

Opinnäytetyö (AMK)

Tuotantotalous

NTUTAS12

2016

Jere Mikkola

LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN HELKAMA BICA OY:N KAHDEN TEHTAAN VÄLILLÄ

OPINNÄYTETYÖ (AMK / YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous

2016 | 28

Janne Siivonen (AMK)

Jere Mikkola

LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN HELKAMA BICA OY:N KAHDEN TEHTAAN VÄLILLÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa Helkama Bica Oy:n kahden tehtaan välisen logistiikan nykytilaa. Työn tehtäväksi asetettiin ongelmien juurisyiden löytäminen ja kehitysehdotusten luominen. Kehitysehdotusten toimeenpano rajattiin pois. Nykytilan kartoituksessa käytettiin teemahaastatteluja ja havainnointia.

Tutkimus osoitti, että nykyinen logistinen prosessi tehtaiden välillä ei ole sujuvaa, vaan ongelmia aiheuttavat etenkin katkokset informaationkulussa. Ongelmat aiheuttavat riskin tilausten myöhästymiselle ja asiakastyytyväisyyden laskulle. Logistinen prosessi nykytilassaan ei ole tehokasta ja materiaali- ja siirtojen hallinta ei ole riittävällä tasolla. Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan tehdä se, että nykymallilla ei voida jatkaa, vaan muutoksia on tehtävä.

Työn tuloksena tuotiin esille ehdotus yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän hyödyntämisessä enemmän tehtaiden välisissä siirroissa. Toiminnanohjausjärjestelmästä löytyy ominaisuus, jota ei nykytilassa hyödynnetä, mutta olisi tarpeellista ottaa käyttöön. Ominaisuuden käyttöönotto kasvattaisi tehtaiden välisten materiaali- ja siirtojen hallintaa. Ehdotuksena tuotiin esille myös Lean-ajattelun työkalujen käyttämistä logistiikan kehittämisessä.

ASIASANAT:

Logistiikka, kehittäminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management Engineering

2016 | 28

Janne Siivonen (Tuas)

Jere Mikkola

DEVELOPING LOGISTICS BETWEEN THE TWO FACTORIES OF HELKAMA BICA LTD

The purpose of this study was to identify the current state of logistics between the two plants of company named Helkama Bica Ltd. The factories are located in Kaarina and Hanko. The aim was to find the root causes of possible problems and create development proposals. Implementations of the proposals were excluded. The data for identifying the current state was collected by semi-structured interviews and observing.

Study showed that the existing logistic process is not working well and problems are mainly interruptions in the information flow. The problems are causing a risk for delay and lower customer satisfaction. The logistic process in its current state is not effective and the material flow is not at a sufficient level. The conclusions can be made that with the current model cannot be continued, but changes must be made.

As a result of the study was the proposal of utilizing the company's enterprise resource planning system more in the transfers between the two factories. ERP system includes a feature that is not exploited but it would be necessary to introduce. The introduction of this feature would increase the management of material flow between the factories. The proposals also highlighted the use of Lean tools for developing logistics.

KEYWORDS:

Logistics, development

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 LOGISTINEN PROSESSI	8
2.1 Logistiset virrat	8
2.2 Toimitusketju	9
2.3 Arvoketju	10
2.4 Logistiikan hajautuneisuus	11
2.5 Perushyödyt	12
3 LEAN-AJATTELU LOGISTIIKAN KEHITTÄMISEN TYÖKALUNA	13
3.1 Lean-työkalut logistiikan kehittämisessä	15
4 TEHTAIDEN VÄLISEN LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN – CASE HELKAMA BICA OY	17
4.1 Materiaalivirrat Kaarinan ja Hangon tehtaiden välillä	17
4.2 Logistiikan hallinnan parantaminen toiminnanohjausjärjestelmän avulla	19
4.3 Kanban-järjestelmä palmikkolankojen siirtojen kehittämisessä	23
4.4 Muut kehitysehdotukset	25
5 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	28

KUVAT

Kuva 1. Logistiset virrat (Logistiikan maailma 2011, 22)	9
Kuva 2. Viisi Lean periaatetta (Muokattu, Lean Enterprise Institute)	13
Kuva 3. Kanban-järjestelmä (Toyota)	16
Kuva 4. Materiaalivirrat tehtaiden välillä	18
Kuva 5. Informaationkulku nykytilassa	20
Kuva 6. Informaationkulku siirtoehdotusten käyttöönoton jälkeen	21
Kuva 7. Palmikkolankojen siirtelyyn käytettävät laatikot	24

TAULUKOT

Taulukko 1. Hukkatyypit ja niiden kuvaus	14
--	----

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä, joka integroi yrityksen eri toiminnot.
Resurssitehokkuus	Kuinka paljon resurssi tuottaa arvoa tiedettynä ajanjaksona. Jos resurssitehokkuus on suuri, niin resurssilla on aina virtausyksikkö jolle tuottaa arvoa.
Virtaustehokkuus	Tuodaan virtausyksikköön mahdollisimman paljon arvoa mahdollisimman lyhyessä ajassa. Korkea virtaustehokkuus tarkoittaa, että jalostettava yksikkö kulkee toimintojen läpi ilman katkoksia.

1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoitus on tutkia ja kehittää Helkama Bica Oy:n kahden tehtaan välistä logistiikkaa. Tehtaat sijaitsevat Kaarinassa ja Hangossa. Tavoite on ongelmakohtien löytäminen ja logistiikan kehittäminen virtaus- ja resurssitehokkaammaksi. Tehtävänä on kartoittaa ongelmat ja luoda kehitysehdotuksia. Kehitysehdotusten toimeenpano on rajattu pois. Toimeksiantaja Helkama Bica Oy on suomalainen perheyrittäjä, joka on erikoistunut laiva-, offshore- ja teollisuuskaapeleihin. Helkama Bica on sitoutunut vastaamaan asiakkaiden vaatimuksiin laadun, saatavuuden ja palvelun saralla. Helkama tunnetaan laajasti luotettavana toimijana. Kaapeleilla onkin kaikkien suurten luokituslaitosten hyväksynät.

Logistiikan kehittäminen on ennen kaikkea kyse yhteistyön kehittämistä. Logistisissa prosesseissa on aina suuri potentiaali parantaa työn ja pääoman tuottavuutta. Yrityksessä on tavoitteena lisätä toiminnan tehokkuutta optimoimalla kahden tehtaan välistä toimintaa, ja siksi myös logistiikan täytyy olla sujuvaa. Opinnäytetyö keskittyy materiaali- ja informaatiokulun sujuvuuteen sekä toimivaan materiaalinohjaukseen. Myös logistiikan kustannustehokkuus otetaan huomioon työtä tehdessä.

Teoriaosuudessa tuodaan esille logistisen prosessin teoria, joka tukee työn käytännön osuutta. Teoriaosuudessa tuodaan myös esille Lean-ajattelun mahdollisuuksia logistiikan parantamiseen. Käytännön osuudessa tuodaan esille logistiikan nykytila. Työn loppu-osassa arvioidaan ongelmien juurisyitä sekä tuodaan esille ratkaisuehdotuksia. Tutkimusmenetelminä työssä käytetään haastatteluja ja havainnointia. Toimeksiantajayrityksen toiminnanohjausjärjestelmä on myös merkittävä tiedonlähde työn kannalta. Tekijä on aikaisemmin työskennellyt yrityksessä varaston eri työtehtävissä.

