



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

EERO PÖYSTI

# **Raudoitetehtaan materiaalivirtojen nykytilan kartoitus ja kehittäminen**

Pintos Rauman tehdas

LOGISTIIKAN TUTKINTO-OHJELMA  
2022

Tekijä Pöysti, Eero	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä huhtikuu 2022
	Sivumäärä 56	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi <b>Raudoitetehtaan materiaalivirtojen nykytilan kartoitus ja kehittäminen</b>		
Tutkinto-ohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia raudoitetehtaan nykyisen tuotannon materiaalivirtoja sekä ratkaista niissä esiintyviä pullonkauloja. Tarkoituksena etsiä nykyisistä materiaaliirroista ongelmakohtia ja tehostaa materiaalivirtoja kehittämällä sekä poistamalla haittaa aiheuttavia tekijöitä. Nykyisiä materiaalivirtoja kuvattiin spagettikaavioita hyödyntämällä. Työn toimeksiantajana toimi Pintos Rauman Lapin tehdas.</p> <p>Lean-ajatusmaailman rakentaminen voi tuoda tuotantoon merkittäviäkin parannuksia. On kuitenkin ymmärrettävä lean käsitteenä. Opinnäytetyön teoria osassa käydään läpi mitä leanillä tarkoitetaan, miten sitä voidaan hyödyntää ja mitä sillä voidaan saavuttaa tuotannon näkökulmasta. Lean-työkalut kuvataan yleisempien työkalujen osalta tarkentuen työssä käytettäviin työkaluihin. Lisäksi työssä kerrottiin haastattelun tärkeimmät piirteet.</p> <p>Työn tutkimusosassa kuvataan haastatteluiden toteutus sekä spagettikaavioiden valmistaminen haastatteluiden yhteydessä. Haastatteluiden avulla luotiin kokonaiskuva tuotannon nykytilanteesta sekä hyödynnettiin tuotannon työntekijöiden tietämystä materiaalivirtojen kulusta. Spagettikaavioiden kokonaisuuden valmistuksen jälkeen luotiin nykytila-analyysi, josta poimittiin ongelmakohtia. Ongelmakohtia selvitettiin myös haastatteluissa. Ongelmakohtia tarkasteltiin gemba-kävelyn avulla. Viimeiseksi ratkaistiin ongelmakohdat lean-ajattelumallia hyödyntämällä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin tuotannon materiaalivirtoja kuvaava AutoCad-piirustus toimeksiantajan käyttöön sekä lisäksi erilaisia ratkaisuehdotuksia nykytila-analyysissä havaittuihin ongelmakohtiin.</p>		
<p><a href="#">Asiasanat</a> Lean, materiaalivirta, tuotanto, virtaus, spagettikaavio, haastattelu, gemba</p>		

Author Pöysti, Eero	Type of Publication Bachelor's thesis	Date April 2022
	Number of pages 56	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Mapping and development of the current state of material flows in the reinforcement factory</b>		
Degree program Logistics		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to describe the material flows of the current production of a reinforcement plant. In addition, the aim was to solve the bottlenecks in them. Increase the efficiency of production material flows by developing and eliminating harmful factors by looking for problem areas in the existing material flows. Current material flows were described using spaghetti diagrams. The thesis was done for an reinforcement factory Pintos Rauma Lappi.</p> <p>Building efficient lean thinking can bring significant improvements to production. However, the concept of lean must be understood. In theory part of the thesis deals with what is meant by lean, how it can be utilized and what it can achieve from the point of view of production. Lean tools are described in terms of more general tools, focusing on the tools which are used in the thesis. The major features of the interview were also described in the work.</p> <p>The research part of the thesis describes the implementation of the interviews and the preparation of spaghetti diagrams in connection with the interviews. The interviews were used to create an overall picture of the current production situation and to utilize the knowledge of production worker about the material flows. After the drawing up of the spaghetti diagrams, a current state analysis was created. Bottlenecks were examined from spaghetti charts as well as through interviews. The problems were further investigated with a gemba walks. Finally, the problem areas were solved using the model of lean thinking.</p> <p>As a result of the work, an AutoCAD drawing describing the material flows of the production was made available to the Pintos, as well as various solutions to the problems identified in the current state analysis.</p> <p><u>Key words</u> Lean, material flow, production, flow, spaghetti diagram, interview, gemba</p>		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	7
1.1 Toimeksiantaja .....	7
1.2 Tutkimusongelma ja tutkimusmenetelmät .....	8
1.3 Työn tavoitteet ja rajaukset .....	9
2 LEAN .....	11
2.1 Leanin historia.....	11
2.2 Lean käsitteenä.....	12
2.3 Hukka .....	13
2.4 Virtaus .....	15
2.5 Kaizen - jatkuva parantaminen.....	17
2.6 Tuotannon layout .....	18
3 LEAN-TYÖKALUT .....	20
3.1 Spagettikaavio .....	21
3.2 Gemba .....	23
4 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	26
5 TUOTANNON NYKYTILA .....	28
5.1 Tuotannon raaka-aineet sekä puolivalmisteet .....	28
5.2 Lapin tehtaan tuotannon kuvaus.....	29
6 TOTEUTUS JA TULOSTEN ANALYSOINTI.....	32
6.1 Haastattelut.....	32
6.2 Spagettikaavioiden valmistus.....	36
6.3 Gemba-kävelyjen toteutus.....	38
6.4 Tulokset.....	39
7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	44
7.1 Kehitysehdotukset.....	44
7.1.1 Layout-muutosehdotukset.....	44
7.1.2 Muut kehitysideat .....	45
7.2 Toteutuksien arviointi .....	47
7.3 Tulosten arviointi .....	48
7.4 Pohdinta.....	49
LÄHTEET	
LIITTEET	

## SANASTO

### **Kieppi**

Puoli-valmiste eli kuvioitu teräslanka kylmävalssattuna kiepiksi, joita kaksi tehtaan verkkokonetta käyttävät. Varastoidaan KET-automaattivarastossa. Tuodaan Eurasta, yrityksen toisesta toimipisteestä kuorma-autokuljetuksina päivittäin.

### **Kela**

Puoli-valmiste eli kuvioitu teräslanka tai ruostumaton teräslanka kylmävalssattuna kelan ympärille. Käytetään useimmissa tehtaan tuotantokoneissa. Valmistetaan Lapin sekä Euran tuotannossa.

### **Vyyhti**

Raaka-aine. Sileä teräslanka, joka tulee tehtaalle muualta. Varastoidaan pihalla. Käytetään vetokoneissa sekä voidaan käyttää suoraan tietyissä tuotantokoneissa.

### **Verkkokone**

Tuotantokone, jolla valmistetaan erikokoisia raudoiteverkkoja halutuista teräslangoista. Käyttää valmistukseensa puolivalmistetta, kieppiä tai kela. Kone koostuu monista eri toiminnoista ja valmiit tuotteet poistuvat rullaratojen kautta tuotantokoneelta.

### **Nostolenkkikone**

Tuotantokone, joka valmistaa nostolenkkejä eli tuotteita, joita hyödynnetään elementtien nostamisessa rakennusteollisuudessa. Käyttää valmistuksessa vyyhtejä.

### **Irtohakakone**

Tuotantokone, joka valmistaa irtohakoja eli tuotteita, joita käytetään betonivalutuotteissa esimerkiksi pilareissa. Käyttää valmistuksessa lähtökohtaisesti keloja.

### **Vetokone**

Tuotantokone, joka tuottaa suurimman osan Lapin tehtaan tuotannonkoneiden käyttämästä puolivalmisteesta. Kelat täytetään vetokoneilla sekä kiepit valmistetaan vetokoneilla kiepeiksi.

### **Hitsaussolu**

Tuotantokone, jossa robotisoitu hitsaussolu valmistavat nostolenkkejä sekä kansi-raudoitteita. Käyttävät valmistuksessa vyyhtejä tai valmiiksi leikattuja terästankoja. Lapin tehtaalla kaksi kokonaisuutta. Koneet eroavat toisistaan, mutta toimivat samalla periaatteella.

### **Raudoitteet**

Lapin tehtaan valmiit tuotteet. Jaetaan kahteen osaan. Rauditusverkot ja muut raudoitteet.

**KET**

Keskeneräinen tuotanto. Kaikki tuotannossa käytettävät puolivalmisteet, kuten kiepit ja kelat sekä erilaiset nostolenkit tai kannet. Varasto tehtaan pressuhallissa.

**B500A**

Betoniteräslaatu. Lapin tehtaalla puolivalmiste keloina tai kieppinä.

**B500B**

Betoniteräslaatu. Lapin tehtaan raaka-aine, joka tulee Lapin tehtaalle muualta. Kuvi-  
oitu teräslanka kieppinä.

**B600XA**

Betoniteräslaatu. Lapin tehtaan ruostumaton teräslanka. Puolivalmiste, joka kelattuna keloiksi. Kelataan vetokoneilla Lapin tehtaalla.

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on Pintoksen Rauman Lapin raudoitetehtaan materiaa-  
livoirtojen nykytilan analysointi sekä kehittäminen. Opinnäytetyöllä pyritään rakenta-  
maan konkreettinen kuvaus Pintoksen Lapin tehtaan materiaa-  
livoirtoista. Nykytila-ana-  
lyysissä kuvataan tehtaan tuotantokoneiden materiaa-  
livoirrat, joiden avulla tutkitaan  
mitä ongelmakohtia nykyinen tuotanto aiheuttaa materiaa-  
livoirtojen osalta. Ongelma-  
kohdille ehdotetaan ratkaisuja toimeksiantajan käyttöön. Nykytila-  
analyysin spagetti-  
kaavioista rakennetaan toimeksiantajalle lopullinen versio AutoCad-ohjelmistolla.  
Nykytila-  
analyysia Pintos voi hyödyntää Lapin tehtaan investointien suunnittelussa.

Työssä hyödynnetään Lean-ajattelun periaatteita sekä käsitellään materiaa-  
livoirran kul-  
kua tehokkaan ja sujuvan virtauksen lähtökohdista. Spagettikaavioiden valmistus ta-  
pahtuu haastatteluiden yhteydessä. Haastatteluiden avulla pyritään avaamaan materi-  
a-  
a-  
livoirtoja kokonaisuudessaan tuotannollisella näkökulmalla. Näin materiaa-  
livoirran  
kuvaaminen on tarkka ja realistinen. Haastatteluja hyödynnetään myös parannusehdo-  
tusten laatimisessa näkemyksen laajentamisen saamiseksi.

## 1.1 Toimeksiantaja

Pintos on euralainen perheyrittäjä, joka perustettiin vuonna 1956. Yrityksen alkuperäi-  
nen tuotanto kohdistui nauhojen tuotantoon, josta se myöhemmin laajentui raudoite-  
verkojen kautta muihin raudoitteisiin. Nykyisin jo kolmannessa sukupolvessa kulke-  
van yrityksen tuotantolaitokset sijaitsevat Eurassa sekä Rauman Lapissa. Toimipisteitä  
on tuotantolaitosten lisäksi Turussa ja Tampereella. Suomessa sijaitsevien toimipaik-  
kojen lisäksi Pintoksella on tytäryhtiö Ruotsin Värnamossa, Pintos Svenska AB. Yri-  
tys valmistaa raudoite- ja betonivalutuotteita. Tuotteita ovat esimerkiksi raudoitusver-  
kot, joita tehdään molemmissa yrityksen tehtaissa. Verkot ovat volyymiltään myös  
suurin tuoteryhmä koko yrityksen laajasta tuoteryhmävalikoimasta. (Pintos www-si-  
vut 2021.)

Pintoksella työskentelee noin 150 työntekijää. Lapin tehtaalla (kuva 1) näistä noin 60 työntekijää. Asiakasryhmät koostuvat yritysasiakkaista rakennus- ja metalliteollisuuden eri toimijoista. Toimialueisiin kuuluvat Suomi sekä Ruotsi. Yritys toimittaa ratkaisujaan suomalaisten toimijoiden lisäksi myös kauemmaksi, kuten muihin pohjoismaihin ja Balttiaan. Pintoksen liikevaihto vuonna 2020 oli yli 50 miljoonaa euroa. Jatkuva kehittäminen sekä uusien ratkaisujen luominen nykyrakentamisen ajankautena ovat olleet suurena osana Pintoksen menestykseen markkinoilla. Menestyksen takana ovat myös vastuullisuus laadun, ympäristön kuin työntekijöiden suhteen. Pintoksen kilpailuedut sekä menestysmahdollisuudet ovat hyvät siis tulevaisuuden näkökulmasta. (Pintos www-sivut 2021.)



Kuva 1. Pintoksen Rauman Lapin raudoitetehtaan ilmakekuva (Pintos 2019)

## 1.2 Tutkimusongelma ja tutkimusmenetelmät

Pintoksen Lapin tehtaan tuotanto on vuosien aikana laajentunut merkittävästi. Uudet investoinnit sekä laajennukset ovat mahdollistaneet tuotannon kasvattamisen. Jatkuvat investoinnit ovat kuitenkin aiheuttaneet Lapin tehtaalla ristiriitaisia materiaalivirtoja tuotannon eri vaiheissa, eri koneiden välillä sekä materiaalien vastavirtauksia. Materiaalivirralla tarkoitetaan tuotannossa tapahtuvien materiaalien ja tuotteiden kulkemista prosessin edetessä. Sujuva materiaalivirta on avain tuottavuuden kehitykseen sekä



kilpailukykyiseen asemaan markkinoilla. Jotta tuotanto voi olla myös tulevaisuudessa kustannustehokas, opinnäytetyössä selvitetään mitkä toiminnot heikentävät tuotannon tehokkuutta. Opinnäytetyön tutkimuksen pääongelma voidaan luokitella kysymyksen muodossa seuraavanlaisesti:

- Miten mahdollistetaan tehokkaampi materiaalivirta tehtaan nykyisessä tuotannossa kuin myös uusien investointien kohdalla?

Pääongelman lisäksi opinnäytetyössä pyritään vastaamaan alaongelmiin, jotka tukevat varsinaista pääongelmaa. Alaongelmat mahdollistavat työn tarkentamisen sekä rajaavat ongelmaa. Alaongelmat ovat:

- Miten nykyinen materiaalivirta saadaan selville?
- Millaiset ovat tehtaan nykyiset materiaalivirrat?
- Miten nykyiset epäloogiset materiaalivirrat saadaan toimimaan?

Tutkiakseen materiaalivirtoja opinnäytetyössä hyödynnetään spagettikaavioita. Spagettikaavioiden avulla kuvaillaan materiaalien ja tuotteiden liikettä. Lisäksi kokonaiskuva materiaalivirroista luodaan työntekijöiden haastatteluilla. Haastatteluissa valmistetaan spagettikaaviot sekä esitetään operaattoreille materiaalivirtojen kannalta oleellisia kysymyksiä. Haastatteluiden ja spagettikaavioiden lisäksi työssä hyödynnetään myös gemba-kävelyä, jonka avulla hahmotellaan tuotannon kokonaiskuva sekä niissä havaittuja ongelmakohtia. Gemba-kävelyillä saadaan tuotannosta maanläheinen kuva, joka edesauttaa spagettikaavion ja ratkaisuehdotusten kokonaisvaltaisessa ratkaisemisessa.

### 1.3 Työn tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena on rakentaa yritykselle kokonaiskuva Lapin tehtaan materiaalivirroista. Tärkeimpänä tavoitteena on esittää tuotannossa esiintyvien virtausten liikkeitä valmistuksen aikana aina varastointiin asti. Virtauksiin kuuluvat tuotteiden kuljetukset koneelta toiselle sekä varastoon. Myös valmistusmateriaalien kuljetukset koneille kuuluvat virtauksiin. Tavoitteena on myös mahdollistaa toimeksiantajalle tehokkaita

ratkaisuja nykytila-analyysissä havaittuihin materiaalivirtojen ongelmakohtiin. Ongelmakohdat selvitetään nykytila-analyysin spagettikaavioista sekä operaattoreiden haastatteluista. Nykytila-analyysia yritys voi myöhemmin hyödyntää tulevaisuuden uusissa investoinneissa. Opinnäytetyön tulosta voidaan hyödyntää siis pidemmälläkin aikavälillä.

Opinnäytetyön rajaukset kohdistuvat materiaalivirtojen esittämiseen. Toimeksiantaja ei tarvitse läpimenoaikoja eikä muita ajan määreitä. Nämä rajataan opinnäytetyöstä pois. Materiaalivirtojen seuraus alkaa raaka-aineesta ja päättyy valmiin tuotteen saapussa varastoon. Työssä ei oteta huomioon raaka-aineiden saapumista eikä valmiiden tuotteiden lähtemistä. Materiaalivirtoja ryhmitellään spagettikaavioiden luettavuuden helpottamiseksi. Ryhmittämisellä tarkoitetaan yhdellä koneella samaa reittiä kulkevien, esimerkiksi eri teräslangan halkaisijoita. Valmistusmateriaalit nimetään myös kokonaisuuden kannalta, jotta selviää missä ja mitä valmistusmateriaaleja tuotantokoneet käyttävät. Valmistusmateriaalit tulevat esille yritykselle jäävässä piirustuksessa.

Tuotannon materiaalivirran kehittämis ehdotuksissa ei luoda kokonaan uutta layout-mallia vaan ehdotukset kohdistuvat ongelmakohtiin. Layout-muutoksia kuitenkin ehdotetaan, jos koetaan ongelman korjaantuvan konemuutoksilla. Muutokset kohdistuvat kuitenkin vain tietyille alueille. Koneiden siirtäminen on mahdollista toimeksiantajan ilmoittamia muutamia koneita ja varastoa lukuun ottamatta, jotka ovat kiinteitä. Tämä huomioidaan myös ongelmakohtien ratkaisussa. Ongelmakohdat sisältävät varsinaisten konkreettisten virtausten lisäksi myös ratkaisuja muihin ongelmakohtiin, kuten kommunikaation tai viestinnän huonoon kulkuun. Tuotannon aiheuttamia inhimillisiä virheitä ei tarkastella, mutta jatkuvat kommunikaatiovirheet opinnäytetyössä huomioidaan. Nämä kuitenkin vain silloin, kun virheet ovat toistuvia ja tiedostettavissa. Työn edetessä rajauksiin tehdään lisää tarkennuksia opinnäytetyön aiheen tarkentamiseksi.

## 2 LEAN

### 2.1 Leanin historia

Leanin lähtökohtina toimivat japanilainen tuotantofilosofia Toyota Production System (TPS). TPS syntyi Japanissa Toyotan päätuotantoinsinöörin Taiichi Ohnon tarpeesta keksiä ratkaisu Toyotan tuottavuuden nostamiseen ilman suurta pääomaa sekä aikansa koneistoilla toisen maailmansodan jälkeen. (Six sigma www-sivut 2021). Ohno esitteli ratkaisun, joka hylkäisi kaikki aiemmat teoriat suurtuotannoista sekä varastoista. Tuotanto oli saatava virtaamaan. (Modig & Åhlström 2013, 78.) Tästä syntyi ajatus, jota Ohno kuvailee:

*”Me katsomme ainoastaan aikajanaa siitä hetkestä, kun asiakas antaa meille tilauksen, siihen pisteeseen, kun keräämme rahat. Ja me pienennämme tuota aikajanaa poistamalla lisäarvoa tuottamattoman hukan.”* (Liker 2010, 7.)

Lean ja TPS ovatkin kuitenkin eri käsitteitä. Lean-ajattelumallin pohjalla toimivat monet erilaiset tuotantojärjestelmät sekä ajatukset. Taiichi Ohno sai inspiraatioita amerikkalaisilta autotehtailta sekä vierailemissaan supermarketissa. Supermarketit olivat hänen mielestään täydellinen esimerkki imuohjauksesta. Supermarketissa esiintyvät tuotteet ohjautuvat asiakkaan mukaan. Tämä, sekä jo toimivaksi todettu Fordin tuotantoidea loivat pohjan leanille. (Six sigma www-sivut 2021.)

Nykyiseen roolinsa lean on syntynyt 1980-luvun lopussa John Krafcikin artikkelin ”lean-tuotantojärjestelmän riemuvoitto” myötä, jossa hän vertailee eri autonvalmistajien tuottavuustasoja ja tuotantojärjestelmiä. Toyotan toimintamallin eli pienien varastoiden ja puskurien avulla voidaan saada hyvä laatu sekä tuottavuus. Varsinainen sana lean, tulikin tietoisuuteen hänen toimestansa. Kyseistä artikkelia käytettiin myöhemmin apuna tutkimuksessa, jonka perustana syntyi ensimmäinen varsinainen lean-tuotantoa kuvaava kirja ”Machine that changed the word” (1990). Kirjan kirjoittivat James P. Womack, Daniel T. Jones ja Daniel Roos. Womack ja Jones jatkoivat lean käsitteen analysointia ja loivatkin seuraavan teoksen ”Lean thinking”, jonka

periaatteita voidaan hyödyntää organisaatiossa lean-ajattelumallin luomisessa. Nämä viisi periaatetta ovat seuraavat. (Modig & Åhlström 2013, 79–80.)

1. ”Määrittele arvo lopullisen asiakkaan näkökulmasta.”
2. ”Tunnista kaikki virtauksen vaiheet ja poista ne, jotka eivät tuota arvoa (hukat)”
3. ”Järjestä arvoa tuottavat vaiheet niin, että tuote virtaa sujuvasti asiakasta kohti.”
4. ”Kun virtaus on valmiina, anna asiakkaiden ”vetää” arvoa ylävirtaan”
5. Kun nämä neljä vaihetta on tehty, prosessi alkaa alusta ja jatkuu, kunnes on päästy tilanteeseen, jossa tuotetaan täydellistä arvoa ilman hukkaa.

## 2.2 Lean käsitteenä

Lean-ajattelutavan avulla voidaan tehostaa nykymaailmassa melkeinpä kaikkea tekemistä. Tehokuuden ajatuksena on hävikin tai arvoa tuottamattoman tapahtuman poistamista tuotantoketjusta. Leanillä ei kuitenkaan tarkoiteta lopputulosta, vaan jatkuvaa kehittämisen tarvetta. Hyvästäkin voi aina parantaa, vaikka se toimisi jo moitteettomasti. Jatkuva parantaminen kuvaa lean-ajatusmaailmaa hyvin. Lean-ajatusta Modig ja Åhlström kuvailevatkin kirjassaan *Tätä on lean*: ”Lean ei ole menetelmä tai työkalu. Lean ei ole myöskään periaatteita, niin kuin usein kuvitellaan. Meidän nähdäksemme lean on toimintastrategia. Lean on strategia tavoitteiden saavuttamiseksi.” (Modig & Åhlström 2013, 140.)

Tuottamattoman ajan eli hukan poistamisen lisäksi leanin ajatuksena on myös tuotannon virtauttaminen. Virtauksen on kuljettava tuotannossa virheettömästi. Jatkuva virtaus vähentää tuotteen läpimenoaikaa, eli tuotteen valmistamiseen menevää aikaa tilauksesta aina tuotteen luovutuksesta asiakkaalle. Lyhyillä läpimenoajoilla ja joustavilla tuotantolinjoilla aikoinaan myös Toyota huomasi, kuinka virtauksiin panostaminen parantaa lopputulosta asiakastyytyväisyyden, kuin laadunkin osalta sekä nosti tuottavuutta ja paransi tehtaiden tilanhallintaa. (Liker 2010, 8.) Lyhyet läpimenoajat vaativatkin tuotannon imuohjausta eli tuotteen valmistamista asiakkaan tilauksesta. Tätä kutsutaan myös japaniksi JIT (Just-In-Time, juuri oikeaan aikaan) periaatteeksi.

JIT on yksi lean-toiminnan perustoista. Tuotannossa se tarkoittaa yksinkertaisesti oikeaa määrää oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Tuotannossa se voi esiintyä esimerkiksi varastoinnin puuttumisena, jolloin tuotanto virtaa työtehtävältä toiselle. Välivarastoinnin minimoiminen perustuu lean-ajatteluun. (Liker 2010, 23–32.)

Jatkuvan virtauksen luomiseksi on varmistettava, ettei laatuvirheitä synny virtauksien edetessä. Tämän luomiseksi lean-ajattelussa hyödynnetään Jidokaa. Jidoka on pohjimmiltaan laadun rakentamista tuotteen valmistusvaiheessa. Tarkemmin Jidokaa kutsutaan automaatioksi eli inhimillisellä älyllä varustetuksi laitteistoksi, joka havaitsee tai pysäyttää laatuvirheen. Valmistuksessa huomattavat virheet on pysäytettävä heti koneellisen automaation avulla tai inhimillisillä toiminnoilla. Virheen huomattessa voidaan paikallistaa ongelma välittömästi sekä korjata se. Näin virheellinen tuote ei pääse jatkamaan seuraavalle työvaiheelle. Tämä on tärkeää lean-tuotannossa puskurivarastojen puuttuessa, jolloin laatuongelmien ilmentyessä niihin ei voida turvautua. (Liker 2010, 16–130.)

### 2.3 Hukka

Hukka on yksi lean-ajattelun perustoista. Hukka kertoo tuotteen arvoa tuottamattoman ajan esiintymisestä. Hukalla tarkoitetaan kaikkia niitä toimintoja, jotka eivät lisää arvoa lopputuotteeseen asiakkaan näkökulmasta. Näitä voivat olla tuotteen valmistuksen aikana toteutuvat toiminnot kuten varastointi, joista tuotteen saaja ei ole valmis maksamaan. (MCS [www-sivut](http://www.sivut) 2021.) Miksi asiakas haluaisi maksaa tapahtumasta, joka ei tuota hänelle mitään? Tuotantoa on aina ajateltava asiakkaan näkökulmasta. Asiakkaalla voidaan tarkoittaa sisäistä kuin ulkoistakin. Sisäisellä asiakkaalla tarkoitetaan tuotteen valmistuksen seuraavaa työvaihetta, kun ulkoisella varsinaista asiakasta, joka tuotteen saa. Asiakas luo aina arvon. (Liker 2010, 23.)

Hukka eli japaniksi Muda, voidaan jakaa kahdeksaan tyyppiin. Hukan tyypit ovat alkuperäisesti jaettu Toyotan mukaan seitsemään päätyyppiin. Kahdeksannen päätyypin Jeffrey K. Liker määritellyt kirjassaan ”Toyotan tapaan” (2010, 28–29) näkemyksiensä mukaan. Hukan tyypit ovat seuraavat:

## **1. Ylituotanto**

Ylimääräisien osien ja tuotteiden valmistaminen, joka aiheuttaa tarpeettomia lisäkustannuksia henkilöstön palkkaamisen kuin varastoinnin osalta.

## **2. Odottelu**

Odotetaan edellisiä työvaiheita, koneita, työkaluja tai esimerkiksi toimitusta. Lisäksi odottelua syntyy seuratessa automatisoitujen koneiden toimintaa. Odottelua syntyy usein ongelmien myötä.

## **3. Tarpeeton kuljettelu**

Prosessin sisällä kuljetettavien materiaalien tarpeetonta kuljettamista. Turhat kuljetukset eivät lisää tuotteen arvoa. Turhia kuljetuksia ovat ylimääräiset kuljetukset sekä nostot ja tehottomat tai pitkät kuljetukset.

## **4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely**

Yliprosessointi eli valmistaminen asiakkaan toiveita parempi lopputulos. Virheellisten tuotteiden valmistaminen huonojen työkalujen tai tuotesuunnittelun takia. Ylimääräiset sekä tehottomat työvaiheet aiheuttavat turhia kustannuksia.

## **5. Tarpeettomat varastot**

Ylimääräiset varastot raaka-ainemateriaalien, keskeneräisten tuotteiden ja lopputuotteiden kohdalla. Nostaa läpimenoaikoja sekä varastointikustannuksia. Varastoissa paljon turhaa pääomaa.

## **6. Tarpeeton liikkuminen**

Kaikki ylimääräinen ja turha liike, jota työntekijä joutuu tekemään valmistaessa tuotetta. Esimerkiksi työkalun etsiminen. Kävely voidaan luokitella hukaksi.

## **7. Viat**

Virheellisten tuotteiden korjaaminen ja uudelleen valmistaminen vaatii ylimääräistä työtä ja lisää materiaalikustannuksia.

## 8. Työntekijän luovuuden käyttämättä jättäminen

Kaikki työntekijöiden osaamisen ja tietotaidon käyttämättä jättäminen. Työntekijöiden ideoita, ajatuksia, taitoja tai parannusedotuksia ei hyödynnetä.

Hukan muodoista voidaan päätellä, niiden olevan aina seuraus jostakin. Jokaisen hukan muodon löytäminen tarkoittaa ongelmaa. Ongelman löytäminen on aina avain sen selvittämiseksi. (Piirainen, 2014.) Siitä leanissa on kyse.

### 2.4 Virtaus

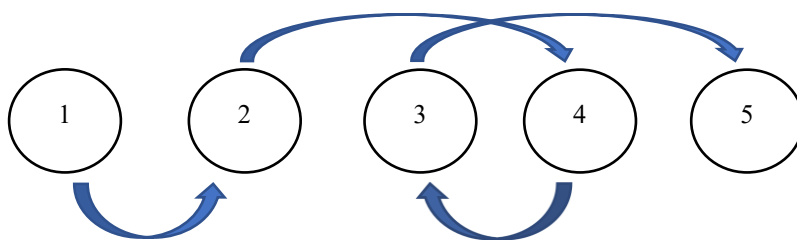
Virtauksella tarkoitetaan keskeytymätöntä materiaalien, tuotteiden tai tiedon virtausta työvaiheiden välillä ilman erillisiä välivarastoja. Välivarastojen luominen ja pitäminen tuotantolaitoksissa on kuitenkin usein välttämätöntä jatkuvan tuotannon mahdollistamiseksi. Virtaus luokitellaan alkamaan tuotteen tilauksesta ja loppumaan toimitukseen. Tuotteen valmistuksen sisällä voi siis olla useita erilaisia virtauksia. (Tuominen 2010, 72.)

Aikaisemmassa kappaleessa 2.2 käsitelimme JIT eli Just-In-Time käsitettä. Käsite luo lean-ajattelussa virtauksen pohjan. Tuotteen on kuljettava tuotannon läpi sujuvasti. Virtauksen edetessä on tuotannon toimittava saumattomasti. Työntekijöiden on osattava ja tiedettävä työtehtävänsä, jotta virtaus ei pysähdy. Tuotantokoneiden on oltava huollettu sekä jokaisen työtehtävään liittyvän koneen tai toiminnon on oltava täsmällisesti sille tarkoitettulla paikalla. Tämä tarkoittaa, että tuotteissa tai kommunikoinnissa ei saa tapahtua virheitä. Toimiva virtaus edellyttää osaamista ja töiden standardisointia. (Womack & Jones 2003, 60.)

Virtauksessa voi kuitenkin tapahtua käytännön tasolla monia sitä heikentäviä tekijöitä. Tehtaassa voi esiintyä vastavirtauksia eli tuotteen edestakaisin kuljetusta. Risteävä liikenne sekä pitkät kuljetusmatkat koneilta toiselle tai varastoon ovat myös virtauksia heikentäviä tekijöitä. Nämä kaikki heikentävät virtauksen toimivuutta sekä tehokkuutta. (Stephens & Meyers 2013, 133.)

Risteävä liikenne aiheuttaa materiaalivirtojen kesken kommunikaatio-ongelmia, hidastuksia sekä ruuhkia ja ennen kaikkea turvallisuushaittoja. Trukilla kulkeminen toisen työpisteen lastauspaikan ohi on esimerkki risteävästä liikenteestä. Kuljetukset läpi toisen kulkureitin voivat aiheuttaa vakaviakin seurauksia. Risteävässä liikenteessä onkin paljon liikkuvia tekijöitä, jotka aiheuttavat jatkuvia ja toistuvia ongelmia niin tuotteiden kuin operaattorien kesken. Jatkuvat ongelmat luovat odotusta. Odotus luo hukkaa. (Stephens & Meyers 2013, 133.)

Tehtaalla edestakaisin kulkeva materiaalivirta on materiaalinkulkua virtauksessa väärään suuntaa. Materiaalin on lähtökohtaisesti kuljettava aina tehtaan lähetyspäätyä kohden. Edestakaisin kulkeutuva materiaalivirta voi kustantaa jopa kolmenkertaisesti enemmän kuin suora materiaalivirta. Kuvio 1 havainnollistaa kuinka materiaalivirta kiertää saman kohdan kolmesti aiheuttaen ylimäärisiä kustannuksia. (Stephens & Meyers 2013, 133.)



Kuvio 1. Kuvaus materiaalinkulusta tehtaalla eri toiminnoissa. Numerot kuvaavat materiaalinkulun eri toimenpiteiden vaiheita. (Stephens & Meyers 2013, 133)

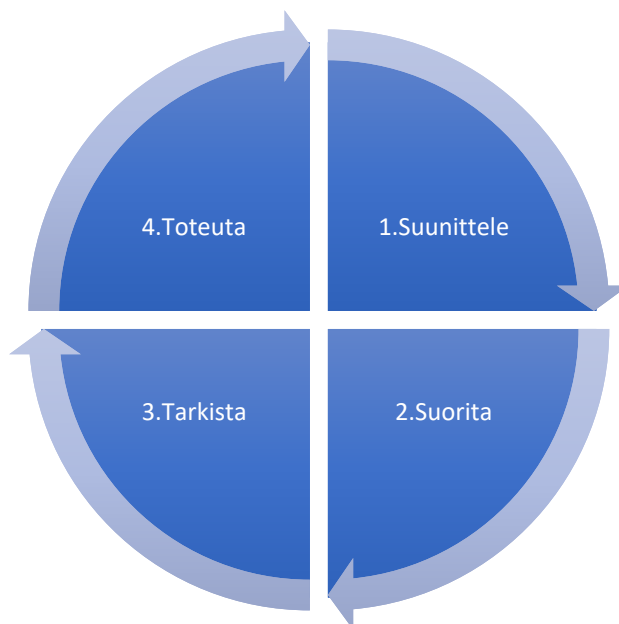
Pitkät materiaalin tai tuotteen kuljetusmatkat aiheuttavat hukkaa. Niistä syntyvät odotukset tai kuljetuksien aiheuttamat kustannukset vähentävät tuotannon tehokkuutta. Tehtaan toiselle puolelle trukilla vietävät tuotteet tai materiaalit aiheuttavat kustannuksia polttoaineissa sekä trukin käyttöarvossa. Lyhyiden ja tehokkaiden kuljetusten sekä siirtojen avulla voidaan tehostaa tuotannon materiaalivirtoja huomattavasti. (Stephens & Meyers 2013, 134.)



## 2.5 Kaizen - jatkuva parantaminen

Kaizen eli japaniksi jatkuva parantaminen on osa lean-ajattelumallia. Systemaattinen ja jatkuva kehitys tuotannossa nostaa yrityksen kilpailukykyä, sillä ongelmakohtien löytäminen tehostaa tuotantoa. Tarkoituksena ei ole saada tuotannosta virheetöntä heti vaan keskittyä jatkuvaan ja toistuvaan kehittämiseen jokaisella työntekijällä, työn johdosta aina operaattoreihin asti. Länsimaalaisessa ajattelussa tämä usein unohtuu, jossa jahdataan aina vain lopullista päämäärää. Päämäärän saavuttaminen lopettaa jatkuvan parantamisen. (Liker 2010, 26.)

Kaizenia voi hyödyntää jokainen työntekijä. Ongelmien löytäminen on nähtävä tilaisuutena kehittää laatua, työskentelytehokkuutta, työturvallisuutta sekä itseään. Prosessien laadun sekä toimivuuden parantaminen kehittää koko organisaation tehokkuutta ja kannattavuutta. Jatkuvaa parantamista voidaan kehittää PDCA-mallin avulla, jossa P (Plan) tarkoittaa suunnittelua, D (Do) suorittamista, C (Check) arviointia sekä A (Act) toteuttamista. Periaatteena on suunnittelun jälkeen testata suunnitelman toimivuutta, esimerkiksi pienemmällä intensiteetillä kohdistetulla alueella. Testauksen jälkeen tarkistetaan, tuottiko kokeilu toivotut tulokset. Tulosten ollessa positiivisia, voidaan toteuttaa laajamittainen prosessin korjaaminen sekä vakiinnuttaminen. Edellä mainittua PDCA-mallia voidaan kuvailla seuraavalla kuviolla (Kuvio 2), jossa jokainen vaihe käydään järjestyksessä, jonka jälkeen vaiheita toistetaan jatkuvan kehittämisen periaatteella. (Kouri 2009, 15.)



Kuvio 2. Jatkuvan parantamisen PDCA-malli (Muokattu, Kouri 2009,15)

Jokaisen lean-ajatteluun pyrkivän yrityksen tai tuotannon on tunnettava PDCA-malli. Ongelmien ratkaiseminen ei ratkaise ongelmaa, jos vanhaan palataan heti uudelleen. Jokaisen on osallistuttava, jotta jatkuva parantaminen on systemaattista. Ongelmien esiintyessä, ratkaisuehdotukset sekä nopeat muutokset eivät ratkaise suoraan ongelmia, vaan niihin on myös panostettava organisaatiossa sekä jatkettava tuotannon kehittämistä myös ratkaisuiden jälkeen.

## 2.6 Tuotannon layout

Tuotannon layout on virtauksen kanssa yrityksen tuotannon tuottavuuden perusta. Se tarkoittaa tuotantotilojen järjestystä eli kuinka koneet, työpisteet, kulkureitit, varastot sekä muut tuotantoon liittyvät asiat ovat organisoitu tehtaan sisälle. Toimivaan tuotantoon kuuluvat hyvä materiaalivirta ja taloudellinen tuotanto, tuotteen sekä työntekijän ylimääräisten liikkeiden minimoiminen, toimintojen yhtenäinen ja toimiva yhteys sekä tuotantotilan tehokas käyttö. Lisäksi turvallinen työympäristö laitteiden ja koneiden käyttäjille on tärkeää. (Logistiikan maailma www-sivut, 2021.)

Tuotannon layoutit voidaan jakaa materiaalivirroiltaan sekä koneiden sijoitteluiltaan karkeasti kolmeen tyyppiin, funktionaaliseen layouttiin, tuotantolinjalayouttiin ja solulayouttiin. Funktionaalisessa layoutissa työpisteet ovat sijoiteltuna samakaltaiset työtehtävät yhtenäisessä paikassa. Tuotantolinjassa laitteet ovat lajiteltuna tuotteen valmistuksessa olevien työvaiheiden mukaan. Järjestys on selkeä ja tuote kulkee järjestelmällisesti. Usein suuret tuotantomäärät tehdään tällaisella layoutilla. Solulayout on edellisten layouttyyppien välimuoto. Koneet ja laitteet ovat sijoiteltuna itsenäisiin ryhmiin, jolloin tuotteita voidaan työstää omissa työvaiheissaan. Työvaiheet imevät materiaalia itseensä, jolloin ei synny ylimääräisiä välivarastoja. Solulayoutissa tuotanto on nopeaa ja organisoitua, jolloin hukkien syntyminen on minimiä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475–478.)

### 3 LEAN-TYÖKALUT

Lean-työkaluilla tarkoitetaan työkaluja, joita voidaan käyttää analysoimaan olemassa olevia prosesseja sekä mahdollistamaan muutosprosessien luominen. Lean muutoksen keskiössä ei ole päämäärä, vaan tavoitteiden saavuttaminen sekä niiden ylläpitäminen. Tekniset työkalut ovatkin käytännön menetelmä, jonka avulla voidaan konkreettisesti tutkia tai toteuttaa prosesseja kohti leaniä ja saavuttaa merkittäviäkin tuloksia. Tärkeää on kuitenkin hahmottaa mikä työkalu sopii juuri kyseiseen tilanteeseen. (Plenert 2007,154.) Varsinaisten lean-työkalujen määrä on valtava, joten tässä opinnäyteyössä keskitytään tarkemmin vain niihin työkaluihin, joita hyödynnettiin varsinaisessa tutkimusosassa. Kokonaisuuden ymmärtämiseksi työssä käydään läpi myös muita hyödyllisiä lean-työkaluja. Opinnäytetyön tutkimusosassa hyödynnettäviä työkaluja ovat spagettikaavio sekä gemba-kävely.

Lean-työkaluilla ei ratkaista varsinaista ongelmaa. Työkalut toimivat vain apuna ongelmien havainnoinnissa ja löytämisessä, mutta varsinaiset ongelmanratkaisut jäävät ihmisen tehtäväksi. Tulkitseminen ja toteuttaminen tapahtuu siis ihmisen toimesta. Työkaluja hyödyntävän ihmisen on ymmärrettävä niiden toimintaperiaatteet, jotta niistä voidaan todella hyötyä. (Halsas 2021.) Työkalujen suuren lukumäärän takia lean-prosessin aloittaessa on ymmärrettävä eri työkalujen ominaispiirteet. Koska kaikkia työkaluja ei voi läheskään hyödyntää kaikissa prosesseissa, on osattava valita oikeat työkalut. Esimerkkejä lean-työkaluista ovat spagettikaavio, arvovirtakartoitus, 5S, kalaruotokaavio, gemba-kävely, imuohjaus, kanban, SMED sekä standardisoitu työ. (Plenert 2007, 154–155). Kaikki nämä edelliset työkalut pyrkivät parantamaan prosessia. Jotta lean-työkalut tulevat ymmärretyksi, käydään lyhyesti osa edellä mainituista työkaluista niiden tavallisten toiminta- ja käyttöperiaatteiden osalta läpi. Spagettikaavioon ja gemba-kävelyyn perehdytään tarkemmin seuraavissa kappaleissa.

5S tarkoittaa työn organisoimista sekä standardisoimista viiden eri toiminnon kautta. Toiminnot ovat järjestä (Sort), systemointi (Set in Order), siivous (Shine), standardisointi (Standardize) sekä seuranta (Sustain). (Plenert 2007, 249). Toimintojen avulla pyritään poistamaan kaikki ylimääräinen hukka työvaiheessa ja maksimoimaan työn tehokkuutta. Tuotannossa 5S voidaan hyödyntää yksinkertaisesti työkalujen lajittelulla

tarpeellisiin sekä tarpeettomiin työkaluihin. Lisäksi työkalut voidaan nimetä paikan mukaan, jolloin ne pysyvät oikeassa paikassa myös tulevaisuudessa. (Plenert 2007, 249–252.) Edellisessä esimerkissä tulivat esille jo monta 5S vaihetta, jotka ovat helppo ottaa käytäntöön tehtaan eri toimintoja tehostamaan. Ne tuovat usein nopeita tuloksia ja niiden toteuttaminen on helppoa.

Teknisillä työkaluilla kuten arvovirtakartoituksella (VSM, Value Stream Mapping) pyritään usein tunnistamaan prosessien nykytilanne. Tavoitteena on tutkia prosesseja mahdollisimman tarkasti sekä etsiä niissä esiintyviä hukkia. Tämän avulla ne voidaan tunnistaa ja aloittaa lean-muutosprosessin luominen. (Plenert 2007, 160–161.) Arvovirtakartoituksella kuvataan prosessia hyvin tarkasti sisältäen tulot ja lähdöt sekä prosessin sisällä esiintyvät pienemmät prosessit. Tarkan kuvauksen avulla voidaan hahmottaa jokaisten toimintojen yhteyden sekä tunnistaa niissä esiintyvää hukkaa. Arvovirtakartoituksella voidaan nykytilakuvauksen lisäksi myös kuvata haluttua tavoitetilaa. Tavoitetilan luomisessa hyödynnetään nykytilan kuvausta. (Plenert 2007, 235.)

Kanban eli taulu tai ilmoitustaulu on yksinkertainen lean-ajattelussa hyödynnettävä-kommunikaatiotyökalu ja ajoitusjärjestelmä, joka sijaitsee aina paikassa, jossa sitä tarvitaan. Kanbanissa viestintä tapahtuu kortein, jossa ilmoitetaan tarpeesta kuten tuotteen tiedoista, määristä tai muusta tiedosta. Tuotannossa se voi käytännössä viestiä tarpeesta materiaalin suhteen tai ohjeistaa operaattoria valmistamaan tuotetta tietty määrä lisää. Kanbanilla voidaankin ilmoittaa työn kulusta ja sen etenemisestä. Kanbanin avulla toteutetaankin usein JIT-periaatetta, jossa tuotteita tulee juuri oikeaan aikaan oikea määrä. (Stephens & Meyers 2013, 5–19)

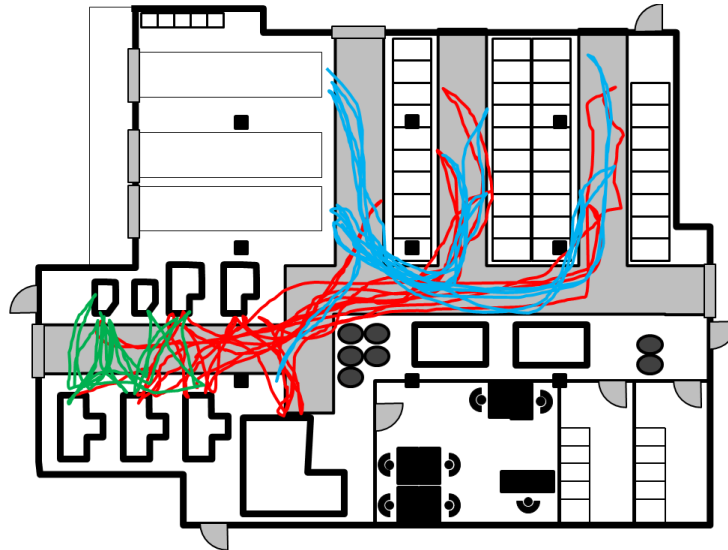
### 3.1 Spagettikaavio

Spagettikaavio on yksinkertainen virtausten seuraamiseen ja havainnollistamiseen tarkoitettu työkalu. Spagettikaavion avulla voidaan kuvata prosessin eri toimintoja kuten tuotteen, materiaalin, henkilöstön tai tiedon kulkemista prosessin sisällä. Sen avulla huomataan virroissa esiintyvää tehotonta toimintaa tai vastaavasti hukkaa aiheutuvia tekijöitä, joita ei arkisessa toiminnassa välttämättä huomaa. (Lempinen 2014, 21.)

Spagettikaavion tekeminen tapahtuu seuraamalla tai tarkkailemalla niitä toimintoja, joita halutaan optimoida. Sivusta seuraamalla voidaan tutkia toimintojen kokonaisvaltaista toimintaa, kuinka materiaali tai tuote liikkuu työpisteeltä toiselle tai miten lopputuotteen varastointi tapahtuu työpisteeltä. Spagettikaavioilla voidaan merkitä liikumista riippumatta kohteesta. Kohteen on kuitenkin oltava toistuva, jossa työ toistuu samalaisesti usean eri kerran. (Roser, 2015.)

Spagettikaavion rakentaminen voidaan valmistaa kahdella eri tavalla. Koneelta saatujen tuotantosuunnitelmien tiedoilla tai seuraamalla kohdetta tuotannon tasolla. Ensimmäinen vaihtoehto ei yleisesti anna riittävästi tietoa, jotta spagettikaavioista saadaan riittävän tarkka. Seuraamalla tuotantoa voidaan nähdä käytännössä materiaalivirtaus, jolloin se on helppo visualisoida paperille. Työtä lattiatasolla seuraamalla saadaan lisäksi mahdollisia tietoa ongelmakohdista, joihin voidaan myöhemmin puuttua. (Roser, 2015.)

Käytännössä spagettikaavion piirtämien rakennetaan kynän ja paperin avulla. Paperilla esitetään layout eli rakennuksen pohjapiirustukset, jossa näkyvät koneet sekä muut työpisteisiin liittyvät asiat. Pohjapiirustukseen piirretään kohteen matka haluamalta seurausalueelta. Piirtämisen yhteydessä voidaan mitata erilaisia tarkentavia tekijöitä virtauksessa kuten ajanseurantaa tai matkanseurantaa, joilla saadaan tietoa virtauksista myös numeraalisesti. Samalle paperille voidaan piirtää yhtä tai useampaa virtausta, jolloin kynien värien on erotuttava toisistaan. Eri materiaalivirtojen piirtäminen samalle layout-mallille nostaa usein myös eri ongelmakohtia virtojen kohdalla. Seuraavalla kuvalla (kuvio 3) esitetään perinteinen spagettikaavio, jossa eri toimintojen virtoja kuvataan eri väreillä. Lopputulos muistuttaa spagettikasaa, josta se on myös saanut nimensä. (Roser, 2015.)



Kuvio 3. Esimerkki spagettikaaviosta, jossa kuvataan työntekijöiden liikettä työpisteillä (Roser, 2015)

Spagettikaavion valmistuttua on sen analysointi tärkeää. Itse spagettikaavion tekeminen ei vielä optimoi työtä, vaan se toimii pohjana muutoksille, jotka nostavat työn tehokkuutta. Spagettikaavioista voidaan huomata työpisteiden tai varastojen epäloogista sijaintia työtehtäviin nähden. Epäloogisuuksia voidaan ratkaista erilaisilla muutoksilla kuten työpisteiden, koneiden, työkalujen tai varastojen siirroilla. Tarkoituksena kaikilla muutoksilla on saada työstä tehokkaampaa, virheettömämpää sekä tuotannollisesti taloudellisempaa. (Roser, 2015.)

### 3.2 Gemba

Gemba tarkoittaa japaniksi ”todellista paikkaa”. Se on ongelmakohtien tarkastelua käytännönläheisellä tavalla. Sen avulla voidaan tunnistaa tapoja tai tehtäviä suoraan niitä seuraamalla. Gemba-kävely on osa tärkeää lean-tuotantoa ja sen ymmärtämistä. (Mann 2010, 263–264.) Jokaisessa ongelmanratkaisutilanteessa on tärkeää ymmärtää ongelma. Gemban ajatuksena onkin mennä tutkimaan arvoa luovaa prosessia ja siinä esiintyvää laatua käytännössä. Ymmärtää työntekijöiden rooli sekä kuulla ja kysyä heidän mielipiteitänsä asiasta. Tavoitteena on havainnollistaa asioiden esiintyminen sekä niiden toiminta. Gemba-kävelyä tehdessä on tärkeää poistaa omat ennakkoluulot ja mielipiteet asiasta, jotta asiasta saadaan täysin kokonaisvaltaisen kuvan. (Mann 2010, 123–125.)

Gemba-kävelyä voi hyödyntää organisaation jokainen työntekijä riippumatta työnkuvasta kehittääkseen omaa ja yrityksen toimintaa. Työkaluna gemba on kuitenkin erityisesti kohdistettu johtajille sekä muille yrityksen päättäjille. Gemban avulla yrityksen johto pysyy kosketuksessa todellisuuteen sekä ymmärtää syvällisemmin mitä organisaatio sisällä prosesseissa todellisuudessa tapahtuu. Tämä voi jo synnyttää uusia merkittäviä parannuksia prosessien sisällä. (Bremer 2016.) Gemba-kävelyllä johtaja ja työntekijät voivat olla vuorovaikutuksessa keskenään, jolloin asiat nousevat paremmin esille. Säännöllisten gemba-kävelyjen avulla myös johtajuus tulevat uudella tavalla esille. Johtajuus voivat näkyä kävelyn toteuttamisella esimerkiksi viikoittain työnjohdon toimesta tai toimitusjohtajan kävelyllä kuukausittain. (Bicheno ja Holweg 2016, 49–50.) Johtajilla on lisäksi paras käsitys ymmärtää sekä raportoida näkemänsä asiat eteenpäin. Tämän tiedon yhdistämällä dataan voidaan hahmottaa ja analysoida prosessia kokonaisuutena. (Liker 2010, 224.)

Bichenon ja Holwegin (2016, 50) mukaan gemba-kävelyn toteutumisessa voidaan hyödyntää viiden G periaatetta, jossa jokainen G kuvaa toteutettavaa toimintoa. Periaatteet ovat:

1. Mennään varsinaiselle paikalle, jossa prosessi tapahtuu. (Go)
2. Hankitaan tarvittavat faktat. (Get)
3. Tartutaan prosessin koko tilanteeseen. (Grasp)
4. Etsitään syyt, jotka estävät toteuttamasta tehokasta prosessia. (Generate)
5. Ohjataan korjaavia toimintoa ja seurataan korjattuja tuloksia. (Guide)

Gemba-kävelyn toteuttaminen vaatii valmistautumista sekä suunnittelua. Kävelyn toteuttamisessa voidaan hyödyntää gemba-kävelyn yleisiä perusvaiheita, josta kävely koostuu (kuva 2). Kävelyn onnistumisen kannalta oleellista on ymmärtää sekä rajata tutkittava alue. Alueen on kohdistuttava tiettyyn tarkastelun alueeseen, jolloin kävelyn toteuttaminen ei laajene liian suureksi. Kävelyn on oltava tehokas. (Kanbanize [www](http://www.kanbanize.com)-sivut 2022.) Tehokuutta voidaan lisätä valmistelemalla kysymyksiä, joita voidaan esitellä prosessin tekijöille. Kysymykset vastaavat usein kysymyksiin, miten, miksi, mitä, kuinka? (Bicheno ja Holweg 2016, 36–37). On kuitenkin muistettava keskittyä tutkitavaan prosessiin eikä sen tekijöihin. Kävelyllä ei ole tarkoitus arvioida työntekijöitä.



Lisäksi onnistuneeseen gemba-kävelyn vaiheisiin kuuluvat prosessissa huomautet havaintojen merkitseminen ylös. Merkattuja havaintoja voidaan hyödyntää prosessin ongelmakohtia ratkaistaessa. Ongelmakohtien löytäminen on helpompaa, kun kävelyyn osallistuu useampi henkilö. Kaksi on aina enemmän kuin yksi, jolloin myös tulosten analysointi on moniulotteisempaa. Osallistuville henkilöille on kuitenkin tarkennettava kävelyn tarkoitus sekä toteutuminen, jotta kävely voidaan toteuttaa onnistuneesti. (Kanbanize [www-sivut](#) 2022.)



Kuva 2. Gemba-kävelyn seitsemän perusvaihetta (Kanbanize [www-sivut](#) 2022)

## 4 TUTKIMUSMENETELMÄT

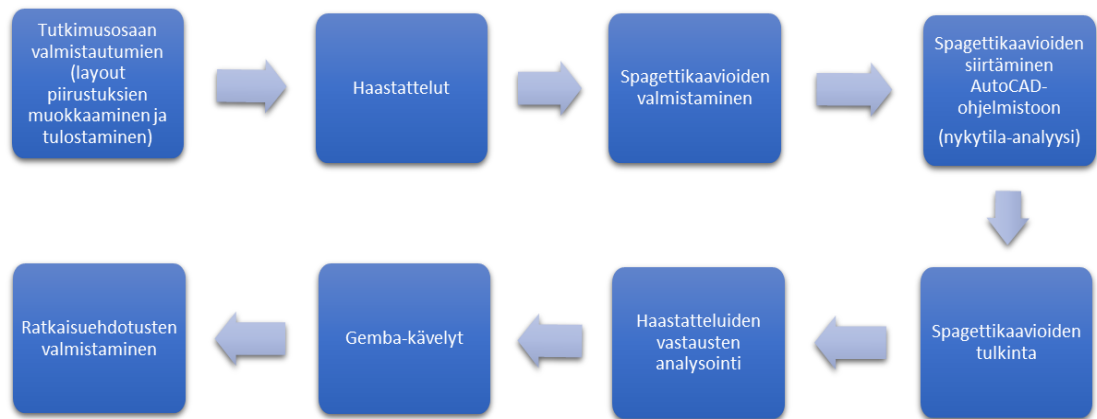
Opinnäytetyön empiirisen osan tutkimusmenetelminä käytettiin haastattelua, spagettikaavioita sekä gemba-kävelyä. Haastattelun sekä spagettikaavion avulla voitiin rakentaa tuotannon kannalta konkreettinen näkemys Lapin tehtaan materiaalivirroista. Gemba-kävelyn avulla tarkennettiin näkemystä ja tietoa ongelman esiintymisestä. Tässä kappaleessa kuvataan opinnäytetyössä käytettyjen tutkimusmenetelmien karkea toteutus sekä niiden toteutusjärjestys. Tutkimusmenetelmien käyttöön mennään myöhemmin opinnäytetyössä.

Tutkimuksessa pyrittiin rakentamaan selkeä linja haastatteluille, sillä haastateltavia tuotanto- ja lähettämötyöntekijöitä oli noin 25. Työntekijöitä ei spesifioitu, jolloin kaikkia haastateltavia kutsuttiin operaattoreiksi lukuun ottamatta lähettämön työntekijöitä. Kaavamaisesti rakennetut haastattelut voitiin toteuttaa nopeasti ja hyvällä lopputuloksella. Jotta haastattelut voitiin toteuttaa helposti, oli tehtävä esivalmistelut haastatteluille. Esivalmisteluihin kuuluivat haastatteluihin ja spagettikaavioihin tarvittavien layout-piirustusten muokkaaminen, jotta niiden tulkitseminen ja esittäminen olisivat helpompaa. Lisäksi rakennettiin haastatteluihin aiheet ja kysymykset liittyen materiaalivirtoihin, jotka esitettiin operaattoreille spagettikaavioiden valmistuksen jälkeen. Haastatteluja voidaankin pitää opinnäytetyön tutkimuksen pohjana. Operaattoreita haastatteleamalla voitiin saada tuotannonläheinen lopputulos.

Haastattelut toteutettiin kahden kuukauden aika, joulukuun 2021 sekä tammikuun 2022 välillä. Haastatteluja toteutettiin useammalla eri päivällä riippuen operaattoreiden osallistumismahdollisuudesta. Haastattelumenetelmäksi valikoitui teemahaastattelu, koska haastattelija toimii haastattelun vetäjänä sekä valikoi haastattelun aiheen. Aihe kohdistui materiaalivirtoihin. Gemba-kävelyt ajoitettiin haastatteluiden jälkeen, jolloin ongelmakohdat olivat jo tiedossa.

Nykytila-analyysi valmistettiin kokoamalla haastatteluista luodut spagettikaaviot yhtenäiseksi AutoCAD-piirustukseksi. AutoCAD-ohjelmiston avulla voitiin luoda kokonaisvaltainen kuvaus Pintoksen Lapin tehtaan tuotannon materiaalivirroista. Spagettikaavioiden nykytilan analysointi sekä haastatteluiden tulosten ymmärtäminen oli

tärkeää, sillä niitä tutkimalla löydettiin erilaisia pullonkauloja materiaalien kulussa. Analysointia tehtiin lean-ajattelumalleja hyödyntämällä sekä eri lähteistä opittuja tietoja peilaamalla tehokkaan tuotannon luomiseksi. Tutkimuksen toteutusta voidaankin kuvata seuraavanlaisella kuviolla (Kuvio 4).



Kuvio 4. Työn tutkimusosan eteneminen

## 5 TUOTANNON NYKYTILA

Rauman Lapin tehtaan tuotanto voidaan jakaa kahteen osaan, raudoiteverkkoihin sekä muihin raudoitteisiin. Muihin raudoitteisiin kuuluvat muut Lapin tehtaalla valmistettavat tuotteet kuten nostolenkit, irtohaavat, sideansat sekä kuorilaatanansaat. Tuotteet tehdään lähtökohtaisesti imuohjauksella eli tilaustuottein. Tuotteita tehdään kuitenkin myös varastoon, jolloin työntöohjaus on osa tehtaan tuotannonohjausta. Rauman tehtaalla toimii noin 60 työntekijää. Työntekijät koostuvat lähtökohtaisesti tuotannon-, kunnossapidon- sekä lähettämöntyöntekijöistä. Toimihenkilöitä Rauman Lapin toimipisteessä on kolme, jotka koostuvat tuotannonjohdosta.

### 5.1 Tuotannon raaka-aineet sekä puolivalmisteet

Lapin tehtaan tuotannon ymmärtämiseksi on havainnollistettava tuotteiden raaka-aineet sekä niissä käytettävät puolivalmisteet. Koneiden käyttämä valmistusmateriaali riippuu koneesta sekä lopputuotteesta. Useimmilla koneilla on mahdollista käyttää useampaa eri vaihtoehtoa, kuten esimerkiksi verkkokone 3:lla on mahdollista käyttää molempia puolivalmisteita, keloja tai kieppejä.

Lapin tehtaalla käytetään useita eri raaka-aineita. Mainittavia raaka-aineita ovat valsilangat, verkkolangat, jännepunoslenkit sekä huonekaluputket ja pyörötangot. B500B-kiepit ovat lisäksi raaka-aineita, sillä ne saapuvat tehtaalle muualta. Raaka-aineet ovat vyyhteinä, paitsi B500B-kieppien sekä pyörötankojen, jännepunoslenkkien ja huonekaluputkien osalta. Raaka-aineet, joita tuotantokoneet käyttävät menevät nimityksellä sileä lanka.

Puolivalmisteet eli teräslaadut voidaan jakaa laatuihin B500A sekä B600XA. Nämä molemmat puolivalmisteet tulevat vetokoneilta, jossa raaka-aineet kylmävalssataan. Tuotannossa käytetään myös satunnaisesti B500B-laatuisia kieppejä, jotka varastoidaan tuotannon KET-varastossa. Tuotannossa valmistettavat lopputuotteet ovat kuvioidun teräslangan kohdalla SFS 1300 standardin mukaisia. (SFS 1300:2020, 9).

Ruostumattomien teräksien eli B600XA tuotteet ovat standardin 1259 mukaisia. (SFS 1259:2016, 5–6). Erikoisraudoitteilla laatuluokitukset ovat erilaisia.

## 5.2 Lapin tehtaan tuotannon kuvaus

Lapin tehtaalla tuotannon laadullisia vaatimuksia seurataan jatkuvasti omalla laadunvalvonnalla. Laadunvalvonnan aiheuttamaa materiaalivirtaa ei huomioitu opinnäytetyössä sen vaihtelevuuden vuoksi. Tuotteiden laatua valvotaan kuitenkin koko tuotantoprosessin ajan. (Pintos [www-sivut](#) 2021).

Tehdas koostuu kahdesta tuotantohallista, kahdesta pressuvarastosta sekä pihavarastosta. Tuotantohalleja lähin pressuhalli toimii tuotannon KET- varastona, jossa varastoidaan myös muutamia tuoteryhmiä. Toisessa Lapin tehtaan pressuvarastossa varastoidaan muut raudoitteet. Pihalle varastoidaan teräsverkot sekä satunnaiset muut raudoitteet. Pihalla teräsverkkojen osalta paikat eivät ole standardoituja, mutta pressuvarastoissa paikat on luokiteltu tuoteryhmittäin.

Lapin tehtaan layout koostuu useista erilaisista koneista. Koneet toimivat suurimmaksi osaksi erilaisten automaatioiden avulla. Operaattoreita koneilla on usein vain yksi koneita kohden. Poikkeuksia kuitenkin on. Erilaisia layout-tyyppejä tehtaalla on lukuisia riippuen tuotteen valmistuksesta. Esimerkiksi verkkokoneet itsessään ovat tuotantolinjoja tuotteen valmistuksen tapahtuessa koneella eri automaatioiden avulla.

### **Tuotantohalli 1**

Suurempi tuotantohalleista koostuu viidestä verkkokoneesta, hitsaussoluista, käsin hitsauspisteistä, vetokoneista, harjatankolinjasta, oikaisu-, nostolenkki-, sideansas-, verkontaivutuskoneista ja verkko- sekä tankoleikkurista. Verkkokoneista kaksi käyttävät teräslankaa kieppeiltä. Kyseiset kiepit tulevat tilauksena yrityksen toisesta tuotantolaitoksesta kuorma-autokuljetuksina automaattivarastoon. Automaattinen KET-varasto sisältää useita eri halkaisijoita. Kieppeissä esiintyvien harjateräslankojen halkaisijat eivät vaikuta materiaalivirtoihin. Automaattivarasto toimii verkkokoneiden 1 ja 2 varastona siltanostureita hyödyntäen. Näiden kahden koneen materiaalivirta on vakio sekä toiminnaltaan toimiva, eikä niiden materiaalivirtoihin tehdä muutoksia.

Kolme muuta verkkokonetta (verkkokoneet 3, 4 ja 5) käyttävät kuvioitua teräslankaa keloilta. Verkkokoneella 3 on mahdollista hyödyntää myös verkkokoneiden 1 ja 2 tavoin kieppejä. Kahdella muulla verkkokoneella kelojen käyttö vaatii lankojen oikaisua sekä pätkimistä oikaisukoneilla. Oikaisukoneen jälkeen teräslangan pätkät ovat valmiit käytettäväksi verkkokoneille 4 ja 5. Verkkokoneet 4 ja 5 tulevat kuitenkin poistumaan yrityksen toiminnasta lähitulevaisuudessa, joten niiden materiaalivirtoihin ei rakennettu ratkaisuja. Nykytila kuitenkin kartoitettiin.

Kolme vetokonetta ovat sijoitettuina ennen verkkokoneita tehtaan keskelle. Ne työstävät varsinaista raaka-ainetta. Raaka-aineet ovat vyyhteinä. Puolivalmisteiden eli kelojen ja kieppien valmistaminen vaatii vyyhtien kuivattamisen valmistettavuuden sekä käsiteltävyyden vuoksi. Vyyhtejä kuivatetaan vähintään vuorokausi ennen niiden käyttöä. Vetokoneet kylmävalssaavat eli muokkaavat esimerkiksi teräslangan venymää sekä lujuutta. Vetokoneilla kelatut teräslankakelat varastoidaan lähelle vetokoneita tuotannon tehtaan seinien vierustoille. Vetokoneet ovat koko Pintoksen tuotannon perusta.

Hitsaussolu 1 käyttää valmistusmateriaalinaan sileää lankaa. Hitsauspisteissä sekä hitsaussolu 2 hitsattavat tuotteet ovat usein puolivalmisteita, jotka saapuvat eri puolelta tehdasta. Harjatanko käyttää valmistuksessaan keloja. Harjatankojen valmistuksessa virta on usein sama, paitsi kun tuotteita tehdään KET- varastoon tai muille koneille. Käsintaitossa tuotteet tulevat toisilta koneilta, jonka jälkeen niitä työestetään kyseisellä koneella. Materiaalivirta on hyvin samalainen kuin hitsauspisteissä. Verkontaivutus-koneiden sekä verkkoleikkurin käyttö on vähäistä, mutta niiden materiaalivirta esitetään nykytila-analyysissa. Lisäksi isommasta tuotantohallista löytyy tankoleikkuri, jolla leikataan tankoja, yhtä tuotannon raaka-aineista.

## **Tuotantohalli 2**

Tuotantohalli kaksi on halleista pienempi sisältäen yhdeksän erilaista tuotantokonetta. Tuotantokoneilla valmistetaan lähtökohtaisesti nostolenkkejä sekä irtohakoja. Osalla koneista on mahdollista tehdä molempia, mutta koneiden nimeäminen tapahtuu tässä opinnäytetyössä kahteen nostolenkkikoneeseen sekä kolmeen irtohakakoneeseen.

Loput koneista ovat kolme kierrehakakonetta sekä kuorilaatanansaskone. Osa koneista ovat päivittäisessä käytössä, mutta muutamien koneiden käyttö on harvempaa. Kaikki koneet kuitenkin analysoitiin materiaalivirtojensa osalta.

Tuotantokoneiden raaka-aineet vaihtelevat valmistettavan tuotteen mukaisesti. Koneet voivat käyttää suoraan raaka-ainetta eli vyyhtejä tai verkkokoneiden tavoin puolivalmistetta eli keloja. Kelat tulevat tuotantohalli ykkösestä. Vyyhtien osalta kuivaus tapahtuu vetokoneiden tavoin tuomalla ne päivää ennen käyttöä sisälle. Vyyhtien kuivaukselle on hallissa oma alueensa.

Useimmat tuotantohalli 2 lopputuotteista kulkevat rullaradan läpi pihalle, josta lähettämön työntekijät kuljettavat ne lopullisiin varastointipaikkoihinsa. Rullaradan vieressä on automaattinen käärintäkone, jossa lopputuotteet pakataan. Koneella saadaan tuotteen tiukaksi paketiksi sekä suojaamaan niitä sään tuomalta korroosiolta. Käärintäkoneelle sekä rullaradalle lopputuotteet kuljetetaan trukeilla operaattorien osalta.

## 6 TOTEUTUS JA TULOSTEN ANALYSOINTI

Seuraavassa kappaleessa käydään läpi opinnäytetyön konkreettinen tutkimuksen toteutus eri tutkimusmenetelmien osalta. Tutkimusosa käydään toteutuneessa aikajärjestyksessä haastatteluiden ja spagettikavion kautta viimeiseksi toteutuneeseen gembakävelyyn. Lisäksi esitellään tutkimusmenetelmien avulla saatuja tuloksia, johon kuuluvat Lapin tehtaan materiaalivirtojen nykytila-analyysi sekä esiinnousseet pullonkaulat. Haastattelujen tärkeyttä haluttiin korostaa teoriapohjaisella alustuksella, koska toteutuneet haastattelut toteutettiin kyseisen teorian pohjalta.

### 6.1 Haastattelut

Haastattelut ovat tiedonhankinnan perusmuoto. Haastattelujen tarkoituksena on kuulla toisen osapuolen mielipiteitä, kerätä tietoa ja käsityksiä sekä ymmärtää miten ja miksi he toimivat tavallaan. Haastattelut ovatkin hyvin ymmärrettäviä ja helposti lähestyttävä tiedonhankintamenetelmä haastattelijan kuin haastateltavan kannalta. Ne ovat usein selkeitä ja toistavat usein samaa kaavaa, jolloin haastateltavat osaavat odottaa mitä käytännössä on luvassa. Tämä tekee haastatteluista usein avoimia ja mieluisia haastattelun osapuolille. (Hirsjärvi & Hurme 2008,11.)

Opinnäytetyössäkin käytetty tutkimushaastattelu kohdistuu usein kiinnostuksen aiheeseen sekä tutkimusongelmaan. Tutkimusongelman sekä aiheen selkiintyessä sekä rajausten luomisessa tutkimuskysymykset alkavat hahmottua. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 13.) Tutkimuskysymysten hahmotettua tulee miettiä tutkimushaastattelun laji, eli milaista menetelmää haastattelussa tullaan käyttämään. Lajeja on karkeasti kolmea erilaista riippuen haastattelun luonteesta. Lomakehaastattelu, strukturoimaton haastattelu sekä teemahaastattelu eli puolistrukturoitu haastattelu. Kuitenkin edellä mainittujen lajien alle voidaan nimetä useita eri haastattelunimikkeitä riippuen niiden käyttökoh-teista tai jopa käyttäjästä. Usein eri haastatteluja voidaan kuvata yhdellä haastattelunimikkeellä, vaikka niiden sisällöt olisivat aivan erilaiset. Tässä opinnäytetyössä keskitytään teemahaastatteluun, josta seuraavassa lisää. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 43–48.)



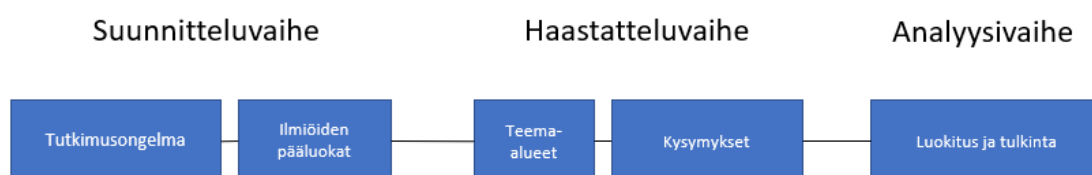
Teemahaastattelu, jota Hirsjärvi ja Hurme (47, Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö.) kutsuvat myös nimellä puolistrukturoitu haastattelumenetelmä, eroaa muista haastatteluista, koska haastattelu kohdennetaan tiettyihin teemoihin tai keskusteluihin. Teemahaastattelua kutsutaan puolistrukturoituduksi menetelmäksi siksi, että haastatteluissa esitetyt aiheet sekä teema-alueet ovat samat kaikille. Haastatteluissa esitetyt kysymykset sekä niiden esittäminen eivät noudat tiettyä linjaa, kuten järjestystä tai muotoa. Haastattelun on edettävä kuitenkin järjestelmällisesti. Teemahaastattelussa oleellista on haastattelijan olevan perehtynyt aiheeseen, jotta hänellä on kokonaiskuva tutkimusaiheesta. Näin hän osaa yhdistää haastateltavan yhteyden sekä toiminnan tutkimukseensa. Teemahaastattelussa rakenne luodaan tietyn haastattelurungon mukaan. Haastattelurunko rakennetaan aiheen mukaan, riippuen siitä kuinka haastattelija haluaa rakentaa kysymyksensä ja mitä tietoja hän tarvitsee. Kuitenkin lopussa haastattelu suunnataan tutkittavien subjektiivisiin kokemuksiin eli heidän omiin kokemuksiinsa ja näkemyksiinsä asiasta. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 47–48.)

Teemahaastattelun runko voidaan jakaa karkeasti kolmeen päävaiheeseen (kuvio 5), suunnitteluvaiheeseen, haastatteluvaiheeseen ja analyysivaiheeseen. Päävaiheiden alle voidaan luokitella tutkimukselle oleellisimpia tutkimuskokonaisuuden vaihteita. Aikaisemmassa kappaleessa selvitimme, että voidakseen toteuttaa haastattelu, haastattelijan on perehdyttävä aiheeseen kunnolla. Lisäksi on selvennettävä haastattelun tutkimusongelma. Mitä haastattelulla halutaan saada tietää ja miksi se tehdään? Haastattelun tutkimusongelma yleensä tarkentuu aineiston ja tiedon karttuessa, jolloin ongelmaa voidaan myös rajata ja tarkentaa haluamaan suuntaan. Suunnitteluvaiheessa on lisäksi ymmärrettävä tutkittavan asian eri osailmiöt. Nämä ilmiöt kuitenkin hahmottuvat usein jo teorian tai tutkimustietoon perehdyttäessä. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 13–67.)

Teemahaastattelun nimen mukaisesti haastattelun aiheet voidaan luokitella teema-alueisiin. Tällöin haastatteluihin ei valmisteta sanatarkkoja kysymyksiä, vaan haastattelija muotoilee kysymyksensä haastattelutilanteesta teeman mukaan. Teema-alueet myös antavat haastattelijalle eräänlaisen muistilistan, jota noudattamalla saadaan vastauksia tarvittaviin kysymyksiin. Teema-alueilla saadaan keskustelusta avoin eivätkä vastaukset kohdistu vain tiettyihin suunniteltuihin kysymyksiin. Kuitenkin teema-alueiden

tueksi voidaan rakentaa muutamia yksittäisiä kysymyksiä, jotka koetaan olevan tärkeitä tulosten kannalta. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 66–67.)

Haastattelun jälkeen aloitetaan analyysivaihe. Analyysivaiheessa tulkitaan kaikki haastatteluista saatu informaatio tutkitusta ilmiöstä. Teemahaastatteluissa aineistoa kertyykin usein valtavasti. Koska tietoa ja uusia havaintoja on paljon, se tekee myös analyysistä hyvinkin raskasta haastattelijalle. Siksi onkin erittäin tärkeää aloittaa sen perkaaminen jo varhaisessa vaiheessa ja heti haastatteluiden päätyttyä. Analyysi alkaa usein aineiston läpikäymisellä ja kuvaamisella. Kuvaamista voidaankin pitää analyysin pohjana. Kuvailulla haastattelija pyrkii kuvaamaan kokonaisvaltaisesti tutkimustuloksensa riippuen haastattelun luonteesta. Seuraavana analyysivaiheessa on aineiston luokittelu. Luokittelu mahdollistaa tutkimustulosten helpomman ja yksinkertaisemman tulkitsemisen jatkossa. Luokittelua voidaan tehdä erilaisilla tavoilla kuten tutkimusvälineiden tai menetelmien, tutkimusongelman, käsitteiden tai luokitteluiden perusteella. Näin eri alaluokat voidaan jaotella omiin lohkoihinsa aiheen piirteen mukaan. Luokittelun lisäksi analysoinnin lopullista tulkintaa edesauttaa aineistojen yhdistely eli tulosten yhdistäminen esimerkiksi samankaltaisuuden tai säännönmukaisuuden mukaan, joka usein tuo esille aineistoissa esiintyvien ilmiöiden vaihtelua tai poikkeavia tapahtumia. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 137–152.) Edellä mainitut mahdollistavat aineistojen tulkinnassa onnistumisen ja sen oikeaoppisen raportoinnin. Raportoinnilla tarkoitetaan kaikkia niitä muotoja, jolla tutkimus ja tutkimuksen tulokset esitellään. Esimerkiksi kvalitatiivisen raportin tulee sisältää johdatus tutkimusongelmaan, tutkimuksen toteuttaminen, tutkittavan ilmiön kuvaus sekä johtopäätökset. (Hirsjärvi & Hurme 2008, 191–193.)



Kuvio 5. Tutkimuskokonaisuuden vaiheet teemahaastattelussa (Hirsjärvi & Hurme 2008, 67)

Tässä opinnäytetyössä tehdyt teemahaastattelut ovat kohdistuneet tuotannon työntekijöihin. Heitä haastatteleamalla saatiin tutkittua materiaalivirtojen varsinaista kulkua

sekä piirrettyä yksityiskohtainen spagettikaavio nykytila-analyysiin. Samalla haastatteluissa käytiin läpi heidän havaitsemiaan ongelmia virtauksien kulussa.

Haastatteluihin ei laadittu sanatarkkoja kysymyksiä, vaan kysymysten aiheita eli teema-alueita kerättiin teemahaastattelulle tyypillisesti taulukoihin. Taulukoissa esitettiin riveillä kysymysten aiheet, koneen nimet sekä vastaukset. Lisäksi muistiinpanoja kirjattiin erilliselle paperille. Haastatteluiden kysymysten aiheet liittyivät kuljetuksiin, lastauksen ja purun toimintatapoihin sekä mahdollisiin operaattoreiden havaitsemiin puutteisiin tai ongelmakohtiin liittyen materiaalivirtoihin. Lisäksi käytiin läpi koneelle tyypillisiä materiaalivirtojen piirteitä. Teema-alueiden lisäksi haastatteluissa esitettiin kuitenkin muutamia suunniteltujakin kysymyksiä. Seuraavana muutamia esimerkkejä operaattoreille esitetyistä kysymyksistä:

- Tapahtuuko spagettikaaviossa piirretty virtaus säännöllisesti ja jokapäiväisesti?
- Mikä työvaihe vie aikaa työssäsi materiaalikulun kannalta?
- Tapahtuuko lastaus/purku sujuvasti?
- Monesti kuljetat päivän aikana lopputuotetta/KET-tuotetta?
- Millaisia ongelmia/puutteita olet havainnut materiaalivirtojen etenemisessä tuotantokoneellasi?

Haastattelut toteutettiin spagettikaavioiden valmistuksen yhteydessä. Haastatteluiden luonne pidettiin rentona, mutta asiapitoisena. Tarkoituksena käydä haastattelut mahdollisimman tehokkaasti, sillä haastattelut pidettiin tuotannossa työntekijöiden työpis-teillä. Haastattelut luokiteltiin sisällön mukaan kahteen osaan. Ensimmäinen osa koostui nykytila-analyysin rakentamiselle eli spagettikaavioiden valmistamiselle ja toinen osa ongelmakohtien etsimiselle ja ratkaisemiselle.

Haastattelun ensimmäisessä vaiheessa kuvattiin tuotantokoneiden materiaalivirta. Spagettikaavioiden kuvaaminen operaattoreiden avulla oli haastattelun pohja, koska heillä oli paras näkemys tuotannossa toteutuneista virtauksista. Spagettikaavioiden ympärille rakennettiin myös muu haastattelu. Spagettikaavioiden valmistus käydään myöhemmin tarkemmin. Spagettikaavioiden valmistuksen yhteydessä sekä sen valmistuttua käytiin tarkemmin läpi toteutunutta virtausta yksityiskohtaisemmin.

Esimerkiksi haastatteluissa tarkennettiin, toteutuuko piirretty materiaalivirta aina kyseisellä tavalla vai onko virtauksessa vaihtelevuutta. Näillä yksityiskohtaisemmillä tiedoilla pyrittiin havainnoimaan paremmin kokonaiskuvaa materiaalien ja tuotteiden materiaalivirroista.

Haastattelun toinen osa kohdistui ongelmakohtiin ja hukkiin. Haastatteluissa käytiin operaattoreiden kanssa heidän havaitsemiaan hukkia tai mahdollisia ongelmia liittyen materiaalivirtoihin. Ongelmakohdat pyrittiin rajaamaan virtojen, varastoinnin, kuljetusten sekä tiedonkulun kannalta oleellisiin hukkaa aiheuttaviin ongelmatekijöihin. Useimmat ongelmakohdat olivat kuitenkin tiedossa, joten haastatteluissa useimpiin ongelma-kohtiin pystyttiin ehdottamaan erilaisia vaihtoehtoja, joihin operaattoreilta saatiin tuotannon kannalta arvokkaita mielipiteitä. Haastatteluiden avulla havaittiin jo tiedossa olevien ongelma-kohtien lisäksi uusia ongelma-kohtia, jotka eivät toimineet operaattoreiden mielestä tuotannon kannalta tehokkaasti. Nämä olivat tärkeitä, sillä työntekijöiden näkemys on tuotannon toimivuuden kannalta oleellista.

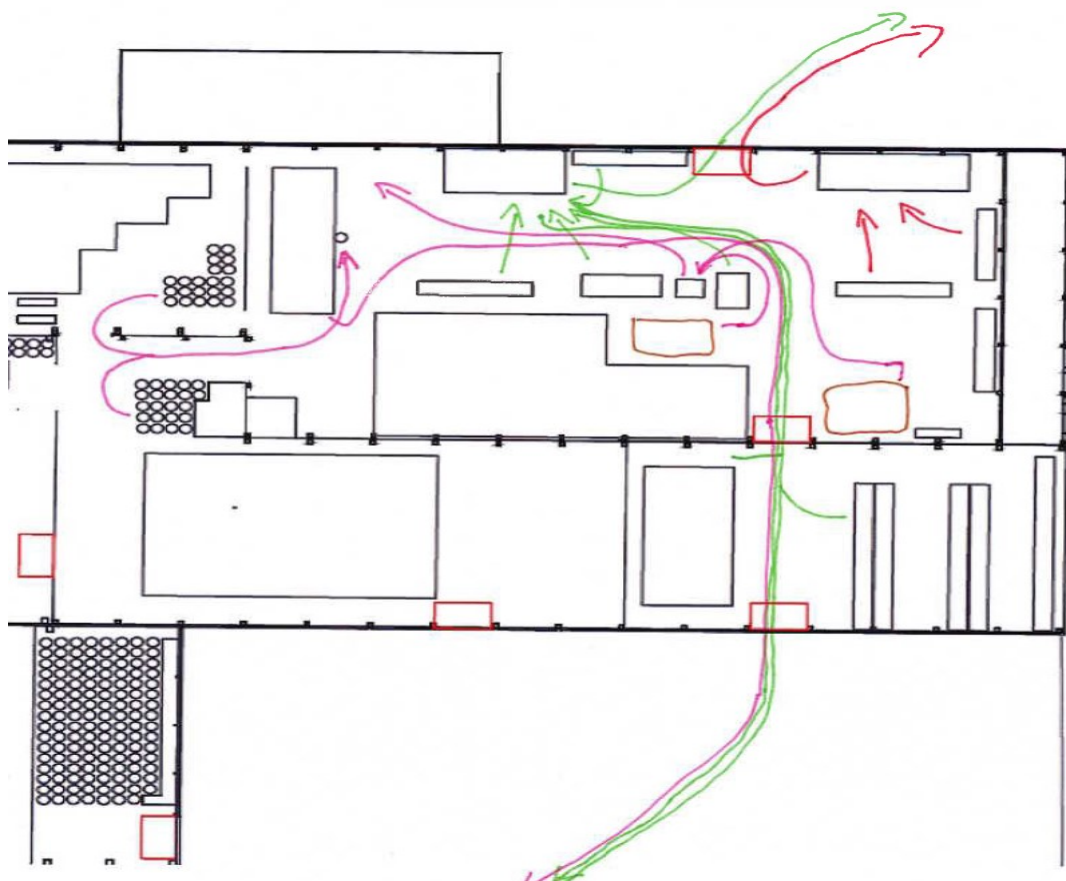
## 6.2 Spagettikaavioiden valmistus

Tutkimusosassa spagettikaavioilla seurattiin materiaalin ja tuotteen kulkua läpi materiaalivirtausprosessien. Työntekijän toimintoja kuten kävelyä, sillä ei huomioitu. Spagettikaavioihin merkityt virtaukset tapahtuivat yleisesti trukilla. Tyhjällä trukilla tehtävät ajot eivät kuitenkaan kuuluneet spagettikaavioihin. Valmistuneilla spagettikaavioilla hahmoteltiin materiaalivirtojen liikkeissä tapahtuvia pullonkauloja. Seuraavassa spagettikaavioiden valmistus- sekä toteutusprosessin kuvaus.

Spagettikaavioiden valmistaminen aloitettiin tehtaan tuotantolaitosten sekä koko tehdasalueen layout-piirustuksien muokkaamisella. Layouttiin tehtiin muutoksia helpottaakseen niiden ymmärtämistä. Muutoksina lisättiin koneille nimet ja numerointi sekä tuotannon KET-varastojen sijoittaminen. Näitä ei huomioitu varsinaisena opinnäytetyön vaiheena. Muutoksien jälkeen layout-piirustukset tulostettiin A4-paperille.

Varsinaisten spagettikaavioiden piirtäminen ja haastattelut aloitettiin ensimmäisestä tuotantohallista, josta edettiin lopulta aina toiseen tehtaan tuotantohalleista.

Materiaalivirrat piirrettiin ensiksi käsin paperille operaattorien haastattelujen yhteydessä. Operaattoreiden avulla saatiin piirrettyä materiaalivirtaukset sujuvasti. Piirretyt materiaalivirrat olivat kuvion 6 tapaisia. Koska tehtaalla on tuotantokoneita kymmeniä ja virtauksia vielä enemmän, spagettikaaviot valmistettiin konekohtaisesti erillisille papereille. Erillisille papereille valmistettujen spagettikaavioiden tulkitseminen oli helpompaa. Materiaalivirrat tehtiin koko tuotannon materiaalivirroista, joten jokaisen tuotannonkoneen operaattorin kanssa käytiin läpi kyseisen koneen tulevat ja lähtevät materiaalivirrat sekä mitä ne sisältävät. Lisäksi tehtaan piha-alueen materiaalivirrat piirrettiin lähettämötyöntekijöiden avulla toteutuneiden virtausten mukaisesti. Virtauksien sisältämistä tuotteista ja raaka-aineista laadittiin konekohtainen lista, jota hyödynnettiin myöhemmin valmistaessa toimeksiantajalle 2D-mallia spagettikaaviosta.



Kuvio 6. Esimerkki opinnäytetyössä piirretyistä materiaalivirroista

Piirtämisen jälkeen tutkittiin käytännössä tapahtuvatko kyseiset reitit myös jokapäiväisessä tuotannossa erillisinä ajankohtina ja eri operaattorien toimesta.

Tarkoituksena oli varmistaa virtojen yhtenäisyys ja todellinen toteutuminen. Piirretyt virtaukset kuvasivat kohtalaisen tarkasti toteutunutta materiaalivirtausta.

Spagettikaavioiden valmistuttua tehtaan jokaisen koneen kohdalta, käsin tehdyt spagettikaaviot siirrettiin toimeksiantajalta saatuun 2D-layouttiin. Spagettikaavioiden esittämisessä hyödynnettiin AutoCad-ohjelmistoa, jolloin esitetyistä materiaalivirroista jäi konkreettinen esitysmuoto toimeksiantajalle. Piirroksesta selviää jokaisen koneen kohdalta lähtevä virtaus sekä koneelle tuleva materiaalivirtaus. Koneelle tulevien materiaalivirtojen kohdalle lisättiin mitä eri raaka-aineita tai puolivalmistetta koneella käytetään. Piirustuksessa eri materiaalivirtoja kuvattiin eri väreillä.

Lopullinen spagettikaavio, joka valmistettiin AutoCad-ohjelmistolla, jaettiin opinnäytetyössä kolmeen liitteeseen (Liitteet 1, 2 & 3). Materiaalivirtojen määrän takia niiden jakaminen useampaan eri liitteeseen selkeytti tulosten esittämistä. Tulosten esittäminen jaettiin tuotantohalli ykköseen, tuotantohalli kakkoseen sekä koko tehdasalueeseen. Lisäksi liitteessä 4 esitetään kaikki materiaalivirtoja kuvaavat nimet sekä värit.

### 6.3 Gemba-kävelyn toteutus

Työssä gemba-kävelyä hyödynnettiin virtauksien ongelmapaikkojen havainnollistamisessa. Gemba valittiin tutkimusmenetelmäksi täydentämään spagettikaavioita sekä haastatteluissa ilmenneiden ongelmapaikkojen tutkimiseen käytännön tasolla. Tarkoituksena ei ollut löytää ongelmakohtia gemba-kävelyn avulla vaan kohdistaa ongelmakohtien esiintyminen. Gemba-kävelyn avulla saatu konkreettinen näkemys auttoi valmistamaan ongelmakohtiin ratkaisuehdotuksia, koska ongelmakohdat olivat visuaalisesti todettu. Gemba- kävelyä hyödynnettiinkin useana eri ajankohtana työn edetessä.

Gemba- kävelyä ei yhdistetty opinnäytetyössä tehtyihin haastatteluihin, vaikka useimmilla koneilla havainnointia tehtiin haastatteluiden sekä spagettikaavioiden valmistuksen yhteydessä. Nämä kävelyt kohdistuivat toteutuksen ymmärtämiseen ja toimintatapojen läpikäymiseen. Ongelmakohtiin kohdistetut gemba-kävelyt tehtiin spagettikaavioiden eli materiaalivirtojen valmistuttua niissä esiintyvien hukkien esiintymiseen. Spagettikaavioissa sekä haastatteluissa ilmi tulleet ongelmat olivat helppo ymmärtää,

koska tarkastelualue voitiin rajata esiintyneeseen ongelmaan. Kävely voitiin kohdistaa ongelma-alueelle, jolloin toteutunut kehitystä vaativa toiminto voitiin tarkastella omana toimintonaan. Esimerkkinä toteutuneesta gemba-kävelyn kohteesta oli loppu-tuotteiden pitkä varastointimatka. Kävelyllä hahmotettiin matkaa sekä sitä haittaavia muita tekijöitä, joita pitkät kuljetukset aiheuttavat. Gemba-kävelyä ei voitu kuitenkaan hyödyntää jokaisessa ongelmakohdassa, kuten kommunikaatiovirheissä.

Gemba-kävelyä suoritettiin tehtaalla useina erillisinä päivinä. Kävelyt kohdistuivat haastatteluiden jälkeiseen aikaan, jolloin ongelmakohdat olivat jo tiedossa. Gemba-kävelyn toteuttaminen tapahtui yhden henkilön avulla, mutta ongelmakohdista tutkittiin kävelemällä ongelmakohdian ympärillä lisäksi myös operaattoreiden kanssa. Näin saatiin lisätietoja mitkä asiat voisivat aiheuttaa kyseisen ongelmakohdan tuotannon materiaali- tai laatu-ongelmia.

#### 6.4 Tulokset

Tuloksista eli ongelmakohdista laadittiin taulukko (Taulukko 1), jossa havainnollistetaan tutkimusmenetelmän tapa, jolla ongelma havaittiin. Useimmat ongelmakohdat havaittiin molemmilla menetelmillä, spagettikaaviolla ja haastatteluilla. Triangulaation eli tutkimusmenetelmien hyödyntäminen yhdessä vahvistaa ongelmakohdian luotettavuutta sekä esiintymistä konkreettisesti myös tuotannossa.

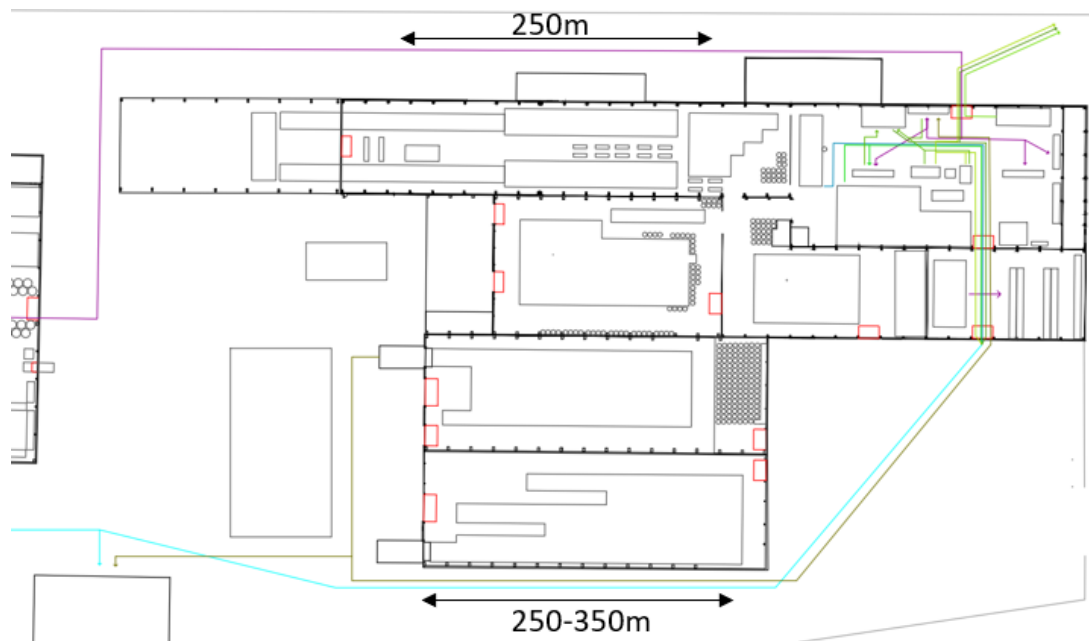
Taulukko 1. Ongelmakohtien havainnointiin käytetyt menetelmät ongelmakohdittain

Havaittu ongelma	Menetelmä/menetelmät, joilla havainto tehty
Lähtämöstä poispäin kulkeutuva materiaalivirta	Spagettikaavio
Pitkät kuljetusmatkat	Spagettikaavio, haastattelu
Vyyhtien (raaka-aineen) sijainti pihalla	Haastattelu
Kelojen varastointipaikat	Spagettikaavio, haastattelu
Vetohallin aiheuttaman ahtaus	Spagettikaavio, haastattelu
Vetoon tuotavat vyyhdit	Haastattelu
Pressuhallien varastointipaikat	Haastattelu
KET-tuotteiden varastointi	Haastattelu

Merkittäviä virtauksia heikentäviä toimintoja olivat tuotannon materiaalivirtojen edestakaisin kulkeutuminen. Useat toiminnot osoittautuivat kulkeutuvan lähtämöstä katsoen poispäin. Usein nämä matkat olivat vielä pitkiä ja toistuvia. Pitkiä kuljetusmatkoja sekä takaisinvirtauksia esittävästä kuviossa 7 huomataan liilalla värillä kuvattu KET-tuotteiden virtaus irtohakakoneilta hitsaukseen tai nostolenkkien käsintaivutus-koneelle. Lisäksi samakaltainen takaisinvirtaus huomattiin verkkokoneelta tulevien KET-tuotteiden osalta. Toimintoa kuvataan kuviossa 7 ruskealla värillä. KET-tuotteet valmistetaankin lopputuotteiksi useimmiten tuotannon toisella puolella tehtaan alkupäässä sekä osin myös täysin eri tuotantohallissakin. Näiden kuljetuksien matka on metreinä vaihtelevasti noin 250 metriä. Usein näitä trukeilla kuljetettavia matkoja joudutaan tekemään tarvittaessa enemmän riippuen tilauksen koosta. Kuljetettavan matkan aikana esimerkiksi irtohakakoneet eivät ole käynnissä. Lähtämöstä poispäin kulkeutuvan KET-tuotteiden kuljetuksen lisäksi lopputuotteet tuodaan pressuhalleihin lähelle tuotantohallia, josta alkuperäiset KET-tuotteet valmistettiin. Virtauksessa löytyy siis valtavasti kuljetettavaa hukkaa.



Edellä mainitut pitkät kuljetusmatkat osoittautuivat ongelmakohdiksi myös useilla muilla tehtaan tuotantokoneilla tehtaan alkupäässä. Pitkiä kuljetusmatkoja havaittiin kuljetuksissa varastoon tai KET-tuotteiden viemisessä tai hakemisessa. Pitkiä kuljetusmatkoja syntyi hitsauspisteillä, sideansaskoneella, nostolenkkien käsintaivutuskoineilla sekä hitsaussolu 1:llä. Koneilla tehtävien lopputuotteiden varastointi tapahtui noin 250–350 metrin päässä erillisissä pressuhalleissa. Näitä virtauksia voidaan havainnoida kuviolla 7. Kuviossa lopputuotteiden varastointia kuvataan värillä sininen. Esimerkiksi hitsaussolu ykkösen volyymi on korkea ja lavalla kuljetettavien lopputuotteiden vienti pressuhalli 1:seen trukilla tapahtuu useasti työvuoron aikana. Sideansaskoneella varastointimatka on vielä pidempi lopputuotteiden varastoinnin tapahtuessa pressuhalli 2:ssa. Sideansaskone ei lopputuotteen varastoinnin aikana käy. Ajallisesti matkaan kuluu n. 10 minuuttia riippuen eri tekijöistä. Pitkät ja useat varastointimatkat aiheuttavat kustannuksia sekä vievät tehokasta tuotantoaikaa, varsinkin koneiden pysähtyessä varastoinnin ajaksi.

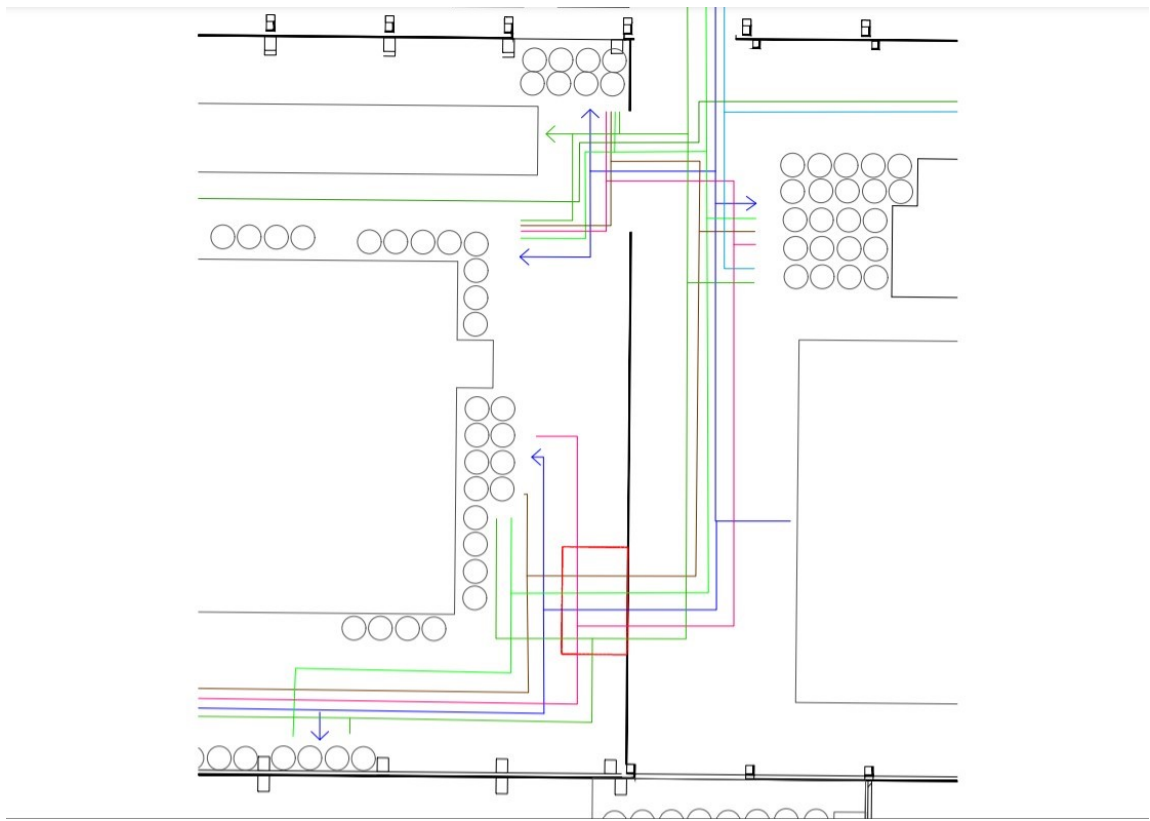


Kuvio 7. Spagettikaavio tuotannon pitkistä kuljetusmatkoista

Edellisessä kappaleessa spagettikaavioista huomautet ongelmat kuljetuksien pitkistä välimatkoista olivat myös ongelma usealle operaattorille. Varsinkin talvikautena, jolloin lumi ja kylmyys vaikuttavat kuljetuksiin merkittävästi. Lisäksi tuotantohalli 2:n operaattoreista useampi mainitsi vyyhtien haun aiheuttavan ongelmia lumen ja pimeän

vuoksi. Vuosia Pintoksella työskennellyt nostolenkkikoneen operaattori mainitseekin vyyhtien haun olevan aikaa vievää pimeällä tai lumisella säällä, jolloin etsiminen vaikeutuu edellä mainittujen tekijöiden vuoksi. Näissä tilanteissa olisi ehdottoman tärkeää tietää mistä lähteä hakemaan tarvittavaa raaka-ainetta. Syynä raaka-aineiden etsimiselle on vyyhtipaikkojen muutos. Muutokset aiheutuvat raaka-ainevarastojen täydennyksen seurauksena, jolloin aikaisemmin saapunut raaka-aine on käytettävä ensiksi. Operaattorien hakiessa vyyhtejä kuivaukseen, koneet harvemmin käyvät. Tällöin vyyhtien siirtojen lisäksi kuluu aikaa myös niiden etsimiseen.

Kelojen ollessa tuotannon toiminnan kannalta tärkeimpiä osa-alueita, niiden haun olisi tapahduttava sujuvasti sekä rutiininomaisesti. Kuviossa 8 voidaan kuitenkin huomata kelojen varastoinnin aiheuttavan materiaalivirtojen ruuhkautumista niiden hakualueilla. Tämä on ymmärrettävää, koska useat koneet käyttävät samaa valmistusmateriaalia. Vaikka tuotantohalli 1:n keskellä huomattiin paljon virtauksia, harvoin samojen halkaisijoiden kelojen haut osuivat samalle ajankohdalle. Keloja haetaan kuitenkin myös muualta, joten alueella liikkuminen vaatii ylimääräistä tarkkaavaisuutta. Lisäksi alueella liikutaan paljon myös kävellen. Alue koettiin haastatteluissa ahtaaksi useamman alueella liikkuvan operaattorin osalta. Ahtautta aiheuttivat kelojen varastointipaikat (kuvio 8) sekä niiden hakeminen. Lisäksi osa kelojen varastointipaikoista ovat strategisesti hankalissa paikoissa, kuten harjatankolinjan vieressä varastoitavat kelat. Kelojen haku harjatankolinjan vierestä vaatii useimmilla koneilla operaattorin kulke- mista trukilla vetokonehallin puolelta, jossa seinä aiheuttaa näkyvyysesteitä. Näkyvyyseste on aina ylimääräinen turvallisuusriski.



Kuvio 8. Tuotantohalli 1 piirretty spagetrikaaviot keskeltä tehtaasta, jossa kelojen haku aiheuttaa liikennettä sekä varastointipaikat ahtautta

Seuraavana ongelmakohtana huomattiin haastatteluissa vyyhtien siirroissa tiedon-siirto-ongelmia. Siirrot ulkoa vetokonehalliin tekevät lähettämön työntekijät. Vyyhtejä viedään kuivaukseen usein suurempiakin määriä sekä myös eri langan halkaisijoita. Tapahtuma alkaa, kun vetokoneiden operaattori käy lähettämössä ilmoittamassa mitä ja minkä kokoista lankaa tuotannossa tullaan seuraavina päivinä tarvitsemaan. Nämä tiedot viedään päivittäin lähettämöön usein kävellen tai trukilla. Tiedon siirto luo turhaa työtä sekä vie aikaa operaattoreilta. Tiedon siirtämiseen olisi valmistettava yksinkertainen ratkaisu, joka olisi nopea, nykyaikainen sekä toistuva käytäntö.

KET – tuotteiden varastoinnissa tuli useammassa haastattelussa ilmi tietämättömyyttä. Esimerkiksi pressuhallissa useampia tuotteita kuljetetaan väärään kohtaan hallissa. Lisäksi osa varastotuotteissa viedään hitsauspisteiden viereen. Usein myös eri KET-tuotteita, joudutaan etsimään tuotannon eri tiloissa tai varastoissa. KET-tuotteiden etsiminen vie ylimääräistä aikaa ja työtä. Tarkoituksena on selvittää KET-tuotteiden paikat, jotta vältetään turhilta aikaa vievältä etsimiseltä tai uudelleen tekemiseltä.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

### 7.1 Kehitysehdotukset

Tässä kappaleessa ehdotetaan ratkaisuja edellisessä kappaleessa havaittuihin ongelma-kohtiin Pintoksen Lapin tehtaan tuotannon materiaalivirroissa. Ratkaisuehdotukset vaativat osa layout-muutoksia, mutta osa pystytään ratkaisemaan pienemmilläkin muutostöillä. Seuraaviin ehdotuksiin vaadittavat layout-muutosehdotukset ovat esiteltynä liitteeseen 5.

#### 7.1.1 Layout-muutosehdotukset

##### **Tuotannon takaisinvirtaus**

KET-tuotteiden kuljettaminen tuotantohallien välillä irtohakakoneilta hitsaukseen aiheuttivat valtavasti takaisin kuljetusta. Jotta ylimääräisestä ja tarpeettomasta kuljetamisesta lähettämöstä takaisinpäin päästäisiin eroon, on tehtävä layout-muutoksia sekä työpisteiden siirtoja. (liite 5. Layout-muutos 1). Hitsaamon sekä nostolenkkien käsintaivutuskoneiden siirtäminen tuotantohalli 2:seen vähentäisi kuljetettavaa matkaa irtohakakoneen operaattorien osalta sekä vastaavasti myös hitsaamon ja käsintaivutuskoneiden operaattoreilta. KET-tuotteiden varastopaikka pressuhalli 1:ssä olisi sijainniltaan paremmassa paikassa tuotteiden vientiä ja hakua ajatellen. Lisäksi tuotantohalli 1 vapautuisi tuotantotilaa muille koneille tai tulevia investointeja varten. Muutosehdotuksessa uutta materiaalivirtaa koneiden välillä kuvataan vihreillä viivoilla. Hitsauspisteiden sekä nostolenkkien käsintaivutuskoneiden siirtoon vaikuttaviin muutostöihin sekä tarkkaan sijoitteluun ei tässä opinnäytetyössä oteta kantaa.

Edellä mainitulla layout-muutosehdotuksella vähennettäisiin myös muuta KET-tuotteiden takaisinpäin kuljetusta esimerkiksi verkkokoneilta tulevien KET-tuotteiden osalta. Lisäksi hitsaussolu ykköseltä lisätaivutukseen menevät KET-tuotteiden virtaus kulkee loogisesti myös lähettämöä kohden, jolloin tehotonta takaisinvirtausta ei synny senkään suhteen. Hitsauspisteiden ja nostolenkkien käsintaivutuskoneiden siirtäminen on tapahduttava yhdessä, koska useimmat tuotteet kulkevat molempien työpisteiden

läpi. Vain toisen siirtäminen ei korjaisi takaisinpäin virtaavien KET-tuotteiden kuljetusta kuin vain osaksi.

### **Kelojen varastointipaikat**

Kelojen varastointipaikkoihin ei tässä opinnäytetyössä valmisteta kokonaisvaltaista layout-ratkaisuehdotusta, mutta kuitenkin korostetaan huomioimaan tulevaisuudessa uusien investointien tuoma kapasiteetin sekä volyymien kasvu. Investointia tehdessä on huomioitava nykyisen varastoinnin pullonkaulat sekä ratkaistava ne investointien yhteydessä. Investoinnin yhteydessä on huomioitava myös muiden koneiden materiaalien haku, jossa nykyinen vetokonehallin seinä aiheuttaa ylimääräisiä turvallisuusriskejä. Lisäksi on huomioitava tuotantohalli kakkosessa käytettävien kelojen hakeminen, joka nykyisin kulkee läpi tuotantohalli ykkösen. Tämän apuna voidaan hyödyntää opinnäytetyössä valmistettua nykytila-analyysia.

#### **7.1.2 Muut kehitysideat**

### **Pitkät varastointimatkat**

Tuotannon pitkiä varastointimatkoja ei voida ratkaista kokonaisvaltaisesti layout-muutoksilla tuotteiden varastoinnin ollessa tehdasalueen toisella puolella. Loppuotteen varastointimatka pysyy lähes aina samana. Ratkaisun on kohdistuttava tehokkaampaan kuljetukseen. Nykyisin yhden työvuoron aikana lopputuotteiden varastointiin kuljetettavaa matkaa voi tulla yhteensä jopa yli kilometri. Josta puolet tapahtuu lisäksi tyhjänä. Kuljetukset ovat tehtävä joko tehokkaammin tai taloudellisemmin.

Tulevaisuudessa sähkötrukit ovat varmasti merkittävä vaihtoehto tehokkaammille kuljetuksille, jolla myös voidaan säästää taloudellisesti polttoainekuluja. Vaikka tämä vaihtoehto toisi jo säästöjä, kuljetuskerrat sekä määrät pysyisivät samana. Ratkaisuna ehdotetaan useamman tuotteen viemistä varastoon kerralla. Varsinkin varastotuotteiden kohdalla, jolloin varastoinnilla ei ole kiirettä. Esimerkiksi kahden tai useamman lopputuotelavan kuljettaminen voi vähentää kuljetettua matkaa jo puolella. Varastointimatkoissa voitaisiin hyödyntää tehtaalla muualla jo hyödynnettyä pudotusaluetta. Alue sijoitettaisiin tuotantohalli ykkösen ulkopuolelle lähelle sideansaskonetta ja hitaussolu ykköstä. (liite 5. muutosehdotus 2.) Pudotusalueelle operaattorit voivat jättää

valmistamansa tuotteet. Pudotusalueelle jätetyt tuotteet varastoidaan lopulliseen varastointipaikkaansa suuremmilla trukeilla lähettämön toimesta, jossa on mahdollista kuljettaa useampaa lavaa kerralla. Lähettämön työntekijöiden tietäessä parhaiten lopputuotteiden paikat tulisivat tuotteet myös heidän haluamilleen paikoille. Huomioitavaa ratkaisuehdotuksessa kuitenkin on siitä aiheutuvat ylimääräiset lastaus sekä purkutapahtumat. Ratkaisussa on tarkasteltava kokonaishyödyn saavuttamista, jotta se olisi kannattava vaihtoehto lopputuotteiden varastoinnista aiheutuville pitkille varastomatkoilla.

### **Vyyhdit tehtaan pihalla**

Vyyhtien paikoitus aiheutti hankaluuksia raaka-aineiden haussa kuivaukseen. Vyyhtejä löytyy ympäri tehtaan piha-aluetta. Ratkaisuna ehdotetaan vyyhtien saapuessa niiden paikkojen merkitsemistä piha-layouttiin. Layoutiin merkittäisiin langan halkaisija, materiaali, valmistaja sekä saapumispäivämäärä. Päivitettynä se toisi operaattoreille helpotusta sekä tietoa materiaalien hakupaikoista. Päivitystä voitaisiin pitää yllä myös inventaarioiden yhteydessä. Vastaavasti se helpottaisi myös lähettämön työtä, sillä he tuovat usein raaka-aineita tuotantohalleihin kuivaukseen operaattoreiden tavoin. Lähettämölle muutoksen toteuttaminen tarkoittaisi merkintöjen tekoa raaka-ainevastaanottojen yhteyksissä.

### **Kuivaukseen tuotavat vyyhdit**

Vetokonehalliin vietävien vyyhtien tiedonsiirroissa esiintyvät ongelmat loivat turhaa työtä vetokoneiden operaattoreilta sekä aiheuttivat lähettämössä ylimääräistä sekaannusta sekä kiirettä. Jotta työ toteuttaisin lean-ajattelumallia noudattaen, työ olisi standardisoitava. Tuotannon eläessä jatkuvasti tilausten mukaan, tiedon on kuljettava päivittäin. Tilanteen tarkastelu on tehtävä siis joka päivä. Ratkaisuna ehdotetaan yksinkertaista tiedon siirtämistä tulostimen avulla. Aamulla operaattori tarkistaa tuotannossa tarvittavien vyyhtien määrän ja lähettää tiedot lähettämön tulostimeen. Tulostimesta lähettämön työntekijöillä on helppo tarkistaa vietävät vyyhdit, jossa ne ovat kirjallisesti myös ylhäällä. Lähettämö voi näin suunnitella sopivan hetken vyyhtien viemisellä muun työn ohessa. Tapa helpottaa sekä selkeyttää molempien osapuolien työtä.

### **KET-tuotteiden varastointi**

KET-tuotteiden epäloogisissa varastoinneissa syynä usein on tietämättömyys. Vaikka usein KET-tuotteet viedäänkin oikeaan paikkaan, on satunnaisista virheellisistä varastoinneista päästävä eroon. Esimerkiksi trukkeihin liitetyt layoutit pressuhallien varastointipaikoista lisääisivät operaattorien tietoisuutta keskeneräisten tuotteiden sekä lopputuotteiden lopullisista varastopaikoista. Ratkaisu helpottaisi huomattavasti esimerkiksi uusien työntekijöiden työtä. Vaihtoehtoisesti varastointijärjestelmän käyttöönotaminen mahdollistaisi KET-tuotteiden kuten myös lopputuotteiden seuraamisen, jolloin niiden varastointipaikat olisivat aina tiedossa. Varastointijärjestelmän ottaminen käyttöön mahdollistaisi myös johdolle tuotteiden seuraamisen, jolloin esimerkiksi niiden tarkistaminen on helppoa ja nopeaa. Järjestelmää voitaisiin myös hyödyntää aikaisemmin todettujen vyyhtien eli raaka-aineiden paikkojen merkitsemisessä tuotannon piha-alueilla. Hankaluuksia voivat luoda erilaiset muuttuvat tekijät varastoinnissa kuten vaihtelevuus, määrät sekä niiden hallitseminen. Varastointijärjestelmä voisi kuitenkin tuoda tuotannolle sekä työnjohdolle kokonaisvaltaista helpotusta KET-tuotteiden varastoinnin osalta sekä varsinkin lavalle valmistettujen lopputuotteiden osalta, joissa koko on aina standardi. Ongelmaksi voivat kuitenkin syntyä erikokoisten teräsverkkojen varastointipaikkojen määrittäminen, mutta siihen tässä opinnäytetyössä ei oteta enempää kantaa.

### **7.2 Toteutuksien arviointi**

Toteutuksessa käytettävät menetelmät valikoituivat käytännöllisyyden mukaan. Spagettikaavioiden valmistaminen haastatteluiden yhteydessä mahdollisti materiaalivirtojen kuvauksen käytännöllisellä tasolla. Spagettikaavioiden valmistaminen vaihtoehtoisesti toiminnanohjausjärjestelmästä saaduilla tiedoilla tai vain tuotantoa seuraamalla, tiedot olisivat jääneet vajaaksi tai olisivat epärelevantteja. Spagettikaaviot vastasivat työssä kuitenkin suurta roolia. Haastatteluilla saatiin ulottuvuutta ja tietoa, jotka eivät normaalisi välittyisi tuotannon johdolle. Tärkeänä pidettiin myös operaattorien tuomaa näkemystä nykyisestä tuotannosta sekä niissä esiintyvistä ongelmakohdista.

Gemba-kävelyjen toteutus toi täydennyksen jo ilmenneiden ongelmakohtien syiden ja ratkaisujen valmistamiseen. Gemba lisäsi tuotannon käytännön toiminnan tietoisuutta,

jotta valmistusehdotusten luomisessa ei valmistettu mahdottomia ratkaisuja, jotka eivät toimisi käytännössä. Materiaalivirtojen kuin myös koko tuotannon pääosassa ovat kuitenkin työn tekijät, operaattorit.

### 7.3 Tulosten arviointi

Nykytila-analyysin valmistaminen luo toimeksiantajalle uusia näkökulmia tuotannon toimivuuden ajattelussa sekä uusien investointien suunnitteluissa. Spagettikaaviosta voidaan huomata sellaisia asioita, jotka eivät muuten nousisi johdolle esille. Konkreettinen todiste tuotannon koneiden materiaalivirroista mahdollistaa opinnäytetyön tulosten tarkastelemista vielä myöhemminkin tulevaisuudessa. Toki uusien investointien myötä tarkkuus materiaalivirtojen todellisesta toteutuksesta muuttuu, vaikka koneet eivät muuttaisikaan radikaalisti vanhojen koneiden materiaalivirtoja. Nykytila-analyysistä voidaan kuitenkin hyötyä useita vuosia eteenpäin sekä sen muokkaaminen on helppoa.

Pullokaulojen eli ongelmakohtien ratkaiseminen oli toimeksiantajalle, kuten myös minulle tärkeä osa opinnäytetyötä. Osa ongelmakohtista olivat varmasti jo tiedossa toimeksiantajalla, mutta uusiakin ongelmakohtia löytyi. Tarkoituksena oli löytää pienemmätkin ongelmakohdat, sillä niiden esiin nouseminen arkisessa tuotannossa ei ole yleistä. Tuotannossa esiintyvien ongelmien ratkaiseminen vaati tuotannon tuntemista, jota minulta löytyi työskenneltyäni edellisinä kesinä toimeksiantajalla. Useimmissa ratkaisuehdotuksissa, kuten materiaalivirtojen uudelleen ratkaisemisessa vaadittiin paljon työtunteja sekä teorian lukemista tehokkaan virtauksen ymmärtämiseksi. Layout-ehdotuksilla, kuin myös muilla kehitysideoilla pyrittiin kuitenkin tarjoamaan toteutettavia ratkaisuja kuitenkin sellaisilla näkökulmilla, jotka laajentaisivat myös johdon näkökulmaa.



#### 7.4 Pohdinta

Opinnäytetyön valmistaminen toimeksiantajalle laajensi omaa tietoaani alaani kohtaa. Sisälogistiikka ja materiaalivirrat ovat suuria kiinnostuksen aiheitani, joihin pyrin tulevaisuudessa vielä panostamaan lisää. Opinnäytetyön avulla sain rakennettua itselleni haluamani tietotaidon sekä opin hyödyntämään leaniä ja sen eri menetelmiä tehokkaan tuloksen saamiseksi. Opinnäytetyön tuomat uudet näkökulmat sekä tiedot tulevatkin olemaan hyödyllisiä varmasti tulevaisuuden työelämässä. Lean-käsitteen ja eri menetelmien ymmärtäminen ohjaa työskentelyäni myös työelämässä.

Toimeksiantajalla nykyinen tuotanto Lapin tehtaalla toimii tuotantovolyyymiltään erinomaisesti, joka onkin syynä Pintoksen erinomaiselle menestykselle. Kuitenkin jatkuvat kehityksen luomat paineet synnyttävät myös tuotannollista painetta, jolloin ongelmien esiintyminen korostuu etenkin materiaalivirtojen sujuvuuden suhteen. Kehityksen edetessä on pyrittävä luomaan tehokas tuotanto, jolloin uusien investointien tuomat mahdollisuudet eivät saa vähentää olemassa olevien koneiden tuotannollista tehokkuutta. Jotta tuotanto on tulevaisuudessa tehokas materiaalivirtojen suhteen, nousee valmistettu opinnäytetyö hyväksi avuksi sen toteuttamiselle. Opinnäytetyön tuomat konkreettiset tulokset luovat ajatuksia johdolle nykyisestä Lapin tehtaan tuotannosta ja siellä esiinnousseista ongelmakohdista. Tulevaisuudessa on toimeksiantajan pyrittävä kartoittamaan sekä ratkaisemaan esiintyviä ongelmia opinnäytetyönmallin esittämällä tavalla.

## LÄHTEET

- Bremer, M. 2015. The effective way to do a gemba walk. Researchgate.net Viitattu 25.1.2022. <https://www.researchgate.net/>
- Bicheno, J. & Holweg, M. 2016. The Lean toolbox: A handbook for lean transformation. Viides painos. Buckingham: PICSIE Books.
- Halsas 2021. 'Lean-työkalut eivät ratkaise mitään'. 20.12.2021. Viitattu 18.2.2021. <https://www.artter.fi/lean-tyokalut-eivat-ratkaise-mitaan/>
- Haverila, M, Uusi-Rauva, E, Kouri, I & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs Oy.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Kanbanizen www-sivut 2022. Gemba Walk: Where the Real Work Happens. Viitattu 15.1.2022 <https://kanbanize.com/lean-management/improvement/gemba-walk>
- Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologia Teknova Oy.
- Lean workplace www-sivut 2019. What is Gemba? Viitattu 16.12.2021. <https://www.leanworkplace.com/what-is-gemba/>
- Lempinen, J. 2014. B-siiven raaka-ainetestauksen esikäsittelyalueen työpistesijoittelusuunnitelma. AMK-opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/78927/Lempinen\\_Juha.pdf?sequence=1&isAllowed=y&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/78927/Lempinen_Juha.pdf?sequence=1&isAllowed=y&isAllowed=y)
- Logistiikan maailma www-sivut 2021. Tuotannon layout. Viitattu 3.12.2021 <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>
- Mann, D. 2010. Creating a lean culture: Tools to sustain lean conversions. 2. painos. New York: Productivity press.
- MCS www-sivut 2021. Lean-sanasto. Viitattu 25.11.2021 <https://mcs.fi/lean-sanasto/>
- Piirainen, A. 2014. Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri. Sixsigman nettiartikkelit. Viitattu 22.11.2021. <https://sixsigma.fi/lean-ja-hukka/>
- Pintoksen www-sivut 2021. Tuotteet & yritys. Viitattu 25.11.2021 <https://www.pintos.fi/fi/>
- Plenert, G. J. 2007. Reinventing lean: Introducing lean management into the supply chain. Burlington, Mass: Butterworth-Heinemann. Viitattu 29.1.2022 <https://ebookcentral.proquest.com/lib/samk/reader.action?docID=274707>
- Roser, C. 2015. Spaghetti Diagrams. All About Lean. Viitattu 16.12.2021 <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>

SFS-1300:2020. Betoniteräkkset. Hitsattavien betoniterästen ja betoniteräsverkkojen vähimmäisvaatimukset. 2020. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

SFS-1259-2016. Betoniteräkkset. Kylmämuokattu ruostumaton betoniteräs B600XA, B600XB ja B600XC sekä ruostumattomat betoniteräsverkot. 2016. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS.

SixSigman www-sivut 2021. Lean historiaa. Viitattu 22.11.2021.  
<https://sixsigma.fi/leanin-historia/>

Stephens, M.P. & Meyers, F.E. 2013. Manufacturing facilities Design & material handling. Indiana: Purdue University Press.

Tuominen, K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. Helsinki: Readme.fi.

Womack, J. P. & Jones, D. T. 2003. Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. London: Simon & Schuster.

Vain toimeksiantajalle

Vain toimeksiantajalle

Vain toimeksiantajalle

Vain toimeksiantajalle

Vain toimeksiantajalle