

SISÄLOGISTIIKAN
KEHITTÄMINEN LEAN-
MENETELMÄN AVULLA

Case: Yritys X

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Liiketalouden ala
Liiketoiminnan logistiikan
koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Lilia Blom

Lahden ammattikorkeakoulu
Liiketoiminnan logistiikka

BLOM LILIA:

Sisälogistiikan kehittäminen Lean-
menetelmän avulla
Case: Yritys X

Liiketoiminnan logistiikan opinnäytetyö, 58 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena on sisälogistiikan kehittäminen Lean-menetelmän avulla. Tutkimuksen tarkoituksena on kuvata sisälogistiikan nykytilaa, selvittää nykyiseen prosessiin liittyviä ongelmia ja esittää kehitysehdotuksia niihin. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitä hyötyä kehitysehdotuksista sisälogistiikan prosessin toimitusvarmuuden parantamiseksi.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdytään sisälogistiikan prosessiin ja mittareihin. Sen lisäksi siinä käydään läpi myös Lean-menetelmän merkitystä sisälogistiikan tuottavuuteen ja virtaustehokkuutta. Virtaustehokkaan prosessiin pääsemisen ongelmia perustellaan Lean-menetelmän prosessilakien avulla.

Opinnäytetyössä käytetään sekä kvalitatiivista että kvantitatiivista tutkimusmenetelmää, jossa kohdeyrityksenä toimii Yritys X. Tutkimuksessa sisälogistiikan nykytilan kartoitusta tehdään tutkijan osallistuvan havainnoinnin, avoimien henkilökohtaisten haastattelujen ja prosessimittausten avulla.

Opinnäytetyön case-osuudessa tutkitaan sisälogistiikan ja viikkokuorman purkuprosessin nykytilaa, mitataan näiden läpimenoaikaa ja virtaustehokkuutta, ja selvitetään prosesseihin kohdistuvia ongelmia. Tutkimuksessa esitetään kehitysehdotuksia, jotka perustuvat Lean-menetelmän teoriaan, ja joiden avulla pyritään tehostamaan prosesseja.

Tutkimustulosten pohjalta selvitettiin, että nykyinen sisälogistiikka ei toimi toivotulla tavalla. Pääongelmaksi todettiin, että varastologistiikka ei ollut reaaliajassa varastokirjanpidon kanssa. Varastokirjanpito osoitti varaosien löytyvän hyllypaikasta, vaikka ne olivat purkaamattomissa kolleissa. Ongelman syy löytyi Saksasta saapuneiden viikkokuormien purkuprosessissa. Purkuprosessin varastovaiheessa muodostui kollijono, joka rajoitti läpimenoa ja heikensi varaosien saatavuutta hyllypaikoista. Tutkimuksen keskeisenä tuloksena selvisi purkuprosessin varastovaiheessa läpimenoajan kasvu ja virtaustehokkuuden pudottaminen. Nämä hidastivat koko prosessin läpimenoa. Varaosien puutteellisen saatavuuden takia kiireelliset tilaukset myöhästyivät. Tämä aiheutti negatiivisen vaikutuksen yrityksen toimitusvarmuuteen.

Asiasanat: sisälogistiikka, toimitusvarmuus, virtaustehokkuus, virtausyksikkö, läpimenoaika, vaiheaika, lisäarvo, FIFO.

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Business Logistics

BLOM, LILIA:

Development of Internal Logistics by
Lean-method
Case: Company X

Bachelor's Thesis in Business Logistics, 58 pages, 6 pages of appendices

Spring 2016

ABSTRACT

The theme of the thesis is the development of internal logistics using the Lean method. The purpose of the study is to describe the current status of internal logistics, find out the problems related to the current process and to present development proposals. In addition, the target of the study is to clarify the benefits of the development proposals for the improvement of reliability of delivery.

The theoretical part of the thesis deals with the internal logistics processes and metrics. In the theoretical part the importance of the Lean-method in internal logistics productivity and flow efficiency is examined. The need for a flow efficient process is justified by the process laws.

The thesis utilized both qualitative and quantitative research methods, in which the target company is Company X. The investigation of the current state of the internal logistics was done using researcher participant observation, open personal interviews and process measurements.

In the case part of the study the current status of internal logistics and the unloading process of weekly truck was investigated, the lead time and flow efficiency were measured, and the problems related to the process were explained. The study shows the development of the proposals which are based on the theory of Lean-method and designed to improve the processes.

On the basis of the research results it was clear that the current internal logistics of Company X did not work as hoped. The main problem was that the warehouse logistics was not in real-time with the stock records. The stock records showed spare parts to be found on a shelf location, even though they were still in packages. The cause of the problem was found to be the unloading process of trucks arriving weekly from Germany. In the storage phase of the unloading process, a queue of packages is formed which expands both lead times and reduces the availability of spare parts from a shelf location. The main result of the research revealed increases in lead time and decreases in flow efficiency in the storage phase of the unloading process. This caused a negative effect on the company's on time delivery metric.

Key words: internal logistics, reliability of delivery, flow efficiency, flow unit, lead time, phase time, added value, FIFO

SISÄLLYS

LYHENTEET

1	JOHDANTO	1
1.1	Aiheen valinta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	1
1.3	Tutkimusmenetelmät	3
1.4	Opinnäytetyön rakenne	6
2	SISÄLOGISTIikka	8
2.1.	Sisälogistiikan prosessit	10
2.2	Varastointikustannukset	13
2.3	Sisälogistiikan mittarit	15
3	LEAN -MENETELMÄ	17
3.1	Resurssitehokkuus	17
3.2	Lean-menetelmän merkitys sisälogistiikan tuottavuuteen	18
3.3	Virtaustehokkuus	19
3.4	Prosessit	21
3.5	Lean-menetelmän prosessilait	22
4	CASE: YRITYS X	25
4.1	Yritysesittely	25
4.2	Tutkimuksen toteutus	26
4.3	Sisälogistiikan nykytila-analyysi	27
4.4	Viikkokuorman purkuprosessin nykytila	30
4.5	Mittaukset	34
4.6	Laskelmat ja tulokset	36
4.7	Sisälogistiikan ongelmakohdat	42
5	KEHITYSEHDOTUKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	46
5.1	Kehitysehdotukset	46
5.2	Johtopäätökset ja hyödyt	49
5.3	Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti	51
5.4	Jatkotutkimusaiheita	52
6	YHTEENVETO	53
	LIITTEET	59

LYHENTEET

DTS	Dock-to-Stock Time, aika, tavaran saapumisesta varastoon hyllyttämiseen loppuun
FIFO	First in First out, varastonohjauksen peruseriaate
EDI	Electronic Data Interchange, elektroninen tiedonsiirto
HU-tarra	Handling unit, kollisoitelappu
AVT	Added value time, arvoa tuottava aika
PCE	Process Cycle Efficiency, prosessin jaksoajan tehokkuus

1 JOHDANTO

1.1 Aiheen valinta

Usein logistiikka ajatellaan kuljetuspalveluna. Kuitenkin puolet logistiikkaketjun kustannuksista muodostuu yrityksen omissa sisäisissä prosesseissa. Sisälogistiikka koostuu useista pienistä palasista, joita voidaan tehostaa monin tavoin.

Sisälogistiikan tehostaminen tuo rahaa ja turvallisuutta. Sisälogistiikassa pystytään säästämään ja rakentamaan turvallista toiminta- ja työympäristöä pienin, joskus yksinkertaisinkin keinoin. Hyvin hoidettu, optimoitu sisälogistiikka vaikuttaa olennaisesti koko tuotannon prosessiin ja tuo myös säästöjä tuotanto- ja logistiikkakustannuksiin. (Transval 2015.)

Sisälogistiikka (Inhouse logistics) tarkoittaa yrityksen materiaalien ja tuotteiden käsittelyä oman organisaation sisällä ja tämän raja sijaitsee tulo- ja lähtölogistiikan kuljetusten ja sisäisen käsittelyn lastauslaiturilla, jossa tapahtuu tavaran vastaanotto ja tavaran toimitukset asiakkaille. Sisälogistiset toiminnot aiheuttavat paljon kustannuksia, näitä toimintoja tehostamalla pyritään alentamaan aiheuttavia kustannuksia. (Ritvanen, Inkiläinen, Bell, Santala 2011, 21.)

Opinnäytetyön aihe on saatu Yrityksestä X, jossa opinnäytetyön tekijä on työskennellyt useita vuosia. Sisälogistiikassa huomattiin ongelmia, joiden takia toimitusvarmuus heikkeni ja muodostui lisäkustannuksia. Työssä todettiin, että sisälogistiikka ei toimi toivotulla tavalla, minkä vuoksi sitä halutaan kehittää tulevaisuudessa.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön aiheena on sisälogistiikan kehittäminen Lean-menetelmän avulla. Tutkimuskohteeksi on valittu Yritys X toimiva teknologia-alan yritys Päijät-Hämeessä. Tämä yritys on osa isoa saksalaista konsernia.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia ja kartoittaa nykyistä sisälogistiikan prosessin toimivuutta virtaustehokkuuden ja läpimenoajan avulla, selvittää siihen liittyvät ongelmat ja miettiä kehittämiskeinoja prosessin tehostamiseksi.

Tutkimuksen tekemällä opinnäytetyön tekijä selvitti, miten tehostaminen tulisi vaikuttamaan toimitusvarmuuteen.

Tutkimuksen pääkysymykset:

- Mistä sisälogistiikan ongelmat johtuvat?
- Miten sisälogistiikkaa voidaan kehittää Lean-menetelmän avulla?

Tämä tutkimus on rajattu käsittelemään Yrityksen X sisälogistiikan osa-aluetta, Saksasta saapuvien viikkokuormien purkuprosessia varaston ja lähettämön näkökulmasta. Saksasta saapuvien viikkokuormien vastaanotto, tavarakollien purku ja hyllyttäminen on osa sisälogistiikkaa. Tutkimustyössä keskitytään eniten viikkokuorman purkuprosessin kokonaisläpimenoaikaan sekä yksittäisten tavarakollien purun läpimenoaikaan ja virtaustehokkuuteen. Lisäksi esitellään kehittämisehdotuksia prosessin tehostamiseen. Viikkokuorman purkuprosessissa kuvataan saapuvan tavaran vastaanotto, tarkastaminen, kirjaaminen tietojärjestelmään, siirtäminen varastoon, tavarakollien käsittely, varaosien hyllyttäminen ja jakelu työsoluihin. Saksasta saapuvat viikkokuormat ovat Yrityksen X ja Saksan toimittajan kanssa sovittu viikoittainen vakiotoimitus. Viikkokuormassa tulevat tavarat ovat osa varaston täydennystä ja asiakkaille tilattujen koneiden ja varaosien toimitusta.

Tutkimuksen rajauksen vuoksi työssä ei käsitellä muiden tavaratoimittajien toimituksia ja näiden tavarakollien käsittelyä. Tutkimus ja mittaukset tehtiin vuonna 2015 toukokuu - joulukuun aikana. Tutkittavat kohderyhmät ovat kohdeyrityksen lähettämö-, varasto-, materiaali- ja tuotanto- osastot.

Yrityksessä X on otettu käyttöön Lean-menetelmä- ja ajattelun periaatteet kehittämään koko yrityksen toimintaa joka osaston kohdalta jo vuosi sitten. Tässä tutkimuksessa pyritään kehittämään kohdeyrityksen sisälogistiikan osaa viikkokuorman purkuprosessi. Opinnäytetyössä tarkastellaan Lean-teorian mukaista käsitettä prosessien virtaustehokkuudesta ja erityisesti keskitytään kolmen lain periaatteisiin: Littlen lakiin, pullonkaulojen lakiin ja lakiin vaihtelun vaikutuksesta prosesseihin.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä käytettiin sekä kvalitatiivista eli laadullista että kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Tapaus tutkimuksessa tutkittiin yksittäistä rajattua kokonaisuutta käyttämällä eri tutkimusmenetelmillä hankittuja tietoja. Tapaus tutkimuksessa pyrittiin kuvaamaan ja selvittämään tapauksia miten- ja miksi-kysymysten avulla (Yin, 2009).

Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä

Hirsjärven mukaan (2004, 152) kvalitatiivisessa tutkimuksessa lähtökohtana on todellisen elämän kuvaaminen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyrittiin kokonaisvaltaiseen tiedon hankintaan ja tutkittiin kohdetta kokonaisvaltaisesti. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa luotettiin enemmän omiin havaintoihinsa ja haastatteluihin tutkittavien kanssa kuin mittausten keinoilla hankittavaan tietoon.

Opinnäytetyössä käytettiin pääosin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää, koska pyrittiin selvittämään todellisen prosessin kuviota ja siihen liittyviä ongelmia. Aiheeseen tarvittavan materiaalin keräämiseen käytettiin laadullisia metodeja, kuten avoin henkilökohtainen haastattelu ja dokumenttien analyysi. Lisäksi tutkimusmenetelminä käytettiin osallistuvaa havainnointia. Havainnoinnin avulla saatiin tietoa, toimivatko ihmiset niin kuin he sanovat toimivansa. (Hirsjärvi 2009, 212.) Tässä työssä käytettiin tutkijan oma osallistuvaa havainnointia, joka pohjautui hänen pitkään työkokemukseen kohdeyrityksessä. Tutkijalle tutkimuskohde oli hyvin tuttu, sen takia oli luonteva käyttää tutkimusmenetelmänä osallistuvaa havainnointia. Tutkijan havainnot pohjautuivat päivittäiseen yhteistyöhön lähettämön, materiaaliosaston ja kokoonpanon kanssa.

Avoimessa haastattelussa selvitettiin haastateltavan mielipiteitä, ajatuksia ja tunteita. Haastateltavat kertoivat mitä he havaitsivat, mutta eivät kertoneet mitä todella tapahtuu. Avoin haastattelu edellytti useita haastattelukertoja. Kaikista haastattelumuodoista avoin haastattelu oli lähimpänä keskustelua. (Hirsjärvi 2009, 209.) Henkilökohtaisten haastattelujen avoimien kysymyksien avulla selvitettiin henkilöiden mielipiteitä sisälogistiikan nykytilasta, viikkokuorman purkuprosessin tehokkuudesta ja siihen liittyvistä ongelmista. Haastateltavat vastasivat, miten he

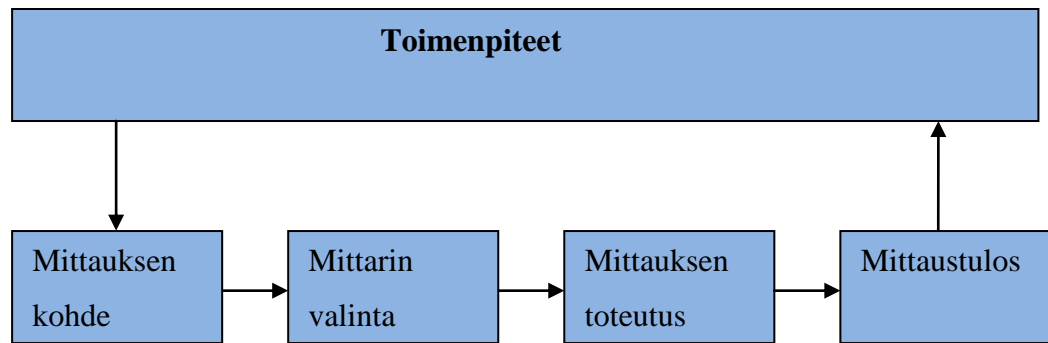
kokevat sisälogistiikan prosessin toimivuuden. Heidän havaintonsa kertoivat prosessin puutteista ja ongelmista. Havaintojen avulla saatiin lisätietoa Saksasta saapuvista viikkokuormien purkuprosessista. Prosessikuvauksen avulla seurattiin koko prosessia vaiheineen ja selvitettiin sen puutteita ja kehitystarpeita. Avoimia haastatteluja toteutettiin samaan aikaan tutkimuksen mittauksien kanssa toukokuu-elokuu aikana.

Haastattelut tehtiin eri osastojen henkilökunnan kanssa. Ne toteutettiin tehtaan johtajan, materiaaliosaston vastaavan, tuotantopäällikön, lähettämön ja varastotyöntekijän kanssa. Haastattelut osittain nauhoitettiin ja osa tehtiin muistioiden muodossa. Tämän jälkeen haastattelumateriaalia purettiin nauhalta tekstimuotoon sekä kirjattiin tekstimuistinpanojen pohjalta tuloksia suoraan raporttiin.

Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä

Saaren mukaan mittaaminen on kvantitatiivisen tiedon tuottamista kiinnostuksen kohteena olevasta asiasta tai ilmiöstä. Tutkimustyössä hyödynnettiin myös kvantitatiivista tutkimusotetta, koska kvantitatiivisen mittaamisen tulos on myös hyvä tieto tutkimuskohteesta. Mittaamisen avulla kvantitoitiin ja raportoitiin aikaansaadut tulokset ja pystyttiin seuraamaan etenemistä kohti toivetta. (Saari 2006, 34-35.)

Mittaamisessa oli seuraavat vaiheet: mittauksen määrittely, mittarin valinta, mittauksen toteuttaminen ja mittaustulosten tuottaminen. Oheisessa kuviossa 1 havainnollistetaan tunnuslukujen tuottamista ja niiden käyttöä ohjauksessa.