2 LOGISTINEN PROSESSI

Logistiikalle löytyy monia määritelmiä. Yhtenä määritelmänä voidaan pitää, että logistiikka on tuottavan ja kustannustehokkaan hankintatoimen, varastoinnin sekä kuljetukseen liittyvien materiaalien ja palveluiden suunnittelua, toteutusta ja seuranta samalla ottaen huomioon asiakasvaatimukset. (Logistiikan maailma 2011, 20.) Logistiikka ei ole vain toiminto, jossa siirretään tavaraa eteenpäin. Logistinen prosessi liittyy moneen eri vastuu-alueeseen ja on yhtä paljon osa markkinointia kuin materiaalitoimintoja. Se koostuu monesta hajallaan sijaitsevasta työtehtävästä ja tukee liiketoiminnan ydinprosessin toteuttamista. (Sakki 2003, 23.) Strategisessa johtamisessa logistiikka voidaan määrittellä tavaran hankintaan, tuotantoon ja jakeluun liittyväksi strategisesti johdetuksi ja integroiduksi materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen prosessiksi. Tavoitteena on yrityksen tuoton parantaminen strategisilla valinnoilla, lisäarvon tuottaminen asiakkaalle, materiaalitoimintojen kustannustehokkuus ja kierrätyksen lisääminen. (Hokkanen ym. 2014, 13.)

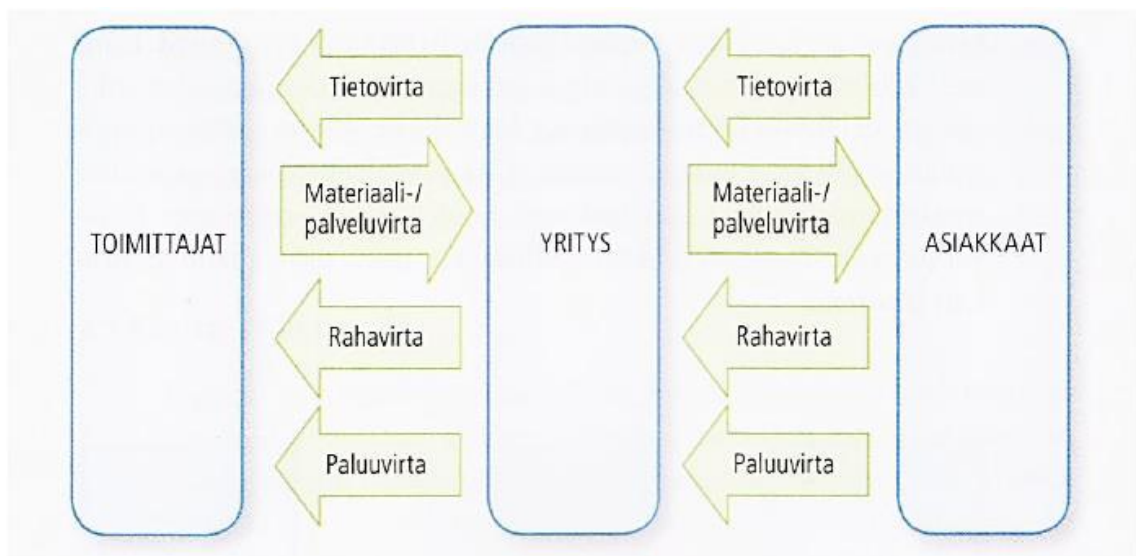
Logistiikka koostuu tulo-, sisä- ja lähtölogistiikasta. Tulologistiikkaan kuuluu materiaalien vastaanotto, tarkastus, purkaminen ja varastoon sijoittaminen. Sisälogistiikalla tarkoitetaan materiaalien käsittelyä organisaation sisällä, kun kyseessä ei ole tulo- tai lähtölogistiikka. Lähtölogistiikka tarkoittaa varastosta keräilyä, pakkaamista ja lähettämistä. Lähtölogistiikkaan sisältyy myös paluulogistiikka ja lisäarvopalvelut, kuten kierrätysmateriaalien palautus. (Logistiikan maailma 2011, 20.)

2.1 Logistiset virrat

Keskeisimpiä logistisia virtoja ovat materiaalivirta, informaatiovirta ja pääomavirta. Materiaalivirralla tarkoitetaan yleensä materiaalin fyysistä kulkua toimitusketjussa. Materiaalivirta voi kuitenkin olla myös aineeton hyödyke. Perinteisessä logistiikassa myös palvelu sitoutuu materiaaliin. Tällöin virtaan kuuluu aineellista materiaalia ja aineetonta palvelua. Esimerkkinä voidaan pitää kuljetusyhtiötä, joka siirtää fyysisen tuotteen toimittajalta asiakkaalle. Kyseiseen tilanteeseen kuuluu myös palvelu tuotteen toimittamiseksi. Materiaalin liikkuminen vaatii liikkeen käynnistävän informaatiovirran. Impulssin käynnistää usein asiakkaan tekemä tilaus ja päättyy laskuun tai huonossa tapauksessa reklamaatioon. Informaatiovirtaa pidetään logistisia virtoja merkittävämpänä, sillä sen avulla

ohjataan koko materiaalien toimitusketjua raaka-aineesta loppukäyttäjälle sekä loppukäyttäjältä valmistajalle palautuvia maksusuorituksia. Informaatiovirta on siis kaksisuuntainen.

Materiaalivirtojen mukana siirtyy pääomaa. Rahavirran tärkein lähde tuottajalle on asiakas, jolta rahavirtaa saadaan myyntituloina. Pääomavirta on käänteinen materiaalivirralla ja se on rahan siirtymistä loppuasiakkaalta myyvään yritykseen ja sieltä edelleen tavaratoimittajalle. (Hokkanen ym. 2014, 14-15.) Logistiset virrat on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1. Logistiset virrat (Logistiikan maailma 2011, 22)

2.2 Toimitusketju

Toimitusketju kuvaa organisaatioiden asemaa pitkässä toimijaverkossa. Toimitusketju on verkosto, joka yhdistää yrityksen ja sen tavarantoimittajat jakeluorganisaatioihin ja asiakkaisiin. Toimitusketjun tarkoituksena on muuntaa raaka-aineet lopputuotteeksi asiakkaan tarpeiden mukaan ja se muodostuu monista yrityksistä ja suhteista. Toimitusketjun tavoitteena on lisätä toimijoiden yhteistyötä, saumattomuutta ja asiakaslähtöisyyttä. (Logistiikan maailma 2011, 20.) Toimitusketjussa materiaalit kulkevat ylävirrasta alavirtaan ja informaatio päinvastaiseen suuntaan. Rahaa käytetään näiden toimintojen hoitamiseen, joten rahavirrat ovat myös tärkeä asia toimitusketjun hallinnassa. (Ritvanen & Koivisto 2007, 18.)

Logistiikan näkökulmasta toimitusketjua tarkastellaan esimerkiksi hankintojen, varastoinnin ja jakelun merkityksestä ja tarpeellisuudesta ketjussa. Toimitusketjun hallinnalla pyritään vastaamaan asiakastarpeisiin, kasvattamaan markkinaosuutta ja yleensä pysymään mukana kilpailussa. (Ritvanen & Koivisto 2007, 20.)

2.3 Arvoketju

Arvoketjulla kuvataan arvon luomista asiakkaalle. Sillä kuvataan yksiköitä, jotka osallistuvat arvon luomiseen. Arvoa voidaan luoda paitsi materiaali- myös informaatio- ja pääomavirtojen ja niihin liittyvien toimintojen kautta. Arvoketjuajattelussa pyritään poistamaan kaikki arvoa lisäämättömät asiat tai ainakin vähentämään niitä. Arvoa lisääviin työtehtäviin pitäisi siis kiinnittää enemmän huomiota kilpailukyvyn säilyttämiseksi. Kilpailuetu syntyy myös siitä, miten arvoa lisäävät toiminnot pystytään liittämään yhteen. (Ritvanen & Koivisto 2007, 26.)

Arvoketjun keksijänä pidetään amerikkalaista professoria Michael Porteria. Hänen mukaansa arvoketjuanalyysi auttaa löytämään strategian kannalta tärkeimmät toiminnot. Porterin keskeinen käsite on kilpailuetu, joka on muodostunut tunnetuksi strategiatermiksi. Hänen mukaansa kilpailuedun kartoittaminen arvoketjun perusteella pohjautuu toimintopohjaiseen näkemykseen yrityksestä. Toiminnot tuottavat yritykselle kustannuksia ja asiakkaalle arvoa. Kilpailuetu puolestaan muodostuu toiminnoista. Arvoketjuanalyysin avulla voidaan tunnistaa ne toiminnot, jotka ovat erityisen keskeisiä hinnan muodostumisessa tai erilaistamisessa. (Ritvanen & Koivisto 2007, 28.)

