

# **Arkittamon lähtölogistiikan nykytilan kartoittaminen**

**Case: Metsä Board Äänekoski**

Janne Männikkö

Opinnäytetyö  
Helmikuu 2021  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Männikkö, Janne	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Helmikuu 2021
	Sivumäärä 59	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Arkittamon lähtölogistiikan nykytilan kartoittaminen</b> <b>Case: Metsä Board Äänekoski</b>		
Tutkinto-ohjelma Logistiikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Ilkka Suur-Uski, Mikko Somerla		
Toimeksiantaja(t) Metsä Board Oyj		
Tiivistelmä <p>Lähtölogistiikan nykytilan kartoittaminen oli tullut ajankohtaiseksi Metsä Boardin Äänekosken arkittamon tuotantoon tehtyjen investointien myötä. Lähtölogistiikka sisältää yrityksen valmist tuotteiden varastoinnin, keräilyn ja lähettämisen sekä lähtevät kuljetukset. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten lähtölogistiikan toiminnot vastaavat kasvavaan tuotantomäärään. Työssä kartoitettiin valmistuotevarastojen toimivuus, lähetyks- ja lastausprosessin käytänteet sekä käytettävissä oleva kuljetuskapasiteetti.</p> <p>Tutkimus toteutettiin laadullisia ja määrällisiä menetelmiä käyttäen. Nykytila kartoitettiin yrityksen työntekijöiden teemahaastatteluiden, lähetyksalueella suoritetun havainnoinnin ja valmiina saadun aineiston analyysin avulla. Käytettävissä olleen aineiston perusteella tehtiin laskelmat kuljetuskapasiteetin riittävydestä suhteessa kasvavaan tuotantomäärään. Käytettävien menetelmien avulla pyrittiin luomaan kattava kuvaus arkittamon lähtölogistiikan toiminnoista.</p> <p>Tulosten mukaan arkittamosta lähteneiden kuljetusten täyttöasteet ovat korkeat ja nykyinen lastausprosessi on riittävä suhteessa kasvavaan tuotantoon, mahdollistaen erikokoiset kuormat sekä nopeasti muuttuvat olosuhteet. Tehtyjen laskelmien perusteella nykyinen kuljetuskapasiteetti riittää vastaamaan tuotannon kasvuun, mikäli käytössä olevat resurssit hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti.</p> <p>Tutkimus toi esille arkittamon lähtölogistiikan olevan kokonaisuutena hyvällä tasolla ja se kykenee vastaamaan kasvavaan tuotantomäärään kuljetuskapasiteetin ja lastausprosessin osalta. Kehittämällä viestintää kuljetusyriyten ja arkittamon lähetyksen välillä sekä lisäämällä henkilökunnan tietoisuutta maantiekuljetuskalustosta, on mahdollista kasvattaa arkittamon lähetyksprosessin ja kuljetusten tehokkuutta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Lähtölogistiikka, varastointi, maantiekuljetus, kuljetuskapasiteetti, prosessi		
Muut tiedot (Salassa pidettävät liitteet) Luvut 6,7,8 sekä liitteet ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon perusteena ovat JulKL 24§, 17 ja 20: Yksityisen, valtion, kunnan tai muun julkisyhteisön, yhteisön, laitoksen tai säätiön liike- tai ammattisalaisuudet. Salassapitoaika on viisi (5) vuotta. Salassapito päättyy 6.10.2025		

Author(s) Männikkö, Janne	Type of publication Bachelor's thesis	Date February 2021 Language of publication: Finnish
	Number of pages 59	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Mapping the current state of outbound logistics of the sheeting plant          Case: Metsä Board Äänekoski</b>		
Degree programme Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Suur-Uski Ilkka, Somerla Mikko		
Assigned by Metsä Board Ltd		
Abstract  <p>The study of the current state of outbound logistics had become topical when investments were made at Metsä Board's sheeting plant production in Äänekoski. Outbound logistics includes the warehousing, order picking and shipment of the company's finished products, as well as the company's outbound transport. The objective of the thesis was to research how the outbound logistics respond to increasing production volumes. The study mapped the functionality of the warehouses, the performance of the shipment and loading processes together with the available transport capacity.</p> <p>The study was conducted using both qualitative and quantitative methods. The current state of the outbound logistics was surveyed with employee interviews, by doing observation on the loading area, and by analyzing ready-made material. Based on the available data, calculations were made on the adequacy of transport capacity in relation to the growing production volume. The aim of the methods used was to create a comprehensive description of the sheeting plants outbound logistics functions.</p> <p>The research results show that the transports of the sheeting plant are leaving with high fill rates and the current loading process is sufficient, enabling loads of different sizes as well as adapting to rapidly changing conditions. The calculations done in the study show that the current transport capacity is sufficient for the increasing production if the available resources are utilized as efficiently as possible.</p> <p>The study showed that the outbound logistics of the sheeting plant is at a good level and it can respond to the growing production volume in terms of transport capacity and shipping process. By developing communication between transport companies and Metsä Board' dispatch center and by increasing staff awareness of road transport equipment it is possible to increase the efficiency of the shipping process and transports even further.</p>		
Keywords/tags (subjects) Outbound logistics, warehousing, road transport, transport capacity, process		
Miscellaneous (Confidential information) Chapters 6,7,8 and appendices are concealed and have been removed from public work. The grounds for secrecy are the following laws 24§, 17 and 20. The confidentiality period is five (5) years. The secrecy ends on February 6.10 2025.		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b> .....	<b>3</b>
1.1	Opinnäytetyön tausta .....	3
1.2	Metsä Board Oyj .....	3
<b>2</b>	<b>Tutkimusasetelma</b> .....	<b>5</b>
2.1	Tutkimuksen tavoite ja aiheen rajaus .....	5
2.2	Tutkimuskysymykset.....	5
2.3	Tutkimustyyppi- ja menetelmät .....	6
2.4	Aineistonkeruumenetelmät .....	7
<b>3</b>	<b>Varastointi ja kuljetus toimitusketjussa</b> .....	<b>9</b>
3.1	Toimitusketju ja sen hallinta .....	9
3.2	Toimitusketjun logistiset toiminnot.....	10
<b>4</b>	<b>Paperiteollisuuden tuotteiden varastointi</b> .....	<b>12</b>
4.1	Varastointi .....	12
4.2	Valmistuotevarastot.....	13
4.3	Varastoteknologiat ja kapasiteetti.....	14
4.4	Tavaran lähetysprosessi .....	17
<b>5</b>	<b>Kuljetukset</b> .....	<b>21</b>
5.1	Kuljetukset yleisesti .....	21
5.2	Maantiekuljetukset.....	22
5.3	Maantiekuljetuskalusto.....	23
5.4	Merikonttikuljetukset .....	26
5.5	Kuljetuskaluston täyttöaste.....	27
<b>6</b>	<b>Tutkimuksen toteutus</b> .....	<b>29</b>
6.1	Haastattelut.....	29
6.2	Havainnointi .....	29
6.3	Valmis aineisto tutkimuksessa.....	29
<b>7</b>	<b>Arkittamon lähtölogistiikan nykytila</b> .....	<b>29</b>
7.1	Valmistuotevarastot.....	29

	2
7.2	Lähetys- ja lastausprosessi ..... 29
7.3	Kuljetukset..... 29
7.4	Haasteet arkittamon lähtölogistiikassa..... 29
<b>8</b>	<b>Johtopäätökset ..... 29</b>
<b>9</b>	<b>Pohdinta ..... 30</b>
<b>Lähteet</b>	<b>..... 32</b>
<b>Liitteet</b>	<b>..... 35</b>
Liite 1.	Valmistusotteiden materiaalivirrat..... 35
Liite 2.	Lastausprosessin materiaalivirrat ..... 35

## **Kuviot**

Kuvio 1.	Äänekosken tehdasintegraatti ja Metsä Boardin tuotantoyksiköt ..... 4
Kuvio 2.	Arvoketjun perus- ja tukitoiminnot ..... 9
Kuvio 3.	Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannusten jakautuminen ..... 11
Kuvio 4.	Lähetysprosessin viisi vaihetta ..... 20
Kuvio 5.	Puoliperävaunuyhdistelmä ..... 23
Kuvio 6.	Täysperävaunuyhdistelmä ..... 24
Kuvio 7.	Moduuliyhdistelmä..... 24
Kuvio 8.	Pitkä puoliperävaunuyhdistelmä ..... 25
Kuvio 9.	A-Double yhdistelmä ..... 25
Kuvio 10.	A-Double yhdistelmä merikonttikuljetuksiin ..... 25

## **Taulukot**

Taulukko 1.	Prosessin suorituskykyä kuvaavia lukuja ..... 18
Taulukko 2.	Merikontin tekniset tiedot ..... 27
Taulukko 3.	Paperituotteiden kuljetusten kuormausasteet ..... 28

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön tausta

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia, miten Metsä Board Äänekosken arkittamon lähtölogistiikka tulee suoriutumaan tuotantomäärän lisääntyessä. Arkittamossa aloitettiin vuonna 2019 investointiprojekti, jolloin arkituskapasiteetti kasvoi uuden arkkileikkurin myötä ja vanhempia arkkileikkureita modernisoitiin vastaamaan arkituksen kasvavaan kysyntään. Tutkimuksen tarpeellisuus ilmeni, kun tehtyjen investointien ja tuotantokapasiteetin kasvaessa lähtölogistiikassa nähtiin mahdollisia kehittämistarpeita. Tutkimuksessa tarkasteltiin arkittamon valmistuotevarastoja, tavaran lähetys- ja lastausprosessia sekä lähteviä kuljetuksia, jotka yhdessä muodostavat arkittamon lähtölogistiikan.

Tutkimuksen aihe on varsin ajankohtainen, sillä syksyllä 2020 tehdyn Pellervon taloustutkimuksen ennusteen mukaan kartonki on nousemassa metsäteollisuuden tärkeimmäksi vientituotteeksi ja kartongin valmistuskapasiteettia on kasvatettu, kun taas perinteistä paperiteollisuuden tuotantoa on vähennetty Suomessa (Metsäalasyksy 2020). Suomessa metsäteollisuuden kuljetusmatkat ovat pitkiä ja logistiikkakustannusten osuus lähes kaksinkertainen verrattuna Keski-Euroopan maihin (Logistiikan kilpailukyvyistä on pidettävä huolta 2020). Tällöin myös lähtölogistiikan tehokkuus ja toimivuus ovat avainasemassa kilpailukyvyn kannalta.