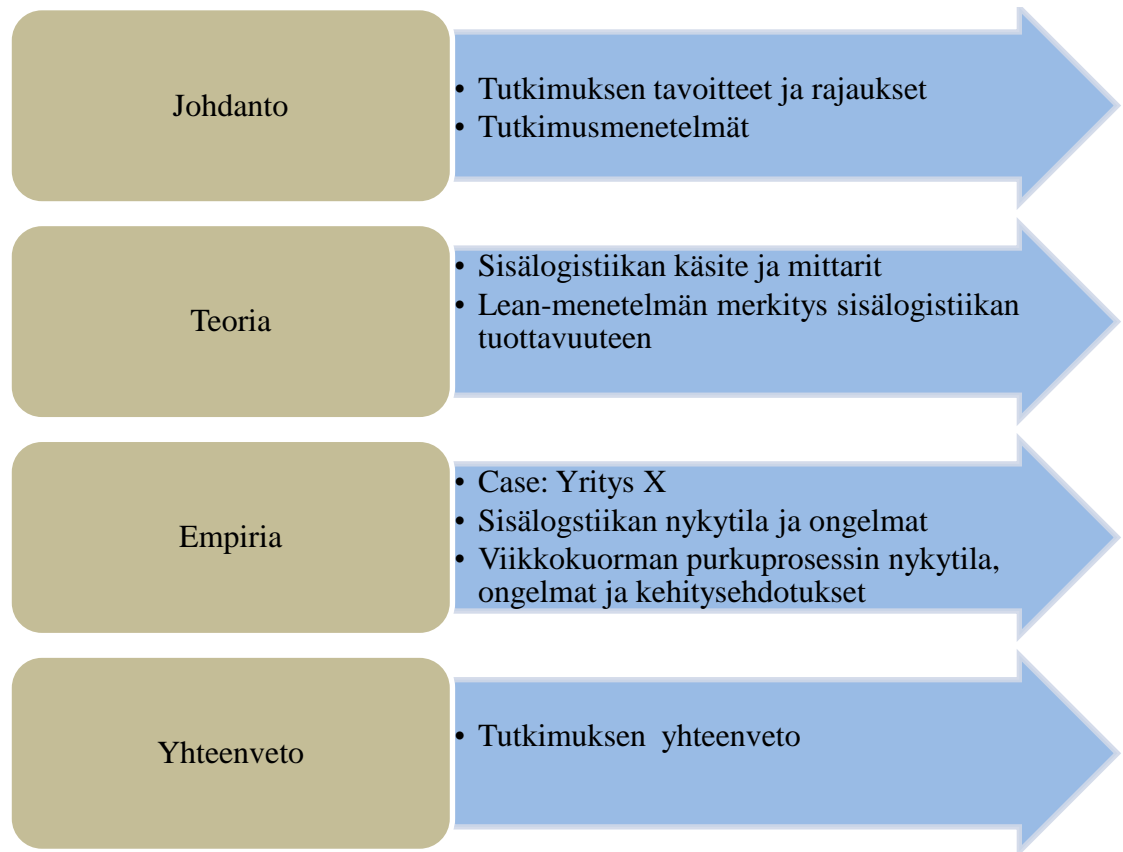
KUVIO 1. Tunnuslukuohjauksen periaate (Saari 2006, 46).

Tässä tutkimustyössä oli selvä käsitys mittauksen kohteesta, sen tarkoituksesta ja merkityksestä ennen mittauksia. Ensimmäisenä tehtävänä mittauksen toteuttamisessa määriteltiin mittauskohteen ja mittauksen tarkoituksen, mittaustulosten relevanssi eli tärkeys. Mittaus on silloin relevanttia kun siitä saada hyötyä. Mittarin tarkkuus eli validiteetti osoitti kuinka hyvin mittauksella kuvattiin ilmiötä, jota oli tarkoitus mitata. Mittausprosessin luotettavuus eli reliabiliteetti, tarkoittaa sovitun mukaista mittauksen toteutusta. Tämän työn mittaus on luotettava, koska samasta tutkivasta aineistosta saatiin eri mittauskerroilla samat tulokset. (Saari 2006, 41, 42.)

Mittaukset suoritettiin lähettämön ja varaston toiminnoista. Lähettämö mittasi viikkokuorman purkamisen ensimmäisen vaiheen toimintoja: viikkokuorman saapumisaika, kuorman purkamisen aloitus- ja lopetusaika, saapuneiden tavarakollien määrä, kuormapurkajien lukumäärä. Purkuprosessin ensimmäinen vaihe rajattiin kuorman vastaanotosta päättyen tavarakollien luovutukseen varastotyöntekijälle. Varasto mittasi viikkokuorman purkamisen toisen vaiheen toimintoja: tavarakollien siirtämisen säilytystilaan aloitus- ja lopetusaika, käsiteltyjen tavarakollien määrä työpäivän aikana ja yksittäisten tavarakollien purkamisen aloitus- ja lopetusaika. Mittauksia tehtiin viikkokuormien vakiosaapumispäivinä: maanantaisin ja perjantaisin, joka viikko kahden kuukauden aikana, heinä- ja elokuun aikana. Mittauskertoja suoritettiin yhteensä 24 kertaa. Saatujen mittaustuloksien pohjalta tehtiin laskelmia purkuprosessin kokonaisläpimenoajasta DTS (Dock-to-Stock Time), kollin purkamisen läpimenoajasta ja virtaustehokkuudesta.

1.4 Opinnäytetyön rakenne

Tutkimus koostuu viidestä pääluvusta: johdanto, sisälogistiikan prosessi, Lean-menetelmä, case-osuus ja yhteenveto. Seuraavassa kuviossa 2 näkyy koko opinnäytetyön rakenne.



KUVIO 2. Opinnäytetyön rakenne

Ensimmäisessä pääluvussa johdatellaan lukijaa ja käydään läpi tutkimuksen tavoitteet, aiheen valintaa, rajaukset sekä työn rakenne.

Toisessa ja kolmannessa pääluvussa käsitellään aiheeseen liittyvää teoriaa.

Toisessa luvussa esitellään sisälogistiikkaan liittyviä prosesseja ja mittareita.

Kolmannessa luvussa käsitellään Lean-menetelmän prosessien virtaustehokkuutta ja lakeja.

Työn empiirisessä osuudessa esitellään Yritys X, kerrotaan tutkimuksen toteutuksesta ja käsitellään Saksasta saapuvien viikkokuormien purkuprosessia.

Lisäksi tässä pääluvussa kuvataan viikkokuorman purkuprosessin nykytilaa

vaiheineen, kartoitetaan siihen liittyvät ongelmat ja ehdotetaan kehitystarpeita. Ensin tehdään sisälogistiikan nykytila-analyysi. Seuraavaksi keskitytään viikkokuorman purkuprosessin nykytilan kartoittamiseen. Tässä luvussa nostetaan esille ajatuksia siitä, miten viikkokuorman purkuprosessia voi kehittää, jotta parantaa yrityksen toimitusvarmuutta. Tarkastelun kohteeksi otetaan lähettämön-, varaston-, tuotannon- ja materiaaliosaston toiminnot. Lopuksi esitellään tutkimuksen tulokset.

Viimeisessä luvussa on yhteenveto koko työstä, jossa laajemmin kerrotaan tutkimuksen toteutuksesta sekä tuloksista.

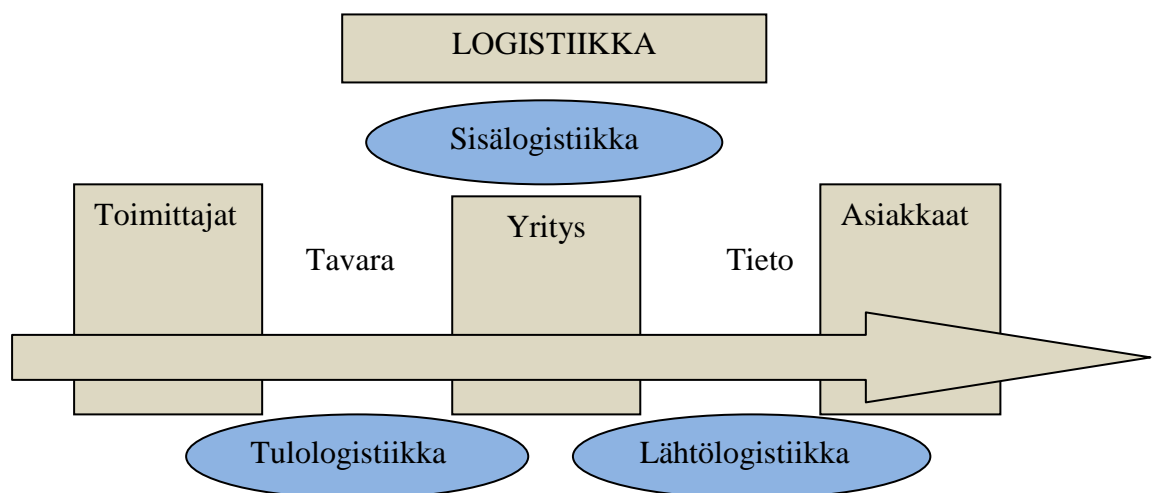
2 SISÄLOGISTIikka

Tässä luvussa käsitellään sisälogistiikan määritelmä yleisesti, sekä sisälogistiikan prosessit ja mittarit.

Logistinen prosessi kulkee yrityksen läpi monen vastualueen kautta. Logistiikka ei ole yksittäinen toiminto vaan se on monesta työtehtävästä koostuva prosessi, jossa liikkuu tietoa, tavaraa ja maksusuorituksia. Logistinen prosessi kohtaa monessa kohdassa asiakkaan. Logistiset toimenpiteet pitää suunnitella alusta loppuun asiakkaan lähtökohdasta ja asiakkaan tarpeiden pohjalta. (Sakki, 2001, 25.)

Materiaalien ja tuotteiden kulkiessa läpi yrityksen erotellaan tulo-, sisä- ja lähtölogistiikkaa. Sisälogistiikkaan kuuluu toiminta yrityksen rajojen sisäpuolella. Sisälogistiikka (Inhouse logistics) tarkoittaa materiaalien ja tuotteiden käsittelyä ja varastointivaiheita yrityksen sisällä sekä niihin liittyviä kokoonpano, laitteiden huolto ja ohjaustoimenpiteitä. (Ritvanen, Inkiläinen, Bell, Santala 2011, 20.)

Kuviossa 3 (Sakki 2001, 25) havainnollistetaan logistisen prosessin osia ja niiden rajoja: tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka.

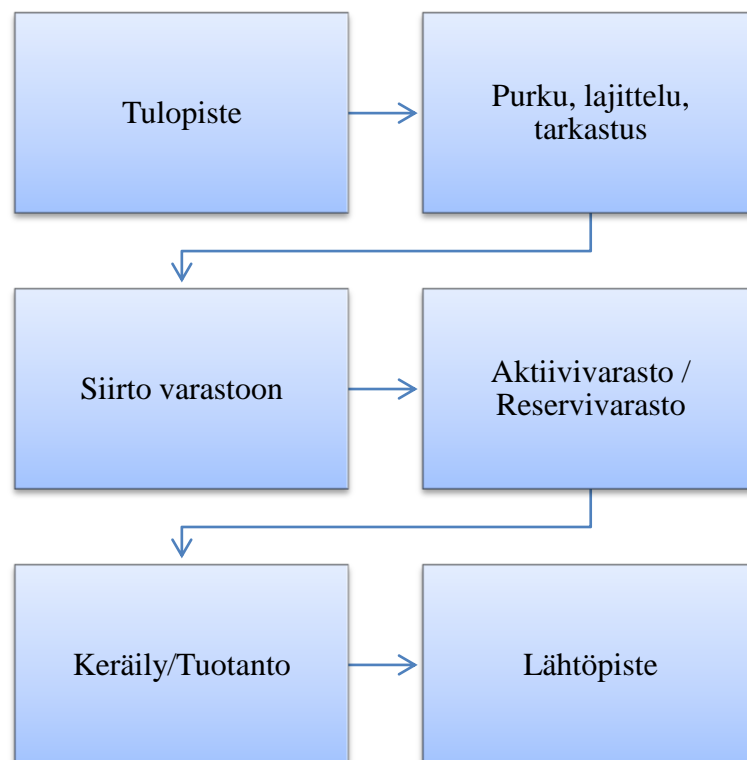


KUVIO 3. Logistinen prosessi (Sakki 2001, 25)

Raja logistiikan osien välissä sijaitsee kuljetusten ja tavaran sisäisen käsittelyn kohtaamislinjalla eli lastauslaiturilla, jossa tapahtuu tavaran vastaanotto sekä toimitus asiakkaalle.

Ensimmäinen sisälogistiikan vaihe on tavaran vastaanotto. Sisälogistiikkaa kutsutaan myös tuotannon logistiikaksi. Tuotantologistiikka sisältää vaiheita, jossa ei tapahdu materiaalien jalostusta. Ne ovat materiaalien siirrot ja varastointivaiheet. (Von Bagh, Günther & Salmenkari 2000, 159-160.)

Materiaalivirtojen osalta toiminta alkaa siitä hetkestä kun tavaraan tartutaan. Saapuva tavara puretaan ajoneuvosta tulopisteessä. Tämän jälkeen tarkastetaan tavaran kunto, määrä ja kirjataan tulleeeksi tietojärjestelmään. Tavaroiden vastaanoton jälkeen ne siirretään varastopaikalle. Varastopaikkana voi olla aktiivitaik tai reservipaikka. Aktiivipaikalla tapahtuu tilausten keräily ja reservipaikalla säilytetään niitä tavaroita, jotka eivät mahdu aktiivipaikalle. Reservipaikalla tapahtuu tavarakollien purku ja tavaroiden käsittely, jonka jälkeen varastoitavat tavarat siirretään osoitetuille varastopaikoille. Kun asiakkaalta tulee tilaus, suoritetaan keräily tai kokoonpano. Keräilyn tai kokoonpanon päätyttyä tilauksen tavarat yhdistetään ja pakataan. Pakkaukseen lisätään lähetyslista, minkä jälkeen valmis lähetys voidaan lastata lähtöpisteestä. Kuviosta 4 havainnollistetaan varaston toimintaa materiaalivirran osalta. (Karhunen 2008, 382-391.)

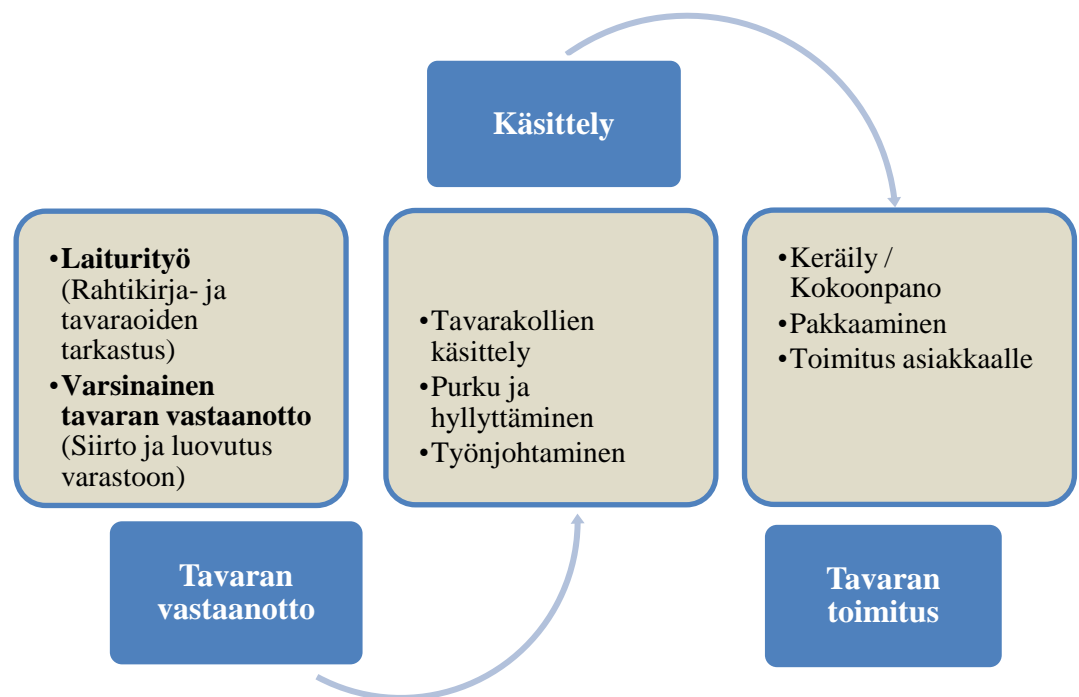


KUVIO 4. Materiaalivirran siirtäminen varastossa (Karhunen 2008, 391).

2.1. Sisälogistiikan prosessit

Kun varastoon tulee tavara, se käsitellään ja lopulta se purkautuu lähettämön kautta eteenpäin kohti asiakasta. Sisälogistiikan prosessit käytännössä eivät ole helppoja ja yksinkertaisia vaikka ne vaikuttavat helpolta ja yksinkertaiselta (Sisälogistiikan parhaat käytännöt 2015).

Kun puretaan sisälogistiikan prosesseja hieman auki, niin nähdään, että koko prosessi alkaa tavaran vastaanotosta. Sisälogistiikan prosessin vaiheita esitellään kuviossa 5. Prosessi on jaettu seuraaviin päävaiheisiin kuten tavaran vastaanotto ja siirto, käsittely ja hyllytys, keräily, kokoonpano, pakkaaminen, työnjohtaminen ja toimitus asiakkaalle.



KUVIO 5. Sisälogistiikan prosessin vaiheet

Tavaran vastaanotto ja siirto

Vastaanotolla on kaksi tärkeää tehtävää, jotka ovat saapuvan tavaran järjestäminen varastoon ja tämän hyllyttäminen. Vastaanotto on se sisälogistiikan prosessi, joka yhdistää ostotoiminnan ja varastoinnin, ja jonka tarkoituksena on

huolehtia tavarahan saapumista toimittajalta varastossa merkittyyn varastopaikkaan. Sisälogistiikan prosessi lähtee tavaroiden esivastaanotosta (laiturivastaanotto). Vastaanottotyö jaetaan laiturityöhön ja varsinaiseen tavarahan vastaanottoon. Laiturityössä tehdään saapuvan lähetyksen vastaanotto, jolloin vastuu yleensä siirtyy tavarahan tuojalta varastolle. (Karhunen 2008, 383.) Laiturityö aloitetaan tunnistamalla toimittaja ja toimitettava tavara rahtikirjasta.

Kun on todettu, että tavara on oikealla vastaanottajalla, aloitetaan ajoneuvon purkaminen. Näin toimimalla vältytään turhalta työltä. Mikäli toimituksen mukana tulevat pakkaukset ovat vaurioituneet, ne tulee tarkistaa kuljettajan kanssa ja merkitä varauma rahtikirjaan. Tämän jälkeen molemmat osapuolet kuittaavat rahtikirjat. Kun rahtikirjat on kuitattu, ne arkistoidaan, yksi kappale annetaan kuljettajalle ja toinen jää vastaanottajalle. (Karhunen 2004, 375.)

Tavarahan vastaanotossa tarkastetaan kollimäärät sekä täydennetään tarvittaessa uusien nimikkeiden paino- ja mittatietoja tietojärjestelmään. Tavarahan vastaanotto alkaa tarkastamalla saapuvan tavarahan rahtikirja ja avisointilista. Jokaisessa toimituksessa on oltava mukana rahtikirja, josta selviää toimitettujen tavaroiden määrä, laatu ja toimittaja. Nykyisin **rahtikirja** kulkee lähetyksen mukana paperimuodossa lähettäjältä vastaanottajalle. Rahtikirja on tavarahan toimittajan toimeksianto ja todiste kuljetussopimuksen ehdoista sekä siitä, että rahdinkuljettaja on ottanut tavarahan vastaan (Laki 2015).

