

TEKNISTALOUELLINEN TIEDEKUNTA

LUT School of Engineering Science

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Diplomityö

KOMPONENTTIVARASTON ULKOISTAMINEN

SÄHKÖASENNUSTUOTTEITA VALMISTAVALLA TEHTAALLA

Outsourcing component inventory in electrical installation products factory

Arttu Heiskanen

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Arttu Heiskanen

Työn nimi: Komponenttivaraston ulkoistaminen sähköasennustuotteita valmistavalla tehtaalla

Vuosi: 2019

Paikka: Porvoo

Diplomityö. Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

School of Engineering Science, Tuotantotalouden koulutusohjelma

69 sivua, 18 kuvaa, 1 taulukko

Tarkastaja: Timo Pirttilä

Ohjaaja: Keijo Kaukonen

Hakusanat: materiaalinohjaus, materiaalinhallinta, 3PL, third-party logistics, imuohjaus

Diplomityö käsittelee miten valmistusteollisuuden yrityksen komponenttivaraston siirto kolmannen osapuolen hoidettavaksi vaikuttaa materiaalinhallintaan. Tutkimus suoritettiin kvalitatiivisin ja kvantitatiivisin menetelmin. Aineistoa kerättiin sekä haastattelemalla yrityksen henkilöstöä, että prosessoimalla toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaa dataa. Tutkimuksen huomion keskipisteenä oli materiaalin saatavuuden varmistaminen luomalla periaatteet, jolla materiaaleja tultaisiin tilaamaan tuotannon tarpeisiin imuohjauksella automaattisesti toiminnanohjausjärjestelmän kautta. Projektin kannattavuutta tarkasteltiin arvioimalla ja vertaamalla ulkoistetun komponenttivaraston vuosittaisia kustannuksia nykyisiin ulkoistettavan kokonaisuuden kustannuksiin. Lisäksi kartoitettiin ulkoistamisen myötä mahdollisesti realisoituvia riskejä. Tutkimuksen tuloksiksi saatiin periaatteet materiaalin tilaukselle ja valmistuseristä yli jäävien komponenttien käsittelylle. Vuosittaisten varastonpidon kustannusten todettiin laskevan ulkoistamisen myötä viidenneksellä.

ABSTRACT

Author: Arttu Heiskanen

Title: Outsourcing component inventory at electrical installation products factory

Year: 2019

Place: Porvoo

Master's Thesis. Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT

School of Engineering Science, Industrial Engineering and Management

69 pages, 18 figures, 1 table

Examiner: Timo Pirttilä

Instructor: Keijo Kaukonen

Keywords: materials management, 3PL, third-party logistics, pull strategy

This thesis discusses how a manufacturing company's component inventory's transfer to a third-party logistics provider affects material management. The study was conducted using qualitative and quantitative methods. The material was collected by interviewing the company's personnel and by processing data from the ERP system. The focus of the research was to ensure the availability of material by creating principles that would be utilized to automatically order materials for production's needs with a pull based system through the company's ERP. The project's profitability was assessed by evaluating and comparing the annual cost of the outsourced component inventory to current costs of the whole to be outsourced. In addition, possible risks that may manifest due to outsourcing were charted. The results of the study resulted in principles for material orders and practices for components left over from production batches. The annual costs were found to decrease by one fifth as a result of outsourcing.

LYHENTEET

ERP	Enterprise resource planning
3PL	Third party logistics
WMS	Warehouse management system

ALKUSANAT

Opiskelu Lappeenrannan-Lahden teknillisessä yliopistossa lähestyy viimein loppuaan. Käteen opiskeluvuosilta jäi joukko kavereita ja jonkin verran tietotaitoa. Matkan varrelle jäi runsaasti oheistoimintaa humpan ja musiikin parissa, opintosuuntauksen vaihto ja muutama välivuosi työelämässä.

Suuret kiitokset Josille mielenkiintoisesta aiheesta valmistusteollisuuden piirissä, Keijolle opastuksesta yrityksen puolelta ja Timo Pirttilälle akateemisesta ohjauksesta. Erityiskiitokset Maikille, joka on ollut tukena ja turvana lähes opintojen alusta saakka.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Taustat	1
1.2	Tavoitteet ja rajaukset	1
1.3	Toteutus.....	2
1.4	Rakenne.....	3
2	MATERIAALINHALLINTA	4
2.1	Materiaalinhallinnan määritelmä	4
2.2	Materiaalinhallinnan logistiset toimet valmistusyrityksessä.....	6
2.3	Tilaus-toimitusprosessi	8
2.4	Varastonpidon merkitys ja kustannukset	9
2.5	Materiaalinohjaus tuotannossa	11
2.6	Materiaalin tilaus tuotantoon	13
2.7	Nimikkeiden luokittelu	15
3	ULKOISTETTU LOGISTIIKKA	16
3.1	Ulkoistetun logistiikan määritelmä	16
3.2	Motiivit logistiikan ulkoistamiselle	17
3.3	Ulkoistetun logistiikan riskit.....	18
3.4	Ulkoistetun varaston hyödyt ja haitat.....	19
3.5	Ulkoistamisprosessin vaiheet.....	20
4	TUOTANTOLAITOKSEN NYKYTILA	24
4.1	Tuotantolaitoksen esittely	24
4.2	Varasto	26
4.3	Muovituotanto	28
4.4	Kokoonpano	29
4.5	Työn suunnittelu	31
4.6	Lopputuotevarasto.....	32
5	TUOTANTOLAITOS ULKOISTAMISEN JÄLKEEN	36
5.1	Materiaalin virtaus ulkoistamisen jälkeen.....	36
5.2	Tuotantolaitoksen ja 3PL välisten kuljetusten aikataulu.....	38
5.3	Tilaus-toimitusketju valmistuksen suunnittelun näkökulmasta	39

5.4	Varastolle palautettavat materiaalit.....	43
6	ULKOISTAMISEN KANNATTAVUUS.....	46
6.1	Nykyiset kustannukset	46
6.2	Ulkoistetun komponenttivaraston kustannusarvio	47
6.3	Kustannusvertailu.....	56
7	RISKIEN ARVIOINTI.....	58
7.1	Komponenttien siirron kapasiteetti 3PL varastolta tuotantolaitokselle	58
7.2	Ylimääräisten komponenttien palautus komponenttivarastolle	60
7.3	Violliset komponentit.....	62
7.4	Omien puolivalmisteiden saatavuus.....	64
8	YHTEENVETO	66
	LÄHDELUETTELO	67

1 JOHDANTO

1.1 Taustat

Työ tehdään eräälle kansainvälisen konsernin Suomessa sijaitsevalle tytäryritykselle. Yritys kehittää ja valmistaa sähköasennustuotteita asuin- ja liikerakentamisen tarpeisiin. Tuotantolaitoksen tila on rajallinen. Tällä hetkellä lattiapinta-ala on erittäin tehokkaasti käytetty jopa siihen pisteeseen asti, että esimerkiksi trukkien kanssa työskentely on tarkkaa ahtaiden käytävien vuoksi. Kasvaneesta kysynnästä ja tulevaisuuden suunnitelmista johtuen yritys tarvitsee lisää tilaa muovituotannon ja kokoonpanon tarpeisiin. Vaihtoehtoina ovat nykyisen rakennuksen laajennus, tai lattiapinta-alaa vaativan toiminnon ulkoistaminen. Yrityksessä on päädytty ratkaisemaan ongelma siten, että komponenttivarasto tullaan ulkoistamaan käyttämällä kolmannen osapuolen varastointi- ja kuljetuspalveluita. Komponenttivaraston hallinnointi tapahtuisi entiseen tapaan yrityksestä käsin: vain materiaalin varastointi ja siirto tuotantolaitokselle olisi ulkoistettua toimintaa. Yhteistyökumppani on luonnollinen valinta palveluntarjoajaksi, sillä tuotantolaitoksen lopputuotevarasto on jo aiemmin ulkoistettu heidän hoidettavaksi. Ylimääräisiä maantiekilometrejä ei ulkoistamisesta tule syntyään, sillä komponentteja tultaisiin kuljettamaan samalla perävaunulla, jolla lopputuotteet siirretään tuotantolaitokselta yhteistyökumppanin varastolle.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Päätös komponenttivaraston ulkoistamisesta on jo tehty. Seuraavaksi on selvitettävä, miten ulkoistaminen tullaan toteuttamaan. Projektin alussa valmistuksen käyttämiä materiaaleja varastoitiin tuotantolaitoksen tiloissa omassa varastossa, jolloin ne olivat saatavilla nopeasti. Komponenttivaraston ulkoistaminen aiheuttaa automaattisesti sen, ettei jatkossa kaikkia tarvittavia komponentteja tule olemaan käytettävissä lyhyellä varoitusajalla. Diplomityön tavoitteena on selvittää, millaisia muutoksia komponenttivaraston ulkoistamisen tulisi aiheuttamaan materiaalinhallintaan ja sen myötä hahmotella, miten yrityksen tulologistiikka ja komponenttien tilaaminen valmistuksen tarpeisiin tultaisiin toteuttamaan ulkoistamisen jälkeen. Lisäksi koska

ulkoistamisen tavoitteena on vapauttaa tilaa kasvavan tuotannon tarpeisiin, tarkastellaan mahdollisuuksia käsitellä valmistuseristä yli jääviä komponentteja säilytuskustannusten ja tilankäytön kannalta. Koska yritys käyttää toiminnanohjausjärjestelmää toiminnan hallinnointiin, pyritään mahdollisimman moni materiaalinhallintaan liittyvä toimi hoitamaan sen avulla. Jatkuvan toiminnan turvaamiseksi kartoitetaan myös ulkoistamisen myötä mahdollisesti realisoituvia riskejä. Ulkoistetun toiminnan kannattavuutta arvioidaan vertaamalla vuosittaisia ulkoistettavan kokonaisuuden käyttökustannuksia nykyisiin kustannuksiin. Tutkimuskysymykset ovat:

- Miten komponentteja tullaan tilaamaan tuotantolaitokselle?
- Miten tuotannosta yli jääviä komponentteja tullaan käsittelemään?
- Miten ulkoistaminen tulee vaikuttamaan toiminnan kustannuksiin?
- Mitä riskejä ulkoistamisen myötä voi realisoitua?

1.3 Toteutus

Työ suoritettiin kvalitatiivisin ja kvantitatiivisin tutkimusmenetelmin. Työ koostuu kirjallisuuskatsauksen sisältävästä teoriaosuudesta ja soveltavan osuuden sisältävästä empiriaosuudesta. Kirjallisuuskatsauksessa selostetaan työssä hyväksi käytettävää materiaalinhallintaan, sekä erikseen ulkoistettuun logistiikkaan liittyvää teoriaa. Teoriaosuus koottiin alan kirjallisuudesta ja artikkelijulkaisuista. Empiriaosuuden sisältö noudattaa pääpiirteittäin teoriaosassa esitellyn ulkoistamisprosessin valmisteluvaihetta. Yrityksen nykyiset toimintatavat kartoitettiin haastattelemalla varastohenkilöstöä, tiiminvetäjiä ja esimiehiä sekä tekemällä havaintoja tuotantolaitoksella. Ulkoistamisen jälkeisiä toimintatapoja, kustannusarvioita ja mahdollisia riskejä hahmoteltiin nykytilan kartoituksen ja materiaalin liikkeeseen liittyvän historiadatan perusteella. Data saatiin yrityksen käyttämästä toiminnanohjausjärjestelmästä ja erillisestä varastonhallintaan käytettävästä järjestelmästä. Laskut ja simulaatiot suoritettiin Excel-ohjelmistolla. Soveltavaan osuuteen liittyviä strategisia päätöksiä ohjasivat yrityksen Value Chain Managerin kanssa käydyt keskustelut yrityksen tulevaisuuden tavoitetilasta.

Diplomityön teettäjäyrityksen toiveesta yrityksen ja yhteistyökumppanien nimet jätetään kertomatta. Teettäjäyritykseen viitataan työssä termillä ”yritys” ja ulkoistettavan

kokonaisuuden suorittavaan yhteistyökumppaniin termillä ”3PL”. Työssä esiteltävät numeeriset arvot ovat keksittyjä luottamuksellisista syistä. Kuvaajissa ja taulukoissa esitetyt arvot ovat joko poistettu tai keksittyjä, riippuen esitysyhteydestä. Esitettyjen arvojen suhteelliset osuudet toisiinsa verrattuna vastaavat kuitenkin todellista tilannetta, jolloin esim. määrien ja kustannusten vertailu on mahdollista.

1.4 Rakenne

Työ on jaettu kahdeksaan eri lukuun. Ensimmäisessä luvussa kerrotaan työn taustat, tavoitteet, rajaukset, toteutus ja rakenne. Toinen ja kolmas luku koostavat työn suorittamisessa käytettävät teoriat tutustumalla alan kirjallisuuteen ja artikkelijulkaisuihin. Neljäs luku esittelee tuotantolaitoksen eri osastot sekä niiden toimet ja vastualueet, minkä lisäksi kartoitetaan tuotantolaitoksen materiaalinhallinnan nykytilaa. Viidennessä luvussa vastataan ensimmäiseen ja toiseen tutkimuskysymykseen. Luvussa selostetaan, miten komponenttivaraston ulkoistaminen tulee vaikuttamaan yrityksen jokapäiväiseen toimintaan ja esitellään suunnitellut muutokset toimintatapoihin ja toiminnanohjausjärjestelmään. Kuudennessa luvussa vastataan kolmanteen tutkimuskysymykseen. Ulkoistettavan kokonaisuuden nykyiset ja ulkoistamisen jälkeiset kustannukset arvioidaan, ja ulkoistamisen kannattavuutta tarkastellaan kustannuksia vertailemalla. Seitsemännessä luvussa vastataan neljänteen tutkimuskysymykseen. Luvussa käydään läpi tunnistetut riskit, arvioidaan niiden vaikuttavuutta ja esitetään keinoja riskien realisoitumisen välttämiseen. Kahdeksannessa luvussa kerrataan työn pääkohdat.

2 MATERIAALINHALLINTA

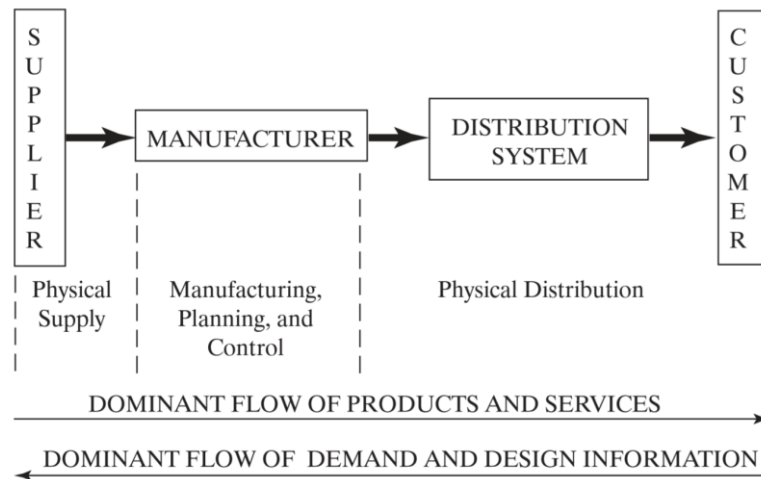
Tässä luvussa käydään läpi mikä on materiaalinhallinnan määritelmä ja mitkä ovat sen tavoitteet. Materiaalinhallintaan liittyvistä toimista tarkennetaan, mitkä ovat tavanomaisia valmistusyritysten logistisia toimia. Materiaalin liikkeen muodostava tilaus-toimitusprosessi ja siihen kuuluvat toiminnot käydään läpi. Varastonpidosta esitellään sen merkitys ja varastonpidon aiheuttamat kustannukset. Materiaalinohjausta käsitellään tuotannon näkökulmasta tarkentaen ohjausperiaatteita ja tuotannon tarpeisiin tilattavien määrien laskentaperiaatteita. Lopuksi esitellään materiaalinimikkeiden luokitteluperiaatteita.

2.1 Materiaalinhallinnan määritelmä

Valmistusteollisuuden liiketoiminnan perustana on raaka-aineen muuttaminen sellaiseen muotoon, jonka arvo on raaka-aineita suurempi. Valmistusprosessit pitää suunnitella mahdollisimman tehokkaiksi sekä tuotannolliselta että taloudelliselta kantilta, jotta käytettävissä olevista resursseista saadaan hyödyksi mahdollisimman suuri arvo. Tähän päästään suunnittelemalla ja kontrolloimalla toiminnassa käytettäviä resursseja: työvoimaa, pääomaa ja materiaalia. Käytettävissä olevista resursseista materiaali- ja työvoima ohjaavat toiminnan suorituskykyä. Jos materiaalia ei ole oikeassa paikassa oikeaan aikaan, on työvoiman käyttöaste ja pääoman tuottoaste pieni. Materiaalinhallinnan merkitys yritysten toiminnassa on kasvanut viime vuosikymmeninä merkittävästi, kun pyritään vähentämään kustannuksia samalla kun tuottavuus pyritään pitämään vähintään samalla tasolla. Tähän on pyritty lyhentämällä tilaus-toimitusketjuun kuluva-aikaa. (Arnold, et al., 2008, p. 2; Haverila, et al., 2009, p. 443)

Materiaalinhallinta käsittää raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallinnan. Toisin sanoen materiaalinhallinta käsittää kaikki materiaali- ja työvoimavirrat koko toimitusketjun läpi aina materiaalin toimittajalta asiakkaalle asti. Kuvassa 1 nähdään yksinkertaistettu toimitusketjun malli eriteltynä toimittajaan, valmistajaan, jakeluun ja asiakkaaseen. Siinä raakamateriaali toimitetaan materiaalin toimittajalta valmistajalle jakelujärjestelmän kautta. Materiaalit jalostetaan valmistajan prosesseissa tuotteeksi, joka toimitetaan asiakkaalle jakeluverkoston kautta.

Mallissa tuotteet ja palvelut virtaavat toimittajalta asiakkaalle, ja informaatio asiakkaalta toimittajalle. Informaatio voi olla esim. kysynnän määrä ja laatu tai asiakastytyväisyys. (Arnold, et al., 2008, p. 5; Min & Zhou, 2002, p. 232)



Kuva 1. Yksinkertaistettu toimitusketju (Arnold, et al., 2008, p. 5)

Tavoitteet

Materiaalinhallinnan tavoitteet ovat Arnold, et al. (2008, pp. 10-11) mukaan:

- yrityksen resurssien käytön maksimointi
- tarvittavan palvelutason ylläpito

Katteen kasvattamiseksi valmistuskustannusten pienentäminen on tehokkaampaa kuin myynnin kasvattaminen, sillä myyntiä kasvattaessa valmistuskustannukset kasvavat samassa suhteessa, mutta kustannussäästöt näkyvät tuotoissa ja näin katteessa suoraan. Materiaalinhallinnalla voidaan pienentää kustannuksia varmistamalla, että oikea määrä materiaalia on oikeassa paikassa oikeaan aikaan, jolloin yrityksen käytössä olevat resurssit ovat asianmukaisesti hyödynnetyt. (Arnold, et al., 2008, pp. 11-13)

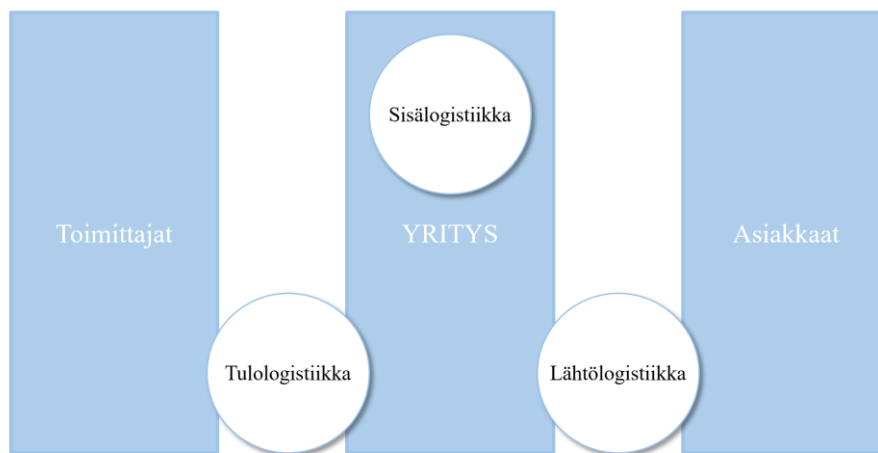
Palvelutaso on se vertailuarvo, jonka perusteella toimia suunnitellaan ja kehitetään jatkuvasti. Materiaalinhallinnan tarkoitus on ylläpitää palvelutasoa sellaisena, kuten se on strategiassa määritelty ja päätetty. Palvelutaso kuvaa materian saatavuutta aikayksikössä

toimitusketjun eri vaiheissa, eli sitä voidaan mitata materian lähteestä, sen prosessoinnista ja siitä jalostettavista lopputuotteista. Esimerkiksi pientavaraa myyvissä kivijalkaliikkeissä tuotteet tulee yleensä olla saatavilla heti, jolloin asiakkaat saavat haluamansa yhdellä asiointikerralla. Tällöin palvelutaso laskee välittömästi, kun mikä tahansa tuote loppuu hyllystä samalla kun sille on kysyntää. Suuremmilla hankinnoilla esim. autokaupoilla on luvattu toimitusaika, jota vasten palvelutasoa tarkkaillaan. Palvelutaso laskee, jos autoa ei pystytä toimittamaan asiakkaalle luvatusajan puitteissa. Esimerkkien tilanteissa palvelutasoa ylläpidettäisiin riittävän korkealla varastotasolla ja toimitustiheydellä. Muita keinoja ylläpitoon ovat mm. kysynnän ennustaminen, tiedonvälityksen nopeuttaminen, yhteistyön kehittäminen sidosryhmien kesken. (Haverila, et al., 2009, pp. 443-445)

Materiaalinhallinnan tavoitteena on mahdollistaa tuotteiden saatavuus asiakkaiden tahdon mukaan: miten paljon ja milloin he tuotteita haluavat, ja tämä pitäisi suorittaa mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Tavoitteen saavuttamiseksi on löydettävä balanssi palvelutason ja sen kulujen välillä. Yleisesti ottaen kulut kasvavat palvelutason kasvaessa. Esimerkiksi lopputuotteita varastoimalla varmistetaan, että saatavuus vastaa kysyntään, ja näin ylläpidetään palveluastetta. Toisaalta varastointi sitoo kuitenkin pääomaa, joka on pois muusta toiminnasta. (Arnold, et al., 2008, p. 15)

2.2 Materiaalinhallinnan logistiset toimet valmistusy yrityksessä

Yrityksen logistiset toiminnot voidaan jakaa tulo- sisä- ja lähtölogistiikkaan. Kuvassa 2 havainnollistetaan jakoa eri toimintojen välillä. Tulologistiikkaan sisältyvät toimittajilta yritykseen tulevan tavaran käsittelyyn sisältyvät toimet. Nämä ovat tavaran vastaanotto, tarkastus, purkaminen ja varastoon siirto. Sisälogistiikkaan kuuluu sellainen tavaran käsittely yrityksen sisällä, joka ei ole tulo- eikä lähtölogistiikkaa. Sisälogistiikan toimia ovat mm. kokoonpano ja laitteiden huolto. Lähtölogistiikka sisältää lähetettävän tavaran keräilyn, pakkaamisen ja kuljetuksen asiakkaille. (Ritvanen, et al., 2011, pp. 20-21)



Kuva 2. Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka (Ritvanen, et al., 2011, p. 21)

Tulologistiikan toimet alkavat tavaran vastaanotosta. Vastaanoton tarkoitus on selvittää, onko saapuneen tavaran määrä ja laatu sama kuin mitä on tilattu. Vastaanoton vastuulla on myös päivittää varastokirjanpitoa saapuvan tavaran osalta. Saapuville tavaroille on usein määritetty oma purkualue. Koska alue on aina rajallinen, on tärkeää saada lasti purettua riittävän nopeasti. Saapuva tavara puretaan kuljetuspakkauksistaan ja saatetaan keräilykuntoon, esim. merkitsemällä tavara yrityksen käyttämällä merkinnöillä. Viivakoodi on yleinen käytetty merkitsemistapa. Mahdolliset sekalavat, joissa on toimitettu useaa eri tuotetta, järjestellään tuotekohtaisiksi kuormiksi varastointia varten. Valmistelua on myös mahdollinen uudelleenpakkaus, jos tavara on toimitettu yrityksen toimiin yhteensopimattomalla tavalla, esim. kuormalavan koko on erilainen kuin yrityksen käyttämä. Vastaanottoon kuuluvien toimien ollessa valmiita tavara siirretään niille varatuille paikoille joko suoraan tuotantoon tai hyllytetään varastoon odottamaan tarvetta. Tässä vaiheessa kirjataan tieto saapuneesta tavarasta käytettävään tietojärjestelmään. Kirjaus tehdään ostotilauksen perusteella. (Karhunen, et al., 2004, pp. 374-376; Hokkanen & Virtanen, 2016, pp. 29-32; Vilpola & Kouri, 2006, p. 99; van den Berg & Zijm, 1999, pp. 520-521)

Sisälogistiikkaa kutsutaan myös nimellä tuotannon logistiikka. Se sisältää sellaiset yrityksen sisäiset tuotantoprosessin vaiheet, joissa ei jalosteta materiaalia. Vaiheet kattavat materiaalin sisäiset siirrot ja tuotannossa käytettävien materiaalien varastoinnin.