## 1.2 Metsä Board Oyj

Metsä Board on suomalainen metsäteollisuusyhtiö, jonka päätuotteita ovat taive- ja tarjoilupakkauskartongit sekä valkoiset kraftlainerit. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2019 noin 1,9 miljardia euroa ja se työllisti 2350 henkilöä. Metsä Boardilla on kahdeksan tuotantolaitosta, joista seitsemän sijaitsee Suomessa ja yksi Ruotsissa. (Metsä Board n.d.) Metsä Board on osa Metsä Groupia, joka on suomalainen metsäteollisuuskonserni. Metsä Group muodostuu Metsäliitto Osuuskunnasta ja siihen kuuluvista Metsä Forestista ja Metsä Woodista. Metsäliitto Osuuskunnan

tytäryhtiöitä ovat Metsä Board, Metsä Fibre sekä Metsä Tissue. Metsä Groupin liiketoiminta-alueilla on tuotantoa kahdeksassa maassa ja sen liiketoiminnan ydintä ovat pehmo- ja tiivistepaperit, kartonki, sellu, puutuotteet ja puunhankinta sekä metsäpalvelut. (Metsästä Maailmalle n.d.)

Metsä Board Äänekosken kartonkitehdas on aloittanut toimintansa vuonna 1899. Tehtaan kapasiteetti yhdellä kartonkikoneella on 260 000 tonnia valkaistua taivekartonkia vuodessa. Kartonkikoneen lisäksi tehdasalueella on arkittamo, jonka kapasiteetti on kolmella arkkileikkurilla 135 000 tonnia pakattua kartonkia vuodessa. Äänekosken yksikkö työllistää noin 200 henkilöä. (Äänekoski board mill n.d.)



Kuvio 1. Äänekosken tehdasintegraatti ja Metsä Boardin tuotantoyksiköt (Äänekoski board mill, n.d, muokattu)

### **Metsä Group hankinta ja logistiikka**

Metsä Groupin kuljetuspalvelujen hankinnasta ja tuottamisesta vastaa hankinta- ja logistiikkatoimi, joka tuottaa palveluita kaikille konsernin liiketoiminta-alueille. Metsä Groupin valmistuotekuljetukset suuntautuvat 120:neen maahan maa-, meri- ja rautatiekuljetuksina. Tuotteiden valmistamiseen käytettävien raaka-aineiden osalta puuta kuljetetaan eniten, mutta merkittävä osa kuljetuksista on myös sellun- ja paperinvalmistamiseen tarvittavien kemikaalien, täyteaineiden ja pigmenttien

kuljetuksia sekä valmistuotekuljetuksia. Metsä Groupin tavoitteena on vähentää kuljetusten kustannuksia, ympäristövaikutuksia ja yksikkökohtaisia päästöjä tehokkaalla reittisuunnittelulla, optimaalisilla kuljetusmatkoilla sekä kuljettamalla tuotteet mahdollisimman isoissa yksiköissä, kuljetusvälineet täyteen lastattuina. (Vastuullisia hankintoja Euroopasta n.d.)

## 2 Tutkimusasetelma

### 2.1 Tutkimuksen tavoite ja aiheen rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten tämä hetkinen kuljetuskapasiteetti ja lähetyksen toiminnot vastaavat tulevaisuuden tarpeisiin ja onko arkittamon lähetykskapasiteettia tarpeellista kasvattaa muuttamalla yhdistelmäajoneuvojen kokoa tai lisäämällä lastausaikoja. Tutkimuksessa tarkasteltiin arkittamon lastaus- ja lähetyksprosessia, lastattavaa kuljetuskalustoa ja valmistuotevarastojen toimintaa. Tutkimuksen tuloksena pyrittiin antamaan selkeä kuva arkittamon tämänhetkisestä lähtevän logistiikan tilanteesta tuotantoon nähden sekä mahdollisista kehityskohteista. Tutkimus rajattiin koskemaan kartonkitehtaan arkittamosta lähteviä kuljetuksia.

### 2.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa lähdettiin selvittämään arkittamon lähtevän logistiikan nykytila seuraavien tutkimuskysymysten ja alakysymysten avulla:

- Paljonko on kuljetusyksiköiden maksimikapasiteetti tällä hetkellä?
  - Paljonko tällä hetkellä voidaan lastata päivässä/viikossa?
  - Kuljetuskaluston saatavuus tällä hetkellä?
- Mikä on tehokkain tapa lähettää tavoitteen mukainen tuotanto viikkotasolla?
  - Riittääkö nykyinen lastausprosessi ja kuljetuskalusto kasvavaan tuotantoon?



- Onko tarpeellista lisätä yhdistelmäajoneuvojen lastausaikoja viikonlopulle?

## 2.3 Tutkimustyyppi- ja menetelmät

### **Tapaustutkimus**

Tapaustutkimuksessa tutkimuksen kohteena on yksittäinen tapaus tai pieni ryhmä toisiinsa suhteessa olevia tapauksia. Tapaustutkimuksen tavoitteena on kuvailla tutkittavaa ilmiötä perusteellisesti ja ymmärtää tapaus useiden aineistonkeruun menetelmien avulla. (Aaltola & Valli 2015, 180.) Tyypillisesti tapaustutkimuksessa aineistoa kerätään havainnoimalla, tekemällä haastatteluja sekä hyödyntämällä saatavilla olevia dokumentteja (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2009, 135).

Tapaustutkimuksessa korostuu teoreettisen viitekehyksen osuus sekä tutkijan osallisuus tutkittavaan kohteeseen ulkopuolisuuden sijasta. (Aaltola & Valli 2015, 185).

### **Tutkimusmenetelmät**

Tutkimus voidaan toteuttaa kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen menetelmien tai kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen menetelmiä hyödyntäen.

Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä perustuu todellisten tapahtumien kuvaamiseen, kun taas kvantitatiivinen tutkimus keskittyy tutkimuskohteen kuvaamiseen ja analysointiin määrällisten asioiden, kuten lukujen ja numeroiden avulla. Näiden kahden tutkimusmenetelmän eroavaisuuksia on vaikea luokitella ja tutkimusmenetelmät nähdäänkin enemmän toisiaan täydentävinä kuin kilpailevina menetelminä. Kvalitatiivista tutkimusmenetelmää voidaan hyödyntää ennen kvantitatiivista tutkimusta, tarkoituksena kartoittaa mitattavien asioiden merkityksellisyys tutkimusongelman kannalta. (Hirsijärvi ym. 2009, 135–137.)

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa aineisto kerätään todellisista tapahtumista ja tutkimuksen tavoitteena on tuoda julki tosiasioita sekä odottamattomia tietoja tutkimuskohteesta. Laadullisessa tutkimuksessa kohdejoukko valitaan

tarkoituksenmukaisesti, jolloin aineiston määrää merkittävämpää on aineiston laatu. Tyypillisiä aineistonkeruun menetelmiä kvalitatiivisessa tutkimuksessa ovat haastattelut, osallistuva havainnointi ja dokumenttien analysointi. (Hirsijärvi ym. 2009, 164.)

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeistä ovat johtopäätökset ja teoriat aiemmista tutkimuksista sekä tutkimukseen liittyvien käsitteiden määrittely. Määrällisessä tutkimuksessa korostuu tutkittavien henkilöiden valinta ja kerätyn aineiston muodostaminen tilastollisesti käsiteltäväksi. Tyypillisesti kvantitatiivisessa tutkimuksessa johtopäätökset perustuvat tilastollisen analyysin tuloksiin. (Hirsijärvi ym. 2009, 140.)

## 2.4 Aineistonkeruumenetelmät

### **Teemahaastattelu**

Teemahaastattelu on lomake- ja avoimen haastattelun välimuoto.

Teemahaastattelun tarkoituksena on saada haastateltavilta selville tutkijaa kiinnostavat asiat tai ne asiat, jotka kuuluvat tutkimuksen aihepiiriin.

Teemahaastattelun aihe on valittu etukäteen ennen haastattelu hetkeä, mutta haastattelut käydään vapaasti ilman tarkkaan muotoiltuja tutkimuskysymyksiä.

Ominaista teemahaastattelulle on, että ennalta määritetyt aiheet käydään haastateltavien henkilöiden kanssa läpi, mutta aiheen laajuus ja järjestys vaihtelevat haastatteluissa. Haastattelun tueksi suunnitellaan tukilista asioista, joista haastateltavilta henkilöiltä halutaan saada tietoa. (Aaltola & Valli 2015, 29.)

Haastattelu on joustava aineistonkeruumenetelmä, sillä tutkija voi itse päättää haastattelujen määrän ja tutkimusaineiston laajuuden tilanteen vaatimalla tavalla.

Haastattelujen avulla tutkimuskohteeseen liittyvät henkilöt saadaan osaksi tutkimusta, mikä mahdollistaa aineiston täydentämisen ja haastateltavien tavoittamisen myöhemminkin. Haastattelun käyttö aineistonkeruumenetelmänä ei ole täysin ongelmaton, sillä haastattelujen valmisteleminen vie aikaa ja itse haastattelutilanne voi vaikuttaa siihen, miten haastateltava kokee

haastattelutilanteen ja mitä hän tutkijalle vastaa. Jännittynyt tunnelma tai haastateltavalle vieras paikka voivat vaikuttaa haastateltavan vastauksiin, jonka vaikutus voi ilmetä kerätyn aineiston laadussa. (Hirsijärvi ym. 2009, 205–206.)

### **Havainnointi**

Havainnointi on tieteellisen tutkimuksen aineistonkeruun perusmenetelmä, jonka avulla kerätään todellista tietoa tutkimuskohteesta. Menetelmän tarkoituksena on saada tietoa siitä, toimivatko ihmiset todellisissa tilanteissa samalla tavalla, kuin ovat haastatteluissa kertoneet. Osallistuvaa havainnointia aineistonkeruunmenetelmänä käyttäen tutkija osallistuu tutkimuskohteen toimintaan tietyn ajanjakson verran ja havainnoi tutkittavaa kohdetta, ennalta valitusta näkökulmasta. (Vilkkä 2006, 37–44.) Hirsijärven ym. (2009, 213–214) mukaan havainnoinnin etuna on välittömän tiedon saanti tutkittavasta kohteesta, etenkin miten kohde toimii tai käyttäytyy ja havainnointi voikin tuoda mielenkiintoista ja monipuolista aineistoa tutkimuskohteesta. Havainnoinnin ongelmana on tutkijan läsnäolon mahdollinen vaikutus havainnoitavaan kohteeseen ja siitä saataviin tutkimustuloksiin. (Vilkkä 2006, 56–57).

