

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Konetekniikan koulutus

Juho Poutiainen

## KONEPAJAN SISÄISEN MATERIAALIVIRRRAN OHJAUS

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2019



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Toukokuu 2019**  
**Kone- ja tuotantotekniikan**  
**koulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600

Tekijä(t)  
Juho Poutiainen

Nimeke  
Konepajan sisäisen materiaalivirran ohjaus

Toimeksiantaja  
Yritys X

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin toimeksiantajayrityksen sisäisten materiaalivirtojen ohjauksen nykytilannetta ja kehityskohteita. Opinnäytetyössä käytiin läpi yleisiä materiaalinohjaukseen liittyviä käsitteitä ja kuinka ne on hoidettu kohdeyrityksessä. Tarkemmin tutustutaan kohdeyrityksen nykytilanteeseen ja materiaalinohjauksessa oleviin haasteisiin, jotta niitä voidaan kehittää jatkossa.

Opinnäytetyössä keskityttiin erityisesti yleisiin tuotannon seurantamenetelmiin ja yrityksen toimintatapoihin tuotannon ja materiaalin seurannassa. Tutkielma esittelee erilaisia materiaalinseurantajärjestelmiä, joista kohdeyrityksen tuotannon mukaisesti esitellään sopivin vaihtoehto.

Opinnäytetyö prosessin aikana huomioitiin myös muita pieniä kehityskohteita kohdeyrityksen tuotantoon ja tuotannon tietokantoihin. Kohdeyrityksen tavoitteena on pyrkiä kehittämään toimintaansa jatkuvasti, minkä tuloksena tämä opinnäytetyö sai alkunsa.

Kieli  
suomi

Sivuja

37

Asiasanat

materiaalivirta, materiaalinohjaus, tuotannonohjaus



**THESIS**  
**May 2019**  
**Degree Programme in Mechanical and**  
**Production Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author (s)  
Juho Poutiainen

Title  
Development of Internal Material Flow Process

Commissioned by  
Company X

Abstract

In this thesis internal material flow process in the commissioning workshop were studied. The aim of this thesis was to present the current situation of the process and give general suggestions for developing the process. This thesis also presents general information about material management concepts, and how they were managed in the commissioning company. The study aimed to give development ideas.

In this thesis, the focus was in the material and production controlling methods. A variety of production control systems were introduced in this study. The most suitable alternative for the commissioning company is presented at the end of this thesis.

Different development ideas for material flow process were found during the thesis study. The commissioning company is aiming at continuous development, which was the reason for making this study.

Language

Finnish

Pages

37

Keywords

production control, material flow, materials management

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
1.1	Toimeksiantajayritys .....	5
1.2	Työn kuvaus.....	5
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	6
2	Materiaaliohjaus.....	7
2.1	Materiaaliohjauksen perusteet .....	7
2.2	Tuotannosuunnittelu- ja ohjaus .....	8
2.3	Varaston ohjaus .....	11
2.4	Tuotannon layout .....	12
3	Tiedonhallinta materiaaliohjauksessa ja LEAN .....	13
3.1	Tarvelaskentajärjestelmä - MRP .....	13
3.2	Tuotannonohjausjärjestelmät - ERP .....	14
3.3	LEAN .....	14
3.3.1	Hukka.....	15
3.3.2	Kaizen.....	16
4	Yrityksen lähtötila.....	17
4.1	Materiaaliohjaus.....	19
4.2	Tuotanto .....	20
4.3	Varastointi.....	22
5	Prosessien haasteet .....	23
5.1	Materiaalinseuranta .....	23
5.2	Viallinen tai puuttuva osa tuotannossa .....	24
5.3	Varastointi.....	24
5.4	Aikataulutus .....	25
6	Prosessien kehitys.....	27
6.1	Sähköinen työnseuranta .....	27
6.2	Viivakoodit.....	28
6.3	Tuotannonohjausjärjestelmä .....	29
6.4	Varastointi.....	30
6.4.1	Varaston seuranta.....	30
6.4.2	Visuaalinen ohjaus.....	31
6.4.3	Varastopaikat ja tunnistetiedot .....	32
7	Yhteenveto.....	33
7.1	Johtopäätökset.....	33
7.2	Pohdinta.....	34
	Lähteet.....	37

# 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Yritys X:lle. Johdannossa kuvataan toimeksiantajayrityksen toimintatapoja, jotta opinnäytetyöstä saadaan selvä kokonaiskäsitys. Tässä luvussa selvitetään myös tutkimuksen taustoja, sekä menetelmiä, joilla tutkimus on tehty.

## 1.1 Toimeksiantajayritys

Opinnäytetyön toimeksiantajayrityksenä toimii suomalainen biotalouteen erikoistuva konepajayritys. Yritys toimii sopimusvalmistajana, valmistuen laitteita asiakkaiden toiveiden mukaisesti. Yrityksen palveluita ovat kattavat projektitoimitukset. Niihin kuuluvat asiakkaan tarpeiden mukaan laitteiden suunnittelu, tuotanto, projektinhoito sekä asennus- ja huoltopalvelut. Yritys tarjoaa palveluitaan sahoille sekä bio- ja cleantech-sektoreille. Vaihtelevan asiakaskunnan myötä myös toimeksiantajayrityksen valmistamat tuotteet vaihtelevat kysynnän myötä paljon (Yritys X, 2019.)

Yrityksen tuotteet valmistetaan ja suunnitellaan aina omina projekteinaan vastamaan asiakkaan tarpeita. Periaatteessa valmistusprosessi on kaikkien tuotteiden kohdalla samantapainen. Tuotteet pyritään valmistamaan mahdollisimman pitkälle omavalmisteosina lopputuotteeseen.

## 1.2 Työn kuvaus

Toimeksiantajayrityksen toiminta ja uusien projektien määrä ovat kasvaneet jatkuvasti, se taas luo uusia haasteita yrityksen materiaalivirran ohjaukselle. Usean projektin yhtäaikaista tuotannosta johtuvat sekalaiset materiaalivirrat saivat aikaan tarpeen tälle tutkimukselle. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kohdeyrityksen sisäisten materiaalivirtojen ohjauksen nykytilanne, jonka pohjalta ohjausta voidaan kehittää tulevaisuudessa. Opinnäytetyön tarkoituksena on ottaa esille haasteita, sekä niitä ongelmia, joita ohjauksessa havaitaan. Tutkimuksen

tavoitteena on myös esittää kehitysehdotuksia kyseisille haasteille, joita voidaan mahdollisesti hyödyntää jatkossa. Mahdollisia kehityskohteita ja käytännöllisiä ehdotuksia pohdiskellaan myös soveltavuuden tuottavuuden sekä kustannuksien kannalta.

Tutkimuksen ollessa käynnissä tähän työtä rajattiin hieman tarkemmaksi. Yrityksen projektiluontoisten ja usealle sektorille suuntautuvien tuotteiden materiaalinohjauksissa on eroja. Opinnäytetyötä rajattiin käsittelemään tarkemmin sahakoneisiin liittyviä sisäisiä materiaalivirtoja. Kyseisten tuotteiden materiaalivirrat ovat monimutkaisimmat, joten niissä esiintyy enemmän haasteita. Kehitysehdotuksissa huomioidaan pääosin sahakonetuotanto, mutta niissä pohditaan myös hyötyjä ja merkityksiä muunlaiselle tuotannolle.

### **1.3 Tutkimusmenetelmät**

Tutkimus on toteutettu havainnoimalla yrityksen toimintaa sen toimitiloissa sekä haastatteleamalla tuotannosta vastaavia henkilöitä. Henkilökohtaisten havaintojen ja haastatteluiden perusteella kerättyä tietoa on käytetty tutkimuksessa yrityksen nykytilan kuvaamiseen, haasteiden havainnointiin sekä kehityskohteiden esittämiseen. Tutkimuksessa olen myös käyttänyt apuna yrityksen tuotantoon liittyviä dokumentteja.

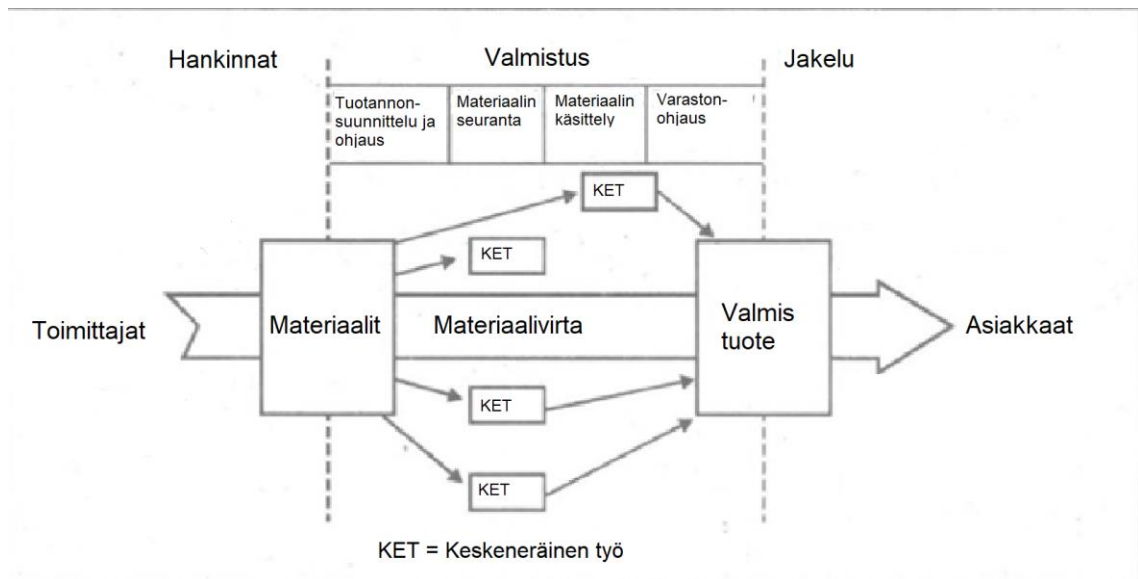
## **2 Materiaalinhjaus ja materiaalivirrat**

Materiaalinhjaus on merkittävässä asemassa yrityksen erilaisissa toiminnoissa, sen avulla tarkastellaan raaka-aineiden, puolivalmisteiden sekä valmistuotteiden ohjaamista kyseisessä organisaatiossa. Koska tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia yrityksen sisäisen materiaalivirran ohjausta, tarkastelen aluksi materiaalinhjaukseen liittyviä perusteita ja toimintoja.