Sisäiset siirrot ovat materiaalia jalostavaa tuotantoa tukevia toimenpiteitä. Niillä tarkoitetaan eri tuotantoprosessien välillä tapahtuvia siirtoja. Prosessin sisällä tapahtuvaa liikuttelua ei lasketa sisäisesti siirroksi, esim. liukuhihnalla valmistuskoneen sisällä liikkuva tuote. Siirrot voivat olla kuljettamista peräkkäisten jalostavien prosessien välillä, tai jalostavien prosessien ja varaston välillä. (von Bagh, et al., 2000, pp. 159-160; Hokkanen, et al., 2002, pp. 163-164)

Lähtölogistiikan toimet alkavat keräilystä, joka on materiaalin käsittelyyn osallistuvan henkilöstön työtehtävistä eniten resursseja kuluttava toimi. Eniten aikaa kuluu yleensä tavaran etsimiseen ja kuljettamiseen. Keräily perustuu tilauksessa ilmoitettuun määrään ja laatuun, ja se voidaan suorittaa yksittäiskappaleittain, laatikoittain tai lavoittain. Keräily tapahtuu keräilylistojen perusteella, jotka voivat olla joko fyysisesti paperilla tai digitaalisena keräilypöydällä. Keräilyn tarkoituksena on koota tilauksen tehneelle asiakkaalle tilauksessa eriteltyt tavarat. Asiakas voi olla joko yrityksen sisäinen, esimerkiksi jos keräillään materiaalia tuotannon tarpeisiin, tai ulkoinen. Keräily voi siis kuulua yrityksen suorittamien materiaalitoimintojen kannalta sekä sisä- että lähtölogistiikkaan. Kun muodostetaan yrityksen ulkopuolelle lähteviä lähetyksiä, pakataan lähtevät tavarat usein kuormalavalle siten, että lähetys kestää ehjänä ja yhtenäisenä kuljetuksen ajan. Käytetyimmät lavatyypit ovat Fin- ja Eur- lavat. Lavalle lastatut tavarat varmistetaan usein muovisella kiriste- tai kutistekalvolla. (Hokkanen & Virtanen, 2016, pp. 34-43; van den Berg & Zijm, 1999, pp. 520-521)

2.3 Tilaus-toimitusprosessi

Tilaus-toimitusprosessi käsittää koko ketjun asiakkaan tekemästä tilauksesta sen vastaanottoon. Tilaus-toimitusprosesseja on kaikkien toimitusketjuun kuuluvien yritysten välillä ja myös yrityksen sisällä. Tilaus-toimitusprosessin ominaisuuksia ovat Lehtosen (2004, p. 109) mukaan:

- vasteaika: kuinka nopeasti tilaukseen reagoidaan määrittämällä tuleva toimituspäivä
- toimitusvalmius: kuinka hyvin pystytään vahvistamaan asiakkaan toivoma toimituspäivä

- toimitusaika: tilauksen kokonaisläpäisy aika
- toimitusvarmuus: kuinka hyvin alkuperäisestä vahvistetusta toimituspäivästä pystytään pitämään kiinni

Asiakas voi tehdä tilauksen monella tavalla: faksilla, sähköisinä viesteinä, yrityksen verkkokaupassa. Sähköisen tilaamisen etuna on tiedon välitön ja virheetön saatavuus kun tilaus siirtyy suoraan yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään sellaisena, kuin miten asiakas on sen tehnyt. Tilaus voi siirtyä myyntijärjestelmästä suoraan tehtaalte tai toimituskeskukseen, tai yrityksillä voi olla myyntikonttori, joka ottaa tilaukset vastaan ja välittää tiedot asianmukaiselle taholle. Kun tilaukset otetaan vastaan, ne vahvistetaan asiakkaalle. Tilausvahvistuksessa ilmoitetaan usein toimituspäivä, joka on ilmoitettu myyntiehdossa. Toimituspäivä voidaan määrittellä joko vakio toimitusajan tai valmistuksen kyvykkyyden mukaan lasketun ajan perusteella. Jos tuotanto toimii tilausohjautuvasti, on se osa tilaus-toimitusprosessia. Jos tuotantoa taas ohjataan varasto-ohjautuvasti, tapahtuu tuotanto ennen tilaus-toimitusprosessia ja ei näin ole sen osa. Kun tilauksen kaikki tilausrivit ovat saatavilla, tuotteet keräillään ja pakataan kuljetusta varten. Toimitukselle tulostetaan rahtikirja ja tarvittaessa muita asiakirjoja, esim. toimitusilmoitus ja tullipaperit, jonka jälkeen tilaus siirretään kuljetukseen. Tilatut tavarat poistuvat tällöin varaston saldoista. (Lehtonen, 2004, pp. 109-112)

2.4 Varastonpidon merkitys ja kustannukset

Sanalla ”varasto” tarkoitetaan sekä säilytettävää materiaalia että tilaa, jossa em. materiaaleja säilytetään. Varastot koostuvat raaka-aineista, puolivalmisteista, keskeneräisestä työstä ja valmiista tuotteista. Varastoja esiintyy kaikissa toimitusketjun osissa. Varastot eivät itsessään lisää tuotteiden arvoa asiakkaan näkökulmasta, vaan aiheuttavat yritykselle kustannuksia. Varastot mahdollistavat kuitenkin nopean toimitusajan ja suojaavat yritystä poikkeustilanteilta, esimerkiksi ongelmat materiaalityönteissä. Varastonohjauksen tarkoitus on tasapainottaa kustannukset, toimituskyky ja laatu niin, että sekä yritys että asiakkaat saavat suurimman mahdollisen lisäarvon. Lambert ja Stock (1993) luettelevat varastojen pitämiseen viisi tärkeintä syytä:

1. taloudellisen edun saavuttaminen
2. kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen
3. tuotannon erilaistamisen mahdollistaminen
4. epävarmuudelta suojautuminen
5. jakelukanavan kriittisten rajapintojen puskurina toimiminen

Taloudellisen edun saavuttamisella tarkoitetaan yksikkökustannusten pienentämistä suuremmilla hankintaerillä. Mitä suuremmat erät ovat, sitä vähemmän kiinteät kustannukset kasvattavat yksittäiselle nimikkeelle kohdistuvia kustannuksia. Kysynnän ja tarjonnan tasapainottamisella tarkoitetaan kausivaihteluihin ja pysyvästi kasvavaan kysyntään varautumista varastojen avulla. Esimerkiksi juhlapyhien aiheuttamaan hetkelliseen kysynnän kasvuun voidaan varautua kasvattamalla varastoa ennen ajankohtaa. Tuotannon erilaistamisella tarkoitetaan lopullisen kokoonpanon viivästyttämistä mahdollisimman lähelle asiakasrajapintaa. Esimerkiksi varastoimalla modulaarisia osia, joista kootaan lopputuote vasta asiakastilauksen varmistuttua. Epävarmuudelta suojautuminen voi olla varastonpitoa missä tahansa toimitusketjun osassa realisoituvan riskin varalta. Esimerkiksi raaka-aineen toimituksissa voi esiintyä ongelmia tai tuotannossa voi esiintyä satunnaista alikapasiteettia tuotantolaitteiden rikkojen tai sairauslomien takia. Viimeinen syy viittaa toimitusketjun kriittisten osien edessä pidettäviin puskurivarastoihin, jotka mahdollistavat sen jatkuvan toiminnan riippumatta sitä edeltävien prosessien toiminnasta. (Hokkanen, et al., 2002, pp. 221-224)

Varastonohjauksen päätavoitteet ovat kannattavuuden lisääminen, varastotasojen säätely toiminnan mahdollistamiseksi ja logistiikkakustannusten minimointi. Yrityksen kannattavuutta voidaan kasvattaa lisäämällä myyntiä tai pienentämällä kustannuksia. Myynnin lisääminen mahdollistetaan varaston toimituskyvyn turvaamisella ja palvelutason ylläpidolla. Varastoinnin kustannuksia voidaan pienentää tiedostamalla varastoinnin kustannusten aiheuttavat tekijät ja pyrkimään minimoimaan jokaisen kustannuserän merkittävyyttä. Varastoinnin kustannukset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: aktiivivarastosta ja varmuusvarastosta aiheutuvat varastonpidon kustannukset, tilauskustannukset, ja puutekustannukset. Ensimmäisen kategorian

kustannukset, varastonpidon kustannukset, koostuvat sitoutuvan pääoman kustannuksista, palvelumaksuista, varaston kustannuksesta ja riskikustannuksista. Toisin sanoen kustannukset koostuvat siitä ajasta, kun varastoitava materiaali ei liiku. Sitoutuvan pääoman kustannus sisältää rahan käytön vaihtoehtokustannukset, jotka määritellään sen perusteella mihin pääoma käytettäisiin, jos se ei olisi sitoutunut varastoon. Sitoutuvan pääoman kustannuksissa otetaan huomioon vaihtoehtoisen investoinnin tuottovaatimus. Palvelumaksut sisältävät varaston osuuden kiinteistön kiinteistä kustannuksista, kuten vakuutuksista ja veroista. Varaston kustannukset koostuvat varastotilan ja kaluston aiheuttamista kustannuksista, tai vaihtoehtoisesti ulkoistetun varaston kustannuksesta. Riskikustannukset aiheutuvat myymättä jääneestä tai myyntiin kelpaamattomasta tavarasta. Riippuen varaston laadusta tavaraa voidaan varastaa, se voi pilaantua, vahingoittua, tai sen kysyntä voi loppua. Toisen kategorian kustannukset, tilauskustannukset, sisältävät tilauksen välityskustannukset, materiaalin vastaanoton kustannukset, materiaalin käsittelykustannukset, kuljetuskustannukset ja laskun käsittelykustannukset. Kustannukset muodostuvat siis materiaalin liikuttamiseen liittyvistä toimista. Kolmannen kategorian kustannukset, puutekustannukset, koostuvat tyhjän varaston aiheuttamasta menetetyistä myynnistä. Kustannukset riippuvat asiakkaiden ostokäyttäytymisestä. Jos asiakkaat ovat valmiita odottamaan tuotteiden valmistumista tai jos he tyytyvät vastaavaan tuotteeseen, ei puutteesta synny kustannuksia tai ne ovat pienet. (Dooley, 2005, pp. 289-290; Hokkanen, et al., 2002, pp. 224-225)

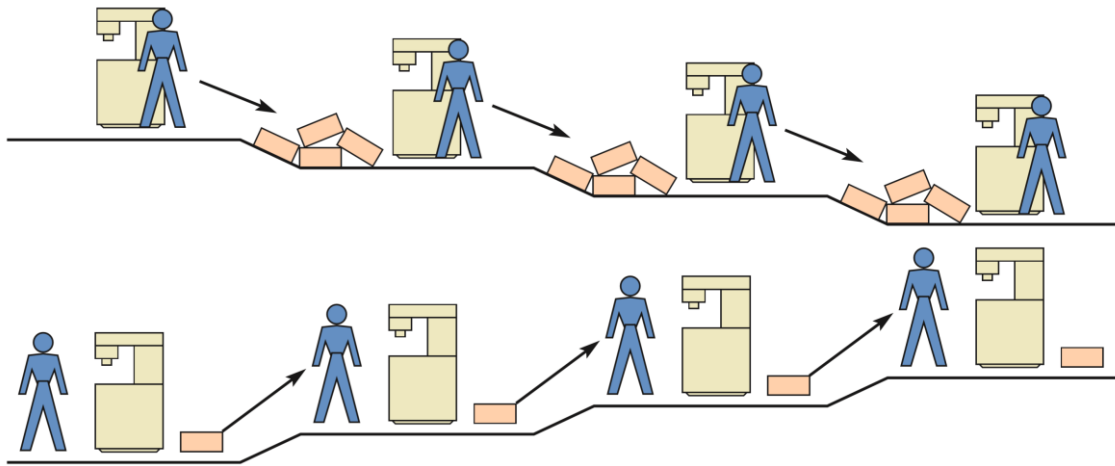
2.5 Materiaalinohjaus tuotannossa

Materiaalien tilauskäytäntöihin on olemassa useita menetelmiä. Menetelmät jaetaan usein kahteen eri tyyppiin: työntö- ja imuohjaus. Työntöohjauksessa toiminta aikataulutetaan keskitetysti etukäteen, jolloin jokainen valmistusprosessi vaihtaa tietoja vain ohjausjärjestelmän kanssa. Tällöin prosessin eri vaiheet toimivat itsenäisesti ja niihin ei vaikuta toimitusketjussa myöhemmin sijaitsevat vaiheet. Valmistusprosessin vaiheet ikään kuin työntävät valmistamansa tavarat seuraavalle vaiheelle riippumatta seuraavan vaiheen valmiuksista prosessoida tavaroita. Tämä muodostaa puskurivaraston ennen jokaista vaihetta. Puskurivarastot ovat yrityksen valitseman palveluasteen perusteella mitoitettuja välivarastoja, joiden avulla varaudutaan viivästyksiin raaka-aineen yms. tuotteen valmistukseen käytettävän materian saannissa. Puskurivarastojen tarkoitus on

eristää prosessin vaiheet toisistaan. Jos jonkin vaiheen toiminta keskeytyy, voivat sitä seuraavat vaiheet jatkaa toimintaansa puskurivarastojen ansiosta. Mitä suurempi puskurivarasto on, sitä pidempiin toimintakatkoihin sillä voidaan varautua. Puskurivarastojen haittapuolena on niiden sitoma pääoma ja koko prosessin pitkä läpimenoaika, kun materiaali odottaa prosessin vaiheiden välisissä puskureissa. (Slack, et al., 2013, pp. 311-312; Haverila, et al., 2009, pp. 428-429)

Työntöohjauksen tehokas toiminta riippuu täsmällisistä ja ajantasaisista toiminnan tiedoista keskitetyssä ohjausjärjestelmässä. Usein suunnitelma perustuu kuitenkin oletukseen toiminnan tasosta. Käytännössä valmistuksen olosuhteet vaihtelevat ja eroavat etukäteen suunnitellusta. Tästä johtuen työntöohjauksen ominaisuuksia ovat usein ylimääräinen odotusaika, varasto ja työjonot. (Slack, et al., 2013, pp. 311-312)

Imuohjaus eroaa työntöohjauksesta toiminnan aloitusimpulssin osalta. Kun työntöohjauksessa toimintaa ohjataan keskitetysti, imuohjauksessa sen sijaan jokaisen vaiheen toimintaa ohjaa sitä seuraava vaihe. Näin yksikään vaihe ei valmista mitään, ellei seuraavalla vaiheella ole tarvetta materiaalille. Kun valmistusprosessin vaiheet tilaavat vain tarpeen mukaan niitä edeltävältä vaiheilta, on jokaisella vaiheella aina käytettävissään vain tarvitsemansa määrä materiaalia. Toimintatapa estää suurten välivarastojen muodostumisen vaiheiden välille. Kuvassa 3 havainnollistetaan työntö- ja imuohjauksen eroa painovoimaesimerkin avulla. Kuvan ylemmässä esimerkissä kuvataan työntöohjausta, jossa materiaali valuu seuraavalle vaiheelle omalla painollaan sitä mukaa kun sitä valmistuu. Alemmassa esimerkissä kuvataan imuohjausta, jossa jokainen vaihe imee tarvitsemansa materiaalin edelliseltä vaiheelta. (Slack, et al., 2013, pp. 312-313)



Kuva 3. Työntöohjaus ja imuohjaus (Slack, et al., 2013, p. 313)

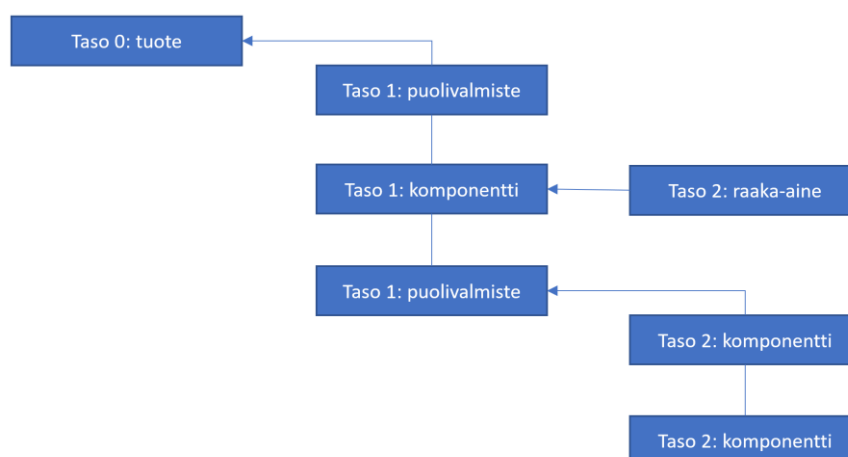
Pienet puskurivarastot vaativat virheetöntä prosessia, koska vaiheiden välissä ei ole puskuria, joka vähentäisi edellisen vaiheen virheiden merkitystä seuraavaan. Koska jalostettu materiaali siirtyy suoraan vaiheelta toiselle, aiheuttaa yhden vaiheen virhe kaikkien seuraavien vaiheiden ja näin koko toiminnan pysähtymisen. Toisaalta puskurien puuttuminen ilmiantaa prosessin mahdolliset virheet ja virheiden lähteen heti sellaisen tapahtuessa, jolloin niihin pystytään puuttumaan nopeasti. (Haverila, et al., 2009, pp. 428-429)

2.6 Materiaalin tilaus tuotantoon

Kun materiaalia tilataan tuotannon tarpeisiin, tarvitsee valmistukseen tarvittavat määrät ja näin materiaalien tilausikä laskea lopputuotteiden eräkoon perusteella. Eräkoon laskentaperiaatteita on olemassa useita. Bruttotarve on yhtä suuri kuin materiaalin menekki. Tämän voi määrittää joko asiakkaan tilauksen koko, kun kyse on myytävästä materiaalista, tai tavaran valmistuseräkokoon, jos kyseessä on valmistukseen käytettävä raaka-aine tai puolivalmiste. Nettotarve on bruttotarve, josta on vähennetty varastossa jo oleva saldo. Vakiotilausikä on ennalta määriteltävä tilausikä, joka perustuu esim. taloudelliseen eräkokoan tai kuljetusmuodon määrittelemään eräkokoan. Täydennysmaksimitasolle on käytössä silloin, kun ylläpidetään varmuusvarastoa. Eräkokoon lasketaan vähentämällä määrätystä maksimitasosta varaston senhetkinen saldo. Jakson tarve -periaate on käytössä, kun materiaaleilla on tietyt toimitusajankohdat. Tällöin tilausikä on

laskettava toimittajan toimitusvälien perusteella niin, että materiaalia on riittävästi toimitusvälin ajaksi. Optimoivat menetelmät laskevat tilauseräkoot ja -ajankohdat niin, että varastointi- ja tilauskustannukset ovat pienimmät mahdolliset. Optimoinnin lähtökohtana on usein ennakkoon tiedossa oleva menekki. (Haverila, et al., 2009, pp. 453-454)

Materiaalitarvelaskennassa tarkennetaan lopputuotetasolla tehty tuotantoaikataulu komponentti- ja raaka-ainetasolle. Materiaalitarvelaskentaa varten tarvitaan tarkka tieto mistä osista mikäkin tuote koostuu. Tätä varten jokaisesta tuotteesta tulee olla saatavilla materiaaliluettelo. Luettelo sisältää kaikki tuotteen valmistukseen tarvittavat materiaalit määrineen. Materiaalit ovat puolivalmisteita, komponentteja tai raaka-aineita. Kaikki tuotteeseen käytettävät materiaalit on järjestetty eri tasoille sen perusteella mitä materiaalia käytetään minkäkin osakomponentin valmistukseen. Kuvassa 4 on havainnollistava esimerkki, miten materiaaliluettelo rakennetaan tasoittain. Tasolla 0 on lopputuote, joka koostuu tason 1 puolivalmisteista ja komponenteista. Tason 1 materiaaleja on esimerkissä kolmea erilaista. Ensimmäinen on puolivalmiste, jota ei valmisteta itse, jolloin sen valmistusmateriaaleja ei ole tarpeen eritellä. Toinen on komponentti, jota tehdään itse. Komponentin valmistukseen käytettävä raaka-aine on eritelty tasolle 2. Viimeinen tason 1 materiaali on puolivalmiste, joka kootaan kahdesta komponentista, jotka on eritelty tasolle 2. (Silver, et al., 1998, pp. 597-600)



Kuva 4. Materiaaliluettelo

2.7 Nimikkeiden luokittelu

Koska nimikkeiden kulutus ei usein ole tasaista kaikkien nimikkeiden kesken, kannattaa nimikkeitä käsitellä kulutuksen mukaan eri tavoin. Jokaiselle nimikkeelle ei ole kannattavaa luoda omaa käsittelytapaa, vaan nimikkeet kannattaa järjestellä eri luokkiin, joille muodostetaan omat käsittelyperiaatteet. Eräs luokittelutapa on ABC -luokitus, joka on Pareton laista jalostunut varaston nimikkeiden luokitusjärjestelmä. Pareton laki tulee Vilfredo Pareton 1800 -luvulla tekemästä havainnosta miten Englannissa suunnilleen 20 % asukkaista omisti 80 % kaikesta varallisuudesta. Myöhemmin suhdeluvun on huomattu toteutuvan useissa tutkimuskohteissa, samalla tavalla kuin Fibonaccin sarjan on huomattu toistuvan kaikkialla luonnossa. Nimikeanalyysissä suhdeluku pätee suurella osalla yrityksistä, kun tarkastellaan esimerkiksi tuotteiden myynnin suhdetta nimikkeiden lukumäärään tai myyntitapahtumien suhdetta liikevaihtoon. Usein 20 % nimikkeistä tuo 80 % myynnistä ja 80 % myyntitapahtumista tuo 20 % liikevaihdosta. ABC -luokituksessa nimikkeet järjestetään tärkeysjärjestykseen siten, että A-nimikkeet ovat tärkeimpiä ja seuraavat luokat järjestyksessä vähemmän tärkeitä. Viimeisen ryhmän muodostavat usein tuotteet, joilla ei ole ollut myyntiä esimerkiksi vuoden aikana. Nimikkeiden luokat voivat perustua mihin tahansa tärkeäksi katsottuun avainlukuun kuten osuuteen liikevaihdosta, kappale- tai painomääräiseen myyntiin, myyntitapahtumien määrään, katteeseen. Nimikkeet voidaan jakaa luokkiin halutulla tavalla, kunhan tiedostetaan jaottelun perusteet. Esimerkiksi 80 % laskettavasta suureesta muodostavat tuotteet voivat muodostaa yksinään A -luokan, tai se voidaan jakaa A- ja B -luokkien kesken painottamalla A-luokkaa. (Sakki, 2014, pp. 62-64; Haverila, et al., 2009, pp. 457-458; Miller & Veenstra, 2002)

3 ULKOISTETTU LOGISTIIKKA

Tässä luvussa esitellään ulkoistetulle logistiikalle kirjallisuudessa esitettyjä määritelmiä, yritysten motiiveja ulkoistaa logistisia prosesseja, ja siihen liittyviä riskejä. Ulkoistamisen hyötyjä ja haittoja tarkennetaan erikseen varastonpidon osalta. Lopuksi käydään läpi mitkä ovat onnistuneeseen ulkoistusprosessiin sisältyviä tekijöitä ja mitä vaiheita logistiikan ulkoistamisprosessiin sisältyy. Vaiheista tarkennetaan tämän työn käsittävää ulkoistusprosessin osa-aluetta.