### **Valmiin aineiston käyttö tutkimuksessa**

Erityyppisten aineistonkeruunmenetelmien lisäksi tutkimuksessa voidaan käyttää valmiita aineistoja. Valmiita aineistoja ja dokumentteja ovat organisaatioiden ja tutkimuslaitosten tilastot sekä asiakirjat tai muiden tutkijoiden keräämät aineistot. Valmista aineistoa käytettäessä on otettava huomioon aineiston alkuperä ja soveltuvuus omaan tutkimukseen. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Usein valmiina saatua aineistoa joudutaan muokkaamaan ja sovittamaan oman tutkimuksen kannalta sopivaan muotoon. Valmista aineistoa on syytä lähestyä kriittisesti ja tutkijan on pohdittava, kuinka luotettavana saatua aineistoa voidaan pitää. Luotettavuutta tarkasteltaessa on syytä selvittää, mistä aineistossa on todellisuudessa kyse ja miten aineisto on muodostettu. (Hirsijärvi ym. 2009, 186–189.)

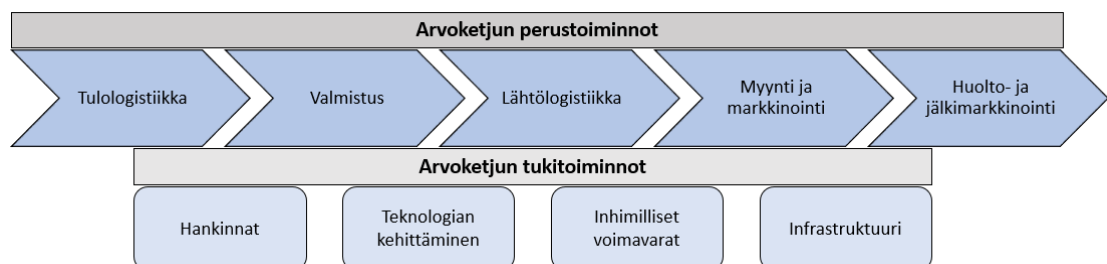
### 3 Varastointi ja kuljetus toimitusketjussa

#### 3.1 Toimitusketju ja sen hallinta

Toimitusketjussa raaka-aineista muodostuu valmiita tuotteita, jotka toimitetaan loppuasiakkaalle yhdistämällä ketjuun kuuluvien eri toimijoiden osaaminen.

Toimitusketju muodostuu raaka-ainetoimittajista, tuottajista, kuljetusyrytyksistä, jakelukeskuksista ja loppuasiakkaista sekä heidän välisistään materiaali-, raha- ja tietovirroista. Toimitusketjun tavoitteena on vastata asiakastarpeisiin mahdollisimman hyvin, johon pyritään myynnin, markkinoinnin, tuotekehityksen, talouden ja asiakaspalvelun systemaattisella hallinnalla. (Chopra & Meindl 2013, 13–15.)

Toimitusketjua kutsutaan myös arvoketjuksi, jonka muodostavat toimitusketjuun kuuluvat organisaatiot. Arvoketjussa jokainen organisaatio keskittyy omaan ydinosaamiseensa ja pyrkii omien toimintojen avulla luomaan lisäarvoa loppuasiakkaalle, kokonaiskustannukset minimoiden sekä poistamalla ketjusta kaikki lisäarvoa tuottamattomat toiminnot. (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell & Santala 2011, 24–25.) Alun perin arvoketjun mallin esitti Michael Porter, jonka mukaan arvoketjussa suoritettavat, arvoa tuottavat toiminnot voidaan jakaa perus- ja tukitoimintoihin, joita on esitelty alapuolella kuviossa 2.



Kuvio 2. Arvoketjun perus- ja tukitoiminnot

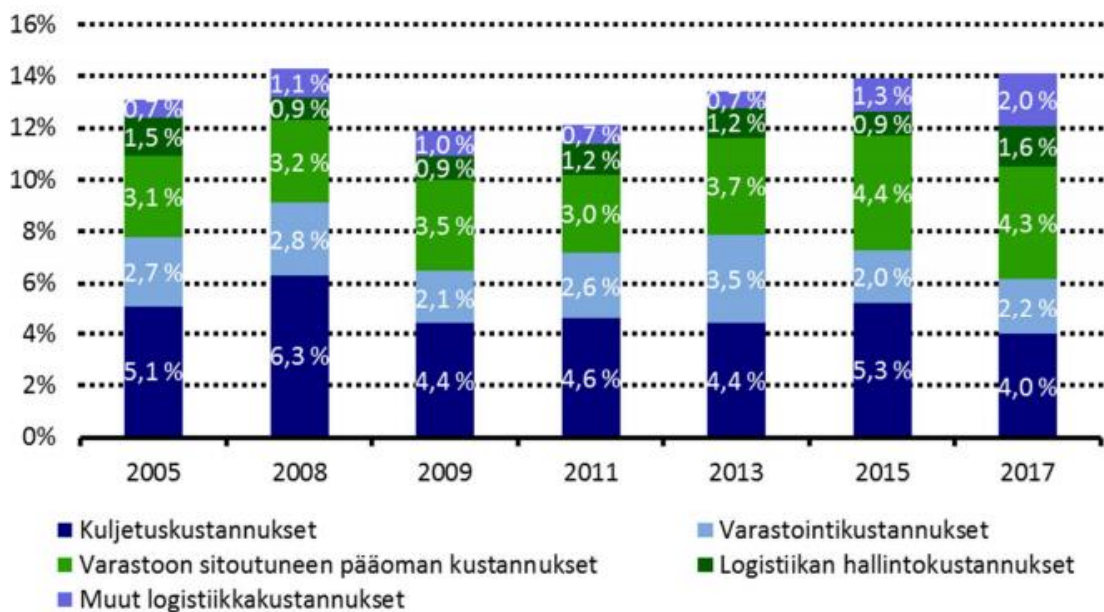
Arvoketjussa tulologistiikka käsittää saapuvien raaka-aineiden vastaanoton, varastoinnin ja materiaalin siirron varastosta tuotantoon. Valmistuksessa suoritetaan toimintoja, joilla materiaali jalostetaan lopputuotteeksi, esimerkiksi koneistamalla tai komponenttien kokoonpanolla. Lähtölogistiikka kattaa kaikki toiminnot, kuten varastoinnin, kuljetuksen sekä jakelun hallinnan, joiden avulla valmiit tuotteet toimitetaan loppuasiakkaalle. Myynnin ja markkinoinnin tarkoituksena on tunnistaa ja vastata asiakastarpeisiin sekä huolehtia lopputuotteen menekin kannalta olennaisista toiminnoista, kuten mainostamisesta, hinnoittelusta ja jälleenmyynnin hallinnasta. Huolto- ja jälkimarkkinoinnin palveluilla, kuten asennus- ja korjauspalveluilla sekä asiakastuella ja koulutuksella ylläpidetään ja lisätään lopputuotteen arvoa myös sen jälkeen, kun asiakas on vastaanottanut tuotteen. (Arvoketju n.d.)

Tukitoimintojen tehtävä on tukea arvoketjun perustoimintojen suorittamista. Hankinnan tehtävä on ostaa esimerkiksi raaka-aineet, palvelut ja laitteet, joita hyödynnetään arvoa muodostavissa toiminnoissa. Teknologian kehittämisellä pyritään etsimään tuottavampia ja tehokkaampia ratkaisuja perustoimintojen suorittamiseen. Inhimillisten voimavarojen hallinnalla rekrytoidaan, koulutetaan ja kehitetään arvoketjuun kuuluvia organisaatioita. Yritysinfrastruktuuri puolestaan käsittää yleiset hallintatoimet, esimerkiksi lakiasiat, kirjanpidon ja laadunvalvonnan ohjaamisen. Perus- ja tukitoiminnot muodostavat yritysten kustannukset, joten niistä saatavan lisäarvon tulisi kattaa kaikki toiminnoista syntyvät kustannukset. (Sakki 2014, 5–6.)

### 3.2 Toimitusketjun logistiset toiminnot

Toimitusketjun logistisia toimintoja ovat varastointi ja kuljetukset, jotka sitovat toimitusketjussa tuotteen valmistuksen erilaiset vaiheet yhdeksi kokonaisuudeksi. Toimitusketjussa suoritettavat toiminnot voidaan jakaa ohjaamiseen ja suunnitteluun sekä toteuttamiseen eli tavarankäsittelyyn. Jotta toimitusketjun alkupäässä olevasta raaka-aineesta saadaan valmis lopputuote, tarvitaan työvaiheiden välille logistisia toimintoja, esimerkiksi pakkaamista, lastaamista, kuljettamista, varastointia ja toimenpiteisiin liittyvää suunnittelua sekä viestintää.

Kuljetuksen ja varastoinnin osalta korostuu myös hankintatoimen rooli yrityksissä, sillä hankintatoimen tekemät päätökset vaikuttavat varastoitavien tuotteiden määriin ja kuljetustarpeisiin sekä logistiikkakustannuksiin. (Sakki 2014, 6–10.) Vuoden 2018 logistiikkaselvityksen mukaan teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset olivat 14,1 % liikevaihdosta vuonna 2017, joista kuljetusten ja varastoon sitoutuneen pääoman kustannukset olivat merkittävimmät. (Logistiikkaselvitys 2018, 13). Kuviossa 3 on havainnollistettu, miten logistiikan kustannukset ovat jakautuneet yrityksissä eri vuosina.



Kuvio 3. Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannusten jakautuminen (Logistiikkaselvitys 2018, 14)

Toimitusketjussa suoritetaan saapuvia ja lähteviä prosesseja, jolloin hankittu raaka-aine tai valmistuote otetaan vastaan myyntiin tai valmistukseen. Toimitusketjun prosessien ja logististen toimintojen hallinnassa korostuu tiedon merkitys tavoitellun lisäarvon kannalta. Oikealla ja ajankohtaisella tiedolla voidaan välttää virheellisiä hankintoja sekä niihin liittyvää ylimääräistä varastointia ja kuljettamista. Toimivien tietovirtojen avulla on mahdollista ennustaa ja suunnitella toimituksia yksityiskohtaisemmin, sekä kasvattaa ymmärrystä toimitusketjussa olevien

osapuolten liiketoiminnasta. (Sakki 2014, 12.) Toimivat tietovirrat edellyttävät yrityksiltä läpinäkyvyyttä, jolloin toimitusketjussa olevien yritysten on oltava valmiita välittämään tietoa, esimerkiksi varastotasojen ja tuotteiden sijaintitietoja, toimitusketjun eri organisaatioille paremman palvelun ja lisäarvon luomiseksi. Tieto- ja materiaalivirtojen toimivuus on toimitusketjun kustannusten kannalta tärkeää, sillä toimitusketjun ongelmista ja organisaatioiden yhteistyön puutteesta aiheutuvat kustannukset kumuloituvat, jolloin kasvavat välilliset kustannukset siirtyvät toimitusketjussa loppuasiakkaan maksettaviksi. (Ritvanen ym. 2011, 26.)