Avisoinnilla vientihuolitsija ilmoittaa tavarahan tilaajalle, että tavarat ovat saapuneet kotimaan terminaaliin. Avisoinnilla ilmoitetaan vastaanottajalle tieto: koska tavaralle on tilattu kuljetus, milloin tavarat saapuvat kotimaan terminaaliin ja milloin nämä saapuvat määräpäähän terminaaliin. (Liikenneministeriö 1998.)

Kun tavara on tarkistettu ja se vastaa sitä mitä on tilattu, kirjataan rahtikirjat tietojärjestelmään ja tarvittaessa tullataan tavarakollit kolliosoitelapun viivakoodilla tietojärjestelmään.

Kolliosoitelappu toimii linkkinä toimitustiedon (rahtikirja) ja kuljetettavan tavarahan välillä. Sen viivakoodin avulla, sitä pystyy kohdistamaan sähköiseen tietoon. (Tieke 2014.) Kolliosoitelappua käytetään kollien tunnistamiseen.

Varastotoiminta pohjautuu **tietojärjestelmien** käyttöön, jotka perustuvat tietokannoille ja tietokantoja käytettäville ohjelmille. Toimiva tietojärjestelmä on perusedellytys varaston toiminnan laadulle ja tehokkuudelle. (Karhunen 2008, 394.) Saapuvan tavaran kirjaamisessa näytölle otetaan ostotilausnumero ja siihen merkitään vastaanotetut määrät ja tavaroiden osoitteet. Kun kuittaus on tehty, tietojärjestelmä päivittää varastokirjanpitoa, jolloin määrät ja osoitteet tulevat ajantasalle.

Tavaroiden kirjaamisen yhteydessä tulostuu saapumisluekkelo. Saapumisluekkelo sisältää tiedon hyllypaikan numerosta, tavaran määrästä ja tavaran nimikkeestä. Tavaralan laatu tarkastetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa, jos tavara on vaurioitunut kuljetusaikana, puretaan kuljetuspakkauksesta ulos ja tarkistetaan laadun varmistamiseksi. Kun tavarat ovat vastaanotettu, pakkauksiin tehdään tarvittavat merkinnät ja sen jälkeen tavarat siirretään niille osoitetulle varastopaikalle. (Karhunen 2008, 376.) Toisinaan vastaanotettavalla tavaralla on kiire vastaanottajalle, tällöin valitut tuotteet ohjataan suoraan lähettämöön (cross-docking) (Sisälogistiikan parhaat käytännöt 2014).

Käsittely ja hyllytys

Kun tavarat on vastaanotettu, niitä ohjataan hyllypaikoille (hyllytettävät tavarat), työsoluihin tai varastossa olevalle varastopaikalle, jossa ne odottavat nopeaa toimitusta eteenpäin asiakkaalle (Sisälogistiikan parhaat käytännöt 2014).

Keräily

Keräily on varastotoiminta, jossa tuotekohtaisista varastopaikoista kerätään toimituksiin menevät tuotteet. Keräilymenetelmät jakaantuvat kahteen pääryhmään riippuen sitä meneekö kerääjä tavaran luo vai tuleeko tavara kerääjän luo. (Karhunen 2008, 387.) Keräily on varastotoiminnan eniten resursseja vaativa toiminto. Sen takia se järjestetään mahdollisimman tehokkaasti.

Keräilymenetelmät vaihtelevat paljon riippuen muun muassa tuotteiden määrästä, menekistä ja toimitusten koosta. Suurin osa keräilijän työajasta kuuluu siirtymiseen paikasta toiseen. Keräilytoiminnan kehittämisessä pyritään sen takia minimoimaan liikkumisen tarvetta. (Opetushallitus 2010.)

Pakkaaminen

Tavaran pakkaaminen sisältää monia vaiheita kuten esivalmistelu, annostelu, sulkeminen, etiketöinti, merkintä, ryhmäpakkaus ja lavaus. Toimitettavat tuotteet sijoitetaan pakkausyksikköön ja suojataan kuljetuksen ajaksi. Pakkaaminen on myös työläs työvaihe. (Opetushallitus 2010.) Pakkaus- ja lähettämön toimintojen sijainti vaikuttaa materiaali- ja tavaravirran suuntaan, sen takia pakkaamon laitteisto ja kalusteita kannattaa sijoittaa virran suuntaiseksi (Ritvanen 2011, 73).

Työnjohtaminen

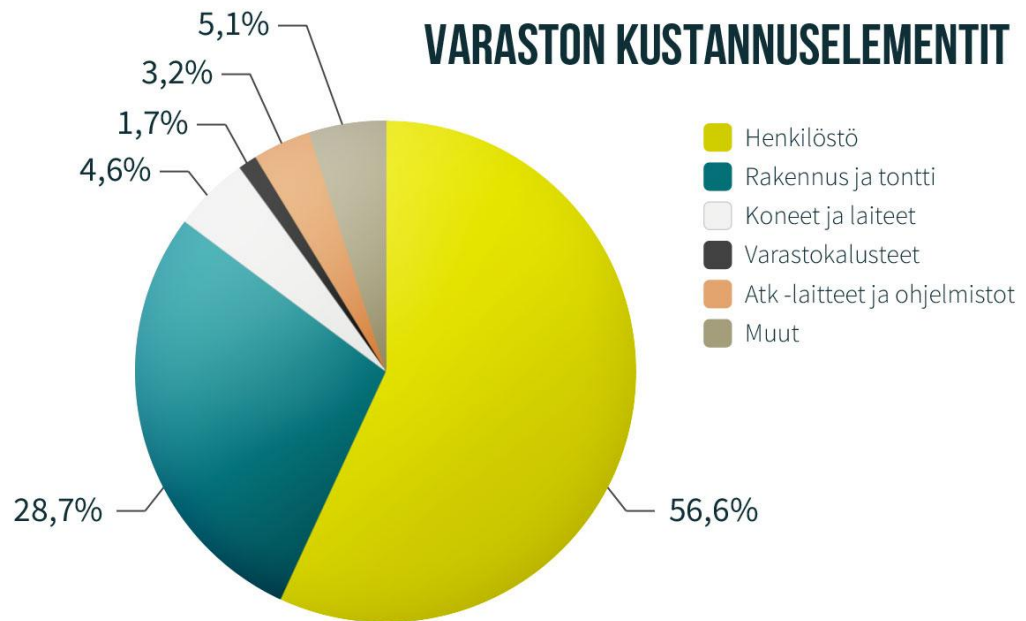
Tuotantopäällikön tulee reaaliaikaisesti hallita kaikkia varastossa olevia prosesseja, jotta resursseja voidaan ohjata kohdennetusti sinne missä niitä tarvitaan. Tehtaan päällikkö siirtää tarvittaessa lisää työvoimaa sellaiseen tilauksen valmisteluun, jonka nouto on jo saapumassa. (Sisälogistiikan parhaat käytännöt 2014.)

Toimitus asiakkaalle

Pakkaamisen jälkeen tuotteet siirretään lähettämöön, jossa lähetykset kootaan lavoille. Lähetyksiin kiinnitetään lähetysluettelot ja rahtikirjat. Lähettämön tehtävänä on valmistella lähtevät kuormat. Työ sisältää asiakastoimitusten järjestelyn lähteviksi kuormiksi, rahtikirjojen muodostaminen, tavaran luovutus hakevalle autolle. (Karhunen 2008, 390.)

2.2 Varastointikustannukset

Varastointi aiheuttaa paljon kustannuksia. Varastoinnista aiheuttavat kustannukset ja haitta on suurempi kuin sillä saavutettava höyty. Kuviossa 6 (Intolog 2015) esitellään varaston kustannuselementit.



KUVIO 6. Varaston kustannuselementit (Intolog 2015)

Varastointi aiheuttaa toiminnallisia kustannuksia. Ne muodostuvat tavaroiden säilyttämisestä ja käsittelystä. Tavarain säilyttämiseen tarvitaan tilaa, jonka käytöstä syntyy kustannuksia. Myös hyllyjen, laatikoiden, kuormalavojen käytöstä aiheuttavat pääomakustannukset. Seuraavalla tunnusluvulla mitataan säilytyskustannuksia:

$$\text{Säilytyskustannukset jalostusarvosta} = \frac{\text{säilyttämisen kustannukset}}{\text{jalostusarvo}}, \%$$

Yrityksen läpi kulkevan tavaravirran käsittelyprosessissa muodostuvat käsittelykustannukset. Käsittelykustannukset luokitellaan kahteen ryhmään. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat kustannukset, jotka muodostuvat tavarain vastaanotosta, tarkastuksesta, lajittelusta ja siirrosta varastopaikalle. Toiseen kuuluvat keräilyn-, pakkaamisen-, lähetyksen valmistelun ja toimittamisen kustannukset. Nämä kustannukset riippuvat paljon käsiteltävästä tavarasta ja toiminnan luonteesta. (Sakki, 2001, 70.)

Varastokäsittelyn työmäärää osoittaa seuraava tunnusluku:

- *saapumis-/lähetystapahtumia päivässä = tapahtumien lukumäärä / työpäivien lukumäärä*

Varastokustannusten suuruutta osoittaa seuraava tunnusluku:

- *käsittelykustannusten osuus jalostusarvosta = käsittelykustannukset / (liikevaihto / jalostusarvo), %*

(Sakki 2001, 71.)

Suurin osa varaston kustannuksista kertyy henkilöstökuluista ja rakennukseen liittyvistä kustannuksista. Varaston layout-suunnittelulla voidaan vaikuttaa varaston toimivuuteen ja tilankäytön tehokkuuteen, joilla voidaan minimoida varastokustannukset. (Intolog 2015.)

2.3 Sisälogistiikan mittarit

Varaston toiminta on osa sisälogistiikkaa ja sitä voidaan arvioida samankaltaisilla mittareilla kuin koko yritystoimintaa. Varaston mittarit ovat jaettu seuraaviin ryhmiin: taloudelliset, tuotannolliset ja laadullisen suorituksen mittarit. Varaston tuottavuus on tuotantomäärän suhde tuotantopanokseen. Varaston laadullisina mittareina käytetään kahta mittaria, joista yksi mittaa varastoon saapuvan tavaran käsittelyä, ja toinen lähtevän tavaran käsittelyä. Varastotoimintaan kuuluvaa aikaa voidaan mitata kahdella mittarilla: **Dock-to-Stock Time (DTS)** – mittarilla ja tilauksen kiertonopeudella. DTS tarkoittaa aika, joka alkaa tavaran saapumisesta varastoon ja loppuu hyllyttämiseen. **Tilauksen kiertonopeutta** voidaan mitata ajalla, joka alkaa tilauksen keräyksestä lähtövalmiuteen saakka. (Hokkanen, Karhunen, Luukkainen 2004, 153.)

Vastaanoton läpimenoaika voidaan mitata kokonaisuutena tai vaiheittain. Se on aika, joka käytetään koolien purkamiseen ja nimikkeiden hyllyttämiseen. Hyllytystoiminnan mittarina voidaan käyttää **läpimenoaikaa**, joka arvioi hyllytystoiminnan sujuvuuden. Se on keskimääräinen aika, joka kuuluu nimikkeiden hyllyttämiseen. Jos läpimenoaika jää alle tavoitearvon, silloin hyllytystoiminnassa on tehtävä muutoksia, jotta päästään tavoitearvon tasolle.

Mikäli läpimenoaika pysyy tavoitetasolla, silloin hyllytystoiminta sujuu hyvin. Kokonaisläpimenoaika koostuu vastaanotto, - koolien purku- sekä nimikkeiden hyllyttämisajasta.

Varaston kiertonopeus

Kun puhutaan sisälogistiikan tunnusluvuista, niin merkittävä tunnusluku on varaston kiertonopeus, eli varaston vaihtumisnopeus. Varaston kiertonopeus ilmaisee, kuinka monta kertaa vuodessa varastossa oleva tavaramäärä keskimäärin vaihtuu. Varaston kiertonopeus lasketaan vuosittaisen myynnin tai käytön perusteella:

Varaston kiertonopeus = vuoden käyttö tai myynti / varastojen keskiarvo

(Hokkanen, Karhunen, Luukkainen 2004, 153.)

FIFO on varastonohjauksen peruseriaate. FIFO-menettelyn mukaisesti tavara lähtee varastosta samassa järjestyksessä kuin se on tullut sinne. Nimitys FIFO tulee englannin sanojen First in First out alkukirjaimista. Tavarat otetaan käyttöön ikäjärjestyksessä, mikä usein tavarain säilyvyyden kannalta on välttämätöntä.

(Karhunen 2008, 364.)

Merkittävä tekijä hyvässä asiakaspalvelussa on toimittajan kyky saada tuotteensa asiakkaalle sovittuna aikana. Toimitusvarmuusprosentilla kuvataan varaston kykyä vastata asiakkaiden tilauksiin. Toimitusvarmuus lasketaan seuraavasti:

*Toimitusvarmuus, % = (kaikki toimitetut – myöhässä toimitetut) * 100 % / kaikki toimitetut*

(Hokkanen, Karhunen, Luukkainen 2004, 155.)

3 LEAN -MENETELMÄ

Tässä pääluvussa kerrotaan Lean-menetelmän periaatteista. Luvussa tutustutaan Lean-menetelmän tavoitteisiin, sen merkitykseen sisälogistiikan tuottavuuteen, virtaustehokkuuteen ja prosessin lakeihin.

Lean on toimintastrategia tavoitteen saavuttamiseksi. Monet yritykset kuvittelevat olevansa tehokkaita, mutta todellisuudessa haaskaavat resursseja. (Koskela 2014.) Lean-konsepti (Lean valmistus, Lean manufacturing) on alkujaan valmistuskonsepti ja sovellutuksessa monet työkalut ja tekniikat on alkujaan kehitetty palveluorganisaatioissa. Lean-menetelmän tavoitteena on tuottaa asiakkaalle parasta mahdollista arvoa tuottajan tarpeet huomioiden. Käytännössä tämä tarkoittaa asiakastyytyvyyden (virtaustehokkuus) ja tuottajatytyvyyden (resurssitehokkuus) maksimointia. (Six Sigma 2015.)

Yrityksen tai organisaation tehtävänä on tuottaa asiakkaille ja itselleen arvoa ja tulosta. Työn suorittamiseen kuluu aikaa ja kustannuksia. Aikaa joka kuluu työn suorittamiseen, kutsutaan läpimenoajaksi (Lead Time). Läpimenoaika sisältää arvoa lisäävää (Value Added Time) ja ei-arvoa lisäävää aikaa (Non Value Added Time). Arvoa lisäävällä ajalla tarkoitetaan niitä asioita, joista asiakas on valmis maksamaan. Ei-arvoa lisäävä aika, joka ei tuota arvoa yritykselle eikä asiakkaalle sitä ei voi laskea hinnaksi. Läpimenoajan ja arvoa lisäävään ajan suhdetta kutsutaan virtaustehokkuudeksi tai prosessin jaksoajan tehokkuudeksi (PCE, Process Cycle Efficiency). Kun työn läpimenoaika pitenee käytännössä se tarkoittaa, että prosessin aikaa käytetään muuhunkin, kuin arvon tuottamiseen asiakkaalle ja yritykselle. Läpimenoaika on hyvä arvon mittari ja mitä lyhyempi se on, sitä parempi. (Six Sigma 2015.)

3.1 Resurssitehokkuus

Työn suorittamista varten tarvitaan resurssit. Yrityksen resursseja käytetään mm. varastojen, ajan ja tarvittavien resurssien hallintaan. Resurssitehokkuudella tarkoitetaan resurssien mahdollisimman hyvää hyödyntämistä. Resurssien tehokas hyödyntäminen on ollut ja on edelleen tehokkuustarkastelun pääpiste. Resurssitehokkuuden mittari osoittaa kuinka paljon jotakin resurssia

hyödynnetään suhteessa johonkin ajanjaksoon. (Six Sigma 2015.)

Resurssitehokkuuden mittari (kuvio 7.) osoittaa esimerkiksi miten tehokkaasti tavarakollien skannauslaitetta käytetään varastossa työpäivän aikana.



KUVIO 7. Resurssitehokkuuden esimerkki (Modig & Åhlström 2013, 10).

Tässä esimerkissä resurssitehokkuus on 50 prosenttia, mikä tarkoittaa että tavarakollien skannauslaite on käytössä puolet tarkasteltavasta ajanjaksosta. Kun puhutaan resurssitehokkuudesta, on tärkeä miettiä kuinka hyvin organisaatio käyttää kaikkia resursseja. Hyödynnetäänkö resursseja vai ovatko ne ”tyhjän panttina”? (Modig & Åhlström 2013, 11.)

3.2 Lean-menetelmän merkitys sisälogistiikan tuottavuuteen

Lean-menetelmällä ja sen työkaluilla parannetaan tuottavuutta joka vuosi. Osa yrityksistä pystyy lyhentämään tuotteen valmistukseen kuluvan ajan viikosta päiviin ja jopa tunteihin. Lean-menetelmän merkitys tuottavuuden parantamiseen on suuri, koska sen avulla voidaan päästä tuloksiin, jossa yksi plus yksi on yksitoista. Tuotanto saadaan virtamaan, jolloin eliminoidaan hukan aiheuttavat

kustannukset ja valjastetaan koko henkilöstö kehittämistyöhön ja jatkuvaan parantamiseen. (OK Upright 2014.)

Tuottavuus on toiminnan tuotoksen ja sen aikaansaamiseksi käytettyjen panosten suhde. Lean-menetelmän mukaan tuottavuuden parantamista saavutetaan pienimillä kustannuksilla, jonka tuloksena jatkuva ja parempi tulos. Tuottavuus kasvaa, kun toimitusketjun prosessit sujuvat hyvin ja taukoamattomalla virtauksella. Tuottavuuden parantamiseksi toimitusketjuista on poistettava päällekkäistä ja turhaa työtä, joka ei tuota arvoa yritykselle. Sisälogistiikan prosessin kehittämisessä usein ongelmana ovat päällekkäiset turhat työt, työvirheet, odottaminen ja hukka-aika. Lean-menetelmä oli otettu käyttöön alun perin autoteollisuudessa, mutta nykyaikana sitä sovelletaan melkein kaikilla aloilla. (Kouri 2010, 6.) Monet yritykset käyttävät Lean-menetelmän johtamistapaa tehokkaana keinona kehittää prosessin virtaustehokkuutta ja välttää hukkaa ja turhaa työtä. Seuraavassa eritellään muutamia tärkeimpiä toimitushallinnan ja sen kehittämisen periaatteita:

- prosessien yksinkertaistaminen
- läpimenoaikojen lyhentäminen
- tuhlauksen ja virheiden poistaminen

(Ritvanen, Inkiläinen, Bell, Santala 2011, 136.)

