuota lisäarvoa tuotteelle. Vikojen korjaaminen ja tarkastaminen ovat tarpeetonta käsittelyä, ne hukkaavat aikaa ja resurssia, ei-

vätkä myöskään tuota lisäarvoa asiakkaalle. Viimeisessä, työntekijän luovuuden käyttämättä jättämisessä, isotkin kehitys/parannusideat saattavat mennä täysin hukkaan, jos työntekijää ei sitouteta ja kuunnella tarpeeksi. Menetetty työntekijä maksaa myös yritykselle. (Liker 27–29, 31)

2.2.3 Kaizen ja PDCA-sykli

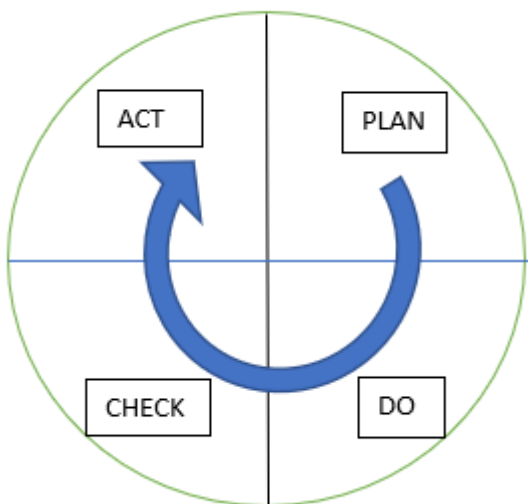
Termin Kaizen toi yleiseen tietoon Masaaki Imai kirjassaan *KAIZEN – The key to Japan's Competitive Success* (1986). Se on Leanin konseptissa jatkuvan parantamisen työkalu, ja tarkoittaa muutosta parempaan. Se voi tarkoittaa pieniä muutoksia, jotka vaikuttavat isossa kuvassa hitaasti. Länsimaisessa yrityskulttuurissa keskeisessä roolissa ovat arvoinnovaatit, ja sen vuoksi Kaizenin hitaiden vaikutusten ymmärtäminen ei ole ollut aina helppoa. Kaizenia on olemassa kahta eri lajia, ylläpitävää ja parantavaa. Ylläpitävä Kaizen keskittyy akuutteihin virheisiin ja toimintahäiriöihin. Parantavan Kaizenin tarkoituksena on parantaa toimintaa, sen sijaan kuin pidettäisiin yllä jo asetettuja standardeja. Toyota kehottaakin parantavassa Kaizenissa pyrkimään kohti täydellisyyttä, ja sen vuoksi jokaista prosessia voi parantaa. (Liker 2010, 23; Liker&Convis 2012, 107–108.)

Muutosjohtamisesta puhuttaessa länsimainen käsite nojaa vahvaan henkilökeskeiseen prosessiin, jossa muutos henkilöityy johtajaan. Kaizenissa johto tukee kehittämistä kannustamalla henkilökuntaa kehittämään itse toimintaa. Se perustuu ajatukseen ylemmistä johtajista, jotka eivät kykene tunnistamaan ongelmia. Tällöin ryhmän tai tiiminvetäjille annetaan vastuu parantamisen johtamisessa, parantamisen suunnittelu tapahtuu omissa työryhmissä. Ryhmät perehtyvät esille tulleisiin ongelmiin, ja suunnittelevat ratkaisut näihin. Ongelmat tulisi nähdä tilaisuutena kehittää laatua, työskentelytehokkuutta tai työturvallisuutta. Ryhmissä tulisi keskittyä asioihin ja kysymyksiin kuten, miten voisin tehdä työni paremmin ja mikä vaikeuttaa työntekoani? Sisäisen asiakkaan periaatetta voidaan lähestyä miettimällä kuten, mitä edellisessä työvaiheessa voitaisiin tehdä toisin, ja miten eri työvaiheiden välistä yhteistyötä voitaisiin kehittää? (Liker ym. 115, 118; Kouri 2010, 14.)

PDCA-syklin TPS:ään toi alun perin Yhdysvaltalainen W. Edwards Deming. Sykli on jatkuvan parantamisen kulmakivi, jota on syytä hyödyntää osana Kaizen-prosessia. Menetelmän käyttö perustuu ajatukseen, jossa tavoitetilan pääsemiseen vievää reittiä ei vielä tiedetä, silloin täytyy tutkia mahdollisuuksia testaamalla. Käytännössä siinä tehdään hypoteeseja, joita testataan käytännöstä saatujen tietojen pohjalta. (Liker 23; Rother 121.)

1. Suunnittele (Plan) Määritellään teoreettinen parannustoimenpide, mitä odotetaan tehtäväksi ja parannuksilla tapahtuvaksi. (Rother 121; Kouri 15)
2. Suorita (Do) Pilotoidaan muutosta ja testataan teoriaa. Saavutukset ovat pieniä suhteutettuna mittakaavaan. Konkreettisia muutoksia havainnoidaan jatkuvasti (Rother 121; Kouri 15).
3. Arvioi (Check) Verrataan toteutunutta suunniteltuun tulokseen. Kirjataan hyvät ja huonot puolet. ja punnitaan mahdollisuudet tehdä muutoksia (Rother 121; Kouri 15)
4. Toteuta (Act) Tehdään parannuksia koealueelle, standardoidaan se mikä toimii, ja pyritään vakauttamaan toiminta. Jos ei toimi, aloitetaan sykli alusta. (Rother 121; Kouri 15)

Harvat asiat toimivat ensimmäisellä tai toisella kerralla, tämän vuoksi täytyy opetella kysymään oikeita kysymyksiä. Jos halutaan selvittää, miten jokin teoria saadaan toimimaan, kysymys siitä toimiiko jokin asia vai ei, on turhaa. Muutosten tekeminen ja parantaminen vaatii työilmapiiriltä muutoksia. Valtaosa virheistä ja ongelmista aiheutuu prosessista, eikä yksilöistä. Parantamista ei saa suorittaa yksilöiden kustannuksella. Esimerkkinä Toyota ei syytä ihmisiä ongelmista, vaan on kiinnostunut prosesseista ongelman ympärillä. Jos jokin vaihe ei sujukaan standardin mukaisesti, se esittää kysymyksen ”Mikä estää heitä työskentelemästä standardin mukaisesti?”. Näitä kysymyksiä suositellaan kysymään, kun ilmenee ongelmia tavoitetilaa tavoitellessa. (Rother, 126–128.)



KUVIO 10. PDCA sykli. Vapaasti mukailten (Rother 122).