## **4 Paperiteollisuuden tuotteiden varastointi**

### **4.1 Varastointi**

Sakin (2012, 72) määritelmän mukaan varastolla tarkoitetaan tilaa, jossa säilytetään valmistukseen ja asiakaspalveluun tarvittavia materiaaleja. Varastolla tarkoitetaan usein myös siellä olevia materiaaleja ja liiketoiminnan näkökulmasta varastot ovat yrityksen vaihto-omaisuutta, jota hallitaan materiaalin- ja varastonohjauksella. Varastonohjaus keskittyy varastoihin sitoutuneen pääomanhallintaan sekä materiaalivirtojen ohjaukseen ja sen tavoitteena on pitää yrityksen palvelutaso riittävänä, varastoinnista aiheutuneet kustannukset huomioiden. (Hokkanen & Virtanen 2012, 72.)

Varastot ovat tärkeä osa logistiikka ja liiketoimintaa. Yritykset tarvitsevat erilaisia varastoja toimituskyvyn ylläpitoon ja tuotantoprosessien turvaamiseen. Materiaaliohjauksen tavoitteena on vähentää varastointiin liittyviä kustannuksia ja pitää toimitusketjun läpimenoaika mahdollisimman lyhyenä. Toimitusketjussa ylimääräistä varastointia pyritään minimoimaan, mutta toisaalta varastot ovat osa yritysten riskienhallintaa: varastojen avulla varaudutaan kysynnän ja tarjonnan vaihteluun, raaka-aineiden ja tuotteiden arvon muutoksiin sekä tilaus-toimitusketjun pitkään läpimenoaikaan. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2016, 281–282.)

## 4.2 Valmistuotevarastot

Valmistuotevarastoon sijoitetaan tuotannosta saapuvat valmiit tuotteet odottamaan toimitusta asiakkaalle. Valmiiden tuotteiden säilytysaika ja määrä vaihtelevat kysynnän, tuotteen ominaisuuksien sekä tuotannon ohjausmenetelmien mukaan. Varasto-ohjautuvassa tuotannossa valmistetaan suuria eriä valmiita tuotteita varastoon, kun asiakasohjautuvassa tuotannossa valmistus aloitetaan asiakkaalta saadun tilauksen jälkeen. (Hokkanen & Virtanen 2012, 20; Tirkkonen 2014, 10.)

Tyypillisesti asiakasohjautuvassa tuotannossa valmistuotevarastojen kiertonopeus on korkea, sillä tilaukset pyritään lähettämään asiakkaalle mahdollisimman nopeasti tuotannosta valmistumisen jälkeen. Korkean kiertonopeuden avulla voidaan välttää tarpeetonta hyllyttämistä ja varastointia, kun tuotteet lähetetään välittömästi niiden saavuttua valmistuotevarastoon. (Hokkanen & Virtanen 2012, 20–21.)

Länsimiehen (2011, 16–17) mukaan paperi- ja kartonkituotteita valmistetaan asiakasohjautuvasti, jonka avulla pyritään minimoimaan varastoitavien tuotteiden määrä ja samalla ohjaamaan valmiit tuotteet kuljetukseen tuotannosta valmistumisen jälkeen. Valmistusprosessin takia paperi- ja kartonkituotteita joudutaan valmistamaan varastoon, koska eri paperi- ja kartonkilaatuja ei ole kannattava tuottaa pieniä tilauseriä valmistusprosessin kustannuksien vuoksi. Tuotannollisesti on järkevämpää yhdistellä samoja tuotelaatuja suuremmiksi tuotantoeriksi ja valmistaa tilauksia varastoon odottamaan toimitusta asiakkaalle. Tuotelaatujen yhdistelemisen takia paperi- ja kartonkituotteita voidaan joutua varastoimaan pitkiäkin aikoja, joko tehtaan omassa varastossa tai toimitusketjun eri vaiheissa, koska asiakkaat haluavat tuotteensa mahdollisimman lähellä hetkeä, jolloin itse tuotetta tarvitsevat.

Länsimiehen (2011, 16–17) mukaan varastoinnin tarpeellisuus ilmenee myös paperi- ja kartonkituotteiden jakeluketjussa. Suurin osa Suomen paperiteollisuuden tuotannosta viedään ulkomaille satamien kautta, jolloin varastoja muodostuu väistämättä logistisen ketjun eri vaiheisiin; kuljetusvälineisiin, terminaaleihin ja loppuasiakkaille. Tätä kuvaa hyvin Ritvasen ym. (2011, 17) toteamus, jonka mukaan varasto on parhaimmillaan silloin, kun se on pyörillä, raiteilla, aluksessa tai siivillä, ja



matkalla oikea-aikaisesti tilauksen tehneelle asiakkaalle. Länsimiehen (2011, 17) mukaan paperi- ja kartonkitehtailta tuotteet kuljetetaan maa- tai rautatiekuljetuksina satamien läheisyydessä oleviin terminaaleihin, jossa ne odottavat laivaan lastaamista ja kuljetusta seuraavaan terminaaliin.

Länsimies (2011, 17) toteaa, että paperi ja kartonki ovat varastoinnin kannalta haasteellisia tuotteita, sillä niihin sitoutuu paljon pääomaa, varastoitavat määrät ovat suuria ja pitkät varastointiajat heikentävät tuotteiden laadullisia ominaisuuksia. Lisäksi paperi- ja kartonkituotteita on käsiteltävä varoen, sillä pienenkin kolhun takia rulla tai lava joudutaan hylkäämään. Paperiteollisuuden tuotteet haastavat jokaisen toimijan logistisessa ketjussa, jossa materiaalivahingot olisivat mahdollisimman alhaiset.

### 4.3 Varastoteknologiat ja kapasiteetti

Varastotoiminnan tehokkuuteen ja toimivuuteen voidaan vaikuttaa varastoteknologioiden valinnalla. Huomioitavia tekijöitä teknologioiden valinnassa ovat varaston fyysiset ominaisuudet, kuten pinta-ala ja korkeus, jotka tulee sovittaa yhteen käsiteltävien tuotteiden sekä materiaalivirtojen kanssa. Ahtaat varastotilat aiheuttavat ylimääräistä materiaalinkäsittelyä ja lisäävät varastoitavien materiaalien vahingoittumisen riskiä. (Ritvanen ym. 2011, 84.) Toisaalta ahtaat varastointitilat voivat vaikuttaa materiaalivirtojen sujuvuuteen, sillä ahtaissa tiloissa materiaalin on liikuttava, jotta toiminta voi jatkua.

Varastot jaetaan automaattisiin- ja manuaalisiin varastoihin. Manuaalivarastossa materiaalinkäsittely suoritetaan henkilöstön toimesta, mutta työn suorittamiseen hyödynnetään useita erilaisia teknologioita. Perinteisiä manuaalivarastossa käytettäviä teknologioita ovat kuormalava- ja pientavarahyllyt sekä vastapaino- ja pinontatrukit. Manuaalivarasto on yleisin käytetty varastointiratkaisu, jossa materiaalinkäsittelyä ei ole automatisoitu, mutta työvälaineet ja tietojärjestelmät voivat edustaa uusinta tekniikkaa. (Halbeisen & Segerlund 2015, 75; Hokkanen & Virtanen 2012, 24.)

Automaattivarastoissa toiminnot voivat olla osittain- tai täysin automatisoitu.

Osittain automatisoidussa varastossa hyllyt ovat tavallisia kuormalavahyllyjä, mutta tavaranto siirto suoritetaan automatisoitujen trukkien avulla. Osittain automatisoidun varaston etuna on joustavuus, koska varastohyllyihin ei tarvitse tehdä isoja muutoksia ja varastohyllyjä voidaan muuttaa tarpeen mukaan. Vastaavasti automatisoitujen trukkien nostokyky on heikompi ja niiden liike hidastuu kuljetettavan taakan kasvaessa. Täysin automatisoidussa varastossa tavaroiden liikkuminen tapahtuu erilaisten kuljettimien ja kraanojen avulla. Täysin automatisoidun varaston etuna on tavaroiden nopea kuljetus varastopaikoille sekä vähäisempi työvoiman tarve, mutta investointikustannuksiltaan se on korkeampi kuin muut varastointiratkaisut. (Halbeisen & Segerlund, 75–76.)

Oli kyseessä automaatti- tai manuaalivarasto, käytettävissä oleva varastokapasiteetti voidaan määrittellä kolmella tavalla:

- 1) Varastokapasiteetti = varastoon sijoitettujen tuotteiden lukumäärä tai tonnimäärä (kpl&t)
  - 2) Varastointitiheys = varastoon sijoitettujen tuotteiden koko/käytettävissä oleva pinta-ala
  - 3) Varaston läpimeno kapasiteetti = varastoon menevien tai varastosta tulevien kollojen määrä tunnissa (kpl/h)
- (Halbeisen & Segerlund 2015, 33.)

Usein käytetty tapa määrittellä varastokapasiteetti on ilmaista varastoon menevien ja sieltä tulevien kollojen määrä tietyssä aikayksikössä. Varaston läpimeno kapasiteettiin vaikuttavia tekijöitä ovat käytössä oleva hyllyjärjestelmä sekä varastoon saapuvien ja lähtevien kollojen materiaalivirtojen tasapaino. Mitä tasaisempi varaston saapuva ja lähtevä materiaalivirta on, sen suurempi varaston läpimeno kapasiteetti on.

(Halbeisen & Segerlund 2015, 33–34.)

### **Paperiteollisuudessa käytettävät varastoteknologiat**

Paperiteollisuudessa valmistuotteet varastoidaan rullina tai lavoina. Yksinkertaisin tapa varastoida valmiit tuotteet rullan pakkauksen tai arkituksen jälkeen, on pinota

rullat tai lavat päällekkäin lattiavarastoon. Lattiavarastointi on tehokasta, kun valmiit tuotteet lähetetään varastosta välittömästi tuotannosta saapumisen jälkeen tai silloin, kun tuotteet odottavat varastossa kuljetusta vain muutaman tunnin tai korkeintaan muutaman päivän. Lattiavarastoinnin investointikustannukset ovat alhaiset, mutta vastaavasti käyttökustannukset ovat korkeat tarvittavien henkilöstö- ja kalustoresurssien takia. Arkitettujen tuotteiden vaatima varastokapasiteetti on lattiavarastossa noin 1 tonni/m<sup>2</sup>. (Jokio & Rautiainen 2010, 374.)