### **2.1 Materiaalinhjauksen perusteet**

Materiaalinhjaus on yritysorganisaatiossa oleva prosessi, johon liittyy organisaation kaikki ne toimet, joita se tarvitsee saavuttaakseen tavoitteet materiaalien liikkumisessa, varastoinnissa ja ostamisessa. Prosessissa materiaalia seurataan lähtötilanteesta lopullisen tuotteen toimitukseen asiakkaalle asti. Materiaalinhjauksen eri vaiheisiin liittyy tuotannon- ja varaston suunnittelua ja seurantaa, hankintaa sekä jakelua. Materiaalinhjauksen päällimmäisenä tavoitteena on varmistaa, että organisaation eri toimijoilla ja tekijöillä on käytettävissä kaikki oikeat materiaalit oikeassa paikassa sekä määrällisesti että laadullisesti. (Aswathappa & Bhat 2010, 456-457.)

Materiaalinhjaus keskittyy materiaalivirtaprosessin optimoimiseen, se voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen: sisäisten sekä ulkoisten materiaalivirtojen ohjaukseen. Sisäisen materiaalivirran ohjaus pitää sisällään kaiken yrityksen sisällä tapahtuvan materiaalivirtaan liittyvän toiminnan. Ulkoisessa materiaalivirran ohjauksessa taas käsitellään yrityksen toimia materiaalin toimittajien sekä jakelijoiden ja kuluttajien kanssa. (Bhat 2009, 10.) Materiaalinhjaukseen liittyviä sisäisiä prosesseja on esitelty seuraavalla sivulla (Kuva 1), joista kerron seuraavissa luvuissa enemmän.



Kuva 1. Materiaaliohjausprosessi (Bhat 2009, 7.)

Materiaaliohjaukseen on käytössä erilaisia menetelmiä, jotka riippuvat organisaation tuotteista ja valmistusvolyymistä. Erilaiseen ohjausmuotoon vaikuttavat työn ja kysynnän vaihtelu, hankittavien nimikkeiden arvo ja saatavuus. Massatuotannossa käytettävä ohjausmenetelmä on siis erilainen, kuin asiakkaalle suunnitelluille projektiluontoisille tuotteille. Myös valmistettavan tuotteen suuruus vaikuttaa ohjaukseen. (Logistiikan maailma 2019.)

## 2.2 Tuotannosuunnittelu ja ohjaus

Tuotannosuunnittelun tavoitteena on hyödyntää organisaation materiaali- ja kapasiteettiresursseja, jotta tuotanto toimisi tarpeeksi tehokkaasti vastatakseen asiakkaiden vaatimuksia. Tuotannosuunnittelussa otetaan huomioon tuotantoon tarvittavat materiaalit, työvoima ja valmistusprosessi. Tuotannosuunnittelu ja ohjaus voidaan jakaa nimellisesti kolmeen vaiheeseen, joiden avulla materiaali- virtoja ohjataan tuotannon läpi. Vaiheet ovat suunnittelu, toteutus ja ohjaus. (Kumar & Suresh 2007, 121-122.)

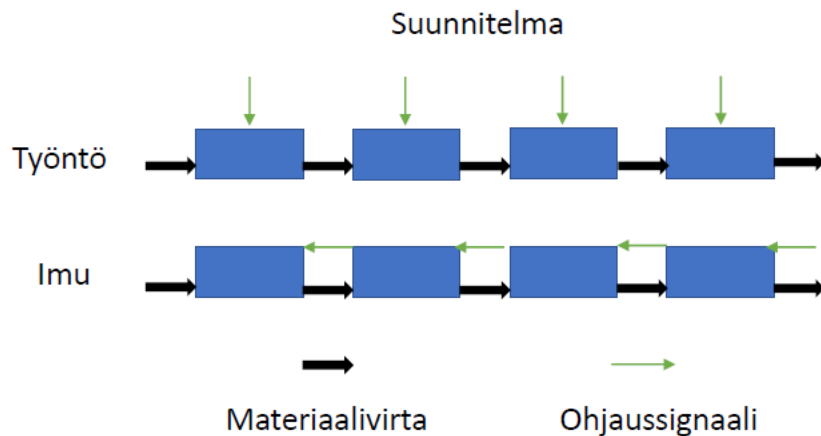


Tuotannosuunnittelu voidaan jakaa eri osiin, riippuen ajanjaksosta, jolle suunnitelmaa laaditaan. Kokonaissuunnittelulla tarkoitetaan pitkän ajan suunnitelmaa, jonka avulla pyritään toteuttamaan yrityksen taloudelliset tavoitteet. Kokonaissuunnitelmaan kuuluu tuotannon kapasiteetin määrittäminen, varastotasojen suunnittelu. Se toimii suuntaa antavana perusteena tarkemmille suunnitelmille, joten määritetyjä tavoitteita joudutaan tarkastelemaan tietyin väliajoin. (Aswathappa & Bhat 2010, 235-236.)

Karkeasuunnittelu koskee kolmesta kuukaudesta vuoteen sijoittuvaa suunnitelmaa. Suunnitelma tehdään kokonaissuunnitelmassa huomioidun tilauskannan ja valmistusbudjetin mukaisesti. Tärkeimpiä huomioitavia asioita karkeasuunnittelussa ovat tuotannon resurssien ja tilauskannan määrittely sekä hallinta. Karkeasuunnittelussa luodaan alustava tuotantosuunnitelma sekä kuormitussuunnitelma. Kuormitussuunnitelmasta voidaan tarkastella tilausten suhdetta valmistuskapasiteettiin, jonka perusteella voidaan tehdä tarvittavia toimia tuotannonajoitukseen sekä mahdollisesti väliaikaisia kapasiteetin muutoksia erilaisten toimenpiteiden kuten ylitöiden avulla. Kuormitussuunnitelman perusteella pyritään hyödyntämään valmistuskapasiteetti mahdollisimman hyvin ja pitämään se samalla tasolla kysynnän kanssa. Tuotantosuunnitelmassa esitetään ajankohta tuotteiden valmistumiselle, jonka pohjalta tuotteille määritetään toimitusajat. (Kumar ja Suresh 2008, 128-131.)

Hienosuunnittelu on karkeasuunnittelun pohjalle tehtävää lyhyen ajan yksityiskohtaista suunnittelua. Hienosuunnittelun tarkoituksena on luoda tarkka suunnitelma tuotannon resurssien käytöstä, sekä suunnitella tuotannon ajoitukset eri työvaiheille. Kyseiseen suunnitelmaan vaikuttavat merkittävästi tuotannossa tapahtuvat häiriöt, jonka takia aikaväli suunnitelmassa pyritään pitämään lyhyenä. (Kumar ja Suresh 2008, 131.)

Tuotannonohjauksessa tuotannon läpi kulkevaa materiaalivirtaa pyritään ohjaamaan mahdollisimman tehokkaasti. Materiaalivirran ohjauksessa tuotannossa voidaan käyttää kahta erilaista tapaa, joiden erot tulevat ohjauksen määrittämisestä. Materiaalivirtaa voidaan ohjata aikaisemmin tehdyn suunnitelman mukaisesti, jota kutsutaan työntöohjaukseksi. Materiaalivirran kehittämisessä pyritään usein käyttämään imuohjausta, jossa työmääräys tehtävälle työlle saadaan seuraavalta työvaiheelta (Logistiikan maailma 2019.)



Kuva 2. Tuotannonohjaus (Logistiikan maailma 2019.)

Imuohjauksen periaatteena on toimia asiakastarpeen mukaan, eli tuotannon seuraava vaihe antaa edelliselle vaiheelle määräyksen suorittaa työ. Imuohjauksen yksi tavoitteista on vähentää varastojen ja välivarastojen tarvetta, sillä ne aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia, sekä vaikeuttavat prosessien ongelmien huomaamista ajoissa. Imuohjaus soveltuu paremmin tasaisen kysynnän tuotantoon. (Sheldon 2008, 13-14.)

Työntöohjaus perustuu tuotannosuunnittelussa luotuun tuotantosuunnitelmaan. Tuotannon kysynnän ja tuotevalikoiman ollessa vaihtelevaa, on työntöohjaus luonnollinen vaihtoehto tuotannonohjaukselle. (Logistiikan maailma 2019.)

Yleisesti yrityksen tuotanto ja toimitusketju eivät toimi pelkästään imu- tai työntöohjauksella, vaan pyritään näitä molempia yhdistelemällä saada selkein ja tehokain ohjaus kyseiselle materiaalivirrälle (Logistiikanmaailma 2019).

## 2.3 Varastonohjaus

Varastoinnin tarkoituksena on pitää huolta materiaalien tarvittavasta riittävydestä, jolla varmistetaan hankintojen ja tuotannon tehokkuus. Oikeanlaisella varastoinnilla huolehditaan myös tuotannon prosessien jatkuvuudesta, matalimmista kustannuksista sekä asiakastyytyväisyydestä. Varastointia voidaan jakaa useaan erilaiseen tyyppiin, joita ovat materiaali-, puskuri-, lopputuote-, jakelu- sekä huolto- ja työtarvikevarastot. Varastonohjauksen tyyli riippuu käytetystä varaston luokittelusta, varastoitavasta materiaalista sekä yrityksen tuotantostrategiasta. Varastonohjaukseen kuuluu kuitenkin aina perusvarasto sekä varmuusvarasto tai keino varmistaa materiaalien riittävyys. (Viale 1996, 4-8.)

Normaalisti varmuusvarastoiden avulla pyritään varmistamaan materiaalien saatavuus kaikissa olosuhteissa. Kuitenkaan vakaassa tuotannossa varmuusvarastojen käyttö ei kustannussyistä ole aina kovin soveliaista. Puutteet ja ylimääräiset varastot voidaan tehokkaasti korvata suunnittelemalla toimitusajat sopiviksi. (Bhat 2009, 165.)