3.1 Ulkoistetun logistiikan määritelmä

Third party logistics, 3PL, on määritelty mm. ulkoisten yritysten käytöksi sellaisten logististen toimintojen toteuttamiseen, jotka ovat perinteisesti hoidettu yrityksen sisällä. Toiminnot voivat käsittää koko logistisen prosessin tai sen osakokonaisuuksia (Lieb, et al., 1993). Toinen määritelmä Baghin ja Virumin (1996) ehdottama asiakkaan ja palveluntarjoajan pitkäaikainen ja läheinen yhteistyö, jossa molemmat suunnittelevat ja kehittävät logistisia ratkaisuja, ja jonka päämäärä on molempia osapuolia hyödyttävä tilanne. Hofer, et al. (2009) käyttävät määrittelyyn viittä dimensiota, joista ilmenee mitä ulkoistajayritys odottaa sen ja palveluntarjoajayrityksen suhteesta:

- pitkäikäisyys
- toimintojen tiedonjako
- yhteinen toimintojen hallinta
- jaetut hyödyt ja taakat
- suunnittelu

Pitkäikäisyydellä viitataan ajattelumalliin, jossa yritysten välisen suhteen ei oleteta päättyvän tietyn ajan kuluttua. Tämä kuvastaa yhteistyösuhteen lojaalisuutta ja sen pitkän aikavälin odotuksia. Toimintojen tiedonjako tarkoittaa järjestelmiä, jotka mahdollistavat ajantasaisen ja oikean tiedon välityksen yritysten välillä. Mitä lähemmät suhteet yrityksillä on, sitä luottamuksellisempaa tietoa ne välittävät toisilleen. Tarkka ja jatkuva tiedonjako mahdollistaa yritysten tehokkaamman yhteistoiminnan. Jatkuvasti ajantasainen tieto lisää yritysten tyytyväisyyttä yhteistyöhön, ja se on tärkeä tekijä

yhteistyön onnistumisessa. Yhteinen toimintojen hallinta tarkoittaa yhteistyötä, jossa molemmilla osapuolilla on vaikutusvaltaa toimintojen järjestelyissä. Toimintojen rakentaminen yhdessä pohjustaa pitkäikäistä luottamukseen perustuvaa yhteistyötä. Jaetut hyödyt ja taakat viittaavat siihen, että yhteistyötä harjoittavat yritykset hyväksyvät omalle yritykselle aiheutuvat lyhytaikaiset vaikeudet ja odottavat vastapuolen toimivan samalla tavalla. Molemmat osapuolet hyötyvät yhteistyöstä, kun se perustetaan pitkän aikavälin tavoitteisiin nopeiden voittojen sijaan. Suunnittelulla tarkoitetaan tarkkaa määrittelyä siitä mitä kumpikin osapuoli tekee ja odottaa toisen tekevän yritysten operatiivisen yhteistyön rajapinnalla. Suunnittelu on yritysten toimintojen integroimista keskenään niin, että siinä pyritään ottamaan huomioon tiedossa olevat ja mahdolliset toimintaan vaikuttavat häiriötekijät. (Hofer, et al., 2009)

3.2 Motiivit logistiikan ulkoistamiselle

Logistiikan ulkoistamisen motiivit ovat samat kuin yleensä ulkoistamisen motiivit: keskitytään omaan ydinosaamiseen ja hankitaan sitä tukevat toiminnot yrityksen ulkopuolelta, mikäli ulkoistaminen muodostuu edullisemmaksi tai laadukkaammaksi. Ulkoistamistarpeen taustalla voivat olla nykyiset ongelmakohdat, kuten asiakaspalveluhaasteet, resurssit, laatu, kustannukset. Näin ongelmakohdan ulkoistuksella nostettaisiin yrityksen toiminnan tehokkuutta. Toisaalta ulkoistamistarpeen voi luoda tulevaisuudessa tarvittavat panostukset toiminnon kehittämiseen, johon yritys ei ole halukas tai kykeneväinen. Ulkoistamisen tavoitteena voivat olla suurempi joustavuus tai palvelutaso, kustannusten alentaminen tai sitoutuneen pääoman alentaminen. (Jalanka, et al., 2003, pp. 10-15; Kremic, et al., 2006)

Logistiikan ulkoistamisen motiivit voidaan Kremic, et al. (2006) mukaan jakaa kolmeen kategoriaan: kustannus, strategia ja politiikka. Kategorioista kaksi ensimmäistä ovat usein yksityissektorilla toimivien yritysten motiiveja, ja politiikka koskee lähinnä julkista sektoria. Koska tämä työ tehdään yksityissektorilla toimivalle yritykselle, ei poliittisia motiiveja käsitellä tarkemmin. Ulkoistamispäätöksen taustalla on usein monta eri seikkaa, jotka voidaan jakaa em. kategorioihin.

Kustannusperusteinen ulkoistaminen on mahdollista, kun ulkoistettavan kokonaisuuden kokonaiskustannukset ovat ulkoistettuna pienemmät kuin itse tuotettuna huolimatta lisääntyneistä hallinnointikustannuksista ja palveluntarjoajan toiminnan katteesta. Tämä on mahdollista, jos ulkoistettava toiminto on palveluntarjoajan ydintoimintaa. Näin palveluntarjoajalla on toimintoa varten kehitetyt osaaminen ja infrastruktuuri. Toiminnon ollessa laajamittaista astuvat mukaan myös skaalaeduct, joita ulkoistajayrityksellä ei ole. Nämä mahdollistavat toiminnon suorittamisen ulkoistajayritystä tehokkaammin. Välittömien kustannusten pienentäminen voi olla myös yksi ulkoistamisyy. Esimerkiksi työntekijöiden vähentäminen vähentää samalla tukijärjestelmien tarvetta. (Jalanka, et al., 2003, pp. 10-15; Kremic, et al., 2006)

Strategiaperusteinen ulkoistaminen on viime aikoina ottanut jalansijaa pelkästään kustannusperusteiselta. Perusteita ovat mm. keskittyminen ydinosaamiseen ja suuremman joustavuuden mahdollistaminen. Kova kilpailu pakottaa yritykset uudelleenarvioimaan ja kohdistamaan vähäiset resurssit. Resurssit kohdistetaan usein sinne, jossa niistä saa mahdollisimman suuren hyödyn. Tämä on usein yrityksen ydintoiminnot. Muita strategisia syitä ovat yrityksen uudelleenjärjestely, nopea kasvu, teknologiamuutokset ja kysynnän muutoksiin vastaamisen mahdollistava joustavuus. Ulkoistaminen voidaan nähdä myös tapana vähentää yrityksen riskiä jakamalla se palveluntarjoajien kanssa. (Kremic, et al., 2006; Quélin & Duhamel, 2003)

3.3 Ulkoistetun logistiikan riskit

Kirjallisuudessa on lueteltu useita huomattuja ulkoistamisen riskejä, mutta samalla todetaan, ettei kaikkia riskejä tunneta. Yleisin ulkoistamisprosessiin liittyvä riski liittyy hyötyjen yliarviointiin. Kustannussäästöjä saatetaan yliarvioida, ja kustannukset voivat jopa nousta. Ulkoistettuun toimintaan siirtyminen aiheuttaa ulkoistusprojektia millä tahansa tasolla hoitavan henkilöstön käyttämään työaikaan piilotettuja kustannuksia, joita voi olla vaikea arvioida. Tällaisia kustannuksen aiheuttajia ovat mm. palveluntarjoajan etsintä ja sopimusneuvottelut, toiminnan siirtoajan kustannukset, toimet ulkoistuksen loppuessa. Sopimusehtojen täyttymisen jatkuva tarkkailu tai huonosti määritellyt ehdot voivat aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. Ulkoistetun toiminnan hoitavat yritykset

saattavat myös toimia paremmin sopimuksen alkumetreillä hyvän ensivaikutelman toivossa. (Kremic, et al., 2006; Kildow, 2011, pp. 119-121; Barthelemy, 2001)

Jatkuvan toiminnan kannalta logistiikan ulkoistaminen ei siirrä riskejä pois ulkoistavalta yritykseltä toiminnot suorittavalle yritykselle, vaan vain itse prosessin. Ulkoistamisen myötä riskit lisääntyvät, sillä toimintojen läpinäkyvyys pienenee. Suora mahdollisuus vaikuttaa toimintoihin poistuu, kun niitä ei hoideta yrityksen sisällä. Yksi riski voi olla yrityksen huono käsitys siitä, mikä heidän ydinliiketoimintaansa oikeastaan on. Tällöin on vaarana ulkoistaa se toimi, joka tuo yritykselle kilpailuetua verrattuna muihin alan yrityksiin. Ulkoistettavaksi voi päätyä alalla uniikkia tietoa ja osaamista, joka tukee ydinliiketoimintaa. Tietotaidon poistuminen yritykseltä voi myös estää tulevaisuudessa esiin tulevia mahdollisuuksia. (Kremic, et al., 2006; Kildow, 2011, pp. 119-121)

3.4 Ulkoistetun varaston hyödyt ja haitat

Yksi pääsyyistä käyttää ulkoistettua varastoa on pääoman sitoutuminen. Yrityksen omistuksessa oleviin maa-alueisiin, kiinteistöihin ja toiminnan kannalta välttämättömiin työkaluihin sitoutuu aina pääomaa investointien muodossa. Ulkoistetun varaston kustannukset muodostuvat taas suoritetuista toiminnoista, jotka on hinnoiteltu sopimuksen mukaan. Kustannusrakenne voi olla samalla haittapuoli: ulkoistettu varasto aiheuttaa suuremmat käyttökustannukset. Ulkoistettua toimintaa suorittava taho tekee kaikki samat toimet mitä tehtäisiin ilman ulkoistusta sillä erolla, että suoritusten aiheuttamien kustannusten päälle tulee kate, jolla yritys luo arvoa omistajilleen. Oman varastonpidon kustannusten on arvioitu olevan 15-25% matalammat verrattuna ulkoistettuun, jos varaston käyttöaste onnistutaan pitämään 75-80%. Ulkoistettua toimintaa hoitavan yrityksen mahdolliset skaalaedut voivat pienentää katteen kasvattamaa korkeampaa toimintojen hintaa. Toimintoperusteiset kustannukset mahdollistavat toisen ulkoistetun varaston hyödyn: mahdollisuus sopeutua kausivaihteluihin. Useimpien yritysten toimintaan vaikuttavat kausittain nouseva ja laskeva myynti. Jos oma varasto on riittävän suuri vastaamaan myynnin huippuihin, on sen käyttöaste vääjäämättömästi alhainen pienemmän myynnin kausina. Toisaalta koska oman varaston kapasiteetti on aina rajallinen, voi myyntihuippujen aikana varastotila loppua kesken, mikä voi aiheuttaa menetettyä myyntiä. Ulkoistetun varaston etuna on

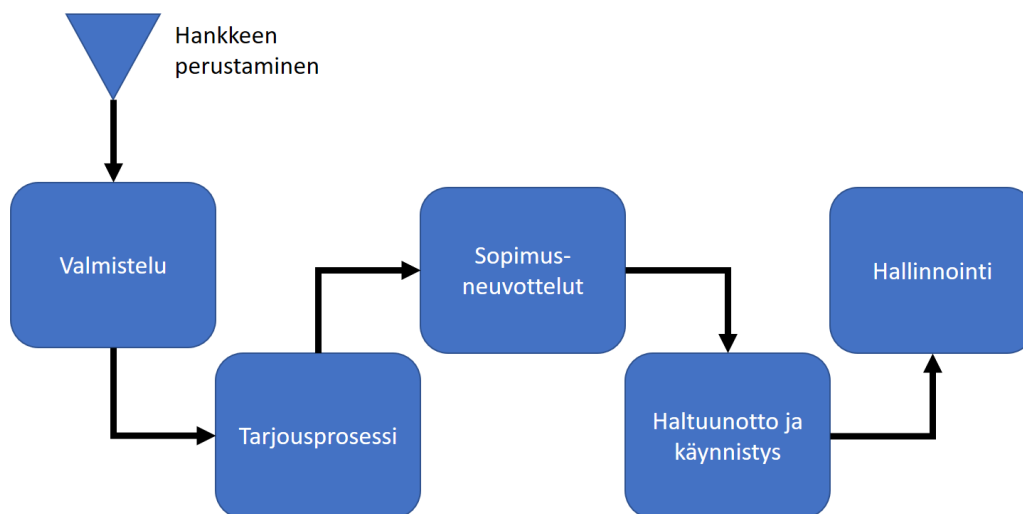
mahdollisuus pitää vaihtuvan kokoista varastoa kausivaihteluiden mukaisesti samalla, kun kustannukset skaalautuvat toiminnan volyymin perusteella. Lyhyen ajan kausivaihteluiden lisäksi ulkoistettu varasto helpottaa sopeutumista pidemmän aikavälin trendeihin. Jos omaa varastoa pitävän yrityksen toiminta pienenee merkittävästi, tai jopa lakkaa, ei sitoutunut pääoma tuota kuten sen pitäisi ja toisaalta yritys joutuu irtisanomaan työvoimaa. Toiminnan kasvaessa olemassa olevat tilat voivat käydyä ahtaiksi ja yritys joutuu kouluttamaan ja palkkaamaan lisää henkilökuntaa. Koska ulkoistetun varaston kustannukset pienenevät ja kasvavat dynaamisesti ulkoistavan yrityksen näkökulmasta, ei näitä haasteita tule vastaan. Toisaalta jos toiminta kasvaa tarpeeksi, voi oman varaston ja muun logistiikan järjestäminen yrityksen sisällä olla ulkoistettuja toimia kannattavampaa. (Lambert & Stock, 1993, pp. 270-275, 305)

3.5 Ulkoistamisprosessin vaiheet

Onnistunut ulkoistamisprosessi vaatii molempien osapuolten rehellisyyttä ja yhteistyöhön panostamista. Yhteistyön täytyykin perustua molemminpuoliseen luottamukseen. Luottamus ohjaa yhteistyökumppanin valintaprosessia siinä tilanteessa, kun ulkoistamisprosessia ollaan aloittamassa, ja jokapäiväistä toimintaa kun yhteistyö on käynnissä. Yhteistyö vaatii molempien osapuolten yksityiskohtaista tiedonjakoa yritysten sisäisistä prosesseista ja liiketoiminnan volyymin kasvamisesta. Jatkuvan ja ajantasaisen tiedonjaon on osoitettu olevan eniten ulkoistetun toiminnan onnistumiseen vaikuttava tekijä (de Grahl, 2011, pp. 92-93). Ulkoistusprosessin onnistumiseksi ulkoistusta ei pidä tehdä sillä lähtökohdalla, että siirretään osa ongelmista toisen yrityksen ratkaistavaksi. Ulkoistettua toimintaa tulee käsitellä kuten yrityksen omaa. Koska ulkoistamisprosessi vaatii panostusta, ei kustannussäästöjä usein saavuteta ensimmäisenä vuonna. Toiminta pitää suunnitella useaksi vuodeksi kerrallaan niin, että molemmat osapuolet hyötyvät yhteistyöstä. (Jalanka, et al., 2003, pp. 11-13)

Kuvassa 5 on esitetty logistiikan ulkoistamisprosessin vaiheet mukailen Jalanka, et al. (2003, p. 14). Ulkoistamisprojekti lähtee hankkeen perustamisesta. Tällöin määritellään tahtotila mitä tullaan jatkossa tekemään itse, ja mitä ostetaan yrityksen ulkopuolelta. Valmisteluvaiheessa kartoitetaan logistiikan tai sen osien ulkoistuksesta aiheutuvia muutoksia. Tarjousprosessi käsittää yhteistyökumppanin valintaprosessin, johon kuuluu

vaihtoehtojen kartoittaminen, tarjouspyynnöt, vaihtoehtojen vertailu ja lopulta yhteistyökumppanin valinta. Sopimusneuvotteluissa tarkennetaan tarjouspyyntövaiheessa avoimeksi jääneitä kohtia ja laaditaan ulkoistettavan toiminnon haltuunoton tarkka aikataulu. Haltuunotto ja käynnistys sisältävät mahdollisten tuotannontekijöiden siirron ulkoistajalta yhteistyökumppanille ja ulkoistamisesta ja sen vaikutuksista tiedottamisen henkilöstölle. Hallinnointi on ulkoistamisprosessin viimeinen ja jatkuva vaihe. Ulkoistamisen toteuduttua seurataan, että ulkoistetun toiminnan suorituskyky on sopimusten mukaista, ja hoidetaan toiminnon jatkuvaa kehittämistä. Tämän työn laajuus käsittää lähinnä ulkoistamisprojektin valmisteluvaiheen. Seuraavaksi käsitellään tarkemmin mitä valmisteluvaiheessa tulisi tehdä ja ottaa huomioon.



Kuva 5. Ulkoistamisprosessin vaiheet

Valmisteluvaiheessa arvioidaan logistiikan ulkoistamisen aiheuttamia hyötyjä ja haittoja, sekä tiedossa olevia, että potentiaalisia. Valmistelu luo perustan, jonka pohjalta ulkoistamisprojektia vedetään läpi, ja se myös pohjaa yhteistyön toimintaa tulevaisuudessa. Valmistelun tuloksena tulisi olla selkeä kuva mikä on ulkoistettava kokonaisuus ja mitkä ovat sen toimet, miten ulkoistaminen vaikuttaisi yrityksen toimintaan, mitkä ovat ulkoistamisprosessin ja sen valmistuttua ulkoistetun toiminnan arvioidut hyödyt ja haitat. (Jalanka, et al., 2003, pp. 16-19)

Valmistelu alkaa ulkoistettavan kokonaisuuden rajaamisella ja nykytilanteen määrittelyllä. Vaiheen aikana tulisi määritellä:

- miten ja millä resursseilla ulkoistettava kokonaisuus hoidetaan tällä hetkellä
- miten kokonaisuuden suoritustaso vastaa yrityksen strategiaa ja miten se vastaa asiakkaiden vaatimuksiin
- mitkä ovat kokonaisuudelle kohdistuvat kustannukset
- mitä henkilö-, tila-, laite- ja järjestelmäresursseja kokonaisuus sitoo

Logistiikan kustannuksista tehdään karkea laskelma, jotta nähdään miten ja missä suhteessa eri toiminnot kuluttavat resursseja. Samalla nähdään mitkä tekijät vaikuttavat resurssien käyttömäärään. Laskelmassa kustannukset kohdistetaan toiminnon suorittaville resursseille, kuten henkilöstö tai tilat. Resurssien kustannukset jaetaan sitten niiden suorittamille toiminnoille, kuten vastaanotto, varastoon siirto, keräily. Toiminnot jaetaan vielä tapahtumatasolle, esim. tilaus ja tilausrivi. Laskelmassa on vaarana omien kulujen aliarviointi, koska osa kustannuksista on sisällytetty toiminnan yleisiin kuluihin eikä sen aiheuttavaan resurssiin. Toinen sudenkuoppa on unohtaa ulkoistettavan toiminnan aiheuttamat hallinnointikustannukset, jotka jäävät yrityksen kontolle oli toiminnot ulkoistettu tai ei. (Jalanka, et al., 2003, pp. 16-17)

Ulkoistettava kokonaisuus on hyvä kuvata tekstimuotoisesti yleisellä tasolla. Keskeisiä asioita voi tarkentaa prosessikaavioilla, joista ilmenee rajaukset ja eri osapuolten suorittaman toiminnot. On hyvä keskittyä sellaisiin asioihin, joiden toteuttaminen on vaikeaa tai joista aiheutuu suurimmat kustannukset. Eri työvaiheiden tapahtumien määrät ja aikavaihtelut on selvitettävä. Selvityksessä käytettävä tarpeenmukainen tarkkuus riippuu tilanteesta. Yksityiskohtainen kokonaisuutta kuvaava kaavio, jossa on eritelty jokainen toiminto tarkasti, voi vaikeuttaa kokonaisuuden hahmottamista. On hyvä laatia ensin kaavio karkealla tasolla, jonka osakokonaisuuksia tarkennetaan erillisillä kaavioilla. (Jalanka, et al., 2003, pp. 16-17)

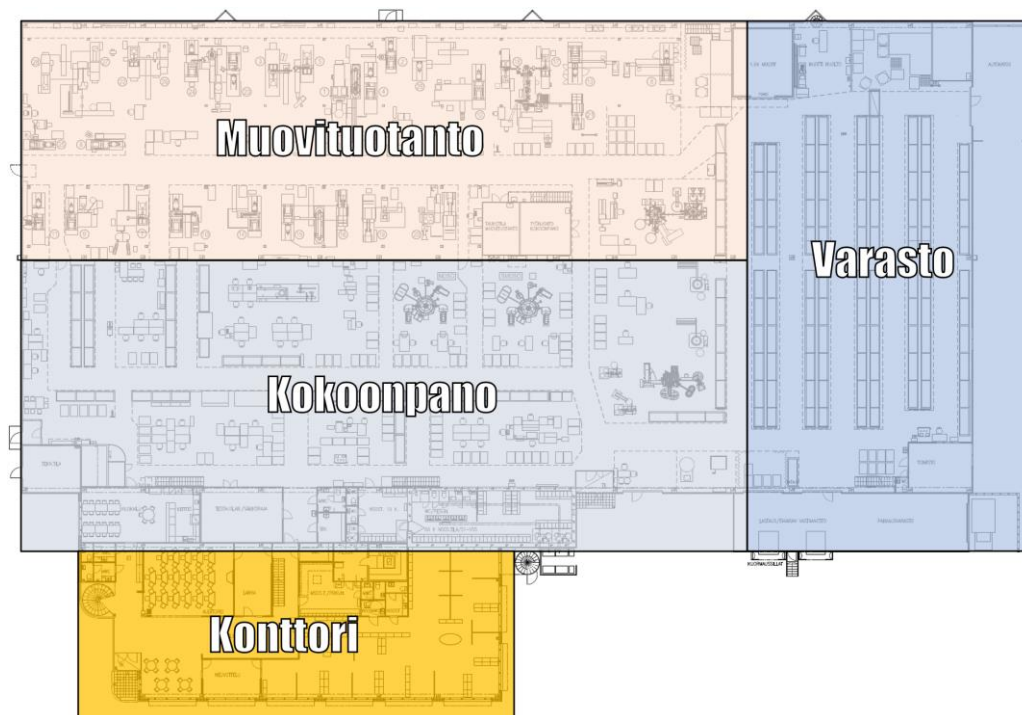
Kuvauksen jälkeen arvioidaan muutosten aiheuttamia vaikutuksia. Näiden perusteella täsmennetään mitä yritys ulkoistamisella haluaa saavuttaa ja toisaalta arvioidaan omat valmiudet ulkoistamisprosessiin. Välittömien vaikutusten lisäksi tarkastellaan myös mahdollisia tulevaisuudessa esiin tulevia haasteita ja kehittämistarpeita. Muutosten aiheuttamat kustannussäästöt tunnistetaan, jonka jälkeen arvioidaan niiden suuruusluokat. Riskit ja niiden vaikutukset arvioidaan myös. Mahdollisia realisoituvia riskejä ovat mm. asiakkaiden menetys ulkoistetun kokonaisuuden toiminnan häiriöiden vuoksi, palveluntuottajan konkurssi tai suuri riippuvuus palveluntuottajasta kilpailun puutteen vuoksi. On hyvä arvioida myös yritykseen jäävien osien valmiudet mukautua ulkoistamisen aiheuttamiin muutoksiin. (Jalanka, et al., 2003, p. 18)

4 TUOTANTOLAITOKSEN NYKYTILA

Tässä luvussa esitellään tuotantolaitos ja käydään läpi materiaalinhallinnan nykytila. Ensin tuotantolaitos esitellään pääpiirteittäin, työssä käsiteltävät eri materiaalityypit eritellään, ja projektin aloitushetken mukaiset materiaalivirrat käydään läpi karkealla tasolla. Tuotantolaitoksen toiminnan nykytilaa tarkennetaan esittelemällä eri osastot ja niiden vastuualueisiin kuuluvat toimet painottuen materiaalinhallinnan logistisiin toimiin liittyviin osa-alueisiin. Materiaalin liike osastojen välillä ja materiaalin käsittely osastojen sisällä selostetaan. Tuotantolaitoksen toiminnan ajoittava valmistuksen työn suunnittelu käydään läpi osastoittain. Lopuksi esitellään lopputuotevaraston ohjaukseen käytännöt ja miten lopputuotevaraston saldon kehitys ohjaa tuotantolaitoksen valmistusta.

4.1 Tuotantolaitoksen esittely

Yksikön valmistukseen keskittyvä osasto on jaettu karkeasti ottaen kolmeen eri osioon: varasto, tuotanto, ja kokoonpano. Koko tehdas sijaitsee fyysisesti samassa tilassa sillä poikkeuksella, että tuotannon ja kokoonpanon välillä on seinä äänieristyksen vuoksi. Varastolla on suora kulkuyhteys kummallekin puolelle. Kuva 6 esittää tuotantolaitoksen pohjapiirustuksen. Muovituotanto on merkitty vaaleanruskealla, kokoonpano harmaalla, varasto sinisellä, konttori ja muut huoneet keltaisella. Varastossa ja kokoonpanossa ollaan töissä arkisin 0600-1600. Työntekijät päättävät itse liukumat siten että paikalla ollaan tarvittavina aikoina. Muovituotanto toimii kolmivuorossa arkipäivisin aikavälillä maanantai klo. 6:00 – perjantai klo. 22:00.