Arvoketju koostuu arvon tuottamiseen kuluva osuudesta ja voittomarginaalista, joka jää jäljelle, kun arvon tuottamiseen kuluneiden toimintojen kustannukset vähennetään asiakkaan maksamasta hinnasta. Arvoketjuajattelun tavoitteena on pyrkiä välttämään kaikkea sitä, mikä ei tuota arvoa, vaan aiheuttaa vain kustannuksia. Esimerkkinä voidaan pitää vaikka tuotteiden valmistamista, vaikka niille ei ole vielä tilaustakaan, virheiden korjaamista, turhaa odottamista, kuljettamista tai varastointia. On arvioitu, että tehdastuotinnasta alle 5 prosenttia tuottaa arvoa, 35% on välttämättömiä vaikkakin arvoa tuottamattomia ja 60% toiminnoista ei tuota mitään. Yrityksen toiminnassa on varsin helppoa nähdä ne asiat, jotka tuottavat arvoa, mutta paljon vaikeampaa on havaita turhat toiminnot. (Ritvanen & Koivisto 2007, 28.)

2.4 Logistiikan hajautuneisuus

Organisaatio koostuu toiminnoista, jotka lisäävät arvoa lopputuotteeseen. Näitä toimintoja johdetaan erikseen. Logistiikan jakautuminen toiminnoissa voi aiheuttaa kuitenkin ongelmia. Osto etsii luotettavaa toimittajaa ja pyrkii pieniin materiaalikustannuksiin ostamalla suuria eräkokoja. Tuotanto pyrkii korkeaan kapasiteetin käyttöasteeseen. Varasto haluaa lyhyttä materiaalien kiertoa. Myynti pyrkii lyhyeen toimitusaikaan. Helposti toimintojen pyrkimykset ajautuvat kuitenkin konfliktiin. (Waters 2003, 34-37).

Hajautunut toimitusketju aiheuttaa myös haasteen informaationkulun organisoimiseen eri toimintojen välillä. Raaka-aineet voivat olla vähissä tuotannossa ja he tarvitsevat uuden täydennyksen. Informaation pitäisi kulkea saumattomasti ostolle. Jos tiedon pitää siirtyä toiminnosta toiselle, niin virheenmahdollisuus, epävarmuus ja viivästymisen riski kasvaa. Tämä johtaa toimitusten myöhästymiseen, hätätilauksiin, kiirehtimiseen ja vajaukseen. Tiivistettynä logistiikan hajautumisen ongelmat ovat:

- Organisaation sisäiset ristiriitaiset päämäärät
- kasvava resurssien tarve ja tuottavuuden lasku
- Puutos toimintojen välisessä informaation kulussa
- Heikko yhteistyö toimintojen välillä
- Epävarmuuden ja myöhästymisten lisääntyminen toimitusketjussa
- Suunnittelun haastavuus
- Välivarastojen lisääntyminen
- Tärkeän tiedon jääminen pimentoon
- Logistiikan tärkeyden huomiotta jättäminen organisaatiossa (Waters 2003, 34-37.)

Logistiikkaa ei tulisi ajatella sarjana erillisiä toimintoja, vaan yhtenä integroituna toimintona. Tällöin kaikki toiminnot työskentelevät yhdessä parhaan tuloksen saavuttamiseksi. Käytännössä on vaikeaa integroida kaikki logistiikka organisaatiossa. Vähitellen yksittäinen toiminto voisi huolehtia materiaalien hankkimisprosessista ja toinen tuotteiden lähettämiprosessista. Tällöin materiaalin hallinta huolehtisi tuotannon kanssa materiaalien vastaanottamisesta ja materiaalien kulkeutumisesta toimintojen läpi. Jakelu hoitaisi myynnin kanssa materiaalien ulosvirtauksen. (Waters 2003, 34-37).

2.5 Perushyödyt

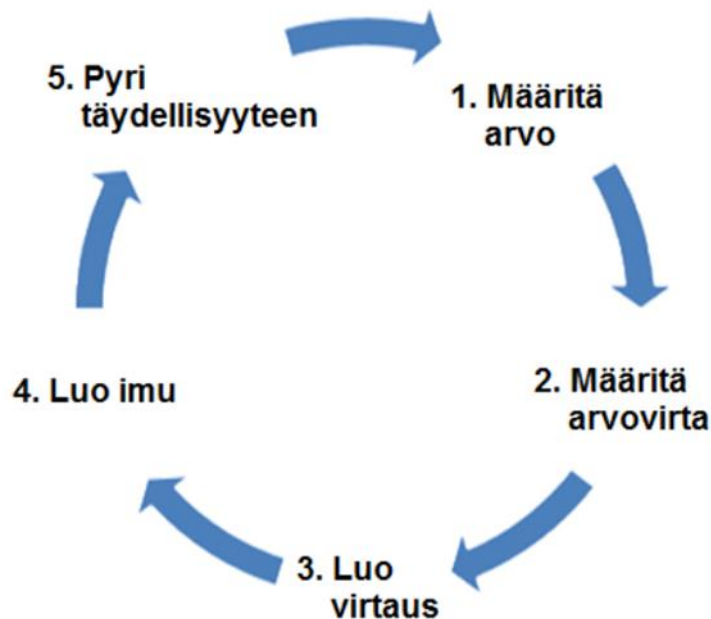
Kuluttaja ostaa tuotteen saadakseen tuotteesta hyötyä, eikä vain tuotteen itsensä vuoksi. Hyöty on yleensä, jonkin tarpeen tyydyttämistä. Tuote ei kuitenkaan tyydytä kuluttajan tarpeita ennen kuin tuotteen perushyödyt on täytetty. Kolme perushyötyä on paikka-hyöty, aikahyöty ja omistushyöty. Tuotteen, puolivalmisteen tai raaka-aineen on oltava oikeassa paikassa, jotta siitä olisi hyötyä tarvitsijalleen. Hyödynsaajana on siis loppu-käyttäjän lisäksi jokainen osallistuja toimitusketjussa. Aikahyöty tarkoittaa sitä, että tuote on käytettävissä oikeaan aikaan. Jos tuote saapuu liian aikaisin, tuote on oikeassa pai-kassa mutta sitä ei tarvita, eikä siitä muodostu omistushyötyä. Tällöin muodostuu varas-tointi- ja pääomakustannuksia. Etenkin tuoretuotteilla, jotka voivat pilaantua ennen käyt-tötarvetta. Myöhästynyt toimitus aiheuttaa myös aina kustannuksia, mikäli tuote ei ole käytettävissä silloin kun sille on tarvetta. Omistushyötyä ilmenee vain, jos asiakas tarvit-see tuotteen käyttöönsä. Myynti tarjoaa asiakkaalle omistushyötyä ja logistiikkaa huo-lehtii tuotteen saatavaksi oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. (Hokkanen ym. 2014, 17-18).

Tukihyötyinä pidetään tuotehyötyä, laatuhyötyä ja kustannushyötyä. Tuotehyöty tar-koittaa sitä, että toimitetaan oikeaa tuotetta oikean suuruisena määränä. Laatuhyöty saa-vutetaan, kun tuote on asiakkaalla oikean laatusena. Kustannushyöty koostuu kaikkien hyötyjen aiheuttamien kustannusten summasta ja vaikuttaa sekä asiakkaaseen että toi-mittajaan. Yhteenvetona voidaankin määritellä, että logistiikka käsittää kaikki ne tekijät, joiden avulla saavutetaan tilanne, jossa oikea tuote, oikean määräisenä, on oikeassa paikassa, oikean tarvitsijan käytettävissä, oikeaan aikaan, oikean laatusena ja oikeilla kustannuksilla. (Hokkanen ym. 2014, 17-18).