Lattiavarastoinnin ohella paperiteollisuudessa hyödynnetään myös automaattisia varastointimenetelmiä, etenkin arkitettujen lavatuotteiden osalta. Valmiita arkkituotteita varastoidaan tyypillisesti automaattivarastoon, jossa lavat kuljetetaan pakkauslinjalta varastopaikoille hissi- ja kuljetinjärjestelmällä. Automaattivarasto tunnistaa saapuvat kollit viivakoodien tai muun tunnistusmenetelmän avulla ja tarkastaa varastoitavan yksikön mitat sekä kuljettaa hyväksytyt lavat varastopaikoille. Mikäli kolli on liian suuri automaattivarastoon, se siirtyy erilliselle kuljettimelle ja sitä kautta edelleen lattiavarastoon. (Mts. 374–375.)

Automaattivarasto koostuu tyypillisesti kahdesta poikittaiskäytävästä, useista varastokerroksista sekä nostureista ja kraanoista. Tyypillisesti automaattivarastoon voidaan varastoida 5000–10000 tonnia lavatavaraa. Valmiiden tuotteiden sijainti automaattivarastossa voidaan optimoida toimituspäivämäärän perusteella tai kollit ohjataan varastopaikoille sitä mukaa, kun ne tuotannosta saapuvat. Kollien nouto varastopaikoilta tapahtuu kuljetussuunnitelmien mukaan ja nosturit/kuljettimet siirtävät kuormat valmiiksi lastausasemille, josta ne lastataan manuaalisesti trukilla kuljetusvälineisiin. (Mts. 374–375.)

Automaattivarastolla saadaan alennettua yksikkö- ja työvoimakustannuksia sekä vähennettyä tuotteiden manuaalisesti käsittelystä syntyvää hävikkiä. Automaattivarasto voi kuitenkin muodostua pullonkaulaksi, jos varaston suunnittelussa ei ole huomioitu mahdollista tuotantokapasiteetin kasvua. Investointikustannuksiltaan automaattivaraston on kallis, mutta suuria määriä varastoitaessa yksikkökustannukset ja käyttökustannukset ovat alhaisemmat kuin perinteisessä lattiavarastossa. (Mts. 375–376.)

## 4.4 Tavarankäytön prosessi

### Prosessi yleisesti

Prosessilla tarkoitetaan järjestyksessä suoritettavia toimenpiteitä, joiden avulla saadaan aikaan jokin lopputulos. Yrityksessä prosessit jaetaan kahteen luokkaan; liiketoimintaprosessiin ja toimintaprosessiin. Liiketoimintaprosessi koostuu joukosta toisiinsa liittyviä ja toistettavia toimintoja sekä niiden tarvitsemista resursseista, joiden avulla saadaan aikaan valmis tuote. Toimintaprosessi on joukko toisiinsa liittyviä toimintoja ja toimintoihin tarvittava resursseja, joiden tarkoituksena on saada aikaan toiminnan tulos. (Laamanen 2001, 19.) Toimintaprosessin muodostavia tekijöitä ovat prosessiin osallistuvat ihmiset sekä heidän tietonsa ja taitonsa, käytettävät koneet, ohjausmenetelmät ja muut tarvittavat resurssit (Lecklin 2006, 124). Yksinkertaisesti prosessi koostuu toiminnasta, resursseista sekä tuotoksesta, joiden toimintaa mitataan suorituskykynä (Laamanen 2001, 10).

Yrityksessä suoritettavat prosessit voidaan jakaa prosessin merkityksen mukaan. Ydinprosessit palvelevat ulkoisia asiakkaita ja tyypillisesti ydinprosessissa jalostetaan yrityksen osaaminen tuotteeksi, joka tuo lisäarvoa asiakkaalle. Tällaisia ydinprosesseja ovat tuotekehitys, tuotanto ja asiakaspalvelu. Ydinprosessien suoritusta tuetaan tukiprosessien avulla, jotka ovat tyypillisesti yrityksen sisäisiä prosesseja. Yleisimpiä tukiprosesseja ovat talous-, tieto- ja henkilöstöhallinto. (Lecklin 2006, 130.)

Prosessien tuloksena syntyvät yrityksen suoritteet, tuotteet ja palvelut, jolloin myös prosessien kehittäminen on tärkeää tehokkaan ja tuottavan toiminnan kannalta. Prosessin kehittäminen aloitetaan nykytilanteen kartoituksella, jossa arvioidaan prosessin toimivuutta, laaditaan prosessikaavio ja kuvataan itse prosessi. Nykytilanteen kartoituksen jälkeen tehdään prosessianalyysi, jossa selvitetään prosessin ongelmat ja etsitään niihin ratkaisut. Prosessianalyysin perusteella valitaan kehittämistapa ja sen avulla prosessiin voidaan tehdä vain pieniä muutoksia tai uudistaa se kokonaisvaltaisesti. Usein prosessien kehittäminen keskittyy teknisiin

asioihin, mutta kehittämistyössä tulisi ottaa huomioon myös prosessiin kuuluviin henkilöihin kohdistuva henkinen muutosprosessi. (Lecklin 2006, 134–136.)

Jotta prosessia voidaan kehittää, tarvitaan sen nykytilanteesta ja suorituskyvystä tietoa, jota saadaan mittaamalla. Mittaaminen on osa prosessin hallintaa ja mikäli prosessia ei voida mitata, ei sitä voida hallita eikä kehittää. (Lecklin 2006, 151.)  
 Prosessin suorituskyky voidaan määritellä useiden tunnuslukujen avulla, joista yleisimpiä ovat aika, määrä, virtaus ja tehokkuus. (Laamanen 2001, 153–154;160).  
 Taulukossa 1 on esitelty lyhyesti keskeisten tunnuslukujen kuvaukset.

Taulukko 1. Prosessin suorituskykyä kuvaavia lukuja

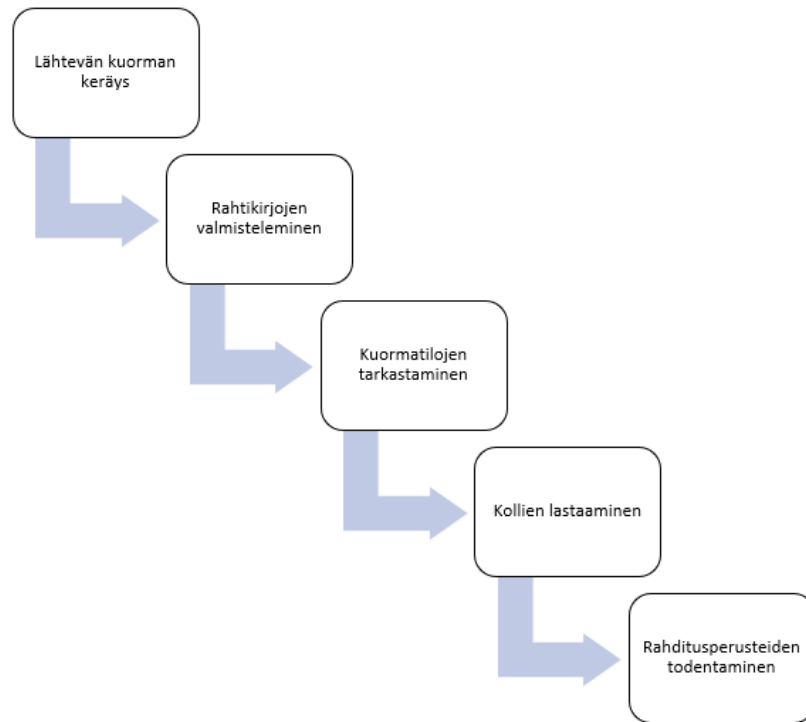
Tunnusluku	Kuvaus
Aika	Läpimenoaika kuvaa prosessin kokonaisaikaa, joka muodostuu prosessin siirto-, odotus-, aloitus-, suoritus- ja lopetustoiminnoista
Määrä	Määrien mittaaminen kohdistuu esimerkiksi tapahtumien, poikkeamien, ihmisten tai reklamaatioiden määrään
Virtaus	Virtaus ilmaisee prosessin kapasiteetin määrän ja ajan suhteena. Esimerkiksi, kuinka monta tehollista työtuntia on kuukaudessa
Tehokkuus	Tehokkuuden mittaamisella saadaan tietoa tuottavuudesta, joka kuvaa tuloksen suhdetta annettuun suorituspanokseen. Esimerkiksi palvelutapahtumien määrä suhteessa käytössä olevaan henkilömäärään

Tunnuslukujen muodostamiseen tarvitaan tietoa prosessista, jota voidaan kerätä mittalaitteilla, käytössä olevista tietojärjestelmistä tai ihmisten tekemien havaintojen avulla. Tiedon keräämisessä olennaista on tehdä kattavasti muistiinpanoja, jotta saatu mittaustulos on mahdollista jäljittää ja kohdistaa prosessin oikeaan vaiheeseen. Mittauksella saatua dataa tulisi pystyä muuttamaan analysoitavaan muotoon, josta on mahdollista tehdä johtopäätöksiä mitattavan ilmiön suhteen. (Laamanen 2001, 165–166.)

## Lähetysprosessi

Varastojen lähtevät ja saapuvat toiminnot sitovat kuljetukset varastointiin, sillä usein kuljetukset alkavat varastoista ja päättyvät varastoihin. Varastojen yhteydessä olevien lähettämöiden tehtävä on vastata varaston lähtevistä toiminnoista. Lähettämön tavanomaisia toimintoja ovat lähtevien kuormien valmistelu, kuljetusyksiköiden lastaaminen, yhteistyö kuljetuksen suorittajan kanssa ja kuljetuksia koskevien asiakirjojen oikeellisuuden varmistaminen. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302; 382.)

Kollien lähetysprosessi varastosta alkaa, kun kuormaa noutava ajoneuvo saapuu pihaan tai varaston lastaussillalle. Ennen ajoneuvon saapumista ja lastauksen aloittamista, valmistelevia toimenpiteitä ovat asiakastoimitusten järjestely lähteviksi kuormiksi, rahtikirjojen muodostaminen manuaalisesti tai tietojärjestelmän avulla sekä lähtevien kollojen ja rahtikirjojen merkintöjen yhdenmukaisuuksien tarkastaminen. Ajoneuvon ollessa valmiina lastaukseen, lähettämön henkilökunnan tehtävänä on tarkastaa lastattavan kuormatilan kunto ja siisteys. Kuormatilan ollessa lastaus kunnossa, kuormataan ajoneuvo mahdolliset akselimassat ja painojakauma huomioiden. Lastauksen jälkeen kollojen lähettäjä sekä kuljetuksen suorittaja tarkastavat toteutuneet lavametrit ja kirjaavat mahdolliset poikkeamat rahtikirjassa olevaan varaumaan. (Karhunen ym. 383.) Kollojen lähetysprosessin jokainen vaihe on kuvattu tiivistetysti kuviossa 4.