2.2.4 Työn standardisointi

Laadun parantaminen, työtapojen ja menetelmien kehittäminen edellyttää ensin työn vakauttamisen, eli standardoimisen. Virheetön valmistaminen tapahtuu seuraten standardoituja ohjeita. Virheiden esiintyessä noudatetaan ongelmanratkaisuprosessia, jossa lähdetään tutkimaan, onko standardista poikettu. Prosessin ollessa vakaa virheiden ilmeneminen on vähäistä, jos virheiden muodostuminen kasvaa, on syytä toimintatapoja muuttaa. Standardointia rakennettaessa on lähtökohtaisesti huomioitava työntekijän mahdollisuus suorittaa työtään rakentavasti. Liian tiukat toimintaohjeet ovat omiaan tukahduttamaan työntekijöiden mahdollisuuden innovointiin. Standardien kuitenkin täytyy olla hyvin täsmällisiä sellaisessa työssä, jossa mekaaniset työn vaiheet toistuvat usein. Vastakohtana taas esimerkiksi toimihenkilö työssä, jossa työkenttä on häilyvämpi, standardit voivat olla väljempää. Työn standardoimisella voidaan saavuttaa useita etuja, mm hyvien työskentelytapojen kehittäminen tehostuu, tiedonkulku paranee, työturvallisuus paranee. (Liker, 143, 148; Kouri, 16)

Työn standardoimisessa kannattaa välttää toimihenkilöresurssin kuormittamista, ja työ tulee mielellään tehdä yhteistyössä työntekijöiden kanssa. Yhteistyö ja osallistuminen standardointiin myös tukee henkilökunnan sitoutumista uusiin työohjeisiin. Hiljainen tieto onnistutaan tällä keinoin paremmin jalkauttamaan, koska paras tieto työn tekemisestä ja työn tekemisen ongelmista on niillä ihmisillä, jotka ymmärtävät käsiteltävän aiheen edellytyksiä. Yhteistyö työntekijöiden kanssa helpottaa myös ylläpitoprosessia ja helpottaa jatkuvan parantamisen sykliä. Samalla työntekijöiden ja johdon välinen kitka vähenee, kun he voivat lisätä omaa identiteettiään ohjeistuksiin. Vaikuttamisen mahdollisuuden vähetessä, säännöistä tulee pakottavia, silloin se aiheuttaa tyytymättömyyttä omaa työtä ja siihen vaikuttamisen mahdollisuuksia kohtaan. (Kilponen, T. & Jokinen, T. 2020, 20; Liker 148.)

Kilponen ja Jokinen jakavat julkaisussaan *Standardoitu työ* (2020) standardoinnin pääelementit kolmeen osaan; työtapaan, työaikaan ja varastoon. Työtavan standardoinnissa työn eri vaiheet jaetaan järkevästi toisiaan seuraaviin selkeästi eroteltaviin työvaiheisiin. Kaikki työvaiheet dokumentoidaan siten, että niistä voidaan luoda työtä helpottavat työohjeet. Työohjeissa tuodaan esiin myös turvallisuuden ja laadunvarmistuksen näkökulmat. Ohjeistuksissa kannattaa käyttää visuaalista lähestymistapaa, koska yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa. Myös videoita voidaan käyttää apuna. (Kilponen, T. ym. 20.)

Työaikojen määrittämisellä jokaiselle työvaiheelle, määritellään työntutkimuksen toimintatapoja hyödyntäen normityöaika. Työntutkimuksen metodeina voidaan käyttää havainnointitutkimusta, kellonai-
katutkimusta, normaaliaikatutkimusta, ajankäyttötutkimusta, liikeaikatutkimusta, aikalaskelmia ja/tai
standardiaikajärjestelmää. Tuotannon tasapainottaminen ja tahtiajan määrittäminen helpottuvat sitä
mukaa, mitä paremmin normiaika tiedetään. (Kilponen, T. ym. 20).

Lean-järjestelmässä tuotantosolujen puskurivarastot ovat tiimien vastuulla. Oman työvaiheen puskurivarastojen ylläpito, ja seuraavan työvaiheen puskurivaraston täydentäminen, ovat olennainen osa
imuohjausjärjestelmää. Vaikka varastot ovatkin hukkaa, puskurivarastoa on oltava toimitusvarmuuden
ja virtausnopeuden vuoksi. Puskurivarastoja tulisi kuitenkin pyrkiä jatkuvasti karismaan yrityksen pa-
rannus prosessin myötä. Karsimisen on kuitenkin tapahduttava tuotannon ja virtauksen ehdoilla, sen
tulee kyetä toimimaan karsimisesta huolimatta. Puskurien pienentämisen vaihtoehtoina voidaan käyt-
tää parantamisen vaihtoehtona muun muassa koneiden teknisten asetusten muuttamista tehokkaam-
maksi ja eräkokojen pienentämistä. (Kilponen, T. ym. 20.)

Standardoinnin vaiheet voidaan myös jakaa kolmeen osaan, vakauttamiseen, standardointiin ja ylläpi-
toon. Ensimmäiseen osan toteuttamiseen voidaan käyttää esimerkiksi 5S-menetelmää, jonka kautta tut-
kitaan parannettavaa prosessia ja sitä, miten sitä parannetaan. Standardoinnin voi aloittaa alustavan
työohjeen laatimisella, luonnostelun tekevät työntekijät, joita toimihenkilöt voivat halutessaan kom-
mentoida. Luonnosten pohjalta tehdään varsinaiset dokumentoidut työohjeet, ja sovitaan ylläpitome-
nettelystä. Kaikki eteen tulevat parannus ja korjausehdotukset on syytä kerätä talteen, kun korjausmer-
kintöjä on riittävästi, ohjeet päivitetään. Esimiesten tehtävä ylläpitovaiheessa on valvoa, että työohjei-
den noudattamista. Valvonnan aikana kannattaa suunnitella yhteistyössä henkilökunnan kanssa jatku-
vasti parantamisen kohteita ohjeistuksiin. Toiminnan kehittämisessä kannattaa ottaa käyttöön koko
henkilöstön tietotaito, ja pyrkiä rakentavasti sitouttamaan kaikki mukaan toimintaan. (Kilponen, ym.
20–21.)

2.2.5 Virtaus ja tasapainottaminen (Heijunka)

Virtauksella (Flow) tarkoitetaan tuotteiden Leanissa tuotteiden liikettä materiaalista valmiiksi tuot-
teeksi. Tätä prosessia pyritään kehittämään nopeammaksi ja edullisemmaksi valmistaa, ja samalla pa-
rantaa tuotteen laatua. Virtauksen parantaminen paljastaa prosessin ongelmat ja hukan, joista täytyy
hankkiutua eroon erilaisilla Lean-työkaluilla. Odotusaikojen poistamisella valmistuksesta, saavutetaan

tuotannon läpimenoaikojen lyheneminen työtahdin kasvattamisen sijaan. Välittömän tarpeen periaate ohjaa tuotteiden nopeaa valmistumista, tuotteet valmistuvat pienissä erissä tilausten tai varastotarpeen mukaan. Pienillä tuotantoerillä vähennetään varastojen ja keskeneräisen tuotannon määrää. Pienemmät eräkoot pakottavat myös tarkastelemaan koneiden toimivuutta, asetusajkojen lyhentämistä, tuotantoreittien selkeyttämistä koneiden välillä, sekä mekaanisten virheiden koneista johtuvien virheiden poistamista. (Liker 87–88; Kouri 18–21.)