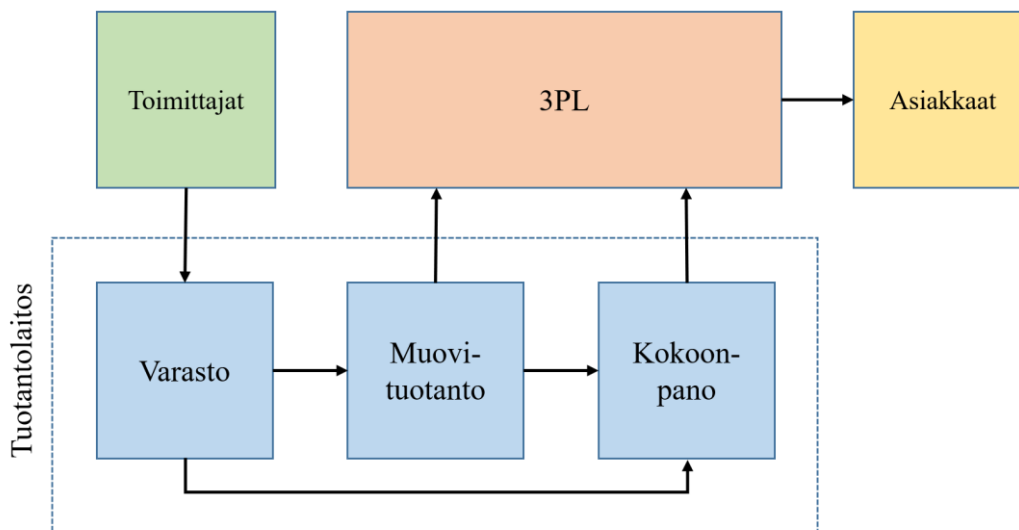


Kuva 6. Tuotantolaitoksen pohjapiirustus

Tuotantolaitoksella liikuteltava materiaali voidaan jakaa raakamateriaaliin, kilotavaraan, komponentteihin, puolivalmisteisiin, lopputuotteisiin ja pakkausmateriaaliin. Raakamateriaali on joko muovipellettejä tai väriaineita. Kilotavara on materiaalia, jonka määrää ei kannata valvoa tarkasti yksikkötasolla. Kilotavaraa ovat esimerkiksi teräsruuvit. Komponenteiksi kutsutaan sellaisia osia, joita ei valmisteta tuotantolaitoksella ja jotka eivät ole raaka- tai pakkausmateriaalia eivätkä kilotavaraa. Tällaisia voivat olla esimerkiksi metalliliitin tai muoviläppä. Puolivalmisteista puhuttaessa tarkoitetaan osaa, jonka valmistamiseen on tehty työtä tuotantolaitoksella. Lopputuotteet ovat em. materiaaleista valmistettuja kokonaisuuksia. Pakkausmateriaali koostuu muovipusseista, muovikalvosta ja pahvilaatikoista. Tässä työssä käsiteltävä komponenttivarasto koostuu kaikesta sellaisesta materiasta, joka tilataan tuotantolaitokselle.

Kuvassa 7 on esitelty materiaalivirta komponenttien tilauksesta lopputuotteeksi karkealla tasolla. Alihankkijoilta tilattavat komponentit toimitetaan tuotantolaitokselle, jossa niitä säilytetään omassa varastossa siihen asti, kunnes niille on tarvetta. Suurin osa nimikkeistä

käytetään kokoonpanon puolella, pieni osa menee muottituotannon tarpeisiin. Lopputuotteiden valmistuttua ne siirretään 3PL:lle ulkoistettuun lopputuotevarastoon, josta käsin tapahtuu jakelu asiakkaille.



Kuva 7. Komponenttien ja lopputuotteiden materiaalivirta

4.2 Varasto

Varaston osasto koostuu hyllyköille varatusta alueesta ja yhdistetystä vastaanottoalueesta ja lähettämöstä, jossa vastaanotetaan tehtaalle tilatut komponentit ja valmistellaan lopputuotevarastolle lähetettävä tavara. Varastossa säilytetään yksikköön tilattavia pakkausmateriaaleja, kilotavaraa, komponentteja ja tuotannosta tulevia puolivalmisteita. Muovituotannon käyttämää raakamateriaalia säilytetään ulkotiloissa. Varaston puolella työskentelee neljä työntekijää. Yksi hoitaa tavaran vastaanottoa, yksi kokoonpanoon siirrettäviä nimikkeitä ja kaksi lähtevien lopputuotteiden valmistelua. Vastuualueita kierrätetään viikoittain. Varasto-osasto vie lattiapinta-alaa noin 1000 m².

Tuotantolaitoksella käytettäviä nimikkeitä säilytetään useimmiten pahvilaatikoissa, jotka ovat ladottu standardikokoisille Eur-lavoille. Osaa nimikkeistä säilytetään muovilaatikoissa. Lavoja säilytetään varaston puolella hyllyissä neljällä eri tasolla korkeussuunnassa. Lavoja kuljetetaan aina trukeilla. Yhdellä lavalla säilytetään pääasiassa yhtä nimikettä. Nopeimmin kiertäviä nimikkeitä varastoidaan lattiatasolla.

Koska nopeimmin kiertäviä nimikkeitä tulee olla varastossa riittävästi, joudutaan niitä varastoimaan myös ylemmillä tasoilla hyllypaikoilla. Jos lattiapaikkanimikettä joudutaan varastoimaan hyllypaikoilla, kirjoitetaan lattiapaikan kohdalle kortti, josta käy ilmi mistä nimike löytyy. Uusin kortti pistetään aina alimmaiseksi, jolloin nimikkeet kiertävät FIFO-periaatteen mukaisesti. Hitaasti kiertäviä nimikkeitä varastoidaan vain ylemmillä tasoilla. Näitä varastopaikkoja kutsutaan nimellä korttipaikka. Korttipaikat voivat olla missä päin varastoa tahansa. Varastossa pidetään korttitaulua, josta katsotaan mille paikalle kyseiset nimikkeet on varastoitu. Myös korttitauluja käytetään siten, että varasto kiertää FIFO-periaatteen mukaisesti.

Muiden kuin omavalmisteiden kiertokulku alkaa yksikössä siitä, kun varastohenkilökunta vastaanottaa nimikkeen. Vastaanotettava tavara tulee pakattuna Eur-lavoille. Lavoilla oleva saapuva tavara on kelmutettu kuljetuksen ajaksi. Saapuvat nimikkeet tarkastetaan silmämääräisesti tarkastaen nimikkeiden kunto ja määrä. Jos tullut tavara vastaa sitä mitä on tilattu, kuitataan rahtikirja. Rahtikirjasta otetaan kopio, joka arkistoidaan. Lavoihin kiinnitetyt nimikkeet identifioivat tulosteet skannataan käsipäätteellä, jolloin ERP:iin menee tieto nimikkeen vastaanottamisesta.

Nimikkeille voidaan tehdä vastaanottotarkastus, jos riski viallisille komponenteille on merkittävä. Merkittävän riskin kriteerit on määritelty tarkasti tehtaan sisäisesti ja ne ovat lueteltu selkeästi varastonpidon ohjeistuksessa. Kriteereitä ovat esimerkiksi uusi toimittaja tai mikä tahansa muutos nimikkeen koostumuksessa. Tämän jälkeen jokaiselle lavalle tulostuu automaattisesti joko vihreä tai punainen tuloste. Tulosteessa lukee vastaanoton päiväys, tunnus sekä vastaanottajan nimimerkki. Vihreän tulosteen saaneet lavat siirretään varastoon ja punaisen tulosteen saaneet siirtyvät laaduntarkastukseen. Varastotyöntekijät hoitavat laaduntarkastuksen. Ennen varastoon siirtoa tavarasta puretaan kaikki ylimääräinen pakkausmateriaali. Kaikki kierrätyskelpoinen pakkausmateriaali kierrätetään. Nimikkeet siirretään sitten sille merkitylle lattiapaikalle tai korttipaikalle. Jos lattiapaikalla on jo kyseistä tuotetta, etsitään sille varastosta tila, jonka sijainti kirjoitetaan lattiapaikan kohdalle ripustettavalle kortille.

Lopputuotevarastolle lähetettävät lopputuotteet keräillään valmistumisen jälkeen lähettämöön pakattavaksi. Keräilylle ei ole olemassa erillistä signaalia, vaan tuotteita keräillään samalla kertaa komponenttien täydennysten viennin aikana, jos huomataan valmistuneita eriä. Valmistussoluista saatetaan myös tuoda itsenäisesti valmistuneita eriä lähettämöön. Lähettämössä skannataan erän valmistuttua lavaan kiinnitetty tuloste viivakoodinlukijalla. Tulosteesta ilmenee mm. valmistuserän sisältämä nimike ja määrä. Skannauksen jälkeen lava kelmutetaan, ja siihen tulostetaan 3PL tarvitsema tarra, josta ilmenee, mikä nimike on kyseessä, määrä, lähetysnumero. Erä siirtyy tällöin kuljetuksen välivarastoon. Jos lähetetään sekalava, johon on keräilty montaa nimikettä, tulostetaan jokaiselle nimikkeelle oma tuloste. Sekalavat merkitään myös erillisellä teipillä. Tämän jälkeen lava lastataan tuotantolaitoksen lastauslaiturilla odottavaan perävaunuun.

4.3 Muovituotanto

Lopputuotteiden valmistus tehtaalla alkaa tuotannosta, joka koostuu muottikoneista ja lajitteluroboteista. Muottikoneet valmistavat muoviraaka-aineesta, komponenteista ja kilotavarasta kokonaisia lopputuotteita suoraan lopputuotevarastolle lähetettäväksi ja puolivalmisteita kokoonpanon käyttöön. Puolivalmisteita ovat esim. pistorasioissa ja kytkimissä käytettävät muoviosat. Tuotanto ei tee kaikkia kokoonpanon kasaamissa lopputuotteissa käytettäviä muoviosia. Osa tilataan muilta konsernin yhtiöiltä tai kolmansilta osapuolilta. Tuotanto valmistaa 139 erilaista varastoitavaa ja 259 ei varastoitavaa puolivalmistetta, sekä 88 varastoitavaa ja 11 ei varastoitavaa lopputuotetta.

Tuotannon puoli on jaettu soluihin. Yhdessä solussa on 1-2 muottikonetta ja näiden lisäksi 1-2 lajittelurobottia. Koneisiin asennetaan siihen sopiva muotti, jolla puolivalmisteet valetaan. Erilaisia muotteja on joitain kymmeniä, ja kaikki muotit eivät käy kaikkiin koneisiin. Käytännössä eniten meneviä tuotteita valmistetaan jatkuvasti. Kaikki paitsi kahden suurimman menekin tuotteet aiheuttavat muotinvaihtoja koneille. Muotinvaihto kestää keskimäärin 2 tuntia. Tähän aikaan on laskettu sekä itse muotinvaihto, että muotinvaihtojen lämmitys. Yhdellä muotilla saatetaan ajaa minimissään muutaman tunnin ja maksimissaan kuukausia yhteen putkeen.

Tuotanto käyttää raaka-aineenaan tehtaalte tilattavia komponentteja ja ulkovarastoissa säilytettäviä muovipellettejä. Komponentteja säilytetään niitä tarvitsevan solun läheisyydessä lattiapaikoilla. Komponenttien loppuessa niitä on mahdollista tilata varastolta lisää skannaamalla paikan kohdalla oleva viivakoodi. Käytännössä yksi varastotyöntekijä on kuitenkin hoitanut komponenttien saatavuutta itsenäisesti. Muovipellettejä säilytetään ulkovarastoissa. Ulkovarastoina toimivat 4 siiloa, joissa säilytetään raaka-ainetta eniten myyville tuotteille, ja erillinen varastorakennus, jossa säilytetään noin 30 eri raaka-ainetta vähemmän myyville tuotteille. Siiloissa olevat pelletit imetään muottikoneille alipaineella pitkin tuotantolaitosta olevilla putkilla. Varastorakennuksessa säilytettäviä pellettejä tuodaan tarpeen mukaan tuotantolaitokselle. Ne imetään erillisistä astioista, joita täytetään tarpeen mukaan eri pelleteillä. Pellettien varastoja kutsutaan yhteisellä nimellä massavarasto. Raaka-aineen säännöstely muottikoneille toimii automaattisesti. Muovi sulatetaan sylinteriin, joka ruiskuttaa sen muottiin. Mahdolliset väriaineet lisätään tässä vaiheessa. Muoteissa on vedellä toimiva jäähdytysjärjestelmä, joka jäähdyttää sulan muovin kiinteäksi. Keskimäärin muottikoneilla menee 20 sekuntia yhteen valuun. Osassa soluista on koneellinen laaduntarkastus, loppuissa pitää puolivalmisteita tarkastella silmämääräisesti.

Muovituotannon kokoonpanon tarpeisiin valmistamille puolivalmisteille pidetään suurehkoa välivarastoa muottikoneiden suuren downtimein vuoksi. Downtimen aiheuttajat voidaan jakaa kahteen eri ryhmään: ennakoitavissa olevat ja äkilliset. Ennakoitavat aiheuttajat ovat sellaisia, joiden ei pitäisi aiheuttaa äkillisiä seuraamuksia toimitusketjun myöhempiin osiin. Esimerkiksi jos on tiedossa muottikoneen huolto, voidaan siihen varautua ajamalla puolivalmistetta varastoon huollon ajan suuruisen tarpeen verran. Äkilliset tekijät ovat sellaisia, joihin ei voi varautua etukäteen poikkeavilla toimilla. Äkillistä downtimea tuotannossa aiheuttavat eniten erilaiset häiriötilanteet ja eri toimien välissä oleva odotusaika.

4.4 Kokoonpano

Kokoonpano kasaa lopputuotteita komponenteista ja puolivalmisteista. Kokoonpanon puoli on jaettu neljään eri tiimiin. Tiimit ovat: pistorasia, elec, kytkin ja pakkaus. Tiimit on jaettu soluihin, ja solut on järjestelty tuotantolaitokselle niin, että samaan tiimiin

kuuluvat solut ovat keskenään vierekkäin. Pistorasiatiimi tekee nimensä mukaisesti pistorasioita. Electiimi tekee sähköasennustavaroita, joissa on sisällä elektroniikkaa kuten kortinlukija, läheisyystunnistin, USB-latausasema tai hälytin. Kytintiimi tekee seinälle asennettavia kytkimiä. Lopputuotteita tekevät tiimit kasaavat tuotteet joko kokonaan käsin, tai osittain robotin avustuksella. Suurin osa kokoonpanon kasaamista tuotteista menee instansseille, jotka tarvitsevat tuotteita suuria määriä. Nämä tuotteet pakataan kokoonpanossa heti valmistumisen jälkeen pahvilaatikoihin. Osa tuotteista menee vähittäismyyntiin. Nämä nimikkeet menevät kokoonpanon tuotteita kasaavista tiimeistä pakkaustiimiin, jossa ne ensin pussitetaan ja sitten pakataan pahvilaatikoihin. Kokoonpanossa valmistetaan yhteensä 572 varastoitavaa ja 271 ei varastoitavaa lopputuotetta.

Kokoonpanon puolella materiaali voi olla käytettävissä lattiapaikalla lavoilla, läpivirtausshyllyssä, paternosterissa tai lokerikossa, jossa säilytetään lähinnä käyttöohjeita. Kun materiaali on loppumassa työpisteen läheisyydestä, tilataan sille täydennyserä varastosta. Tilauksen voi tehdä joko varastohenkilöstö itse, jos he huomaavat materiaalintarpeen kulkiessaan työpisteiden ohi, tai kokoonpanon henkilöstö. Kummassakin tapauksessa tilaaja lukee tilattavan nimikkeen paikalta viivakoodin käsipäätteellä. Viesti tulee kaikkiin varaston käsipäätteisiin, jolloin sillä viikolla vastuussa oleva varastotyöntekijä alkaa hoitaa tilausta. Käsipäätteeltä näkee mitä nimikkeitä on tilattu, minne paikalle se pitää viedä ja mistä nimikkeen löytää. Tilauksista lähes kaikki hoidetaan alle puolessa tunnissa. Kun nimike on toimitettu, sen toimittanut varastotyöntekijä kuittaa se käsipäätteelle.

Valmistuneet lopputuotteet pakataan pahvilaatikoihin Eur-lavoille ja siirretään työpisteeltä lähettämöön valmisteltavaksi lopputuotevarastolle siirtoa varten. Pussitettavat tuotteet siirretään varastoon odottamaan pussitusta. Tuotteet siirretään varastosta pakkaukseen, kun pakkaustiimi on valmis vastaanottamaan kyseisen pussitettavan erän. Pussitetut lopputuotteet pakataan pahvilaatikoihin, jotka puolestaan pakataan Eur-lavoille.

Kokoonpanossa ja muovituotannossa romutetaan viallista tavaraa. Romutuksia seurataan viikkotasolla ja ne luokitellaan eri kategorioihin riippuen romutuksen syystä. Syitä ovat konevika, leimausvirhe, pintavirhe, prosessi, viallinen metalliosa, viallinen muoviosa, värivirhe, muu. Vain valmistettuihin lopputuotteisiin käytetyt osat merkataan automaattisesti ERP:iin, jolloin lopputuotteisiin käytettyjen osien varastosaldosta vähenee valmiisiin lopputuotteisiin käytetty määrä. Viallinen tavara romutetaan manuaalisesti. Tästä voi syntyä virhettä tehtaalle tilattavien ja valmiissa lopputuotteissa lähtevien komponenttien suhteeseen. Tästä syystä varastoa inventoidaan, jotta saadaan ERP:n ja varaston saldot samoiksi. Komponentteja romutetaan lisäksi tuotteen lopetuksen yhteydessä, kun varastoon on jäänyt käyttämättä lopetettuun tuotteeseen käytettyä materiaalia.

4.5 Työn suunnittelu

Kokoonpanon työsuunnittelu alkaa sillä, että katsotaan työpisteittäin mitä nimikkeitä on tehty ja mitä on työn alla. Seuraavaksi tarkastetaan valmistuskehotukset ERP:stä tiimeittäin. Valmistuskehotuksesta käy ilmi miten paljon ja mitä lopputuotetta pitäisi tehdä varastontäydennykseksi. Työjärjestys riippuu siitä, miten paljon lopputuotevarastolla on saldoa milläkin nimikkeellä, jota verrataan tulleisiin tilauksiin ja niiden toimitusaikalupauksiin. Työjärjestys määräytyy tiiminvetäjän arvion mukaan. Työjärjestys määräytyy siten, että ensin tehdään tilaukset, jotka ovat menossa jälkitoimitukseen. Jälkitoimitus tarkoittaa sitä, että lopputuotevarastolle tulleet tilaukset ovat olleet isompia kuin siellä varastoitavan nimikkeen määrä, ja varastontäydennys tuotantolaitokselta saapuu myöhemmin kuin mihin lähetyspäivä on määritetty. Seuraavana tärkeysjärjestyksessä ovat ns. nollariville menneet tuotteet. Nollarivi tarkoittaa tilannetta, jossa lopputuotevarastolla on lopputuotetta vähemmän kuin keskimääräinen viikkokulutus. Keskimääräinen viikkokulutus on liukuva keskiarvo vuoden kulutuksesta viikkotasolla. Nollarivin raja-arvo lopputuotteille lasketaan uusiksi viikoittain.

Kun valmistettavat nimikkeet on saatu tärkeysjärjestykseen, pitää jokaisen nimikkeen kohdalla tarkastaa ERP:stä onko tuotantolaitoksella riittävästi puolivalmisteita ja komponentteja nimikkeen valmistukseen. Jos komponentteja tai puolivalmisteita ei ole,

pitää niiden valmistus- tai tilausaika ottaa huomioon. Jos kaikkia tarvittavia puolivalmisteita ja komponentteja on saatavilla, voidaan suunnitella työjärjestys reitityksen perusteella. Reititys tarkoittaa miten monta kappaletta nimikettä valmistuu aikayksikössä. Kun työjärjestys on suunniteltu saatavilla olevan henkilöstön kapasiteetin mukaan, printataan työmääräimet. Työmääräimissä näkyy nimike, valmistusmäärä, siihen käytettävät komponentit ja niiden tarve, milloin työ pitää aloittaa. Printtaus vapauttaa työmääräimen ERP:stä, jolloin valmistukseen käytettävien komponenttien ja puolivalmisteiden laskennallinen varastosaldo vähenee. Paperilla olevat työmääräimet viedään soluun, jossa työmääräimen nimikettä valmistetaan. Kokoonpanon työntekijät valmistavat sitten tuotteet työmääräimien perusteella.

Muovituotannon työsuunnittelun periaatteet ovat pitkälti samat kuin kokoonpanossa. Usein muovituotannon suunnittelu ei ole niin aikakriittistä, kuin kokoonpanon, sillä osaston valmistamalla lopputuotteilla pidetään reilua varastoa niiden menekin vuoksi. Myös kokoonpanon käyttöön valmistettaville puolivalmisteille pidetään reilua varastoa muottikoneiden suuren downtimen vuoksi. Muovituotannon työsuunnittelu alkaa aamuvuoron alussa. Jokaiselta muottikoneelta otetaan ylös lukema, kuinka monta tuntia kunkin nimikkeen ajoa on jäljellä. Tunnit merkataan Excel-tiedostoon. Samaan tiedostoon suunnitellaan tulevat ajot ERP:n tuottamien valmistuskehotusten perusteella. Valmistuskehotusten tärkeysjärjestystä ei ole määritelty tarkasti. Niille koneille, joiden ajo loppuu vuorokauden sisällä, järjestetään muotinvaihto suunnitelman perusteella. Muotinvaihtoa varten tulostetaan asentajille työmääräin, joka viedään muottikoneen kohdalla olevaan lokeroon.

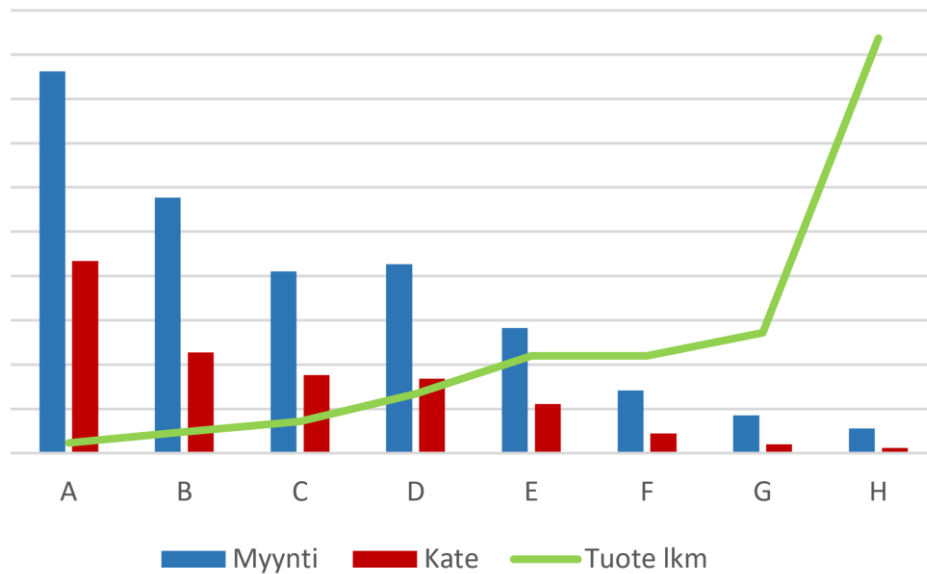
4.6 Lopputuotevarasto

Yrityksen lopputuotevarasto on ulkoistettu logistiikkapalveluihin erikoistuneelle yhteistyökumppanille, ja se sijaitsee n. 30-40 minuutin ajomatkan päässä tuotantolaitokselta. 3PL hoitaa varastolla kaikki materiaalin käsittelyyn liittyvät toimet. Lopputuotevaraston nimikekohtaisia saldoja hallinnoidaan yrityksestä käsin toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Tieto 3PL käyttämän varastohallintaohjelmiston ja yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän välillä päivittyy reaaliajassa.

Lopputuotteiden nimikekohtaista saldoa pidetään yllä tilauspistejärjestelmällä, jonka parametreja hienosäädetään tarvittaessa. Muutoksia voivat olla tiedossa oleva tilapäinen poikkeuksellisen kysyntä tai poikkeukset valmistuskapasiteetissa, esimerkiksi lomakaudet. Lopputuotteiden toimitusajaksi on luvattu varasto-ohjautuvilla tuotteilla 5, tilausohjautuvilla 15, ja erikoistuotteilla 45 arkipäivää. Useimmat tilaukset tekee asiakas itse sähköisesti. Tilauksesta menee EDI -sanoma ERP:iin, joka vähentää tilausmäärät laskennallisesta varastosaldosta. Toisin sanoen ERP tarkkailee lopputuotteiden varauksia. Lopputuotteille muodostuu valmistustilaus, kun varaukset alittavat tuotteelle asetetun tilauspisteen. Lopputuotetta valmistetaan sitten tuotteelle asetetun eräkoon mukainen määrä. Poikkeus valmistuserän kokoon on tilanne, jolloin varastosaldo jäisi toteutuneen myynnin ja sen jälkeisen vakioeräkoolla tehdyn varastontäydennyksen jälkeen alle tilauspisteen. Tällöin ERP laskee asetettujen parametrien mukaisesti suuremman eräkoon, joka on vakioeräko kerrottuna mahdollisimman pienellä kokonaisluvulla niin, että täydennyksen jälkeen varaston saldo ylittää tilauspisteen. Eräkoot on määritetty nimikkeen kappalehinnan ja vuosikulutuksen perusteella yrityksen käyttämän WMS avulla. Järjestelmä laskee eräkoon vähentämällä keskivarastosta kaksinkertaisen varmuusvaraston. Laskennallisesti saatu eräko pyöristetään lähimpään lavakokoon. Pyöristykselle ei ole olemassa vakioitua toimintaohjetta; eräkoot pyöristetään tuotannon esimiehen arvion mukaan.