Kuvio 4. Lähetyksen viisi vaihetta

Tavaran lähettäjällä on myös oikeudellisia velvoitteita tavaran lähettämiseen liittyen. Tavaran lähettäjän, kuljettajan ja vastaanottajan velvollisuudet on määritelty tiekuljetussopimuksissa, jota noudatetaan maantiekuljetuksissa (Tiekuljetussopimuslaki 1979). Esimerkiksi lähettjä on vastuussa rahdinkuljettajalle aiheutuvista kustannuksista ja vahingoista, jotka johtuvat rahtikirjan virheellisistä tai puutteellisista tiedoista. Lähettäjän vastuulla on myös varmistaa, että kuljetettava pakkaus kestää normaalin käsittelyn, kuljettamisen ja kuormansidonnasta aiheutuvan rasituksen. (Tiekuljetussopimuslaki 345/1979, 11§; 14§.)

## 5 Kuljetukset

### 5.1 Kuljetukset yleisesti

Kuljetukset ovat toimitusketjun ja liike-elämän kulmakivi. Ilman tavaroiden fyysistä siirtämistä ja käsittelyä, toimitusketjun alkupäässä olevasta raaka-aineesta ei valmistu loppuasiakkaan kysyntää vastaavia hyödykkeitä (Tapaninen 2018, 26). Kuljettaminen ei luo lisäarvoa loppuasiakkaan tuotteelle, sillä kuljetuksien hyöty syntyy tavaroiden ollessa kuljetuksessa oikea-aikaisesti ja menossa oikeaan määräpaikkaan mahdollisimman alhaisin kuljetuskustannuksin (Ritvanen ym. 2011, 106). Kuljetusten merkitys korostuu liiketoiminnassa ja asiakaspalvelussa, sillä kuljetusten tavoitteena on palvella mahdollisimman hyvin kuljetuksen tilaajaa sekä kuljetettavan tuotteen vastaanottajaa. Kuljetusten hyvä suunnittelu sekä toimivat kuljetusjärjestelmät ovat edellytys yrityksen tehokkaan liiketoiminnan ja logistiikan kannalta. (Heiskanen 2013, 395).

Tavaroiden kuljettamista voidaan pitää yksinkertaisena prosessina, mutta kuljetusten tehokkuuteen ja toimivuuteen vaikuttavat monet eri tekijät. Ritvasen ym. (2011, 107) mukaan kuljetuksiin vaikuttavat tekijät muodostavat kuljetusten toimintaympäristön. Kuljetusten toimintaympäristöön vaikuttavia ulkoisia tekijöitä ovat muun muassa infrastruktuuri, sääolosuhteet sekä toimintaa ohjaavat lait ja asetukset (Baker, Croucher & Rushton 2017, 427–428). Suomessa toimintaympäristön tekijöistä suurin vaikutus kuljetusten onnistumiseen lienee nopeasti muuttuvat sääolosuhteet eri vuodenaikoina, erityisesti talvikuukausina. Muita kuljetusten toimivuuteen ja tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat kuljetettavien tuotteiden fyysiset ominaisuudet ja niiden asettamat rajoitteet, käytettävissä olevat tietojärjestelmät ja loppuasiakkaan asettamat vaatimukset, esimerkiksi tavaroiden saapuminen haluttuna ajankohtana (Baker ym. 2017, 428–429). Kuljetusten tehokkuuden ja toimivuuden kannalta korostuu myös tiedon merkitys kuljetusten toimintaympäristön ja siihen kuuluvien tekijöiden suhteen. Tapanisen (2018, 27) mukaan ennakoiva ja reaaliaikainen tieto kuljetusolosuhteiden muutoksesta sekä joustavat ohjausjärjestelmät mahdollistavat tehokkaat kuljetukset.



## 5.2 Maantiekuljetukset

Maantiekuljetukset ovat Suomessa yleisin käytetty kuljetusmuoto. Vuonna 2019 Suomen tavaraliikenteen kuljetussuorite oli 40 miljardia tonnikilometriä, joista tieliikenteen osuus oli lähes 27 tonnikilometriä (Kotimaan tavaraliikenne n.d). Tiekuljetusten huomattava osuus kaikista Suomen tavarakuljetuksista selittyy tiekuljetusten eduista verrattaen muihin kuljetusmuotoihin: tiekuljetukset ovat nopeita, ne mahdollistavat erilaisten tuotteiden kuljetuksen ja niiden riippumattomuus liikenneverkoista takaa reittivalintojen joustavuuden olosuhteiden muuttuessa (Tapaninen 2018, 42).

Maantiekuljetukset jaetaan runko- ja jakelukuljetuksiin, jonka lisäksi runkokuljetukset voidaan jakaa suoriin kuljetuksiin ja terminaalien välisiin kuljetuksiin. Terminaalien väliset runkokuljetukset muodostuvat terminaaleihin noudettujen ja lajiteltujen tavaroiden yhdistetyistä kuljetuksista, jotka siirretään runkokuljetuksina määräterminaaliin, josta ne viedään jakelukuljetuksena loppuasiakkaalle. (Baker ym. 2017, 563–565.) Suurin osa Suomessa suoritettavista kuljetuksista on suoria kuljetuksia, joissa kuljetettava erä on suuri ja se siirretään lähtöpaikasta määräpaikkaan yhdellä kuljetusvälineellä. Yleisimpiä suoria kuljetuksia ovat tehtailta vientisatamiin suuntautuvat valmistuotekuljetukset. (Ritvanen ym. 2011, 108; Tapaninen 2018, 34.)

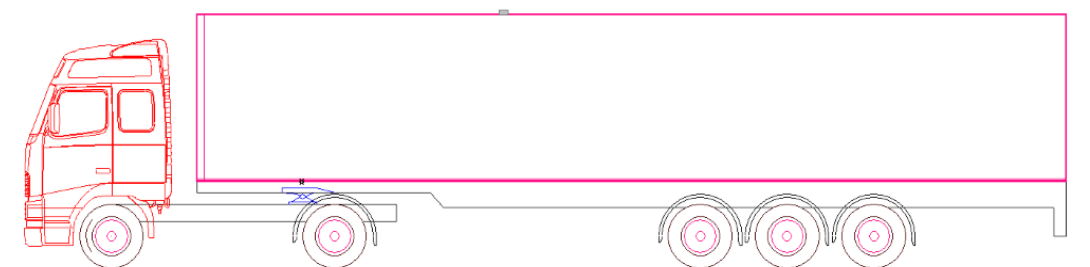
Maantiekuljetukset ovat olennainen osa multimodaali- ja intermodaalikuljetuksia. Multimodaalikuljetuksissa tavarankuljettaminen suoritetaan vähintään kahdella tai useammalla kuljetusmuodolla ja kuljetusketju sisältää kuormankäsittelyä kuljetusmuodon vaihtuessa. Intermodaalisessa kuljetuksessa tavara on lastattu yhteen kuljetusyksikköön, joka on usein merikontti tai irtoperävaunu ja tätä kuljetusyksikköä kuljetetaan vähintään kahdella eri kuljetusmuodolla. (Ritvanen ym. 2011, 108–109.) Usein edellä mainituissa kuljetussuoritteissa tavarankuljetus tapahtuu maantiekuljetuksena, mutta runkokuljetus suoritetaan vesi-, ilma- tai rautatiekuljetuksena (Tapaninen 2018, 36).

### 5.3 Maantiekuljetuskalusto

Suomessa yleisimpiä tavaraliikenteen kuljetuksiin käytettäviä ajoneuvoja ovat paketti- ja kuorma-autot sekä ajoneuvoyhdistelmät. Ajoneuvoyhdistelmät jaetaan puoliperävaunu- ja täysperävaunuyhdistelmiin. (Ritvanen ym. 2011, 116.)

Valtioneuvoston asetuksen (403/2013) mukaan ajoneuvon ja perävaunun suurin sallittu korkeus on 4,4 metriä, leveys 2,6 metriä ja kokonaismassa 76 tonnia. Vuonna 2019 voimaan astuneen lakimuutoksen myötä yhdistelmäajoneuvojen suurin sallittu kokonaispituus muuttui 25,25 metristä 34,5 metriin, mutta kuljetuskaluston korkeus, leveys ja kokonaispaino pysyivät ennallaan. Uudistuksen seurauksena kuorma-auton suurin sallittu pituus kasvoi 12:sta metristä 13:een metriin, puoliperävaunun kokonaispituus 16:sta metristä 18:aan metriin ja varsinaisen perävaunun pituus 16:een metriin. (Yhdistelmien enimmäispituudeksi 34,5 metriä 2019.) Alapuolella on esimerkkejä Suomessa käytössä olevista yhdistelmistä sekä niiden mitoista ja massaista.

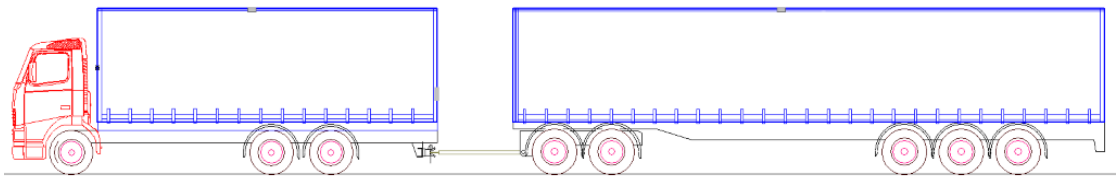
Kuvion 5 puoliperävaunuyhdistelmä muodostuu kuorma-autosta ja puoliperävaunusta. Yhdistelmän kokonaispituus 16,5 metriä ja kokonaismassa 42–48 tonnia. Perävaunun kuormatilan pituus on 13,6 metriä, sisäkorkeus 2,7–3,0 metriä, sisäleveys 2,48–2,5 metriä ja kuorman kantavuus 28–30 tonnia. (Kuljetuskalusto n.d.)



Kuvio 5. Puoliperävaunuyhdistelmä

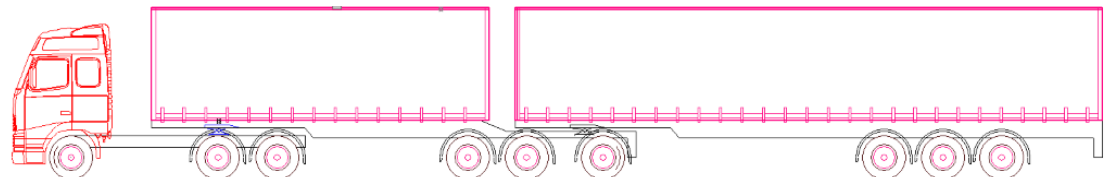
Kuvion 6 täysperävaunuyhdistelmä muodostuu kuorma-autosta ja varsinaisesta perävaunusta. Yhdistelmän kokonaispituus 25,25 metriä, kuorma-auton kuormatilan

pituus 7,4 metriä ja perävaunun pituus 13,6 metriä. Yhdistelmän kokonaismassa on 60–76 tonnia ja kantavuus 36-44 tonnia. (Kuljetuskalusto n.d.)