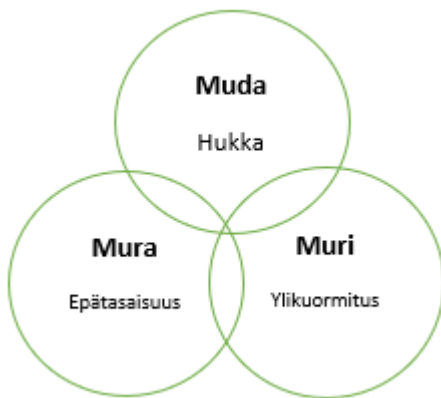
Yksiosainen virtauksessa asiakkaan prosessit sijoitetaan peräkkäin, jolloin asiakkaan tilaus suoritetaan lyhyimmässä ajassa. Mallissa pyritään pitämään tuotantokoot pieninä, ja kuljettamaan yhtä tuotetta massatuotannon sijasta. Lean-mallissa ihanteellinen ja teoreettinen erä koko on aina yksi, johon on pyrittävä. Pienet eräkoot, eivät kuitenkaan sulje pois puskurivarastojen tarvetta. Tuotannon prosessisäirekkeet pyritään purkamaan ja muodostamaan soluja, jotka ryhmitellään prosessin sijasta tuotteen mukaan. Laadun hallinta massatuotantoon verrattuna perustuu pienen eräkoon tuomaan virheiden hallinta-etuun, isossa erässä on hankalampaa ja hitaampaa löytää virheet tarkastamalla mitä pienessä. Suunnittelu ja liiketoiminta prosesseissa suuret erät aiheuttavat suuria viiveitä ja paljon byrokratiaa, nämäkin vaiheet pystytään hoitamaan peräkkäin ihmiseltä toiselle. (Liker 92–94.)

Leanissa puhutaan tahtiajasta, kun virtauksen sujuvaan liikkumiseen tarvitaan ajan tahdistamista, eli synkronisoitua läpivirtausta. Se vastaa kysymykseen, kuinka kutakin solua tulee kuormittaa yksiosaisessa valmistuksessa? Yksi liian tehokas solu aiheuttaa välivarastojen muodostumisen ja hidastaa muiden solujen hidastumista suhteessa virtaukseen. Perinteisesti Lean-tuotannossa tahtiaika on sidoksissa siihen aikaan millä asiakas ostaa tuotteen. (Liker 94–95.)

Tuotannon tasoittamisessa Leanin yhteydessä käytetään käsitettä *Heijunka*, Se ei valmista tuotteita yhden tilauksen mukaan vaan ottaa kaikki tietyin ajanjakson tilaukset ja jakaa ne tasaisesti ennalta määritetyille ajanjaksolle. Tasapainottamisessa käytetään hyväksi myyntiennusteita ja tuotantosunnitelmia, tuotannon vaihteluiden on pystyttävä pysymään suunnitelluissa rajoissa ilman että henkilö ja konekapasiteettia lisätään. Jos tarve on epätasainen, sen on huomioitava se kuormituksessa, ja siihen on vaurauduttava esimerkiksi jakamalla kuormaa pidemmälle ajanjaksolle. (Liker 116; Tuominen K. 2010, 78–79.)

Yksiosainen virtaus ja tilauksen mukaan valmistaminen ovat ihannetiloja, sekä myös hankalia saavuttaa. Asiakkaiden ostokäyttäytyminen on harvoin ennakoitavissa, ja asiakas hankkii tuotteen omien tar-

peidensa mukaan. Tämän vuoksi työkuormassa onkin usein suuria vaihteluita. Tämä pakottaa esimerkiksi alihankkijoista riippuvien varastojen pitämistä, ylitöitä ja koneiden ylikuormittamista. Tästä voidaan johtaa *Muda* käsitteen rinnalle kaksi muuta tuotantoa heikentävää käsitettä *Muri* ja *Mura*. Toinen on Mudan vastakohta ja toinen näiden kahden seuraus. *Muri* tarkoittaa koneiden ja ihmisten ylikuormitusta, josta aiheutuu laatu ja työturvallisuusongelmia. *Mura* on tuotantovaihteluista aiheutuva epätasaisuutta, työmäärä ei ole tasapainossa. Työmäärän epätasaisuus *Muran* kontekstissa aiheutuu sisäisistä epävarmuustekijöistä, johon lasketaan mekaaniset ongelmat, puutteelliset osakokonaisuudet ja sairaspöissaolot. *Muda* on suoraa seurausta *Murista*. *Mudan* lisäksi myös kaksi muuta käsitettä tulisi ottaa huomioon ja pyrkiä tasapainottamaan kaikki kolme. Näiden kolmen epätasapainon aiheuttama tuotannon edestakainen käynnistäminen, yli- ja alikuormitustilanteet, hankaloittavat laadun standardointia ja jatkuvaa kehittämistä. (Liker 113–115.)



KUVIO 11. Muda-Muri-Mura (Liker, 115)

2.2.6 imuohjaus

Imuohjauksella tarkoitetaan yksikertaisimmillaan tuotantoa, joka perustuu valmistamiseen kulutuksen mukaan. Imuohjauksella saavutetaan paljon konkreettisia hyötyjä, kuten parantunut materiaalin, sekä pienemmät. Sillä voidaan saavuttaa uudenlaista selkeyttä ja parantunutta läpäisyä tuotantoon. Kulutukseen perustuvassa tuotannossa myös asiakaskeskeisyys paranee. Imulla tarkoitetaan ”juuri oikeaan aikaan” (Just-in-time JIT) tuotannon hallintaa, jossa asiakkaalle annetaan oikea määrä sitä mitä se haluaa. Asiakas voi olla myös tuotannon seuraava vaihe. Ihanteellisin tuotantomäärä imuohjauksessa on yksiosainen virtaus, mutta ettei virtaus katkeaisi tuotannossa täytyy kuitenkin olla puskurivarastossa materiaalia työvaiheita varten. (Kouri 22; Liker 105.)

Koska töiden aloitus perustuu kulutukseen, edelliseltä vaiheelta tai myynniltä täytyy saada jonkinlainen ilmoitus tarpeesta. Leanissa tässä toiminnossa käytetään imuohjauksen tunnetuimmista tekniikoista Kanbania. Asiakasnäkökulmasta järjestelmällä pyritään viestimään mitä ja paljonko seuraavassa vaiheessa tarvitaan. Järjestelmää tarvitaan, ettei tuotanto keskeytyisi tai asiakas joutuisi odottamaan, tai pahimmassa tapauksessa jäisi ilman tuotetta. Tällä tavalla puskurivarastoja kontrolloidaan ja samalla vältetään mahdollista ylituotantoa. Perinteisessä versiossa käytetään signaaleina kortteja, tyhjiä karreryjä, tai laatikoita, joilla viestitään tarpeesta. Nykyiset ERP-tuotannonohjausjärjestelmät pystyvät toimimaan Kanban-järjestelmänä oikein käytettynä. Yksinkertaistettuna ero työntöjärjestelmään verrattuna on se, että tuotantoa säätelee tuotantoprosessin poistot varastosta eivätkä aikataulut. (Liker 106–107; Kouri 22–23; Rother 85.)

Imuohjausjärjestelmä ei todennäköisesti toimi suunnitellusti käyttöönoton jälkeen. Tuotantomenetelmien välillä on usein ongelmia, kanbanin käyttöönotto paljastaa yleensä ne. Tällä tavalla se parantaa prosessien toimivuutta, toimien myös parantamisen työkaluna. Ongelmat ilmenevät koska se olettaa prosessien välillä olevan systemaattisen suhteen. Ongelmien myötä kanban paljastaa meille tavoitetilan ja parannuskohteet, jotka tulee ratkaista järjestelmän paremman toimimisen saavuttamiseksi. (Rother 89–90).