Lean-menetelmän avulla ei kuitenkaan pystytä ratkaisemaan automaattisesti organisaatioiden kaikkia ongelmia, mutta se auttaa tunnistamaan ne ja poistamaan näiden syitä (Skippari & Kajasilta 2015).

3.3 Virtaustehokkuus

Virtaustehokkuus syntyy prosessien toiminnassa. Kaikissa organisaatioissa on prosesseja kuten kehitys-, tuotanto-, toimitus- ja huolto prosessit. Prosessit määräytyvät virtausyksikön mukaan. On tärkeä määritellä prosessit virtausyksiköiden näkökulmasta. Virtausyksikkö voi olla materiaalia, ihmisiä tai informaatiota. (Modig & Åhlström 2013, 19.)

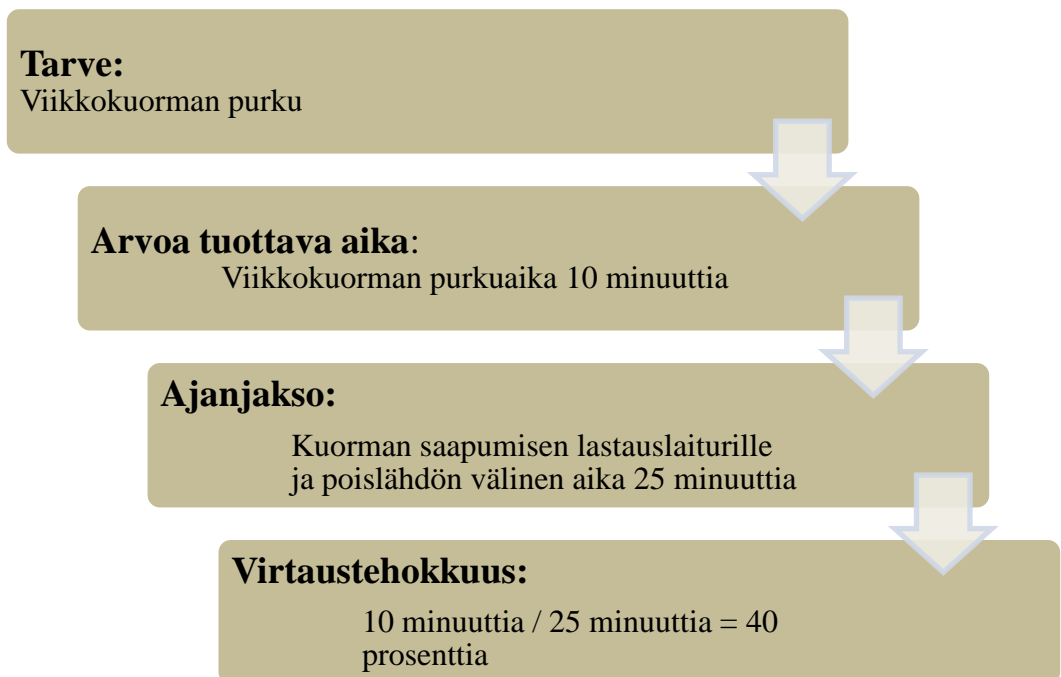
Resurssien ja virtaustehokkuuden välillä on ero, ja virtausyksikön ymmärtäminen auttaa havaitsemaan sitä. Arvon siirtoa tapahtuu, kun resurssit antavat ja virtausyksikkö saa arvoa. Modigin mukaan siitä muodostuu seuraava suhde:

- hyvä resurssitehokkuus tarkoittaa sitä, että aika, jona resurssit antavat arvoa on pitkä suhteessa tiettyyn ajanjaksoon
- hyvä virtaustehokkuus taas tarkoittaa sitä, että aika, jona virtausyksikkö saa arvoa, on pitkä verrattuna tiettyyn ajanjaksoon

(Modig & Åhlström 2013, 20.)

Mitä tarkoittaa virtaustehokkuus käytännössä? Virtaustehokkuudella mitataan kuinka paljon virtausyksikkö jalostuu tiettyinä ajanjaksona ja osoittaa sitä, miten hyvin organisaatio pystyy jalostamaan sitä. Virtaustehokkuus on suhde arvoa tuottavien toimintojen summasta läpimenoaikaan. Virtaustehokkuudessa on kyse siitä, kuinka suuri osuus arvoa tuottavilla toiminnoilla on läpimenoajasta. (Modig & Åhlström 2013, 14, 27.)

Virtaustehokkuus voi osoittaa esimerkiksi miten tehokkaasti lähettämö purkaa saapuvan viikkokuorman (kuvio 8.)



KUVIO 8. Virtaustehokkuuden esimerkki (Modig & Åhlström 2013, 13).

Tämä esimerkki näyttää, että virtaustehokkuus on 40 prosenttia. Tämä tarkoittaa, että viikkokuorma saa arvoa 40 prosenttia sitä ajasta, minkä se odottaa lastauslaiturilla.

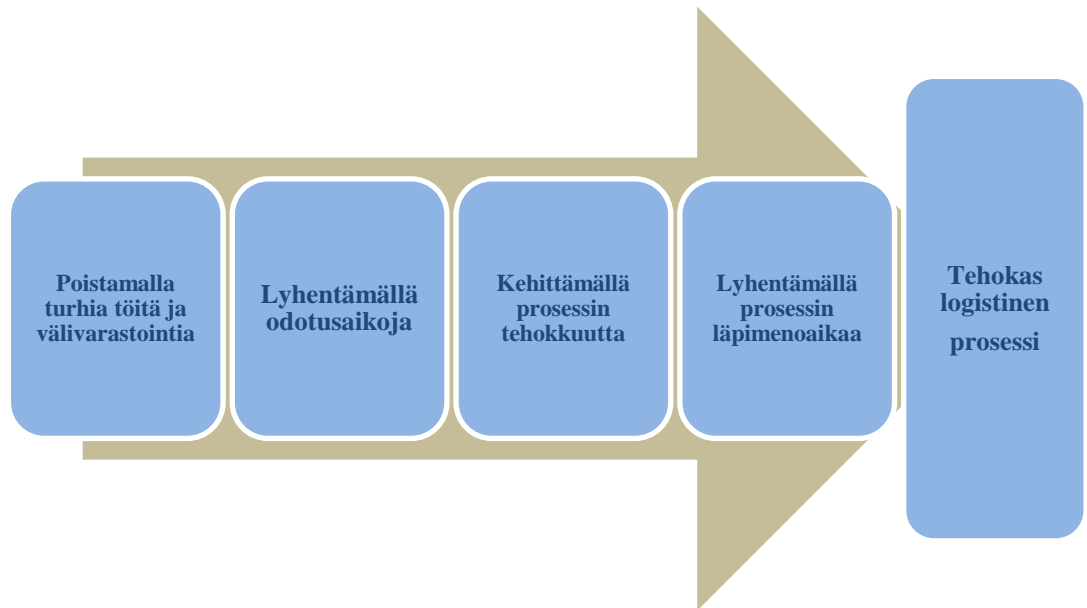
3.4 Prosessit

Kaikki prosessit koostuvat joukosta toimintoja. Prosessissa virtausyksikkö viedään eteenpäin, jonka aikana se jalostuu. Virtaustehokkuuden taustalla on kaksi tärkeintä ulottuvuutta: arvo ja tarve. (Modig & Ålström 2013, 23). Modigin ja Ålströmin mukaan virtaustehokkuuden ymmärtämiseksi on tärkeä sisäistä arvoa tuottavien toimintojen käsite. Silloin kun määritellään arvon sisältöä, on tärkeintä ymmärtää virtausyksikön näkökulma. Tärkeintä on aika, jona virtausyksikkö saa arvoa.

Arvoa tuottavat toiminnot ovat niitä, joiden aikana virtausyksikkö jalostuu jollain tavalla. Saman periaatteen mukaisesti toiminto on arvoa tuottamaton, jos virtausyksikkö ei jalostu sen aikana. (Modig & Ålström 2013, 24.) Tässä on muutamia esimerkkejä arvoa tuottamattomista toiminnoista:

- materiaali odottaa varastossa (jonotus tai hukka-aika)
- valmis tavara odottaa varastossa toimitusta (jonotus tai hukka-aika)

Prosessin tavoitteena on toiminnan täysimääräinen kehittäminen osaoptimoinnin sijasta. Kun analysoidaan logistisia prosesseja, niin täytyy analysoida koko logistiikan ketjun toimivuutta ja arvioida sen toimivuutta lopputuloksen pohjalta. (Ritvanen 2011, 136.) Kuviossa 9 esitellään kehittämiskeinoja, joilla voidaan tehostaa logistisia prosesseja.



KUVIO 9. Logistisen prosessin tehostamiskeinot (Ritvanen 2011, 136).

Prosessiin kuuluu sellainen tärkeä ominaisuus, että prosessin rajat alusta loppuun voi itse määrittellä. Modigin mielestä prosessin rajojen määrittäminen on tärkeää, koska se vaikuttaa läpimenoajan mittaamiseen. (Modig & Åhlström 2013, 22.)

3.5 Lean-menetelmän prosessilait

Prosessit toimivat tiettyjen lakien mukaan. Prosessien noudattamat lait ovat yleispäteviä. Kolme lakia selittää miksi on vaikeaa saada aikaan hyvä virtaustehokkuus ja hyvä resurssitehokkuus samalla kertaa.

Littlen laki

Ensimmäiseksi prosessin toimintaa valloittaa Littlen laki. Reaalimaailmassa Littlen lakia käytetään valmistus- tai palveluprosessien läpimenoajan määrittämiseen. (Six Sigma 2015.) Littlen lain mukana prosessissa voidaan määrittellä alun ja lopun välinen aika. Keskenkäisillä virtausyksiköillä tarkoitetaan kaikkia virtausyksiköitä, jotka ovat valitun prosessin rajojen sisällä. Jaksoaika on kahden virtausyksikön prosessista poistumisen välillä kuluva keskimääräinen aika. (Modig & Åhlström 2013, 35.)

Littlen lain avulla voidaan arvioida prosessin läpimenoaika, eli jonotusaika. Esimerkissä neljä yksikköä on jonossa ja yhden yksikön jaksoaika on 10 minuuttia, silloin jonotusaika on 40 minuuttia.

Jonotusaika = prosessissa olevien käsiteltävien yksiköiden määrä x käsittelyaika.
(Six Sigma 2015.)

$40 \text{ minuuttia} = 4 \text{ yksikköä} \times 10 \text{ minuuttia} / \text{yksikkö}$

Littlen laki osoittaa, että läpimenoaika riippuu keskeneräisten virtausyksiköiden lukumäärästä sekä jaksoajasta. Jaksoaika ja keskeneräisten virtausyksiköiden määrä kasvattavat läpimenoaika. Littlen lain mukaan läpimenoaika kasvaa, jos käsiteltävien virtausyksiköiden lukumäärä kasvaa. Modigin mukaan keskeneräiset virtausyksiköt lisäävät läpimenoaika. (Modig & Åhlström 2013, 36.)

Pullonkaulojen laki

Pullonkaula on prosessin vaihe, jossa useat pysähdykset rajoittavat prosessin läpimenoa ja muodostavat jonoja. Prosessin läpimenoaika riippuu prosessin vaiheesta, jonka jaksoaika on pisin. Ne ovat joko osaprosesseja tai yksittäisiä toimintoja, jotka rajoittavat läpimenoa pullonkaulan tapaan. Pullonkaulojen laki auttaa ymmärtämään, mitkä ongelmat estävät saamasta prosessia virtaustehokkaaksi.

Ennen pullonkaulaa muodostuu aina jono, riippumatta siitä, mikä asia virtaa prosessin läpi: materiaali, informaatio tai ihminen. Pullonkaulan jälkeen prosessin seuraavat toimintovaiheet joutuvat odottamaan vuoroaan pullonkaulan pienin läpivirtauksen takia. Pullonkaulat lisäävät jonotusaikaa, koska käsittelyyn päästäkseen virtausyksiköistä muodostuu jono. Käsittelyä odottavien virtausyksiköiden lisääminen prosessin vaiheeseen pidentää läpimenoaika. Lean-menetelmän mukaan odottaminen ei ole arvoa lisäävä aika. (Modig & Åhlström 2013, 38.)

Vaihtelun laki

Kaikissa toiminnoissa esiintyy vaihtelua. Tyypillisesti, jotkut toiminnot kestävät pidempään kuin toiset. Tämä laki selittää miten vaihtelut vaikuttavat resurssitehokkuuden ja läpimenoajan väliseen yhteyteen. Vaihtelulla on suuri merkitys prosessin läpäisyn tehokkuuteen. Prosessin läpäisy aika on sitä pidempi mitä suurempi on vaihtelu. Syitä prosessin vaihteluun on erilaisia ja niitä on loputtomasti. Ne voidaan luokitella kolmeen pääluokkaan: resurssit, virtausyksiköt ja ulkoiset tekijät. Koneet, käyttöjärjestelmät, resurssit kuten ihmiset eivät aina toimi samalla tavalla. Jotkut koneet voi olla viallisia ja mennä rikki, käyttöjärjestelmät ovat nopeita tai hitaita, myös resurssit ovat eri osaamistasoisia. Vaihtelu vaikuttaa palveluaikaan tai saapumisaikaan, riippumatta siitä mikä tekijä aiheuttaa vaihtelua. Vaihtelua esiintyy ajassa, joka kuluu virtausyksiköiden prosessin läpikäymiseen tai saapumiseen. (Modig & Åhlström 2013, 40.)

Lean toimintastrategiassa pyritään tasoittamaan prosesseja ja niihin kuuluvia vaihteluja.

Yllä mainitut lait selittävät seuraavia asioita:

- littlen lain mukaan läpimenoajan kasvua aiheuttaa sitä, montako keskeneräisiä virtausyksiköitä prosesseissa on ja kuinka pitkä jaksoaika on
- pullonkaulojen laki tarkoittaa sitä, että pullonkaulojen muodostuminen kasvattaa läpimenoaika
- vaihtelun vaikutuksen laki selittää että läpimenoaika kasvaa sen mukaan miten suurta vaihtelua prosessissa on

4 CASE: YRITYS X

Tässä pääluvussa esitellään opinnäytetyön empiirinen osuus. Luvun alussa käydään läpi kohdeyrityksen esittely, tutkimuksen toteutus, sisälogistiikka- ja viikkokuorman purkuprosessin nykytilat ja tavoitteet. Lisäksi esitellään myös laskelmat ja tutkimustulokset, jotka kertovat prosessiin liittyvistä ongelmakohdista. Luvun loppuosassa esitellään kehitysehdotukset ja analysoidaan tutkimuksen pätevyyttä.

4.1 Yritysesittely

Yritys X on kansainvälinen, vakavarainen konserni, jonka palveluksessa on yli 16.000 henkilöä. Yrityksen toimiala on vaihdemoottoreiden ja elektroniikan kokoonpano, huoltopalvelut ja kokonaiskonseptit, jossa on tarjontana yhdistetty tuotteet, palvelut ja käyttöönotot. Yhtiöllä on maailmanlaajuisesti 14 tuotantolaitosta ja 79 paikallista kokoonpanotehdasta. Tuotevalikoima koostuu vaihdemoottoreista, teollisuusvaihteista, taajuusmuuttajista, servokäyttöistä ja hajautetusta käyttöautomaatiosta. Yrityksen X palveluvalikoimaan kuuluvat mitoitus ja laitevalinta, mekaaninen- ja sähkösuunnittelu, ohjelmointi, käyttöönotto, huolto ja korjaus sekä kenttähuolto projektoituina kokonaistoimituksina. Yrityksen X liikevaihto on 35 milj. euroa.

Yrityksen X kokoonpanotehdas ja huoltokeskus toimivat Lahdessa. Myyntikonttorit sijaitsevat Oulussa, Vaasassa, Kuopiossa, Tampereella ja Kotkassa.

Yrityksellä on oma kokoonpanotehdas, mutta omien valmistamiensa tuotteiden lisäksi tavaroita ostetaan eri toimittajilta sekä kotimaisilta että ulkomaisilta. Päätavaroimittaja on Saksassa, josta tulee tavarat viikoittain viikkokuormissa. Viikkokuormissa tulee sekä kokonaisia koneita että varaosia. Kohdeyrityksen Saksasta saapuvien viikkokuormien purkuprosessi ei toimi täysin toivotulla tavalla. Tämän vuoksi työn tarkoituksena on kartoittaa prosessin nykytilaa ja selvittää nykyiseen prosessiin liittyviä ongelmia ja pullonkauloja.

Työn päättöosiossa esitellään kehittämisehdotuksia, joiden avulla pyritään kehittämään prosessia ja saada sitä mahdollisimman toimivaksi ja virtaustehokkaaksi.

4.2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen aiheen valinta ja suunnittelu aloitettiin toukokuussa 2015.

Tutkimusaiheesta oli tehty tutkimussuunnitelma, jonka hyväksymisen jälkeen tehtiin toimeksiantosopimuksen toukokuussa. Tutkimuksen toteutuksen aikataulu esitellään taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Tutkimuksen toteutuksen aikataulu

Aika	Tehtävä	Henkilö	Huomioitava
25.5.2015	Ensimmäinen haastattelu tehtaan johtajan kanssa	Henkilö A	
Heinäkuu – elokuu 2015	Mittaukset (Saksasta saapuvien viikkokuormien ja koollien purkamisen läpimenoaika)	Lähetämö ja varastotyöntekijä	
14.8.2015	Haastattelu tuotantopäällikön kanssa	Henkilö A	
27.8. ja 8.9.2015	Haastattelut lähettämön kanssa	Henkilöt B ja C	
10.9.2015	Haastattelu kokoonpanotyöntekijän kanssa	Henkilö D	
15.9.2015	Haastattelu materiaaliosasto-vastaavan kanssa	Henkilö E	
21.9. ja 7.10.2015	Haastattelu varastotyöntekijän kanssa	Henkilö K	

Tutkimus aloitettiin toukokuussa ja toteutettiin kvalitatiivisella tutkimusmenetelmällä, jossa käytettiin osallistuvaa havainnointia, avoimia henkilökohtaisia haastatteluja ja kvantitatiivisella tutkimuksella, jossa käytettiin mittauksia ja laskelmia. Lisäksi tutkimusaineistoa saatiin yrityksen antamista dokumenteista kuten avisointilistat, rahtikirjat ja lähetyslistat. Tutkimuksen ajanjakso kohdistui toukokuu – joulukuulle 2015.