Kuvio 6. Täysperävaunuyhdistelmä

Kuvion 7 moduuliyhdistelmä muodostuu kahdesta puoliperävaunusta, joista ensimmäisen puoliperävaunun päälle kytketään toinen puoliperävaunu. Yhdistelmän kokonaispituus 25,25 metriä, ensimmäisen kuormantilan pituus 7,7 metriä ja perävaunun pituus 13,6 metriä. Yhdistelmän kokonaismassa on 76 tonnia ja kantavuus 36 tonnia. (Kuljetuskalusto n.d.)



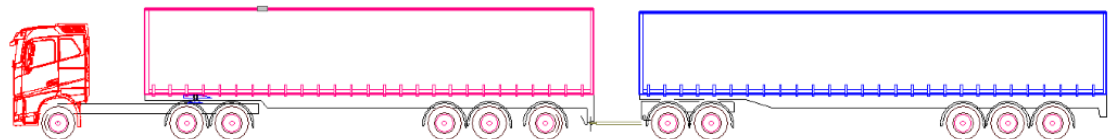
Kuvio 7. Moduuliyhdistelmä

Kuvion 8 pitkä puoliperävaunuyhdistelmä koostuu kuorma-autosta ja puoliperävaunusta. Yhdistelmän kokonaispituus voi olla 25,25 metriä, jolloin perävaunun maksimipituus voi olla 19 metriä. Vuonna 2019 voimaan tullut laki mahdollistaa yhdistelmän kokonaismassaksi 76 tonnia rengas- ja akselimäärien muutoksilla. (Lahti 2019a, 21.)

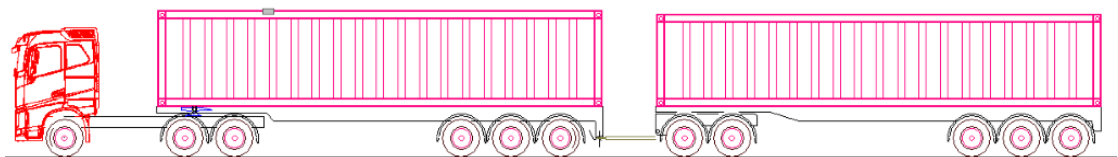


Kuvio 8. Pitkä puoliperävaunuyhdistelmä

Kuvion 9 A-Double yhdistelmä muodostuu vetoautosta, puoliperävaunusta ja varsinaisesta perävaunusta. Molempien perävaunujen kuormatilojen pituudet ovat 13,6 metriä ja kokonaismassa 76 tonnia (Lahti 2019b, 2). A-doublen kuormatilojen yhteenlaskettu kantavuus akselien ja renkaiden lukumäärän mukaan on 46 tonnia (Kaukokiidon kalusto n.d.). A-double yhdistelmällä voidaan kuljettaa kerralla myös kaksi 40: n jalan merikonttia, kuten kuviossa 10 on esitetty.



Kuvio 9. A-Double yhdistelmä



Kuvio 10. A-Double yhdistelmä merikonttikuljetuksiin

Kuljetuksen tilaajan kannalta olennaisinta maantiekuljetuskaluston osalta on vastaavuus kuljetettavan tavarantoiminnan vaatimuksiin nähden. Tärkeimpiä tekijöitä kuljetuksen tilaajan kannalta ovat kuormatilojen kapasiteetti tonneina, kuutioina tai

lavametreinä, kuljetuksen lähtöpaikan asettamat infrastruktuuriset rajoitteet sekä kuljetuksista aiheutuvat kustannukset.

#### 5.4 Merikonttikuljetukset

Konttikuljetukset ovat yleisin kuljetusmuoto kansainvälisissä kuljetuksissa. Kontti on standardoitu kuljetusyksikkö, jota käytetään tavarankuljettamiseen eri kuljetusmuotoja hyödyntäen ilman kuorman purkamista lähtö- ja määräpaikan välillä. Konttikuljetusten etuna on niiden nopea lastaaminen ja purkaminen sekä kuljetettavan tavarankäsittelykertojen väheneminen. Vastaavasti tyhjen konttien saatavuus voi muodostua pullonkaulaksi toimituksiin, sillä pitkissä kuljetusketjuissa konttien kierto voi olla hidasta. Tyhjen konttien kuljetus lastauspaikalle voi nostaa konttikuljetusten kustannuksia, koska lastattujen ja tyhjen konttien purku- ja lastauspaikat ovat harvoin lähellä toisiaan. (Baker ym. 2017, 434–435.)

Kansainvälisissä kuljetuksissa käytettävät kontit ovat ISO-standardisoituja ja yleisimmät käytössä olevat kontit ovat 20:n, 40:n ja 45:n jalan kontteja. Konttien fyysiset mitat ja kantavuudet ovat tarkasti määriteltäviä, jotta kontin ja eri kuljetusmuotojen yhteensovittaminen olisi mahdollisimman tehokasta (ks. taulukko 2). Konttien käsittely- ja kuljetusmääriä mitataan TEU:na (twenty equivalent unit) ja FEU:na (forty equivalent unit). Yksi 20:n jalan kontti tarkoittaa 1 TEU:ta ja vastaavasti yksi 40:n jalan kontti 1 FEU:ta. (Baker ym. 2017, 487–488.)

Taulukko 2. Merikontin tekniset tiedot (Dry cargo container n.d., muokattu)

40:n jalan merikontti			
	Pituus	Leveys	Korkeus
Ulkomitat	12,192m	2,438m	2,591m
Sisämitat	12,032m	2,352m	2,385m
Oviaukon mitat		2,343m	2,280m
Tyhjäpaino	4,000 kg		
Kuormanpaino	26,480 kg		
Bruttopaino	30,480 kg		
Tilavuus	67,5 m <sup>3</sup>		

## 5.5 Kuljetuskaluston täyttöaste

Kuljetuskaluston täyttöastetta on mahdollista mitata kuljetuksen suorittajan sekä kuljetuksen tilaajan näkökulmasta. Tiekuljetusten yleisiä kuljetusmäärien yksiköitä ovat tonni (t), kilogramma (kg), litra (l), kuutiometri (m<sup>3</sup>), kappalemäärä sekä vakiomittaiset yksiköt, esimerkiksi kontti tai kuormalava. Kuljetussuorite kuvaa kuljetetun tavaran määrää (tonnia) ja kuljetusmatkan pituuden (kilometriä) tuloa (tkm). Näiden suureiden avulla voidaan arvioida kuljetusten tehokkuutta ja ajoneuvojen kuormitusastetta. (Ritvanen ym. 2011, 111.)

Kuljetuksen tilaajan kannalta olennaisia mittareita ovat kuormausaste ja keskikuormausaste. Kuormausaste on mahdollista laskea tonnikipometri- tai painoperusteisesti. Alla olevat kaavat havainnollistavat maantiekuljetuksien täyttöastetta kuvaavia lukuja.

$$\text{Kuormausaste} = \text{täyttöaste} = \frac{\text{Kuorman paino (t)}}{\text{Hyötykuorma (t)}} \times 100$$

$$Keskikuorma = \frac{Kuljetustyö (tkm)}{Ajosuorite (km)} \times 100$$

$$Keskikuormausaste = \frac{Keskikuorma (t)}{Hyötykuorma (t)} \times 100$$

(Oksanen 2004, 41–43.)

Hyötykuormalla tarkoitetaan ajoneuvon kuorman kantavuutta, jonka määrittelevät kuljetukseen käytettävän ajoneuvon kantavuus ja kuormatilan sisämitat.

Hyötykuorma on mitattavissa painaville massa- ja kappaletavaroille tonneina tai esimerkiksi kappaleina, rullakoina tai kuormalavoina. Hyötykuorma voidaan ilmoittaa sekä kuorma-autolle että perävaunulle tai yhdistelmäajoneuville kokonaisuutena.

Hyötykuormaa voidaan kasvattaa ja tehostaa mitoittamalla kuljetusvälineet ja kuormatilat kuljetettavan tavaran mukaan sekä valitsemalla kuljetustarpeeseen nähden mahdollisimman suuri ajoneuvo. (Oksanen 2004, 41–43.)

Paperituotteiden maantiekuljetusten täyttöasteita seuraa Tilastokeskus, joka kerää tietoa yksityiseen ja luvanvaraiseen liikenteeseen rekisteröityjen kuorma-autojen kuljetustoiminnasta Suomessa ja ulkomailla. Taulukosta 3 on havaittavissa, että paperituotteiden maakuljetusten kuormausasteet ovat vaihdelleet huomattavasti vuosien 2011–2019 välillä.

Taulukko 3. Paperituotteiden kuljetusten kuormausasteet (Tieliikenteen tavarakuljetukset, n.d., muokattu)

Paperi, kartonki, painotuotteet, muut tuotteet paperista ja kartongista								
Kuormausaste %								
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
50	66	69	58	70	66	60	66	64

## **6 Tutkimuksen toteutus**

6.1 Haastattelut

6.2 Havainnointi

6.3 Valmis aineisto tutkimuksessa

## **7 Arkittamon lähtölogistiikan nykytila**

7.1 Valmistuotevarastot

7.2 Lähetys- ja lastausprosessi

7.3 Kuljetukset

7.4 Haasteet arkittamon lähtölogistiikassa

## **8 Johtopäätökset**



## 9 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Metsä Board Äänekosken arkittamon lähtölogistiikan nykytila ja ennen kaikkea se, vastaako nykyinen kuljetuskapasiteetti kasvavaan tuotantoon ja onko tarpeellista tehdä muutoksia tällä hetkellä käytössä olevien lastausaikojen tai kuljetuskaluston suhteen. Opinnäytetyön tuloksena selvitettiin nykyisen lastausprosessin toimivuus ja käytettävissä oleva kuljetuskapasiteetti sekä laskelmat kasvavan tuotannon lähetykseen. Kuljetuskaluston saatavuuden ja reunaehtojen selvittämisen osalta tutkimuksessa ei päästy haluttuun lopputulokseen, koska reunaehtojen kartoittaminen olisi vaatinut tutkimuksen laajentamista hankintaorganisaatioon ja voimassa olevien kuljetussopimusten tarkasteluun. Perusteellinen selvitys kuljetuskaluston osalta olisi vaatinut myös haastatteluita kuljetusliikkeiden edustajien kanssa. Kaikkinensa tutkimus toi esille arkittamon lähtölogistiikan hyvän tilanteen sekä potentiaaliset kehityskohteet.