3 LEAN-AJATTELU LOGISTIIKAN KEHITTÄMISEN TYÖKALUNA

Lean on johtamistyökalu, jota käytetään hukan poistamiseen prosesseista. Tehtävänä on luoda paras mahdollinen arvo asiakkaalle ottaen huomioon tuottajan tarpeet. Tarkoituksena on optimoida suurempia kokonaisuuksia. Tämä saavutetaan maksimoimalla resurssien käyttöä sekä lyhentämällä läpimenoaikaa. Läpimenoaika lyhenee leikkaamalla pois kaikki mahdolliset lisäarvoa tuottamattomat toimet. Jotta ajattelusta olisi hyötyä, sen täytyy levitä kaikkiin yrityksen toimintoihin toimiakseen kunnolla. Lean-ajattelu vaatiikin tehtaan erilaisten prosessien ymmärtämistä ja kokonaisuuksien hallintaa. (Santos 2006. 1-6.)

Lean-prosessi koostuu viidestä kohdasta, joita tulee noudattaa Lean-ajattelua implementoidessa. Periaatteet on esitetty alla kuvassa 2.



Kuva 2. Viisi Lean-periaatetta (Muokattu, Lean Enterprise Institute)

Ajattelu on lähtöisin 1940 -luvulta ja sitä käytettiin alun perin Toyotan tuotannon kehittämässä. Lean filosofia perustuu seitsemän hukkan poistamiseen. (Santos 2006, 1-6.) Hukkaa ovat tarpeeton kuljetus, tarpeeton varasto, tarpeeton liikkuminen, odotus, ylituotanto, tarpeeton käsittely ja vialliset tuotteet. (Drew 2004, 15.) Hukat on kuvattu paremmin alla olevassa taulukossa.

Taulukko 1. Hukkatyypit ja niiden kuvaus (Drew 2004, 193-195.)

Hukka	Kuvaus
Tarpeeton kuljetus	Materiaalien ylimääräinen liike. Johtaa läpimenoajan kasvuun ja riskiin materiaalin rikkoutumiseen.
Tarpeeton varasto	Pääomaa sitoutunut varastoihin. Turhia kustannuksia ylimääräisestä varastoinnista.
Tarpeeton liikkuminen	Heikko työkohteiden organisointi ja työnjärjestely, josta seuraa turhaa liikkumista ja tavaroiden katoamista.
Odotus	Arvoa tuottamatonta aikaa. Odotusaika johtaa heikkoon virtaus- ja resurssitehokkuuteen.
Ylituotanto	Heikko tiedon tai tavaroiden virta. Liian suuret varastot. Tuotetaan liian paljon tai liian aikaisin
Tarpeeton käsittely	Sama asia joudutaan tekemään useasti tai siihen joudutaan käyttämään tarpeettomasti aikaa. Syynä on usein vääränlaisien työkalujen, menettelytapojen tai systeemien käyttö.
Vialliset tuotteet	Virheet, jotka toistuvat usein. Johtaa laatuongelmiin ja heikkoon toimituskykyyn.

3.1 Lean-työkalut logistiikan kehittämisessä

Lean-filosofia sisältää monia eri työkaluja, joita voidaan käyttää logistiikan kehittämisessä. Seuraavana muutamia suosituimpia työkaluja:

Kaizen

Kaizen muodostuu japanin kielen kahdesta sanasta; Kai – muutos ja Zen – hyvä. Idea perustuu ajatteluun, että prosessi ei ole koskaan täydellinen, joten toimintoja pitää aina parantaa. Kaizen on jatkuvan parantamisen peruseräite ja tapa implementoida jatkuva parantaminen hukkan poistoon. (Santos 2006, 2.)

JIT

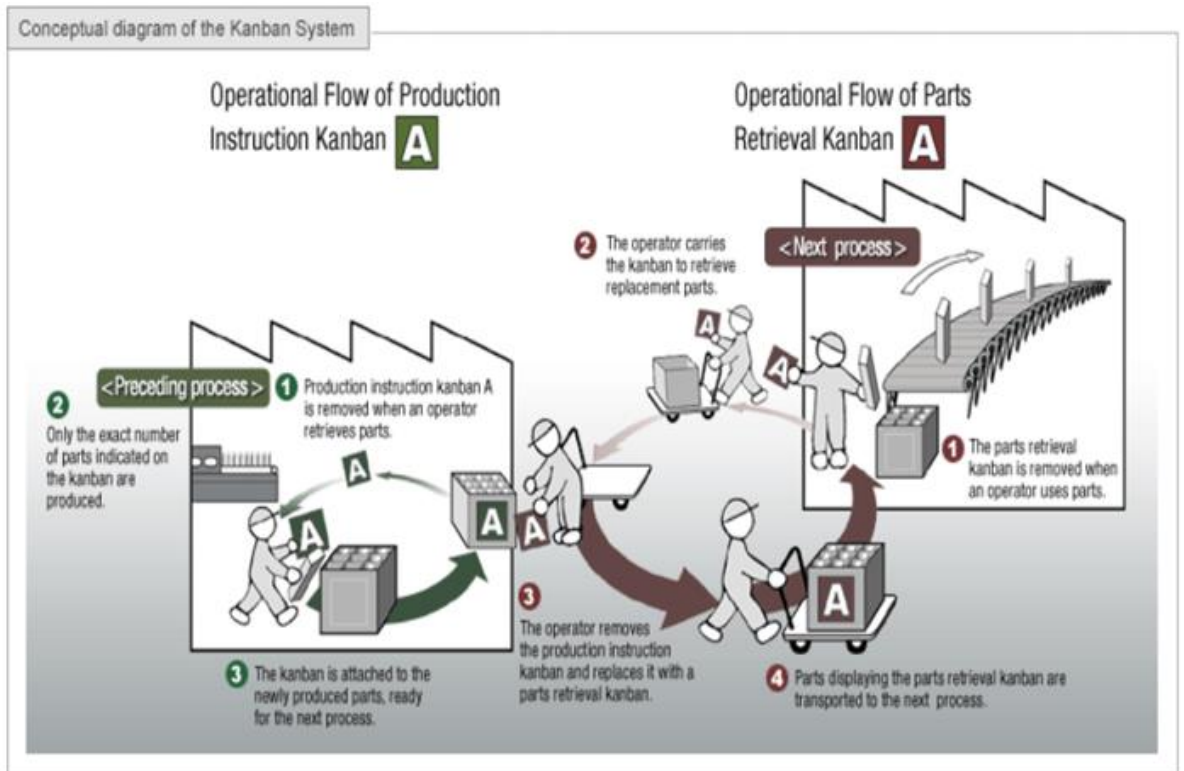
Just-In-Time pyrkii korkeaan virtaustehokkuuteen tuotannossa. Pääelementit ajattelussa ovat:

- Vähentää keskeneräisen tuotannon määrää
- Pitää vain tarvittavat materiaalit varastossa
- Parantaa laatua viallisten tuotteiden vähentämiseksi
- Vähentää läpimenoaikaa minimoimalla asetusaikaa, jaksonaikaa ja eräkokoja.

Tarkoitus on myös tehdä edellä mainitut asiat kustannustehokkaasti. (Santos 2006, 4.)

Kanban

Kanban on aikataulutussjärjestelmä Lean- ja Just-In-Time -tuotantoon. Kanban tulee japanin kielestä ja tarkoittaa signaalia. Järjestelmää käytetään imuohjauksessa kertomaan milloin tuotannon pitäisi alkaa. Imuohjaus käyttää signaalia pyytäessään tuotantoa ylävirran osastoilta. Kanban voi olla eri muodoissa, kuten kortti, valo tai kori. Ylävirran osastot valmistavat vain kun signaali tulee. Kanban-järjestelmää käytetään materiaalivirtojen hallinnointiin. Vain materiaaleja, joita on käytetty, tehdään lisää. Kuvassa 3 on esitetty Kanban-järjestelmä yksinkertaisesti. (Santos 2006, 174.)