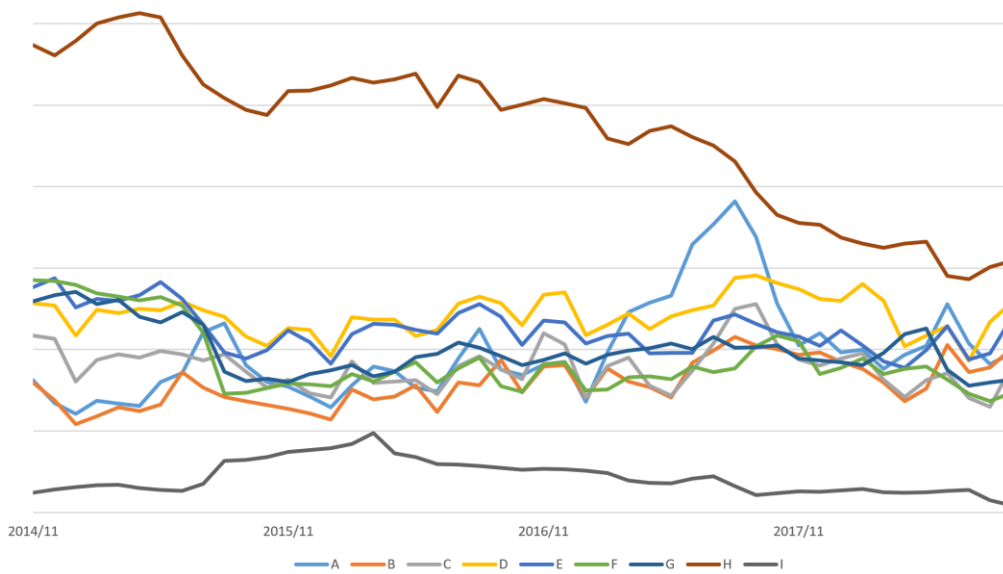
Yritys käyttää lopputuotteiden varastonohjauksessa ABC- ja XYZ -luokitusta. ABC-luokkia on käytössä 8+1, XYZ -luokkia neljä. Viimeinen ABC-luokka, I, sisältää tuotevalikoimasta poistettuja tuotteita, jotka odottavat varaston loppuun kulutusta. Luokan tuotteet on poistettu liikevaihdosta, jolloin ne eivät vaikuta talouden tunnuslukuihin poiston jälkeen. ABC -luokat on määrätty Pareton 80/20 -periaatteen mukaan niiden tuoman liikevaihdon perusteella. A- ja B- luokat muodostavat 80 % tuotantolaitoksen liikevaihdosta, ja 20 % nimikkeiden määrästä. Kuvasta 8 nähdään miten myynti ja kate ovat jakautuneet eri ABC -luokkien kesken, sekä miten monta nimikettä eri luokissa on suhteessa toisiinsa. Nimikkeiden ABC -luokitusta voidaan vaihtaa tarpeen mukaan kuukausittain. XYZ -luokkia on neljä kappaletta. Luokat lasketaan ottojen määrästä. Otto tarkoittaa sitä, kun nimikettä keräillään lopputuotevarastosta lähetystä

varten. Ottojen rajat XYZ -luokkien määrittelyssä ovat 1 - 10, 11 - 49, 50 - ääretön, ei ottoja.



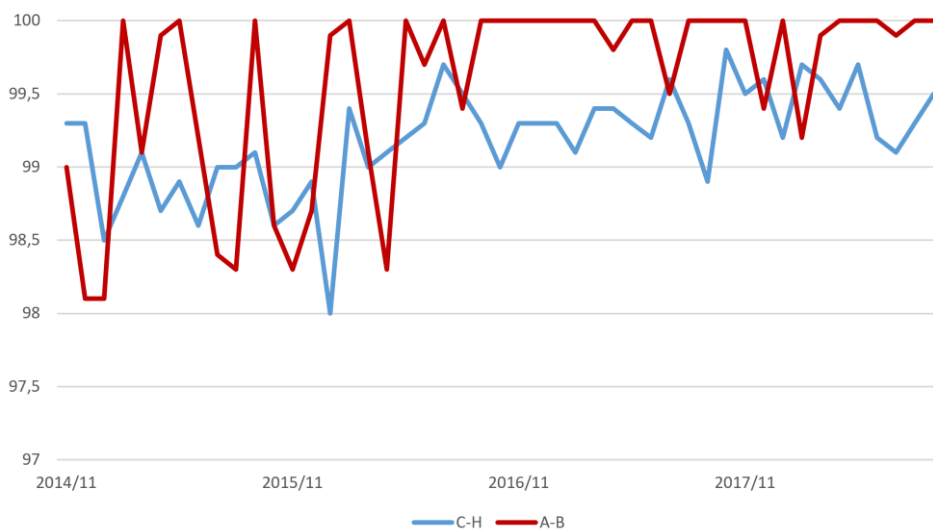
Kuva 8. Myynti ja kate vuoden ajalta luokittain, ja ABC -luokkien nimikkeiden lukumäärä

Varaston hallinnassa on tehty mittavia muutoksia muutaman vuoden takaiseen tilanteeseen, jolloin ylivarastoa oli joillakin nimikkeillä kulutukseen suhteutettuna kaksin-kolminkertainen määrä tarvittavasta. Ylivarasto on määritetty lisäämällä varmuusvarastoon valmistuserän koko. Lisäksi erittäin pienen menekin nimikkeitä pidettiin varastossa jopa yli vuoden kiertoajoilla. ABC-luokkien varastosaldon kehitys lopputuotevarastolla neljän vuoden ajalta on nähtävissä kuvassa 9. Kuvasta voi nähdä miten H-luokan tuotteiden varaston arvo on onnistuttu vähentämään puoleen siitä mitä se oli neljä vuotta sitten. I-luokan tuotteiden arvo laskettu lähelle nollaa. A- ja B-luokan tuotteiden saldoja on nostettu samalla varovasti.



Kuva 9. ABC-luokkien varaston arvon kehitys aikavälillä 11/2014 – 9/2018

Yrityksen kilpailuetuna pidetään toimitusvarmuutta, joka on A-B – tuotteilla ollut edelliset kaksi vuotta useina kuukausina 100 %, ja C-H tuotteillakin jatkuvasti yli 99 %. Kuten kuvasta 10 nähdään, aiempina vuosina palveluaste on ollut em. luokituksilla keskimäärin prosenttiyksikön verran pienempi. Toimitusvarmuuden nosto ja ylläpito eivät ole nostaneet varaston kokonaisarvoa, vaan sitä on onnistuttu laskemaan noin 23 % neljän vuoden takaiseen tilanteeseen nähden.



Kuva 10. Palveluaste aikavälillä 11/2014 - 9/2018

5 TUOTANTOLAITOS ULKOISTAMISEN JÄLKEEN

Tässä luvussa selostetaan miten tuotantolaitoksen toiminta muuttuisi komponenttivaraston ulkoistamisen jälkeen. Ensin käydään läpi muutokset materiaalivirtoihin ja siten logistisiin toimiin yleisellä tasolla. Alustavasti laadittu materiaalin siirron aikataulu 3PL varaston ja tuotantolaitoksen välillä esitellään. Ulkoistuksen aiheuttamien muutosten perusteella suunnitellaan uudet komponenttien tilauskäytännöt siten, että materiaalinhallinta hoidettaisiin ERP:n avulla mahdollisimman laajasti järjestelmän mahdollistamalla automaatiolla. Valmistuseristä yli jäävien komponenttien käsittely hahmotellaan. Muutokset käydään läpi 3PL varaston ja tuotantolaitoksen välisen lopputuotteiden tilaus-toimitusprosessin määrittämällä laajuudella.

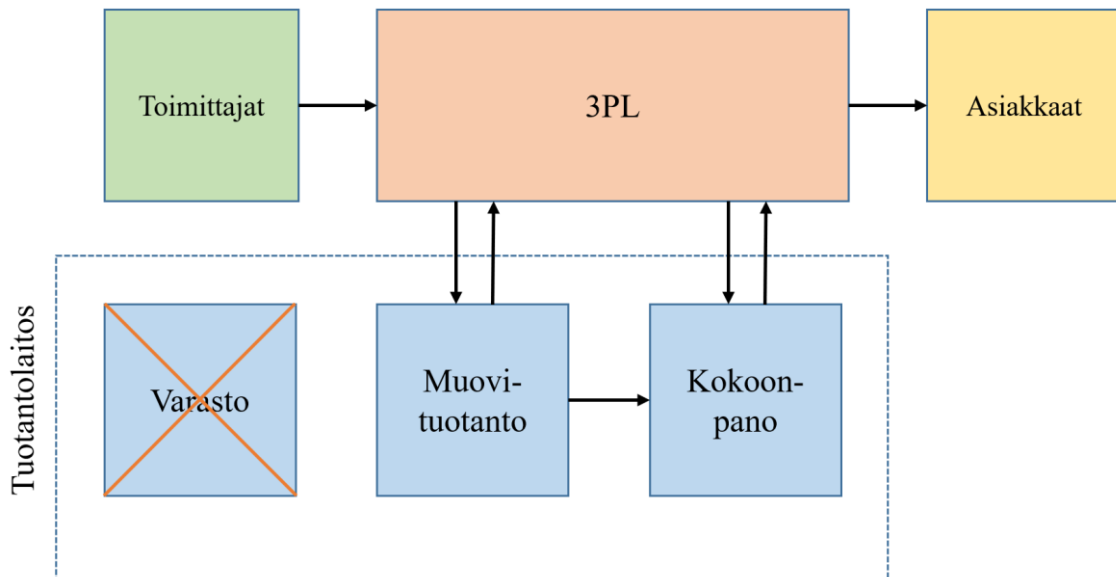
5.1 Materiaalin virtaus ulkoistamisen jälkeen

Ulkoistamisen motiivi on lähtökohtaisesti strateginen: tarkoitus on vapauttaa tilaa uuden tuotannon tarpeisiin. Tällöin aiemmin kiinteistön pinta-alan muodossa varastoon sitoutunut pääoma olisi sidottu toiminnan mahdollistavan kuluerän sijasta tuottavaan toimintaan. Ulkoistuksen myötä tilaa vapautuisi noin 1000 m². Pakkausmateriaali, kilotavara ja muovituotannon puolivalmisteet jäävät tuotantolaitokselle, joten varasto ei poistu kokonaan. Näille jätetään nykyisen varastotilan ulkoseinälle koko seinän pituinen hyllykkö. Muottikoneiden käyttämän raaka-aineen ulkovarasto säilyy paikallaan. Sen sijaan kaikki muu lopputuotteisiin käytettävä tuotantolaitokselle tilattava materiaali siirtyy 3PL:n varastoon. Tämä aiheuttaa sen, että valtaosa varastohenkilöstön suorittamista toimista siirtyy 3PL:n varastolle. Saapuvalla tavaralla ei tuotantolaitoksella tulla enää tekemään kaikkia tavanomaisia tulologistiikkaan kuuluvia toimia, koska tavarantoimittajien ja yrityksen välinen rajapinta siirtyy tuotantolaitoksen vastaanotosta ulkoistetulle varastolle.

Tuotantolaitoksella käytetään WMS:stä saatavan komponenttilistauksen mukaan lähes 2500 erilaista varastoitavaa ja ei varastoitavaa komponenttia. Luku ei kuitenkaan vastaa todellisuutta etenkin päivittäisen toiminnan kannalta, sillä siinä on mukana poistuneisiin ja erittäin vähän myyviin lopputuotteisiin kuuluvia komponentteja. Tässä työssä

käsiteltävät nimikkeet eroteltiin listauksesta sen perusteella, mitä komponentteja oli käytetty vuoden sisällä. Listaan saatiin 513 nimikettä. Näistä nimikkeistä muodostettiin Exceliin matriisi, josta ilmeni jokaisen nimikkeen päiväkohtainen raportoitu kulutus. Tämän matriisin avulla suoritettiin tässä työssä mainitut laskut ja mahdolliset simulaatiot.

Kuvassa 11 havainnollistetaan tavaran virtausta uuden mallin mukaisesti. Jatkossa kaikki tuotantolaitokselle alihankkijoilta tilattavat komponentit tilataan 3PL varastolle, jossa tällä hetkellä varastoidaan jo lopputuotteita. Siellä saapuvalla tavaralla tehdään yrityksen voimassaolevan toimintaohjeen mukaiset toimet: silmämääräinen kuntotarkastus ja testaus satunnaisotannoilla, nimikkeiden laadun ja määrän varmistaminen, vastaanotetun tavaran kuittaus. Tavara siirretään sitten varastoon. Tavara tilataan varastolta tuotantolaitokselle, kun sille on tarve. Tilattu tavara keräillään ja pakataan varastolla, jonka jälkeen se kuljetetaan tuotantolaitokselle kuorma-auton perävaunulla. Tuotantolaitoksella tavara vastaanotetaan, ja puretaan suoraan sen solun läheisyyteen, jossa sitä tarvitaan. Vastaanoton ja purun tekevät 3PL:n tuotantolaitoksella työskentelevä henkilöstö. Tavaran purun jälkeen kuljetukseen käytetty perävaunu jää tuotantolaitoksen lastauslaituriin, jolloin siihen lastataan päivän mittaan valmistuneet lopputuotteet. Perävaunuun lastatut lopputuotteet kuljetetaan 3PL varastoon seuraavana aamuna. Koska valmistuseriä ei ole harmonisoitu komponenttien kuljetuslaatikoiden kokojen kanssa, tulee valmistuseristä jäämään yli komponentteja. Harvoin tarvittavat komponentit tultaisiin palauttamaan 3PL varastolle ja usein tarvittaville jäisi tuotantolaitokselle vakiopaikka, jota tultaisiin täydentämään tarvittaessa. Lopputuotteet lähetetään asiakkaille 3PL lopputuotevarastolta kuten aiemminkin.



Kuva 11. Tavarantoimittajien virtauskaavio uuden mallin mukaisesti

5.2 Tuotantolaitoksen ja 3PL välisten kuljetusten aikataulu

Kuljetusten ja 3PL:n tavarantoimittajien käsittelyn aikataulu nähdään kuvassa 12. Aikataulu on saatu yrityksen ja 3PL käymistä alustavista neuvotteluista komponenttivaraston ulkoistamisen osalta. Jos komponenttien tilaus on ehtinyt 3PL:lle ennen 12:00, se keräillään samana päivänä. Lataus ja kuljetus tuotantolaitokselle tapahtuu seuraavana aamuna 06:15-07:45. Komponentit puretaan ja siirretään työpisteille niin, että ne ovat tuotannon käytettävissä viimeistään 09:00. Nopea tilaus-toimitusketju on mahdollista, sillä 3PL:n varasto sijaitsee 30-40 minuutin ajomatkan päässä. Mahdollisten tietöiden ja liikenneonnettomuuksien varalta pystytään käyttämään montaa eri vaihtoehtoista reittiä, jolloin tavarantoimittajien siirtoon käytetyn ajan ei pitäisi muodostua ongelmaksi. Lopputuotteiden kuljetus tuotantolaitokselta lopputuotevarastolle tapahtuu kuten aiemminkin. Lopputuotteet lähtevät tuotantolaitokselta aamuisin 8:15, ovat perillä varastolla 09:00, ja ne siirretään saldoihin samana päivänä 15:00 mennessä.

Komponenttivarastolta tuotantolaitokselle	Päivä 0	Päivä 1	Päivä 2
Tilauksen cut-off	12:00		
Keräily	12:00-15:30		
Lastaus		06:15	
Kuljetus		07:00	
Purku		07:45	
Siirto työpisteille		07:45-09:00	

Tuotantolaitokselta lopputuotevarastolle		
Pakkaus lavoille ja lastaus		09:00-07:45
Kuljetus		08:15
Purku		09:00
Lopputuotteet varaston saldoissa		09:00-15:00

Kuva 12. Kuljetusten aikataulutus uuden mallin mukaisesti

Koska ulkoistusprojektin aikataulu viivästyi diplomityön valmistumisen aikana, ei 3PL kanssa ehditty sopia kaikkia materiaalin käsittelyyn liittyviä käytäntöjä. Vajaiden kuljetuslaatikoiden käsittely 3PL varastolla ja niiden vaikutus tuotantolaitoksen tekemiin materiaalityöläisiin tulee olemaan yksi ratkaistava asia. Tästä syystä tässä työssä oletetaan kuljetuslaatikoiden olevan täysinä tilattavien komponenttien osalta. Todellisuudessa tuotantolaitokselle tilattavien komponenttien mukana kulkisi aina vajaita kuljetuslaatikoita.

5.3 Tilaus-toimitusketju valmistuksen suunnittelun näkökulmasta

Komponenttivaraston ulkoistaminen aiheuttaa muutoksen komponenttien saatavuuteen ja tilauskäytäntöihin valmistusosastojen kannalta. Tällä hetkellä kokoonpanolla ja muovituotannolla on komponentteja saatavilla aina yli tarpeen noin 30 minuutin varoitusajalla. Siinä vaiheessa, kun komponentit alkavat loppua työpisteiden läheisyydestä, tilataan niitä lisää omasta varastosta skannaamalla viivakoodi komponentin paikalta. Ulkoistamisen jälkeen komponentteja on tarkoitus olla saatavilla vain kulloinkin valmistettavan erän mukainen määrä. Komponentit tulisivat olemaan saatavilla 24h varoitusajalla, joten ehto toiminnan jatkumiselle olisi vähintään

vuorokauden pituinen lukkoon lyöty tuotantosuunnitelma. Poikkeus tähän ovat sellaiset komponentit, joita kuluu valmistukseen käytännössä päivittäin. Niitä tullaan pitämään saatavilla jatkuvasti. Kummassakin tapauksessa komponenttien materiaalinohjauksen voidaan katsoa toimivan imuohjauksella, sillä tilausimpulssi tulee tuotannosta. Muutos komponenttien ohjaustapoihin on tarkoitus toteuttaa niin, että yrityksen palveluaste pysyisi samana, vaikka komponenttien saatavuus hidastuu noin puolesta tunnista vuorokauteen. Komponenttien tilaus tarpeeseen on tarkoitus hoitaa automaattisesti ERP:llä aamuisin päivitettävään tuotantoaikatauluun perustuen.

Valmistuserän tilaus-toimitusketju alkaa ERP:n generoimasta lopputuotteen valmistuskehotuksesta. Tiiminvetäjä tarkastaa uudet valmistuskehotukset ja viimeistelee niiden pohjalta seuraavan syklin tuotantoaikataulun aikavälillä klo. 06:00-08:00. Sykli alkaa suunnittelupäivää seuraavana aamulla klo. 9:00 ja päättyy samaan aikaan sitä seuraavan päivän aamuna. Tuotantoaikataulun sykli perustuu komponenttien siirron aikataulutukseen: komponenttierät ovat 3PL:n laatiman alustavan aikataulun mukaan käytettävissä tilausta seuraavan päivän aamuna klo. 9:00. Suunnittelun deadline on työnantajan määräämä ja se perustuu 08:30 pidettävään aamugembaan, johon mennessä ajantasainen työtilanne tulee olla tiedossa. Aamugemba on lyhyt tilaisuus, johon osallistuu vähintään tuotannon esimiehet ja tiiminvetäjät. Siinä käydään läpi kokoonpanon senhetkinen työtilanne, mahdolliset kapasiteetti- ja materiaali puutteet ja niiden syyt, työturvallisuushuomiot ja työtapaturmat, jos niitä on sattunut, sekä muut esille tulevat asiat.

Komponenttien tilaus tulee perustumaan tiiminvetäjien suunnittelemaan tuotantoaikatauluun. ERP muodostaa seuraavalle syklille tarvittavien komponenttien tilaukset joka aamu tiiminvetäjille asetetun suunnittelu aikaikkunan jälkeen. Komponentit tunnistetaan muista lopputuotteisiin kuuluvista osista ERP:n materiaaliluetteloon lisättävän merkinnän perusteella. Tiiminvetäjän tuotantoaikataulun suunnittelu muuttaa valmistuskehotuksen statuksen, jonka perusteella ERP valitsee mille kehotuksille komponentteja tilataan. Tilaukset muodostuvat jokaiselle valmistuserälle, joka alkaa suunniteltavan syklin aikana. Palautettaviin kuuluvia komponentteja tullaan tilaamaan valmistuserän nettotarpeen perusteella. Kun komponentit lähtevät 3PL varastolta, ne

lisätään ERP:ssä tuotantolaitokselle komponentin käyttävän tiimin varastoon. Nettotarve saadaan, kun valmistuserän bruttotarpeesta vähennetään tämän varaston saldo. Bruttotarve lasketaan materiaaliluettelon ja eräkoon perusteella. Varaston saldo saadaan, kun vähennetään toimitetusta kappalemäärästä ja varastossa jo olevasta saldosta valmistuserien varaukset ja romutukset. Esimerkki: valmistustilauksen perusteella on laskettu komponentin bruttotarpeeksi 300 kpl. Tuotantolaitoksella on tiimin varastossa 130 kpl. Nyt nettotarve on 170 kpl. Jos laatikkokoko on 100 kpl ja oletetaan että 3PL varastolla on täysiä laatikoita, 3PL lähettää tuotantolaitokselle kaksi täyttä laatikkoa. Nyt tiimin varaston saldo on ERP:ssä 30 kpl, koska kokonaismäärästä vähennetään suunniteltujen valmistuserien aiheuttamat varaukset.

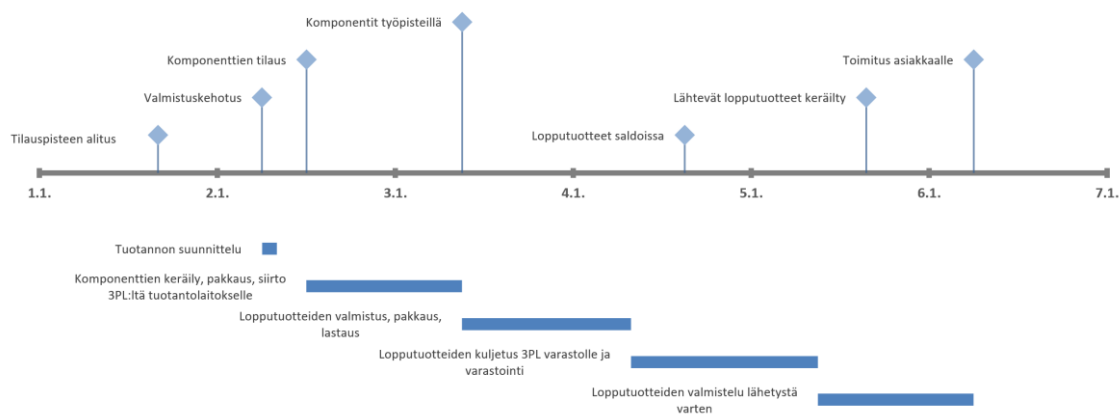
Ei-palautettaville komponenteille muodostuu vakiotilauuserän kokoinen tilaus, jos komponenttia on tuotantolaitoksella tiimin varastossa vähemmän, kuin valmistuskehotuksen perusteella laskettu määrä. Vakiotilauuserän määrittää komponentin kuljetuslaatikon pakkauskoko, jos sitä säilytetään läpivirtaushyllyssä tai lavakoko jos säilytyspaikkana on lattiataso. Palautettavat ja ei-palautettavat komponentit tunnistetaan toisistaan ERP:n materiaaliluetteloon lisättävän merkinnän perusteella. Komponenttien purkupiste määrittyy tiimikohtaisesti sen perusteella, minkä tiimin valmistuskehotuksesta on kyse.

ERP muodostaa em. tietojen pohjalta tilaukset 3PL varastohallintajärjestelmään, joiden perusteella tuotantolaitokselle toimitettavat komponentit keräillään. Komponentit lastataan perävaunuun seuraavana aamuna ja kuljetetaan tuotantolaitokselle. Komponentit puretaan suoraan tiimikohtaisille purkupisteille, jolloin ne ovat valmistuksen käytettävissä.