Työn teoreettinen viitekehys kuvaa kattavasti logistiikan perustoimintoja, jotka muodostavat kokonaisuutena yrityksen lähtölogistiikan, prosessien merkitystä yrityksen liiketoimintaan ja paperiteollisuuden logistiikan erityispiirteitä unohtamatta. Teoreettista tietoa logistiikan perustoiminnoista oli tarjolla runsaasti, joskin tietoa on saatavilla enemmän kirjallisina teoksina kuin verkkolähteinä. Varastointia ja kuljetuksia käsittelevä kirjallisuus on suhteellisen vanhaa ja uudemmat teokset keskittyvät enemmän toimitusketjun hallintaan kokonaisuutena, eivätkä yksittäisten toimintojen tarkasteluun. Kokonaisuutena teoreettinen viitekehys tukee hyvin tutkimuksen aihepiiriä.

Opinnäytetyössä käytetyt tutkimusmenetelmät soveltuivat nykytilanteen kartoittamiseen varsin hyvin, sillä niiden avulla saatiin perusteellinen kuvaus arkittamon lähtölogistiikan toiminnoista. Useita menetelmiä käyttämällä tutkimukseen kerättiin laaja aineisto ja tutkittavaa kohdetta lähestyttiin eri näkökulmista, mikä lisää tutkimuksen luotettavuutta. Kuljetuksia käsittelevän datan otoskoko oli varsin suuri, joten saatua aineistoa voidaan pitää verrattain luotettavana. Vastaavasti tutkimuksen aikana suoritetun havainnoinnin otos oli

varsin pieni, jolloin tutkimuksen luotettavuutta olisi voitu parantaa suorittamalla havainnointia pidemmällä aikavälillä. Kokonaisuuden kannalta myös konttilastauksia olisi voitu seurata ja mitata samassa suhteessa, kuin yhdistelmäajoneuvojen lastausprosessin mittauksia suoritettiin.

Opinnäytetyössä saatuja tuloksia on mahdollista hyödyntää kuljetuskapasiteetin suunnittelussa tuotantomäärien kasvaessa ja nykytilan kartoittamisen avulla lähtölogistiikan toiminnot ja prosessit ovat tuotu selkeästi esille. Opinnäytetyötä voidaan käyttää toimeksiantajayrityksessä työntekijöiden perehdyttämiseen ja osaamisen lisäämiseen, sillä teoreettinen viitekehys luo hyvän pohjan lisätä työntekijöiden tietämystä logistiikka-alasta sekä tutkimuksessa esitetyt prosessikaaviot ja kuvaukset arkittamon lähtölogistiikan toiminnoista selkeyttävät toimintamallien ymmärtämistä. Esiin nostettujen kehityskohteiden avulla on mahdollista parantaa arkittamon lähtölogistiikan toimintaa sekä ylläpitää kuljetusten osalta saavutettu hyvä taso. Kokonaisuudessaan tutkimusta olisi

Jatkotoimenpiteenä voisi selvittää, mikä tuloksissa esitetyistä laskelmista olisi kustannustehokkain tapa tavoitteen mukaisen viikkotuotannon lähettämiseen. Erityisesti kustannusvertailu merikonttien ja yhdistelmäajoneuvojen osalta lisäisi tietoa siitä, onko kustannuksien kannalta edullisempaa lisätä merikonttien lastauksia ja vastaavasti vähentää yhdistelmäajoneuvojen lastauksia arkisin. Myös merikonttien ohjausta ja saatavuutta tulisi kartoittaa tarkemmin, jotta eri lähetysmalleja voitaisiin verrata laajemmin keskenään.

## Lähteet

Aaltola, J & Valli, R. 2015. Ikkunoita tutkimusmetodeihin 1. Metodien valinta ja aineistonkeruu: virikkeitä aloittelevalle tutkijalle. 4. uudistettu ja täydennetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

A 403/2013. Valtioneuvoston asetus ajoneuvon käytöstä tiellä annetun asetuksen muuttamisesta. Julkaistu 6.6.2013. Viitattu 25.11.2020.  
<https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130407>.

Aarnivuo, S., Kyllönen, P. & Mäenpää, M. 2018. Tekniikan laskutaito. 9. uud. p. Helsinki: Sanoma Pro.

Arvoketju. N.d. Small Enterprise Strategic Development Training. Viitattu 1.1.2021.  
<https://st.merig.eu/index.php?id=270&L=2>.

Baker, P., Croucher, P. & Rushton, A. 2017. The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain. 6. p. London: Kogan Page.

Chopra, S. & Meindl, P. 2013. Supply Chain management: Strategy, Planning and Operation. 5. Painos. Essex: Pearson Education.

Dry cargo container. N.d. Merikonttien tekniset tiedot. Evergreen line. Viitattu 25.11.2020.  
<https://www.evergreen-line.com/static/jsp/container.jsp>.

Halbeisen, D. & Segerlund, S. 2015. Intralogistics: A guide to warehouse planning. Poland: Interak.

Heiskanen, E. 2013. Kuorma-autonkuljettajan ammattipätevyyskirja. 2.p. Kuopio: Suomen Kuljetusturva.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15.–17. p. Helsinki: Tammi.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Show Business Development.

Jokio, M. & Rautiainen, P. 2010. Papermaking science and technology: Papermaking part 3, Finishing. Helsinki: Suomen paperi-insinöörien yhdistys.

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

Kaukokiidon kalusto. N.d. Kaukokiito Oy:n tietopankki. Viitattu 4.1.2021.  
<https://www.kaukokiito.fi/fi/tutustu-meihin/tietopankki/>.

Kotimaan tavaraliikenne. N.d. Liikennejärjestelmä.fi-verkkosivusto. Viitattu 24.11.2020.

<http://liikennejarjestelma.fi/palvelutaso/liikennetyypit/kotimaan-tavaraliikenne/>.

Kuljetuskalusto. N.d. Tietoa DB Schenkerin kuljetuskalustosta. Viitattu 25.11.2020.

<https://www.dbschenker.com/resource/blob/525524/b2248dcc532cb075c3f3fd4fb549b851/kalusto--fi-fi--data.pdf>.

Laamanen, K. 2001. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona: Ideasta käytäntöön. Helsinki: Laatuokeskus.

Lahti, O. 2019a. Määräys ajoneuvoyhdistelmien teknisistä vaatimuksista. Liikenne ja viestintävirasto Traficom julkaisu 17.1.2019. Viitattu 25.11.2020.

<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/HCTF%20Otto.pdf>.

Lahti, O. 2019b. HCT-tyyppiyhdistelmät. Liikenne ja viestintävirasto Traficom muistio. 17.5.2019. Viitattu 25.11.2020

<https://vanha.vayla.fi/documents/20473/601851/HCT+tyyppiyhdistelm%C3%A4t+erikumi.pdf/e69bc7cc-0e4f-4b04-a649-f475701a5b4f>.

Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. uud. p. Helsinki: Talentum Media.

Logistiikan kilpailukyvyistä on pidettävä huolta. 2020. Artikkelit Metsäteollisuus ry:n verkkosivustolla. Viitattu 17.1.2021.

<https://www.metsateollisuus.fi/logistiikka>.

Länsimies, E. 2011. Tuotevarastotoimintojen optimointi paperiteollisuudessa. Opinnäytetyö, AMK. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, logistiikan koulutusohjelma. Viitattu 4.11.2020.

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26712/Lansimies\\_Erkka.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26712/Lansimies_Erkka.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.

Metsä Board. N.d. Tietoa Metsä Boardista yhtiön verkkosivustolla. Viitattu 15.10.2020.

<https://www.metsaboard.com/About-Us/Pages/default.aspx>.

Metsästä Maailmalle. N.d. Tietoa konsernista Metsä Groupin verkkosivustolla. Viitattu 15.10.2020.

<https://www.metsagroup.com/fi/yhtio/Pages/default.aspx>.

Metsäala-syksy. 2020. Ennusteet Pellervon taloustutkimuksen verkkosivusto. Viitattu 17.1.2020.

<https://www.ptt.fi/ennusteet/metsaala.html>.

Oksanen, R. 2004. Kuljetustuotannon toimintolaskenta: Kuljetustalouden perusteista moderniin toimintolaskentaan. Hyvinkää: Ekondata.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen huolintaliikkeiden liitto: Osto- ja logistiikkayhdistys LOGY.

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere. Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 15.10.2020. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: Digitalisoitumisen haasteet. 8. uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Lorentz, H., Kiiski, T., Töyli, J., Malmsten, J., Bask, A., Rintala, O., Paimander, A. & Rintala, H. 2018. Logistiikkaselvitys 2018. Turun Yliopisto. Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja. Viitattu 6.11.2020. <https://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/fi/etusivu/>.

Tapaninen, U. 2018. Logistiikka ja liikennejärjestelmät. Helsinki: Gaudeamus.

Tiekuljetussopimuslaki 23.3.1979/345. Viitattu 5.11.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1979/19790345>.

Tieliikenteen tavarakuljetukset. N.d. Suomen virallinen tilasto (SVT). Helsinki: Tilastokeskus. Viitattu 29.1.2021. <https://www.tilastokeskus.fi/til/kttav/index.html>.

Tirkkonen, T. 2014. Keräilytoiminnan optimointi valmistuotevarastossa. Opinnäytetyö, AMK. Turun ammattikorkeakoulu, liiketoiminnan logistiikka, kuljetus-, varastointi- ja logistiikkapalvelujen kehittäminen. Viitattu 4.11.2020. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83430/Opinnaytetyo.pdf?sequence=1>.

Vastuullisia hankintoja Euroopasta. N.d. Tietoa toimitusketjusta, hankinnoista ja kuljetuksista Metsä Groupin verkkosivustolla. Viitattu 15.10.2020. <https://www.metsagroup.com/fi/kestava-kehitys/kestava-metsatalous/toimitusketju/Pages/default.aspx>.

Vilka, H. 2006. Tutki ja havainnoi. Helsinki: Tammi.

Yhdistelmien enimmäispituudeksi 34,5 metriä. 2019. Julkaisu Raskassarja verkkosivustolla. 10.1.2019. Viitattu 25.11.2020. <https://raskassarja.fi/yhdistelmien-enimmaispuudeksi-345-metria/>.

Äänekoski Board mill. N.d. Tietoa Äänekosken kartonkitehtaasta Metsä Boardin verkkosivustolla. Viitattu 19.1.2021. <https://www.metsaboard.com/About-Us/Aanekoski-board-mill/Pages/default.aspx>.

## **Liitteet**

Liite 1. Valmistusotteiden materiaalivirrat

Liite 2. Lastausprosessin materiaalivirrat