

## Tuotannon kapeikko ja virtaus

### Case Climecon

Jussi Kinnunen

Opinnäytetyö

Toukokuu 2019

Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala

Tradenomi (AMK), liiketalouden tutkinto-ohjelma

Tuotantotalous

Tekijä(t) Kinnunen, Jussi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Toukokuu 2019
	Sivumäärä 38	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Tuotannon kapeikko ja virtaus</b> Case Climecon		
Tutkinto-ohjelma Liiketalouden tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Virtanen Aila		
Toimeksiantaja(t) Climecon Oy		
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää yrityksen kappalevaratuotantoon vaikuttavat kapeikot. Lisäksi pyrittiin arvioimaan kapeikkojen vaikutusta tuotannossa tapahtuvaan virtaukseen ja tätä kautta tuotteen läpimenoaikaan. Toimeksiantajana oli Climecon Oy:n Pihtiputaan tehdas. Kapeikkoteoria ja Lean-filosofia antavat viitekehyksen teoreettiselle tavalle tarkastella kapeikkoa ja virtausta. Molemmat teoriat pyrkivät osaltaan tehokkaaseen ja kannattavaan tuotantoon. Tavoitteena oli osoittaa teorioiden soveltuvuus käytännön ongelmatilanteiden ratkaisujen pohjaksi. Tutkimustyö toteutettiin kvalitatiivisena tutkimuksena. Tietoa kerättiin yrityksestä haastattelemalla työnjohtoa ja työntekijöitä sekä tutustumalla tuotantotiloihin ja -välineisiin paikan päällä. Lisäksi käytiin läpi tuotannollinen prosessi ja kuinka sitä johdettiin.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena löydettiin kolme virtausta vastustavaa kapeikkokohtaa. Näitä ovat suunnittelun ja levytyökeskuksen kapasiteetit sekä tavoitetoimitusajat. Jokaisen kohdalla arviointiin tämän hetken tilanne ja esitettiin teorioiden pohjalta ratkaisuja virtaustehokkuuden parantamiseksi. Ratkaisuehdotuksia ei sovellettu työn aikana käytäntöön.</p> <p>Asiakas määrittää hänelle arvoa tuottavat ja hänelle tarpeelliset toiminnot, joita hän tuotteeseen haluaa. Yrityksen on pystyttävä vastaamaan asiakkaan tarpeisiin. Tämä tarkoittaa käytännössä asiakaslähtöistä, virtaustehokasta ja varastotonta tuotantoa. Näin voidaan sekä toteuttaa asiakkaan tarpeet, jotta pystytään pitämään tuotannollinen toiminta kannattavana. Resurssitehokkuus on ollut keskeistä tuotannollisessa toiminnassa. Liiallinen keskittyminen resurssitehokkuutteen aiheuttaa ongelmia, seurauksena on hukkatyön lisääntyminen ja läpimenoaikojen pidentyminen. Tuotannollisesta toiminnasta onkin tullut resurssitehokkuuden ja virtaustehokkuuden välinen kamppailu. Resurssit on pidettävä tehokkaassa käytössä, mutta virtauksesta on huolehdittava.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )  kapeikko, virtaus, kapeikkoteoria, Lean		
Muut tiedot ( <a href="#">salassa pidettävät liitteet</a> )		

Author(s) Kinnunen Jussi	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2019
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 38	Permission for web publication: x
Production's constraints and flow <b>Title</b> Case Climecon		
Degree programme Business Administration		
Supervisor(s) Virtanen, Aila		
Assigned by Climecon Oy		
<p><b>Abstract</b></p> <p>The aim of this thesis was to find out the constraints of bulk goods in manufacturing process. Additionally the thesis tried to estimate what kind of effect particular the constraints have on flow and lead times. Climecon Ltd was contractor.</p> <p>The theoretical framework for the investigation came from Theory of Constraints and Lean -philosophy. Such theories intend to achieve profitable and efficient production. The purpose of the thesis was to show the applicability of theories in practise for certain problematic situations. This research was made as a qualitative study. Information for the thesis was collected by interviewing management and employees. Exploring topics relating to the manufacturing line, process, management and equipment whit in the factory.</p> <p>The result from the study revealed three constraints. They were; design, punching machine and delivery time lines. Every item was evaluated and solutions were made according to the Theories of Constraint and Lean. Developed solutions were not used in practise during the research.</p> <p>Customers specified values and functions they wanted in products. The company to be successful must respond to the needs of clients. That means customer – oriented, flow – efficient and production without additional work in process and storage. The efficiency of resource has been essential in today`s manufacturing sector. It has also caused problems like wasted work and increased lead times. The production has become a battle between the efficiency of resources and efficiency of flows. Recourses must use efficiency, but also care must be taken of flow.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) constraints, flow, Theory of Constrains, Lean		
Miscellaneous ( <a href="#">Confidential information</a> )		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Opinnäytetyön tausta ja tarkoitus .....</b>	<b>3</b>
1.1	Tausta .....	3
1.2	Tutkimustehtävä.....	3
1.3	Tutkimusmenetelmä ja aineiston kerääminen.....	4
<b>2</b>	<b>Virtauksella arvoa asiakkaalle.....</b>	<b>5</b>
2.1	Hyvän kilpailukyvyn edellytykset.....	5
2.2	Asiakslähtöisyys .....	7
2.3	Läpimenoaika .....	7
2.4	Varastot .....	9
<b>3</b>	<b>Teorioiden periaatteet ja tavoitteet.....</b>	<b>10</b>
3.1	Lean .....	10
3.2	Kapeikkoteoria.....	12
3.3	Yhtäläisyydet ja erot Leanissa ja kapeikkoteoriassa .....	13
<b>4</b>	<b>Parempaan virtaukseen .....</b>	<b>14</b>
4.1	Resurssitehokkuus.....	14
4.2	Virtaustehokkuus.....	16
4.3	Paremman virtauksen hyödyt .....	17
4.4	Hukan poistaminen .....	18
4.5	Kapeikkojen johtaminen ja kehittäminen .....	19
<b>5</b>	<b>Tuotannon prosessikuvaus .....</b>	<b>21</b>
5.1	Myynti ja tuotannonohjaus .....	21
5.2	Valmistusaikataulu .....	22
5.3	Tuotanto .....	24
5.4	Lähetys.....	26

	2
<b>6 Virtausta vastustavat kapeikot .....</b>	<b>27</b>
6.1 Suunnittelu .....	28
6.2 Levytyökeskus.....	28
6.3 Tavoitetoimitusajat .....	30
<b>7 Johtopäätökset.....</b>	<b>31</b>
<b>Lähteet.....</b>	<b>33</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>35</b>
Liite 1. Tavoitetoimitusajat.....	35
<b>Kuviot</b>	
Kuvio 1. Asiakkaalta saadun informaation perusteella syntyy tuotevirta.. .....	6
Kuvio 2. Kingmanin kaava.....	8
Kuvio 3. Varasto.....	9
Kuvio 4. Resurssitehokkaassa tuotannossa kapasiteetin käyttöaste on korkea .....	15
Kuvio 5. Keskittyminen resurssitehokkuuteen synnyttää toissijaisten tarpeita .....	16
Kuvio 6. Virtaustehokkaassa tuotannossa keskitytään tuotteen arvoa lisäävään aikaan. ....	17
Kuvio 7. Huuva.....	23
Kuvio 8. Ilmastointikatto. ....	23
Kuvio 9. Särmäyspuristin .....	25
Kuvio 10. Ilmastointikattojen osia .....	26
Kuvio 11. Valmiita tuotteita .....	27

# 1 Opinnäytetyön tausta ja tarkoitus

## 1.1 Tausta

Opinnäytetyön aiheena on selvittää kapeikkojen vaikutusta tuotantoon. Case-yrityksenä on ilmastoinnin osia valmistava Climecon Oy. Pihtiputaan tehtaan tehdaspäällikkö kertoi, että työntekijöitä yrityksellä on kaikkiaan noin 50 joista Pihtiputaalla 12. Opinnäytetyö toteutetaan yrityksen Pihtiputaan tehtaalla.

Case-yritys on tehnyt investointeja tuotantoon. Mitään akuuttia pakkoa suuriin muutoksiin ei ole. Yrityksen on kuitenkin seurattava kilpailijoita ja kehityttävä miettimällä seuraavaa tuotannollista toimenpidettä. Jatkuvan parantamisen tärkeimmät kohdat löytyvät usein juuri kapeikkojen kohdalta. Investoinnit on osattava tehdä oikeaan paikkaan. Virtausta vastustava kapeikko on huomioitava tuotannonohjauksessa ja investointien suunnittelussa. Tutkimuksen tarkoituksena on verrata yrityksen nykyistä tuotantoa virtauksen näkökulmasta kapeikkoteoriasta ja Lean-filosofiasta löytyvien periaatteiden mukaisesti.

Tämän opinnäytetyön teorialähteet löytyvät alalta kirjoitetuista kirjoista, graduista, tutkimuksista ja tieteellisistä artikkeleista. Tärkeimpinä lähteinä on käytetty Goldrattin & Coxin suomennettua teosta Tavoite (1986), jossa Goldratt esittelee kapeikkoteorian. Modigin & Åhlströmin kirja Tätä on Lean (2013) puolestaan tiivistää Lean ajatuksen virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden väliseksi tasapainoiluksi.

## 1.2 Tutkimustehtävä

Yritykset tuottavat tavaroita jalostamalla materiaalia erilaisissa prosesseissa. Työvaiheiden kapasiteetit ja niihin käytetty aika vaihtelevat. Tuotteen valmistus vaatii tapahtumilta määrättyä järjestystä. Kyse on tuotteen tai palvelun virtauksesta läpi prosessin esim. raaka-aineen jalostuksesta valmiiksi tuotteeksi tai vaikka auton katsastuksesta ilmoittautumisesta hyväksyty tai hylätty päätökseen asti. Jokaisesta yrityksestä löytyy kapeikko tai kapeikkoja, jotka vastustavat virtausta. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, mitä kapeikot ovat, mihin niitä syntyy ja millaisia vaikutuksia niistä

seuraa. Työssä haetaan ratkaisuja kapeikkojen aiheuttamiin ongelmiin ja kerrotaan, kuinka ne on otettava huomioon tuotantoa tai palvelua järjestettäessä. Tutkimuksen tuloksena virtausta vastustava kapeikko on löydetty ja sille on arvioitu vaihtoehdot jatkoa varten. Tavoitteena on hyvin virtaava ja kilpailukykyinen tuotanto.