2.2.7 Laadunvarmistuksen työkalut

Perinteisessä massatuotannossa tuotantoa ei pysäytetä laatuongelmien ilmestymisen jälkeen. Leanissa on käsite prosessin pysäyttämiseksi laadun varmistamiseksi, sitä kutsutaan japaniksi nimellä *Jidoka*. Siinä pyritään välttämään toistuvien virheiden toistuminen ja tällä tavalla ehkäistä hukkaa, *Mudaa*. *Jidoka* on välitöntä laatua tuottava prosessi joka tehokkaampaa kuin laatuongelmien tarkastaminen ja korjaaminen jälkikäteen. Laatu poikkeamiin on syytä puuttua mahdollisimman nopeasti, puskurivarastojen ollessa hyvin pieniä, virheellinen tuotanto voi aiheuttaa seuraavan työvaiheen pysähtyminen. Tällöin otetaan käyttöön käsite nimeltä *Andon*, sillä annetaan tiedoksi, milloin laatuongelmissa tarvitaan apua. *Andon* tarkoittaa valosingnaalia ja se voidaan käsittää lippuna tai valona, tai muuna merkinanto välineenä. Sitä käytäessä koko tuotantolinja ei kuitenkaan automaattisesti pysähdy, vaan *Andonin* syyttyä tiiminvetäjällä on aikaa korjata ongelmat, ennen kuin tuote siirtyy seuraavalle työvaiheelle ja tehdä johtopäätös siitä voiko tuotteen korjata seuraavassa työvaiheessa vai täytyykö linja pysäyttää. Tiiminvetäjällä on tarkkaan standardoidut ohjeet, miten toimia, kun *Andon* kutsu tulee. (Liker 129–131.)

Länsimäinen laatujärjestelmä rakennetaan standardien varaan, ja monesti se jää pelkästään muodolliseksi sertifioinniksi. Toyotan autotehtailla käytetään hyvin yksinkertaista laadun varmistusjärjestelmää muihin ohjausjärjestelmiin verrattuna. Se kehottaa menemään itse paikan päälle katsomaan, analysoimaan tilanteen, simuloimaan yksiosaista virtausta ja kysymään viisi kertaa miksi. Viidesti kysyminen tarjoaa mahdollisuuden selvittää juurisyyn aiheeseen, sekä ratkaisuvaihtoehdon ongelmaan. Lean-filosofian mukaan liian monimutkaisia järjestelmiä kannattaa välttää, sillä ne jäävät usein käyttämättä. Toyota pyrkii luomaan kulttuurin, jossa pysähdytään korjaamaan ongelmia, jotta laatu saataisiin kuntoon ensimmäisellä kerralla. Järjestelmässä jokaisella työntekijällä on vastuu laadusta, ja oma työ tarkastetaan standardoitujen tarkastusohjeiden ja listojen mukaisesti. On olemassa myös ns. sataprosenttiset laadunvarmistuksen menetelmiä (Poka - Yoke), jossa virheet estetään teknisesti, esimerkiksi suunnitellaan ja käytetään osia, joita ei voida asentaa väärinpäin. (Liker 134–136; Kouri 25)

Eräs laadunvarmennuksen menetelmä on standardikomponenttien laaja hyväksikäyttö, ja keskittyminen vain rajattujen ominaisuuksien parantamiseen. Tämän vuoksi on tärkeää esittää mitä tuotteella halutaan saavuttaa. Päätöksen teon tukena Toyotan tehtaalla tutkitaan laajaa useista eri vaihtoehdoista koostuvaa vaihtoehtojoukkoa, tätä kutsutaan ”joukkopohjaiseksi, yksimieliseksi suunnitteluksi”. Tämä menetelmä rohkaisee pysähtymään ja tällä tavoin ennalta ehkäisee ongelmien syntymistä. Tuotekehityksessä on olemassa myös menetelmä nimeltä *kentouzu*. Siinä käytännössä tehdään tuotesuunnittelua yhtä aikaa kaikilla alueilla laatuongelmien välttämiseksi, niin tuotannossa kuin loppuasiakkaalla. Auto-teollisuudessa se tarkoittaa, että korimallia ei tehdä ensimmäisenä valmiiksi, vaan suunnittelu tapahtuu rinnakkain sen valmistumisen mukana. Tällä keinoin voidaan reagoida mahdollisiin tuotantoratkaisuihin tai loppuasiakkaan vaatimiin huolto ominaisuuksiin. (Liker, 136–137)

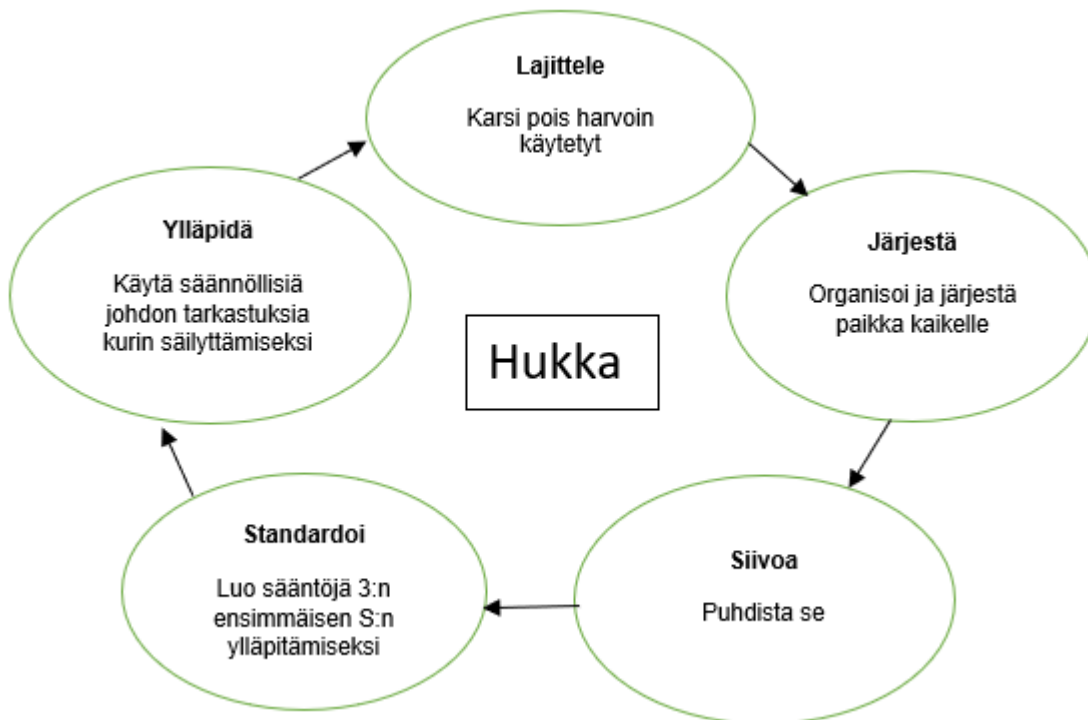
2.2.8 5S ja hukan poistaminen

5S on käytännön työkalu hukan poistamiseen. Se on jatkuvan parantamisen menetelmä, joka auttaa tekemään ongelmia näkyväksi. Sen viisi kohtaa auttavat hallitsemaan hukan aiheuttamien virheiden lisäksi, mekaanisia vikoja ja virheitä työpaikalla. Standardoinnilla tuetaan kolmea ensimmäistä kohtaa, kun työtavat ovat vakiintuneita, on tieto mitä parannetaan ja huolletaan 5S:n noudattaminen vaatii kurinalaisuutta koko tiimiltä, lopullinen vastuu hukan poistamisesta ja 5S:n noudattamisesta on kuitenkin johdolla ja esimiehillä. 5S:n toteutuminen tarkastetaan tasaisin väliajoin, kuten esimerkiksi kuukauden välein, vastuu tarkastamisesta on myös esimiehillä ja johdolla. Tarkastamiseen on myös syytä käyttää

standardoitua työtapaa muutosten esille tuomisen vuoksi. 5S sisältää nimensä mukaisesti viisi kohtaa, jotka muodostavat parantamissyklin (Kuvio 12). Oikein käytettynä 5S muodostaa yritykselle sisäänrakennetun tuotannonparantamisohjelman. Viisi kohtaa ovat: (Liker 150–152)