Tutkimustyö aloitettiin kartoittamalla yrityksen sisälogistiikan nykytilaa, jonka jälkeen keskityttiin Saksasta saapuvien viikkokuormien purkuprosessiin. Viikkokuorman purkuprosessin tutkintaa varten aloitettiin mittaamista. Mittauksia tehtiin viikkokuormien vakiosaapumispäivinä: maanantaisin ja perjantaisin. Heinäkuussa viikkokuormat kävivät myös torstaisin. Mittauksia tehtiin joka viikko kahden kuukauden aikana, heinä- ja elokuun aikana. Mittauskertoja tehtiin yhteensä 24 kertaa. Saatujen mittaustuloksien pohjalta tehtiin laskelmia, joiden avulla selvitettiin viikkokuormien purkuprosessin läpimenoaikaa ja virtaustehokkuutta.

Avoimia henkilökohtaisia haastatteluja suoritettiin rinnakkain tutkimusmittauksien kanssa. Ensimmäinen haastattelu toteutettiin tehtaan johtajan kanssa toukokuussa. Lisäksi avoimia haastatteluja tehtiin materiaaliosaston vastaavan, tuotantopäällikön, lähettämön, tuotannon- ja varaston työntekijän kanssa. Haastattelujen tulosten pohjalta tehtiin sekä sisälogistiikan, että viikkokuorman purkuprosessin nykytilan kartoitusta ja selvitettiin prosesseihin liittyviä ongelmia.

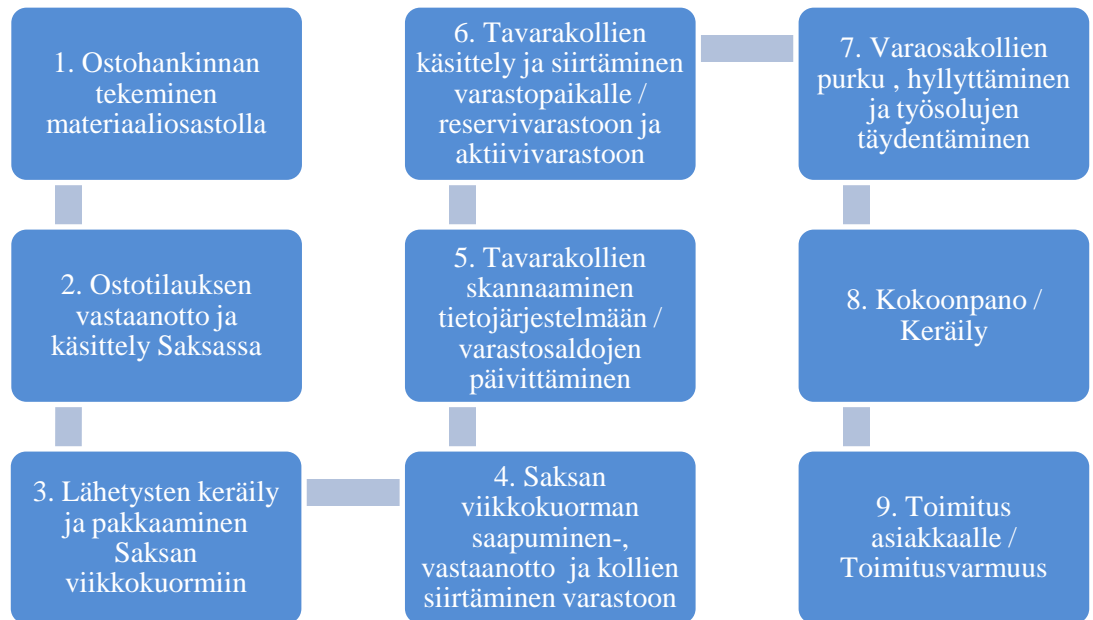
4.3 Sisälogistiikan nykytila-analyysi

Tutkimuksen ensimmäinen tarkastelukohde oli sisälogistiikan nykytila. Tällä hetkellä kohdeyrityksellä on hallittu ja ohjeistettu hankintaprosessi. Ostohankinnan tekeminen tapahtuu tietojärjestelmän kautta EDI välityksellä. EDI on lyhenne sanoista ”Electronic Data Interchange” (elektroninen tiedonsiirto). EDI tarkoittaa elektronista, määrämuotoista ja automaattista tiedonsiirtoa organisaatioiden tietojärjestelmien välillä. Hankinnat tehdään suoraan Saksan

toimittajalta, jonka jälkeen Saksan toimittaja kerää ja pakkaa valmiita lähetyksiä viikkokuormiin FIFO-menettelyn perusteella, eli (First In First Out).

Seuraava sisälogistiikan vaihe oli Saksasta saapuneiden viikkokuormien vastaanotto ja tavarakollien purku. Viikkokuormassa saapuvat lähetykset ovat varastotäydennyksiä, kauttakulikutavaroita ja palautuksia. Saapuva tavara, mikä kuuluu varaston varastonimikkeisiin ja on osoitettu varastolle, kutsutaan varastotäydennykseksi. Saksasta saapuva kauttakulikutavara on yleensä tarkoitettu tietylle asiakkaalle. Se vain tulee varaston kautta, mutta sitä ei varastoida. Palautus sisältää varaston toimittamia nimikkeitä, joita Saksan toimittaja palauttaa virheellisen, puutteellisen toiminnan takia tai takuuna.

Saapuneet tavarakollit skannataan tietojärjestelmään ja tavara kirjataan tulleeaksi. Tavarakollien skannaamisen yhteydessä tietojärjestelmä siirtää tiedon tavarakollien sisällöstä varastokirjanpitoon ja samalla päivittää varastosaldoja. Skannattuja tavarakolleja siirretään niille osoitetulle varastopaikalle. Konetavarakolleja ja pikalähetyksiä pyritään toimittamaan asiakkaalle heti varastoon saapumisen jälkeen, jotta aktiivivarastoon saadaan tilaa. Tavarakollit, jotka sisältävät varaosia, siirretään reservivarastoon, jossa ne avataan, käsitellään ja sen jälkeen hyllytetään. Seuraavat sisälogistiikan prosessin vaiheet ovat varaosilla: varaston ja työsolujen täydentäminen, kokoonpano, keräily, pakkaaminen ja toimitus asiakkaalle. Kuviossa 10 esitellään sisälogistiikan prosessia vaiheineen ja nykytila.



KUVIO 10. Yrityksen X sisälogistiikka

Sisälogistiikan pääongelma kohdistuu vaiheeseen 5 ja 7 joissa varastologistiikka ei ole reaaliajassa varastokirjanpidon kanssa. Tavarakollien kirjaamisen yhteydessä tietojärjestelmä päivittää varastosaldoja ja näyttää varaosien löytävinsä hyllypaikoilta. Vaiheessa 7 huomataan, että varaosien saatavuus ei vastaa varastosaldojen määriin, koska varaosia ei löydy hyllypaikoilta. Varaosien puuttuvan saatavuuden takia kiirekomponenttien odottavien pikatilausten toimitusaika viivästyy ja toimitusvarmuus heikkenee. Pääongelman ratkaisuun selvitetään mikä aiheuttaa sitä ja keskitytään viikkokuorman purkamisen tutkintaan.

4.4 Viikkokuorman purkuprosessin nykytila

Viikkokuormat Saksasta pääsääntöisesti tulevat kaksi kertaa viikossa, maanantaisin ja perjantaisin. Viikkokuormassa tulee tavarakolleja, jotka sisältävät kokonaisia koneita (kauttakulikutavarat), varaosakolleja ja palautuksia.

Saapuneiden tavaroiden kanssa kuljettaja tuo lähetysdokumentit (rahtikirja ja avisointilista). Rahtikirja sisältää tiedon kollien lukumäärästä, kollin numerosta, kollokohtaisesta myyntitilausnumerosta, tilauksen positionumerosta, kollokohtaisesta bruttopainosta ja pakkausmuodosta.

Kun viikkokuorma saapuu lastauslaiturille, lähettämö aloittaa autokuorman purkamisen. Lähettämö tarkistaa rahtikirjan, jolloin varmistetaan, että tavaratoimittaja on tuonut tavarat oikealle vastaanottajalle ja samalla vahvistaa purkuluvan. Tavarakollit vedetään autosta ulos. Saapuvat tavarakollit skannataan kolliosoitelapun viivakoodilla tietojärjestelmään. Tavarakollien vastaanoton yhteydessä kuitataan ostotilauksien saapuneet tuotteet ja määrät ja samalla päivitetään varastokirjanpidon tieto ajantasalle. Skannauksen yhteydessä tulostuu kollokohtainen saapumisluekkelo ja HU-tarra. HU-tarralla varustetut kauttakulikutavarakollit (koneet) siirretään aktiivivarastoon ja varaosakollit ajetaan trukilla niille osoitetulle varastopaikalle reservivarastossa. Lähettämö kirjaa myös rahtikirjaa ja avisointilistaa tietojärjestelmään. Tietojärjestelmä näyttää saapuneita tavarakolleja ja merkkää ne C-kirjaimella. Tietojärjestelmä ilmoittaa puuttuvia tavarakolleja, joita merkitään A- kirjaimella.

Tavaran lähettäjän kuljetusliike lähettää avisointi ennakkona sähköpostilla lähetyksen vastaanottajalle (materiaaliosastolle). Materiaaliosaston vastaava saa tiedon milloin tavara on lähtenyt Saksasta, koska tavara saapuu kotimaan terminaaliin, koska lähetykset saapuvat määräpään terminaaliin, ja lisäksi kuljetusyksikkötiedot. Avisointilistan tiedon perusteella materiaaliosaston vastaava voi tarkistaa, onko kyseinen varaosa tai kone tulossa saapuvassa viikkokuormassa.

Saapumisluekkelo ja HU-tarra

Kolliosoitelapun skannaamisen yhteydessä tulostuu kollokohtainen saapumislue t tlo ja HU-tarra. HU- tarrassa näkyy myyntitilausnumero, tilauksen positio numero, kollin bruttopaino ja tilauksen toimitusaika. Saksan tehtaalla kollit pakataan aina positiokohtaisesti. Konetavarakolli ei voi sisältää useita positioita, jotka kohdistuvat samalle myyntitilaukselle. Mikäli samassa autokuormassa tulee useita tavarakolleja, jotka kuuluvat samalle myyntitilaukselle, niistä tulostetaan tarvittaessa myyntitilausraportti. Myyntitilausraportin tarkoituksena on seurata kaikkien saapuneiden positioiden määrää. Myyntitilausraportti kertoo voidaanko tavarakollit osatoimittaa tai kokotoimittaa.

Saapumislue t tlo sisältää tiedon tilauksen kiireellisyydestä, merkinnän sitä menevätkö laitteet testaukseen tai asennukseen. Tavarakollien kirjaamisen jälkeen ne siirretään aktiivivarastoon. Kiireelliset tilaukset, joiden toimitusaika on kriittinen, toimitetaan suoraan saapumisen jälkeen asiakkaalle ja loput tavarakonekollit toimitetaan asiakkaalle toimitusajan mukaan. Saapumislue t tlo, joka tulostuu tavarakollin kirjaamisen yhteydessä, kiinnitetään aina kolliin.

Varaosakollit

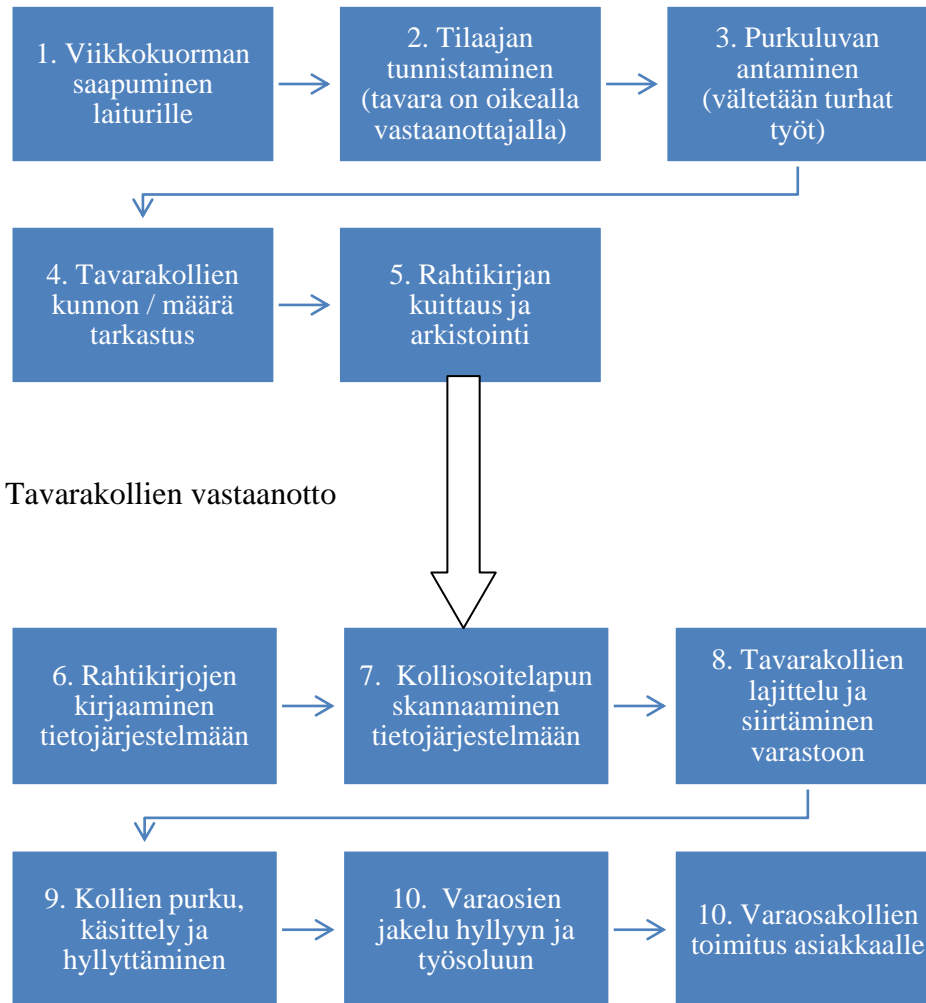
Varaosakollin osoitelapun viivakoodilla skannataan varastotietojärjestelmään, jonka yhteydessä tulostuu kollokohtainen saapumislue t tlo. Saapumislue t tloon tulostuu hyllypaikan numero ja myös tarvittava tieto sitä, meneekö varaosa hyllylle tai suoraan työsoluun. Se sisältää myös merkinnän tilauksen kiireellisyydestä. Saapumislue t tlo kiinnitetään kolliin. Tavarakollien varastovastaanoton jälkeen, varastotyöntekijä siirtää varaosakollit säilytystilaan (reservivarastoon). Siellä kollit säilytetään, käsitellään ja puretaan FIFO – menettelyn mukaisesti, eli saapumisjärjestyksessä ”vanhin ensin”. Saksan toimittaja laittaa varaosakolleihin lappu, jossa lukee ”parts”. Tämä merkintä myös auttaa yksilöimään varaosakolleja konekolleista. Tavarakollin purkamisen jälkeen varaosia viedään hyllypaikoille, jonka jälkeen aloitetaan kokoonpanon.

Kauttakulku t tvara (varaosat)

Kauttakulikutavara, joka tulee varaston kautta, on yleensä pakattu omiin kolleihin. On harvinaista, että samaan kolliin on pakattu varastotäydennykseen meneviä varaosia. Kauttakulku varaosakollit kirjataan tulleeeksi samalla periaatteella kuten varastotäydennyskollit. Niiden kirjaamisessa ostotilauksen päivittymisen vaiheessa lisäksi tulostuu keräysmääräys. Näitä kolleja ei pureta, vaan ne toimitetaan suoraan asiakkaalle alkuperäisissä pakkauksissa. Varaosakolli sisältää yleensä vain yhden myyntitilauksen tuotteita. Mikäli samaan kolliin on pakattu muita myyntitilauksia, tavarakolli puretaan ja myyntitilaukset eritellään. Erittelyn jälkeen lähettämö joutuu pakkaamaan varaosia uudelleen omaan laatikkoon. Tämä toiminto aiheuttaa ylimääräisiä työkustannuksia ja vie lähettämöltä ylimääräistä aikaa.

Seuraavassa kuviossa 11 esitellään viikkokuorman purkuprosessi, joka sisältää laiturityöhön sekä varsinaisen tavarantoimituksen vastaanottoon kuuluvia vaihteita.

Lauturityö



KUVIO 11. Viikkokuorman purkuprosessi

Kuvion vaiheessa 9 muodostuu kollijono purkua odotettavista tavarakolleista. Varastotyöntekijä ei ehdi purkamaan kaikkia vanhoja tavarakolleja ennen uuden kuorman saapumista. Tavarakollin jono rajoittaa purkamisen ja hyllyttämisen läpimenoa ja kasvattaa purkuprosessin kokonaisläpimenoa (DTS). Tämä aiheuttaa tilauksien myöhästymistä ja negatiivisesti vaikuttaa toimitusvarmuuteen. Tämän ongelman taustojen selvittämiseksi aloitettiin mittauksia.