Kuva 3. Kanban-järjestelmä (Toyota)

4 TEHTAIDEN VÄLISEN LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN – CASE HELKAMA BICA OY

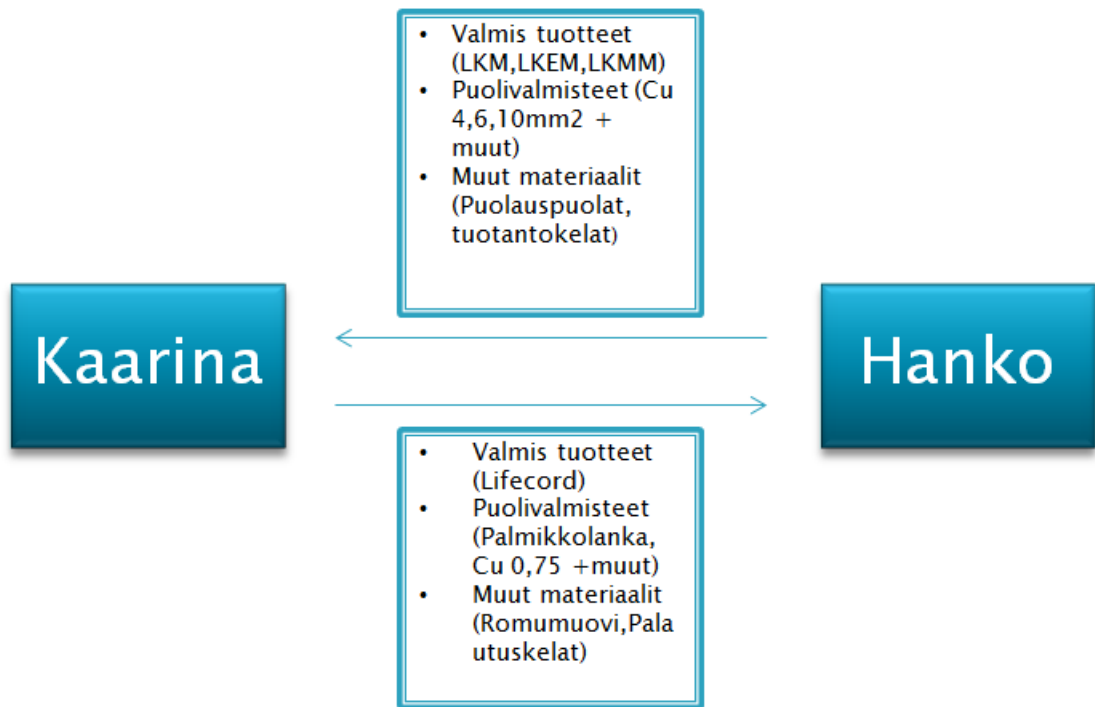
Yrityksessä vallitsee laaja epätietoisuus tehtaiden välisten siirtojen vastuusta. Materiaalien siirtämiselle tehtaasta toiseen ei ole tehty toimintaohjetta. Nykytilassa ei ole kehtään vastuuhenkilöä, jolle olisi annettu vastuu siirtojen suorittamisesta. Siirtopyyntöjä tulee paljon ja on epäselvää miten ja kenelle ilmoitetaan. Tämä vastuuhenkilön puuttuminen on aiheuttanut monesti sen, että siirtoja on jäänyt tapahtumatta tai tieto siirroista on tullut liian myöhään. Ongelmana on myös ollut materiaalsiirtojen priorisointi, jolloin kiireellisiä materiaalsiirtoja on jäänyt siirtämättä. Tässä osiossa pureudutaan kyseisiin ongelmiin ja tuodaan esille kehitysehdotuksia ongelmien ratkaisemiseksi.

4.1 Materiaalivirrat Kaarinan ja Hangon tehtaiden välillä

Tehtaiden välillä kulkee tällä hetkellä puoliperävaunuyhdistelmä kolme kertaa viikossa. Kuljetuksille on sovittu vakiopäivät maanantai, keskiviikko ja torstai. Useasti on kuitenkin jouduttu turvautumaan ylimääräisiin kuljetuksiin yllättävien siirtotarpeiden johdosta. Kuljetukset ovat ulkoistettu kuljetusyhtiölle, joka hoitaa myös Kaarinan lähialueen asiakastoimitukset. Kuljetus lähtee aamulla Kaarinan tehtaalta ja palaa takaisin iltapäivällä Hangon tehtaalta.

Kuljetusmääriä seurattiin kahden kuukauden ajan, jolloin siirretyt kilo- ja kollimäärät tilastoitiin. Lähteenä seurannassa käytettiin siirroissa käytettyjä rahtikirjoja. Seurannassa huomattiin, että arviolta kolminkertainen määrä, niin kiloissa kuin kollimäärissäkin, siirtyi kahden kuukauden aikana Hangon tehtaalta Kaarinan tehtaalle, kuin Kaarinasta Hangon koon. Keskimääräinen siirtomäärä kuljetusta kohden kiloina Kaarinan tehtaalta Hangon tehtaalle oli viidesosan verran puoliperävaunuyhdistelmän kantavuudesta ja Hangon tehtaalta kolmasosan kuljetusta kohden. Painojen perusteella kuljetuksia ei käytetä tilatehokkaasti. Siirtojen paino ei kuitenkaan ilmaise todellista tilantarvetta, koska materiaalityypistä johtuen tilantarve ei ole suoraan verrannollinen painoon. Esimerkiksi tyhjiillä puukeloilla tilantarve on huomattavasti suurempi, kuin paino antaa ymmärtää. Seurannan aikana jouduttiin järjestämään viisi kertaa ylimääräinen kuljetus yllättävästä siirtotarpeesta johtuen. Ylimääräisistä kuljetuksista yhden kerran käytettiin toista kuljetusyhtiötä, kun siirtotarve oli vain toiseen suuntaan.

Tehtaiden välillä siirretään enimmäkseen raaka-aineita, puolivalmisteita ja valmiita tuotteita. Kaarinasta Hangon tehtaalle siirtyy myös romumateriaalia, jotka kierrätetään. Kupariköyden käytöstä jää keloja, jotka siirretään Hangon tehtaalle ja palautetaan sieltä takaisin toimittajalle. Silloin tällöin myös laitteistoa siirretään yksiköstä toiseen. Kuvassa 4 on esitetty yleisimmin siirrettävät materiaalit.



Kuva 4. Materiaalivirrat tehtaiden välillä

Helkama Bican tehtaista Kaarinassa valmistetaan laivakaapelia ja Hangossa teollisuuskaapeleita. Yrityksessä pyritään optimoimaan kahden tehtaan välistä toimintaa ja tehtaiden kapasiteettiä pyritään hyödyntämään paremmin yhteen. Osa laivakaapeli-tuotannosta on siirretty Hangon yksikköön. Valmistuksen jälkeen valmiita tuotteita siirretään Kaarinan yksikköön asiakkaalle lähetettäväksi. Lifecord -tuotetyppiä valmistetaan Kaarinassa mutta lähetetään Hangon yksikön tuotevarastoon. Tällainen tuotannon siirtely on tehty kapasiteetin optimoimisen takia mutta aiheuttaa ylimääräistä materiaalien kuljetusta.