1. **Lajittele (Seiri)**. Tässä kohdassa käydään tavarat läpi, lajitellaan ne niiden tarpeellisuuden mukaan ja heitetään pois kaikki mitä ei tarvita. (Liker 150)
2. **Järjestä (Seiton)**. Kaikelle jäljelle jääneelle tarpeelliselle katsotaan omat paikat, ja huolehditaan, että tavarat säilyvät niille määrätyillä paikoilla. Paikat myös merkitään erehdysten välttämiseksi. (Liker 150)
3. **Puhdista ja huolla (Seiso)**. Puhdistusprosessilla voidaan tarkoittaa tarkastusta, jotka paljastavat ongelmia järjestelmässä, tai viallisia toimintatapoja tai koneita. (Liker 150)
4. **Vakiinnuta/standardoi (Seiketsu)**. Kolmen ensimmäisen S:n järjestelmien ja toimintaohjeiden käytön valvonta. (Liker 150)
5. **Ylläpidä (Shitsuke)**. Vaiheiden 1–3 uudelleen toteutus. Aikaisempien 5S toteutusten auditoinnit. (Liker 150)

5S:n käyttöönotto hyödyttää yritystä monin tavoin. Näkyvimpiä hyötyjä ovat työturvallisuuden paraneminen ja työntekemisen helpottuminen, paremman siisteyden ja järjestyksen ansiosta. Se ei kuitenkaan ole siivousohjelma tuotannon yleiseen siisteyteen, vaan tarkoitus on poistaa hukkaa ja poikkeamia siisteyden avulla. Yleisesti se edesauttaa Lean-kulttuurin muodostumista yritykseen, sen täsmällinen soveltamismalli sitouttaa henkilökunnan rakentamaan laadukkaampaa ja toimintavarmempaa tuotantoa. (Liker 150–152; Kouri 26–27.)



KUVIO 12. Viiden S:n sykli. Vapaasti mukailten. (Liker 151)

2.3 TOC vs. LEAN

Molemmassa parantamismalleissa on joitain yhteisiä piirteitä ja yhteistä kritiikkiä. Lisäksi kaikki prosessin parantamisen teoriat ja menetelmät toimivat samojen oletuksien pohjalta. David Nave esittelee artikkelissaan *How To Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints* (2002, 76–77) järjestelmien yhteneväisyyksiä, etuja ja eroavaisuuksia (Taulukko 1). Molemmat menetelmät alkavat tuotteen tai palvelun arvonkehityksen ja prosessien tai järjestelmän parantamisella. Yhteistä on myös se, että prosessin on jo vakiintunut, ja järjestelmän käyttöönoton alussa pätevät seuraavat seikat:

- Tuotteen tai palvelun suunnittelu on pääosin oikea.
- Tuotteen tai palvelun suunnittelu on taloudellisin.
- Asiakas on tyytyväinen nykyiseen suunnitteluun.
- Nykyinen tuoteportfolio täyttää markkinoiden ja asiakkaan toiminnalliset vaatimukset.
- Johtamisrakenne tukee muutosta.

Järjestelmät olettavat, että nämä oletukset eivät välttämättä ole päteviä ja vaativat siksi tutkimusta. Olemassa olevien prosessien tai järjestelmien laajan tarkentamisen jälkeen molemmat parannusmetodologiat alkavat tarkastella tuotteen tai palvelun suunnittelua oman teorian ja työkalujen kautta. (Nave 2002, 76–77.)

	Lean ajattelu	TOC
Teoria	Poistaa hukkaa	Kapeikkojen hallinta
Soveltamisen suuntaviivat	1.Arvo 2.Arvoketju 3.Virtaus 4.Imu 5.Pyrkimys täydellisyyteen	1.Tunnista kapeikot 2.Hyödynnä kapeikkoa 3.Alista muut vaiheet 4.Kasvata kapeikkoa 5.Palaa kohtaan yksi
Painopiste	Virtaus	Järjestelmän kapeikot
Olettamukset	1. Hukan poistaminen parantaa liiketoimintaa 2. Useat pienet parannukset ovat parempi, kuin järjestelmän analysointi	1.Korostaa nopeutta ja volyyymiä 2.Hyödyntää olemassa olevia järjestelmiä 3.Huomioi prosessien vuorovaikutussuhteita
Ensisijaiset vaikutukset	Parantunut virtausaika	Nopea suoritusteho
Toissijaiset vaikutukset	1.Vähemmän vaihtelua 2.Tasainen tuotanto 3.Pienemmät varastot 4.Parantunut laatu	1.Pienemmät varastot 2.Läpimenokustannukset laskettavissa 3.Läpimenoaika laskettavissa 4.Parantunut laatu
Kritiikki	Tilastollista tai järjestelmäanalyysiä ei arvosteta	1. Työntekijän vaikuttaminen minimaalista 2.Data-analyysiä ei arvosteta

TAULUKKO 1. Lean ajattelu vs. TOC vapaasti mukaillen (Nave, 77)

Lean tunnistaa pullonkaulojen olemassaolon. Se tutkii kapeikkoja kahdesta lähtökohdasta, ensimmäisenä syynä se kokee, että prosessin vaiheet joudutaan tekemään tietyssä järjestyksessä. Jokin vaihe on tehtävä ennen toista, kuten esimerkiksi turvatarkastus ennen lentokoneeseen menoa. tämä myös siksi, ettei tarvitsisi tehdä edestakaisia liikkeitä, joka käsitetään *Mudana*. Toinen syy on prosessin vaihtelu,

esimerkiksi eri tuotteilla on vaihteleva tuotantoaika samalla työvaiheella. Tämä on omiaan luomaan jonoa työvaiheen eteen, jos edeltävä vaihe jatkaa tuotantoon samalla nopeudella. (Modig ym. 37–40.)