Varmuusvarastot voidaan korvata turva-ajoilla, jotka ovat parempi vaihtoehto vain silloin, kun tulevista lähetyksistä on mahdollista tehdä tarkkoja ennusteita. Muussa tapauksessa varmuusvarasto on varmempi tapa selviytyä asiakkaiden tarpeiden muutoksista tai ennusteiden poikkeamista. (Bhat 2009, 165.)

Varastojen hallintaa voidaan suorittaa useilla eri tavoilla. Yleisesti materiaaleja käyttävä yritys hallitsee itse omaa varastoaan ja suunnittelee omat tilauksensa. Vaihtoehtona on kuitenkin erillisen toimittajan sitominen varastonhallintaan, jos yrityksellä ei ole itsellään tarpeeksi resursseja tai tiloja suorittaa hallintaprosessia. (Viale 1996.)

Varastojen karkeaan sijoittamiseen on kaksi tapaa: keskitetty ja hajautettu varasto. Keskitetty varasto sisältää kaikki varastoitavat materiaalit yhdessä paikassa. Hajautettu varasto taas sijaitsee käyttöpaikan, esimerkiksi tuotannon, läheisyydessä. Hajautetussa varastoinnissa materiaalien siirtely ja toimitus on helpompaa, kun taas keskitetyssä varastoinnissa keskitytään parempiin säilytys-tiloihin ja sitä kautta alhaisempiin varastointikustannuksiin. (Viale 1996, 79-80.)

## 2.4 Layout

Konepajan layoutilla tarkoitetaan tehtaan tuotantotilan sijoittelua, eli miten tuotannon laitteet, työpisteet sekä varastot sijoittuvat tehtaaseen. Layoutilla on suuri merkitys tuotannon tehokkuuden ja materiaalivirtojen tehostamisen kannalta. Oikeanlaisella tuotannon layoutilla pyritään vähentämään materiaalien turhaa liikuttelua ympäri tehdasta, hyödyntämään käytössä oleva tila mahdollisimman tehokkaasti, sekä lisäämään turvallisuutta tehtaassa. Yrityksen tuotantomuoto vaikuttaa ratkaisevasti oikeanlaisen layoutin valintaan. Layoutit voidaan jakaa prosessilähtöisiin, tuotantolähtöisiin tai edellisten yhdistelmiin. (Kumar & Suresh 2008, 55-56.)

Prosessilähtöisessä layouteissa samanlaiset työvaiheet on ryhmitelty omiksi osastoikseen. Tuotannon ollessa vaihtelevaa, on prosessilähtöinen layout käytännöllisin ratkaisu. Tällainen layout vaatii kuitenkin enemmän tuotannonohjaukselta, sillä materiaalivirrat ovat monimutkaisempia kuin tuotantolähtöisissä layouteissa. Myös materiaalien ja puolivalmisteiden siirtelyyn menee paljon aikaa, mikä hidastaa tuotannon läpimeno aikoja. Välivarastoja tarvitaan osastojen lähelle. (Kumar & Suresh 2008, 56-57.)

Tuotantolähtöisissä layouteissa tuotantotila järjestellään yrityksen tärkeimpien tuotteiden valmistusjärjestyksen mukaan. Tuotelähtöiset layoutit voidaan jakaa solu- tai linjat tuotantoon. Tuotantolaitteet sijoitetaan niin, että jokainen solu tai linja sisältää kaikki lopputuotteen tai puolivalmisteen valmistamiseen tarvittavat toiminnot. (Kumar & Suresh 2008, 58-60.)

### **3 Tiedonhallinta materiaalinohjauksessa ja LEAN**

Tiedon hallinta ja jakaminen toimitusketjun eri jäsenten kanssa on suuressa osassa materiaalivirtojen ohjausta. Tässä luvussa kerrotaan taustatietoa järjestelmistä, joilla yritysorganisaatioissa tietoa hallitaan eri toimitusketjun jäsenten kanssa. Luvun lopussa on myös kerrottu perustietoa Lean-ajattelutavasta, jonka tarkoituksena on kehittää organisaation toimintaa.

#### **3.1 Tarvelaskenta järjestelmä – MRP**

Materiaalivaatimusten suunnittelu (MRP) on tuotannosuunnittelu ja varastonhallintajärjestelmä, jota käytetään valmistusprosessien hallintaan. MRP on useimmiten ohjelmistopohjainen, mutta sitä on myös mahdollista täyttää käsin. Tämän tyyppinen tuotannon suunnittelu kehitettiin 1960-luvulla ja se kasvoi nopeasti, kun modernit tietokoneet tulivat paremmin yritysten saataville. (Olson 2014, 5-7.)

MRP:n avulla varmistetaan, että materiaalit ovat käytettävissä tuotannossa ja lopputuotteet ovat valmiina toimitusaikana, mahdollisimman pienien varastojen avulla. Valmistuksen, aikataulujen ja hankintojen suunnittelu ovat välttämättömiä toimenpiteitä, jotta kyseiset tavoitteet saavutetaan. (Srivastav 2007, 120-123.)

Järjestelmä perustuu tarvittavien osalistojen erittelyyn, jotta materiaali ja osa tarpeet saadaan laskettua. Työlle tarvittavat materiaalit ajoitetaan tuotannon läpimenoaikojen mukaisesti, ja tarvittavat materiaalit lisätään puutteisiin. Saatavilla olevat materiaalit vähennetään puutteista, ja näin saadaan lista hankittavista materiaaleista. Hankinnat voidaan tehdä ennusteiden tai suoraan asiakastarpeen mukaan. (Srivastav 2007, 120-123.)

Materiaalitarpeen määrittelyn avulla voidaan hallita tuotannon hienosuunnittelua ja aikataulutuksia helpommin, onnistuneeseen materiaalitarpeen pohjalta tehtävään hienosuunnitteluun tarvitaan seuraavat lähtötiedot:

1. Tuotantoaikataulu suunnitellulle ajanjaksolle
2. Varaston saldo
3. Sisältyvät aikataulut, ja määrät
4. Kaikki osaluettelot ja niihin liittyvät koodit
5. Tuotannon työvaiheiden reititystä
6. Tuotannon aikarajat jokaiselle työvaiheelle. (Srivastav 2007, 121-123.)

### **3.2 Toiminnanohjausjärjestelmät – ERP**

Voidaan sanoa, että toiminnanohjausjärjestelmät (ERP) ovat laajennettuja MRP-järjestelmiä. Kun MRP keskittyy tuotannonohjaukseen, ERP yhdistää koko organisaation eri yksiköt ja antaa tietoa kaikista organisaation toimista. Toiminnanohjausjärjestelmät toimivat yleensä yhdessä tietokannassa. (Sheldon 2005, 4-5.)

Koska kaikki tuotannon toiminnot toimivat samoilla tiedoilla, on organisaation eri yksiköiden välinen yhteistyö helpompaa. Järjestelmässä käytettävien tietojen on kuitenkin oltava tarkkoja, sillä samalla järjestelmä hallitaan useita eri yksiköitä. Virheet tiedoissa voivat aiheuttaa ongelmia tuotannon kapasiteetille ja sitä kautta aikatauluihin. Kun asiakas ilmoittaa tulevasta ostosta, myynnistä vastaava henkilö voi helposti selvittää ERP-järjestelmän kautta sopivan toimitusajan, sekä hinnan tuotteelle. Ostotilauksen hyväksymisen jälkeen, myynnistä vastaava syöttää järjestelmään tilattujen tuotteiden laadun, määrän ja toimitusajan. Kyseinen tieto on heti käytettävissä varasto- ja hankintaosastoilla. Kyseiset osastot pystyvät määrittämään materiaalityönsuunnitelman ja ajankohdan tilauksen valmistamiseksi. Tämä prosessi jatkuu aina tuotannosuunnittelun ja tuotannon läpi lopulta laskutusosastolle asti. (Olson 2014, 23-25.)

### **3.3 LEAN**

Lean on johtamisfilosofia, jossa yritystä ja toimitusketjua tarkastellaan kokonaisuutena. Lean-ajattelussa keskitytään tuottamattoman työn eli hukkan nopeaan ja

tehokkaaseen tunnistamiseen sekä poistamiseen. Näin voidaan pienentää kustannuksia sekä parantaa laatua merkittävästi (Santos & Wysk & Torres 2015, 1-8.)

### 3.3.1 Hukka

Lean-ajatteluttavan keskeisessä asemassa on termi hukka. Työtä, joka ei ole tarpeellista eikä lisää arvoa tuotteelle, kuvaillaan hukaksi. Alla on lueteltuna seitsemän erilaista hukkaa, joista yritysten tulisi päästä eroon:

1. ylituotanto
2. varastointi
3. ylimääräinen kuljetus
4. laatuvirheet
5. turhat prosessit
6. tarpeeton liike työskentelyssä
7. odotus.

Varastointi on kuvailtu suurimmaksi hukkaa aiheuttavaksi tekijäksi yrityksille, koska se voi pitää sisällään myös useita muita ongelmia ja hukkia, jotka selviävät vasta varastointiprosessin jälkeen. (Santos & Wysk & Torres; Sheldon 2015; 2005, 7-8; 26-29.)

Monesti alkuperäisten seitsemän hukan lisäksi mukaan otetaan yksi ylimääräinen määrittelemätön työhön kuuluva tuottamaton tilanne, joka voi johtua esimerkiksi yrityksen työntekijöiden sekä henkilöstön osaamisen ja potentiaalın käyttämättömyydestä. (Carreira & Trudell 2006, 24.)