Ilmastointilaitteisiin keskittyvän yrityksen Pihtiputaan yksikköön tutustuminen tapahtui paikan päällä. Suurkeittiöiden ilmastointikatot ja huuvat valmistetaan ruostumattomasta teräksestä. Koneet ja laitteet ovat ohutlevytuotantoon soveltuvia leikkureita ja taivutuskoneita. Empiirinen tutkimus tehtiin tutustumalla tehtaan tuotantoon yrityksen toimipaikassa Pihtiputaalla. Haastattelemalla tuotannon ja työnjohdon ihmisiä pystyttiin laatimaan prosessikuvaus. Apuna käytettiin myös tuotannonohjauksesta saatuja tietoja asiakastilauksista sekä tavoitetoimitusajan aikataulutusta.

Yrityksellä ei ollut huomautettavaa tutkimuksen lopputulemaan. Havaitut ongelma-kohtat vaativat lisäselvityksiä ja tarkempia laskelmia toimenpiteiden toteuttamiseksi.

### 1.3 Tutkimusmenetelmä ja aineiston kerääminen

Case-yritykseen tehdään kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus. Case-tutkimuksessa työ tehdään oikealle olemassa olevalle toimeksiantajalle. Tässä tapauksessa case-yrityksestä haetaan aitoja tuotannollisia ongelma kohtia. Ratkaisuksi haetaan aiemmin tutkittua tietoa eli teoriaa. Aineiston keräämiseksi voidaan käyttää kvantitatiivisia tai kvalitatiivisia menetelmiä, koska case-tutkimus on usein monimenetelmäinen. (Kananen 2016, 88.) Käytännön ja teorian yhteensovittaminen on keskeistä konstruktivisessa tutkimuksessa. Tutkijan täytyy löytää ratkaisuja oikeassa elämässä esiintyviin ongelmiin teorian tietoon perustuen. (Kananen 2017, 15.)

Työ rajataan koskemaan vain yrityksen Pihtiputaan tehtaalla valmistettavia ammatti-keittiöiden huuvia ja ilmastointikattoja. Alkupiste on tilausvahvistuksen kirjaaminen tuotannonohjausohjelmaan ja loppupiste on valmis paketti odottamassa kuljetusta asiakkaalle. Aluksi otetaan selvää tuotannon ohjauksesta ja sen käyttäjältä tuotteen vaatimat valmistusprosessit.

Muuta tutkimusaineistoa kerätään havainnoimalla yrityksen toimintatapoja ja haastattelemalla työntekijöitä. Heiltä saatujen tietojen perusteella paikannetaan ongel-

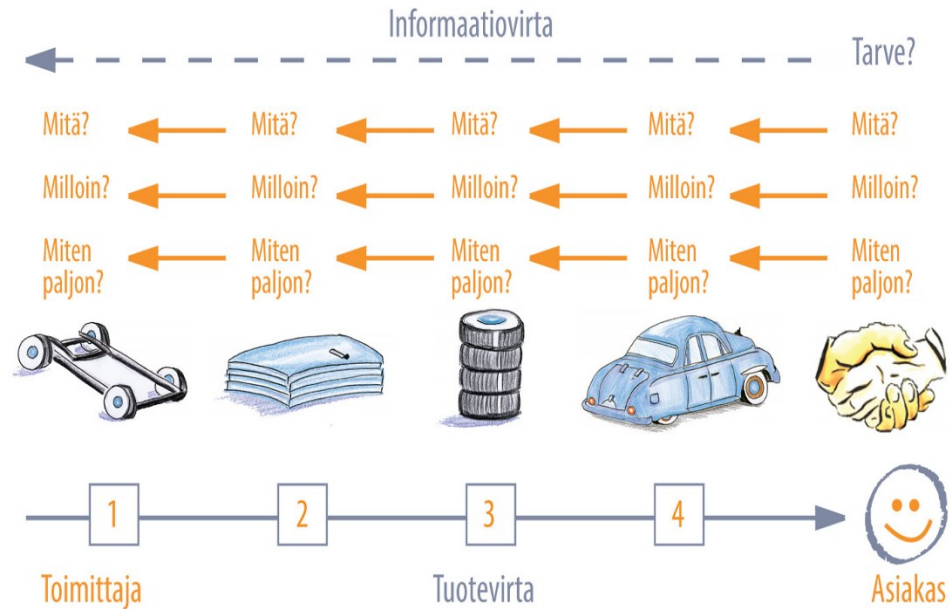
makohdat ja päästään selvittämään jatkotoimia. Kun aineisto on kerätty ja analysoitu, mietitään ongelmaan ratkaisuehdotus teorioiden pohjalta ja parhaassa tapauksessa sitä sovelletaan käytäntöön.

## **2 Virtauksella arvoa asiakkaalle**

### **2.1 Hyvän kilpailukyvyn edellytykset**

Ollakseen kilpailukykyinen yrityksen on tehtävä strateginen valinta tuotantomuodosta. Tuotetaanko suuria eräkokoja varastoon vai yksittäiskappaleita asiakkaan tarpeeseen räätälöityinä tuotteina? Tuotantoprosessi sisältää perinteisesti kolme eri virtausta: informaatiovirran, materiaalivirran ja rahavirran. Tuotteiden valmistamiseksi tarvitaan tietoa siitä, mitä tehdään kenelle ja milloin. Globaalissa maailmassa tieto liikkuu sähköisen tiedonsiirron kautta nopeasti maasta ja maanosasta toiseen. (Hokkanen & Karhunen 2014, 14.) Toyota Motor Corporation oli ensimmäinen yritys, jossa koko tuotantoprosessi käsitettiin yhdeksi virtaukseksi. (Ks. kuvio 1.) Toyotalla ymmärrettiin että, oli tärkeää tietää, mitä, milloin ja miten paljon asiakas tarvitsi tuotteita. Informaatio virtasi tuotantoon ja materiaalivirta asiakkaalle juuri oikean laatusena. (Modig & Åhlström 2013, 72–73.)





Kuvio 1. Asiakkaalta saadun informaation perusteella syntyy tuotevirta (Modig & Åhlström 2013, 73).

Useat tuotteet sisältävät entistä enemmän asiakkaan haluamia yksilöllisiä ominaisuuksia. Ominaisuudet, jotka luovat lisäarvoa asiakkaalle, tekevät tuotteista haluttavia. Tuotteiden kustannustehokas ja kilpailukykyinen valmistaminen vaatii tuotannolta tehokasta virtausta ja lyhyttä läpimeno aikaa, ja siihen niitä auttavat kapeikkoteoria ja Lean. Lean pyrkii vakioimaan toimintamalleja hukkan poistamiseksi ja samalla löytämään tasapainon resurssitehokkuuden ja virtaustehokkuuden välillä. TOC, Theory of Constraints eli kapeikkoteorian soveltaminen auttaa ymmärtämään tuotannon kapeikkojen merkityksen ja kohdistamaan tuotantoa parantavat toimenpiteet oikeaan kohtaan prosessissa. Yritykselle tutkimuksesta voi olla hyötyä sen arvioidessa tulevia investointeja. (Goldratt & Cox 1987; Modig & Åström 2013.) Työn teoriaa ja pohdintoja voi varmasti soveltaa yrityksen muidenkin tuotteiden läpimenoaikojen parantamiseen. Resurssien osaoptimointia tulee välttää ja keskittyä tuotannon kanalta eniten virtausta vastustaviin tekijöihin. Tämä pätee myös muihin ja muilla aloilla toimiviin yrityksiin. Aiheesta löytyy useita laaja-alaisia tutkimuksia ja käytännön sovelluksia.

Yrityksen on huomioitava aikaisempaa paremmin asiakkaan vaatimukset. Kilpailukykyä parantaa tuotannon lyhyt läpimenoaika ja varastojen oikea taso sekä kustannusten pitäminen alhaisina.

## 2.2 Asiakslähtöisyys

Asiakas haluaa rahalleen parhaan mahdollisen vastineen. Yritys puolestaan pyrkii täyttämään asiakkaiden tarpeet mahdollisimman vähillä resursseilla. Asiakslähtöisyys sovittaa yhteen molempien osapuolien tarpeet. Asiakas määrittää tuotteeseen arvoa tuottavat toiminnot. Yrityksen on seurattava kehitystä ja sopeuduttava asiakkaiden muuttuneisiin vaatimuksiin tai edessä on liiketoiminnan supistuminen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 377–378.) Rahat yrityksen pyörittämiseen ovat asiakkaiden taskussa. Selvittämällä asiakkaiden tarpeet ja parantamalla tuotteita heidän haluamaansa suuntaan, yrityksen kilpailukyky on turvattu. (Hokkanen & Karhunen 2014, 311.) Etenkin tilauslähtöisessä tuotannossa on tärkeä oppia tuntemaan asiakkaan tarpeet. Näin vältetään virheinvestoinneilta ja pystytään panostamaan oikeaan teknologiaan. (Modig & Åhlström 2013, 72.)

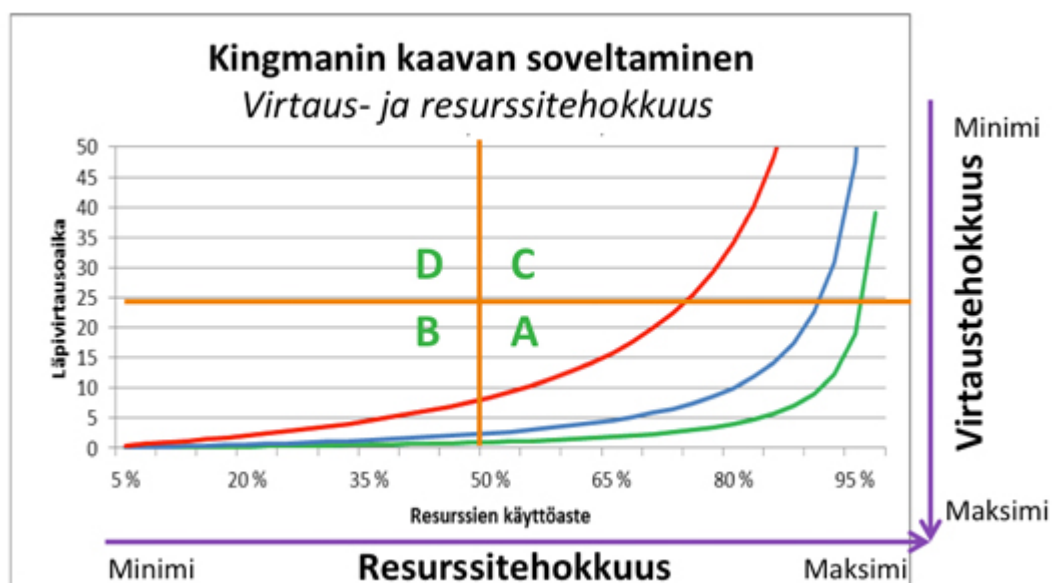
Asiakkuus on myös ymmärrettävä yrityksen sisäisissä toiminnoissa. Sisäisellä asiakkuudella tarkoitetaan yrityksen sisällä ja prosessien välillä tapahtuvia toimintoja. (Modig & Åhlström 2013, 73). Esimerkiksi levytyökeskuksen ja särmäyksen välillä voidaan ajatella olevan tilaaja-toimittaja suhde. Levytyökeskuksen laadun ja aikataulun tulisi tyydyttää sisäisen asiakkaan vaatimuksia.