TOC:ssa puhutaan Drum-buffer-rope-menetelmästä (luku 2.1.4.), Leanissa Imuohjauksesta ja Kanbanista (luku 2.2.6), kun pyritään tahdittamaan tuotantoa ja sen virtausta. Molemmista löytyy puskurivarastojen käsite. Eroavaisuuksia näissä ovat puskurien muodostumisen periaatteet, TOC:n puskuria kuormitetaan tuotannon ohjausvaiheelta laskennallisia(aikapuskuri) todennäköisyyksiä hyödyntäen. Leanissa taas Kanban järjestelmä huolehtii sisäisestä imusta tuotantovaiheelta tuotantovaiheelle. Toimintaympäristö tekijöiden vuoksi DBR:ssä on rajoitteensa. Goldratt esittää liitteessään *Jättiläisten jalanjäljillä* (Julkaistu Tavoite-kirjan 3.painoksen liitteenä 2014) kritiikkiä DBR:n toimivuudesta projektitympäristössä. DBR olettaa tuotteen käsittelyajan olevan lyhyt verrattuna toimitusaikaan, projektitympäristössä tuotteen käsittelyajat ovat pitkiä toimitusaikaan nähden. Projektitympäristössä DRB tarvitsee toisenlaisia työkaluja (kts luku 2.1.4). Samassa liitteessä Goldratt esittää myös kritiikkiä TPS:n menetelmiä kohtaan. TPS:n ihannejärjestelmä on vakaa, prosessit ja tuotteet vaihtelevat vain vähän pitkän ajan kuluessa, tällöin suurin osa käytettävistä komponenteista säilyy samana pitkään. Mutta kuten esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa tuotteiden elinkaari on lyhyt, komponentit vaihtuvat hyvinkin nopeasti, tällöin Kanban-järjestelmä on erittäin haavoittuva. Myös kilpailutilanteet aiheuttavat tarvetta nopeaan tuotekehitykseen, jolloin komponenttien vaihtuvuus on suurta. Toinen kritiikin kohde TPS:n edellyttämä vakauden muoto on kysynnän tasaisuus. Leanin käyttö edellyttää, että kaikille valmistettaville tuotteille on lattiatasolla puskurivarasto, tämä aiheuttaa epätasaisessa kysynnässä keskeneräisiä tuotteita tuotantoon. Kolmas kritiikin kohde liittyy myös TPS:n tasaisuuden vaatimukseen, kokonaiskuorman on oltava koko ajan tasainen. Todennäköistä on, että tietyille työasemalle syntyvä kuorma alhaisempi kuin kuorma seuraavalla viikolla. Kanban systeemi täsmällisesti noudatettuna estää etukäteen tapahtuvan valmistuksen, ja aiheuttaa myöhästymisiä tuotannossa. (Goldratt ym, 349–351)

Jeffrey K. Liker tarjoaa kirjassaan *Toyotan tapaan*, epävirallisen vastineen Goldrattin esittämään kritiikkiin käsitellessään *Heijunkanin* käsitettä. Poikkeuksen Lean-ajatteluun Liker ehdottaa tuotantopiikkien tasoitukseen ”valmista varastoon” ja ”valmista tilauksen mukaan” yhdistelmän hyväksi käyttämistä. Tämän kaltainen järjestely vaatii tarkkaa seurantaa, ja edellyttää nopeita muutoksia tuotantolinjojen vaihdoksissa, siten että toisena päivänä toinen linja valmistaa varastoon ja siirtyy takaisin Kanbanin käyttöön. Tämänkaltainen poikkeusjärjestely aiheuttaa monesti ongelmia yritysten sisällä, asetusten vaihtojen vuoksi Liker kertoo myös kirjassaan, ettei Toyota tarraudu pakkomielteisesti imuohjauksen periaatteeseen, vaan se käyttää työntöpohjaisia menetelmiä tuotannon kaikilla tasoilla. Järjestelmä

sallii TPS:stä poikkeavien työkalujen käytön, ja ne tulisikin käyttää rohkeasti yrityksen rakenteiden mukaan. (Liker 110–111, 124–125)

TOC ja Lean-ajattelu ovat erillisiä filosofioita ja sisältävät erillisiä painotuksia. Se kumpi järjestelmä sopii parhaiten yrityksen käyttöön, on pitkälti yrityksen mieltymysten mukainen. Jos haluaa järjestelmällistä lähestymistapaa, jossa yksilöiden osallistuminen ei ole tärkeää, työntekijöiden ja johdon erotelu ei ole ongelma, TOC voi olla mahdollisuus. Jos yritys haluaa ryhtiliikettä läpi yritystasojen, Lean on hyvä ratkaisu. Kuitenkin jos jokin osa käsiteltyjen menetelmien osista tai tekniikoista auttaa yritystä kehittymään, ne kannattaa ehdottomasti hyödyntää. Vaikka ne ovat erillisiä filosofioita, ne eivät varsinaisesti sulje toistensa käyttöä pois. Enemminkin ne ovat toisiaan tukevia, TOC:n tuotantoketjun ongelmien hahmottamisen ja pullonkaulojen hyödyntämisen, yhdistettynä leanin laadunhallinnan työkaluihin on yleistä maailmalla. TOC ei ota kantaa laadunhallintaan, pois lukien laadun ohjauspisteen rakentamisen pullonkaulaa edeltävälle vaiheelle. Ohjauspisteen toimintaan tai sen tekniseen ratkaisuun se ei ota kantaa (Goldratt&Cox; Nave, 78)

3 TUTKIMUS

3.1 Lähestymiskulma tutkimukseen, tutkimusmenetelmät ja sisällönanalyysi

Tutkimus tehtiin tapaustutkimuksen strategiaa noudattaen, jossa tutkimuskohteeksi on valittu joukko erilaisia toimintoja, eli prosessi. Yleisesti tapaustutkimuksen kohteina ovat erilliset tapahtumat, tilanteet, tai tapahtumajoukot. Opinnäytetyön tapauksessa tutkittava alue oli lavaliiketoiminta ja ennen kaikkea prosessit, jotka tapahtuivat myyntivaiheen jälkeen. Koska haluttiin ottaa huomioon tutkittavan kohteen ympäristö, olosuhteet, ja niihin vaikuttavat tekijät, tapaustutkimus sopi menetelmäksi. Tapaustutkimuksessa kontekstissa, tutkittavan kohteen ominaispiirteitä pyritään kuvaamaan mahdollisimman tarkasti, lavaliiketoiminnan tutkimuksessa pyrittiin myös tähän. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