Hukkien vähentäminen parantaa läpimenoaikoja ja tekee yrityksen toiminnasta joustavamman sekä vastuullisemman. Hukkaa tuottavien töiden vähentäminen vaikuttaa positiivisesti yrityksen monelle osa alueelle. Lean-ajattelumalli voidaan ottaa yhdeksi strategiaksi yrityksen kasvua ajatellen (Santos & Wysk & Torres 2015, 1-2, 9)

### 3.3.2 Kaizen

Kaizen eli jatkuva parantaminen on yksi Lean-ajattelutavan perusteista. Kaizenmetodin avulla pyritään kehittämään yrityksen prosesseja. Jatkuva parantaminen keskittyy prosessien uudelleenarviointeihin, joista löydettyjä hukkia pyritään vähentämään. Jatkuva kehittäminen tapahtuu koulutuksilla, luomalla uusia mahdollisuuksia kehittää työympäristöä sekä korostamalla pienien muutosten merkitystä tehokkuudessa. Kaizenin toiminta keskittyy myös virheiden sekä muiden laatuun liittyvien ongelmien ratkaisuun (Santos & Wysk & Torres, 2015, 1-4.)



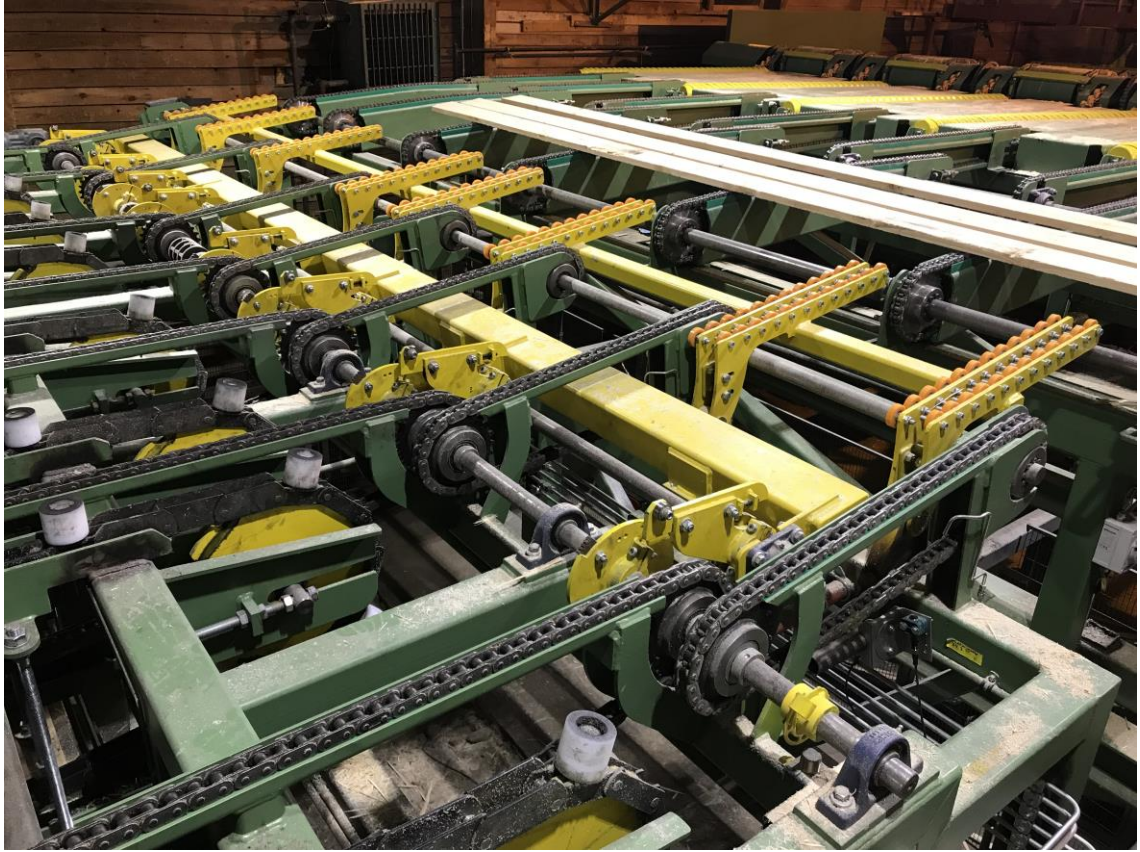
## 4 Yrityksen lähtötila

Yrityksen lähtötilan määrittäminen on tämän tutkielman kannalta tärkeää, jotta tutkimukseen liittyvät asiat voidaan selvittää. Lähtökohdan selvityksessä pyritään kuvaamaan yrityksen materiaalivirtojen hallintaa ja ohjausta mahdollisimman tarkasti, jotta saadaan tarkka kuva yrityksen materiaalivirtojen kokonaisuudesta. Kokonaisuuden perusteella voidaan havaita mahdollisia puutteita sekä kehityskohteita materiaalivirtojen ohjauksessa.

Yrityksen vaihtelevat ja projektiluontoiset työt vaikuttavat paljon sisäisten materiaalivirtojenohjaukseen. Cleantech-sektorille valmistettavat projektit ovat enimmäkseen levytöitä, jotka näin ollen vaativat erilaista materiaalinohjausta kuin enemmän nimikkeitä ja komponentteja sisältävät sahateollisuuden tuottamat laitteet. Erilaisten valmistettavien projektien havainnollistamiseksi alempana on esimerkkejä sopimusvalmistuksena valmistettavista projekteista (Kuva 3, Kuva 5) ja sahateollisuuden sijoittuvasta projektista (Kuva 4). Jokaisen projektin materiaalinohjausprosessi noudattaa kuitenkin samoja periaatteita. Komponenttiohjautuvien laitteiden materiaalivirtaprosessi on monimutkaisempi, joten näin ollen se sisältää enemmän haasteita. Tässä luvussa olen keskittynyt näiden tuotteiden materiaalivirtaprosesseihin.



Kuva 3. Levytyö.



Kuva 4. Annostin.



kuva 5. Ruuvikaira.

## 4.1 Materiaalinohjaus

Toimeksiantajayrityksen projektiluontoiset tuotteet pakottavat yrityksen tuotantomallin tilausohjattavaksi. Yrityksen tuotteet suunnitellaan yhdessä asiakkaan kanssa vastaamaan kaikkia tarpeita asennuskohteesta riippumatta. Toimeksiantajayrityksen yksittäisten projektien nimikkeiden määrät vaihtelevat paljon. Nimikkeiden määrästä huolimatta jokaisen projektin vaiheet toimivat samalla tavalla.

Tuotteen suunnittelun valmistumisen jälkeen materiaalit työlle tilataan tuotepiirustusten mukaisesti. Valmistuspiirustusten perusteella projektinhoitaja selvittää työlle tarvittavat materiaalit ja komponentit sekä kirjaa ne katkaisulistalle (Kuva 6). Listalle merkataan myös työvaiheet, jotka valmiin tuotteen valmistamiseen tarvitaan. Katkaisulistalta selviävät projektin numero, tarvittavat materiaalit ja niiden katkaistavat mitat, sekä mahdolliset viisteet ja muut katkaisussa ja tuotannossa huomioitavat asiat.

Suoritettava työvaihe		Polttoleikkaus		13/12/18		JPo		Viistäminen (mm)				Työvaiheet					S OK	S OK
Työ no. 2110		Kortti no. 1,1		Pvm / Laatiija				I-pää		II-pää								
Piir. no.	Osa	Raaka-aine	Dimensio		Kpl	Yht. (m,kg,m <sup>2</sup> )	Aine	H=mm	L1 x H1	L2 x H2	L1 x H1	L2 x H2	a	2	3	4		
3-52057	1	PL 10	159	* 211	4	11	S355	dx						hits	maal			
3-52060	1	PL 10	1600	* 150	1	19	S355	dx						särm	hits			
					Yht.	38												
3-52055	1	PL 15	100	* 210	2	5	S355	dx							hits			
3-52052	1	PL 15	200	* 200	1	5	S355	dx						hits	maal			
3-52054	1	PL 15	200	* 90	1	2	S355	dx						hits	maal			
					Yht.	15												
3-52058	1	PL 20	135	* 49	2	2	S355	dx						por	hits			
3-52053	1	PL 20	80	* 90	2	2	S355	dx						por	hits			
					Yht.	5												

Kuva 6. Esimerkki katkaisulistasta.

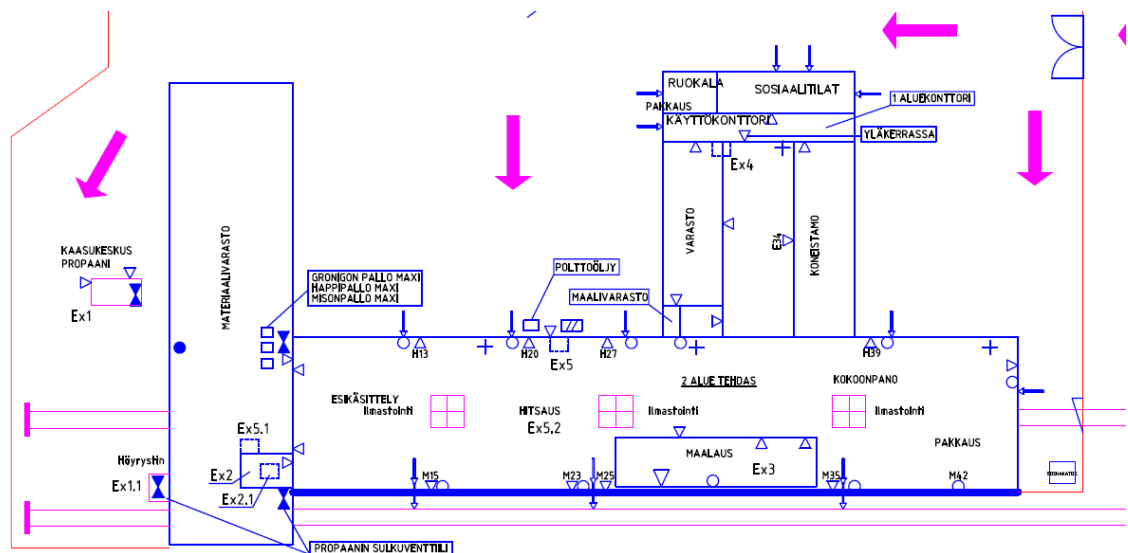
Valmiiden listojen materiaalit tarpeita verrataan varastosaldoihin, joiden perusteella ostaja tilaa työlle tarvittavat materiaalit. Ostosta takaisin saadut listat käynnistävät projektin valmistusprosessin. Katkaisulistat toimivat työmääräiminä tuotannossa. Projektinhoitaja luo projektikansion, josta löytyvät projektikohtaiset

valmistuspiirustukset sekä työmääräimet. Esikäsitteilyä varten viedään katkaisuun ja levyleikkaukseen työmääräimet ja niiden valmistus aloitetaan tuotantosunnitelman mukaisesti. Polttoleikkauksen osalta projektinhoitaja syöttää polttomallit, työn ajankohdan sekä seuraavan työvaiheen Nestix-järjestelmään.

Esikäsitteilyn jälkeen projektinhoitaja seuraa tuotannon etenemistä ja aikatauluttaa seuraavia työvaiheita tuotantoaikataulun sekä osastojen käytössä olevien kapasiteettien perusteella. Tuotannon seuranta toimii tällä hetkellä käymällä itse varmistamassa osien sekä projektin kokonaistilanne tilanne työpisteillä ja tuotannon muissa tiloissa.

## 4.2 Tuotanto

Projektilluontoisen ja vaihtelevan tuotannon vuoksi toimeksiantajayrityksen layout on prosessilähtöinen. Jokaisella työvaiheella on oma osastonsa tuotantohallissa (Kuva 7).



Kuva 7. Tuotannon layout

Tuotanto käynnistyy esikäsitteilyä, josta osia siirretään työmääräimessä ilmoitettujen työvaiheiden mukaisesti seuraavalle työpisteelle. Esikäsitteilyssä sahat-



tuun tai leikattuun kappaleeseen kirjoitetaan kyseisen osan projektinnumero ja piirustusnumero sekä seuraavat työvaiheet. Näin osa voidaan tunnistaa jatkossa valmistusprosessin edetessä. Materiaalin katkaisun jälkeen työn suorittaja kuljettaa osat seuraavan työvaiheen välivarastoon. Esikäsittelyn työntekijät polttoleikkausta lukuun ottamatta merkkavat työn valmiiksi työmääräimiin. Jokaisen työpisteen läheisyydessä on käytössä tietokone, josta löytyvät valmistuspiirustukset sekä työmääräimet myös sähköisessä muodossa. Polttoleikkaamalla tehdyt työn tallentuvat Nestix-järjestelmään, josta työjonon sekä projektin edistymistä voidaan seurata. Järjestelmä luo työjonon töille automaattisesti, vaikka siinä tulisi olla mahdollisuus järjestellä työjono tarpeen mukaan.

Projektinhoitaja tarkastaa hitsattavien osien valmistuksen tilanteen paikan päällä ja esikäsittelyn valmistuttua antaa työmääräyksen hitsarille, jotta työvaihe voidaan aloittaa. Työvaiheen alussa kyseisen projektin valmistuspiirustukset käydään läpi työvaiheen suorittajan kanssa. Työn suuruuden ja vaativuuden mukaan työntekijän kanssa käydään läpi kyseisen työn tavoitteet niin laadullisesti kuin aikataulujenkin suhteen. Työntekijä keräilee itse tarvittavat osat välivarastosta ja työvaihe voi alkaa. Hitsauksen valmistuttua työn suorittaja siirtää hitsatun kokonaisuuden seuraavalle työvaiheelle.

Materiaalien siirtelystä seuraavaan työvaiheeseen vastaa edellisen työvaiheen viimeistellyt työntekijä. Materiaalien siirtelyssä käytetään apuna trukkeja sekä siltanostureita, joiden avulla suurempia kokonaisuuksia voidaan siirrellä tuotantohallin päästä päähän.

Kokoonpanovaiheessa kokoonpanoa suorittava työntekijä keräilee tarvittavat komponentit ja nimikkeet kokoonpanoa varten.

### 4.3 Varastointi

Yrityksen varastointi on jaettu materiaalivarastoon, komponentti- ja alihankinta-varastoon sekä työpisteiden läheisyyteen sijoittuviin välivarastoihin. Raaka materiaalivarasto sijaitsee esikäsittelyn yhteydessä. Komponenttivarasto sijaitsee kokoonpanon lähetyvillä.

Varastoitavat materiaalit ja komponentit on aina tilattu tietylle projektille, eikä tarkoituksena ole pitää ylimääräisiä varastoja yleisimpiä materiaalivahvuuksia lukuun ottamatta. Varastoitavia nimikkeitä on kuitenkin jäänyt projekteilta yli vuosien saatossa, joten varastoissa on paljon ylimääräisiä materiaaleja. Ylimääräisiä materiaaleja käytetään mahdollisuuksien mukaan töissä ja ne huomioidaan työnsuunnittelussa.

Varastojen ohjaus yrityksessä toimii useiden Excel-taulukoiden avulla. Materiaalivarastosta vastaava työntekijä pääasiallisesti vastaa uusien materiaalien vastaanottamisesta sekä niiden lajittelusta varastopaikoille. Kyseisestä varastosta vastaava henkilö päivittää myös varastosaldoja varastotapahtumien mukaan.

Komponenttivaraston ohjaus toimii käytännössä työnsuunnittelussa laadittujen projektikohtaisten komponenttikorttien (Kuva 8) avulla. Komponenttikortti toimitetaan yrityksen varastomiehelle, kun kyseiset komponentit on tilattu. Komponenttien saavuttua sähköiseen korttiin merkataan komponenttien saapuminen. Vastaanottamisen jälkeen ne viedään varastoon projektikohtaiselle varastopaikalle.

Komponenttikortti		Nimike PUKKAIN					Korttino	1,1	Laatija	Jpo	Suunn.	Lva
No	Komponentti	Tyyppi	Määrä	Toimittaja		Toim.	Varasto			Valivarasto		Piir.num.
				B-C	Til.	Vko	On	Toim.	Tullut	Hits.	Koneist.	
	6-MUTTERI DIN 934	M16	6	x								3-52050
	6-RUUVI DIN 933	M16x55	2	x								3-52050
	6-RUUVI DIN 933	M16x60	4	x								3-52050
	6-RUUVI DIN 933	M8x20	2	x								3-52050
	ALUSLEVY DIN 125	A 17	11	x								3-52050
	ALUSLEVY DIN 125-2	B17	1	x								3-52050
	HYDR.SYLIN.(VICKERS-MIT)	PP.HP 40-25 isku 100	1	x								3-52050
	PYSTYLAAKERI	SY 50 TF	2	x								3-52050

Kuva 8. Esimerkki komponenttikortista.

## **5 Haasteet nykyprosesseissa**

Tuotannon esimiehien ja työntekijöiden haastatteluiden sekä omien havaintojen perusteella tuotannosta löytyi muutamia erilaisia haasteita, jotka aiheuttavat hukkaa. Tässä luvussa keskitytään kuitenkin vain niihin haasteisiin, jotka vaikuttavat oleellisesti yrityksen sisäisiin materiaalinohjausprosesseihin. Luvussa käsittelemäni haasteet esiintyvät vahvemmin komponenttiosjautuvassa tuotannossa, jossa materiaalivirta on monimutkaisin.

### **5.1 Materiaalin seuranta**

Yksi suurimmista hukkaa ja turhaa työtä aiheuttava haaste kohdeyrityksen komponenttiosjautuvassa tuotannossa johtuu haasteellisesta materiaalin- ja työnseurannasta. Materiaalin ja tuotannon seuranta toimii pääasiassa tarkastamalla valmistuksen ja nimikkeiden tilanne paikan päällä tuotannossa. Poikkeuksena polttoleikkauksen seuranta toimii sähköisesti Nestix-järjestelmän kautta, joka helpottaa kyseisellä työtavalla valmistettävien osien seuranta huomattavasti.

Projektin nimikkeiden määrän ollessa suuri, ilman sähköisen järjestelmän apua jokaisen nimikkeen tilanteen seuranta erikseen vaatii ylimääräistä työtä. Pahimmillaan puutteellinen materiaalin seuranta voi johtaa osien puutteelliseen valmistukseen tai niiden katoamiseen, joka puolestaan aiheuttaa viivästyksiä tuotannon eri työvaiheissa. Kun tarkkaa tietoa viimeisestä suoritetusta työvaiheesta ei ole, osia voidaan joutua etsimään välivarastoista ja tuotannon eri työpisteiltä projektihoitajan sekä tuotannontyöntekijöiden toimesta. Pahimmassa tapauksessa kyseiset osat joudutaan jopa valmistamaan uudelleen.

Haasteellisesta materiaalin- ja työnseurannasta aiheutuu tuotannolle Lean-metodin mukaista turhaa työtä eli hukkaa työvaiheen odottamisen, turhien prosessien ja ylimääräisen liikkeen muodossa. Tämä hukka paljastui seuraamalla tuotannon kulkua, se ilmeni myös työntekijöiden haastatteluista.

## 5.2 Puuttuva osa

Tuotteiden kokoonpanoa seurattessani huomasin välillä haasteita, jonka takia yhden laitteen kokoonpanoa ei pystytty suorittamaan kerralla loppuun asti viallisten tai puuttuvien osien takia. Korvaava nimike voidaan joko valmistaa uudelleen ja joissain tapauksissa käyttää vähemmän kiireellisen työn vastaavanlaista nimikettä. Toimeksiantajayrityksen projektiluontoisen työn vuoksi kokoonpantavien laitteiden nimikkeet poikkeavat kuitenkin usein toisistaan, joten samankaltaista osaa on harvoin saatavilla. Puutteellisen tai puuttuvan nimikkeen takia kokoonpanossa joudutaan välillä tekemään useaa työtä samaan aikaan, joka puolestaan vaikuttaa materiaalivirtoihin ja ohjaukseen tuotannossa.

Korvaavien osien valmistaminen ja lainaaminen johtaa myös varastosaldojen häiriöihin, niin materiaalien kuin komponenttienkin osalta.

## 5.3 Varastointi

Varastopaikkojen osittainen merkitsemättömyys aiheuttaa myös haasteita, joiden takia uusien materiaalien sekä nimikkeiden etsimiseen menee tuottamatonta aikaa. Jos saapuvan materiaalin vastaanottaa joku muu henkilö kuin varastomies, eivät vastaanotetut materiaalit välttämättä päädy niille kuuluvalle paikalle tai niitä ei merkata varastonhallinnan dokumentteihin.

Välivarastojen käyttäminen ei ole yleisesti kustannussyistä suositeltavaa, mutta kohdeyrityksen tuotantomuodon takia ne ovat kuitenkin välttämättömiä. Välivarastot toimivat suhteellisen hyvin kohdeyrityksessä tällä hetkellä, mutta lisääntyneiden projektien määrän ja tuotannon kasvun takia niihin on ilmaantunut haasteita. Tuotantomäärien ollessa suuret, välivarastoissa olevat nimikkeet eivät aina ole lajiteltuna projektikohtaisesti, vaikka tähän normaalitilanteessa pyritäänkin. Projekti- ja työkohtainen lajittelu helpottaisi myös materiaalin seuranta huomattavasti ja puuttuvat osat olisi mahdollista huomata aiemmin.

Ongelma korostuu erityisesti pintakäsittelyn jälkeen. Pintakäsittely piilottaa nimikkeisiin kirjoitetut tunnistetiedot, jos merkkauksia ei tehdä uudelleen työvaiheen



jälkeen. Tämä puolestaan vaikeuttaa oikeiden nimikkeiden etsimistä tarvittavalle työlle pintakäsittelyn jälkeen, jos ne eivät ole selkeissä työkohtaisissa paikoissa. Yrityksellä on ollut välillä käytössä erilaisia menetelmiä tunnistetietojen säilymiseen, mutta niitä ei ole otettu vielä vakituiseen käyttöön tuotannossa.

Lean-ajattelumallin mukaisesti varastointi on suurin hukkaa aiheuttava tekijä yrityksissä. Vaikka kohdeyrityksen varastointi toimii kohdeyrityksessä hyvin, eikä se itsessään aiheuta suuria haasteita yrityksen tuotannolle. Varastointi nykyisellään kuitenkin edesauttaa puuttuvien tai viallisten osien huomaamista liian myöhään ja tästä aiheutuvia hukkia ylimääräisten prosessien, laatuvirheiden ja odotuksen muodossa. Varastoinnista aiheutuvaksi hukaksi voidaan myös huomioida ylimääräinen liike, joka aiheutuu nimikkeiden varastoimisesta väärälle varastopaikalle.

#### **5.4 Aikataulutus**

Projektiluontoisten töiden takia tuotannon työvaiheiden tarkka aikataulutus yrityksessä on haastavaa. Yksityiskohtaisten kappaleiden valmistus ja työvaiheisiin kuuluva aika on haastava arvioida, kun niitä ei voida suoraan verrata aikaisemmin valmistettuihin tuotteisiin. Virheellisten valmistusaikojen sekä myös konerikkojen ja sairastumisien aiheuttamien kapasiteettipuutteiden ansiosta tuotantoon syntyy myös pullonkauloja. Tuotantoa seurattessani koneistamo paljastui suurimmaksi pullonkaulaksi, vaikka koneistettavia osia oli pyritty ostamaan alihankintakoneistamoilta tilanteen välttämiseksi.

Usean projektin ollessa tuotannossa yhtä aikaa myös tärkeimpien ja kiireellisimpien töiden aikataulutus muodostui haasteeksi. Töiden aikataulutus ja työjonot selvitetään työntekijöille projektinhoitajien toimesta. Huomasin kuitenkin tuotannossa tilanteita missä kyseiselle työlle ei ollut valmiina valmistuksen alussa tarvittavia osia, mutta loppuvaiheessa tarvittavat osat olivat valmiina. Työjonoista johtuneet haasteet muodostivat myös aika ajoin odottamista seuraavalla työpisteellä.

Aikataulutukseen liittyvät haasteet tuotannossa muodostuivat myös alihankinnassa käytettyjen yritysten kautta. Usean projektin ollessa käynnissä yhtä aikaa,

joudutaan yrityksessä kiireellisimpinä aikoina ostamaan alihankinnasta kappaleita, jotka ovat haastavia sekä suuritöistä yrityksen omalla kapasiteetilla. Työnsuunnittelussa tarkastellaan alihankinnasta tarvittavia puolivalmisteita, jotta tuotanto säilyisi sujuvana. Kohdeyritys on kartoittanut useita alihankintayrityksiä, joista on tehty selvityksiä muun muassa laadun, toimitusvarmuuden ja muiden tärkeiden asioiden kannalta. Jokaisesta alihankinnassa käytettävästä yrityksestä on tehty selvityslomakkeet, ja niitä päivitetään tarpeen mukaan. Yrityksessä käytetään vain luotettaviksi todettuja alihankintayrityksiä kiireellisissä töissä, jotta mahdollisilta ongelmilta voidaan välttyä. Huomasin kuitenkin, että toimitusaikataulut eivät aina pitäneet paikkaansa edes luotettavilla alihankkijoilla. Tämä puolestaan johti aikaisemmin mainittuun haasteeseen, jossa tuotannon jokin työvaihe pahimmillaan pysähtyi puutteellisten osatarpeiden vuoksi.

## 6 Prosessien kehitys

Tässä luvussa pohdin mahdollisia kehitystoimenpiteitä tutkimuksen aikana havaittuihin ongelmiin. Kehitystoimenpiteitä pohditaan niin kustannusten kuin käytännöllisyydenkin kannalta. Kehitystoimenpiteitä olen painottanut komponenttiohjautuvien laitteiden materiaalivirtoihin, mutta olen huomioinut myös toimenpiteiden vaikutuksia yrityksen muihin prosesseihin.

### 6.1 Sähköinen työnseuranta

Sähköisellä työvaiheen seurannalla voidaan helpottaa tuotannonohjausprosessia. Tuotannon jokaisella työpisteellä on käytössä tietokone, josta työkohtaiset työmääräimet löytyvät sähköisessä muodossa. Työntekijöiden tulisi aina merkata sähköiseen listaan työ tehdyksi, jotta projektin valmistusta voitaisiin seurata myös sähköisesti. Näin projektin valmistuksen seuranta sujuisi joustavammin ja välttäisi ylimääräisiltä ongelmilta niin osa puutteiden kuin ylimääräisten töiden kannalta. Työmääräimestä selviäisi suoraan valmiit osat sekä työn alla olevat ohjausta tarvitsevat osat. Eritoten esikäsittelyn työn seuranta olisi tärkeää, jotta projektien seuraavien työvaiheiden aikataulutusta voidaan ennakoida paremmin. Sähköisen työnseurannan avulla useamman projektin osien tilannetta voidaan seurata helpommin yhtä aikaa, jonka seurauksena tarvittavien osien ja töiden aikataulutusta helpottuu. Työvaiheiden aikataulutusta ja oikeat työjärjestykset varsinkin pullonkauloiksi muodostuneissa työvaiheissa edistävät halutun ja kiireellisimmän projektin valmistumista.

Projektin nimikkeiden määrän ollessa suuri, sähköisestä listasta olisi helppo tarkastaa nimikkeiden tilanne seuraavaa suurempaa työvaihetta varten. Ennen suurempaa työvaihetta, hitsausta tai kokoonpanoa sähköisten listojen avulla kaikki tähän työvaiheeseen kuuluvat nimikkeet voidaan tarkastaa suoraan listalta. Myös kadonneiden osien etsiminen helpottuisi tällä menetelmällä, sillä tiedettäisiin varmaksi, mikä työvaihe on tehty viimeksi. Merkkkaus olisi kuitenkin työntekijöiden vastuulla; mikäli työvaihe unohtuu merkata, on nimikettä mahdotonta seurata sähköisesti.

Sähköinen työnseuranta on yrityksessä jo osittain käytössä, mutta sen käyttöä tulisi tehostaa, jotta siitä saataisiin kaikki hyöty irti. Tällä hetkellä sähköinen työnseuranta toimii kunnolla vain osissa työvaiheista. Erityisesti esikäsittelyssä sähköisen työnseurannan käyttöä tulisi korostaa.

Sähköisten työmääräinten hyödyntäminen ei vaadi uusia investointeja yritykselle, joten se olisi mahdollista toteuttaa helposti ja nopeasti. Myöskään työntekijöille ei tarvitse järjestää suuria koulutustapahtumia uusien järjestelmien opetteluun. Uusi tehokkaampi merkkaustapa olisi helppo omaksua. Työntekijöiden kannalta uudistuksessa tulisi selvittää, milloin, miten ja miksi merkinnät listoihin tulee tehdä.

## **6.2 Viivakooditekniikka**

Viivakoodeilla toimivan seurantamenetelmän avulla työnseurantaa voidaan käyttää tehokkaammin hyväksi, sekä siihen voidaan lisätä myös muita toimintoja. Viivakoodien ero sähköiseen merkkaukseen olisi myös virhemarginaalien pieneneminen, käsin tehdyssä merkkauksessa on aina merkintävirheen mahdollisuus.

Viivakoodeihin perustuvaa työnseurantamenetelmää voidaan hyödyntää myös liittämällä se yrityksen kustannustenlaskentaan. Tällä hetkellä projektikohtaiset kustannukset työnosalta saadaan työntekijöiden täyttämistä paperisista työaikailmoituksista, jotka menevät projektikustannusten lisäksi palkanlaskuun. Uudistuksen avulla nämä informaatiovirrat olisi mahdollista saada sähköisesti ja käsin täytettävistä paperisista työaikailmoituksista voitaisiin luopua.

Viivakooditekniikka vaatii pieniä investointikustannuksia sekä uudistuksia. Kyseinen tekniikka ei myöskään ole yrityksen kannalta kovinkaan käytännöllinen ratkaisu materiaalin seurantamenetelmänä, vaan soveltuisi paremmin työaikaseurantaan kustannuslaskentaa varten. Materiaalin seuranta varten viivakoodit tuottaisivat liian paljon ylimääräistä työtä muihin menetelmiin verrattuna.

### 6.3 Tuotannonohjausjärjestelmä

Yrityksen tuotannon seuranta olisi mahdollista myös parantaa koko tuotannon kattavalla tuotannonohjausjärjestelmällä. Käytännöllisintä se olisi toteuttaa päivittämällä polttoleikkauksessa käytössä oleva Nestix-järjestelmä toimimaan myös muualla tuotannossa. Järjestelmän tuottajat tarjoavat konepajoille myös tuotannonohjausjärjestelmää osatuotannon ja kokoonpanojen ohjaukseen.

Tuotannonohjausjärjestelmän päivitys on tehokkain tapa optimoida yrityksen materiaalivirtoja. Sen avulla monia edellisessä kappaleessa esiteltyjä tuotannon haasteita ja niistä aiheutuvaa hukkaa voidaan vähentää. Tuotannonohjausjärjestelmän avulla materiaalin ja työnseuranta helpottuu sekä työjonoja eri työpisteillä voidaan hallita helpommin. Järjestelmässä on mahdollisuus hallita työpisteillä olevia työjonoja, jolloin voidaan määrittää tärkeimmät ja kiireellisimmät työt tehtäväksi ennen muita.

Järjestelmän päivitys ei kuitenkaan ole niin yksinkertainen toimenpide ja se vaatii yritykseltä uusia investointeja niin taloudellisesti kuin henkilöstönkin osalta. Järjestelmän hankintakustannukset ovat suuret ja tämän lisäksi investointi vaatii omien työntekijöiden henkilöstökulujen lisäksi myös järjestelmän toimittajalle sekä konsulteille tulevia kustannuksia. Tämän vuoksi järjestelmää, sen hyötyjä sekä käyttöönottoprosessia täytyy tarkastella tarkemmin, jotta voidaan analysoida mahdollisen uudistuksen kannattavuutta.

Nestixin tarjoama polttoleikkausohjelma on ollut yrityksessä käytössä jo pitkään ja se on toiminut hyvin. Nestix tarjoaa myös kattavampia tuotannon ohjausjärjestelmiä, joten se olisi loogisin vaihtoehto tuotannon ohjaukseen. Tiedustelin erilaisia Nestixin tarjoamia vaihtoehtoja ja myös heidän näkökulmaansa toimeksiantajayrityksen tuotannonohjauksen kehittämiseksi.

Toimeksiantajayrityksen tuotanto- ja materiaalinohjausprosessin kokonaisuutta ajatellen tiedustelin Nestixiltä heidän kevyemmistä järjestelmistään. Ajatuksenani oli esikäsittelyn kokonaisuudessaan kattava järjestelmä, johon mahdollisesti pysyttäisiin lisäämään työvaiheiden seuranta hitsauskokoonpanoon asti. Ajatellen

kohdeyrityksen tuotantoa kokonaisuudessaan erilaisten projektityyppien kannalta, tämä olisi soveltuvin ratkaisu.

Nestix ei kuitenkaan toimita tällaisia ratkaisuja, vaan ohjelman päivitys pitäisi sisältää paljon yrityksen nykytilanteelle turhia ominaisuuksia, jotka hoituvat kätevämmiin erillisillä tiedostoilla. Kyseisen päivityksen myötä ohjelmistolle pitäisi hankkia myös paljon uusia lisenssejä ja kustannukset ohjelmistosta olisivat hyötyihin nähden liian suuria. Tuotantopäällikön kanssa totesimme, ettei päivitys tällaisenaan ole järkevä tällä ajankohdalla. Polttoleikkausohjelmistoon on kuitenkin tullut Nestixiltä uusi ohjelmistoversio, joka olisi tulevaisuudessa seuraava investointi kyseiseen ohjelmistoon.

## **6.4 Varastojen kehitys**

Lean-filosofiaa hyödyntämällä voidaan kehittää varastointia yrityksessä, vaikka siinä ei suuria ongelmia ole. Jatkuvan parantamisen Lean-metodilla voidaan saada aikaan pieneltä vaikuttavista uudistuksista, joilla on kuitenkin yhdessä positiivinen vaikutus materiaalivirtaprosessiin. Pienten uudistusten avulla tuotantoa ja varastointia pystytään muuttamaan selkeämmäksi, minkä vaikutuksesta materiaalienohjaukseen vaadittu työ helpottuu.

### **6.4.1 Varaston seuranta**

Yrityksen varastointi ja hankinnat perustuvat pääosin suoraan töille ostettaviin materiaaleihin ja komponentteihin. Niin materiaali- kuin komponenttivarastoista-kin kuitenkin löytyy paljon ylimääräisiä nimikkeitä, joita ei löydy varaston ohjaukseen liittyvistä tiedostoista.

Projekteille hankittujen komponenttien seuranta toimii yrityksessä hyvin sähköisten komponenttikorttien avulla, johon varastomies merkkää vastaanotetut komponentit saapuneiksi. Pienillä muutoksilla näidenkin seuranta pystytään kehittämään. Ostojen jälkeen listoille voisi merkata myös toimitusajankohdat

komponenteille, jotta toimitusten seuraaminen helpottuisi sekä projektin aikataulutukseen liittyen kaikki tarvittavat päivämäärät olisivat helposti ja selkeämmin saatavilla.

Alihankinnasta ostettavien puolivalmisteosien seuranta pystytään myös kehittämään pienillä ja selkeillä muutoksilla. Alihankintaostoille ei ole tällä hetkellä olemassa omaa tietokantaa tai dokumenttipohjaa. Vähäisillä alihankintaostojen määrillä tämä toimii hyvin, mutta tiedot toimitusajoista ja mahdollisista muutoksista ovat suoraan saatavilla vain oston tehneellä henkilöllä. Alihankintaostoille tulisi tehdä uusi projektikohtainen komponenttikorttia vastaava lista, jolla merkitäisiin kaikki projektille tehdyt alihankintaostot, käytettävä yritys sekä toimitusaika. Varastomies merkkaisi kyseiseen listaan puolivalmisteiden saapumisen niiden vastaanoton jälkeen. Uuden dokumentin avulla kaikki tarvittava informaatio olisi selkeästi esillä kaikille sitä tarvitseville työntekijöille ja toimihenkilöille.

Varaston seurannan kehittämiseen ja saldojen luotettavuuteen on tärkeää panostaa, koska se luo pohjan monelle muulle toiminnalle. Saldoja voidaan aika ajoin korjata todellisuutta vastaavaksi inventoimalla nimikkeitä, mutta tämä on erittäin hidasta ja työlästä. Nimikkeiden inventointi on kuitenkin tehtävä jossain välissä, jotta kaikkia käytössä olevia nimikkeitä voidaan käyttää hyödyksi tuotannossa.

#### **6.4.2 Visuaalinen ohjaus**

Tuotannon informaatiovirtaa voidaan kehittää myös yksinkertaisilla ja visuaalisilla asioilla, erilaisten signaalien avulla. Visuaalisen ohjauksen menetelmät sopivat hyvin nimikkeille, joilla täydennysaika on lyhyt ja eräkoot suuria. Pulttien ja muiden kiinnitystarvikkeiden ohjaus onnistuu hyvin visuaalisesti. Visuaalista ohjausta voidaan ottaa käyttöön myös muissa yleisissä materiaali- tai työkalu tarpeissa, jotka eivät sido paljoa pääomaa. Visuaalista ohjausta voidaan toteuttaa usealla eri menetelmällä. Materiaalien täydennystarpeesta voidaan luoda korostuksia visuaalisesti selkeimmin yrityksessä 2-laatikkomenetelmän avulla. Täydennystarvetta on mahdollista korostaa myös erilaisten valojen avulla, jolloin täydennystarve huomataan helpommin.

Visuaalisen ohjauksen alla olevista nimikkeistä ei näin ollen tulisi tulla tilannetta, jossa ne loppuvat kesken. Työntekijöiden vastuut korostuvat käytettäessä visuaalista ohjausta; työntekijöille tulee selvittää, kuka vastaa materiaalien täydennyksestä ja kenelle täydennyksen tarpeesta ilmoitetaan.

### **6.4.3 Varastopaikat ja tunnistetiedot**

Tuotannon välivarastot toimivat tällä hetkellä hyvin, mutta niiden toimintaa pystytään vielä kehittämään ja hienosäätämään entisestään. Projektikohtaista ja työkohtaisia lajitteluja välivarastoissa tulisi tehostaa, vaikka se toimii osittain ja ajoittain hyvin. Tuotantoon tulisi luoda ja määritellä tarkat paikat jokaiselle välivarastolle, niihin luodaan selvät työkohtaiset rajat, joihin kyseisen työvaiheen materiaalit ja puolivalmisteet viedään työmääräysten mukaisesti. Tilan puutteen vuoksi järjestelyä on välillä hankala tehdä tällä tavoin, mutta määrittelemällä tarkat ja vakiot paikat varsinkin pienemmille kuormalavoille lastattaville nimikkeille, se on mahdollista toteuttaa.

Pintakäsittelyn jälkeinen välivarasto ennen kokoonpanon työvaihetta tulisi määritellä tarkemmin. Välivarastoon tulee määritellä paikat komponenteille ja kokoonpantaville nimikkeille. Suurempien hitsattujen kokonaisuuksien paikkojen määrittämisellä ei merkitystä, mutta pienet osakokonaisuudet ja komponentit olisi hyvä lajitella aina samaan paikkaan työkohtaisesti.

Osien ja puolivalmisteiden merkkausta voidaan kehittää useammallakin eri tavalla, jotta tunnistetiedot olisivat näkyvillä vielä pintakäsittelyn jälkeen. Yksi vaihtoehto olisi merkata osat stanssaamalla. Yrityksessä on kokeiltu stanssausta merkintäkeinona, mutta sekin välillä peittyy osittain pintakäsittelyn jälkeen. Stanssaus on myös työläämpi toimenpide, eikä näin ollen ole paras ratkaisu. Toisessa ratkaisussa pintakäsittelijä ottaa nimiketiedot talteen pintakäsiteltävistä osista ennen maalausta ja siirtää ne maalatulle kokonaisuudelle. Pintakäsittelijän tekemän merkkauksen myötä nimikkeet olisi myös helpompi siirtää niille kuuluvalla paikalla maalauksen jälkeen.