Tehtaiden kapasiteetin optimoimisen johdosta puolivalmisteita siirrellään myös tehtaiden välillä. Tuotannosuunnittelussa vastuuhenkilö suunnittelee työn saatavilla olevan kapasiteetin mukaan. Töiden eri vaiheita voidaan tehdä eri tehtaissa, mikäli kapasiteetti

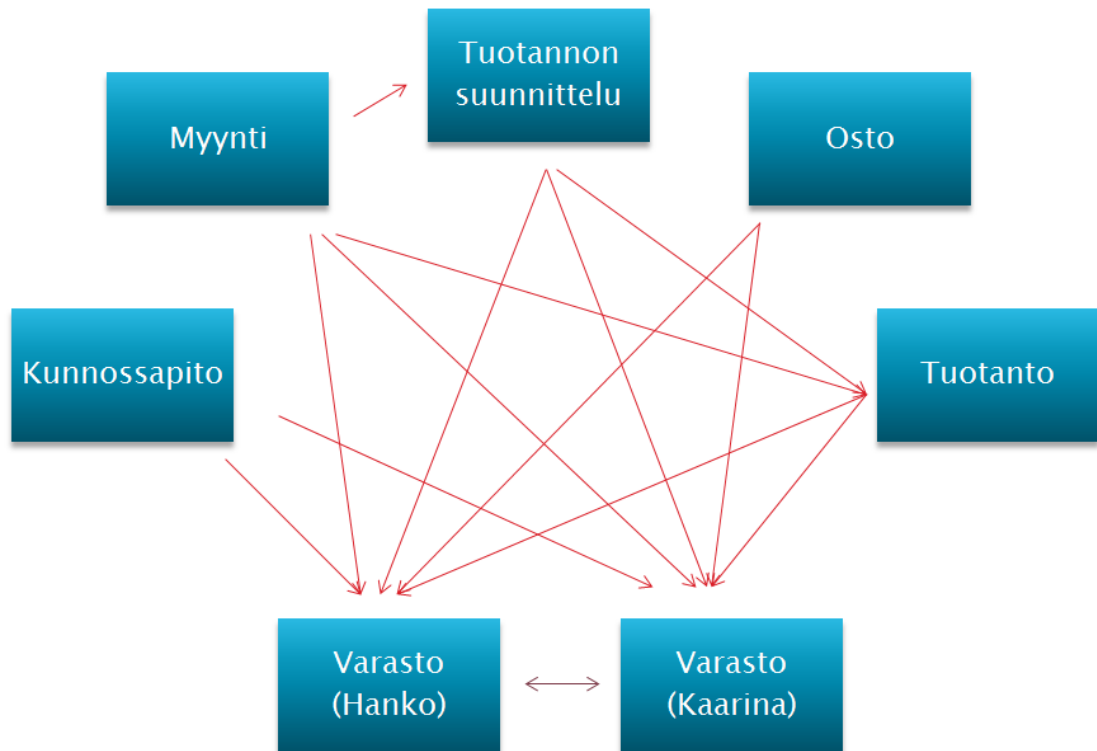
ei riitä Kaarinan tehtaassa ja kapasiteettia olisi saatavilla Hangon tehtaassa. Tuotannon suunnittelijan on tällöin pidettävä huolta, että puolivalmisteet siirtyvät toiseen tehtaaseen, jossa seuraavat työvaiheet olisi tarkoitus suorittaa. Puolivalmisteita ei kuitenkaan löydy toiminnanohjausjärjestelmän varastosaldoista ja puolivalmisteiden sijainnin seuraaminen on vaikeaa. Satunnaisesti keskeneräisiä puolivalmisteita jää tuotannon tiloihin eikä siirry toiseen tehtaaseen, kun tuotannon työntekijä ei niitä huomaa siirtää eteenpäin.

Puolivalmisteista löytyy muutama tyyppi, joiden siirtely on säännöllisempää. Laivakaa-peleissa käytettävistä kuparijohtimista 4mm²-, 6mm²- ja 10mm² -johtimet kierretään Hangon tehtaalla ja siirretään Kaarinaan jatkojalostukseen. Toinen säännöllisesti siirrettävä puolivalmiste on palmikkolanka, jotka puolataan palmikointi työvaiheeseen sopivaksi Kaarinan tehtaalla, ja joista osa siirretään puolauksen jälkeen Hangon yksikköön jatkojalostukseen.

Raaka-aine hankinnat osto-osasto tilaa tehtaisiin erikseen. Joskus kuitenkin joudutaan tekemään täydennyssiirtoja kun toisen tehtaan varastomäärissä huomataan yllättävä täydennystarve. Raaka-aineita on alettu inventoimaan kerran viikossa, jolloin riski täydennystarpeisiin on huomattavasti pienentynyt.

4.2 Logistiikan hallinnan parantaminen toiminnanohjausjärjestelmän avulla

Suurimpana ongelman aiheuttajana on tällä hetkellä katkokset informaation kulussa ja logistiikan hallinnan vajavaisuus. Seuraavassa kuvassa on esitetty informaatiokulku nykytilassa. Punaiset nuolet kuvaavat sähköposti-, puhelin- ja puheviestintää.



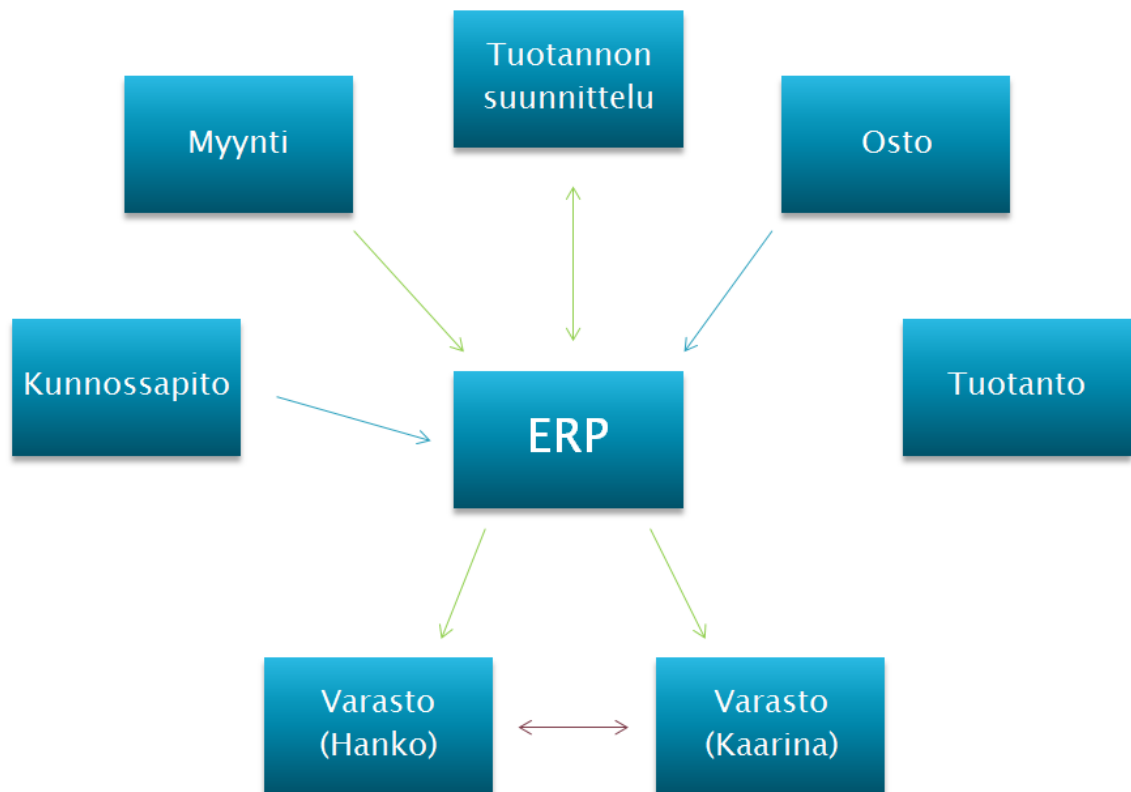
Kuva 5. Informaatiokulku nykytilassa

Kuvasta nähdään informaation kulun olevan hyvin sekavaa. Esimerkiksi myynti saattaa lähettää sähköpostin siirtotarpeesta neljään eri osastoon. Tehtaiden välinen logistiikka pitäisi olla johdonmukaisempaa ja suunnitelmallisempaa. Helkaman tärkeä kilpailutekijä on luotettavuus ja täsmällisyys. Kyseiset ongelmat ja niistä aiheutuvat seuraukset voivat aiheuttaa suuria ongelmia asiakassuhteisiin.

Vuonna 2006 yrityksessä oli perustettu logistiikkaryhmä kehittämään tehtaiden välistä logistiikkaa. Logistiikkaryhmä oli toiminnassa kaksi vuotta, jolloin parannuksia tehtiin. Monet esiin tulleista ongelmista esiintyy kuitenkin edelleen. Kyseisenä aikana yrityksessä ei ollut käytössä nykyistä Lean-toiminnanohjausjärjestelmää. Toiminnanohjausjärjestelmä tuo esiin uuden mahdollisuuden hallita paremmin tehtaiden välistä logistista prosessia.