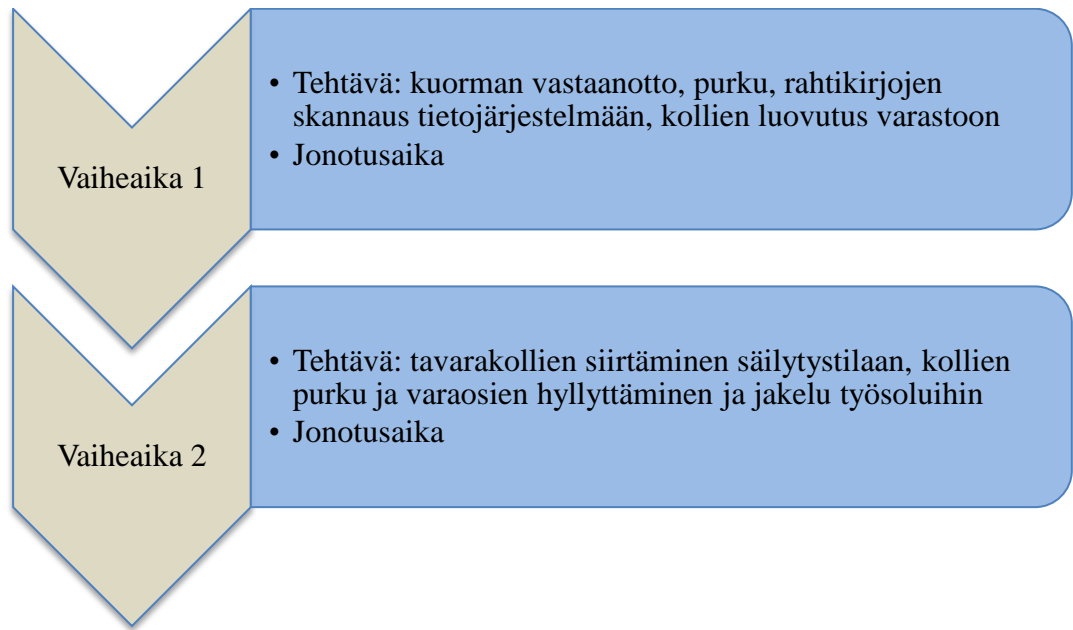
4.5 Mittaukset

Tutkimuksen mittauskohde on Yrityksen X sisälogistiikan osa-alue viikkokuorman purkuprosessi. Prosessi sisältää Saksasta saapuvien viikkokuormien vastaanoton ja purkamisen, tavarakollien purun ja käsittelyn, varaosien hyllyttäminen ja jakelu työsoluihin. Mittaamisen tarkoituksena on selvittää, sekä viikkokuorman purkuprosessin läpimenoaika ja virtaustehokkuus prosessin tasolla, että yksittäisten tavarakollien läpimeno- ja purkuaika virtausyksikön tasolla. Mittausyksikkönä käytettiin aikaa: minuuttia / yksikkö. Virtausyksikkönä käytettiin tavarakollia.

Mittaukset suoritettiin lähettämön ja varaston toiminnoista. Lähettämö ja varasto täyttivät mittauksia varten laaditut lomakkeet (Liite 1, 2). Lähettämö mittasi viikkokuorman purkuprosessin ensimmäisen vaiheen toimintoja: viikkokuorman saapumisaika, kuorman purkamisen aloitus- ja lopetusaika, saapuneiden tavarakollien määrä, kuormapurkajien lukumäärä. Purkuprosessin ensimmäinen vaihe rajattiin kuorman vastaanotosta päättyen tavarakollien luovutukseen varastotyöntekijälle.

Varasto mittasi viikkokuorman purkuprosessin toisen vaiheen toimintoja: tavarakollien siirtämisen säilytystilaan aloitus- ja lopetusaika, käsiteltyjen tavarakollien määrä työpäivän aikana ja yksittäisten tavarakollien purkamisen aloitus- ja lopetusaika. Purkuprosessin toinen vaihe rajattiin tavarakollien vastaanotosta varastossa päättyen varaosien hyllyttämiseen. Prosessin vaiheaika on aika, joka käytetään työn suorittamiseen ja virtausyksikön liikuttamiseen (Jimmerson 2010, 49).

Viikkokuorman purkuprosessi sisältää kaksi vaihetta, joita esitellään kuviossa 12.



KUVIO 12. Viikkokuorman purkuprosessin vaiheajat

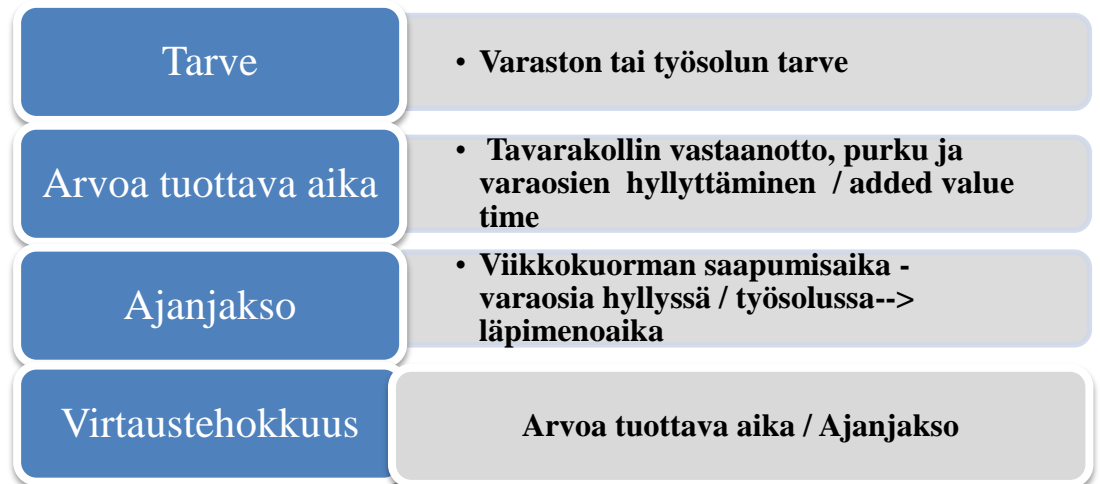
Virtaus on tehokas ja toimii parhaiten, kun vaihe aika prosessissa on lyhyt.

Vaihe aikaan kuuluu myös siihen liittyvä odottamisaika ja hukka-aika. Vaiheen minimiaika on lyhyin aika, jossa työtehtävä voidaan saada valmiiksi. Maksimiaika on aika, joka kuuluu monimutkaiseen tehtävään tai tehtävään johon kuuluu monia keskeytyksiä.

Mittaamisen tavoitteena on selvittää kokonaispurkuaika DTS (läpimenoaika) per yksi viikkokuorma ja tavarakolli. Tutkimuksessa eritellään kokonaisajasta lisäarvoa tuottava aika (työaika) ja arvoa tuottamaton aika (jonotusaika) ja lopuksi lasketaan viikkokuorman purkuprosessin vaiheiden virtaustehokkuus.

Seuraava mittaamisen tunnusluku oli virtaus.

Virtaustehokkuus mittaa sitä kuinka paljon tavaraa saadaan purettua viikkokuormasta ja viedä odottaviin työsoluihin ja hyllypaikkoihin. Hyvä virtaustehokkuus vaatii tasaista virtausta. (kuvio 13.)



KUVIO 13. Virtaustehokkuuden esimerkki (Modig & Åhlström 2013, 13).

4.6 Laskelmat ja tulokset

Täytettyjen mittauslomakkeiden pohjalta tehtiin laskelmia. Laskelmien tulokset ovat keskiarvoja. Tässä luvussa esitellään laskelmien saadut tulokset.

Heinäkuun laskelmat

Heinäkuussa **maanantaisten** viikkokuormien määrä oli neljä kappaletta.

Viikkokuormien purkuun osallistui aina 4 työntekijä. Viikkokuormien kollien määrä vaihteli 80 – 93 kappaleen välillä, josta laskettuna kollien keskiarvo oli 87 kappaletta. Purkuprosessin ensimmäisen vaiheen läpimenoaika lähettämön osalta vaihteli 40 – 55 minuuttien välillä, josta laskettuna läpimenoajan keskiarvo oli 47 minuuttia ja yhden kollin purkuaika 0,13 minuuttia. Tämä on lisäarvoa tuottava aika.

Seuraavaksi laskettiin maanantaisten viikkokuormien purkuprosessin toisen vaiheen läpimenoaika varaston osalta. Viikkokuormien toisen vaiheen läpimenoaika per kolli oli 312 minuuttia, josta yhden kollin purkuaika oli 16 minuuttia. Läpimenoajasta 296 minuuttia on arvoa tuottamaton aika (jonotusaika) ja 16 minuuttia on arvoa lisäävä aika (työaika). Mittaukset näyttivät, että

maanantaisin purettujen kollien määrän keskiarvo oli noin 15 kollia, joiden purkamiseen osallistui yksi kollinpurkaja. Purkuun käytettiin 4 tuntia työaika.

Samalla periaatteella laskettiin torstaisten ja perjantaisten viikkokuormien läpimenoajat.

Torstaisten viikkokuormien määrä oli neljä ja kollien keskiarvo oli 57 kollia. Viikkokuormien purkajien määrä oli 3 työntekijää. Purkuprosessin ensimmäisen vaiheen läpimenoajan keskiarvo oli 35 minuuttia, josta yhden kollin läpimenoaika oli 0,20 minuuttia.

Kuorman purkuprosessin toisen vaiheen läpimenoajan keskiarvo per yksi kolli oli 960 minuuttia, josta yhden kollin purkuaika oli 15 minuuttia. Läpimenoajasta 945 minuuttia on arvoa tuottamaton aika (jonotusaika) ja 15 minuuttia on arvoa lisäävä aika (työaika). Mittaukset näyttivät, että torstaisten kuormien purettujen kollien keskiarvo oli noin 31 kollia, joista 10 kollia oli uuden kuorman ja 21 edellisen kuorman kolleja. Kollien purkamiseen osallistui yksi työntekijä. Purkamiseen käytettiin noin 8 tuntia työaika.

Perjantaisten viikkokuormien määrä oli neljä ja tavarakollien keskiarvo oli 57 kollia. Kuorman purkamiseen osallistui 4 työntekijää. Purkuprosessin ensimmäisen vaiheen läpimenoajan keskiarvo oli 38 minuuttia, josta yhden kollin läpimenoaika 0,16 minuuttia. Kuorman purkuprosessin toisen vaiheen läpimenoajan keskiarvo per yksi kolli oli 600 minuuttia, josta yhden kollin purkuaika oli 20 minuuttia. Läpimenoajasta 520 minuuttia on arvoa tuottamaton aikaa (jonotusaika) ja 20 minuuttia on arvoa lisäävä aikaa (työaika). Mittaukset näyttivät, että perjantaisten kuormien purettujen kollien keskiarvo oli noin 29 kollia ja yksi kollinpurkaja. Purkamiseen käytettiin noin 7 tuntia työaika.

Heinäkuun laskelmat esitellään taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Heinäkuun viikkokuormien purkuläpimenoaika (keskiarvo), minuuttia

Kuorman purkuprosessi, vaihe	Maanantaiset kuormat	Torstaiset kuormat	Perjantaiset kuormat
Lähetämö / läpimenoaika per kolli, min	0,13	0,20	0,16
Varasto/purkuaika per kolli, min	16	15	20
Varasto/kokonaisläpimenoaika, min	312	960	600
Arvoa lisäävä aika, min	16,13	15,20	20,16
Viikkokuorma/läpimenoaika, min	312,13	960,20	600,16

Seuraavissa taulukoissa esitellään viikkokuorman purkuprosessin virtaustehokkuuden laskelmat heinäkuussa saapuneista viikkokuormista. Virtausyksikkönä käytettiin tavarakollia. Laskelmien tulokset ovat virtaustehokkuuden keskiarvoja per yksi tavarakolli.

Taulukossa 3 esitellään virtaustehokkuuden tulokset per yksi tavarakolli maanantaisin tulevista viikkokuormista.

TAULUKKO 3. Heinäkuun maanantaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per kolli, prosenttia

Maanantaisten kuormien purkuprosessi, vaihe	Arvoa lisäävä aika, min	Kokonaisläpimenoaika, min	Virtaustehokkuus, %
Lähetämö	0,13	0,20	65
Varasto	16	312	5,2
Kokonainen purkuprosessi	16,13	312,20	5,2

Virtaustehokkuuden tulokset näyttivät, että maksimaalinen virtaustehokkuus per yksi kolli on 65 prosenttia prosessivaiheen lähetämön kohdalla. Virtaustehokkuus per yksi kolli varaston prosessivaiheen kohdalla on 5,2 prosenttia.

Virtaustehokkuuden laskeminen johtuu purkuprosessin toisessa vaiheessa pitkstä jonotusajasta, joka kasvattaa toisen vaiheen läpimenoaika. Edellisten viikkokuormien purkua odottavat kollit muodostivat jonon, joka kasvatti läpimenoaika. Viikkokuorman purkuprosessissa tätä kohtaa sanotaan pullonkaulaksi. Kuorman purkuprosessin toisessa vaiheessa arvoa tuottamaton aika on iso johtuen siitä, että uusien kollien purku ruuhkautuu vanhojen kollien jonon takia.

Samalla kaavalla laskettiin torstaisten ja perjantaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per tavarakolli. Laskelmien tulokset esitellään taulukoissa 4 ja 5.

TAULUKKO 4. Heinäkuun torstaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per kolli, prosenttia

Torstaisten kuormien purkuprosessi, vaihe	Arvoa lisäävä aika, min	Kokonaisläpimenoaika, min	Virtaustehokkuus, %
Lähetämö	0,20	0,25	80
Varasto	15	960	1,6
Kokonainen purkuprosessi	15,20	960,20	1,6

Virtaustehokkuuden tulokset näyttivät, että maksimaalinen virtaustehokkuus per yksi kolli 80 prosenttia oli purkuprosessin vaiheen lähettämön kohdalla. Torstaisin viikkokuormien saapuneiden kollien keskiarvo oli vähemmän, kun maanantaisin saapuneissa viikkokuormissa, jota kasvatti tämän prosessin vaiheen virtaustehokkuutta. Virtaustehokkuus per yksi kolli oli 1,6 prosenttia purkuprosessin vaiheen varaston kohdalla. Purkuprosessin toisen vaiheen virtaustehokkuuden laskeminen johtui läpimenoajan kasvusta. Läpimenoajan kasvu johtui edellisen kuorman vanhojen ja uuden kuorman kollien muodostuneista jonosta.

TAULUKKO 5. Heinäkuun perjantaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per kolli, prosenttia

Perjantaisten kuormien purkuprosessi, vaihe	Arvoa lisäävä aika, min	Kokonaisläpimenoaika, min	Virtaustehokkuus, %
Lähetämö	0,16	0,20	80
Varasto	20	600	3,3
Kokonainen purkuprosessi	20,16	600,16	3,3

Virtaustehokkuuden tulokset näyttivät, että edelleen prosessin ensimmäisessä vaiheessa virtaustehokkuus per yksi kolli on 80 prosenttia. Perjantaisten viikkokuormien saapuneiden kollien keskiarvo oli melko sama kuin torstaisin saapuvissa viikkokuormissa. Virtaustehokkuus per yksi kolli oli 3,3 prosenttia purkuprosessin varaston kohdalla. Purkuprosessin toisen vaiheen virtaustehokkuuden laskeminen johtui läpimenoajan kasvusta. Läpimenoajan kasvaminen johtui edellisen viikkokuorman vanhojen ja uuden viikkokuorman kollien jonosta.

Elokuun laskelmat

Samalla kaavalla tehtiin elokuussa saapuneiden viikkokuormien purkuprosessin laskelmat. Elokuussa viikkokuormat kävivät maanantaisin ja perjantaisin. Ensin laskettiin purkuprosessin läpimenoaika per yksi tavarakolli. Seuraavaksi laskettiin purkuprosessin vaiheiden virtaustehokkuus per yksi tavara kolli.

Virtaustehokkuuden tulokset näyttivät, että hyvä virtaustehokkuus per yksi kolli on prosessivaiheen lähettämön kohdalla. Virtaustehokkuus huomattavasti laskee purkuprosessin varastovaiheen kohdalla. Virtaustehokkuuden laskeminen johtuu purkuprosessin toisessa vaiheessa muodostuneista tavarakollijonosta.

Tavarakollien jonotusaika on edelleen pitkä ja tästä syystä läpimenoaika kasvaa. Elokuussa saapuneiden viikkokuormien laskelmien tuloksia ovat melko samanlaiset kuten heinäkuussa. Laskelmien tulokset esitellään liitteissä 3, 4 ja 5.

4.7 Sisälogistiikan ongelmakohdat

Tässä luvussa eritellään ongelmia, jotka liittyvät sisälogistiikan toimivuuteen.

Ongelmat sisälogistiikan prosessissa

Pääongelma liittyy sisälogistiikan prosessin toimivuuteen. Ongelma tuli esille, kun todettiin, että varastologistiikka ei ollut reaaliajassa varastokirjanpidon kanssa. Varastokirjanpidon mukaan varastosaldot osoittivat varaosien löytyvän hyllypaikasta, mutta ne olivat avaamattomissa tavarakolleissa. Varaosien etsiminen avaamattomista tavarakolleista aiheutti tarvittavien komponenttien viivästymisen kiireellisille työtilauksille ja niiden toimitusajan siirtämisen. Tämä aiheutti prosessissa turhaa odottelua, ylimääräistä työtä ja lisäkustannuksia. Ongelman syy löydettiin Saksasta saapuvien viikkokuormien purkuprosessissa.

Ongelmat viikkokuorman purkuprosessissa

Pullonkaula varaston purkuprosessissa

Tutkimuksen aikana todettiin viikkokuorman purkuprosessiin liittyvä oleellinen ongelma: edellisten viikkokuormien kaikkia tavarakolleja ei ehditty purkamaan ja hyllyttämään ennen uusien tavarakollien tuloa. Kun viikkokuormassa tulee uusia tavarakolleja, ne siirretään säilytystilaan, jossa edellisten viikkokuormien vanhat tavarakollit odottavat käsittelyä ja purkua. Mittausten tulokset näyttivät, että tavaroiden kirjaamisen jälkeen tavarakollit odottavat käsittelyä ja purkua noin 1 – 2 työpäivää ennen hyllyttämistä ja jakelua työsoluihin. Edellisestä viikkokuormasta jääneet avaamattomat kollit muodostavat jonon tässä prosessin vaiheessa. Tässä vaiheessa muodostuu pullonkaula, joka kasvattaa purkuprosessin läpimenoaika (vrt. Modig & Åhlström 2013, 37). Pääsääntöisesti varastotoiminnassa noudatetaan FIFO-menettelyä, eli kollien purkaminen aloitetaan niiden saapumisjärjestyksessä. Tästä johtuen uudet kollit, jotka

sisältävät kiireellisten töiden varaosia, jäävät odottamaan omaa purkuvuoroaan. Ennen kollojen purkua varastotyöntekijän on tehtävä ratkaisuja, mitkä tavarakollit puretaan ensin ja missä vuorojärjestyksessä aloitetaan uusien kollojen purku. FIFO-menettelyn mukaan varastotyöntekijän ei pitäisi tehdä näitä ratkaisuja, vaan hänen on aloitettava kollojen purku saapumisjärjestyksessä. Mutta kun kollijono on pitkä, läpimenoaika on pitkä, tällöin kiiretilanteissa purkujärjestystä on priorisoitava tilanteen mukaan. Tämä ei ole FIFO-menettelyn mukaista toimintaa. Mittaustulokset näyttivät, että tavarakollojen jonottamisen ja tunnistamisen vaiheaika on kestoaltaan yli puolet koko prosessin läpimenoajasta.