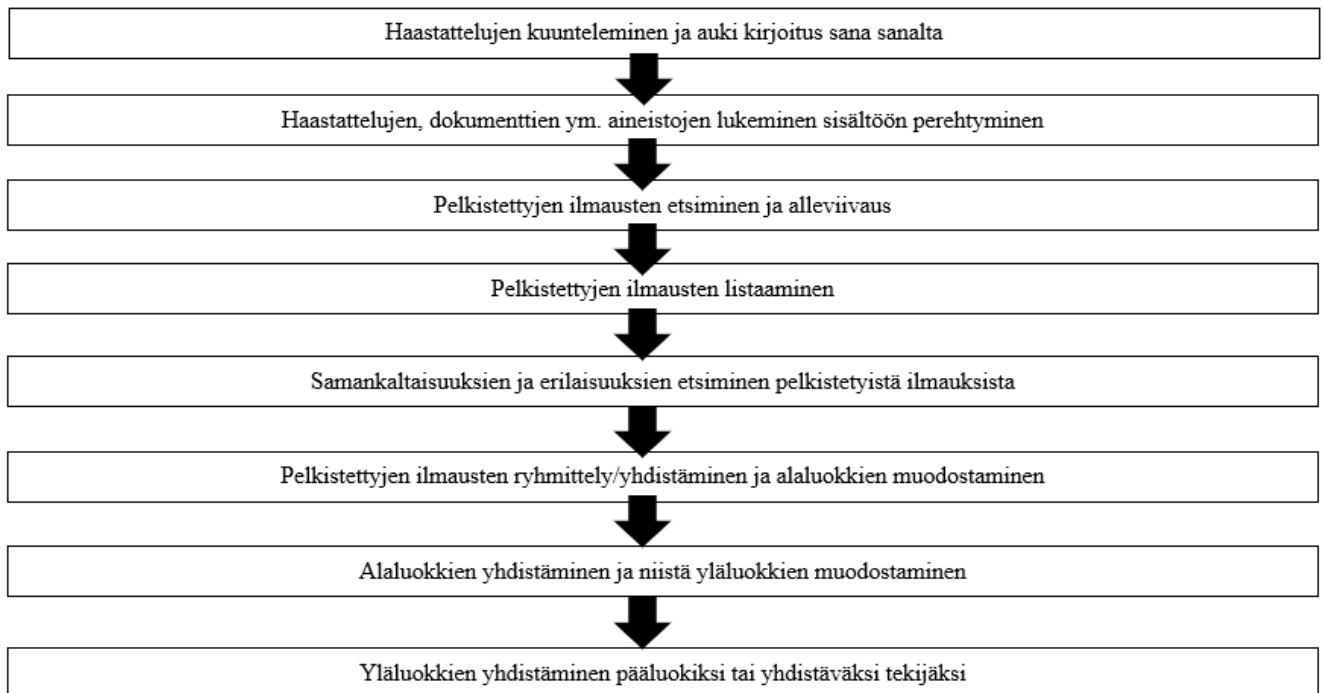
Päädyn käyttämään tutkimusmenetelmänä Mixed Methodsia, koska halusin kokonaiskuvan aiheesta teorian ja kehitysehdotuksien tueksi. Mixed Methods on tutkimusmenetelmä, jossa yhdistyvät kvantitatiivinen tutkimus ja kvalitatiivinen tutkimus. Menetelmien yhdistämistä käytetään usein tapaustutkimuksessa, ja varsinkin silloin kun tutkimuksessa on sekä kuvailemiseen, että selittämiseen pyrkiviä tutkimuskysymyksiä. Yleisesti molempien tutkimusmenetelmien yhdistämisellä saavutetaan parempi ymmärrys tutkittavaan asiaan, mitä olisi saavutettu pelkästään toista menetelmää käyttämällä. Mixed Methods-menetelmän voidaankin katsoa paikkaavan niitä heikkouksia, mitä laadullinen tai määrällinen lähestymistapa yksinään ei kykene selvittämään. (Puusa&Juuti 2020, 308–312; Tuomi&Sarajärvi, 2002, 78–81.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa käytin tulosten mittaukseen, sekä lajitteluun järjestys- eli ordinaaliskaalaa. Tässä muuttujien arvot laitetaan ominaisuuden mukaan luonnolliseen järjestykseen. Tätä menetelmää käytetään kuvaamaan tapahtuman useutta (Heikkilä. T 2008, 81). Puusa & Juuti antoivat kirjassaan *laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät* (2020, 313) esimerkin määrällisestä tutkimuksesta, jossa käytettiin luokittelua ja luokiteltavien ryhmien jakoa pienempiin kokonaisuuksiin. Esimerkissä päädyttiin myös jatkamaan määrällisen aineiston analysoinnin jälkeen laadullisella osuudella, tulosten syventämiseksi. Käytin esimerkkiä oman tutkimukseni ”esikuvana”.

Kvalitatiivisessä tutkimuksessa käytin teemahaastattelu-metodia. Teemahaastattelu sopii monien ilmiöiden tutkimukseen. Yksilön omat kokemukset, maailman katsomus ja tapa ajatella, ovat teemahaastattelu-metodin oletettavia tutkimuskohteita. Menetelmä korostaa tutkittavien elämismaailmaa ja subjektiivisia käsityksiä asioista tai prosesseista, jotka he omakohtaisesti ovat läpikäyneet. Ennen teemahaastattelujen alkua, tutkimuksen tekijän on täytynyt selvittää etukäteen tutkittavien ilmiöiden taustalla vaikuttavat tekijät. Teemahaastattelussa edetään puolistrukturoidun mallin mukaan, keskeisten etukäteen valittujen teemojen mukaan. Haastattelua voidaan syventää tarpeen mukaan tarkentavilla kysymyksillä. On normaalia, että haastattelujen rakenne vaihtelee tarpeen mukaan, eikä ole tärkeää noudattaa ennalta annettua kaavaa niiden läpiviemiseksi. Kuitenkaan siinä ei voida kysellä mitä tahansa, vaan etsittyjen vastauksen täytyy olla merkityksellisiä tutkimuksen kannalta. (Puusa ym, 112–115; Tuomi ym. 87–88.)

Kvalitatiivisen sisällön haastatteluvaiheessa lähtökohtaisesti etsittiin saturaatiota, jolla tarkoitetaan tilannetta, jossa aineisto alkaa toistaa itseään. Aineisto on silloin riittävä, kun se toistaa itseään. Saturaatio eli kylläntyminen on mahdollista saavuttaa, kun tiedetään mitä ollaan hakemassa, ja se ilmenee, kun haetaan aineistolta ”samuutta”. Jos aineistolta haetaan erilaisuutta ei voida puhua saturaation käsitteestä. Alkutietojen perusteella pystyttiin jo odottamaan tietynlaisia tuloksia, ja päädyin kvantifioimaan vastaukset samankaltaisten vastausten esiintymisen prosentuaalisen osuuden mukaan. Kvantifiointi kuuluu sisällön erittelyyn, ja sitä voidaan käyttää sisällönanalyysin apuna. Kvantifioinnilla tarkoitetaan aineiston jatkamista kuvastusta aineistosta määrälliseksi (Tuomi ym 99–100, 118–121).

Varsinaisessa kvalitatiivisessa sisällönanalyysissä käytin alla olevaa etenemiskaavaa (Kuvio 13). Aineisto pelkistettiin ensin, ja yhtenäiset tekijät etsittiin. Tehtävä ei sinällään ollut haastava koska kaikki haastateltavat olivat suhteellisen samoilla linjoilla haastatteluissa. Sen jälkeen aineisto klusteroitiin eli ryhmiteltiin ja abstrahoitettiin eli käsitteellistettiin. Lisää sisällönanalyysin tuloksista luvussa 5.4. (Tuomi ym 123)



KUVIO 13. Aineistolähtöisen sisällön analyysin eteneminen. (Tuomi ym. 123)

3.2 Laskennallinen laatuaineisto

--- Salattu ---

--Salattu--

3.3 Teemahaastattelut

---Salattu---

---Salattu---

4 TOIMINNALLINEN VIITEKEHYS

4.1 Kaivosautonlavojen tuotantoprosessi

---Salattu---

---Salattu---

4.2 Suunnittelu

---Salattu---

---Salattu---

4.3 Esikäsittely

---Salattu---

---Salattu---

4.4 Kokoonpano ja hitsaus

---Salattu---

5 TULOKSET

5.1 Laskennalliset tulokset

---Salattu---

---Salattu---

5.1.1 Laatupalautteiden virhemuodot ja määrät

---Salattu---

---Salattu---

5.1.2 Virhemuotojen juurivirheet ja niiden esiintyminen

---Salattu---

---Salattu---

5.2 Laadulliset tulokset

---Salattu---

---Salattu---

5.3 Sisällönanalyysi

---Salattu---

---Salattu---

5.4 Analyysin tulokset teoreettisen viitekehyksen valossa

---Salattu---

---Salattu---

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

6.1 Tavoitetila TOC:n ja Leanin näkökulmasta

---Salattu---

---Salattu---

6.2 Five focusing steps ja DBR käytännössä – ohjauspiste, jaksoajat ja osakokonaisuudet

---Salattu---

---Salattu---

6.3 Standardointi ja materiaalin optimointi

---Salattu---

---Salattu---

6.4 5S käyttöönotto ja hukkan poisto

---Salattu---

---Salattu---

6.5 Sisäisen laadunhallinnan kehittäminen

---Salattu---

---Salattu---

6.6 AMK-yhteistyö projektiluontoisissa kehityskohteissa

Kuten monilla työpaikoilla, myös Ab. A. Häggblom Oy:llä toimihenkilöresurssit ovat rajallisia. Kuten ymmärrettävää, laajojen tutkimusten ja hankkeiden läpivieminen oman työn ohessa on haasteellista.