Tärkeimpänä parannuksena tehtaiden välisessä logistiikassa olisi sujuva informaatiokulku ja kommunikointitapojen täsmennys. Informaatiojärjestelmien käyttö pitäisi organisoida siten, että henkilöstötarve vähenee. Kaikki informaatio tulisi kulkea järjestelmän kautta, jolloin parhaimmassa tapauksessa sähköpostin käytöstä voitaisiin luopua materiaalinohjauksessa. Sähköpostin käytössä viestinnän välineen on riskinä tiedon

unohtuminen muun informaation joukkoon. Tällaista on tapahtunut aikaisemmin paljon, jolloin materiaalit eivät ole siirtyneet tarvittavana ajankohtana. Ratkaisu ongelmaan löytyy yrityksen omasta Lean-toiminnanohjausjärjestelmästä. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän hyödyntäminen materiaalsiirroissa mahdollistaisi järjestelmän, johon kaikki voisivat tehdä siirtopyynnön. Informaationkulkua toiminnanohjausjärjestelmän kautta kuvataan kuvassa 6.



Kuva 6. Informaationkulku toiminnanohjausjärjestelmän kautta

Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä on ominaisuus, jossa järjestelmä luo siirtoehdotuksia automaattisesti täydennystarpeen täyttämiseksi. Kuvasta nähdään, että nuolien määrä on vähentynyt, jolloin informaationkulku on selkeämpää. Vihreät nuolet kuvaavat siirtoehdotuksia, joita toiminnanohjausjärjestelmä tekee täydennystarpeen mukaan. Siniset nuolet ovat manuaalisesti tehtäviä siirtoehdotuksia, joita osto ja kunnossapito voi tehdä tarpeen mukaan järjestelmään. Kuvasta nähdään myös, että tuotannon ei tarvitse huolehtia materiaaleista tai puolivalmisteista, mitä pitää siirtää.

Järjestelmän luomia ehdotuksia ei käytetä tällä hetkellä toiminnassa hyväksi. Siirtoehdotusten käyttöönotto vaatisi parametrien muuttamista, koska tällä hetkellä siirtoehdotukset eivät ole oikeellisia, vaan ehdotuksissa olevat määrät ja päiväykset ovat väärä.

Parametrien muuttaminen koskisi siirrettävien nimikkeiden varastosuhteita. Parametrien muuttaminen tehtäisiin varastosuhteisiin asetettujen minimivarastoarvojen ja askeleen päivittämisellä. Nimikkeille pitäisi asettaa myös siirtoajat, jotta aikaa jäisi tuotteiden siirtämiselle. Tällä hetkellä tuotteet saattaa valmistua samana päivänä, kuin ne pitäisi lähettää toisesta tehtaasta asiakkaalle. Parametreja päivittämällä siirtoehdotukset saadaan vastaamaan todellista tarvetta, minkä jälkeen ehdotukset voitaisiin ottaa käyttöön. Käyttöönotto edellyttää myös, että varaston työntekijä huolehtii siirtoehdotusten toimeenpanemisesta. Kyseinen työntekijä voi olla joko varaston järjestelijä tai lähettämötyöntekijä.

Siirtoehdotusten käyttöönotolla tehtaiden välisessä logistiikassa saavutetaan yksinkertainen ja osittain automatisoitu materiaalihojaus. Toiminnanohjausjärjestelmä loisi automaattisesti siirtoehdotukset täydennystarpeen perusteella varastomääriä seuraamalla, jolloin varaston tehtävänä olisi vain huolehtia, että ehdotuksissa olevat materiaalit siirretään. Tällöin työnjohdolla jäisi aikaa tuottavampaan työhön. Siirtoehdotuksilla saavutettaisiin myös parempi näkyvyys tietojärjestelmässä ja siirtojen parempi ennustettavuus mahdollistuisi. Tällä hetkellä siirtotarpeita ilmaantuu jopa samana päivänä, jolloin on mahdollisuus siihen, että materiaali ei ehdi tai mahdu kuljetukseen. Kuljetuskustannuksia on myös helpompi optimoida, kun materiaalisiirrot ovat tasaisia ja ennustettavia.

Siirtoehdotusten käyttöönotto olisi Lean-ajattelun mukaista, jolloin oikea määrä oikeanlaatuista oikeita asioita saadaan oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan ja oikean laatuksena. Kyseinen muutos lisäisi logistiikan tehokkuutta, joka tarkoittaisi virheiden minimoimista, vaihtelun pienentämistä ja asioiden hallintaa. Asioita tehtäisiin paremmin ja laadukkaammin. Vanha toimintamalli sitoo turhaan ylimääräisiä henkilöitä ja liian moni joutuu huolehtimaan tarvittavien materiaalisiirtojen toteutumisesta. Muutos vapauttaisi monen yrityksen henkilön tuottavampaan työhön. Käyttöönotto ei vaatisi lisäresursseja vaan vastuu ehdotusten toimeenpanosta olisi varaston työntekijöillä, jotka nykyäänkin siirtävät materiaalit. Uudessa mallissa varasto seuraa siirtoehdotuksia ja huolehtii että tarvittavat asiat siirretään toiseen tehtaaseen. Kyseinen työntekijä noutaa tarvittavat materiaalit varastopaikoilta tai tuotannosta ja siirtää ne lastattavaksi.

Siirtoehdotukset koskevat raaka-aineita, puolivalmisteita ja valmiita tuotteita. Muiden materiaalien, kuten romumuovien ja tuotantokelojen määriä ei ylläpidetä toiminnanohjausjärjestelmässä, joten järjestelmä ei luo kyseisistä asioista siirtoehdotuksia. Kyseiset materiaalit eivät kuitenkaan ole kriittisiä ja niitä voidaan siirtää hyödyntämällä ylijäämätila autosta sitä mukaan, kun materiaaleja kertyy varastoon. Raaka-aineilla ja valmiilla tuotteilla on nimikkeet toiminnanohjausjärjestelmässä, joten niitä on helppo hallita.

Tällä hetkellä puolivalmisteita ei löydy toiminnanohjausjärjestelmästä. Tuotantoketjun kokonaisuuden hallinnan parantamiseksi voisi olla selkeämpää luoda siirrettäville puolivalmisteille omat nimikkeet. Näin ollen tuotantoprosessin suunnittelussa voitaisiin huomioida myös eri tehtaissa tapahtuvien työvaiheiden vaatimat tehtaiden väliset siirrot. Työn suunnittelun ja tuotannon vaiheiden mukaan toiminnanohjausjärjestelmä ohjaisi myös puolivalmistevirroista vastaavia henkilöitä.

Esitettävän toimintamallin toteutumiseksi joudutaan nykyistä menetelmää hieman muuttamaan. Hallittavuutta voitaisiin parantaa jakamalla vaihemallin vaiheet erikseen suorittavan tehtaan mukaan. Tämä tarkoittaisi nykyisen yhden työn jakamista kahteen työhön. Tarvittaville puolivalmisteille annettaisiin järjestelmään nimiketunnus, mikä mahdollistaisi valmisteiden varastosaldojen hyödyntämisen materiaali- ja puolivalmistevirran ohjauksessa.

4.3 Kanban-järjestelmä palmikkolankojen siirtojen kehittämisessä

Palmikointi on vaihe, jossa kierretään kudontaperiaatteella kupari- tai teräslankoja eristetyin johtimen, kaapeloinnin tai vaipatun kaapelin päälle yksi tai useampia kerroksia. Palmikoinnissa käytettävät langat puolataan palmikointi työvaiheeseen sopivaksi Kaarinan tehtaalla, jonka jälkeen osa lähetetään Hangon tehtaalle tuotannon käyttöön. Kun puolat ovat tyhjiä, ne palautetaan takaisin Kaarinan tehtaalle. Puolat kuljetetaan laati-koissa, jotka on kasattu lavoille.