Tavarakollojen tunnistamisen ongelma

Saksan viikkokuormien purkuprosessissa havaittiin ongelmia saapuneiden varaosakollojen tunnistamisessa ja kiireellisten töiden odottavien komponenttien etsimistä avaamattomista tavarakolleista.

Tutkimuksessa todettiin, että varaosia oli pakattu sekaisin samaan tavarakolliin. Samasta tavarakollista löydettiin varaosia sekä kiireellisille töille, että varastotäydennykseen. Tavarakolleista havaittiin puutteelliset merkinnät kollojen saapumisluettelosta, joiden syystä tarvittavien komponenttien selvittäminen ja etsiminen tavarakolleista on vienyt ylimääräistä työaika, aiheutti työresurssien tarpeetonta liikkumista, ylimääräisiä kustannuksia ja kiireellisten töiden turhaa odottelua. Näiden kollojen määrä ja turha työ kasvatti purkuprosessin tämän vaiheen läpimenoaika.

Ongelmat prosessin vaiheajassa

Viikkokuormien saapumisajankohdat vaikuttavat purkuprosessin vaiheiden läpimenoaikaan. Maanantaina saapuvien viikkokuormien purkuprosessin vaiheajat ovat kestoaltaan pitemmät verattuna perjantaina saapuvien viikkokuormien vaiheajoihin. Maanantaisen lastauslaiturin ruuhka hidastaa ja hankaloittaa viikkokuorman purkamista. Saksasta saapuvien viikkokuormien saapumisajankohdat aiheuttavat ongelmia työpäivien peräkkäisyyden takia. Viikkokuormien saapumisajankohtien välissä on vain yksi työpäivä, joka ei riitä saapuneiden kollojen purkamiseen. Tästä muodostuu vanhojen ja uusien

tavarakollien jono. Lisäksi juuri samana päivänä tulee asiakkaiden viikkokuormien noutoja. Autokuormien päällekkäiset saapumisajankohdat aiheuttivat ruuhkan lastauslaiturilla ja lähettämön resurssien kohdistamista laiturityöhön.

Palautukset Saksasta

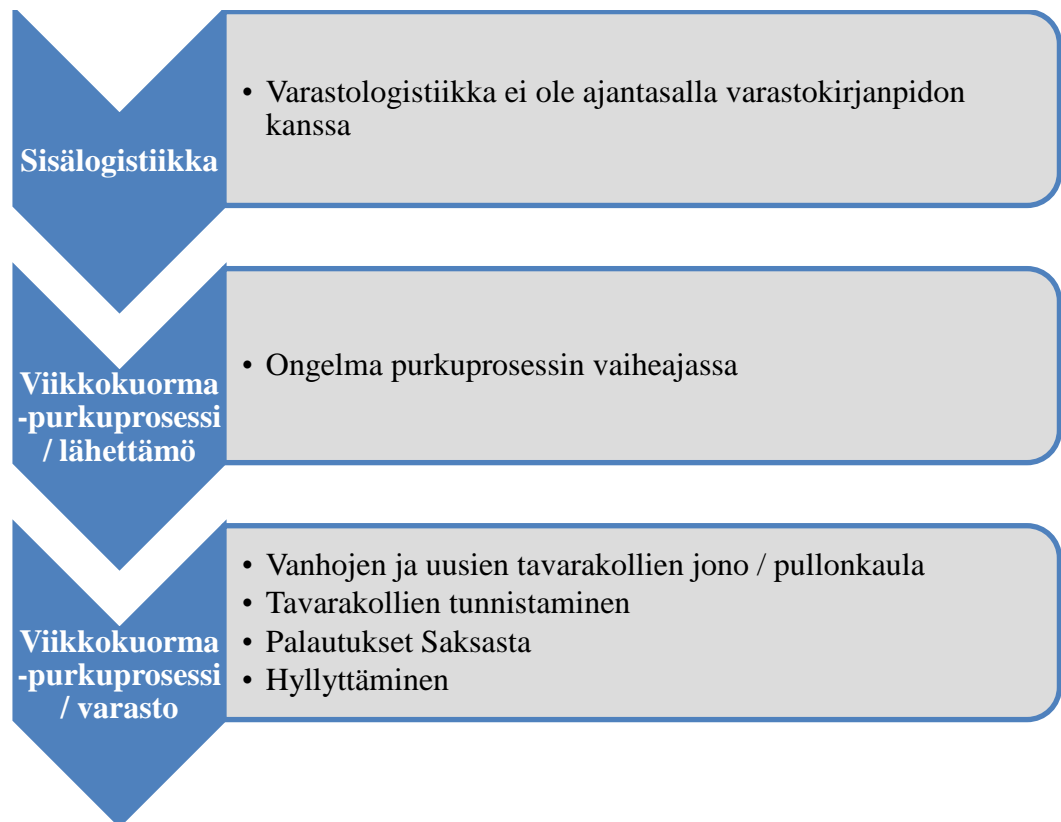
Tutkimuksessa todettiin että viikkokuormassa saapuvat myös tavarakollit, joita ei voi kirjata tietojärjestelmään automaattisesti. Nämä tavarakollit ovat Saksasta palautuksia, joita piti kirjata tulleeeksi tietojärjestelmään manuaalisesti. Nämä kollit sisältävät reklamaatioihin liittyvät tuotteet: jälkitoimituksia, Saksan huollossa korjatut tuotteet tai takuutoimitukset. Palautuskollien kirjaamisessa tietojärjestelmään ei tulostu saapumisluekkelo. Vastaanoton jälkeen nämä kollit siirretään reservivarastoon normaalien kollien jonoon. Palautuskollit lisäävät kollijonossa käsittelyä odottavien kollien määrää ja purkuprosessin läpimenoaikaa. Ongelma on myös siinä, että varastotyöntekijä joutuu keskeyttämään normaalien kollien purkutehtäviä ja siirtämään palautuskollit eri varastopaikalle lisäselvitystä varten. Varastotyöntekijä joutui manuaalisesti tarkistamaan varaosien hyllypaikkoja tietojärjestelmästä. Purkutehtävien keskeytykset ja manuaalinen työ kasvattavat tavarakollien jonotusaikaa ja koko purkuprosessin läpimenoaikaa.

Hyllyttäminen

Tutkimuksen aikana todettiin ongelma varaosien hyllyttämisvaiheessa. Mittaustulokset näyttivät, että tavarakollien purkamisen ja hyllyttämisen läpimenoaika vaihtelee riippuen kollikoosta ja hyllypaikan sijainnista. Normaali- ja pienkokoisten kollien purku- ja hyllyttämisen läpimenoaika oli 40 minuuttia ja isokokoisten kollien purkuun ja hyllyttämiseen meni 10 minuuttia. Osa hyllypaikoista on korkealla ja hyllyttämistä varten käytetään trukkia. Yleensä niihin hyllytetään kokonaisia isokokoisia varaosakolleja, joiden hyllyttämiseen käytetään vähemmän aikaa. Osa hyllypaikoista on normaalikorkuisia ja näiden hyllyttämiseen ei ole tarvetta trukin käytölle. Niiden hyllyttämiseen käytetään enemmän aikaa, koska varaosat lajitellaan pienempiin yksiköihin. Varastotyöntekijä joutuu siirtämään vanhoja varaosia ennen uusien hyllyttämistä

käsin saapumisjärjestyksen mukana. Kollijonosta pyritään purkamaan ne kollit ensin, joiden purku ja hyllyttäminen vievät minimaalisesti aikaa. Ne ovat isoja kokonaisia tavarakolleja, joita sisältävät samat tuotenimikkeet. Ne viedään kokonaisina kolleina varastohyllyihin. Tällä tavoin pyritään vapauttamaan hyödyllistä säilytystilaa reservivarastossa. Tämä toiminto ei ole FIFO-menettelyn mukainen, koska helppopakkauksia yritetään saada pois ensin. Tästä johtuen pikatilausten varaosia sisältävät kollit joutuvat odottamaan purkuvuoroansa vielä pidemmän aikaa.

Kuviossa 14 esitellään yhteenvetona ongelmat, jotka liittyvät sekä sisälogistiikkaan että viikkokuorman purkuprosessiin.



KUVIO 14. Ongelmat sisälogistiikka ja viikkokuorman purkuprosessissa

5 KEHITYSEHDOTUKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Ennen kehittämisehdotuksien esittelyä selvitettiin ongelmakohtia ja syitä mistä ne johtuvat. Pääongelma löytyi viikkokuorman purkuprosessissa: tavarakollijono purkua odottavista vanhoista ja uusista tavarakolleista muodostuva pullonkaula. Tämän ongelman lisäksi todettiin sivuongelmat, jotka tavallaan ovat sidottu toisiinsa ja kokonaisuutena vaikuttavat sisälogistiikan prosessin toimivuuteen ja toimitusvarmuuteen. Tässä luvussa esitellään kehittämisehdotuksia yllä mainittujen ongelmien ratkaisuun.

5.1 Kehitysehdotukset

Kollijonon merkitseminen rajaviivalla

Viikkokuorman purkuprosessin läpimenoaikaan vaikuttaa käsiteltävien tavarakollien lukumäärä ja läpimenoaika kasvaa, jos purkua odottavien tavarakollien lukumäärä kasvaa. Kollijonon odotusaikaa voidaan lyhentää, jos ottaa käyttöön kollijonon merkitsemisen. Kollijonossa olevien kollien tietty lukumäärä merkitään rajaviivalla. Oletetaan, että yksi työntekijä pystyy purkamaan noin 30 tavarakollia työpäivän aikana. Tavarakollien jonorajaa voi merkitä vaikka lattialla vihreällä viivalla, joka osoittaa, että seuraavan työpäivän kollijonossa ei saa olla enemmän kuin 30 kollia. Kun purkua odottavien kollien lukumäärä menee rajaviivan yli, niin varastotyöntekijän on ilmoitettava esimiehelle tilanteesta tai esimiehen on itse reagoitava asiaan. Esimiehen tehtävänä on kohdistaa työresursseja kollijonon purkamiseen. Resurssien kohdistaminen ei tarkoita resurssien määrän lisäämistä vaan siirtoresurssien käyttöä mahdollisimman tehokkaasti.

Kollien merkitseminen punaisella merkkitaralla

Tavarakollit, jotka sisältävät pikatilausten komponentteja erotellaan merkitsemällä punaisella laminoidulla taralla. Tämän prosessin vaiheen kehittämistä voidaan aloittaa tilauskäsittelyn prosessista. Tilauskäsittelijän on kirjoitettava informaatio tilauksen kiireellisyydestä ja työmääräimen numerosta saapuvan nimikkeen tekstikenttään. Tämä informaatio tulostuu saapumisluetteloon. Silloin

saapumisluettelossa on merkintä sitä, että komponentilla on tarve pikatilaukselle. Lähettämö voi merkitä nämä tavarakollit punaisella laminoidulla tarralla, joka osoittaa, että kolli sisältää normaalien varaosien lisäksi pikatilausten komponentteja. Merkityt kollit erottuvat kollijonosta, jota auttaa näiden tunnistamista ja komponenttien etsimistä. Näiden osastojen esimiehille on ehdotettu laatia selkeät ohjeet ja tiedottaa henkilökuntaa.

Saksasta saapuvien viikkokuormien saapumisajankohtien muuttaminen

Ongelmat todettiin viikkokuorman purkuprosessin vaiheajassa. Tämän ongelman ratkaisuun pyritään optimoimaan Saksasta saapuvien viikkokuormien saapumisajankohdat. Saksan toimittajalle ehdotettiin lähtevien viikkokuormien lähtöpäivien muuttamista. Tällä pyritään hajauttamaan viikkokuormien saapumisajankohdat keskiviikkoihin ja perjantaihin, eli vältetään peräkkäisiä saapumispäiviä. Tällä muutoksella saadaan enemmän välipäiviä saapuvien kuormien välillä, joka nopeuttaa kollijonon purkamista. Nykyään viikkokuormien saapumispäivät ovat maanantai ja perjantai. Perjantaisten ja maanantaisten kuormien välissä ei ole yhtään välipäivää. Perjantaisten viikkokuorman kolleja ei ehditty purkamaan kun jo maanantaisten viikkokuorman uudet tavarakollit saapuvat varastoon. Kuormien saapumisajankohtien välipäivien puute vaikuttaa kollijonon muodostamiseen ja kollien purkuprosessin läpimenoajan kasvamiseen.

Palautukset Saksasta

Saksan palautuksien käsittelyyn liittyy manuaalista työtä varastopaikkojen selvittämisestä ja varastotyöntekijän tehtävien keskeytyksiä. Kollit tulevat Saksasta valmiiksi varustettuna kolliosoitelapulla. Palautuskollin numero näkyy avisointilistassa sekä rahtikirjassa, mutta kollin kirjaamisen yhteydessä ei tulostu saapumisluettelo kollin sisällöstä. Saksan toimittajalla on oma prosessi, jonka mukaan he pakkaavat ja merkitsevät nämä kollit. Saksan toimittajan prosessia emme pysty kehittämään, ne kollit tulevat sellaisena miten tulevat. Palautuskollit sisältävät yleensä tavaraa, joilla ei ole kiire. Ehdotuksena esitettiin viikkokuorman vastaanottovaiheessa merkitä palautuskollit keltaisella laminoidulla lapulla. Keltaisella lapulla osoitetaan tämän olevan palautuskolli. Varastotyöntekijä siirtää nämä kollit suoraan niille osoitetulle varastopaikalle ohittaen normaalikollijonon.

Tällä pyritään vähentämään normaalien kollien jonotusaikaa ja purun läpimenoaikaa. Palautuskollien käsittelyyn liittyvän manuaalisen työn kehittämiseen ehdotettiin perustaa oma työryhmä etsimään ratkaisuja prosessin tehostamiseksi ja parantamiseksi.

Hyllyttäminen FIFO-menettelyn mukana

Tälle ongelmalle ratkaisu on ottaa käyttöön FIFO-menettelyn varaosien lajittelussa normaalikorkuisille hyllypaikoille. Tällä pyritään lyhentämään läpimenoaikaa, joka käytetään varaosien lajitteluun. Samalla pyritään FIFO-menettelyn noudattamista kollien purkuprosessissa, jolloin kollit puretaan saapumisjärjestyksessä, ei vaan ”helppopakkaus” ensin. Otetaan käyttöön vihreä magneettitarra normaalikorkuisille hyllypaikoille. Magneettitarra tulee osoittamaan, että hyllyttäminen pitää aloittaa tarralla merkityltä paikalta.

Seuraavassa kuviossa 15 esitellään yhteenveto miten viikkokuorman purkuprosessiin liittyviä ongelmia on mahdollista ratkaista ja mitä hyötyä kehittämismenetelmien avulla saadaan.



KUVIO 15. Yhteenveto hyödyistä

5.2 Johtopäätökset ja hyödyt

Yllä mainittujen kehitysehdotuksien tavoitteena on kehittää viikkokuorman purkuprosessia virtaustehokkaammaksi, lyhentää sen vaiheiden läpimenoaikaa ja parantaa yrityksen toimitusvarmuutta. Annettujen kehitysehdotuksien pohjalta purkuprosessia on mahdollista tehostaa. Päättävänä tavoitteena on minimoida prosessiin kuluva jonotusaika. Purkuprosessin varastovaiheen läpimenoajan optimoinnilla toimitaan kustannustehokkaasti, varastointikustannukset pienenevät ja toimitusvarmuus paranee. Hyvä toimitusvarmuus osoittaa yrityksen hyvää palvelutasoa ja kasvattaa asiakastytyvyyttä.

Viikkokuorman purkuprosessin vaiheet tehdään tietyssä järjestyksessä, jota ei voi muuttaa, mutta voidaan muuttaa prosessin laatua. Kehitysmenetelmien avulla lyhennetään viikkokuorman purkuprosessin jonotusaikaa, läpimenoaikaa ja vähennetään siihen liittyvää turhaa työtä ja varastointikustannuksia. Tehokkaalla siirtoresurssien käyttämisellä pyritään pienentää jonossa olevien kollien määrää ja purkamaan kollijonon mahdollisimman nopeasti. Tarkoitus on saada saapuvan kollin varaosia hyllypaikkaan kollin saapumispäivänä. Tällä pyritään lyhentämään kollin purkamisen läpimenoaikaa mahdollisimman minimaaliseksi ja nopeuttamaan varaosien saatavuutta hyllystä. Kun jono on lyhyt, varastotyöntekijän ei tarvitse etsiä komponentteja avaamattomista tavarakolleista, koska ne puretaan ja varaosia hyllytetään saapumispäivän aikana. Normaaliin sekä kiireellisten tilausten läpimenoajat lyhenevät, jolloin ne toimitetaan vahvistetun toimitusajan mukaisesti. Tällä pyritään parantamaan toimitusvarmuutta.

Saksan viikkokuormien saapumisajankohdat siirtyvät keskiviikolle ja perjantaille. Silloin viikkokuormien saapumispäivien välissä on ainakin 1 – 2 työpäivää, joka mahdollistaa tavarakollijonon purkamisen nopeuttamista. Purkuprosessin tehostamiseksi varaosakollit, jotka sisältävät sekä varaston täydennystä varten varaosia, että kiireellisten töiden komponentteja, merkitään punaisella tarralla. Tämä merkintä erottaa varaosakollit normaalista kollijonosta ja nopeuttaa näiden purkuprosessia. Tällä menetelmällä lyhennetään kiireellisten töiden läpimenoaikaa ja pystytään toimittamaan tavarat vahvistetun toimitusajan mukaisesti. Varaosien hyllyttämisessä otetaan käyttöön FIFO-menettely. Hyllypaikat merkitään vihreällä magneettitarralla, joka osoittaa mistä hyllypaikan kohdasta varastotyöntekijän on aloitettava varaosien hyllyttäminen. Tämä menetelmä nopeuttaa varaosien hyllyttämistä, vähentää turhaa työtä ja lyhentää siihen menevää aikaa.