Lopputuotteita valmistetaan sitten valmistuserän mukainen määrä. Jos valmistuserä on usean lavan suuruinen, toimitetaan lopputuotteita varastolle lava kerrallaan sitä mukaa kun niitä valmistuu. Valmistuneet lavat siirretään lähettämöön ja niille tehdään lähtevälle tavaralle suoritettavat toimet. Lavat lastataan tuotantolaitoksen lastauslaiturilla seisovaan rekan perävaunuun, josta ne lähtevät lopputuotevarastolle aamuisin. Lopputuotteet siirretään perävaunusta 3PL varastoon ja lisätään sitä mukaa varastosaldoihin. Keräily

asiakkaille lähetystä varten voi tapahtua aikaisintaan seuraavana päivänä, ja lähetys asiakkaille sitä seuraavana.

Tulevan tilaus-toimitusketjun aikajanaa on havainnollistettu kuvassa 13. Kuvassa esitetään sinisillä vaakapalkeilla aikaa jonkin toiminnon tai yhdistettyjen toimintojen alkuhetkestä loppuhetkeen. Joillekin toiminnoille on esitetty niiden suorituksen merkitsevä virstanpylväs aikajanan yläpuolella. Kuvan aikajana kuvaa nopeinta mahdollista tilaus-toimitusketjua tilauksen muodostumisesta sen toimittamiseen kotimaan asiakkaalle. Ulkomailla sijaitseville asiakkaille on kuljetukseen kuluva ajasta johtuen luonnollisesti eri toimitusaikalupaus. Koska valmistus toimii pääasiassa varasto-ohjautuvasti, ovat valmistuvat erät varastontäydennystä eikä suoraan kysyntään vastaamista. Näin aikataulut eivät käytännössä ole niin tiukat kuin esimerkkikuvassa, vaan valmistuskehotus voidaan usein ottaa työn alle myöhemmin, kuin heti valmistuskehotuksen generoitumisen jälkeen. Komponenttivaraston ulkoistamisen jälkeen on kuitenkin mahdollista valmistaa lopputuotteita suoraan asiakkaan tilauksen perusteella pysyen yrityksen toimitusaikalupauksessa, mikäli erän pystyy valmistamaan yhden syklin aikana. Kuvan esimerkissä ei ole otettu huomioon viikonlopun aiheuttamaa taukoa toiminnassa, vaan tilaus-toimitusketju on esitetty jatkuvana janana esimerkin vuoksi.



Kuva 13. Lopputuotteen tilaus-toimitusketju

Esimerkissä 1.1. päivän aikana tulee asiakkaalta tilaus, jonka muodostama varaus alittaa tilauspisteen muodostaen valmistuskehotuksen. Valmistuskehotukset ajetaan tuotantolaitokselle 2.1. aamuksi, jolloin tiiminvetäjä viimeistelee seuraavan syklin tuotantoaikataulun aikavälillä 6:00–8:00. Tuotanto on 8:00 mennessä suunniteltu aikavälille 3.1. klo. 9:00 – 4.1. 9:00. Erän valmistus ajoitetaan seuraavalle päivälle 3.1. Jos asiakkaan määrittelemä toimituspäivä olisi kauempana tulevaisuudessa, suunniteltaisiin erä mahdollisuuksien mukaan myöhemmälle ajankohdalle. Tuotantosuunnitelman perusteella muodostuu impulssi komponenttien tilaamiselle klo. 12:00, koska suunnitelman mukaan komponenttien tarve on seuraavan syklin aikana. 3PL toimittaa komponentit tuotantolaitokselle määrätyille purkupisteille 3.1. klo. 9:00 mennessä. Erän valmistus alkaa päivän aikana, ja esimerkin tapauksessa päivän aikana valmistuu koko erä tai vähintään yksi lavallinen lopputuotetta. Valmistuneet lopputuotteet siirretään kuljetukseen lopputuotevarastolle ennen kuljetuksen cut-off -aikaa 7:45. Kuljetus lähtee tuotantolaitoksen pihasta 4.1. klo. 8:15. Erä saapuu lopputuotevarastolle 9:00, jolloin se puretaan kuljetuksesta ja siirretään varastoon. Erä lisätään varaston saldoihiin 15:00 mennessä. Keräily asiakkaalle ajoitetaan asiakkaan määrittämän toimituspäivän perusteella. Esimerkin tilanteessa toimituspäiväksi on määritetty 6.1, jolloin keräily sen päivän tilauksille suoritetaan 5.1. Erä lähtee lopputuotevarastolta 6.1. jolloin se ehtii kotimaan asiakkaalle kyseisen päivän aikana.

5.4 Varastolle palautettavat materiaalit

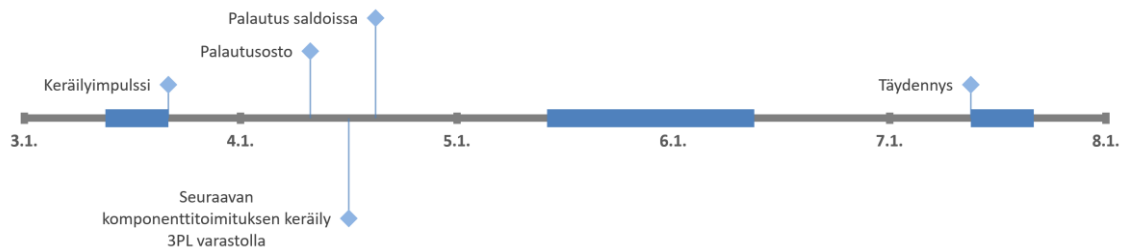
Komponenttivaraston ulkoistamisen jälkeen yksi huomioon otettava tekijä on valmistuseristä yli jäävät komponenttilaatikot. Komponentteja kuljetetaan aina tietty minimimäärä, jonka määrää kuljetuslaatikon koko. Koska valmistuseriä ja kuljetuslaatikoiden sisältämää komponenttimäärää ei ole harmonisoitu keskenään, tulee komponentteja jäämään yli erän valmistuttua. Kun komponenttia ei tarvita valmistussolun läheisyydessä, tulee komponenttilaatikko siirtää muualle säilytykseen. Usein tarvittavien komponenttien kohdalla tämä ei ole ongelma, koska käytännössä komponenttia olisi joka tapauksessa valmistussolujen läheisyydessä jatkuvasti. Harvoin tarvittavien komponenttien kohdalla ylimääräiset laatikot seisoisivat tarpeettomana pitkiä aikoja työpisteen valmistussolujen tilan kapasiteettia syöden. Harvoin tarvittavat komponentit tullaan jatkossa palauttamaan takaisin ulkoistetulle komponenttivarastolle

samassa kuormassa lopputuotteiden kanssa. Komponenttien palautuksen aikataulu on näin sama, kuin lopputuotteilla.

Palautettavat komponenttilaatikot vapautuvat tuotantosoluista vuoron aikana sitä mukaa kun erä valmistuu. Impulssi komponenttilaatikoiden palauttamiseen keräilypisteelle muodostuu siitä, kun työntekijä merkitsee ERP:iin erän valmistuneeksi, ja seuraavan syklin aikana ei komponentille ole valmistumispäivänä laaditun suunnitelman mukaisesti tarvetta. Poikkeus tähän on aikaväli 6:00–8:00, jolloin tiiminvetäjä on laatimassa seuraavan syklin tuotantosuunnitelmaa. Aikavälillä ei ole vielä tiedossa seuraavan syklin tuotantosuunnitelmaa, jolloin ei ole tietoa tarvitaanko komponenttia seuraavan syklin aikana. Tuona aikana valmistuneista eristä yli jääneille komponenteille muodostuu palautusimpulssi, vaikka ei ole tiedossa seuraavan syklin tarvetta. Tähän päädyttiin, koska yrityksessä katsottiin muutaman ns. turhan palautuksen olevan pienempi paha, kuin tuotantolaitoksen tiloissa ylimääräisen vuorokauden säilytettävä laatikko. Laatikot siirretään sitten soluista purkupisteen vieressä olevalle keräilypisteelle, josta ne keräillään lähettämöön pakattavaksi palautusta varten. Palautettaville komponenteille tehdään lähettämössä samat toimet kuin sekalavoina lähteville lopputuotteille. Lähteville komponenteille tarvittava tarran tulostus on merkki siitä, että lava on valmis palautettavaksi varastoon, joten se muodostaa komponenttien palautukseen tarvittavan ostotilauksen. Ostotilaukset ajetaan 3PL:n järjestelmään kerran päivässä 7:45. Näin edellisen päivän lopuksi valmistuneista eristä yli jääneet komponentit ehditään keräillä purkupisteiltä ja niistä pakatut lavat ehditään lastata ennen, kuin lopputuotteita ja komponentteja siirtävä rekka lähtee tuotantolaitoksen pihasta 8:15.

Kuvassa 14 nähdään esimerkki, miten keräilyimpulssit ja tämän myötä palautuksiin tarvittavat ostotilaukset 3PL:lle muodostuvat erien valmistumisaikojen perusteella. Siniset vaakapalkit kuvaavat jonkin lopputuotteen valmistusaikaa erän aloittamisesta sen valmistumiseen. Esimerkissä ensimmäinen erä ehtii valmistua iltapäivällä 3.1. klo. 16:00. Koska seuraavalle suunnittelusyklille 4.1. klo. 9:00 – 5.1. klo. 9:00 ei ole suunniteltu aloitettavan samaa komponenttia sisältävää valmistuserää, muodostuu erän valmistuttua yli jääneistä komponenteista impulssi komponenttien keräilyyn. Erästä yli jääneet komponentit siirretään keräilypisteelle. Päivän lopuksi valmistuneiden erien

komponenttien lähtölogistiikan toimenpiteet suoritetaan seuraavana aamuna klo. 6:00 alkaen, jolloin ne ehtivät aamulla klo. 8:15 lähtevään lähetykseen. Palautettavat komponentit ovat 3PL varaston saldoissa viimeistään 4.1. klo 15:00.



Kuva 14. Komponenttien palautusten aikajana

6.1. valmistuu toinen erä klo. 9:00. Tästä ei muodostu impulssia komponenttien keräilyyn, koska samana aamuna 8:00 mennessä on seuraavalle syklille 7.1. klo. 9:00 – 8.1. klo. 9:00 suunniteltu uusi valmistuserä. Tuotantosuunnitelman perusteella muodostuu impulssi komponenttien tilaukselle tarpeen mukaan kappaleessa 5.3 esitellyn mallin mukaisesti.

Koska 3PL varastolla tehtävä tuotantolaitokselle lähetettävien komponenttien keräily alkaa aiemmin, kuin milloin palautettavat komponentit on lisätty viimeistään takaisin komponenttivaraston saldoihin, tekee se komponenttivaraston täydellisen fifo-mallisen käytön mahdottomaksi. Käytännössä monella komponentilla tulee olemaan kaksi vajaata laatikkoa käytettävissä osan ajasta. Esimerkissä 4.1. palautetut komponentit eivät ehdi 5.1. tarvittavien komponenttien keräilyyn, jolloin sekä komponenttivarastolla että tuotantolaitoksella on 5.1. yksi vajaa laatikko komponenttia. Tällainen tilanne voi käydä aina kun komponentin tarpeella on yksi välipäivä. Diplomityön valmistuessa 3PL kanssa ei ehditty selvittää vajaiden komponenttilaatikoiden käsittelyä. Jos 3PL varastolla voidaan yhdistellä vajaita komponenttilaatikoita merkatien niiden sisältämät määrät, ei vajaista laatikoista tule muodostumaan ongelmaa.

6 ULKOISTAMISEN KANNATTAVUUS

Tässä luvussa arvioidaan ulkoistettavan kokonaisuuden nykyiset ja ulkoistuksen jälkeen aiheutuvat toiminnan vuosittaiset kustannukset. Nykyiset kustannukset on arvioitu suurimmaksi osaksi Local Business Group Managerin kanssa. Ulkoistuksen jälkeiset toiminnan kustannukset on arvioitu toimintokohtaisesti, ja ne perustuvat komponenttien todelliseen käyttöön ja 3PL tarjousehdotukseen. Lopuksi tehdään kustannusvertailu nykyisen ja ulkoistuksen jälkeisen tilanteen välillä.

6.1 Nykyiset kustannukset

Kun tarkastellaan komponenttivaraston siirron kannattavuutta, on ensin tiedettävä nykyiset varastoinnin aiheuttamat kustannukset. Nykyisiin kustannuksiin on otettu huomioon sellaiset kustannuserät, jotka tulevat joko poistumaan tai kohdentumaan muihin toimiin. Esimerkiksi koska materiaalin siirtoon käytettävä kalusto tulee olemaan käytössä jatkossakin, ei sitä ole otettu huomioon laskelmissa. Samalla tavalla varaston ulkoistaminen ei tule lähtökohtaisesti muuttamaan sen sisältämän nimikkeiden määrää, jolloin sitoutuneen pääoman kustannuksia tai riskikustannuksia ei oteta huomioon. Nykyiset kustannukset muodostuvat henkilöstö- ja tilakustannuksista. Henkilöstökustannuksiin on sisällytetty henkilöstöstä aiheutuvat välittömät ja välilliset kustannukset. Ne sisältävät työntekijöille maksettavat palkat työnantajan kustannuksineen ja muut työntekijöistä johtuvat lisäkustannuserät, kuten koulutukset, työntekijäedut yms. Henkilöstökustannuksiksi arvioitiin 432 000 € vuodessa.

Varastopinta-alan kustannuksia on arvioitu poistamalla kiinteistön kokonaiskustannuksista kaikki sellaiset kustannuserät, jotka eivät liity varastoalueella tapahtuvaan ylläpitoon. Tällaisia ovat esimerkiksi tuotannon koneiden huolto ja varaosat. Kun jäljelle jäänyt erä jaetaan varaston ja kiinteistön pinta-alan suhteella, saadaan varaston osuus kiinteistä kustannuksista. Varaston vuosikustannuksiksi saatiin 216 000 €, jolloin varaston pinta-alan ollessa 1000 m² saadaan varastopinta-alan kustannukseksi 18 €/m²kk. Em. kustannukset arvioitiin Local Business Group Managerin kanssa, ja ne perustuvat pitkälti hänen arvioon mitä kustannuseriä kullekin kustannuksen aiheuttajalle kannattaa ottaa huomioon.

Nykyisiin tilakustannuksiin voidaan ottaa mukaan myös kokoonpanon puolen tilakustannukset siirtyvien komponenttien viemän lattiapinta-alan osalta. Komponenttivaraston siirtyessä vähintään kyseinen pinta-ala saataisiin hyötykäyttöön tilajärjestelyillä. Lisää tilaa tuotannon käyttöön voisi saada myös esim. nykyisten hyllyköitä ympäröivien käytävien osalta. Koska tulevat tilajärjestelyt eivät kuulu tämän työn alueeseen, ei niiden mahdollistamaa lisäpinta-alaa oteta huomioon muuten kuin tässä lasketun osalta.

Kustannuksiin otettiin mukaan lattipaikat, hyllypaikat ja paternosterhyllykön viemä pinta-ala, koska paternosterissa säilytetään vain projektin myötä siirtyviä tuotteita. Läpivirtauspaikkoja ei oteta tässä huomioon, sillä ne sijaitsevat tällä hetkellä kuormalavojen hyllypaikkojen välissä korkeussuunnassa katsottuna. Kokoonpanon puolella säilytetään komponentteja keskimäärin kolmella hyllytasolla. Koska yhdellä lavalla säilytetään vain yhtä nimikettä, saadaan hyllypaikkojen viemä pinta-ala jakamalla hyllyssä säilytettävien nimikkeiden lukumäärä kolmella ja kertomalla tämä yhden hyllypaikan viemällä pinta-alalla. Lattipaikkojen lukumääräksi saatiin 35 ja hyllypaikkojen 78. Kun lattipaikan viemä pinta-ala on $1,3 \text{ m}^2$ ja hyllypaikan $1,5 \text{ m}^2$, saadaan lattipaikkojen pinta-alaksi 45 m^2 ja hyllypaikoille 39 m^2 . Paternosterhyllykön pinta-alaksi mitattiin 28 m^2 . Jos kokoonpanon lattiapinta-alan kustannuksena käytetään samaa kuin varastossa, saadaan vuosittaisiksi tilakustannuksiksi 24 257 €.

Nykyisiksi kokonaiskustannuksiksi saatiin 672 257 €.

6.2 Ulkoistetun komponenttivaraston kustannusarvio

Tässä kappaleessa arvioidaan ulkoistetun komponenttivaraston vuosikustannuksia siinä tilanteessa, kun varaston siirto on valmis. Toisin kuin nykytilanteessa, jossa materiaalin liikkeeseen liittyvät kustannukset ovat sisällytetty varastohenkilöstön kustannuksiin, muodostuu jatkossa komponenttien siirrosta useampi 3PL:n toiminnoittain laskuttama kustannuserä. Materiaalin liikkeeseen liittyvät kustannukset muodostuvat toimittajilta saapuvien lähetysten vastaanotosta ja varastoon siirrosta, materiaalin varastoinnista, tuotantolaitoksen materiaalitulauksista ja palautuksista, muusta ulkoistetun varaston

sisäisestä työstä. Lisäksi kustannuseränä on 3PL:n henkilöstö, joka hoitaa jatkossa tuotantolaitoksen sisällä toimitettavia logistisia toimia. Kustannusarvio perustuu ERP:iin raportoituun materiaalin liikkeeseen aikavälillä 6.11.2017 - 6.11.2018 ja 3PL:n tarjousehdotukseen. Lähtötietojen perusteella tehdyt laskelmat ja simulaatiot tehtiin Excel-ohjelmistolla. Jos kustannusten arviointiin käytettävien menetelmien tai lähtötietojen katsottiin olevan epätarkkoja, noudatettiin laskelmissa varovaisuuden periaatetta arvioiden kustannuksia yläkanttiin tai käyttämällä määritellyn kustannusvälin maksimia. Kaikki arvioidut kustannukset ovat vuosikustannuksia.

Tilausten vastaanotto

Toimittajilta saapuvien tilausten vastaanoton kustannukset arvioitiin raportoitujen vastaanotettujen tilausten ja niiden sisältämien tilausrivien lukumäärän perusteella. Tilausrivi sisältää aina maksimissaan yhden lavallisen komponenttia. Näin rivi voi käsittää koko yksittäisen materiaalin tilauserän tai osan siitä. Tarkasteluaikavälillä yksittäisiä tilauksia oli 1 910 kpl, ja ne sisälsivät 2 949 tilausriviä. 3PL:n hinnoittelussa on eritelty tavaran vastaanotolle tilaus- ja rivikohtaiset kustannukset, joihin on sisällytetty kaikki tavaran vastaanotosta aiheutuvat kustannukset. Tilauskohtainen kustannus on 5,08 € ja rivikohtainen kustannus 5,80 €. Yhteensä tilausten vastaanoton kustannuksiksi saatiin 26 788 €.

Varastointi

Varastointi 3PL:n tiloissa on hinnoiteltu tarvittavan lavapaikan korkeuden perusteella kolmeen eri luokkaan. Lisäksi on optio pientavaran säilytykseen hyllymetreittäin laskettuna. Maksimissaan 0,8m korkuiset lavapaikat kustantavat vuosittain 130,21 €, 1,25m korkuiset 178,18 € ja yli 1,25m korkuiset 260,44 €. Pientavarahyllymetri kustantaa 51,05 €. Alustavasti on arvioitu 0,8m korkeita lavoja olevan 300 kpl, 1,25m korkeita 400 kpl ja yli 1,25m korkeita 50 kpl. Laatikoittain säilytettäviä komponentteja on arvioitu olevan 100 hyllymetrin verran. Yrityksessä alustavan arvion on katsottu olevan riittävän tarkka, joten tässä työssä ei tulla muodostamaan tarkempaa arviota. Alustavan arvion mukaan laskettuna varastointikustannukset tulisivat olemaan yhteensä 128 463 €.

Muu työ

Ulkoistetulla varastolla tehtävä vuosittainen inventaario ja materiaalin käsittelyyn liittyvät lisäpalvelut, kuten satunnaisesti tehtävät saapuvan materiaalin tarkastukset on hinnoiteltu erikseen. 3PL on arvioinut niiden vuosittaisiksi kustannuksiksi 28 800 €.

Tuotantolaitoksen materiaalitilaukset

Komponenttien tilausten kustannusten maksimikustannus saadaan tilanteesta, jossa jokainen päivittäinen komponentin tarve tilataan erikseen omalla rivillään. Tämä arvio ei ota huomioon tilanteita, jossa komponenttia olisi tuotantolaitoksella valmiiksi tarvittava määrä. Koska komponenttien minimitoimituserä on laatikollinen, ja valmistustilaus voi olla paljon laatikollista pienempi, tulee komponentteja jäämään yli etenkin pienimmistä tilauksista. Näin uutta komponenttieraä ei tuoda, jos peräkkäisinä päivinä tarvittavien komponenttien määrä olisi vähemmän kuin tuotantolaitokselle toimitettu. Sama analogia pätee lattiapaikoilla säilytettäville komponenteille, joita kannattaa tilata aina lava kerrallaan.

Maksimikustannusten arvioimiseksi laskettiin, kuinka monena päivänä kutakin tarkasteltavaa komponenttia oli käytetty. Tarkastelujaksolla oli 250 arkipäivää, joina tuotantolaitoksella oli raportoitu komponenttien käyttöä. Tarkasteltavia komponentteja oli 513 eri laatua. Maksimikustannus saatiin laskemalla yhteen lähetyskustannukset per tilaus ja tilausrivi sekä kuljetusten kustannukset tarvepäivien perusteella. Tilauksia oli yhtä paljon kuin arkipäiviä, jolloin valmistettiin lopputuotteita, ja yhden tilauksen kustannus on 5,81 €. Tilausrivejä oli 14 863 kpl ja rivikohtainen kustannus oli 1,71 €. Näin tilauskustannusten osuudeksi saatiin 26 869 €. Kuljetukset on hinnoiteltu 437 €, jolloin kuljetusten kustannukset saadaan kertomalla tämä komponenttien tarvepäivien määrällä. Kuljetusten osuudeksi saatiin 109 350 €. Näin tilausten ja kuljetusten yhteissummaksi saatiin 136 219 €.

Virheen merkittävyyttä tilausten kustannuksissa arvioitiin laskemalla minimi-tilauskustannukset tilanteella, jossa komponentteja tuotaisiin tarpeeseen jokaista lava kerrallaan ja palautuksia komponenttivarastolle ei tehtäisi. Näin komponentteja

käytettäisiin aina lava tyhjäksi riippumatta komponentin käytön luonteesta. Tämä vähentää materiaalityöläisten lukumäärää merkittävästi, koska monen usein käytettävän tuotteen lavalta viemä tilavuus on pieni. Tilanne on täysin hypoteettinen jo sen perusteella, että vähemmän tarvittavia komponentteja ostetaan alihankkijoilta kerralla paljon teoreettista lavakokoa pienempiä määriä.

Minimikustannusten arvioimiseksi Excel-ohjelmistolla suoritettiin simulaatio päivätasolla. Simulaation lähtötilanteessa kaikkia tarvittavia komponentteja määritettiin tuotantolaitoksella olevan täysi lavallinen. Simulaatiossa päivittäin raportoitu komponenttien käyttö vähensi tuotantolaitoksella olevaa komponenttien määrää, jonka päätyessä nolnaan muodostuu uusi lavan kokoinen tilaus. Tilausmääristä saatiin tarvittava lavamäärä, ja tilausten päivämääristä tarvittavien tilauspäivien lukumäärä. Tällaisella menettelyllä komponentteja tarvitsi tilata 244 päivänä, jolloin kuljetuskustannuksiksi saatiin 106 726€. Tilausten määrä oli sama kuin kuljetusten yhteenlaskettu määrä, ja tilausrivien määrä saatiin lavamäärästä, joka oli 2 050. Tilauskustannuksiksi saatiin 4924€. Näin minimikustannuksiksi saatiin yhteensä 111 650 €.

Valmistuseristä yli jäävät komponentit

Vaihtoehdot käsitellä valmistuseristä yli jääviä komponentteja ovat säilytys tuotantolaitoksella tai palautus komponenttivarastolle. Koska komponenttivaraston ulkoistamisen tarkoituksena on tilan vapauttaminen muihin toimiin, tarkastellaan eri mahdollisuuksia käsitellä yli jääviä komponenttityöläisiä tilankäytön, varastointikustannusten ja siirtokustannusten kannalta. Tieto komponenttien käytöstä saatiin ERP:stä, tilakustannukset on arvioitu tuotantolaitoksella per neliömetri, ja siirtokustannukset on saatu 3PL:n tarjousehdotuksesta. Kustannusarviot on muodostettu raportoiduista valmistuneista eristä, jotka ovat joko lavakoon tai valmistuserän suuruisia. Raportoitu erä on lavakoon suuruinen silloin, kun valmistuserä on yhtä suuri tai suurempi kuin lavakoko. Tämä johtuu siitä, että valmistuneet lopputuotteet siirretään lopputuotevarastolle sitä mukaa kun ne valmistuvat lava kerrallaan.