Kuva 7. Palmikkolankojen siirtelyyn käytettävät laatikot

Palmikkolankojen puolaus on päätetty pitää vain toisella tehtaalla kustannussyistä. Palmikkolankoja puolataan kahta tyyppiä: 8x0,2mm ja 10x0,2mm. Ongelmia nykytilassa ilmenee kahden eri tyyppin hallittavuudessa. Eri tyyppisiä ei ole selvästi merkitty lavoille. Siirrettäviä palmikkolankatyyppejä on kahta mutta ne ovat toiminnanohjausjärjestelmässä samalla nimikkeellä, eikä lankatyyppien määrää ole eritelty. Määrät eivät siis ole ajan tasalla, joka saattaa aiheuttaa riskin, että tarvittavaa lankaa ei olekaan. Käytettyjen palmikkolankojen puolat pitää myös lähettää takaisin.

Palmikkolankojen puolauksen kohdalla olisi hyvä ottaa käyttöön Kanban-signaalijärjestelmä. Järjestelmää käytetään kertomaan milloin tuotannon pitäisi alkaa. Muutos tarkoittaisi sitä, että lavat maalattaisiin tuotetyypin mukaan. Esimerkiksi lavoille, joihin kerätään 8x0,2mm tyyppistä palmikkolankaa, maalattaisiin siniseksi ja 10x0,2mm tyyppille tarkoitetut lavat vihreäksi. 8x0,2mm tyyppistä palmikkolankaa käytetään huomattavasti enemmän, joten sinisiä lavoja pitäisi olla enemmän.

Kanban-signaalijärjestelmän toiminta perustuu siihen, että osastot valmistavat vain, kun signaali tulee. Kanban-järjestelmää käytetään materiaalivirtojen hallintaan, materiaalinohjauksen automatisointiin ja virtaustehokkuuden kasvattamiseen. Vain materiaaleja, joita on käytetty, tehdään lisää. Tämä tarkoittaa sitä, että palmikkolankaa puolataan vain, kun tyhjä lava tuodaan osastolle. Lavan väristä nähdään, mitä tyyppiä puolataan.

Toinen samankaltainen tilanne on kuparijohdinkierrossa 4mm², 6mm² ja 10mm² johtimilla. Johdinkierto tapahtuu Hangon yksikössä, josta ne kuljetetaan loppujalostukseen Kaarinan tehtaalle. 4mm², 6mm² ja 10mm² kuparijohtimilla voidaan implementoida samankaltainen Kanban-järjestelmä. Johdinten kohdalla kelat, joihin kierretty johdin vedetään, voidaan maalata eri värein eri tyyppin mukaan.

4.4 Muut kehitysehdotukset

Lifecord -tuotteiden kohdalla olisi hyvä kartoittaa onko tuotteiden valmistaminen mahdollista Hangon tehtaassa, josta tuotteet asiakkaalle lähtevät. Tällä hetkellä tuotetta valmistetaan Kaarinan tehtaalla, vaikka Lifecord -tuote luokitellaan teollisuuskaapeliksi ja myydään Hangon tehtaalta. Samanlaista siirtelyä tapahtuu toiseenkin suuntaan laivakaapelien kohdalla mutta laivakaapeleiden tilausmäärät ovat suurempia, joten Kaarinan tehtaalla kapasiteetin käyttöaste on valmiiksi korkea. Lifecord -tuotteen valmistuksen siirrolla saataisiin kasvatettua Hangon tehtaalla käyttöastetta ja vähennettyä kuljetusten määrää. Ehdotus vaatisi tarkempaa mahdollisuuksien kartoittamista Lifecord -tuotteiden valmistamiseksi Hangon yksikössä.

Yksi tärkeä kehityskohde olisi myös nimikkeiden tietojen päivitys toiminnanohjausjärjestelmässä. Ongelmat alkavat jo toimitusketjun alkupäästä, kun hankinta ei saa ajantasaista tietoa materiaaleista. Helkama Bican toiminnanohjausjärjestelmä ei anna ajantasaista tietoa materiaalien määristä. Järjestelmä ei poista materiaaleja varastosaldoista, koska järjestelmän tiedot tuotekortissa ovat virheellisiä. Järjestelmä vähentää materiaalien määrää järjestelmästä väärin sitä mukaa, kun tuotanto valmistaa tuotteita. Tyhjät kelat, joita tuotannon tulisi käyttää, ovat väärät tuotekorteissa. Eri valmistajan eristemuovit ovat järjestelmässä samalla nimikkeellä. Kaikilla tuotantolinjoilla ei kuitenkaan voida käyttää minkä valmistajan eristemuoveja tahansa. Tämä johtaa tilanteisiin, joissa jonkin erityisen valmistajan eristemuovi pääsee loppumaan ilman, että toiminnanohjaus-

järjestelmä siitä varoittaa. Nämä ongelmat toiminnanohjausjärjestelmän tiedoissa aiheuttavat kiiretoimituksia toisesta tehtaasta tai pahimmassa tapauksessa tuotannon katkoksia ja viivästymisiä.

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli kartoittaa Helkama Bica:n kahden tehtaan välistä logistiikkaa. Tavoitteena oli luoda kehitysehdotuksia logistiikan parantamiseksi. Tavoitteeseen päästiin ja kehitysehdotuksia luotiin. Kehitysehdotuksissa keskityttiin materiaalinohjaukseen hallittavuuden kehittämiseen ja informaationkulkuun tarvittavien resurssien vähentämiseen. Kuljetuskustannuksia on helpompi vähentää, kun siirrot ovat tasaisia ja ennustettavia.

Tärkeimpänä kehitysehdotuksena tuotiin esille toiminnanohjausjärjestelmän hyödyntäminen materiaalsiirroissa. Käyttöönotto olisi mahdollista nykyisillä resursseilla, eikä se vaatisi investointeja. Käyttöönotto edellyttäisi, että nimetty järjestelmän parametreista vastaava henkilö tekisi tarvittavat päivitykset nykyisiin tietoihin, jolloin järjestelmästä saataisiin tarvittavia siirtoehdotuksia. Käyttöönotto vaatisi myös toimintaohjeen laatimista, jotta voitaisiin varmistaa kaikille riittävät tiedot siitä, kuinka tehtaiden välisten siirtojen kanssa tulisi toimia.

Tärkeintä logistiikan kehittämisessä tehtaiden välillä olisi materiaalivirran hallinnan parantaminen. Nykyisillä resursseilla on mahdollista optimoida toiminnan eri vaiheita. Työssä esiin tulleilla kehitysehdotuksilla saadaan kasvatettua tehtaiden välisen logistiikan virtaustehokkuutta, jolloin materiaali- ja informaatiovirta on sujuvaa. Kehitysehdotuksilla saataisiin lisättyä myös resurssitehokkuutta, kun henkilöstön aikaa saadaan keskitettyä tuottavampaan työhön. Jatkotoimena tutkimukselle on esiin tulleiden kehitysehdotusten toimeenpano.

LÄHTEET

Drew, J., McCallum, B. & Roggenhofer, S. 2004, *Journey to lean: making operational change stick*,

Hokkanen, S. & Karhunen, J. 2014, *Johdatus logistiseen ajatteluun*, 7. uud. p. edn, Sho Business Development, Kangasniemi.

Myerson, P. 2012, *Lean supply chain and logistics management*, McGraw-Hill, New York.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell, A.v., Santala, J., Relander, S. & Bellin von, A. 2011, *Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet*, Suomen huolintaliikkeiden liitto: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY, Helsinki.

Sakki, J. 2003, *Tilaus-toimitusketjun hallinta: logistinen B-to-B -prosessi*, 6. uud. p. edn, Jouni Sakki, Espoo.

Santos, J., Torres, J.M., Torres, J.M., Torres, J.M., Torres, J.M. & Wysk, R.A. 2006, *Improving Production with Lean Thinking*,

Waters, D. 2003, *Logistics: an introduction to supply chain management*, Palgrave Macmillan, Houndmills.

Toyota, Viitattu 23.3.2016. <http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/just-in-time.html>

Lean Enterprise Institute. Principles of Lean. Viitattu 23.3.2016. <http://www.lean.org/Whats-Lean/Principles.cfm>