## 2.3 Läpimenoaika

Tuotteen läpimenoaika voidaan käsittää monella eri tavalla. Aloitus- ja lopetuspiirteen voi valita lähes mistä tahansa tuotannon tai palvelun kohdasta. Tärkeää on valita mittauspisteet tarkoituksenmukaisesta kohdasta. Tutkitaanko jotakin tuotannon osa-aluetta vai koko tuotannon läpimenoaikaa? Suunnittelu, materiaalihankinta, osavalmistus, kokoonpano ja lähtölogistiikka kuuluvat valmistuksen kokonaisläpäisyajan. (Hokkanen & Karhunen 2014, 211.) Tuotteen kulkiessa läpi prosessien se jalostuu asiakkaan haluamaan suuntaan. Olennaista on se, että suurin osa ajasta on odot-

tamista ja vain pieni osa on varsinaista työaika. (Haverila ym. 2009, 401.) Hidas, pitkiä odotusaikoja sisältävä monimutkaisen näköinen prosessi piilottaa tehokkaasti ongelmakohdat. Läpäisyajan lyhentäminen auttaa tuotannon ohjattavuuteen, virheiden ja häiriöiden poistamiseen ja toiminnan itseohjautuvuuden parantumiseen. (Haverila ym. 2009, 404–405.) On ymmärrettävää, että koneita, laitteita ja työvoimaa pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti. Mutta on myös selvää, että mitä korkeammaksi käyttöasteet nousevat, sitä suurempia riskejä siihen sisältyy. Mitä lähempänä ollaan sadan prosentin kapasiteetin käyttöastetta, sitä pidemmäksi läpimenoaika kasvaa. Läpimenoajan kasvu ei ole lineaarista vaan eksponentiaalista. Tämä tarkoittaa tilausohjautuvan tuotannon kapeikkokohdassa todellista riskiä toimitushäiriöille. (Modig ym. 2013, 42–43.)

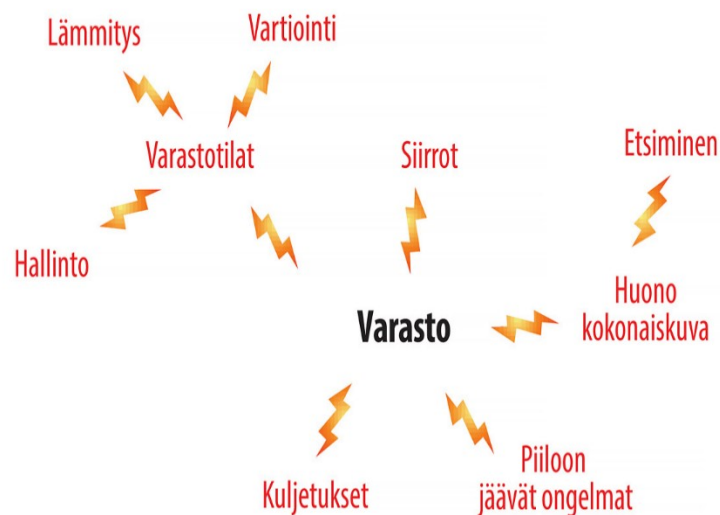
Kuviossa 2 näkyvä Kingmanin kaava visualisoi nopean muutoksen kapasiteetin käyttöasteen vaikutuksesta läpivirtaukseen ja virtaustehokkuuteen. Resurssitehokkaassa tuotannossa häiriö läpivirtauksessa tarkoittaa tuotantoketjussa ylimääräistä työtä eli hukkaa. Punainen käyrä Kingmanin kaavassa näyttää suuresta vaihtelusta seuraavan nopean virtaustehokkuuden laskun. Vihreä käyrä selventää pienen vaihtelun vaikutusta virtaustehokkuuteen ja samalla molemmat käyrät osoittavat vaihtelun merkityksen kapasiteetin käyttöasteeseen. (Kingmanin kaava n.d.)



Kuvio 2. Kingmanin kaava. (Kingmanin kaava n.d.)

## 2.4 Varastot

Rahan näkökulmasta yrityksen varasto on vaihto-omaisuutta, joka on materiaaleja tai puolivalmisteita tuotannon tarpeisiin. Fyysisesti se on tila, jossa tavaroita säilytetään. Perinteisesti varastoon hankituista materiaaleista tehtiin varastoon tuotteita, jotka sitten pyrittiin myymään mahdollisimman hyvään hintaan. Varasto tai varastointi itsessään ei tuo lisäarvoa. Nykyaikaisessa tuotannossa se on kuluerä, josta pitäisi päästä eroon. Varastoon liittyy myös riskejä ja ongelmia, joita on syytä välttää. Näitä ovat mm. ennustevirheet, kysynnän muutokset ja heikko laatu. (Ks. kuvio 3.) Varastoja on haluttu pitää siksi, että se olisi edellytys nopeille toimituksille, taloudelliselle valmistukselle ja hyvälle asiakaspalvelulle. Syyt varastoinnille löytyvät usein huonosta suunnittelusta organisaatiossa, myynnissä ja toimitusketjussa. (Hokkanen & Karhunen 2014, 125–126.) Kuvio 3 selviää, että varastointiin liittyy paljon ylimääräistä työtä ja kustannuksia. Lean-ajattelussa varastoista pyritään kokonaan eroon tai pitämään varastot mahdollisimman pieninä (Modig & Åhlström 2013, 52).



Kuvio 3. Varasto. (Modig & Åhlström 2013, 52)

### 3 Teorioiden periaatteet ja tavoitteet

Tässä luvussa esitellään lyhyesti kaksi eri teoriaa, jotka käsittelevät yrityksen prosesseja ja niiden välisiä suhteita. Ne auttavat yritystä ymmärtämään ja ratkaisemaan virtausta ja siihen liittyviä ongelmia. Molemmat teoriat pyrkivät parantamaan yrityksen läpi kulkevaa virtausta. Läpäisyajkojen lyhentäminen ja kaiken turhan poistaminen prosessien eri vaiheista ja niiden väliltä on keskeistä. Keskitytään asiakkaalle arvoa tuottaviin toimintoihin ja pyritään hallitsemaan virtausta vastustavia kapeikkoja. Lean ja kapeikkoteoria antavat vastauksia tuotannon ongelmakohtiin.

#### 3.1 Lean

Yhdysvalloissa tutkittiin japanilaista tuotantoa International Motor Vehicle Program (IMVP) tutkimusohjelmassa. Tutkimuksen tuloksena huomattiin japanilaisen autoteollisuuden tuotannon olevan laadullisesti parempi, joustavampi sekä tuottavampi kuin muun maailman autoteollisuus. (Haverila ym. 2009, 362.) Toyotan autotehtaalla työskennellyt Taiichi Ohno on Toyota Production Systemsin isä. Hänen ajatuksensa oli, että tuotteen valmistus oli tilauksen ja maksun välinen aika. Arvoa tuottamaton työ näiden kahden tapahtuman välistä tulee karsia minimiin. Näin syntyi JIT -tuotanto eli (Just In Time) tuotantomuoto, joka perustui pienerävalmistukseen juuri oikeaan tarpeeseen ilman varastoja. John Krafcik vertasi vuonna 1988 kahta tuotantojärjestelmää keskenään japanilaista kevyttä tuotantomuotoa ja länsimaista raskasta tuotantomuotoa. Hän osoitti, että Toyotan kevyt, virtaava ja varastoton tuotanto oli selvästi tehokkaampi verrattuna raskaaseen, mittakaavaetuun perustuva länsimainen tuotanto. Krafcik nimesi japanilaisten tuotantojärjestelmän Leaniksi. (Modig ym. 2013, 78–79) Prosessinjohtamisjärjestelmä Lean on nykyisin käytössä ympäri maailmaa ja monilla eri toimialoilla. Alun perin pelkästään valmistavan teollisuuden käytössä ollutta Leania sovelletaan tänä päivänä myös palveluiden tuotantoon. (Liker, Jeffrey, Convis & Gary 2012, 2–3.) Lean perustuu korkeaan laatuun, turhien tehtävien poistamiseen, tuotantoprosessien jatkuvaan parantamiseen sekä pieneen sitoutuneeseen pääomaan. Leanin perusta on siis japanilainen JIT -tuotanto sovellettuna ja kehitettynä länsimaiseen toimintaympäristöön. (Haverila ym. 2009, 361.)

Leanissa JIT -tuotannon virtaustehokkuus yhdistettiin visuaaliseen ohjaukseen ja näin syntyi virtaustehokkuuden strategia. (Modig ym. 2013, Esipuhe.)

JIT- tuotannon keskeinen periaate on tuottaa tavaroita ilman varastoa ja käyttää ohjauksessa imuohjausta. Varastoon ei sidota turhaan pääomaa eikä synnytetä tarpeettomia varastokustannuksia ja tuotteet imetään tarvetta vastaavasti läpi prosessien. (Hokkanen ym. 2014, 212). Goldrattin kapeikkoteoria käyttää hyväkseen kapeikkoa tuotannonohjauksessa. Imuohjausta käytetään ennen kapeikkoa ja työntöohjausta kapeikon jälkeen. Tuotteet imetään kapeikon läpi, sen jälkeen suuremman kapasiteetin omaavat valmistusvaiheet selviytyvät tuotannosta aikataulun mukaisesti. (Gustafson, Nykänen & Nyberg 1988, 11.)