Lean-menetelmän mukana virtaustehokasta prosessia on vaikea saavuttaa, koska virtaustehokkuuteen vaikuttavat jonotusaika, turhat työt, käsiteltävien virtausyksiköiden määrä ja vaihtelua. Niistä muodostuu pullonkauloja. Prosessiin liittyy tavarakollien määrä ja niiden jonotusaika, joka pyritään lyhentämään jotta saada lyhyempi läpimenoaika. Lisäksi tavarakollien koko ja hyllypaikkojen sijainti eivät ole samanlaisia, mitkä aiheuttavat prosessin vaihtelua. Nämä asiat

laskevat prosessin virtaustehokkuutta ja negatiivisesti vaikuttavat kohdeyrityksen toimitusvarmuuteen.

5.3 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti

Tämän tutkimuksen luotettavuutta arvioidaan kahdella mittarilla: validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Validiteetti ilmaisee miten hyvin käytetyllä tutkimusmenetelmällä on pystytty kuvamaan sitä tutkittavan ilmiön ominaisuutta, jota halutaan mitata. Kun validiteetti on hyvä, silloin tutkimuksen kysymykset ja kohderyhmät ovat oikeat sekä käytetyt tutkimusmenetelmät ja tutkimusote vastaavat sitä ilmiötä, jota halutaan tutkia. Tutkijan on otettava huomioon validiteettia ja pohdittava oikea tutkimusmenetelmän valintaa aivan ensimmäisenä ennen tutkimuksen aloittamista. (Graduryhmä 2009.)

Tämän tutkimuksen toteuttamiseen oli valittu sekä kvantitatiivinen että kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä. Tämän tutkimuksen validiteetti on hyvä, koska valittujen tutkimusmenetelmien avulla saatiin selvyys niihin asioihin, jotka oli tarkoitus selvittää. Tutkimusmenetelminä käytettiin avoimia henkilökohtaisia haastatteluja ja mittauksia, joita ovat tutkijan mielestä sopivia tutkimusongelman selvittämiseen. Henkilökohtaisten haastattelujen ja mittauksien avulla saatiin selvitettyä prosessiin liittyviä ongelmakohtia, miten prosessi toimii tällä hetkellä ja miten sitä voidaan kehittää. Tutkimuksen kohderyhmiksi valittiin lähettämö, varasto-, tuotanto- ja materiaaliosastot. Nämä osoittautuivat oikeiksi valinnoiksi, koska niiden henkilökunta on päivittäisessä työssä prosessin kanssa ja tuntee sitä parhaiten. Haastattelujen tulokset vaikuttivat luotettavilta. Haastateltavien vastauksista pystyi päättämään, että kysymykset oli ymmärretty yhtenevästi.

Tutkimuksen luotettavuus, eli reliabiliteetti, tarkoittaa mittaustuloksien toistettavuutta. Mittaus on luotettava silloin, kun samasta tutkittavasta aineistosta saadut mittaukset eri mittauskerroilla antavat samat tulokset. (Saari, 2006, 42.)

Mittauksen epäluotettavuus aiheutuu mittausprosessin liittyvistä satunnaisista häiriöistä. Sattumanvaraisia tuloksia alentavat mittauksen reliabiliteettia. Reliabiliteetti on hyvä, kun tutkimuksen tulokset eivät ole sattumanvaraisia. (Hiltunen 2009.)

Tämän tutkimuksen reliabiliteetti on myös hyvä. Henkilökohtaisten haastattelujen, ja havainnoinnin avulla saadut tulokset vaikuttavat hyvään reliabiliteettiin. Havainnoinnin ja haastattelujen avulla saadut tulokset vahvistuivat yritykseltä saatujen kirjallisten dokumenttien ja mittaustuloksien todellisuutta. Mittauksilla eri mittauskerroilla saadut tulokset ja niiden pohjalta tehdyt laskelmat vahvistuivat saatujen tuloksien toistavuutta. Haastateltavien kohderyhmien henkilöiden vastaukset ovat melkein samanlaisia prosessin liittyvistä ongelmakohdista ja prosessin nykyisestä tilasta.

5.4 Jatkotutkimusaiheita

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin sisälogistiikan liittyviä toimintoja ja ongelmia, niiden läpimenoaikaa ja virtaustehokkuutta. Tutkimusta rajoitettiin koskemaan viikkokuorman purkua. Mittausten avulla selvitettiin viikkokuorman purkuprosessiin liittyvät ongelmat, läpimenoaika ja niiden vaikutus yrityksen toimitusvarmuuteen. Olisi hyvä laajentaa tätä tutkimusta toimitusvarmuuden parantamisen kannalta keskittymällä tuotannon toimintoihin liittyviin ongelmiin. Jatkotutkimuksen tarkoituksena on kartoittaa kokoonpanoprosessin nykytilaa, selvittää siinä olevia ongelmia, sen läpimenoaikaa ja virtaustehokkuutta. Jatkotutkimuksen tarkoituksena on toteuttaa mittaukset ja näiden pohjalta selvittää miten kokoonpanoprosessin tehostaminen vaikuttaa toimitusvarmuuden parantamiseen.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli sisälogistiikan kehittäminen Lean-menetelmän avulla. Työn tavoitteena oli kuvata sisälogistiikan nykytilaa sekä kartoittaa prosessiin kohdistuvat ongelmat ja esittää kehitysehdotuksia niiden ratkaisuun. Tämän lisäksi tavoitteena oli selvittää mitä hyötyä kehitysehdotuksista on prosessin toimitusvarmuuden parantamiseen.

Opinnäytetyö koostuu johdannosta, kahdesta teoriaosuudesta sekä empiriaosuudesta ja yhteenvedosta. Teoriaosuudessa käsiteltiin opinnäytetyöhön liittyvää teoriaa. Ensimmäisessä teoriaosuudessa kuvattiin sisälogistiikkaan liittyviä prosesseja ja mittareita. Toisessa teoriaosuudessa käsiteltiin Lean-menetelmän käsitteitä kuten resurssitehokkuus ja virtaustehokkuus sekä prosessilakeja, jotka selittävät miksi on vaikea saada virtaustehokasta prosessia. Empiria eli case-osuudessa esiteltiin sekä sisälogistiikan että viikkokuorman purkuprosessin nykytilaa. Case-osuudessa esiteltiin mittaustuloksia ja laskelmia viikkokuorman purkuprosessin läpimenoajasta ja virtaustehokkuudesta.

Tutkimus suoritettiin sekä kvalitatiivisena että kvantitatiivisena tutkimusmenetelmänä, jossa kohdeyrityksenä Yritys X. Tutkimusaineistoa kerättiin avoimien henkilökohtaisten haastattelujen ja havainnoinnin avulla kvalitatiivisella tutkimusotteella. Kvantitatiivista tutkimusotetta hyödynnettiin mittausten ja mittaustulosten laskelmien analysoinnissa.

Tutkimustuloksista löydettiin vastaukset opinnäytetyön pääkysymyksiin: mistä sisälogistiikan ongelmat johtuvat ja miten sitä voidaan kehittää Lean-menetelmän avulla.

Tutkimuksen pääasiallinen ongelma oli selvittää miksi varastologistiikka ei ollut reaaliajassa varastokirjanpidon kanssa. Ongelma pyrittiin ratkaisemaan selvittämällä yrityksen sisälogistiikan rakennetta prosesseineen. Pääasialliseksi ongelman syyksi selvisi viikkokuorman purkuprosessissa muodostunut tavarakollijono, joka hidasti prosessin läpimenoaikaa ja negatiivisesti vaikutti yrityksen toimitusvarmuuteen. Tämän ongelman ratkaisuun tehtiin

kehitysehdotuksia prosessin tehostamisesta, josta tulee hyötyä yritykselle ja toimitusvarmuuden parantamiselle.

Lean-menetelmän liittyvät prosessilait selittivät mistä syistä on vaikea saavuttaa tasaista ja keskeytymätöntä prosessin virtausta. Littlen-, pullonkaulojen- ja vaihtelun lakien avulla selitettiin purkuprosessin vaiheisiin liittyviä ongelmia ja niiden syitä. Viikkokuorman purkuprosessin varastovaiheessa muodostui pullonkaula keskeneräisistä tavarakolleista, joka pidensi prosessin läpimenoaikaa ja laski virtaustehokkuutta. Keskeneräisten tavarakollien määrä, kollien eri koot ja varastopaikkojen sijainti rajoittivat koko prosessin läpimenoaikaa. Nämä yllä mainitut asiat aiheuttivat varaosien puutteellisen saatavuuden hyllypaikoista ja vaikuttivat negatiivisesti yrityksen toimitusvarmuuteen. Tutkimuksen mittauksissa ja laskelmissa käytettiin tavanomaiset Lean-menetelmän mittarit, kuten prosessin läpimenoaika ja työvaiheiden jaksoaika sekä virtaustehokkuus. Tässä tutkimuksessa käytettiin Lean-menetelmää, jonka ajattelu pyrkii vastaamaan tutkimuksessa esiteltyyn ongelmaan tarjoamalla asiakkaille juuri sen, mitä he haluavat ”just in time” entistä lyhyemmässä ajassa ja jatkuvasti pienevillä resursseilla. Lean-menetelmän avulla pyrittiin ratkaisemaan tutkimuksen ongelmaa, vähentämällä keskeneräisten tavarakollien määrää, lyhentämällä kollien jonotusaikaa sekä prosessin läpimenoaikaa, vähentämällä varastointikustannuksia ja parantamalla toimitusvarmuutta.

Tutkimustulosten perusteella nykyistä viikkokuorman purkuprosessia voidaan kehittää poistamalla siihen liittyviä ongelmia. Tutkimuksessa todettiin, että viikkokuorman purkuprosessin oleellinen ongelma on tavarakollijono, jonka muodostamiseen vaikuttavat monia sivuongelmia. Tavarakollijonon muodostamiseen vaikuttivat Saksan viikkokuormien saapumisajankohdat, ongelmat tavarakollien tunnistamisessa, vaihteluja prosessissa ja purkamiseen osallistuvien resurssien määrä. Viikkokuormien saapumispäivien peräkkäisyyden johtuen, varastotyöntekijällä ei riittänyt aikaa kollien purkamiseen työvuoron aikana. Varastossa olevien keskeneräisten tavarakollien määrä ja niiden pitkä jonotusaika aiheuttivat kollijonon. Varaosien puuttuva saatavuus hyllystä negatiivisesti vaikutti toimitusvarmuuteen. Tähän ongelmaan on mahdollista vaikuttaa viikkokuormien saapumisajankohtien optimoinnilla, eli niiden

saapumisajat hajautetaan eri päiville niin, että saapumispäivien välissä on ainakin 2 työpäivää. Tällä menetelmällä saadaan lyhentämään vanhojen ja uusien tavarakollien jonoa. Kun tavarakollijono on tarpeeksi lyhyt, silloin kaikki saapuneet tavarakollit pystytään purkamaan yhden päivän aikana. Edellä mainitun menetelmän lisäksi tavarakollijonon merkitään rajaviivalla, joka osoittaa että viivan ylimenevien tavarakollien purkamiseen tarvitaan siirtoressurssien apua. Eli purkuprosessia kehitetään niin että viikkokuormassa saapuneet varaosat ovat saatavissa hyllyistä saapumispäivän aikana. Tällä on suora vaikutus sisälogistiikan pääasialliseen ongelmaan: varastokirjanpito näyttää varaosien niiden oikeat varastosaldot, jotka oikeasti löytyvät hyllyistä. Tuolloin toimitusvarmuus paranee, kun pika- ja normaalitilauksia pystytään toimittamaan vahvistetun toimitusajan mukana.

Painetut lähteet:

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. uudistettu painos. Helsinki. Tammi.

Hokkanen, S., Karhunen, J., Luukkainen, M., 2004. Logistiisen ajattelun perusteet. Kopijyvä Oy, Jyväskylä.

Karhunen, J. Pouri, R. Santala, J. 2008. Saarijärven Offset Oy.

Kouri, I. 2010. Lean taskukirja. Helsinki. Teknologiateollisuus ry.

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

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell, A., Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet.

Saari, S. 2006. Tuottavuus. Teoria ja mittaaminen liiketoiminnassa. MIDO OY.

Sakki, J. 2001. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Logistinen b-to b prosessi. Espoo. Copyright.

Yin, R. 2009. Case Study Research. Design and Methods. Sage Publications, Thousand Oaks.

Womack, J.P & Jones, D.T. 2003. Lean Thinking. London. Simon & Schuster.

Sähköiset lähteet:

Epedu.Liikeala.Varastointi.Viitattu[9.12.2015].Saatavissa:

<http://liike.epedu.fi/liikeala>

Intolog Tampere, niparmi Sisälogistiikka Oy, 2015. Viitattu [8.12.2015].
Saatavissa:

<http://www.intolog.fi/fi>

Hiltunen, L. 2009. Graduryhmä. Validiteetti ja reliabiliteetti. Jyväskylän yliopisto.
Viitattu [15.12.2015] Saatavissa:

<http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma>

Laki24.fi. 2015. Tiekuljetukset. Viitattu [8.12.2015]. Saatavissa:

<http://www.laki24.fi/liik-tiekuljetukset-rahtikirja/>

Kajasilta, K. & Skippari, A. 2015. Lean-kulturiajakustannustehoa.

[viitattu 13.12.2015]. Saatavissa:

<http://www.talentvectia.com/fi/blog/lean-kulttuuria-ja-kustannustehoa>

Koskela, O. OK Upright – hedelmällisiä ratkaisuja. Copyright OK Upright Ltd
2014. [viitattu 13.12.2015]. Saatavissa:

<http://www.okupright.fi/lean-ajattelu-resurssitehokkuus-ja-virtaustehokkuus>

Laaksoharju, K. Rakennamme Lean kulttuuria kehittämällä organisaation
kyvykkyyttä. Lean valmennus. 2015. [viitattu 13.12.2015]. Saatavissa:

<http://www.laaksoharju.fi/lean-on-tasoittamista>

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2015. [Viitattu 23.12.2015]. Saatavissa:

www.lvm.fi

Opetushallitus. 2010. Viestintävälitys- ja logistiikkapalvelut. [Viitattu 8.12.2015].
Saatavissa:

http://www.edu.fi/viestinvalitys_ ja_logistiikkapalvelut/kasitteet_ ja_kaannokset/

Optiscan 2015. Sisälogistiikan parhaat käytännöt. Sisälogistiikan prosesseista
[viitattu 18.9.2015]. Saatavissa:

<http://www.optiscangroup.com/fi/>

Jimmerson, C., Weber, D. Sobek, D. 2004. Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at IHC [viitattu 9.5.2015]. Saatavissa:

http://www.coe.montana.edu/ie/faculty/sobek/ioc_grant/jcjgs_submit_rev.2.pdf

Six Sigma. 2015. [viitattu 9.5.2015]. Saatavissa:

<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/>

Tieke. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry. 2010. Logistiikan sähköinen tietopaketti. [viitattu 23.12.2015]. Saatavissa:

www.tieke.fi/

Transval. 2015. Viitattu [8.12.2015]. Saatavissa:

www.transval.fi/sisallogistiikka

Von Bagh, A., Günther, C. & Salmenkari, R. 2000. 2000-luvun logistiikan johtaminen. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys [viitattu 27.8.2015]. Saatavissa:

<http://www.logy.fi/doc/2000-luvun.pdf>.

LIITTEET

- LIITE 1. Saksan viikkokuorman purku elokuussa / lähettämö
- LIITE 2. Saksan viikkokuorman purku elokuussa / varasto
- LIITE 3. Elokuun viikkokuormien purkuläpimenoaika (keskiarvo)
- LIITE 4. Elokuun maanantaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per kolli, prosenttia
- LIITE 5. Elokuun perjantaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per kolli, prosenttia

LIITE 1. Saksan viikkokuorman purku elokuussa / lähettämö

Kuorman saapumis-päivä	Purku aloitus aika, klo	Purku lopetusaika, klo	Kuorman saapuneiden kollien määrä, kpl	Kuorma asianmukaisesti lastattu	Purkajien määrä, kpl
maanantai 3.8.	12.10	13.20	91	kyllä	4
perjantai 7.8.	13.45	14.10	41	kyllä	4
maanantai 10.8.	12.10	12.50	71	kyllä	4
perjantai 14.8.	12.15	13.15	83	kyllä	4
maanantai 17.8.	12.05	13.05	82	kyllä	4
perjantai 21.8.	12.20	13.00	74	kyllä	4
maanantai 24.8.	11.50	12.40	94	kyllä	4
perjantai 28.8.	14.10	14.45	48	kyllä	5

LIITE 2. Saksan viikkokuorman purku elokuussa / varasto

Kuorman purku alku, pvm	Kuorman purku loppu, pvm	Kuorman purku alku, klo	Kuorman purku loppu, klo	Kuorman purettujen kollien määrä, kpl	Käytettyjen resurssien määrä, kpl	Yksittäisten komponenttien etsiminen kuormasta

LIITE 3. Elokuun viikkokuormien purkuläpimenoaika (keskiarvo)

Kuorman purkuprosessi, vaihe	Maanantaiset kuormat	Perjantaiset kuormat
Lähtämö / läpimenoaika per kolli, min	0,17	0,16
Varasto / purkuaika per kolli, min	20	15
Varasto/ kokonaisläpimenoaika, min	840	900
Arvoa lisäävä aika, min	20,17	15,16
Viikkokuorma/ läpimenoaika, min	840,17	900,16

LIITE 4. Elokuun maanantaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per kolli,
prosenttia

Maanantaisten kuormien purkuprosessi, vaihe	Arvoa lisäävä aika per kolli, min	Kokonaisläpimenoaika per kolli, min	Virtaustehokkuus, %
Lähtämö	0,17	0,20	85
Varasto	20	840	2,3
Viikkokuorman purku	20,17	840,20	2,4

LIITE 5. Elokuun perjantaisten viikkokuormien virtaustehokkuus per kolli, prosenttia

Perjantaisten kuormien purkuprosessi, vaihe	Arvoa lisäävä aika per kolli, min	Kokonaisläpimenoaika per kolli, min	Virtaustehokkuus, %
Lähetämö	0,16	0,20	80
Varasto	15	900	1,7
Viikkokuorman purku	15,16	900,20	1,7