Yli jäävien komponenttityöläisten varastointikustannusten arviointia varten komponenteille suoritettiin ABC-analyysi, jossa luokat muodostettiin tarvepäivien

lukumäärän perusteella. Tarvepäivien määrä vaikuttaa siihen kannattaako komponentteja palauttaa varastolle vai säilyttää eristä yli jäävät laatikot tuotantolaitoksella. Jos tarve on jatkuva, ei komponentin palauttaminen varastolle liene mielekäästä. Toisaalta jos harvoin tarvittavaa komponenttia säilytetään tuotantolaitoksella, ei sitä kannata säilyttää välittömästi käden ulottuvilla, vaan kuormalavalla hyllykössä niin että se vie mahdollisimman vähän lattiapinta-alaa. ABC-luokkien rajat on valittu niin, että A-luokan nimikkeiden lukumäärä vastaisi suunnilleen niille tällä hetkellä varattujen säilytyspaikkojen lukumäärää valmistussolujen läheisyydessä. B-luokan komponentteja haluttiin noin puolet C-luokan komponenttien määrästä, koska kokoonpanon puolella hyllypaikkojen lattiatason kapasiteetti on puolet ylempien tasojen kapasiteetista. Kapasiteettien suhde johtuu hyllykköjen kolmesta tasosta, joista alin on lattiataso. Rajat ovat seuraavanlaiset:

A – komponenttia tarvittu vähintään 60 päivänä

B – komponenttia tarvittu 13-59 päivänä

C – komponenttia tarvittu maksimissaan 12 päivänä

Tarkastellaan ensin vaihtoehtoa, jossa kaikki yli jäävät komponenttilaatikot varastoidaan tuotantolaitoksen tiloissa kokoonpanon puolella.

A-luokan komponenttien nimikkeiden lukumääräksi saatiin 68 kpl ja tarvepäivien lukumääräksi 9556 kpl. Komponentteja käytetään usein, joten niitä kannattaa säilyttää työpisteiden läheisyydessä käden ulottuvilla. Säilytyskustannusten arvioimiseen komponentit pitää jakaa sen mukaan missä niitä tulisi säilyttämään. Vaihtoehdot säilytykseen ovat lattipaikat ja läpivirtaushyllyt. Komponentit jaettiin niin, että alle 10 lavaa vuodessa käytettäviä komponentteja säilytettäisiin läpivirtaushyllyissä lähellä työpisteitä ja muita kuormalavoilla lattipaikoilla. Jaon suorittamiseen tarvittiin jokaiselle nimikkeelle tieto, miten monta kappaletta mahtuu yhdelle täyteen lastatulle lavalle. Koska kaikille nimikkeille ei ollut lavakokoa saatavilla, piti osalle arvioida lavakokoa. Kappaleessa 7.1 on käsitelty lavakokojen approksimointia enemmän. Komponenttien käyttö lavoittain laskettuna saatiin nimikekohtaisesti jakamalla nimikkeen kappalemääräinen vuosikulutus lavakoolla.

Tällä hetkellä läpivirtaushyllyjä on noin puolet yhdessä ja puolet kahdessa tasossa. Yhdelle läpivirtaushyllypaikalle mahtuu kaksi laatikkoa vierekkäin. Näin läpivirtaushyllypaikalle mahtuu laskennan kannalta keskimäärin kolme laatikkoa. Koska läpivirtaushyllyt sijaitsevat hyllykössä lavapaikkojen välissä korkeussuunnassa ja tavaroita voidaan varastoida kolmessa tasossa, lasketaan yhden hyllyn kustannukseksi kolmasosa pinta-alakustannuksesta. Kun yhden hyllypaikan pinta-ala on noin 1,5 m², nimikkeitä yhteensä 42 kpl ja pinta-alan kustannus 18 €/m²kk, saadaan vuosittaiseksi säilytyskustannukseksi 4 536 €. Lattiapaikoilla säilytettäviä nimikkeitä saatiin 26 kpl. Kun lattiapaikan viemä pinta-ala on noin 1,3 m², saadaan vuosittaiseksi säilytyskustannukseksi 7 301 €. Yhteensä säilytyskustannukset tekevät 11 837 €.

B-luokan komponentteja on lukumäärältään 143 kpl ja tarpepäiviä 4025 kpl. Yli jääneet komponentit voidaan varastoida laatikoissaan kokoonpanon puolelle vapautuneille lavapaikoille lattiatasolle, jolloin laatikot ovat helposti saatavilla. Kustannuksia on arvioitu oletuksella, että lavalle varastoidaan maksimissaan 10 laatikkoa. Korkeussuunnassa lavoja mahtuu hyllyyn 3 tasolle. Kun yksi hyllypaikka vie lattiapinta-alaa suunnilleen 1,5 m², saadaan vuosittaiseksi säilytyskustannukseksi 1 544 €.

C-luokan komponenteiksi valikoitui sellaiset, joiden käyttö on harvaa. Nimikkeiden lukumääräksi saatiin 302 kpl ja tarpepäiviä oli 1 282 kpl. Lukumäärältään kategorian komponentit muodostavat yli puolet kaikista komponenteista samalla kun tarpepäivät ovat alle kymmenesosan kaikista tarpepäivistä. Komponenttilaatioita kannattaa pitää kuormalavoilla hyllyissä ylemmillä tasoilla B-luokan nimikkeiden yläpuolella, jolloin ne voisivat mahdollisimman vähän lattiapinta-alaa. Säilytyskustannukset on laskettu samalla periaatteella kuin B-luokan komponenteilla. Vuosittaiseksi säilytyskustannukseksi saatiin 3 262 €.

Yhteensä säilytyskustannuksiksi saatiin käytetyillä laskentaperiaatteilla 16 643 €. Mikäli hyllykköön lavoille varastoitujen nimikkeiden keräilyyn kuluva ajan katsotaan muodostuvan liian pitkäksi, voidaan nimikemäärää per lava laskea. Jos yhdellä lavalla varastoitaisiin esim. 4 eri nimikettä, muodostuisi säilytyskustannuksiksi 23 852 €.

Käytännössä kustannukset tulisivat olemaan marginaalisesti korkeammat, sillä käytetyillä laskentaperiaatteilla säilytyskapasiteettia on täsmälleen vuoden sisällä käytettyjen komponenttien tarpeen mukaan. Jatkuvan toiminnan kannalta säilytystä varten tulisi pitää aina hieman ylikapasiteettia. Tämän arviointi on kuitenkin hankalaa, sillä tarvittava ylikapasiteetti tulisi arvioida kaikkien tuotantolaitoksella käytettävien valmistusmateriaalien perusteella, ei vain tässä työssä käsiteltävien komponenttien perusteella. Ottaen huomioon ulkoistettavan toiminnon kokonaiskustannukset, kustannuserot eivät kuitenkaan ole merkittäviä. Näin karkean arvion katsotaan riittävän.

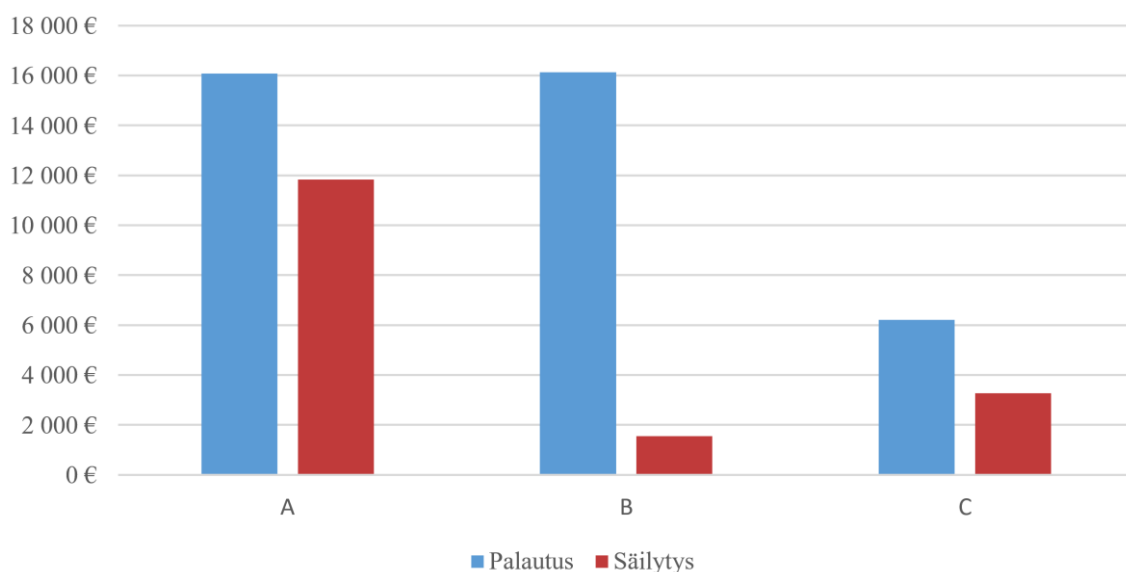
Toinen vaihtoehto käsitellä yli jääviä komponenttilaatikoita on palauttaa ne varastolle. Palautukset komponenttivarastolle hoidetaan ostotilauksilla, jolloin niiden kustannukset muodostuvat samalla tavalla kuin toimittajilta tulevan tavaran vastaanoton kustannukset. Näin palautusten kustannukset lasketaan tilaus- ja rivikohtaisesti. Tilauskohtainen palautuskustannus muodostuu kerran per palautuspäivä, koska palautuksiin tarvittavat ostotilaukset ajetaan 3PL:n järjestelmään kerran päivässä. Rivikohtaiset kustannukset muodostuvat jokaisesta palautettavasta nimikkeestä. Erillistä kuljetushintaa palautuksille ei tule, jos palautukset kuljetetaan samalla rahdilla lopputuotteiden kanssa. Nykyisessä tilanteessa palautuksille ei ole tarvetta järjestää erillistä kuljetusta, sillä lopputuotteita kuljettavan rekan kapasiteetin oletetaan riittävän. Maksimipalautuskerrat saatiin laskemalla nimike- ja päiväkohtaisesti tilanteet, jolloin komponenttia ei tarvita erän valmistumista seuraavana päivänä. Laskenta suoritettiin Excel-ohjelmalla. Palautusten kappalemääräksi luokittain saadaan: A – 2 774 kpl, B – 2 783 kpl, C – 1 071 kpl. Kun 3PL on hinnoitellut ostotilauksen rivikohtaiseksi kustannukseksi 5,80 €, saadaan palautusten kustannuksiksi luokittain: A – 16 078 €, B – 16 130 €, C – 6 208 €. Kun palautuspäiviä oli 250 ja yhden tilauksen kustannukseksi on hinnoiteltu 5,08 €, saadaan tilauskustannuksiksi 1 269 €. Näin palautusten kokonaiskustannuksiksi saadaan 39 685€.

Taulukkoon 1 on koottu muodostettujen luokkien palautus- ja säilytyskustannukset, raportoidut tarvepäivät ja niiden suhteellinen osuus kaikista tarvepäivistä, nimikkeiden lukumäärä ja niiden suhteellinen osuus kaikista nimikkeistä.

Taulukko 1. ABC-luokkien kootut tiedot

	Palautus	Säilytys	Tarvepäivät	%	kpl	%
A	16 078 €	11 837 €	9 556	64,3 %	68	13,3 %
B	16 130 €	1 544 €	4 025	27,1 %	143	27,9 %
C	6 208 €	3 262 €	1 282	8,6 %	302	58,9 %

Kuvassa 15 nähdään palautus- ja säilytysvaihtoehdon kustannukset luokittain pylväsdiagrammina. Kuvasta nähdään, että käytetyllä tuotantolaitoksen lattiapinta-alan kustannuksella kaikkia luokkia olisi edullisempi säilyttää tuotantolaitoksella kuin palauttaa komponenttivarastolle.



Kuva 15. Palautusten ja säilytyksen kustannusvertailu

Palautusten suhteen päädyttiin ratkaisuun, joka maksimoi vapautuvan tilan määrän. Päätöksen teki yrityksen Value Chain Manager. Tämä onnistuu palauttamalla komponenttivarastolle kaikki komponentit, joiden palauttaminen vapauttaa tilaa muihin toimiin. Käytännössä A-luokan komponentteja ei tulaisi palauttamaan, sillä ne voisivat joka tapauksessa lattiapinta-alaa lähes kaiken aikaa suuren käyttötarpeen tiheyden vuoksi. Tällöin luokan komponenttien aiheuttama tilakustannus realisoituu riippumatta siitä ovatko ne palautettavien komponenttien piirissä vai ei. Ratkaisun kustannukset saadaan summaamalla A-luokan säilytyskustannukset sekä B- ja C-luokkien rivikohtaiset ja

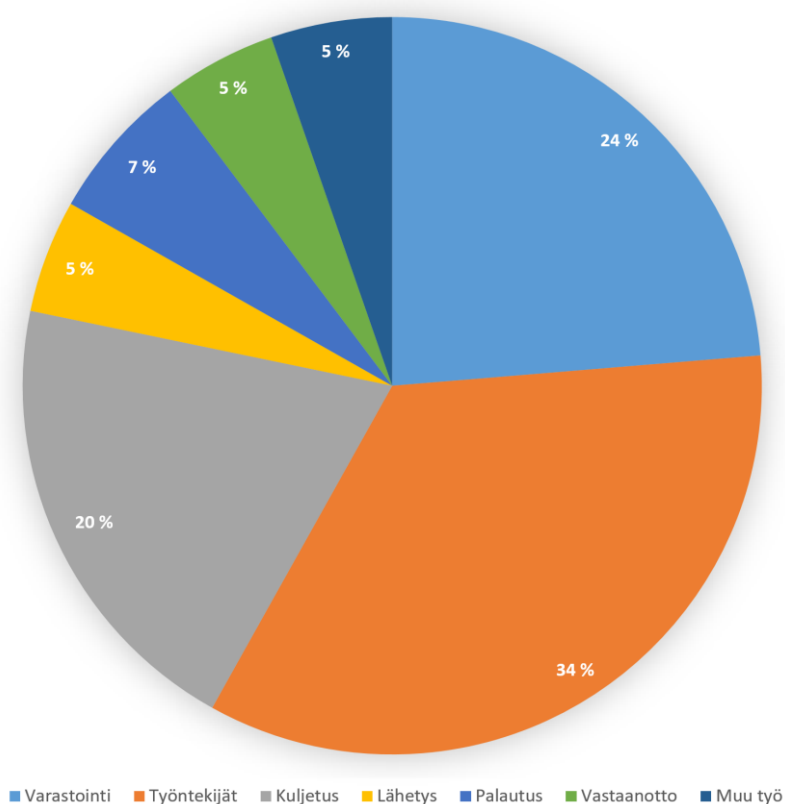
tilauskohtaiset palautuskustannukset. Yli jäävien komponenttilaatikoiden palautusten ja säilytyksen yhteiskustannuksiksi saatiin 35 444 €.

Työvoima

Viimeinen huomioon otettava kuluerä komponenttivaraston ulkoistamisen jälkeen on 3PL:n työntekijät, jotka hoitaisivat jatkossa tuotantolaitoksen sisällä toimitettavia logistisia toimia. 3PL on hinnoitellut heidän vuosittaisiksi kustannuksiksi 186 624 €.

Kokonaiskustannukset

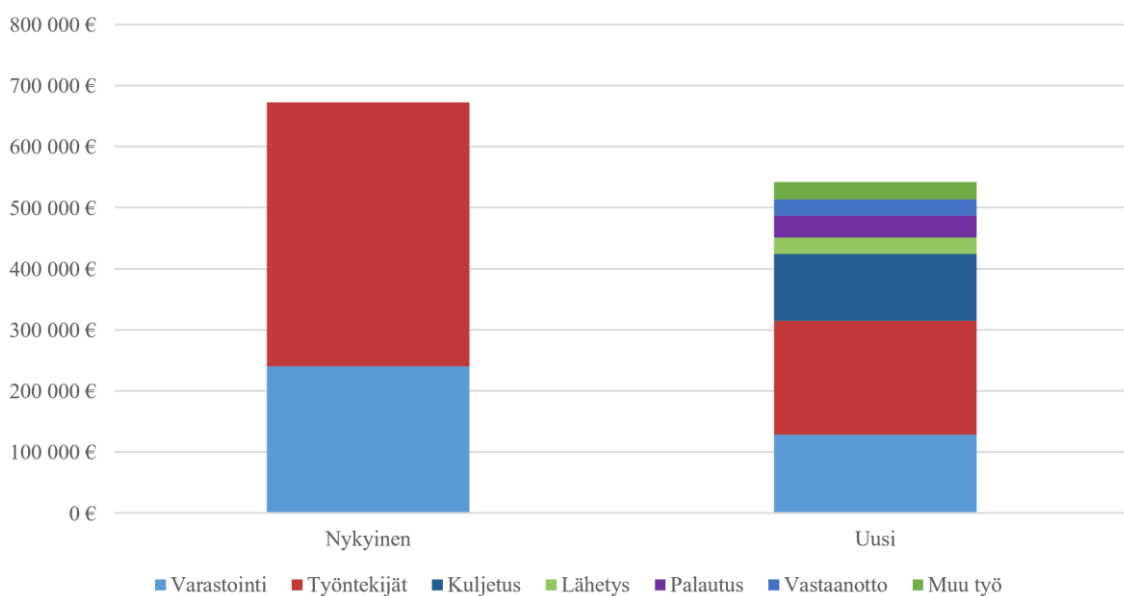
Kun kaikki kustannukset lasketaan yhteen, saadaan ulkoistetun komponenttivaraston vuosittaisiksi kokonaiskustannusten maksimiksi 542 338 €. Kuvassa 16 nähdään kustannuserien suhteellinen osuus kokonaiskustannuksista piirakkadiagrammina. Kolme suurinta kustannuserää ovat varastointi, työntekijät ja kuljetus. Ne aiheuttavat noin 4/5 kokonaiskustannuksista. Jäljelle jäävät kustannuserät jakautuvat suunnilleen yhtä suuriin osuuksiin, ja ne muodostavat loput 1/5 kokonaiskustannuksista.



Kuva 16. Ulkoistetun kokonaisuuden kustannusjakauma

6.3 Kustannusvertailu

Kuvassa 17 nähdään nykyisen ja uuden mallin kustannusten vertailu pylväsdiagrammeina. Komponenttivaraston ulkoistaminen laskisi vuosittaisia kustannuksia 129 919 €, joka vastaa noin 19 % nykyisistä kustannuksista. Vertaillessa on hyvä tiedostaa, että uudessa kustannusjakaumassa eriteltyt ulkoistetulla varastolla tehtävät materiaalin käsittelyyn liittyvät osuudet (lähetys, palautus, vastaanotto, muu työ) ovat nykytilanteessa sisällytetty työntekijöiden osuuteen. Työntekijöiden nykyisiä kustannuksia ei siis ole eritelty eri toimiin kuluvan ajan tai määrän perusteella. Kuvasta nähdään, että vaikka varaston ulkoistaminen aiheuttaa uuden menoerän kuljetuskustannusten kautta, on kokonaisuus halvempi 3PL:n tehokkaamman ja näin halvemmän varastoinnin ja halvempien työntekijäkustannusten vuoksi.



Kuva 17. Kustannusvertailu

On hyvä tiedostaa, että oman varaston tilakustannus ei poistu ulkoistamisen myötä, koska kiinteistöön ei tehdä muutoksia. Kustannussäästöt realisoituvat, kun varaston viemä pinta-ala otetaan uuden tuotannon käyttöön, jolloin tilakustannukset kohdistuvat varaston sijaan tuotantoon. Jotta päästäisiin tilanteeseen, jossa ulkoistaminen ei laskisi tulosta, tarvitsee uuden tuotannon lisätä myyntiä. Tämän määrä voidaan laskea lisäämällä uuden mallin kokonaiskustannuksiin nykyisen varaston kustannus ja vähentämällä saadusta

summasta nykyiset kokonaiskustannukset. Tarvittavan lisääntyneestä myynnistä muodostuneen katteen summaksi saadaan 110 338 €.

Mahdollisuutta voittojen kasvattamiseen voidaan arvioida laskemalla nykyinen kate per pinta-ala. Arvioimiseen käytettiin kokoonpanon valmistamista lopputuotteista saatavaa katetta, joka saatiin varastonhallintaohjelmistosta. Kokoonpanon osaston pinta-ala tarkastettiin elektronisella etäisyysmittarilla. Kun jaetaan vuosittainen kate 11 224 107 € osaston viemällä pinta-alalla 1825,5 m², saadaan 6 149 €/m²a. Jos kate per pinta-ala pysyisi samana ja myynti kasvaisi samassa suhteessa kasvaneen tuotannon myötä, tarvittaisiin lisääntyneiden kustannusten kattamiseen 18 m² verran lattiapinta-alaa uuden tuotannon tarpeisiin. Tarvittava pinta-ala vastaa noin 1,6 % ulkoistamisen myötä vapautuvasta pinta-alasta. Luonnollisesti arvio ei anna oikeaa kuvaa todellisuudesta sen yksinkertaistusten vuoksi, mutta se kuvastaa tuotannon kasvattamisen potentiaalia vapautuvan tilan myötä.

7 RISKIEN ARVIOINTI

Tässä luvussa käydään läpi tunnistettuja riskejä, jotka saattavat realisoitua ulkoistuksen myötä. Riskit voivat olla jo olemassa olevia toiminnan ominaisuuksia, tai uudistuneiden toimintatapojen myötä aiheutuneita. Käsitellyt riskit ovat sellaisia, jotka voivat realisoituessaan hankaloittaa jatkuvaa toiminta ja näin laskea palveluastetta tai nostaa kustannuksia merkittävästi.

7.1 Komponenttien siirron kapasiteetti 3PL varastolta tuotantolaitokselle

Ulkoistetun komponenttivaraston mahdollistaa katkeamaton komponenttien saatavuus. Ainoa pullonkaula 3PL varaston ja tuotantolaitoksen välillä on komponenttien kuljetuksiin käytettävä perävaunu. Koska komponenttien tarve vaihtelee päivien mukaan, on hyvä arvioida riittääkö kuljetuksen kapasiteetti niille päiville, jolloin komponenttien tarve on suurimmillaan. Kuljetuskapasiteetin tullessa vastaan vaihtoehdot olisivat joko valmistuksen kapasiteetin vajaakäyttö tai lisäkuljetukset. Tietojen hankinta tietojärjestelmistä osoittautui hankalaksi ajan myötä muuttuneiden ja poikkeavien merkintäkäytäntöjen vuoksi. Tietoja on syötetty nimikkeiden välillä ristiriitaisesti, mikä teki nimikedataan perustuvasta massoittain tehtävästä laskennasta haastavaa. Laskennassa käytettävä data täytyi kerätä monesta lähteestä, ja tulosten oikeellisuutta täytyi tarkastella jokaisessa vaiheessa tehden manuaalisia korjauksia selkeiden virheiden osalta nimike kerrallaan.

Komponenttien siirron kapasiteetin maksimi vuorokaudessa on 66 lavaa. Rajoituksen tekee 3PL:n käyttämä rekan perävaunun koko. Tämän rajoituksen merkittävyyttä arvioitiin tilanteella, jossa jokainen tarvittava päivittäinen komponenttierä tuodaan tuotantolaitokselle erikseen. Tilanne ei siis ota huomioon tuotantolaitokselle jääviä komponentteja aiempina päivinä valmistuneista eristä. Uutta komponenttierää ei tuoda, jos aiemmasta valmistuserästä on jäänyt uuden erän tarvitseva määrä komponenttia. Käytännössä tällainen tilanne vähentää tarvittavaa komponenttien siirtoa sellaisten lopputuotteiden kohdalla, joita tehdään peräkkäisinä päivinä, ja joihin käytettävien komponenttien pakkauskoko on moninkertainen verrattuna eräkoon tarvitsemaan määrään.

Arvio toteutettiin 6.11.2017 – 6.11.2018 välisenä aikana toteutuneella komponenttien käytöllä. Tieto raportoidusta komponenttien käytöstä saatiin ERP:stä. Käytettävissä olevia eri komponentteja, sekä varastoitavia että erikseen tilattavia, on yhteensä 2897 kpl, joista tarkasteluajavälillä käytettiin 513 kpl. Päivittäin tarvittavia komponentteja oli aikavälillä maksimissaan 104 erilaista mediaanin ollessa 59. Tarkkaan arvioon lavamääristä tarvittaisiin jokaisesta nimikkeestä pakkauskoko ja lavakoko. Pakkauskoko tarkoittaa miten monta kappaletta nimikettä mahtuu yhteen pakkausyksikköön, joka on useimmiten pahvilaatikko. Lavakoko on luku, joka kertoo, miten monta kappaletta nimikettä mahtuu lavalle. Kun jaetaan lavakoko pakkauskoolla, saadaan tietää, kuinka monta laatikkoa mitään nimikettä mahtuu yhdelle lavalle. Luku vaihtelee riippuen käytettävän laatikon tilavuudesta. Käytännössä arvio lavamäärästä jouduttiin tekemään todellisten ja arvioitujen lavakokojen perusteella, koska yrityksessä ei ole päivitetty tietoja pakkauskoosta yhdenmukaisesti varastohallintaohjelmistoon.