Onnistumisen perusedellytykset JIT-tuotannolle yritysten tai saman yrityksen eri tuotantoyksiköiden välillä ovat seuraavat:

- Valmistusketjuun kuuluvien yritysten on toimittava joustavasti ja reagoitava muuttuviin tilanteisiin.
- Tehokas informaatiovirta yritysten välillä antaa mahdollisuuden sopeutua nopeasti muutoksiin tuotannossa.
- Lyhyet läpimenoajat ja pieni keskeneräisen tuotannon määrä pienentävät riskiä epäkurantin varaston syntymiseen.
- Tuotantojärjestelyn (layout) lattiatasolla on oltava selväpiirteinen.
- Varastojen käyttäminen tuotannon puskurina tai varmuuden vuoksi on kielletty.
- Monitaitoinen henkilöstö pystyy joustavasti siirtymään työpisteeltä toiselle tuotannon tarpeiden mukaan. (Hokkanen & Karhunen 2014, 212 – 214.)

JIT-filosofiassa tuodaan esille myös keinoja, joilla pyritään poistamaan turhat ja hyödyttömät vaiheet tuotannosta. Keinot on koottu seitsemäksi teesiksi. Teesit ovat seuraavat:

1. Tuotanto käynnistyy vasta asiakkaalta saadun tilauksen perusteella.
2. Yritys ei voi laskuttaa asiakasta odottamisesta ja etsimiseen käytetystä ajasta.

3. Yritys ei voi laskuttaa asiakasta turhasta tuotteen käsittelystä tai kuljettamisesta.
4. Yritys ei voi laskuttaa asiakasta varastoinnissa syntyvästä hävikistä tai varaston arvonalennuksesta.
5. Yritys ei voi laskuttaa ylimääräisestä työstä tuotteen kanssa.
6. Turhat liikkeet ja siirtymiset työpisteessä tuhlaavat aikaa.
7. Virheellisesti valmistettujen tuotteiden korjaaminen on tuhlausta.

Tuotteiden valmistuksessa pitää pyrkiä eräkokoon yksi. Tämä poistaa prosessien väliltä keskeneräistä tuotantoa. Asetusajat muutetaan jakamalla ne kahteen osaan: ulkoiseen ja sisäiseen asetusaikaan. Ulkoinen asetusaika tapahtuu silloin, kun kone on vielä toiminnassa, eli tehdään asetusaikaan tarvittavat valmistelutyöt. Sisäinen asetusaikojen muuttaminen tapahtuu koneen ollessa pysähdyksissä. (Hokkanen & Karhunen 2014, 212–214.)

### 3.2 Kapeikkoteoria

Kapeikoksi määritellään resurssi, jonka kapasiteetti on pienempi kuin markkinoiden kysyntä. Siksi virtausta vastustava kapeikko määrittää myös sen, millaisella tahdilla tuotteista voidaan saada rahaa. Kapeikossa menetetty aika on menetetty koko tuotannossa. Ei-kapeikoksi määriteltyjen työvaiheiden käyttö ilman kysyntää heikentää yrityksen tulosta, koska se aiheuttaa vain ylimääräisiä varastoja. (Gustafson, Nykänen & Nyberg 1988, 8–9.)

Eliah Goldratt (1947–2011) oli israelilainen tiedemies ja TOCin eli Theory of Constraints luoja (Goldratt & Goldratt-Ashlag, 2017, Alkusanat). Goldratt esitteli (1987) kapeikkoteoriaansa peruseriaatteet poikkeuksellisesti romaanin muodossa. Englanninkielisessä romaanissa, *The Goal*, hän johdatteli lukijansa ajattelemaan tehtaan prosesseja ja niiden läpi kulkevaa virtausta yrityksen rahan ansaitsemisen näkökulmasta. Tuotannollisten prosessien lainalaisuuksia hän selvensi yksinkertaisin ja selvin esimerkein.

Yrityksen tavoitteena on ansaita rahaa. Siihen päästäkseen yrityksen on hallittava tuotannon prosessien kapasiteettia ja tätä kautta varastoja sekä tuotantokustannuksia. (Goldratt & Cox 1987, 48, 55–56.)

Kapeikkoajattelun lähtökohtana on yrityksen voitontavoittelu ja kannattavuus. Goldratt (1987) määritteli yrityksen kannattavuuden kolme keskeistä mittaria: kassavirta, nettovoitto ja sijoitetun pääoman tuotto. Nostamalla läpivirtausta, vähentämällä varastoja ja pienentämällä valmistuskustannuksia kasvatetaan kassavirtaa nettovoittoa ja sijoitetun pääoman tuottoa. (Goldratt & Cox 1987, 56.)

Tuotteita valmistavan tehtaan tarkoituksena on muuttaa materiaalit työn ja rahan avulla myytäviksi tuotteiksi. Kapeikkoajattelu tarkoituksena on välttää osaoptimoimista, ja siksi se tarkastelee yrityksen toimenpiteitä kokonaisuuden ja voiton tavoittelun kannalta. (Gustafson ym. 1988, 7.)

Investointeja tai muutoksia tuotantoon suunniteltaessa voidaan esittää seuraavia kysymyksiä:

- Lisääkö toimenpide myyntiä eli syntykö uutta laskutettavaa?
- Miten toimenpide vaikuttaa varastoihin eli saadaanko varastojen arvoa ja määrää laskettua?
- Laskevatko käyttökustannukset ja saadaanko tätä kautta parannettua tuotteesta saatua katetta?

Jos vastaus kaikkiin kysymyksiin on negatiivinen, ei suunniteltu toimenpide auta yritystä parantamaan kannattavuuttaan. (Gustafson ym. 1988, 7.)

### 3.3 Yhtäläisyydet ja erot Leanissa ja kapeikkoteoriassa

Lean (visuaalinen ohjaus ja JIT) sekä kapeikkoteoria sisältävät yhteisiä tavoitteita. Molempien tarkoituksena on tehostaa tuotantoa tekemällä siitä helpommin ohjattavaa ja mahdollisimman vähän resursseja kuluttavaa. Molemmista löytyvät myös jatkuvan kehittämisen askeleet. Elinikäinen oppiminen ja seuraavien haasteiden etsiminen on keskeistä molemmille. Kehittäminen toteutetaan eri tavoilla. Lean käyttää useita eri tapoja kehittää tuotantoa ja korostaa kaiken turhan poistamista yrityksen



kaikista prosessien vaiheista. Kapeikkoteoriassa keskitytään virtausta eniten ahdistaviin kapeikkoihin ja se korostaa enemmän yrityksen ansaitsemista.

Teorioiden vastakkainasettelulle ei ole tarvetta, koska molempia voidaan ja kannattaa käyttää täydentämässä toisiaan. Leania voi käyttää kokonaisvaltaisessa kehittämisessä ja kapeikkoajattelua rajallisten resurssien tarkassa kohdentamisessa. (Gustafson, Nykänen & Nyberg 1988, 15–16.)

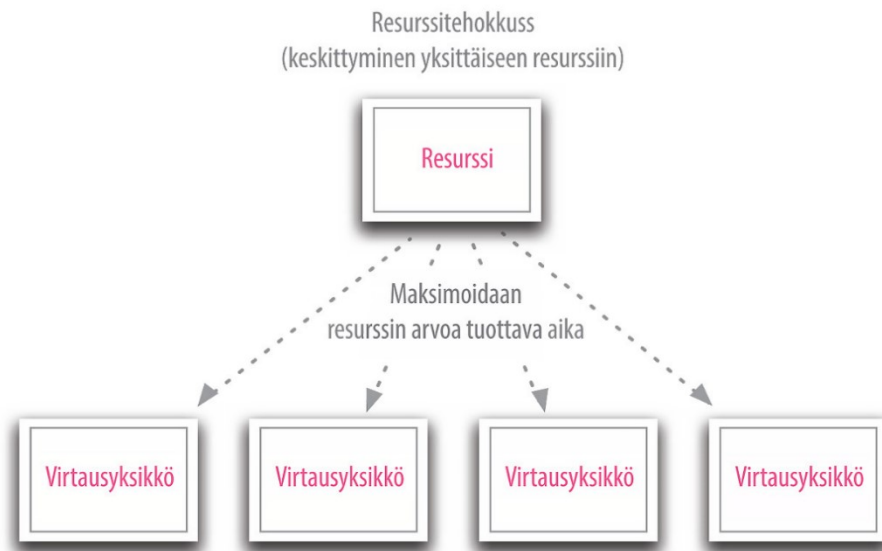
## **4 Parempaan virtaukseen**

Kapasiteetin lisääminen tapahtuu asteittain, sillä lisäys vaatii yleensä uusia koneita ja ihmisiä. Kapasiteetin kasvattaminen voi olla ja on usein yritykselle merkittävä investointi, siksi sitä on harkittava tarkkaan.

Yrityksen on myös mietittävä kapasiteetin lisäyksen kokoluokkaa ennustetun kysynnän mukaan. Liian pieni investointi kapasiteettiin johtaa tulojen menetykseen tulevaisuudessa ja liian suuri investointi puolestaan voi riskeerata yrityksen kannattavuuden. (Haverila ym. 2009, 366.)

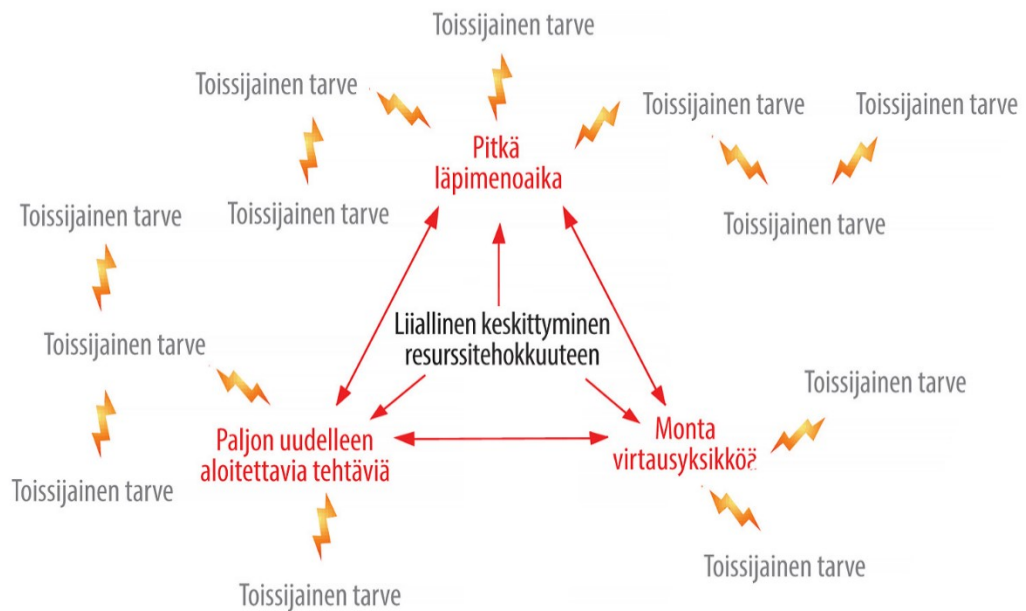
### **4.1 Resurssitehokkuus**

Monet organisaatiot keskittyvät resurssi- eivätkä virtaustehokkuuteen. Resurssien mahdollisimman täysmittaista hyödyntämistä pidetään niin tärkeänä asiana, että siitä muodostuu tuotannon päätarkoitus (Ks. Kuvio 4). Liiallisesta keskittymisestä resurssitehokkuuteen seuraa kolme ongelmaa ja sitä voidaan kutsua myös tehokkuusparadoksiksi.



Kuvio 4. Resurssitehokkaassa tuotannossa kapasiteetin käyttöaste on korkea (Modig & Åhlström 2013, 21).

Keskittymällä liikaa resurssitehokkuuteen syntyy tarpeita, joita ei alun perin ole ollut olemassakaan. Virtausyksiköiden määrä alkaa kasvaa jonoksi ennen työpistettä. Seurauksena on läpimenoajan piteneminen ja uudelleen aloitettavien tehtävien kasvaminen. Näiden tapahtumien yhteisvaikutuksena syntyy paljon toissijaisia tarpeita. Näiden tarpeiden selvittämiseen käytetään aikaa ja resursseja, jotka ovat pois arvoa tuottavasta työstä. Resurssipulan seurauksena joudutaan tekemään päätöksiä, joilla siirretään ongelmia vain seuraavalle tasolle, josta taas seuraa lisää ongelmia. Nämä ongelmat on ratkaistava ja näin on päädytty tekemään työtä, joka on hukkatyön kehittynein versio. Keskeneräisten töiden kasautuminen ja uudelleen aloitettavien töiden hoitaminen vaatii aikaa ja keskittymistä. Ihmisillä on kuitenkin rajallinen määrä hoitaa useita asioita päällekkäin. (Modig & Åhlström 2013, 50–56, 59–60.) Kuviossa 5 on havainnollistettu resurssikeskeisyyden ongelmakohtia ja toissijaisten tarpeiden syntyä. Esimerkiksi kapeikkokohdan eteen muodostunut jono tuotteita vaatii ylimääräistä tilaa ja tuotteiden siirtelyä.



Kuvio 5. Keskittyminen resurssitehokkuuteen synnyttää toissijaisten tarpeita eli hukkaa (Modig & Åhlström 2013, 52).

## 4.2 Virtaustehokkuus

Virtaus tuotannossa voidaan määritellä tuotteiden siirtymiseksi työpisteeltä toiselle ilman välivarastointia tai odottamista. Täydelliseen virtaukseen pääseminen ei käytännössä ole usein mahdollista, mutta varastot eri vaiheiden välillä ilmaisevat tarpeen kehittää tuotannon läpikulkua. Tavoiteltava erä koko on oltava yksi, koska se poistaa työvaiheiden väliin muodostuvan varastoinnin tarpeen. (Tuominen 2010a, 72.)

Kolmesta ongelmasta, läpimenoajasta, virtausyksiköiden määrästä ja uudelleenaloitettavista tehtävistä johtuvan tehokkuusparadoksin ratkaisun ydin on virtaustehokkuus. (Ks. Kuvio 6.) Se eliminoi toissijaisia tarpeita eli hukkaa. Kaikki se mikä lyhentää läpimenoaikaa, pienentää keskeneräisten ja uudelleenaloitettavien tehtävien ja määrää vähentää lisätyön tarvetta. Virtaustehokkuutta parhaimmillaan on kappaleiden

tasainen ja nopea siirtyminen tehtävistä toiseen valmiiksi tuotteeksi. Leanin tarkoituksena on huomioida asiakkaan tarpeet, poistaa hukkaa ja välttää osaoptimoimintia. (Modig & Åhlström 2013, 65–67.)



Kuvio 6. Virtaustehokkaassa tuotannossa keskitytään tuotteen arvoa lisäävään aikaan (Modig & Åhlström 2013, 21).

### 4.3 Paremman virtauksen hyödyt

Materiaalien sujuva siirtyminen työvaiheiden välillä ilman tarpeettomia viivytyksiä tai varastointia synnyttää virtauksen. Eräkoon ollessa yksi tuotanto on myös helpommin ohjattavissa. Tasaisen virtauksen ylläpitäminen on ensiarvoisen tärkeää.

Tuomisen (2010) mukaan paremmalla virtauksella saavutetaan seuraavia hyötyjä. Laatu ja joustavuus paranevat, koska toiminnan virheet ja muutosta vaativat toimet havaitaan nopeammin. Valmistuksessa havaittu osapuute tai virheellinen tuote tarkoittaa välitöntä puuttumista ongelmaan. Lyhyt läpimenoaika antaa tuotannolle mahdollisuuden muuttaa nopeasti ja joustavasti tuotteen ominaisuuksia asiakkaan

haluamaan suuntaan. Varastokustannukset pienenevät, koska varastoja kaiken varalle tai keskeneräiseen tuotantoon ei tarvita. Varastohävikki sekä asiakkaalle huonosti kelpaava tuotevarasto häviävät.

Tuotantotilan käyttö muuttuu tehokkaammaksi, koska toiminnot sijoitetaan lähemmäksi. Työturvallisuuteen parempi virtaus vaikuttaa sitä kautta, että materiaaleille on suunniteltu reitti seuraavaan työpisteeseen ja suurien tavaraerien siirteleminen loppuu. Työntekijän kannalta työstä tulee mielekkäämpää ja motivoivampaa, koska hän voi nähdä työnsä tulokset.

Yrityksen kannalta parasta virtauksen parantamisessa on tuottavuuden kasvu, joka on seurasta arvoa tuottamattoman työn vähenemisestä. (Tuominen 2010a, 72–73.)

#### 4.4 Hukan poistaminen

Tuotannon työvaiheissa ja niiden välissä on pitkiäkin aikoja, ettei tuote jalostu lainkaan. Seuraavaan työvaiheeseen siirtyminen ja uuden vaiheen odottaminen kestää yleensä pidempään kuin itse osan jalostaminen. Monissa prosesseissa tuotetta jalostavaa työtä on 10 % ja jalostamatonta työtä 90 %. Hukan poistaminen on Lean-ajattelun ydin. (Tuominen, 2010b, 7.)

Arvoa tuottamattomia toimia voidaan listata seuraavasti:

- Tuottamatonta on tehdä ylimääräisiä tuotteita tai muutoin tarpeetonta tuotantoa. Asiakkaalle on valmistettava vain sellaista mitä asiakas haluaa. Yllättävien tilanteiden varalle tai varmuuden vuoksi tehtävät tuotteet lisäävät ylimääräistä työtä ja peittävät alleen prosessissa olevat epäkohdat ja viivyttävät ongelmien ratkaisua.
- Odottelu ei jalosta tuotetta asiakkaan haluamaan suuntaan. Koneiden ja työntekijöiden työvaiheiden välillä olevat turhat odottelut on poistettava.
- Tuotteiden kuljetukset ja siirrot on minimoitava. Turhia siirtoja on vältettävä, koska niistä aiheutuu ajanhukkaa ja kustannuksia. Järjestelyt lattiatasolla on tehtävä niin että materiaalit virtaavat läpi prosessien sujuvasti ja ruuhkautumatta.

- Tuotteiden ylimääräisestä käsittelystä on syytä luopua. Tuotetta on jalostettava vai sen verran kuin mitä asiakas vaatii. Työvälineiksi kannattaa valita yksinkertaisia ja luotettavia työvälineitä. Monimutkaisten välineiden huolto ja kunnossapito voi muodostua rikkoutumisen sattuessa ongelmaksi.
- Ylimääräiset varastot sitovat pääomia. Varastot ovat myös merkki tuotannon kehittämisestä, koska ne peittävät alleen todellisia ongelmia. Prosessien välillä olevat tarpeettoman suuret välivarastot kertovat huonosta virtauksesta.
- Tarpeettomat työntekijöiden liikkumiset ja liikkeet työn suorittamisen aikana. Työpisteet on järjestettävä siten, että kaikki työhön tarvittavat työvälineet ja laitteet ovat saatavilla eikä niitä tarvitse etsiä tai hakea.
- Virheellisen tuotteen korjaaminen tai uudelleen tekeminen vie aikaa ja tuhlaa resursseja. Jokaisen työvaiheen on tuotettava seuraavalle vaiheelle oikean laatuinen ja määräinen tuote. Kunnossa olevat työvälineet ja riittävä uuden työntekijän perehdytys sekä kunnolliset työohjeet vähentävät virheellisten tuotteiden syntymistä. (Modig & Åhlström 2013, 75.)

Asiakkaat ovat tyytyväisiä nopeisiin ja joustaviin sekä heidän tarpeensa huomioiviin toimituksiin. Lyhyt läpäisy aika auttaa parantamaan toimituskykyä. (Haverila ym. 2009, 404.)

#### 4.5 Kapeikkojen johtaminen ja kehittäminen

Ensisijaisesti kapeikko pyritään poistamaan. Jos poistaminen ei ole mahdollista kapeikkoa avarretaan niin paljon kuin mahdollista. Avarrettua kapeikkoa kannattaa käyttää tuotannon ohjauspisteenä. Kapeikon merkitys koko tuotannolle on niin suuri, että sen ohjaamiseen ja mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Kun kapasiteetti on pienempi kuin markkinoiden kysyntä, syntyy kapeikko, joka rajoittaa yritykseen tulevaa kassavirtaa, suurentaa kustannuksia ja pienentää nettovoittoa. Kapeikko määrittää koko tehtaan kapasiteetin. Kapeikkoteoria lähtee siitä, että on järkevämpää tasapainottaa tehtaalla kulkevaa materiaalivirtaa kuin kapasiteettia. (Gustafson ym. 1988, 8–11.)

Kapeikon tunnistaa siitä, että kapeikon edestä löytyy jono tai keskeneräisen tuotteen varasto. Voi myös kysyä, mitä odotetaan ja missä kohti virtaus on heikoimmillaan (Modig & Åhlström 2013, 36–38).

Kapeikon syntymiseen vaikuttavat Littlen laki ja pullonkaulojen laki. Littlen lain mukaan läpimenoaikaan vaikuttavat virtausyksiköiden lukumäärä ja jaksoaika. Lukumäärä  $\times$  jaksoaika = läpimenoaika. Pitkä jaksoaika johtuu kapasiteettipulasta tai siitä, ettei sitä voida tehdä nopeammin. Pullonkaulojen laki taas tarkoittaa kohtaa, jossa virtaus pysähtyy tai rajoittuu muita prosessin osia hitaammaksi. (Modig & Åhlström 2013, 36–38.)

Prosessiin kuuluvat tehtävät ovat riippuvaisia toisistaan. Valmis tuote on yleensä monien erilaisten tapahtumien summa. Tapahtumien keskinäiset suhteet vaikuttavat toisiinsa siten, että työvaiheilla on järjestys, jota ei voi muuttaa ja siten ensimmäisen on valmistuttava ennen kuin toinen voi alkaa. (Goldratt & Cox 1987, 94–95.)

Työvaiheeseen käytetty aika ei ole koskaan tarkalleen sama ja siitä syntyy tilastollinen vaihtelu. Se tarkoittaa sitä, että työvaiheen kesto vaihtelee satunnaisesti keskiarvon ylä- tai alapuolella. Keskimääräinen vaiheaika voidaan laskea jakamalla kappalemäärä ajalla, mutta tilastollisesti vaihe voi kestää pidempään. Ylimenevää vaiheaikaa ei pystytä kirimään takaisin. (Goldratt & Cox 1987, 94–95.) Vaihtelu tarkoittaa prosessin tekemiseen kuluvan ajan muutoksia. Kun kaikki sujuu oletetusti, jaksoaika on lyhimmillään, toisaalta häiriöt pidentävät sitä ja keskimääräinen jaksoaika kasvaa. Tutkimalla keskimääräistä pidempien jaksoaikojen syitä voidaan puuttua niitä aiheuttaviin tekijöihin. Kun syyt pidempään jaksoaikaan on selvitetty, ne on pyrittävä poistamaan tai niiden vaikutusta on vähennettävä. (Modig & Åhlström 2013, 45.) Vaihtelua syntyy esimerkiksi koneiden rikkoutumisen tai työntekijän sairastumisen vuoksi. Koneelle jatkojalostukseen tulevat tuotteet voivat olla vääriä, huonolaatuisia tai ne ovat paikalla väärään aikaan. Yhteenvedona voidaan todeta että, läpimenoaika kasvattavat virtausyksiköiden määrä ja niiden jaksoaika, pullonkaulat ja tilastollinen vaihtelu. Kun läpimenoaika kasvaa, virtaustehokkuus pienenee. (Modig & Åhlström 2013, 40–41.)

Ohjaamisen ja johtamisen kannalta kapeikkoa kannattaa ja on syytäkin käyttää hyväksi. Kun kapeikko on tiedossa, sitä pystytään hyödyntämään johtamisen kiintopisteinä. (Gustafson ym. 1988, 14.) Kun kapeikkoa käytetään ohjauspisteinä, sen avulla voidaan ajoittaa tuotteen läpimenoon tarvittava aikataulu. Parantuneen aikataulutuksen ansiosta materiaalien, tarvikkeiden ja työvoiman käyttö tarkentuu. Kapeikko määrittää koko tehtaan kapasiteetin, ja valmistuksen muut osa-alueet synkronoidaan sen määrittämään tahtiin. Materiaalia päästetään tuotantoon vain sen verran, kuin kapeikko pystyy sitä käyttämään. Näin estetään töiden ruuhkautuminen ja kesken-eräisen tuotannon kasautuminen työvaiheiden välille. Muut suuremman kapasiteetin omaavat työpisteet eivät rajoita tuotteen valmistumista. (Gustafson ym. 1988, 11.)

## 5 Tuotannon prosessikuvaus

Prosessikuvakseen tarvittavat tiedot kerättiin keväällä 2018 haastattelemalla yrityksen tuotantojohtajaa ja tehdaspäällikköä sekä tutustumalla tuotantoprosessiin paikan päällä tehtaalla. Tietolähteenä on myös käytetty yrityksen omia Climecon Oy:n nettisivuja.

Nykyinen Climecon Oy on syntynyt RC-Linjan ja Climecon Oy:n yhdistymisestä vuonna 2010. Yrityksen pääkonttori on Helsingissä ja tehtaot sijaitsevat Kausalassa ja Pihtiputaalla. Yritys valmistaa tuotteita ohutlevystä asiakastilausten perusteella. Tuotteet ovat päätelaitteita ja liitälaitteita ilmastointiin. Pihtiputaan tehdas valmistaa ammattikeittiöiden huuvit ja ilmastointikatot sekä lumisuojat että ilmanpuhdistimet. Tässä prosessikuvauksessa käydään läpi ainoastaan Pihtiputaalla valmistettavia ammattikeittiöiden huuvia ja ilmastointikatoksia koskevaa prosessia myynnin tekemästä tilausvahvistuksesta valmiin tuotteen lähetykseen asti. (Climecon, n.d.)

### 5.1 Myynti ja tuotannonohjaus

Yrityksen kotimaan ja ulkomaan myynti tapahtuu LVI-alan tukkuliikkeistä sekä rakentamiseen erikoistuneista nettikaupoista (Climecon, n.d.). Tilausvahvistuksesta käy ilmi tuotteeseen liittyvät tekniset tiedot ja laskutukseen sekä toimitukseen tarvittavat tiedot. Toimitusajat ovat tuotteesta riippuen 1-8 viikkoa.



Tehdas valmistaa tuotteet vain asiakastilauksen perusteella. Yrityksellä ei ole valmis-tuotevarastoa. Tuotannonohjauksena käytetään yleisesti tunnettua ERP ohjel-mistoa, joka on muokattu yrityksen käyttöön. ERP tulee sanoista Enterprise Resource Planning. Sillä tarkoitetaan yrityksen resurssien suunnittelua. Keskeisenä ajatuksena on hoitaa yrityksen toimintojen vaatimaa tietojenhallintaa ja suunnittelua ja oh-jausta. Järjestelmään syötetyt tiedot ovat kaikkien niitä tarvitsevien käytöissä välittö-mästi. Myynti, suunnittelu ja tuotanto sekä yrityksen johto voivat toimia tehokkaasti fyysisestä sijainnista välittämättä. Raportit, tunnusluvut ja kustannukset ovat helposti saatavissa tarvittaessa. (Haverila ym. 2009, 430.)

Tuotannonohjaukseen tilausvahvistus kirjataan Kausalassa, jossa tehdään myös ti-laukseen tarvittavat piirustukset ja niihin vaaditut muutokset. Myyntitapahtumien alta löytyvät tilauksen koodit ja muut tarvittavat tuotteen tunnistetiedot. Vaiheittain on määritelty suunnittelu, levytyökeskus, särmäys, kokoonpano, maalaus ja loppuko-koonpano. Seuraavaan vaiheeseen siirtyminen kuitataan päivämäärällä.

## 5.2 Valmistusaikataulu

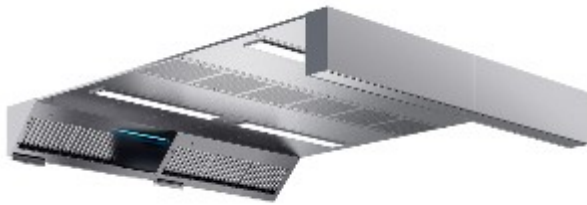
Erilaisten tuotteiden valmistuksen vaatima toimitusaika on määritelty. Nopeimmat toimitukset voidaan tehdä sellaisille tuotteille, joiden kokoonpanossa käytetään vain vakioituja osia. Asiakkaan vaatimukset pidentävät toimitusaikoja, koska tuotteet jou-dutaan mitoittamaan uudelleen. Lisäksi tuotteisiin voi tulla muitakin asiakkaan halu-amia muutoksia esim. värin, materiaali paksuuden tai varusteluiden osalta. Tavoite-toimitusajat näkyvät liitteestä 1.

Myynnille varattu aika 1 viikko tarkoittaa sitä, että tarvittavat asiakastiedot, mitat, asemoinnit ja tuotteet ovat tilausvahvistuksessa kaikille osapuolille asianmukaisessa kunnossa. Tuotteiden valmistukselle varattu aika vakiotuotteille on yhdestä kahteen viikkoa. Piirustuksina käytetään vakiomallistoa. Aikataulutus sisältää tuotteisiin vaa-dittavat työvaiheet, kuten levyleikkaus, särmäys ja kokoonpano on tehtävä valmiiksi. Tämän jälkeen tilaus siirtyy odottamaan toimitusta asiakkaalle.

Suunnittelua vaativat huuvat (kuvio 7) ja ilmastointikatot (kuvio 8) joudutaan piirtä-mään vakiotuotteista poikkeavin osin uudelleen asiakkaan antamien mittojen mukai-sesti.



Kuvio 7. Huuva (Huuva n.d.)



Kuvio 8. Ilmastointikatto (Ilmastointikatto n.d.)

Suunnittelulle on varattu aikaa kaksi viikkoa. Asiakkaan mittojen mukaan tehtäville huuville tavoitevalmistusaika on neljä viikkoa ja ilmastointikatoille kolme viikkoa. Maalaus lisää toimitusaikaa viikolla.

Tilaukset eivät välttämättä koostu joko vakiotuotteista tai suunnittelua vaativista tuotteista ja se voi sisältää myös sekä huuvia että ilmastointikattoja. Osa voidaan maalata tai varustaa erilaisilla lisätuotteilla asiakkaan tilauksen mukaan. Variaatioiden määrä muutamalla asiakkaalle mahdollisella muutoksella, kasvattaa tilauksen tavoitetoimitusaikaa kahdeksaan viikkoon.

Tilauksen tuotteista suurin osa on vakiotuotteita, mutta osa taas uudelleen suunnittelua ja varustelua vaativia tuotteita. Tällaisen tilauksen ongelmana on toimituksen aloittamisajankohta, varsinkin jos asiakkaalta ei saada lopullista tietoa esimerkiksi si-  
joituksesta. Lopullinen toimitusaika on käsillä, mutta tarvittavaa tietoa puuttuu vielä viime hetkille. Levytyökeskusta ei voida ohjelmoida leikkaamaan tarvittavia osia ilman suunnittelusta tulevia piirustuksia, mikä taas viivästyttää särmäystä ja kokoonpanoa. Edellä kuvattu tilanne edellyttää tuotannolta ennakoimista, josta seuraa kes-  
keneräistä tuotantoa. Ennakkoon tekemisessä on riski, että tilaus muuttuu osittain tai että se perutaan kokonaan.

### 5.3 Tuotanto

Vakiotuotteilla tässä tarkoitetaan yrityksen valmiiksi suunniteltuja ja mitoitettuja vakiomallisista osista leikattuja ja kokoonpantuja huuvia tai ilmastointikattoja. Huuvissa ja ilmastointikatoissa on useita kohtia, joiden mittoja voidaan muuttaa asiakkaan toiveiden mukaan. Esimerkiksi liitännät tai korkeudet voivat muuttua. Jokaisen osan muutoksesta tehdään piirustus levytyökeskukselle ja kokoonpanoon. Sen jälkeen tuotteet tehdään kuten vakiotuotteetkin. Valmistuksessa käytetään kuitenkin aina mahdollisimman paljon standardoituja osia. Vain ne osat, jotka ovat vaatineet muutoksia, tilataan ja leikataan erikseen.

Tilauksessa yleisesti käytettävä 0,8 mm ruostumaton teräs tilataan Kausalan tehtaalta. Siellä sijaitsee vuona 2015 käyttöön otettu levytyökeskus, joka leikkaa tilausvahvistuksen mukaiset levyt. Viikoittaisessa palaverissa tarkennetaan seuraavan viikon tilausten kiireellisyys järjestystä ja tilataan vakiotuotteiden levyosat Pihtiputaan varastotilanteen mukaan. Pihtiputaalle toimitetut ohutlevyihin tehdään särmäykset eli tarvittavat taivutukset. Särmäykseen on käytettävissä kolme eri konetta, joista kahdessa särmäystä avustaa tietokone ohjelma. Asetteet ovat ulkoisia ja taivutuskulmat löytyvät koneiden muistista. Särmäyksessä tilauksen vakiomitoitetut tuotteet voidaan tehdä ennakkoon odottamaan levytyökeskukselta tulevia mittatilaus osia (kuvio 9).



Kuvio 9. Särmäyspuristin. Kuva J. Kinnunen. Kuvassa oikealla puolella levytyökeskuksesta tulevat levyt, keskellä särmäyskone ja vasemmalla vakiotuotteiden välivarasto.

Särmätyt osat siirtyvät kokoonpanoon, jossa ilmastointikatot ja huuvat saavat lopullisen muotonsa. Lopuksi tehdään varustelu asiakkaan toiveiden mukaisesti. Tuotteet vaativat tässä vaiheessa jo huomattavasti enemmän tilaa ja koko tuotantoprosessi ajan ohutlevyjen käsittely vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta. (Kuvio 10)



Kuvio 10. Ilmastointikattojen osia. Kuva J. Kinnunen. Tuotantotilat ovat selkeät ja hyvässä sekä siistissä järjestyksessä. Keskeneräinen tilaus joudutaan varastoimaan työpisteiden läheisyydessä.

Mikäli tuotteeseen liittyy asiakkaan toivomia teknisiä muutoksia, tilaus siirretään odottamaan tarvittavilta osin uudelleen suunnittelua. Suunnittelussa tuotteelle piirretään asiakkaalta saatujen mittojen mukaiset muutokset tuotteeseen. Tämän prosessin jälkeen tilaus siirtyy toimitusaikataulun mukaiseen ajankohtaan tilausketjussa. Periaatteena on, että tilausta ei valmisteta ennen kuin lopulliset mitat on saatu asiakkaalta ja tarvittavat piirustukset muutoksista on tehty.

#### 5.4 Lähetys

Tilausvahvistuksen mukainen lähetys pakataan odottamaan kuljetusta asiakkaalle. Oikea aikainen toimitus on tärkeää, koska tuotteet ovat osin suurikokoisia ja paljon varastotilaa vaativia ilmastointi laitteita. Materiaalina käytetty ruostumaton ohutlevy on altis kolhiutumaan ja siksi välivarastoinnissa ja tuotteiden käsittelyssä on noudatettava varovaisuutta.



Kuvio 11. Valmiita tuotteita. Kuva J. Kinnunen.

## 6 Virtausta vastustavat kapeikot

Myyntin, suunnittelun, levytyökeskuksen ja tuotannon yhteistyö virtaustehokkuuden parantamiseksi on kokonaisuus. Kaupan saaminen on koko tuotannon perusedellytys, mutta tärkeää on myös siihen liittyvän informaation jakaminen yrityksen muille toimijoille. Pihtiputaan tehdas toimii ilmastointikattojen ja huuvien kokoonpano, varustelu ja toimituspaikkana. Tällä hetkellä tehtaalla olevilla koneilla, laitteilla ja työvoimalla pystytään pääosin vastaamaan markkinoiden kysyntään. Rakennustuoteteollisuus on kausiluonteista ja siinä voidaan havaita selkeitä kysynnän vaihteluita

Opinnäytetyön tuloksena paikallistettiin kolme kapeikkoa. Ensimmäinen löytyi suunnittelusta, jossa asiakkaiden haluamat muutokset tuotteen mitoituksiin piirretään. Toisena kapeikkona voidaan pitää levytyökeskusta, jonka kapasiteetin käyttöaste on korkea. Kolmanneksi kapeikoksi muodostuu tavoitetoimitusajat, jotka määrittävät läpimenoaika. Seuraavaksi esitellään löydetty kapeikot ja niiden ratkaisuehdotukset.

## 6.1 Suunnittelu

Suunnittelusta tieto siirtyy piirustusten muodossa levytyökeskukselle, joka leikkaa tarvittavat kappaleet saatujen mittojen mukaan. Joka viikon torstaina levytyökeskuksesta tilataan tarvittava määrä seuraavan viikon toimituksiin tarvittavia vakioituja levykokoja. Näistä osista voidaan aloittaa tilausten valmistelu ja suunnittelusta tulevat osat liitetään myöhemmin asiakastilauksen kokonaisuuteen. Tilauksessa, johon liittyy useita erilaisia tuotteita ja niiden variaatioita sekä asiakkaan vaatimia muutoksia, läpimenoaika kasvaa merkittävästi. Varsinkin, jos asiakkaalta saatavat mittatiedot ovat puutteellisia tai niitä on odotettava. Tällöin suunnittelua ei voi viedä loppuun puuttuvien tietojen vuoksi ja koko tilaus seisoa odottamassa valmistusta. Käytännössä asiaan reagoidaan aloittamalla osien valmistus niiltä osin kuin se on mahdollista. Tästä seurauksena on keskeneräistä tuotantoa ja myös riski siitä, että tilaukseen sisältyy muitakin muutoksia, joita ei voi ennakoida. Kapeikoksi tässä kohdin muodostuu suunnittelu, joka ei pysty puutteellisin tiedoin palvelemaan levytyökeskusta. Resurssin riittävyyteen on vaikea varautua, koska asiakkaalta saatujen mittojen tarkkaa aikataulua on mahdoton arvioida. Tiedot tarvittavista muutoksista voivat tulla tasaisesti tai sitten yhtenä ryppäänä, jolloin suunnittelija ei voi työstää kaikkia tilauksia yhtä aikaa. Leanin yksi perusajatus on vakiointi niin pitkälle kuin mahdollista. Tällä pyritään siihen, että asiakas valitsee jo valmiina olevista variaatioista parhaiten hänelle soveltuvan. Näin vältetään aikaa vievältä yksilölliseltä suunnittelulta. Variaatioiden lukumäärää joudutaan kuitenkin kasvattamaan parhaan vaihtoehdon löytymiseksi ja se taas vaatii tuotannolta nopeaa reagointia.

## 6.2 Levytyökeskus

Aikaisemmin tuotteissa käytetty teräslevy leikattiin Pihtiputaan tehtaalla, mutta Kausalaan tehty levytyökeskus investointi muutti materiaalin käsittelyä siten, että nykyisin tarvittava materiaali tulee tilausten perusteella valmiiksi mitallistettuna Pihtiputaan tehtaalle.

Levytyökeskus tarvitsee toimiakseen tietoa tilaukseen sisältyvien tuotteiden mitoista ja mahdollisista poikkeamista sekä kappalemääristä. Olennaista on, että levytyökeskus saa tarvitsemansa tiedon suunnittelusta pystyäkseen leikkaamaan tarvittavat palat levyistä. Suunnitteluun tiedot tulevat myynniltä.

Yrityksen selkeä kapeikko tai sellaiseksi tulevaisuudessa muodostuva, löytyy muutama vuosi sitten käyttöön otetusta levytyökeskuksesta. Sen kapasiteetista on käytössä arviolta noin 80 % (kevät 2018). Kone on käytössä maanantaista lauantaihin ja se toimii automaattisesti sinne annettujen arvojen pohjalta. Levytyökeskus palvelee koko yrityksen tarpeita ohutlevyjen leikkaajana.

Tulevaisuutta on vaikea ennustaa, mutta on oletettavaa, että asiakkaiden haluamat variaatiot tuotteissa lisääntyvät. Samoin uudet teknologiat ja tuotekehitys tulevat muuttamaan tuotteiden ominaisuuksia. Kilpailu kokonaisuudessaan kiristyy ja muutokset nopeutuvat. Aikaisemmin on todettu, että keskittyminen resurssitehokkuuteen pidentää läpimeno aikaa. Tämä taas johtaa toissijaisiin tarpeisiin, joita ei tahokkaan virtauksen tuotannossa esiinny. Toissijaiset tarpeet ovat hukan kehittyneimpiä muotoja.

Levytyökeskuksen tehokkuuden parantamiseen voidaan vaikuttaa seuraavilla toimenpiteillä. Sen merkitys koko yritykselle on tiedostettava ja sen toiminnan varmistamiseen kaikissa olosuhteissa on käytettävä riittävä määrä resursseja.

Työpisteeltä on karsittava kaikki ylimääräinen informaatio, materiaali ja työ, joka hidastaa sen varsinaista ja tärkeintä tehtävää. Vain se, mikä on ehdottoman välttämättöntä, on sallittu. Tarpeeton tieto tai ylimääräiset tehtävät vievät aikaa ja hämärtävät keskittymistä oleelliseen ja tärkeimpään suoritukseen.