## **7 Yhteenveto**

Materiaalinhjauksen tilanne yrityksessä ei ole huono, mutta pienillä muutoksilla ja toimintatapojen tehostuksilla sitä saadaan kehitettyä ja näin tuotannosta saadaan kustannustehokkaampaa. Materiaalivirrat ovat haastavia yrityksessä tilausohjautuvan ja vaihtelevan tuotannon vaikutuksesta. Nykyisillä materiaalinohjaus menetelmillä hitsausohjautuvien levytöiden materiaalivirrat pysyvät selkeinä, eikä kaikkia tutkimuksessa mainittuja haasteita esiinny tällaisessa tuotannossa, varsinkaan samoissa määrissä. Yhteenvetoa tehdessäni olen pohtinut edellisessä luvussa esiteltyjä ehdotuksia ajatellen niiden tarpeellisuutta myös tuotannon eri tuotesektoreiden ja tulevaisuuden kannalta.

### **7.1 Johtopäätökset**

Työnseurannan parantaminen on yrityksen kannalta tärkein uudistus ja siitä on ehdottomasti hyötyä jokaisella erilaisella projektityypillä. Työnseurannan kehittämällä tuotannosta saadaan karsittua paljon ylimääräistä ja turhaa pois, joten tästä syystä sen olisi tärkeää olla toimiva ja selkeä. Työnseuranta sähköisten katkaisulistojen avulla ei vaadi ollenkaan lisäkustannuksia yritykselle, joten sen käyttöä tulisi tehostaa heti seuraaviin projekteihin.

Sähköisen työnseurannan ohella pienet uudistukset ja kehitykset yrityksen tuotannon- ja varastonohjaukseen liittyvissä dokumenteissa ovat paikallaan. Dokumenttien päivityksellä selkeämmäksi ja kattavimmiksi saadaan niistä suurempi hyöty, sekä informaatiovirta selvemäksi eri toimitsijoiden ja henkilöiden välillä. Dokumenttien päivityksellä ei ole niin kiire, mutta sopivalla ajalla niitä olisi hyvä tarkastella. Edellisessä luvussa selitettyjen dokumenttipäivitysten lisäksi myös tietokantaa voisi sopivassa tilanteessa hieman yksinkertaistaa, jotta tarvittavat dokumentit olisivat helpommin löydettävissä ja kaikkien saatavilla. Nämä muutokset ovat vain hienosäätöä tietokannalle, joten se ei ole niin tärkeää kuin työnseurannan parantaminen.

Kaiken kattavat tuotannonohjausjärjestelmät ovat hieman liian raskaita järjestelmiä yrityksen tuotantoon tällä hetkellä. Yrityksen tulevaisuuden strategiasta, kasvusta ja valmistettavista tuotteista riippuen työnseurannan ja erillisten yrityksen hallintaan liittyvien dokumenttien yhdistäminen tuotannonohjausjärjestelmäksi voi tulla tarpeelliseksi ja kannattavaksi sijoitukseksi. Yritykselle tulevat tilaukset vaikuttavat myös järjestelmän kannattavuuteen, varsinkin jos tulevaisuudessa aiotaan keskittyä enemmän vain yhden sektorin tuotteisiin. Tällöin kyseisen tuotesektorin materiaalivirtoihin voidaan keskittyä tarkemmin, sekä niihin liittyvien tilausten, hankintojen, varastoinnin ja tuotannon informaation kulkua voidaan optimoida selkeämmin tuotannonohjausjärjestelmän avulla. Hyväksi todettu Nestix ohjelmisto on sovelia in järjestelmäksi, sekä heillä on jo tieto yrityksen kiinnostuksesta päivittää ohjelmistoa. Käyttöönottoa tulee kuitenkin harkita uudelleen yrityksen kasvun myötä, sillä tällä hetkellä se ei ole kannattava sijoitus.

Yrityksen varastointi tällä hetkellä toimii suhteellisen hyvin, mutta se on mahdollista saada toimimaan vielä tehokkaammin, erityisesti välivarastojen osalta komponenttien sekä pienten osakokonaisuuksien ja nimikkeiden kannalta. Niille tulisi luoda selvät työkohtaiset paikat jokaisen työvaiheen lähistölle, jonne nimikkeet vietäisiin edellisen työvaiheen valmistuttua. Lean-ajattelumallin mukaisesti varastointi on suurin hukkaa aiheuttava tekijä yrityksissä, sen kätkiessä sisälleen myös muita hukkaa aiheuttavia tekijöitä. Tästä syystä varastojen kehitykseen on hyvä panostaa pienillä kehityksillä jatkuvan parantamisen keinoilla.

## **7.2 Pohdinta**

Työn tavoitteena oli selvittää yrityksen sisäisten materiaalivirtojen ohjauksen tilanne, haasteet ja esittää kehitysehdotuksia ohjauksen tehostamiselle. Aloitin tutkielman ja materiaalinohjaukseen perehtymisen useiden kirjallisuuslähteiden avulla. Materiaalinohjaus on laaja käsite, johon liittyy paljon sisäisiä prosesseja. Kirjallisuuslähteistä löysin hyödyllistä materiaalia, jonka avulla pystyin sisäistä-

mään uusia käsitteitä ja toimintatapoja kyseisiin prosesseihin liittyen. Työn teoriaosuuteen selvitin keskeisimpiä käsitteitä tähän työhön liittyen. Se luo pohjan käytännön osuudelle, vaikka materiaalinohjaukseen liittyy paljon enemmän käsitteitä ja asioita kuin teoriaosuuteen pystyin tiivistämään.

Käytännönoosuuden aloitin kertomalla hieman yrityksen toimintatavoista ja tuotannosta, joka havainnollistaa ja pohjustaa yrityksen toimintaa varsinaiselle työn tavoitteelle. Seurasin yrityksen toimintaa paikan päällä tuotannossa ja haastattelin työntekijöitä sekä toimihenkilöitä. Haastattelujen perusteella päädyimme toimeksiantajan kanssa rajaamaan työtä hieman ja painottamaan työtä sahakoneisiin painottuvaan tuotantoon. Tämä päätös oli hyvä, sillä materiaalivirtojenohjaukseen liittyvät haasteet poikkeavat toisistaan erilaisten tuotteiden valmistuksessa. Rajaus oli tärkeä työn kannalta ja selkeytti työn tekemistä huomattavasti. Johtopäätöksissä päätin kuitenkin ottaa huomioon myös kehitysmahdollisuuksien vaikutukset muilla tuotesektoreilla.

Suurempia toimivia toimintauudistuksia tällaiselle tuotannolle oli osittain hieman haastavaa kehittää. Kävimme niitä läpi toimeksiantajan kanssa, ja totesimme tuotannonseurantajärjestelmän mahdollisia uudistuksia tärkeäksi selvittää. Mietimme myös tärkeimmät asiat, jotka seurantamenetelmään tarvitaan ja mitkä ominaisuudet ovat turhia. Tämän pohjalta keksimme myös idean kevyen tuotannonohjausjärjestelmän kannattavuuden selvittämiseksi. Selvityksessä tarkoituksena oli tarkastella mahdollisuutta räätälöidä yritykselle soveltuva järjestelmä helposti, ilman suurempia resursseja.

Lopputuloksiksi sain yhden varmasti yrityksen toimintaa tehostavan kehitystoimenpiteen ja muutamia vähäisempiä ideoita, joiden avulla yrityksen toimintaa voidaan kuitenkin kehittää sujuvammaksi. Tuotannonohjausjärjestelmän päivitykseen liittyvistä asioista ja halutun ohjelmistotoimittajan erilaisista järjestelmistä on nyt tieto yrityksellä, josta voi olla mahdollisesti hyötyä tulevaisuudessa.

Olen tyytyväinen tämän työn tuloksiin niin oman oppimiseni kuin saavutettujen tavoitteidenkin kanssa. Tutkielmaa tehdessäni havainnollistin konepajan yleistä toimintaa sekä materiaalinohjausprosessia, opin ymmärtämään kuinka kirjallisuudessa opitut asiat toimivat todellisessa ympäristössä. Tavoitteiden kannalta tässä tutkielmassa esitettyjen toimintauudistusten perusteella kohdeyrityksen on hyvä

lähteä kehittämään materiaalivirranohjausta. Tilannetta voidaan kehittää jatkossa suoraan valmiiden kehitysideoiden kautta tai tutkielmassa esitettyjen haasteiden pohjalta. Tutkielmassa esille tulleet asiat antavat hyvän lähtökohdan materiaalivirtojenohjauksen selkeyttämiseksi ja modernisoimiseksi.

## Lähteet

- Ashwathappa, K. & Bhat, K. 2010. Production and Operations Management. Mumbai: Global Media.
- Bhat, K. 2009. Materials Management. Mumbai: Global Media.
- Carreira, B & Trudell, B. 2006. Lean Six Sigma That Works. New York: American Management Association.
- Kumar, S & Suresh, N. 2008. Production and Operations Management. New Delhi: New Age International Ltd.
- Logistiikan maailma. 2019. JIT (JUST-IN-TIME) JA IMUOHJAUS.  
<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/> 20.01.2019
- Logistiikan maailma. 2019. Materiaalinohjaus.  
<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/materiaalinohjaus/> 15.01.2019
- Santos, J., Wysk, A & Torres, J. 2006. Improving Production with Lean Thinking. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Sheldon, D. 2005. Class A ERP Implementation. Boca Raton, Florida: J. Ross Publishing.
- Sheldon, D. 2008. Lean Materials Planning and Execution. Fort Lauderdale: J. Ross Publishing.
- Srivastav, R. 2007. Entrepreneurship Development and Production Management. Mumbai: Himalaya Publishing House.
- Olson, D. 2014. Supply Chain Information Technology. New York: Business Expert Press.
- Viale, J. 1996. Basics of Inventory Management. Menlo Park, CA: Course Technology Crisp.
- Yritys X:n tuote-esite. 2019.