Yhtenä mahdollisuutena yrityksen kehitykseen olisi yhteistyökuvio alueen ammattikorkeakoulujen ja muiden oppilaitosten kanssa.

Tässä opinnäytetyössä on tullut esille useita kehityskohteita, jotka vaatisivat syvempää paneutumista aiheeseen. Aiheet sopisivat mahdollisesti työmäärällisesti opinnäytetöiden aiheiksi, ja samalla opiskelijat sekä yritys tutustuisivat toisiinsa. Tämä avaa mahdollisuuksia opiskelijan ja yrityksen mahdollisuuksia jatkaa yhteistyötä tulevaisuudessakin.

7 LOPPUSANAT

Lähdin varsin kevyin odotuksin rakentamaan tätä opinnäytetyötä, ja yllättäen se söikin suurimman osan ajastani. TOC:n tutkimusta hankaloitti kirjallisen aineiston niukka saatavuus, verrattuna vastaavaan Lean-kirjallisuuteen. Kirjallisuutta ja artikkeleja tuli käytyä loppujen lopuksi alkuperäistä suunniteltua monin verroin suurempi määrä. Asetettu aikataulu piti, vaikka loppuvaiheessa täytyikin kiihdyttää tahtia.

Hieman vajaat 1,5 vuotta on pitkä aika tehdä opinnäytetyötä. Todennäköisesti tutkimustuloksissa olisi kirjoitushetkellä enemmän hajontaa mitä haastattelutilanteessa, koska joitain työssä ehdotettuja työkaluja tavallaan on jo sovellettu käyttöön. Varmaan tutkimushetkellä käsillä olleet projektitkin vaikuttivat tulokseen. Myös oma heuristinen näkökulma kasvoi työn aikana, ja yrityksen oma mikrokosmos alkoi avautumaan usein eri tavoin.

Työn loppua kohti mentäessä, myös näkökulmani muuttui työn alkuperäisestä TOC-ideologiasta kohti Lean-ajattelun tuomia mahdollisuuksia. Varsinkin koska olin aikaisemmin hieman karsastanut Leania vanhakantaisen konepajateollisuuden yhteydessä. Taisipa joku entisistä esimiehistänikin todeta Leanin sopivan huonosti hitsaavaan konepajateollisuuteen. Tämä työ onneksi osoitti toisin. Menetelmiä voidaan hyödyntää vanhankantaisessa konepajatoiminnassa. Koneita ei ensimmäisenä tarvitse mennä siirtämään, vaan kokonaiskuva on tärkeämpi.

Tämä työ tarjosi minulle syväluotauksen tutkimus- ja tuotannonohjausmenetelmiin, jotka itselleni olivat varsin etäisiä. Koen oppineeni tuotannonohjauksesta ja prosessien kehittämisestä enemmän opinnäytetyön aikana, mitä yhdelläkään kurssilla tai koko työurani aikana. Työ paljasti minulle ne tavat, joilla tuotantoketjut haavoittuvat, mutta myös sen miten ne voidaan korjata.

Yrityksen näkökulmaa ajatellen, se sai valtavasti tietoa ja sovellusratkaisuja ongelmiinsa, jää nähtäväksi, kuinka pitkälle se on valmis viemään oman kehitystyönsä prosessiensa kanssa. Kuten jo alussa todettua, järjestelmä ei varsinaisesti ole rikki, mutta kehitystyötä kannattaisi ehdottomasti harjoittaa. Opinnäytetyön tavoite, oli yksinkertainen ratkaisu prosessiongelmiiin, se ei valitettavasti toteutunut, vaan toiminnan parantaminen on jatkuva prosessi, sekä vuosien työ. Se vaatii johdolta ja esimiestyöltä uudenlaista päämäärätietoisuutta, että tulokset tulisivat oikeasti näkyviin. Lopputulos on onnistuttu monistamaan maailmalla monta kertaa.

LÄHTEET

Goldratt, E. M. & Cox, J. 2014. Tavoite. 3.uudistettu painos. Juva: Kukonaskel

Goldratt, E. M.1990. Theory of constraints. United states of America: The North River Press

Dettmer, H. W.2000 Constraint Management, United states of America: Quality America Inc.,

Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. 7.painos Helsinki: Edita prima

Internet-sivu: <https://www.toc4finland.com/mita-on-toc/> viitattu 20.4.2023

Kilponen, T. & Jokinen, T. (2020). Standardoitu työ. Oamk_kone with passion: vuodesta 1894, 2 (2), 20–22

Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus.

Liker, J. 2010 Toyotan tapaan. Jyväskylä: Readme

Liker, J. K. & Convis, Gary L. 2012. Toyotan tapa Lean-johtamiseen. Helsinki: Readme

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

Nave, D. 2002. How to Compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints. Quality progress, March 2002. USA. American Society for Quality

Nisula M. 2022 Tuote- ja huoltosuunnitteluprosessien määrittäminen: Case Ab A. Hägglom Oy. Kokkola: Centria Ammattikorkeakoulu. Opinnäyte. Saatavilla <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2022122131271> Viitattu 3.3.2023.

Tuomi, J & Sarajärvi A, 2018 Laadullinen tutkimus & sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. EU: Tammi

- Tuominen K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. Juva: Readme
- Tuominen K. 2021. Lean – käytännössä. Uusittu painos. Juva: Readme
- Puusa, A. & Juuti, P. 2021. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. 2.painos. Tallinna: Gaudeamus
- Pirasten, R. & Farah K. 2006. Continuous Improvement Trio. APICS magazine May 2006. United states of America
- Rother, M. 2011. Toyota Kata. Porvoo: Readme
- Saaranen-Kauppinen, A, & Puusniekka, A 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto [verkkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja]. <<https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>>. (Viitattu 12.3.2023.)
- Schragenheim, E. & Dettmer, H. W. 2000. Manufacturing at warp speed Optimizing Supply Chain Business performance. Boca Raton, FL: St. Lucie Press
- Shah, R. & Ward, P.T. 2007. Defining and Developing Measures of Lean Production, Journal of Operations Management, 25, 785-805
- Vuorinen, T. 2021. Strategiakirja 20 työkalua. 4.painos. Liettua: Talentum media Oy
- Thangarajoo, Y. & Smith, A 2015. Lean Thinking: An Overview. Ind Eng Manage 4: 159. doi:10.4172/2169-0316.1000159