Levytyökeskuksen läpimenoaikaa voidaan nopeuttaa muuttamalla sisäiset asetusajat ulkoisiksi. Materiaalin saatavuus ja oikea laatu ennen levytyökeskusta ovat olennaisen tärkeitä. Näin vältetään koneen seisokilta ja turhalta työltä vääränlaatuisten materiaalin kanssa. Työvaiheen kestoa voidaan nopeuttaa. Muuttamalla sisäiset asetusajat ulkoiseksi. Sisäisiä asetusajoja ei voida muuttaa prosessin käynnissä ollessa ja siksi niistä on pyrittävä mahdollisimman paljon eroon muuttamalla ne ulkoisiksi. Ulkoinen asetusajaksi voidaan tehdä ennakoita ennen varsinaisen työvaiheen käynnistymistä tai



jälkikäteen työvaiheen valmistuksen lopuksi. Molemmat säästävät varsinaista työvaiheikaa, koska toimintoja voidaan suorittaa päällekkäin tai limittäin. Huollon ja kunnossapidon merkitys korostuu, koska ennakoimattomat seisokit ja remontit vähentävät entisestään kapasiteettia, siksi ennakoivaa huoltoa sekä kunnossapitoa on parannettava.

Lisäkapasiteettia on kartoitettava hyvissä ajoin, ennen kuin levytyökeskuksen kapasiteetin käyttöaste on noussut liian korkeaksi. Alihankinta on vaihtoehto, joskin noususuhdanteessa kapasiteetista saattaa olla pulaa ja hinta voi nousta yllättävän kovaksi. Laadun ja toimitusajan tarkistamiseksi sopivilta alihankinta ehdokailta olisi hyvä tilata koe-eriä.

Levytyökeskuksen painetta ja samalla virtausta voitaisiin helpottaa siirtymällä tilauksissa eräkokoön yksi. Tämä tarkoittaa sitä, että levytyökeskus tekisi vain tilauksessa mainitut levyt eikä yhtään vakiokokoisia levyjä varastoon. Tämä tosin siirtäisi työpaineen särmäykseen, jossa asetteita pystytään muuttamaan osin tietokoneella. Teräsvaihto on kuitenkin tehtävä käsin ja sen muuttaminen jokaisen tilauksen yhteydessä se vie liikaa aikaa.

### 6.3 Tavoitetoimitusajat

Virtausta voivat rajoittaa tavoitetoimitusajat. Tavoitetoimitusajat ovat vuodelta 2014 ja esitellään liitteessä 1. Ne määrittävät tuotannolle aikataulun, johon mennessä tuote tulisi viimeistään saada valmiiksi. Tavoitetoimitusaika ei ole sama kuin tuotteen läpimenoaika. Läpimenoaika voi olla nopeampi tai joskus hitaampi. Tavoitetoimitusaika kertoo myynnille arvion seuraavasta mahdollisesta toimitusajankohdasta. Tavoitetoimitusaika on toisaalta varmistus siitä, että tuotannolla on riittävästi aikaa tehdä tarvittavat työvaiheet valmiiksi. Toisaalta se voi sementoida kehityksen läpimenoaikojen parantamiselle. Parhaimmillaan tai voisi sanoa, huonoimmillaan toimitusaika on kahdeksan viikkoa. Ohjeellinen tavoitetoimitusaika olisi syytä päivittää vähintään vuosittain vastaamaan käytäntöä.

## 7 Johtopäätökset

Kapeikkojen tutkimisen ohella esille nousi ajatuksia nykyaikaisen asiakasohjautuvan tuotannon perusteista. Tärkeimpinä näistä ovat seuraavat huomiot: Asiakkaan haluamilla arvoilla on merkitystä. Useiden eri tuotevariaatioiden valmistaminen varastoon asiakkaita varten on mahdotonta. Pelkästään resurssien tehokkaaseen käyttöön keskittyminen aiheuttaa ongelmia. Läpäisy aika vaikuttaa varastoihin ja tuotannon joustavuuteen sekä kustannuksiin. Virtaustehokkuuteen kannattaa pyrkiä. Kapeikot ovat totta jokaisessa tuotantoketjussa ja niihin voidaan vaikuttaa. Tästä voidaan tulla seuraavaan johtopäätökseen.

Virtaustehokkuus ja resurssitehokkuus ovat strategisia valintoja. Vastaavatko virtauksella saavutettavat hyödyt resurssitehokkuuden hyötyjä ja päinvastoin. Asiakslähtöinen tuotantotapa oikeastaan edellyttää kehittymistä virtaustehokkaampaan suuntaan. Tällaisessa tuotantomallissa lyhyet läpimenoajat ja pienet varastot ovat välttämättömiä kehittymisen kannalta. Leanin periaatteet soveltuvat hyvin asiakslähtöiseen tuotantoon, jossa asiakkaalla on mahdollisuus vaikuttaa tuotteeseen. Useiden asiakkaalle arvoa tuottavien toimintojen kokoaminen yhteen kannattavasti edellyttää hyvin virtaavaa tuotantomuotoa. Jo pelkästään varastojen takia asiakkaiden vaatimien lukuisten variaatioiden valmistaminen on hoidettava tilauskohtaisesti.

Asiakas on valmis odottamaan hänelle yksilöllisesti valmistettua tuotetta jonkin aikaa. Mutta ei loputtomasti. Pitkä valmistusaika karkottaa hyvin maksavia asiakkaita ja siksi on tärkeää, että tuotannon läpimenoaikoihin kiinnitetään jatkuvaa huomiota. Läpimenoajalla on myös selkeä vaikutus tuotteen valmistuskustannuksiin. Kapeikkokohdat ovat juuri niitä tuotannon paikkoja, joita kehittämällä saadaan paras mahdollinen hyöty. Kapeikkoteoria on ajatukseltaan yksinkertainen ja johdonmukainen tuotannon kehittämisen työkalu.

Yritys valmistaa tuotteet asiakastilausten perusteella. Varastoja ei juurikaan ole. Tuotannon järjestelyt ovat asialliset ja valmistaminen sujuu ammattitaitoiselta henkilöstöltä. Yrityksessä tiedostetaan olemassa olevat kapeikkokohdat ja niihin suhtaudutaan ammattimaisesti. Tutkimuksen tuloksena havaitut ongelmat eivät ole sellaisia, joista seuraisi äkillisiä tai ennakoimattomia ongelmia. Ne ovat kuitenkin merkki siitä, että tuotantoa täytyy jatkuvasti kehittää.

Pihtiputaan tehdas on erittäin siisti ja hyvässä järjestyksessä. Henkilöstöllä on pitkä, vuosien kokemus ohutlevy tuotteiden valmistamisesta. Yksikön kehittämiseksi omalla tuotesarallaan entistä tehokkaammaksi ja tuottavammaksi tehtaaksi on hyvät perusteet. Yksiköstä on yrityksessä tehtyjen muutosten vuoksi tullut entistä riippuvaisempi Kausalan tehtaan tuotannosta. Olennaista on levytyökeskuksen kapasiteetin riittävyys. Kapasiteettipula ei pienennä läpimenoaikaa eikä paranna virtausta. Investointi levytyökeskukseen Pihtiputaalle voi palvella yrityksen ohutlevytuotantoa. Ammattitaitoisen työvoiman saaminen voi olla laiteinvestoinnin ohella haastavaa. Työvoiman kouluttaminen omasta henkilöstöstä voi olla ratkaisu työntekijöiden saatavuuteen.

Tuotantoa voi ja pitääkin kehittää yrityksen omista lähtökohdista niin, että saavutetaan paras mahdollinen tulos kaikkien osapuolien kannalta. Asiakas saa sitä mitä haluaa ja yritys tienaa rahaa.

## Lähteet

Climecon Oy yrityssivut, Yritys Viitattu 14.3.2018 <https://www.climecon.fi/yritys>.

Goldratt, Eliyahu, M & Goldratt-Ashlag, Efrat, uudistettu painos 2017. Valinta. Kukonaskel Oy.

Goldratt, E., Cox, J.,1987. Tavoite. Espoo: Innopro.

Gustafson, B., Nykänen, K & Nyberg, B. 1988. Kapeikkoajattelu – Tuotannon ja sen ohjauksen kehittämistekniikka. Helsinki: Metalliteollisuuden keskusliitto.

Haverila, J., M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A., 2009. Teollisuustalous, 6. painos, Tampere: Infacts Oy.

Hokkanen, S., Karhunen, J. 2014 Johdatus logistiseen ajatteluun, 7. uudistettu painos, Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Kananen, J. 2016. Opinnäytetyön ja pro gradun ohjaajan opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 220. E-kirja. Viitattu 02.04.2018. <https://janet.finna.fi/>, Booky.fi.

Kananen, J. 2017. Kehittämistutkimus interventiotutkimuksen muotona. Opas opinnäytetyön ja pro gradun kirjoittajalle. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja 232, Viitattu 02.04.2018. <https://janet.finna.fi/>, Booky.fi.

Kingmanin kaava. N.d. Sivulla Lean Six Sigma. Viitattu kirjoitukseen ja kuvioon 22.11.2018 <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/kingmanin-kaava/>.

Liker, J, K. & Convis, G. L. 2012. Toyotan tapa Lean johtamiseen. Suom. M. Niemi Helsinki: Readme.fi.

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

Tuominen, K., 2010a Lean – kohti täydellisyyttä. Mitä Toyota ja Lean-yritykset tekevät eri tavalla kuin muut. Helsinki: Readme.fi.

Tuominen, K., 2010b, Tehoa ja laatua hukkan vähentämiseen. Helsinki: Readme.fi.

# Liitteet

## Liite 1. Tavoitetoimitusajat

Tavoitetoimitusajat 2014	vko 1	vko 2	vko 3	vko 4	vko 5	vko 6	vko 7	vko 8
Vakiokatokset ja säleiköt sinkitty < 4 kpl								
Vakiokatokset ja säleiköt maalattu < 4 kpl								
Katokset ja säleiköt suunnittelu								
Huuvat A								
Huuvat B								
Huuvat suunnittelu								
Ilmastointikatot (jos vakiopalikoista, kattopanelin mitat ta...								
Ilmanputsari rungot vakio								
Ilmanputsari rungot suunnittelu								
Myynti (jarkon osuus kuuluu myyntiin). Myynnin osuus loppu, kun kaikki tarvittava tieto tuotannolla.								
Suunnittelu								
Valmistus								
Toimitus (=kyseisen viikon pe)								