Tiedot lavakoosta saatiin varastohallintaohjelmasta, ja raportit sekä saapuneista että käytetyistä komponenteista ERP:stä. Koska pakkauskokoa ei usein ollut tietojärjestelmissä saatavilla ja lavakoot jouduttiin arvioimaan karkeasti, approksimoidaan tarvittavaa lavamäärää yläkanttiin. Jos lavakokoa ei ollut saatavilla, arvioitiin sen kokoluokkaa tuotantolaitokselle vastaanotettujen komponenttien vahvistetulla määrällä. Saapuneet komponentit vahvistetaan rivi kerrallaan, ja rivillä on aina maksimissaan yksi täysi lavallinen komponenttia. Näin vahvistettua määrää voidaan käyttää lavakoon sijasta, jolloin lavamäärän laskennassa virhettä tapahtuu vain yläkanttiin. Vastaanotetuista komponenttieroista otettiin maksimi, jota käytettiin lavakokona niille komponenteille, joille ei lavakokoa ollut ilmoitettu tai joiden lavakoko oli selkeästi väärin.

Lavamäärän arviointiin käytettiin komponenttitarvetta päivätasolla per nimike, joka jaettiin lavakoolla. Näin saatiin nimike- ja päiväkohtainen suhdeluku, joka kertoo prosenttiosuuden miten ison osan lavan kapasiteetista kyseinen nimike vie. Saaduista suhdeluvuista 65 % oli alle 0.1 ja 42 % alle 0.05, mikä kertoo pienestä päivittäin tarvittavien komponenttien vaatimasta tilavuudesta. Kun näin saadut luvut pyöristetään

ylöspäin seuraavaan neljäsosaan, saadaan arvio, miten monta lavallista nimikkeitä tarvitsee siirtää, jos lavalle lastataan maksimissaan neljää eri nimikettä. Neljän nimikkeen rajoitus perustuu 3PL:n arvioon, miten komponenttिलाatikot kannattaa latoa lavalle niin, ettei tuotantolaitokselle lähetettävien komponenttien keräilyyn ja lähetysten valmisteluun kulu varastolla ylimääräisen paljon aikaa. Kun päivätason komponenttitarpeen suhteutti niiden lavakohtaiseen kuljetuskapasiteettiin, saatiin päivittäin siirrettäväksi lavamäärän maksimiksi 38 mediaanin ollessa 21. Koska arvioitu maksimilavamäärä on vain hieman yli 1/2 päivittäisen siirtokapasiteetin maksimista, voidaan siirtokapasiteetin olettaa riittävän. Todellisuudessa lavamäärä tulee olemaan pienempi, koska arvio tehtiin yläkanttiin ja koska A-luokan komponentteja tilataan vain täydennykseksi. Näin luokan komponentteja ei tilata jokaista valmistuserää varten. Koska kuljetuskapasiteetti riittää jo yläkanttiin arvioidulle lavamäärälle, ei tarkemmalle lavamäärän arviolle katsota olevan tarvetta.

7.2 Ylimääräisten komponenttien palautus komponenttivarastolle

Komponenttien palautuksissa voi olla riski, jos valmistusmäärät kasvavat. Alustavasti palautuksista ei ole katsottu muodostuvan ylimääräisiä kuljetuskustannuksia, koska palautettavat materiaalit kuljetetaan samassa rahdissa lopputuotteiden kanssa. Toisaalta kuljetukseen käytettävä rekan perävaunu on toisinaan lastattu lähes täyteen lopputuotteita, jolloin palautettavien lavojen lukumäärä muodostuu kriittiseksi tekijäksi kuljetuskustannusten kannalta. Jos valmistusmäärät kasvavat tulevaisuudessa, eivät palautukset enää välttämättä mahdu kuljetuksiin. Tällöin vaihtoehtona on joko palautettavien komponenttien välivarasto tai erillisen rahdin ostaminen palautettaville komponenteille. Varastovaihtoehto ei ole toivottu, sillä tuotantolaitoksella pyritään tilan tehokkaaseen käyttöön täyttäen laitoksen pinta-alan kapasiteetti tuotannolla. Erillinen rahti tulisi taas nostamaan materiaalinhallinnan kustannuksia merkittävästi. Toisaalta tuotannon kasvaessa lisärahdin hankkiminen voi olla edessä joka tapauksessa, jolloin riski kustannusten nousuun ei realisoidu palautusten vuoksi.

Koska eriä valmistuu tuotantolaitoksella vuoron aikana satunnaisin väliajoin, ei lavojen pakkaamiseen käytettävä aika ole niin kriittinen kuin ulkoistetulla varastolla tilausten osalta. Näin palautettavia komponenttिलाatikoita voidaan lastata lavalle maksimimäärä

minimoiden tarvittavaa kuljetuskapasiteettia. Lavamäärän arvioimiseen käytetään arvausta, että lavalle voi lastata maksimissaan kymmenen eri komponenttilaatikkoa. Approksimaation tarkkuuden katsotaan riittävän, sillä saatavilla olevien todellisten lava- ja pakkauskokojen perusteella laskettuna lavalle mahtuu keskimäärin 16 komponenttilaatikkoa. Luku saatiin jakamalla nimikekohtaisesti lavakoko pakkauskoolla ja ottamalla tuloksista mediaani. Lasku suoritettiin niillä nimikkeillä, joilla pakkauskoot olivat tiedossa ja jotka vaikuttivat olevan oikein. Silmämääräisesti komponenttilavoja tarkastellessa arvio vaikuttaisi olevan validi. Lisäksi approksimaatio ottaa huomioon tilannetta, jossa komponentteja voi lastata lavalle vähemmän kuin niiden laskennallinen tilavuus johtuen satunnaisen kokoisista komponenttilaatikoista. Satunnaisuus johtuu monesta käytettävästä toimittajasta, jolloin kuljetuslaatikon dimensiot riippuvat toimittajan käyttämästä pakkauksesta.

Laskenta suoritettiin Excel-ohjelmistolla. Laskuihin otettiin mukaan luokkien B ja C nimikkeet. Palautusten tarvitsemaa lavamäärää arvioitiin päivätasolla laskemalla tilanteet, jolloin komponenttia ei tarvita erän valmistumista seuraavana päivänä. Tällöin komponenttia on jäljellä aina maksimissaan yhden kuljetuslaatikon verran, koska komponentteja tullaan tilaamaan vain tarpeen mukaan. Päivätason mediaaniksi saatiin 14 nimikettä ja maksimiksi 50. Kun nimikkeiden määrä jaetaan kymmenellä ja pyöristetään saatu luku ylöspäin seuraavaan kokonaislukuun, saadaan lavamäärän mediaaniksi 2 ja maksimiksi 5.

Diplomityön lopussa tarkastettiin varastokirjanpidosta perävaunuun päivittäin lastattujen lopputuotteita sisältävien lavojen määrä kahden kuukauden ajalta. Lähes viikoittain huomattiin 1- 2 päivää, jolloin kuljetus oli ollut täynnä. Muina päivinä vapaata tilaa oli noin 10-20 lavan verran, eli noin 15-30 % kuljetuksen kapasiteetista. Ideaalitalanne olisi sellainen, että palautettavat komponentit mahtuisivat samaan kuormaan lopputuotteiden kanssa, jolloin kuljetuksista ei muodostuisi ylimääräisiä kustannuksia. Tällä hetkellä joinakin päivinä kaikki palautettavat komponentit eivät tulisi mahtumaan kuljetukseen, jolloin palautukseen muodostuisi käytännössä viivettä. Näin tuotantolaitokselle jäisi palautettaville komponenteille pieni tarpeen mukaan käytettävä välivarastointitila. Rajallisen kuljetuskapasiteetin vuoksi lopputuotteita kuljettavan perävaunun

lastausjärjestystä tulisi muuttaa niin, että palautettavat komponentit lastattaisiin kuormaan viimeisenä. Näin komponenttien palautukset eivät aiheuttaisi lopputuotteiden läpimenoajan kasvua ja mahdollisia viivästyksiä asiakastilausten toimituksiin, jos valmistuserä on tehty tilausohjautuvasti.

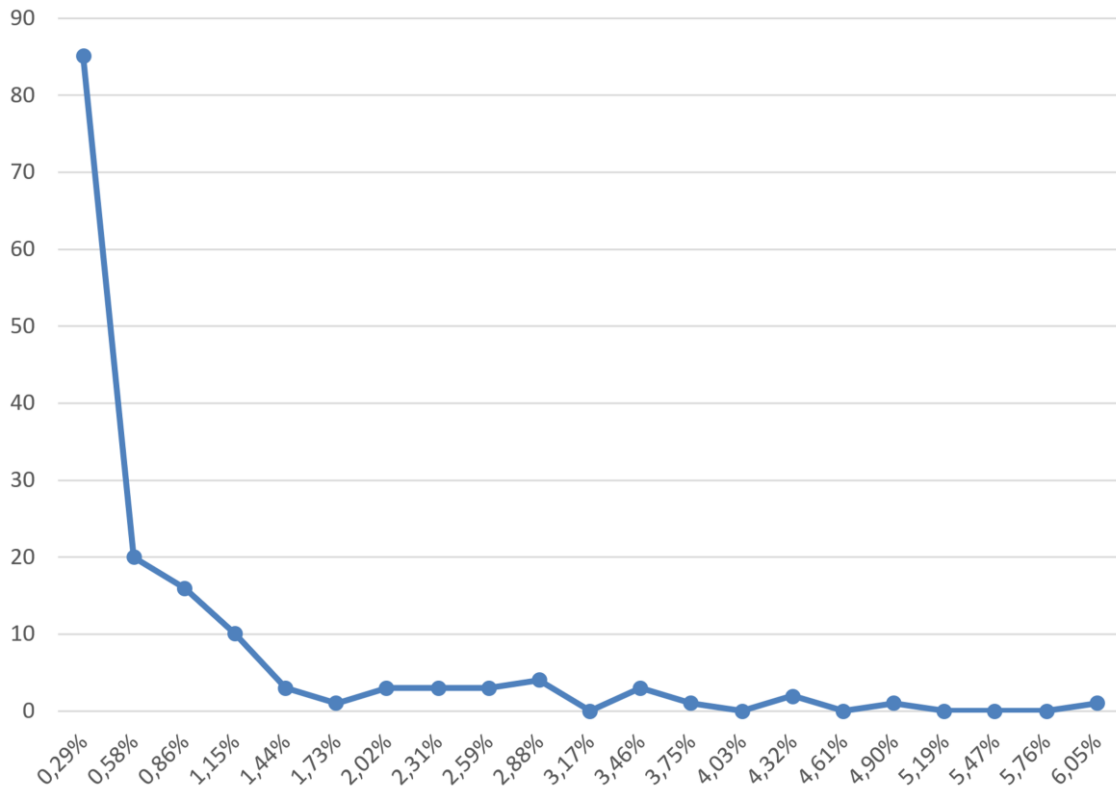
7.3 Vialliset komponentit

Vialliset komponentit voivat olla uhka kapasiteetin käyttöasteen suhteen. Kaikkia komponentteja ei tarkasteta, koska tarkastus aiheuttaa komponentteihin pintavirheitä. Näin tuotantoon voi päätyä viallisia komponentteja. Tällä hetkellä vialliset komponentit aiheuttavat pahimmillaan tarpeen siirtyä tekemään toista lopputuotetta, jolloin kapasiteetin käyttöaste laskee vain vian huomaamisen ja vaihtoajan vuoksi. Jatkossa mahdollisuutta siirtyä tekemään toista lopputuotetta ei ole, koska käytössä on vain tarvittava määrä materiaalia kyseiselle päivälle suunniteltujen valmistuserien perusteella. Koko erän viallisuuteen ei tulla varautumaan, koska se tarkoittaisi käytännössä vähintään kahden päivän tuotannon lukitsemista. Siihen ei haluta ryhtyä, koska tulevaisuuden tavoitetila on mahdollisimman pienet varastot mahdollisimman nopealla reagointiajalla. Toisaalta tämänkaltaisia tilanteita ei juurikaan ole tapahtunut aiemmin, jolloin erittäin harvinaiseen poikkeukseen varautuminen olisi tehokkaan toiminnan vastoin toimimista. Myös yrityksen käyttämä palveluaste sallii tämänkaltaisten harvinaisten poikkeustilanteiden tapahtumisen. Yksittäisten komponenttien viallisuuteen voidaan varautua tilaamalla suuremman, kuin tarpeen määrittelemän määrän. Tämä otetaan huomioon romutusten määrästä lasketulla kertoimella.

Romutusten määrää tarkasteltiin pitkällä aikavälillä, koska yksittäisiä romutuksia ei voi kohdistaa niitä aiheuttaneisiin valmistustilauksiin, ja koska romutuksia on kirjattu toiminnanohjausjärjestelmään satunnaisin väliajoin. Jos aikaväli jaettaisiin kuukausi- tai viikkotasolle, tulisi tuloksista kuitenkin ottaa keskiarvo, koska edellisen kuun aikana valmistetut erät ovat voineet aiheuttaa tarkasteltavalla aikavälillä tehdyt romutukset. Tuloksista rajattiin ulkopuolelle sellaiset nimikkeet, joita on valmistettu maksimissaan kaksi kertaa aikavälillä. Näissä yksittäiset mahdolliset romutukset vaikuttavat suhteessa ylimääräisen paljon verrattuna usein tarvittaviin komponentteihin. Myös yksittäiset isot romutukset harvoin käytettäviltä komponenteilta rajattiin ulkopuolelle. Niissä romutukset

ovat olleet kohtuuttoman suuria verrattuna yleiseen romutusasteeseen. Esimerkiksi harvoin käytetty komponenttiterä on voinut pilaantua pölyn takia, jolloin romutuksen aiheuttamaan puutetilaa ei oltaisi voitu varautua romutuksista lasketulla tilausmäärää nostavalla kertoimella. Kertoimen tarkoitus on sama kuin varmuusvarastolla: varautua satunnaisvaihteluihin, ei selkeästi normista poikkeaviin tilanteisiin.

Romutuksia tarkasteltiin aikavälillä 1.12.2017-1.12.2018 vertaamalla komponenttien romutusten ja tarpeen määrää nimikekohtaisesti. Tiedot saatiin ERP:stä, ja tarkastelu tehtiin Excel-ohjelmassa. Romutettuja nimikkeitä saatiin 156 kpl. Näiden suhteesta laskettiin prosenttiosuus, miten paljon kutakin komponenttia oli romutettu verrattuna komponentin tarpeeseen. Saadut prosenttiosuudet jaettiin 20 yhtä suureen osuuteen nollan ja maksimin välillä, jolloin voitiin tarkastella miten romutettujen nimikkeiden lukumäärät jakaantuvat romutusten suhteellisen osuuden mukaan. Kuvassa 18 nähdään romutussuhteen jakauma, joka näyttää eksponentiaalisesti jakautuneelta. Y-akselina on romutettavien nimikkeiden lukumäärä, ja x-akselina romutusten suhde käyttövolyymiin. Kun jakauman pinta-alasta tarkastellaan kertymää, joka kattaisi vähintään käytettävän palveluasteen 98 % verran puutetilanteista, päädytään x-akselilla lukuun 4,32 %. Näin saadaan tarvittavaksi romutukset huomioon ottavaksi kertoimeksi pyöristettynä 1,04. Tilattava komponenttien määrä lasketaan kertomalla valmistuserän tarvitsema komponenttimäärä em. kertoimella.



Kuva 18. Romutussuhteen jakauma

7.4 Omien puolivalmisteiden saatavuus

Yrityksen tavoitetila on poistaa välivarasto muottituotannon ja kokoonpanon väliltä. Jos puolivalmisteet tehdään varasto-ohjautuvuuden sijasta suoraan tarpeeseen, nousee muottikoneiden häiriöt suurimmaksi riskiksi kokoonpanon kannalta. Riskin arviointi suoritettiin kartoittamalla, miten monen kokoonpanon kasaaman lopputuotteen valmistuminen on riippuvainen yksittäisen muottikoneen toiminnasta. Jokaiselle koneelle on olemassa taulukko mitä puolivalmisteita koneella voi tehdä. Jos puolivalmiste löytyy koneen listasta, mahtuu sen muotti koneeseen, ja kone on ainakin ohjelmoitu tekemään kyseistä puolivalmistetta. Ohjelmoinnin lisäksi muottikoneiden ja automaatirobottien muodostamille valmistusprosesseille tehdään optimointia. Optimoinnin tarkoitus on lyhentää valmistukseen kuluva jaksonaikkaa solun sisällä, jolloin solun valmistuskapasiteetti kasvaa kääntäen verrannollisesti jaksonaikaan nähden.

Riskiarvio suoritettiin Excel-ohjelmalla. Arvio aloitettiin yhdistämällä kaikilta koneilta listat, joissa ilmenee kaikki puolivalmisteet, joita koneella voi tehdä. Tästä uudesta

listasta eroteltiin ne puolivalmisteet, joita tehdään vain yhdessä solussa. Solun sisällä tehtävät ja käsiteltävät puolivalmisteet päätyvät toiseen solussa tehtävään puolivalmisteeseen, jotka yhdistettynä muodostavat solun lopullisen outputin. Näin on järkevämpää tarkastella vain solukohtaisesti tehtyjä puolivalmisteita, eikä yksittäisten koneiden tekemiä, sillä jokainen paitsi yksi solu on riippuvainen jokaisesta sen sisällä olevasta muottikoneesta ja automaatirobotista. Kyseinen solu ei vaikuttanut arvioon, sillä se ei valmista puolivalmisteita kokoonpanon käyttöön. Muodostettua puolivalmistelistaa verrattiin ERP:stä saatuun materiaaliluetteloon, jolloin saatiin tietoon kaikki ylemmän tason puolivalmisteet ja lopputuotteet, joiden valmistus riippuu yksittäisistä soluista. Kun tätä listaa verrattiin varastoitaviin puolivalmisteisiin, saatiin tietää mitkä kokoonpanon käyttämät puolivalmisteet ovat riippuvaisia yhdestä solusta. Ei-varastoitavilla läpimenoaika ei ole kriittinen tekijä, joten ne jätettiin tarkastelematta.

Puolivalmisteet tehtiin 11 eri solussa, eli noin kolmasosa muottituotannon soluista tekee uniikkeja komponentteja. Yksittäisistä muottituotannon soluista riippuvaisia puolivalmisteita oli 37 kpl, ja niistä valmistetaan 150 eri lopputuotetta. Nämä lopputuotteet muodostavat noin 32 % tuotantolaitoksen myynnistä. Vastaava luku on 70 %, jos myyntiä verrataan kaikkien lopputuotteiden sijasta vain kokoonpanon valmistamiin lopputuotteisiin. Kokoonpano on siis suurelta osin riippuvainen yksittäisten solujen toiminnasta. Välivaraston poisto tai pienentäminen vaativat muottituotannon koneiden toimintavarmuuden kasvattamista tai redundanssin nostoa ohjelmoimalla nimikkeiden ajo-ohjelma useammalle, kuin yhdelle solulle.

8 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää, miten komponenttivaraston ulkoistaminen tulee vaikuttamaan materiaalinhallintaan ja sen perusteella hahmotella yrityksen tulologiikka uusiksi komponenttien osalta. Tämän pohjalta oli tarkoitus luoda yrityksen toiminnanohjausjärjestelmälle periaatteet, joilla komponentteja tultaisiin jatkossa tilaamaan tuotannon käyttöön. Lisäksi tavoitteena oli tarkastella projektin kannattavuutta arvioimalla ulkoistuksen vuosittaiset kustannukset ja vertaamalla niitä nykyisiin varastonpidon kustannuksiin.

Tutkielma aloitettiin tutustumalla tuotantolaitoksen toimintaan. Tutustuminen toteutettiin haastattelemalla yrityksen esimiehiä ja muuta henkilökuntaa sekä tekemällä huomioita tuotannon tiloissa. Tutustumisvaiheessa kartoitettiin yrityksen tuotannon toimintatapoja, nimikkeiden eri varastointitapoja, materiaalin liikettä tuotantoprosessien läpi.

Tutustumisvaiheessa kerätyn tiedon perusteella pystyttiin hahmottelemaan millainen materiaalinhallinta tulisi olemaan komponenttivaraston ulkoistamisen jälkeen. Komponenttien materiaalinohjaukselle muodostettiin periaatteet, joiden perusteella yritys voi luoda toiminnanohjausjärjestelmään imuohjauksella komponenttitilaukset hoitavan automatiikan. Valmistuseristä yli jääville komponenteille suunniteltiin käsittelytavat, joissa yhdistyvät komponenttien säilytys tuotantolaitoksella ja palautus komponenttivarastolle. Ulkoistetun toiminnan kustannuksia arvioitiin tuotantolaitoksen toiminnan volyymin ja 3PL tarjousehdotuksen perusteella, ja niitä verrattiin nykyisiin ulkoistettavan kokonaisuuden kustannuksiin. Huomattiin, että kustannukset tulisivat laskemaan noin viidenneksen ulkoistuksen jälkeen. Ulkoistetun toiminnan myötä mahdollisesti realisoituvia riskejä kartoitettiin. Riskien todennäköisyyttä arvioitiin ja niiden välttämiseksi esitettiin ratkaisuehdotuksia.

Lopputulokseksi voidaan todeta, että komponenttivaraston ulkoistaminen valmistustoiminnan kasvattamisen mahdollistamiseksi on mahdollista muodostetuilla komponenttien ohjaustavoilla, ja muutos laskee vuosittaisia materiaalinhallinnan kustannuksia, kun tila saadaan kasvavan tuotannon käyttöön.

LÄHDELUETTELO

Arnold, T. J., Chapman, S. N. & Clive, L. M., 2008. *Introduction to Materials Management*. 6 ed. New Jersey: Pearson.

Bagchi, P. & Virum, H., 1996. European Logistics Alliances: A Management Model. *The International Journal of Logistics Management*, 7(1), pp. 93-108.

Barthelemy, J., 2001. The Hidden Costs of IT Outsourcing. *MIT Sloan Management Review*, 42(3), pp. 60-69.

de Grahl, A., 2011. *Success Factors in Logistics Outsourcing*. s.l.:Gabler Verlag.

Dooley, F., 2005. Logistics, Inventory Control, and Supply Chain Management. *Choices*, Issue 4th quarter, pp. 287-291.

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

Hofer, A. R., Knemeyer, A. M. & Dresner, M. E., 2009. Antecedents and Dimensions of Customer Partnering Behavior in Logistics Outsourcing Relationships. *Journal of Business Logistics*, 30(2), pp. 141-159.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M., 2002. *Johdatus logistiseen ajatteluun*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikokeakoulu.

Hokkanen, S. & Virtanen, S., 2016. *Varastonhoitajan käsikirja*. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Jalanka, J., Salmenkari, R. & Winqvist, B., 2003. *Logistiikan ulkoistaminen - käsikirja ulkoistamisprosessista*. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys ry.

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J., 2004. *Kuljetukset ja varastointi - järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet*. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys ry.

Kildow, B. A., 2011. *A supply chain management guide to business continuity*. New York: American Management Association.

Kremic, T., Tukel, O. I. & Rom, W. O., 2006. Outsourcing decision support: a survey of benefits, risks, and decision factors. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(6), pp. 467-482.

Lambert, D. M. & Stock, J. R., 1993. *Strategic Logistics Management*. 3 ed. s.l.:Richard D. Irwin, Inc..

Lehtonen, J.-M., 2004. *Tuotantotalous*. Vantaa: WSOY.

Lieb, R., Millen, R. & Van Wassenhove, L., 1993. Third-party logistics: A comparison of experienced American and European manufacturers. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23(6), p. 35.

Miller, C. B. & Veenstra, T. B., 2002. Fibonacci: Beautiful patterns, beautiful mathematics. *Mathematics Teaching in the Middle School ; Reston*, 7(5), pp. 298-305.

Min, H. & Zhou, G., 2002. Supply chain modeling: past, present and future. *Computer & Industrial Engineering*, Volume 43, pp. 231-249.

Quélin, B. & Duhamel, F., 2003. Bringing Together Strategic Outsourcing and Corporate Strategy: Outsourcing Motives and Risks. *European Management Journal*, 21(5), p. 647–661.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J., 2011. *Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet*. Saarijärvi: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry & Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry.

Sakki, J., 2014. *Tilaus-toimitusketjun hallinta*. 8 ed. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Silver, E. A., Pyke, D. F. & Peterson, R., 1998. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. 3 ed. s.l.:John Wiley & Sons.

Slack, N., Brandon-Jones, A. & Johnston, R., 2013. *Operations Management*. 7 ed. s.l.:Pearson.

van den Berg, J. & Zijm, W., 1999. Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, Volume 59, pp. 519-528.

Vilpola, I. & Kouri, I., 2006. *Toiminnanohjausjärjestelmän hankinta C-CEI-menetelmän avulla*. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

von Bagh, A., Günther, C. & Salmenkari, R., 2000. *2000-luvun logistiikan johtaminen*. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys.