

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikan koulutusohjelma / Kansainväliset kuljetukset

Jonne Holmén

TRUKKIKOON PIENENTÄMISEN MAHDOLLISUUDET  
STORA ENSO ANJALAN PAPERITEHTAAN TUOTEVARASTOSSA

Opinnäytetyö 2015

# TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikka

Jonne Holmén

Trukkikoon pienentämisen mahdollisuudet

Stora Enso Anjalan paperitehtaan tuotevarastossa

Opinnäytetyö

55 sivua

Työn ohjaaja

lehtori Olli Huuskonen

Toimeksiantaja

Stora Enso Publication Papers Oy Ltd

Maaliskuu 2015

Avainsanat

trukki, materiaalinkäsittely, varastointi, benchmarking

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli Stora Enso Publication Papers Oy:n Anjalan Paperitehdas. Työn tarkoituksena oli saada teoreettinen selvitys trukkikoon pienentämisen mahdollisuuksista paperitehtaan tuotevarastolla. Trukin korvaaminen pienemmällä vaihtoehdolla mahdollistaisi käsittelykertojen vähentymisen, yhden trukkimallin soveltumisen kaikkiin varaston toimintoihin ja kustannussäästöjen saavuttamisen.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda todenmukainen selvitys käytöstä ja kustannuksista nykyisestä käytössä olevasta trukkimallista. Selvitystä varten tehtiin vierailut Stora Enson Varkauden ja Imatran tehtaille vertailun perustaksi. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään varastointia ja sen kustannuksia, materiaalinkäsittelyä, koneita, hankintaa ja rahoitusta. Työssä käsitellään myös vertailujohtamisen teoriaa, joka todettiin erinomaiseksi malliksi työlle.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin pääasiassa kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Opinnäytetyön saavutuksia ovat kattava selvitys trukkikoon pienentämisen edellytyksistä, sopivimman trukkikoon valinta, mahdolliset muutokset toimintoihin sekä muutoksesta juontuvat hyödyt ja haitat.

Opinnäytetyön tuloksena nähdään trukkikoon pienentämiselle olevan edellytyksiä. Konkreettisesti tämä tulisi todentaa ja testata käytännössä.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

Jonne Holmén

Feasibility Study of Forklift Capacities

Case: Stora Enso Anjala Paper Mill Warehouse

Bachelor's Thesis

55 pages

Supervisor

Olli Huuskonen, Lecturer

Commissioned by

Stora Enso Publication Papers Oy Ltd

March 2015

Keywords

forklift, material handling, warehousing, benchmarking

The commissioner of the thesis study was the Anjala Paper Mill of Stora Enso Publication Papers Oy Ltd. The purpose of the study was to achieve a detailed examination of the potential for smaller size forklifts in the paper factory's warehouse. Replacing the existing forklifts with smaller ones could enable lesser handling of goods by applying one forklift type to all processes of the warehouse and achieve cost savings.

The objective of the study was to create a reality based study of the present forklift model's costs and utilization. For evaluation, visits to Stora Enso's factories in Imatra and Varkaus were made. The theoretical part of the study presents the costs, material handling, equipment, procurement and funding of the warehouse. The study also discusses the theory of benchmarking which was found to be very suitable model for the study.

A quantitative research method was as a rule used in the study. The main achievement in the study was to accomplish a comprehensive analysis for the prerequisites to reduce forklift size. Also, possible changes in the processes and the benefits and disadvantages from the change were determined.

The final conclusion of the study was that prerequisites for the reduction of forklift size exist. A concrete verification should be done and tested practically.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
1.1	Teoreettinen viitekehys	7
1.2	Tutkimustehtävän rajaus ja tutkimusongelmat	9
1.3	Opinnäytetyön rakenne	10
2	VARASTOINNIN ROOLI LOGISTIIKASSA	11
2.1	Varastointiprosessien kehittäminen	13
2.2	Varastoinnin syyt	15
2.2.1	Varastotyypit	16
2.2.2	Varastotyypin valinta	17
2.2.3	Varastoinnin ulkoistaminen	19
2.3	Materiaalitoiminnot ja -hallinta	20
2.4	Varaston toiminnot ja ohjaus	22
2.5	Mittarit, tunnusluvut ja mittaaminen	23
2.6	Varastoinnin kustannukset	24
3	MATERIAALINKÄSITTELY	25
3.1	Sisäiset siirrot	25
3.1.1	Mekaaninen materiaalinkäsittely	26
3.1.2	Puoliautomaattinen materiaalinkäsittely	26
3.1.3	Automaattinen materiaalinkäsittely	27
3.2	Koneet ja kalusto - trukki	27
3.3	Hankinta ja rahoitus	28
3.4	Huolto ja korjaus	30
4	BENCHMARKING LOGISTIIKASSA OSANA STRATEGISTA JOHTAMISTA	31
4.1	Tiedon keruu	33
4.2	Tiedon analysointi	33

4.3 Tulosten hyödyntäminen ja toteutus	34
4.4 Apuvälineitä ja työkaluja	34
5 KOHDEYRITYS STORA ENSO ANJALAN PAPERITEHDAS	36
5.1 Vierailu Stora Enson Imatran tehtailla	37
5.2 Vierailu Stora Enso Varkauden paperitehtaalla	37
6 PAPERIVARASTON TOIMINNOT	38
7 NYKYMALLIN KUSTANNUKSET VS. TAVOITETILAN KUSTANNUKSET	44
8 MATERIAALIVIRTAUS JA TRUKKIEN KÄYTTÖ	44
8.1 Mukavuus ja käytettävyys	47
8.2 Työn tehokkuuden mittaaminen	48
9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	49
LÄHTEET	53
HAASTATTELUT	

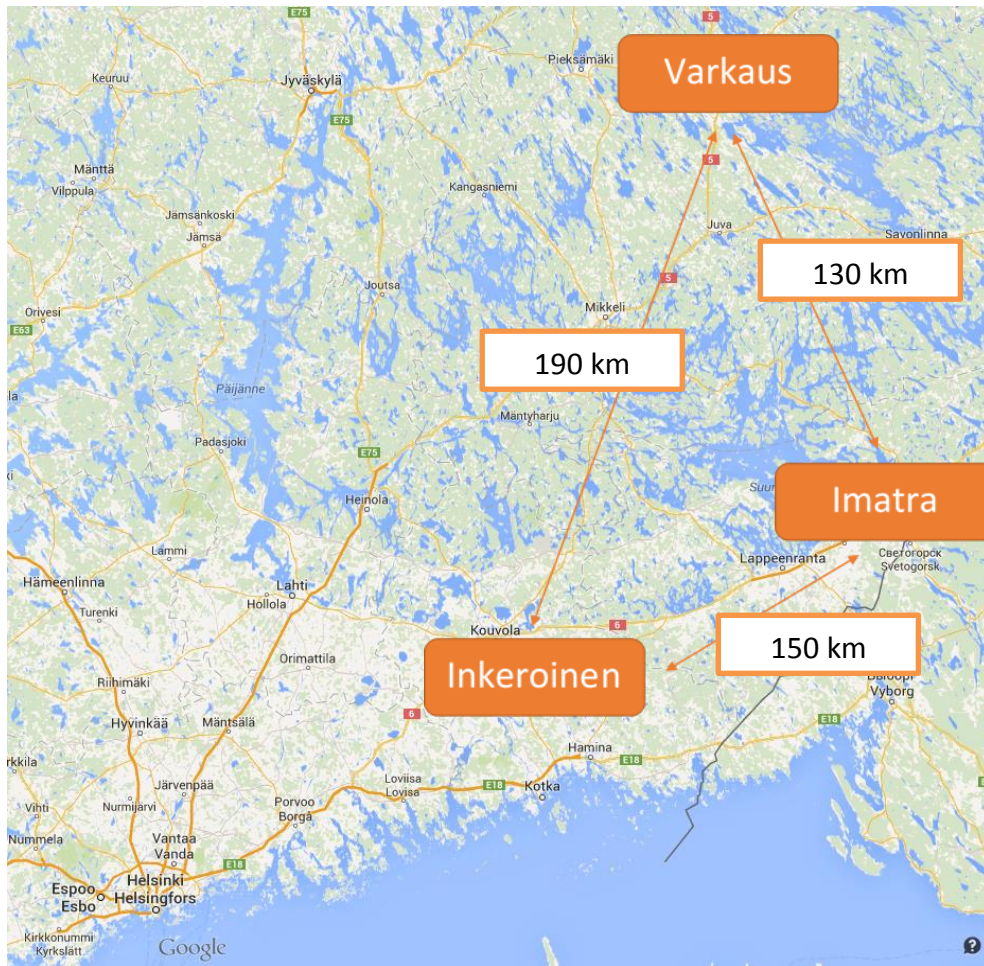
## 1 JOHDANTO

Stora Enso on maailmanlaajuinen metsäteollisuuskonserni, joka on aikansa edelläkävijä paperi-, biomateriaali-, puutuote- ja pakkausteollisuudessa. Stora Enson Anjalankosken tehtaat, johon kuuluvat Anjalan paperitehdas ja Inkeröisten kartonkitehdas. Tehtailla tuotetaan kirja- ja erikoissanomalehtipaperia sekä päällystettyä taivekartonkia (Stora Enso 2014). Paperin kysynnän lasku ja tuotannon ylikapasiteetti syö metsäyhtiöiden kannattavuutta ja asettaa säästöpaineita. Keväällä 2013 käynnistettiin 200 miljoonan euron säästöohjelma taistelussa heikkoa markkinatilannetta vastaan (Stora Enson vuosikertomus 2013). Kustannussäästöt ja kestävä kehitys mentaliteetti ajavat yhtiötä etsimään ratkaisuja jatkuvassa kilpailussa. Yritysten tarvitsee uudistua jatkuvasti säilyttääkseen kilpailukykyä, mukautuakseen kustannuspainissa ja saavuttaakseen tavoitteet.

Tämän tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää edellytykset trukkipuon pienentämiseen tuotannonajossa ja alasotossa Anjalan paperitehtaan tuotevarastolla. Toimeksiantajan yhtenä päämääränä oli saada ajanmukainen selvitys nykyisen konekaluston käytöstä ja kustannuksista. Selvitykseen sisältyi kartoitus muiden paperintuotantoyksiköiden menetelmistä rullien varastoimisesta ja käsittelystä. Vierailut tehtiin Imatran ja Varkauden tehtaisiin, joiden pohjalta pohdittiin niissä toimivia ratkaisuja Anjalan paperitehtaalle. Vaikka maantieteelliset etäisyydet ovat yllä mainittujen tehtaiden välillä kohtuullisen pieniä (kuva 1), mutta tämän tyyppistä vertailututkimusta ei aikaisemmin ole tehty. Työn lähtökohtana tiedetään, että Anjalan paperitehtaalla on selvästi suuremmat koneet käytössä paperirullien käsittelyssä tuotannonajossa ja alasotossa, verrattuna muihin yrityksen tuotantoyksiköihin.

Varastolla on käsitelty paperia 1930-luvulta alkaen, ja nykyiset menetelmät ovat olleet käytössä jo kymmeniä vuosia (Stora Enso 2014).

Subjektiiivisiä kokemuksia Anjalan paperitehtaalta löytyy kolmelta kesältä, joina olin töissä tuotevarastolla. Näin ollen työmenetelmät ja -tavat ovat henkilökohtaisesti tuttuja entuudestaan, mistä on etua työlle ja mikä tuo syvyyttä pohdintaan.



Kuva 1. Stora Enson paperitehtaiden etäisyydet Kaakkoisessa Suomessa (Google Maps 2015)

### 1.1 Teoreettinen viitekehys

Teoreettisen osuuden pääkohteena on paperivaraston paperinkäsittelytrukkien kustannusrakenteen selvitys ja vertaileminen. Teollinen toiminta ja liiketoiminta vaativat resursseja – pääomaa ja henkilöstöä. Näiden resurssien hyödyntäminen parhaalla mahdollisella tavalla lisää tehokkuutta ja auttaa kohdentamaan niitä oikeisiin pisteisiin (Sakki 2009, 48). Työn yhtenä tavoitteena on edesauttaa pitkäjänteistä suunnitelmaa tulevaisuuden tavoitteiden saavuttamiseksi ja tuottaa esityksiä prosessin tehostamiseksi. Tutkimuksessa syvennyttään varaston aineellisiin, suunnitelmallisiin ja rakenteellisiin tarkastelunäkökulmiin. Ainetta pyritään kartoittamaan selkeällä tavalla ja luomaan hyödyllisiä parannusehdotuksia. Tutkimuksellisessa osuudessa tutustutaan muiden tehtaiden toimintaan, tekemällä vertailua Anjalan, Imatran ja Varkauden tehtaiden välillä. Vierailujen avulla saadaan selvitys varaston nykytilasta, käytössä olevista resursseista ja niiden käytöstä. Teoriassa paneudutaan benchmark-arvioinnin

toteutukseen sekä kustannusten selvitykseen ja esitellään erilaisia mittareita ja tunnuslukuja resurssien selvittämiseksi. Lisäksi tutustutaan eri trukkimallien ominaisuuksiin.

Benchmarkingin avulla vertaillaan paperin varastoimista, henkilöstöä, koneiden käyttöä ja resurssien sijoittelua. Benchmarking on vertaamista, vertailua ja kiinnostusta miten toiset tekevät ja toimivat. Tähän toimeksiantoon arviointi sopii, sillä pragmaattinen tekijä on konkreettisesti läsnä. Arviointi on käytännöllistä toimintaa, ja sen perustehtävänä on toiminnan kehittäminen. Se perustuu kykyyn arvioida toiminnan tuloksellisuutta, tehokkuutta, taloudellisuutta, vaikuttavuutta ja toimintaan kytkeytyviä ulkoisia ja sisäisiä tekijöitä. Siksi yksilöiden, tiimien ja organisaatioiden tulisi arvioida toimintaansa turvatakseen olemassaolonsa ja kehittyäkseen edelleen (Karjalainen 2002).

Arviointi edeltää usein vaikeaa päätöksentekoa ja antaa oikeutuksen korjaaville toimenpiteille, mutta tämän tutkimuksen tarkoituksena on antaa parannusehdotuksia toiminnan kehittämiseksi ja olla pohjana päätöksenteolle yrityksessä. Arvioinnin seurannanvaikutuksina voidaan pitää erilaisia suojaumiskeinoja, joita organisaatiot ja yksilöt kehittävät arviointeja vastaan. Tätä voidaan kutsua myös muutosvastarinnaksi. Näihinkin asioihin yrityksissä olisi syytä ennalta varautua. Monien käytännöllisten sidosten vuoksi, arvioinnin määrittely on käsitteellisesti vaikea, mistä syystä yhtä oikeaa tapaa tehdä arviointia ei ole. Tässä työssä käytetään suoritteita vertaavaa arviointia, jossa tutkitaan oman toiminnan tasoa tai parhaita käytänteitä omaksuvaa arviointia, jossa identifioidaan toisten laadukkaita toimintatapoja ja sovelletaan niitä omaan yksikköön, tässä tapauksessa tuotevarastoon (Karjalainen 2002). Yhtenä tavoitteena haluaisin pitää yhteistoiminnan parantamista ja kehittämistä tehtaiden välillä.

Teollinen tuotanto tarvitsee toimiakseen tehokkaan logistiikan. Logistiikan tehtävänä on taata, että materiaalit ovat oikea-aikaisesti tuotannossa, sekä tehostaa sisäisten tavavirtojen hallintaa ja huolehtia lopputuotteiden varastoimisesta. Vaikka varastointia pidetään pakollisena menoeränä, voi sillä saavuttaa merkittävää lisäarvoa ja kilpailuetua asiakkaiden näkökulmasta (Karrus 1998, 72). Stora Enson paperitehtaan varastolla työ tehdään yleensä trukeilla ja ihmisvoimin. Siksi on tärkeää saada tietoa heidän näkemyksistään työn suorittamisesta.



Varastoinnissa kaiken tulee liittyä suoritustehoon. NykYTEknologian saavutuksilla voidaan lisätä trukeilla tehtävän työn tehokkuutta ja turvallisuutta (Richards 2014, 220). Oikean trukin valinta voi olla pitkäkestoinen prosessi, mutta siihen kannattaa paneutua, sillä oikeilla valinnoilla voidaan saavuttaa merkittävää ja kauaskantoista lisäarvoa varastointiin ja tavaran käsittelyyn.

## 1.2 Tutkimustehtävän rajaUS ja tutkimusongelmat

Varastossa on monia eri toimintoja, siksi työn rajaUS on tehtävä huolellisesti. Työ rajataan koskemaan paperin varastoimisessa käytettävää kalustoa, trukkeja ja niitä ohjaavia henkilöitä. Prosessinkuvauksilla saadaan kuva varastointiprosessista. Pääkohteena ovat kuitenkin trukit, joilla työ tehdään, koska toimeksiantajan intressinä on trukin nykymallin pienentäminen. Tehokkuuteen pyritään analysoimalla tunnuslukuja, ja tarkastelemalla materiaalivirtoja ja luomalla mittaristoja.

Varaston on kyettävä vastaamaan tuotannon suorituskykyä ja monipuolisesti joustamaan eri tilanteissa. Haasteensa luo eri vuodenaajat, seisakit, koneiden hajoamiset, huollot, sairauspoissaolot, laite- ja ohjelmistopäivitykset sekä mahdolliset rakennemuutokset. Siksi on tärkeää, että työn suorittajille annetaan parhaat mahdolliset puitteet tehtävien tehokkaaseen suoritukseen kilpailukykyisellä, kustannustehokkaalla tavalla.

Oikein suunnitellulla, toiminnallisesti hyvin toteutetulla varastolla voidaan tuottaa logistiseen ketjuun merkittävää lisäarvoa. Sitä korostaa hyvä prosessien hallinta ja luotettava ja motivoitunut henkilökunta (Hokkanen & Virtanen 2013).

Tehtaitten toimintatapojen erojen yhdenmukaistaminen vaikeutti vertailua. Siksi tunnuslukujen ja mittareiden valinnassa piti olla varovainen ja käyttää normalisoituja tai suhteellisia arvoja.

### 1.3 Opinnäytetyön rakenne

Tämä tutkimustyön teoriaosuus koostuu kolmesta pääotsikosta, joiden tarkoitus on tukea johtopäätöksiä ja tuloksia. Työssä selvitetään trukkipuoleen pienentämisen mahdollisuuksia ja pääotsikot on valittu parhaiten tukemaan tätä teemaa.

Ensimmäisenä käsitellään varastoinnin merkitystä logistiikassa, joka johdattelee lukijaa tutkimustyöhön. Kappaleessa esitellään laajalti varastointia, tilastoja, mittareita ja tunnuslukuja, logistiikan prosesseja sekä varastoinnista syntyviä kustannuksia. Samalla sivuutetaan materiaalinkäsittelyä, joka on varsinainen tutkimuskohde tässä työssä.

Seuraavana kuvaillaan materiaalinkäsittelyä paperin varastoimisen näkökulmasta. Tässä osiossa tutkitaan erilaisia vaihtoehtoja materiaalinkäsittelylle sekä käsitellään trukin käyttöä monipuolisesti. Elinkaariajattelun mallia trukin toiminnasta, hankinnasta, käytöstä, huollosta ja käytön lopettamisesta esitellään myös.

Kolmannessa osassa tutkitaan benchmarking hyödyntämistä teollisuudessa. Stora Enson on vahvat perinteet paperiteollisuudessa, mutta omien kokemusten ja huomioiden perusteella hyvien toimintatapojen tai heikkouksien jakamista ei tapahdu tehtaiden välillä riittävästi. Työhön liittyen tehtiin tehdasvierailut kahteen muuhun Stora Enson paperitehtaaseen, joiden tuloksena saatiin parannusehdotuksia nykyiseen toimintaan. Strateginen johtaminen logistiikassa on tärkeää ja benchmarking on osa sitä. Tästä syystä benchmarking on esiteltyä tässä opinnäytetyössä.

Empiirinen osuus koostuu Anjalan, Varkauden ja Imatran tehtaiden vierailujen yhteenvedosta. Vierailuja verrataan omiin kokemuksiin kolmelta kesältä Anjalan Paperitehtaan tuotevarastolla. Trukinkäytön kustannukset selvitetään ja vertaillaan eri kapasiteetiltaan olevien trukkien kustannusrakennetta ja käyttöastetta.

Empiirisessä osuudessa pohditaan prosesseja tuotevarastolla ja mahdollisen trukkipuoleen tuomaa muutosta. Lopuksi tehdään johtopäätökset ja yhteenveto tutkimustyöstä trukkipuoleen pienentämisen mahdollisuudesta Stora Enson Anjalan Paperitehtaalla.

## 2 VARASTOINNIN ROOLI LOGISTIIKASSA

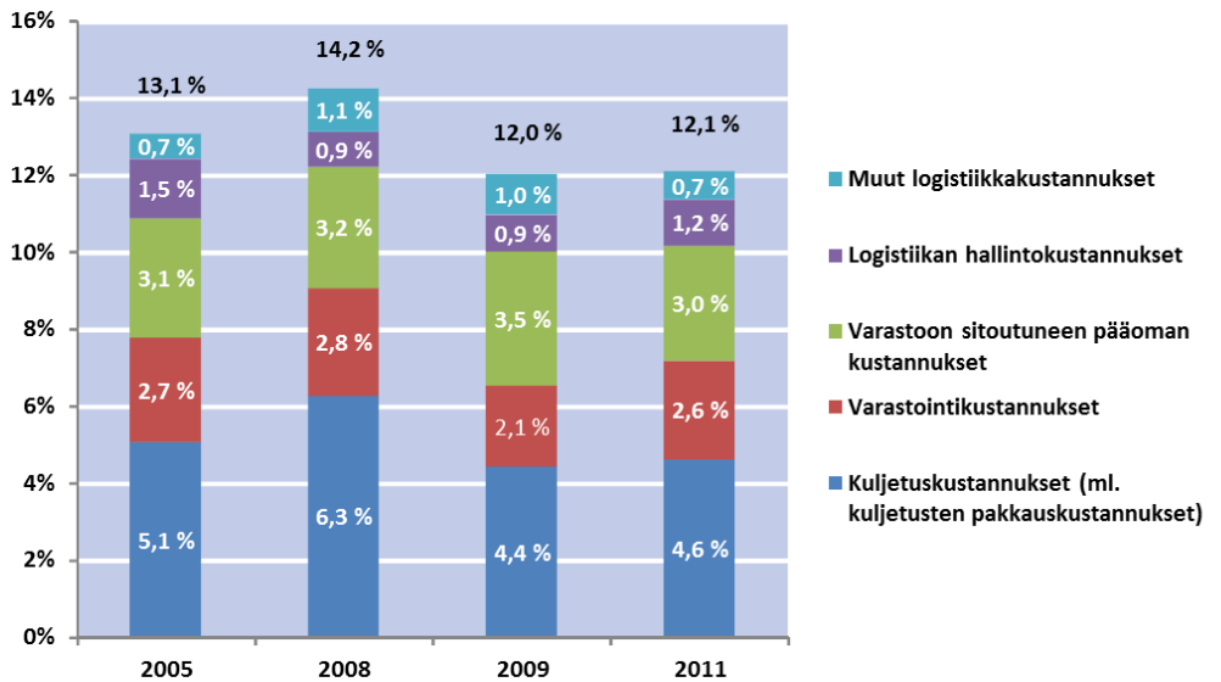
Logistiikka voidaan määritellä seuraavin sanoin:

*”Logistiikka tarkoittaa materiaalivirtojen ohjaamista raaka-aineiden alkulähteiltä loppuasiakkaalle siten, että tuote on käytettävissä oikeassa paikassa oikeaan aikaan, ja siten, että minimoidaan toimintoihin liittyvät kustannukset ja muut haitat, kuten negatiiviset ympäristövaikutukset tai turvallisuusriskit”.*

Varsinaisen materiaalivirran eli kuljetusten ja varastoinnin lisäksi logistiikkaan kuuluu tieto- ja rahavirtojen kulkuun liittyvää suunnittelua sekä yhteiskunnallisten ja ympäristövaikutusten tarkastelua. Logistiikasta on kehittynyt yhä merkittävämpi yritysmaailman strateginen tekijä. Asiakaslähtöisen yritystoiminnan menestys ja sen merkittävin yksittäinen tekijä on menestyksellinen logistiikkastrategia. (Logistiikan maailma 2015)

Suomessa toimivien teollisuuden ja kaupan alan yritysten logistiikkakustannukset olivat vuonna 2011 keskimäärin 12,1 % liikevaihdosta, ja mistä varastonpitoon liittyvät kustannukset olivat samana vuonna keskimäärin 2,6 % (Laari ym. 2012, 83). Noin viidennes logistiikkakustannuksista tulevat varastointikustannuksista. Aineellisia hyödykkeitä, tavaraa voidaan pitää varastoksi nimetyssä paikassa myös muualla. (Sakki 2009, 103)

Kuvassa 2 esitetään teollisuuden ja kaupan alan logistiikkakustannuksia osuutena liikevaihdosta. Varastoon suoraan kohdennettavia kustannuksia on noin 45 % kaikista logistiikan kustannuksista.



Kuva 2. Teollisuuden ja kaupan alan yritysten logistiikkakustannukset osuutena liikevaihdosta Suomessa (Laari ym. 2012, 83)

Logistiikka tunnetaan yleisesti pelkästään varastona. Varastointi on kuitenkin vain murto-osa logistiikkatieteiden toimenkuvaa. Varastolla tarkoitetaan talousopin mukaan vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta, aineellista tuotetta (Karrus 2001, 67). Varastointi on olennainen osa monia logistisia järjestelmiä. Sen päätehtävänä on tasoittaa materiaalin saatavuuteen vaikuttavia aika- ja paikkaeroja. Varastotoiminta on linkki tuottajan ja asiakkaan välillä. (Laari ym. 2012, 88)

Varasto on paikka, jossa vastaanotetut hyödykkeet toimitetaan edelleen mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti (Richards 2014, 1). Suurilla teollisuusyrityksillä 35 % kilpailukyvyistä tulee logistiikasta, ja yritykset voivat vaikuttaa noin puoleen logistisesta kilpailukyvyistään. (Laari ym. 2012, 88)

Varastot koostuvat raaka-aineista, puolivalmisteista, keskeneräisestä työstä ja valmiistuotteista. Logistisessa toimitusketjussa esiintyy kaikkialla varastoja, mutta tarpeettomat varastot eivät hyödytä ketään. Yleensä varastointi ei lisää arvoa tuotteelle, vaan aiheuttaa ainoastaan kustannuksia. Logistiikan tavoite onkin tuottaa asiakkaalle lisäarvoa mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla, joten suurten varastojen ja logistiikan välillä on selvä vastakkaisuus. (Hokkanen ym. 2004, 217)

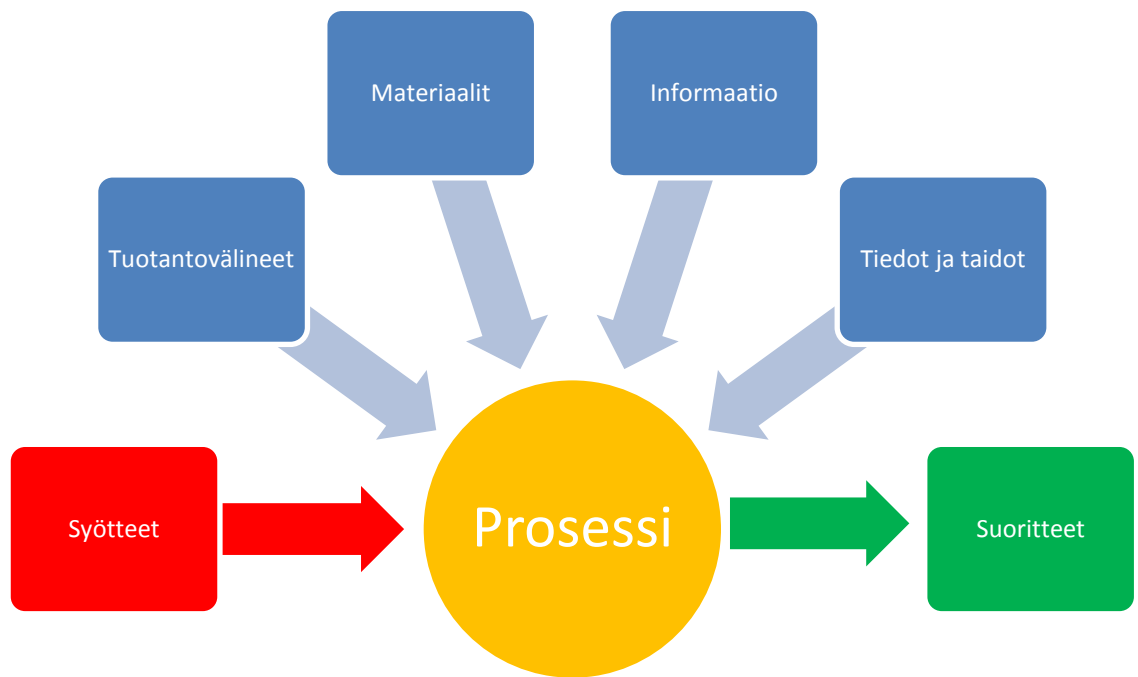
Varastoinnilla (warehouse management) tarkoitetaan varastorakennuksia ja -tiloja sekä varastotoimintoja. Koko logistinen ketju riippuu varastointia koskevista ratkaisuisista. Toimitusketjussa varasto toimii tärkeänä linkkinä myyjältä asiakkaalle, jota hallitaan varastonhallintajärjestelmällä osana koko toimitusketjua. (Hokkanen ym. 2004, 218)

## 2.1 Varastointiprosessien kehittäminen

Teollisuuden on jatkuvasti parannettava tuottavuutta ja kilpailukykyä. Niiden parantamiseksi logistiset toimintaprosessit ovat huomattavan tärkeässä roolissa. Tieto-, materiaali- ja rahavirtojen tulisi liikkua sujuvasti logistisessa prosessissa alkaen asiakkaan tarpeesta sen tyydyttämiseen asti. (Ritvanen ym. 2011, 50)

Prosessilla tarkoitetaan joukkoa toisiinsa liittyviä tehtäviä, jotka yhdessä tuottavat liiketoiminnan kannalta kannattavan lopputuloksen. Prosessi on toimintoketju, joka suoritetaan parhaalla mahdollisella tavalla tuotoiksi asiakkaalle. Prosessia voidaan määrittellä ja mitata, ja se koostuu toistuvista sarjoista tehtäviä. Sitä voidaan ohjata niin, että tulokset tai suoritteet vastaavat asetettuja laatuvaatimuksia. (Lecklin 1999, 133)

Prosessi koostuu syötteistä (kuva 3), joita se saa yrityksen sisäiseltä tai ulkoiselta toimittajalta. Ne voivat olla lähtötietoja tai materiaalia. Ulkopuolelta katsottuna prosessi näyttää mustalta laatikolta, jossa syötteet jalostuvat suoritteiksi. Syötteet muuttuvat suoritteiksi prosessiin osallistuvien ihmisten, koneiden, tietojen ja ohjausmenetelmien avulla. (Lecklin 1999, 133)



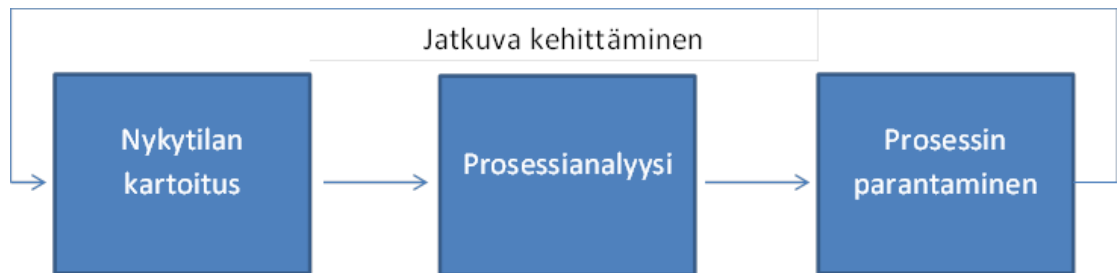
Kuva 3. Prosessi

Toiminnan kehittäminen toteutetaan kehittämällä niitä prosesseja, joiden tuloksena syntyvät suoritteet, tuotteet tai palvelut. Lecklin esittää kirjassaan ”Laatu yrityksen menestystekijänä” kolmivaiheisen kehittämismallin, joka soveltuu käytettäväksi tässä työssä (Lecklin 1999, 145).

Ensimmäinen vaihe on nykytilan kartoitus. Kartoitusvaiheessa prosessityö organisoidaan, laaditaan prosessikuvaukset ja prosessikaavio sekä arvioidaan prosessin toimivuutta. Prosessien nykytilan kartoitus on myös olennainen osa laatu järjestelmän rakentamista. (Lecklin 1999, 145)

Seuraavassa vaiheessa tehdään prosessianalyysi, johon sisältyy prosessissa olevien ongelmien selvittäminen ja ratkaiseminen, laatu kustannusten analysointi, benchmark-vertailut, työkalujen valinta, mittarien asettaminen ja erilaisten kehittämisvaihtoehtojen arviointi. Prosessianalyysin tuloksena saadaan kehittämistapa, mikä lähtökohtatilanteittain riippuen voi olla hyvinkin erilainen. Muutokset voivat olla pieniä tai ne voivat vaatia koko prosessin uudistamista. Ääritapauksina ovat prosessin lopettaminen ja toiminnon ulkoistaminen tai prosessin laajentaminen siten, että siihen integroidaan myös toimittajien ja asiakkaiden prosesseja. (Lecklin 1999, 145–146)

Viimeinen vaihe, kun prosessi on analysoitu ja uusi toteutustapa valittu, laaditaan parannussuunnitelma, hyväksytetään se ja otetaan uudistettu prosessi käyttöön. Tätä vaihetta kutsutaan prosessin parantamiseksi. (Lecklin 1999, 146)



Kuva 4. Prosessien kehittäminen

Laatutyöhön kuuluu jatkuva kehittäminen (kuva 4). On tärkeää arvioida prosessin toimivuutta säännöllisesti ja tarpeen mukaan käynnistää isompi tai pienempi uudistus-työ. Kustannuksia ja muita mittareita seurataan sovitulla tavalla. Benchmark-vertailuja ja asiakastyytyväisyysseuranta tehdään kehittämisen pohjaksi. Tällä kehittämismallilla hoidetaan prosessin tehostamisen tekninen puoli. Onnistuminen edellyttää muuta-kin kuin tekniikkaa, sillä kehittämiseen liittyy aina myös henkinen muutosprosessi. (Lecklin 1999, 146)

## 2.2 Varastoinnin syyt

Aiemmin varastoja pidettiin kulukeskuksina ja harvoin lisäarvoa tuottavina tavaroiden säilytystiloina. Käänteentekevää varastojen toimintojen kehittämiseksi on ollut elektronisen kaupankäynnin kasvu sekä asiakkaiden kasvaneen kysynnän ja palvelun laadun kehitys. Nykyään varastoja pidetään elintärkeinä linkkeinä toimitusketjuissa. (Sakki 2009, 103)

Kuljettaminen ja varastoiminen ovat logistiikkaprosessissa toistensa vastapainoja. Suurien tavaraerien kuljettaminen samalla kertaa alentaa kuljetuskustannuksia suhteessa kuljetetun tavaran arvoon. Suuret kertakuljetuserät voivat kasvattaa varastoja. Ei ole ilmeistä, että suhde kuljettamisen ja varastoimisen välillä on totta, kuten usein kuvitellaan. Toistuvat pienet kuljetuserät eivät luonnostaan johda pienempiin varastoihin, eivätkä suuret varastot aiheudu suurista kertaeristä. (Sakki 2009, 103)

Syitä varastoinnille on useita. Varastoja voidaan pitää, jotta varmistetaan taloudellinen eräkoko ja turvataan saatavuus. Muita syitä varastoinnille ovat: ostetut tavaraerät on varastoitava

- halutaan turvata hyvä asiakaspalvelu
- tavaraa välivarastoidaan osana transitokuljetusta
- varastointi auttaa hallitsemaan laajaa tuotevalikoimaa ja asiakaskuntaa
- toimittaja on epäluotettava
- raaka-aineen hinnoilla on korotuspaineita tai
- raaka-ainetta on saatavissa vain osan vuotta tai sitä ei ole jatkossa lainkaan saatavissa. (Logistiikan maailma 2015)

### 2.2.1 Varastotyypit

Varastoilla on monia merkityksiä nykyaikaisissa toimitusketjuissa. Varastoja voivat operoida monet eri toimijat, kuten raaka-aine toimittajat, komponentti- ja valmiiden tuotteiden tuottajat, tukkuliikkeet, jälleenmyyjät ja käänteisen logistiikkapalvelun yritykset. Varastot voivat olla omistajan hallinnoimia tai ulkoistettuina kolmannelle osapuolelle (3PL). Neljännen osapuolen logistiikassa (4PL) palveluntarjoaja tuottaa logistiikkapalveluja asiakkaan koko toimitusketjussa yhdistelemällä ja koordinoimalla palveluja, palveluntuottajia, osaamista ja teknologiaa. Suurimpana erona 3PL- ja 4PL-ratkaisujen välillä on siinä, että 3PL-logistiikkapalvelussa hallinnoidaan yhtä osaluuetta, kun 4PL-palvelussa koko toimitusketju on ulkoistettu. (Richards 2014, 7)

Eri tarpeisiin ja tilanteisiin tarvitaan erilaisia varastoja. Toimitusketjun kokonaisvaltaisessa hallinnassa varastoja pyritään pitämään mahdollisimman pieninä. Turhat varastot sitouttavat pääomaa, minkä muuten voisi sijoittaa tuottavampaan kohteeseen. Varastotasojen pienentäminen tai varastoista kokonaan luopuminen on mahdollista, jos toimitusajat optimoidaan niin, että raaka-aineet tai tuotteet voidaan toimittaa suoraan toimittajalta tuotantoon tai valmistajalta asiakkaalle, ilman varastointia. Tämä on kuitenkin hyvin harvoin mahdollista, minkä takia tehostetaan varastoja, jotta ne saataisiin mahdollisimman kustannustehokkaiksi. (Logistiikan maailma 2015)

Kierto- eli eräkokovarasto (cycle stock, lot-size inventory)



Varasto, joka vaihtuu kulutuksen ja täydennystarpeen mukaisesti. Kustannustekijät, kuten kuljetuskustannusten määrä ja paljousalennusten mahdollisuus johtavat yleensä kiertovaraston käyttöön.

#### Varmuusvarasto (safety stock)

Varmuusvaraston ylläpitoon päädytään yleensä silloin kun halutaan välttyä puutetilanteilta. Toimittajaongelmat, toimitusajan ja -määrän sekä kulutuksen vaihtelut ja laatuongelmat halutaan turvata varmuusvaraston avulla.

#### Prosessivarasto (pipeline inventory)

Prosessivarastolla tarkoitetaan kuljetuksessa, tuotannossa tai jakelussa olevaa varastoa. Teollisuudessa prosessivaraston määrä voidaan laskea siten, että läpimenoaika kerrotaan kulutusnopeudella. Jos esimerkiksi tuotantoprosessin läpimenoaika on kaksi vuorokautta ja keskimääräinen tuotantonopeus 10 kappaletta, vuorokaudessa on prosessivarasto 20 kappaletta.

#### Kausivarasto (seasonal stock)

Kysynnän kausittainen vaihtelu on syynä kausivarastoille. Kausivarastoinnin hyötynä on tuotannon pysyminen mahdollisimman tasaisena. Tällöin välttytään muun muassa tuotannon lomautuksilta tai ylitöiltä (Logistiikan käsitteet ja termit 2015)

### 2.2.2 Varastotyypin valinta

Varaston käytettävissä oleva pohjapinta-ala vaikuttaa merkittävästi pinta-alaan. Tilavuutta saadaan lisäämällä käsittelykorkeutta. Pinoamalla tai eri kerroksissa varastoidut hyödykkeet moninkertaistavat varastokapasiteetin. Varastointitavat ja materiaalinkäsittelylaitteisto vaikuttavat varastotyypin valintaan. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa tuotteet, varastointikorkeus, käytäväleveys, automaatioaste ja toimiala.

Kuvassa 5 tarkastellaan erilaisia varastoja tuotteiden, toimialojen ja teknisen toteutuksen perusteella. (Sakki 2009, 156)

<b>Toimiala</b>	<b>Teollisuuden varastoja:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- raaka-ainevarasto</li> <li>- keskeneräisen tuotannon (KET) varasto</li> <li>- valmistuotevarasto</li> <li>- komponenttivarasto</li> <li>- kunnossapitovarasto</li> <li>- kaupintavarasto</li> <li>- pakkaustarvikkeet</li> <li>- käyttötarvikkeet</li> <li>- lajitteluvastot</li> <li>- läpivirtausvarastot</li> </ul>	<b>Kaupan varastoja:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tukkuvarasto</li> <li>- keskusvarasto</li> <li>- jakeluvastot</li> <li>- noutovarasto</li> </ul>
<b>Tuote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kylmä- ja pakastevarastot</li> <li>- kuormalavavarastot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lämpimät varastot</li> <li>- pientarvikevarastot</li> </ul>
<b>Tekninen toteutus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- korkeavarastot</li> <li>- ulkovarastot</li> <li>- kapeakäytävävarastot</li> <li>- lattia-/pihavarastot</li> <li>- manuaali-/automaattivarastot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- matalat varastot</li> <li>- sisävarastot</li> <li>- puoliautomaattivarastot</li> </ul>

Kuva 5. Erilaisia varastoja. (Sakki 2009, 156.)

Yleiset logistiset palvelutekijät on huomioitava valittaessa varastointijärjestelmää:

- Toimitustiheys, -aika ja -varmuus
- Toimitusten luotettavuus
- Toimitusten joustavuus
- Tiedottaminen ongelmatilanteessa
- Tilausten teon helppous, nopeus, joustavuus
- Tavarantoiminnan virheettömyys (kuljetusvauriot)
- Pakkaus (suojaus, kierrätys)
- Pakkauskoko ja sen variaatiot
- Informaatio pakkauksissa (mm. päivämäärä, viivakoodit). (Karrus 2001, 99)

### 2.2.3 Varastoinnin ulkoistaminen

Ulkoistaminen (outsourcing) tarkoittaa jonkin osa-alueen tai toiminnon siirtämistä toisen yrityksen hoidettavaksi organisaation ulkopuolelle. Kustannussäästöt ovat usein syynä ulkoistamispäätökselle. Ennen päätöksentekoa on tarkkaan selvitettävä omat resurssit ja vertailla niitä ulkopuolisen osaamiseen. Onko toiminnoissa paras osaaminen yhtiöllä vai pystyykö joku muu tarjoamaan parempaa jatehokkaammin? On myös selvitettävä kustannukset omana toimintona ja vertaillava niitä ulkoistetun palveluntarjoajan kustannuksiin. Valintaa tehdessä on myös varauduttava tietovuotojen mahdollisuuteen. On siis selvää, että ulkoistettu toiminto on aina riski. (Ritvanen ym., 2011)

2PL, 3PL ja 4PL ovat ulkoistamisen eri tasoja. 2PL eli toisen osapuolen logistiikka tarkoittaa sitä vaihetta, jossa yritys ostaa palveluita ulkopuoliselta logistiikkapalveluiden tarjoajalta yksittäisiin tarpeisiin. Kolmannen osapuolen logistiikka, 3PL, ulkoistetaan toimitusketjuun liittyviä kokonaispalveluita. 3PL-palveluntarjoaja on logistiikkapalvelujen tuottaja, yritys, joka hallinnoi ja ohjailee toisen yrityksen materiaalivirtoja tai niihin kuuluvia toimintoja korvausta vastaan. Kokonaisvaltaisin ratkaisu on 4PL eli neljännen osapuolen logistiikka. Sillä tarkoitetaan koko logistisen arvoketjun hallintaa, joka alkaa raaka-aineiden valmistuksesta ja päättyy valmiina tuotteena loppukäyttäjälle, asiakkaalle. Tämä palveluntarjoaja ottaa vastuun koko tilaus-toimitusketjusta ja sillä voi olla yhteistyökumppaneita ja alihankkijoita, joilla tuottaa palvelut tilaajalle. (Sakki 2003, 207)

Ulkoistaminen on hyvä vaihtoehto myös silloin, kun omat resurssit eivät riitä sisäisen varastoinnin suunnitteluun. Monet yritykset tarjoavat sisälogistiikan eli Inhouse Logisticsin suunnittelupalveluja. Nämä palvelut voivat sisältää sekä toiminnallisen suunnittelun että kaluste- ja tilasuunnittelun. Monet yhtiöt tarjoavat lisäksi tavarankäsittelylaitteiden leasing-, tarkastus- ja huoltopalveluja, joihin palaan myöhemmin tässä työssä. (Logistiikan maailma 2015.)

Käyttämällä kuljetusliikkeen tarjoamia varastohotellipalveluja ostetaan vain tarvittava määrä varastotilaa, sillä varastointi on aina kustannus tavaralle. Varastopalveluja tarjoavat muun muassa varastohotellit, jotka vuokraavat varastotilaa yrityksille. Varastohotellien lisäarvopalveluihin kuuluvat usein myös lähetysten kokoamis-, pakkaus-, materiaalinkäsittely ja lajittelupalveluja.

Kokonaispakettiin kuuluu usein tavaran uudestaan pakkaaminen loppuasiakaskohtaisiksi tavaraeriksi, pakkalistojen tuottaminen, osoitelaputus, noutovalmiuden varmistaminen, edelleen toimittaminen, täydellinen varastotilaseuranta ja raportointi asiakkaalle.

### 2.3 Materiaalitoiminnot ja -hallinta

Materiaalitoimintoihin kuuluvat ne järjestelyt ja toimenpiteet, joiden avulla valmistusprosessien materiaalivirtaus tapahtuu. Materiaalinsuunnittelu vastaa siitä, että raaka-aineita, tarvikkeita ja komponentteja on riittävästi käytettävissä tuotantoa varten. Materiaalitoimintoihin liittyy yhtenäisesti erilaiset varastot. Tällaisten varastojen, sekä alku-, väli- että loppuvarastojen tarpeetonta suuruutta on vältettävä pääoman turhan sitomisen estämiseksi. Varastojen ohjausta mitataan tehokkuudeltaan yleisellä tasolla varastojen kiertonopeudella. Tällainen tärkeä mittari on esimerkiksi kuinka monta kertaa vuodessa varasto keskimäärin vaihtuu.

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{Materiaalin käyttö vuodessa}}{\text{Varaston keskimääräinen suuruus}}$$

Materiaalinhallinta tarkoittaa yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun säätelyä. Materiaalinhallinnalla ohjataan yrityksen kaikkia materiaalivirtoja toimittajilta asiakkaille asti. Materiaalihankintojen osuus yrityksen kustannusrakenteessa on kasvanut selvästi viime vuosikymmeninä, ja samaan aikaan varastojen kokoa on pyritty pienentämään sekä tilaus-toimitusprosessien aikaa lyhentämään. Näiden toteutus vaatii materiaalitoimintojen tehokasta organisointia ja hallintaa. (Haverila ym. 2005, 443–444).

Materiaalinhallintajärjestelmät ovat toimitusketjuun liittyvien varasto-operaatioiden lähtökohta. Niiden avulla hallitaan tavaran siirtelyä varaston sisällä, vastaanottoa, varastointia, keräilyä, pakkausta ja toimitusta. Järjestelmien avulla pyritään optimoimaan ja tehostamaan kaikkia varaston sisällä tehtyjä prosesseja. Suuremmissa varastoissa pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti viivakoodinlukijoita, kämmen-tietokoneita, langattomia yhteyksiä ja RFID eli Radio-frequency identification -teknologiaa. Varastohallintajärjestelmiä voidaan myös käyttää osana toimitusketjun hallinnan järjestelmää tai toiminnanohjausjärjestelmää. (Sakki 2009, 51)

Taulukko 1. Materiaalinhallinnan tavoitteet (Stock &amp; Lambert 2001, 276.)

Tavoite	Tekijät
Alhaiset kustannukset	Materiaali-, pääoma- ja yleiskustannusten optimointi
Korkea palveluaste	Tuotannon hyvä reagointi markkinoihin
Laadun takaaminen	Materiaalin laadun säilyttäminen ja kehittäminen
Alhainen käyttöpääoman tarve	Varastoon sitoutuneen pääoman tarpeen optimointi
Muiden toimintojen tukeminen	Tukea myyntiä ja tuotekehitystä

Materiaalinhallinnan ensimmäisenä tavoitteena on pystyä ylläpitämään haluttu palvelutaso. Lopputuote-, puolivalmiste- ja materiaalivarastojen palvelutaso muodostuu tuotteiden saatavuudesta sekä toimitusajanpituudesta. Materiaalitoimintoja tulee kehittää siten, että varastot pystyvät palvelemaan omaa tuotantoa sekä loppuasiakasta halutulla tavalla. Toisena tavoitteena on pyrkiä minimoimaan materiaalinhallinnan kokonaiskustannuksia. (Haverila ym. 2005, 443.)

Materiaalinhallinnan kokonaiskustannukset muodostuvat seuraavasti:

1. ostettavien materiaalien hinta
2. ostokustannukset
3. kuljetus-, vastaanotto- ja tarkastuskustannukset
4. varastointikustannukset
5. jakelukustannukset
6. virheiden aiheuttamat kustannukset tuotannossa
7. puutekustannukset
8. reklamaatiokustannukset.

(Haverila ym. 2005, 443–444.)

## 2.4 Varaston toiminnot ja ohjaus

Varastosta voidaan erottaa kaksi tärkeää ja toisistaan erilaista toimintoa, varastointi eli säilytys ja materiaalin käsittely. Nämä kaksi toimintoa voidaan erottaa kaikissa varastoissa.

Hyvä ja toimiva tietojärjestelmä, on tärkeä edellytys varaston toiminnan laadulle ja tehokkuudelle. Kaikki tietojärjestelmät, vaikka ne ovat erinimisiä, perustuvat tietokantoihin ja tietokantoja käyttäviin ohjelmiin, jotka tuottavat työssä tarvittavat tiedot. Yhä enenevässä määrin varastojen tietojärjestelmät on kytketty yritysten yleisiin toiminnanohjausjärjestelmiin. (Karhunen ym. 2008, 394.)

Varastoista aiheutuvien kustannusten jaottelusta on kirjallisuudessa monia mielipiteitä.

Professori Thomas W. Speh jakaa artikkelissaan ne neljään ryhmään:

- käsittelykustannukset
- varastokustannukset
- toiminnan hallintakustannukset
- yleiset hallinnolliset kustannukset.

Käsittelykustannuksiin kuuluu kaikki tuotteisiin liittyvä liike, kuten vastaanotto, hyllytys, keräily ja lastaus. Suurin kustannustekijä tässä ryhmässä ovat työntekijät, jotka liikuttelevat tuotteita. Käsittelykustannuksiin lasketaan myös kaikki materiaalinkäsittelyihin ja siirtoihin käytettävät laitteet, kuten trukit ja nostimet sekä näiden huolto- ja polttoainekulut. (Karhunen ym. 2008, 395.)

Varastokustannukset taasen kertyvät riippumatta tuotteiden liikuttelemisesta. Varastokustannuksiin lasketaan tilan kustannukset, kuten vuokrat, verot, vakuutukset ja rakennuksen kunnossapito. Ympäristön kunnossapito ja parkkipaikat, varaston hyllystöt, lämmitys ja valaistus sekä vartiointi lasketaan myös varastointikustannuksiin. (Bowersox ym. 1996, 243.)

## 2.5 Mittarit, tunnusluvut ja mittaaminen

Logistiikan suorituskykyä ja toimitusketjua mitataan mittareiden ja tunnuslukujen avulla. (Ritvanen ym. 2011, 101.)

Mittareiden ja mittaamisen merkitys jatkuvasti kiristyneessä kilpailussa on yhä korostetumpi. Keskeisenä tavoitteena on tehokkuus, johon liittyy aina määrä- ja aikamittareiden lisäksi kustannukset ja laatu. Tarkastelussa on luonnollista ottaa huomioon varastot, ostaminen, kuljetukset ja jakelu, läpimenoajat, työpanokset suhteessa tuloksiin, saatavuus ja toimitusvarmuus sekä toimitusten virheettömyys. Kattavaan tarkasteluun tarvitaan useita rinnakkaisia mittareita, koska mitattavia ulottuvuuksia on useita rinnan. (Karrus 1998, 169.)

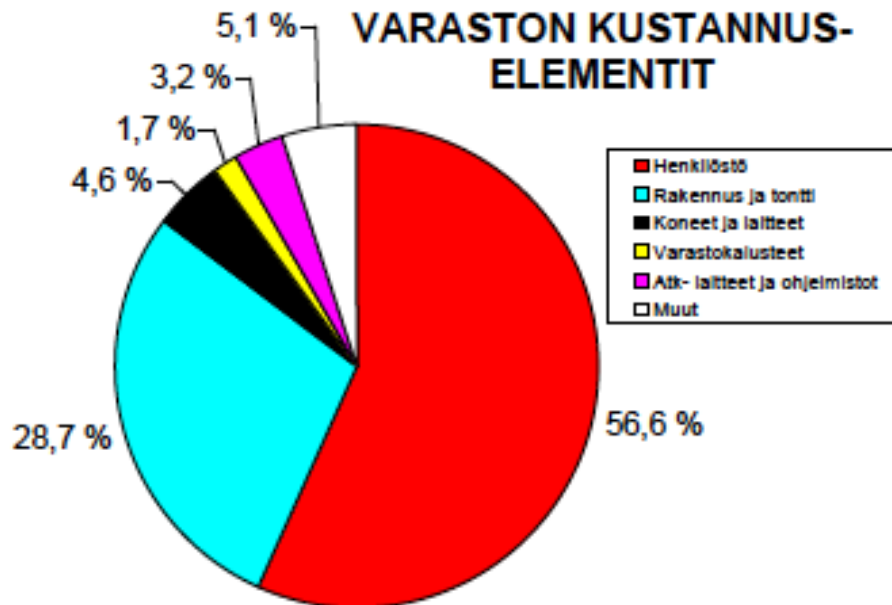
Tehokkuutta haetaan luomalla uusia toimintatapoja tai puristamalla ja optimoimalla olemassa olevia toimintatapoja. Olemassa olevien toimintatapojen tehostamisella valitsevien rajoitteiden ja mahdollisuuksien joukosta pyritään löytämään parempi tapa toimia. (Karrus 1998, 170.)

Mittareiden avulla saadaan objektiivinen ja kattava kuva logistiikan tilasta ja logistisesta tehokkuudesta. Mittareita ja mitattavia kohteita yhdistelemällä saadaan tärkeää tietoa yrityksen toiminnan tehokkuudesta, joten ne ovat ehdottoman tärkeitä kilpailukykyyn ylläpitämisessä. Mitta-arvoja voidaan käyttää myös yritysten välisissä vertailuissa että yrityksen vertaamisessa toimialan keskimääriin ja parhaisiin arvoihin. (Karrus 1998, 170.)

Varaston hallinta on tärkeä osa yritystä, sillä varastoon sitoutuu usein suuri osa yrityksen pääomasta. Tällöin varasto nähdään yleisesti kustannuksena. Trendinä on ollut varastojen vähentäminen ja keskittäminen. Tärkeäksi on katsottu myös säilyttää hyvä palvelutaso. Byrokratia, pitkät välimatkat ja pienet volyymit vaikeuttavat varastojen vähentämistä. Tästä syystä on tärkeää keskittyä varaston hyvään hallintaan kustannustehokkaasti, niiden poistamisen sijaan. Varastossa yleisesti mitataan läpimenoaikoja, toteutumisia, laatua ja resursseja sekä saldoja ja palvelutasoa. (Finne ym. 2005, 301; Hokkanen & Virtanen. 2010, 136.) Neljä keskeisintä mittaria varaston tehokkuuden mittaamisessa ovat toimitusvarmuus, keräilytehokkuus, varaston kokonaiskustannukset ja varaston kierto nopeus. (ESLogC 2010)

## 2.6 Varastoinnin kustannukset

Puolet logistiikkakustannuksista on varastoinnin ja varastointiin sitoutuvan pääoman kustannuksia. Varastointia voidaan pitää merkittävänä kustannuseränä, joten sen kehittämisen avulla voidaan parantaa kustannustehokkuutta (Ritvanen ym. 2011, 91). VTT:n Wadelma-tutkimuksen mukaan varaston kustannuselementeistä (Kuva 6) yli puolet aiheutuu henkilöstökuluista. Muut kulut jakautuvat rakennuksen, tontin, koneiden, laitteiden ja kalusteiden sekä IT-laitteiden ja ohjelmistojen välillä (Hyppönen ym. 2004). Koneiden ja laitteiden osuus on 4,6 % varaston kustannuksista, mikä on kolmanneksi suurin yksittäinen kuluerä.



Kuva 6. Varaston kustannuselementit Wadelma-tutkimuksen mukaisesti. (Hyppönen ym., Varastoteknologiat ja niiden hyödyntäminen, 2004.)

Varastonohjaukseen liittyy monia merkittäviä kustannustekijöitä ja niillä on merkittävä vaikutus kustannustekijöinä, joten ne on tärkeä tunnistaa. Varastonpitoon kuuluvia kustannuksia ovat (Ritvanen ym. 2011, 91):

- raaka-aineen tai tuotteen hinta
- varastonpitokustannukset



- täydennyseräkustannukset
- puutekustannukset.

Sisälogistiikan operatiivisista kustannuksista työkustannus on tyypillisesti suurin kustannuserä, josta yli puolet syntyy keräysprosessien yhteydessä. Suurin osa keräilyajasta kohdistuu siirtymiin (ESLogC 2015).

### 3 MATERIAALINKÄSITTELY

Materiaalinkäsittely tarkoittaa kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla vaikutetaan fyysisesti materiaalin. Toimenpiteitä voivat olla kaikki tuotantoon liittyvä muokkaus ja materiaalin liikuttelu. Kuljetuksissa materiaali pysyy koskemattomana, vaikka sijainti muuttuu. Kuljetuksia ei tästä syystä luetakaan suoranaisesti materiaalinkäsittelytoimenpiteeksi. Sisäiset siirrot sen sijaan ovat olennainen osa tuotantolaitoksen materiaalivirtaa, ja liittyvät yhtenäisesti lähetysten purku-, tuotantoon ohjaus- ja pakkaustoimintoihin, jotka voidaan lukea tällaiseksi toimenpiteeksi. (Hokkanen ym. 2004, 158.)

#### 3.1 Sisäiset siirrot

Sisäiset siirrot liittyvät aina yrityksen tuotantoon, ja ne tehdään yrityksen omalla kustollalla. Materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan prosessiin liittyviä, eri tuotantopisteiden välisiä siirtymiä. Siirroksi katsotaan esim. paperitehtaassa valmiin paperirullan siirto varastoon. Sanalla sisäinen siirto tarkoitetaan kaikkia siirtoja tuotanto- ja varastotilojen välillä ja ne voivat olla ulkotiloissa, vaikka sana viittaakin sisällä tapahtuvaan toimintaan. (Hokkanen ym. 2004, 161–162)

Materiaalinkäsittelyssä pyritään välttämään riskejä, joten sisäisten kuljetusten järjestäminen riippuu kuljetustarpeesta. Säännöllisiä materiaalivirtoja hoidetaan optimoituja ja olosuhteisiin sopivia sisäisiä kuljetusreittejä käyttämällä. Näissä tapauksissa yrityksellä on käytössä työhön sopiva kuljetusväline. Varastoinnissa materiaalinkäsittelyllä on neljä keskeistä tehtävää, jotka ovat. (Hokkanen ym. 2004, 161–162):

1. saapuvan tavaran siirto purkupaikalta varastoon
2. varastopaikkojen tai varaston ja tuotannon väliset siirrot
3. lähtevän tavaran siirto varastopaikalta lähtöalueelle
4. ajoneuvojen kuormaus- ja purkutoiminnot.

Bowersoxin ja Clossin (1996) mukaan materiaalinkäsittely voidaan järjestää kolmella periaatteella:

1. mekaanisesti
2. puoliautomaattisesti
3. automaattisesti.

### 3.1.1 Mekaaninen materiaalinkäsittely

Perinteinen henkilötyövoima ja mahdollisten työkonoiden avulla suoritettava materiaalinkäsittely, jossa automaatiota ei käytetä lainkaan tai ainoastaan rajoitetusti, ymmärretään mekaaniseksi materiaalinkäsittelyksi. (Hokkanen ym. 2004, 162-165)

Materiaalinsiirtojen automatisointi on mahdollista teknologian kehityksen takia. Henry Ford kehitti 1920-luvulla sarjatuotannon henkilöautojen valmistuksessa. Tuotanto tehostui liukuhihnojen käyttöönoton myötä. Todellinen automatisointi alkoi vasta 1970-luvulla tietotekniikan läpimurron ansiosta ja kiihtyi 1980-luvulla mikrotietokoneiden räjähdysmäiseen lisääntymiseen. Tämän jälkeen esitellyt, riittävän luotettavat tunnistus- ja ohjausmenetelmät ovat mahdollistaneet materiaalinkäsittelyn automatisoinnin. (Hokkanen ym. 2004, 162-165)

Kuljetettavat tavarat, toimitusten erä koko ja toimitusten toistuvuus ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat siirtojen automaatioasteeseen. Kun siirrettävien tavaroiden volyyymi on suuri ja pakkauskoko yhdenmukainen käytetään automaatiota. Esteenä automaatiolaitteiden hankinnalle on usein osto- ja ylläpitokustannukset; pienten tavaraverojen siirtäminen on edullisempaa mekaanisesti. (Hokkanen ym. 2004, 162-165)

### 3.1.2 Puoliautomaattinen materiaalinkäsittely

Silloin kun mekaanista materiaalinkäsittelyä tuetaan automatisoimalla toimintoja, luodaan puoliautomaattinen materiaalinkäsittelyjärjestelmä. Puoliautomaattisia järjestelmiä ovat vihivaunut eli automaattiohjatut trukit, robotiikka, paternoster järjestelmä ja automaattilajittelu. (Bowersox ym., 1996.)

### 3.1.3 Automaattinen materiaalinkäsittely

Yrityksen oma osaaminen on avainasemassa automaatiota hankittaessa. Samanaikaisesti eri teknologiamahdollisuuksien tunnistaminen yli toimittajarajojen on haasteellista ja vaatii resursseja, koska automaatiojärjestelmiä myös kehitetään jatkuvasti. (ES-LogC 2015)

## 3.2 Koneet ja kalusto - trukki

Tavaroiden siirtoon vaaka- ja pystysuunnassa käytetään erilaisia siirtimiä ja kuljettimia. Valmiiden varasto- ja tuotantotilojen asettamat rajoitukset vaikuttavat sisäisten siirtojen järjestelyyn, joten niissä on huomioitava korkeussuhteet, mutkittelu, reitin pituus ja laatu. (Hokkanen ym. 2004, 166.; 201.)

Ylivoimaisesti yleisin materiaalinkäsittelyn mekaaninen laite on trukki. Trukki on ajettava, moottorikäyttöinen työkone, jossa on tarvittavat lisälaitteet materiaalin siirtoa varten. Trukiksi voidaan kutsua vetotraktoria tai kauhakuormaajaa, mutta yleisimmin trukki on haarukoilla tai tartuntapihdeillä ja nostokelkalla varustettu työkone. Sen toimintaperiaate ja käyttötarkoitus on monikäyttöinen. Samoin koneiden nostokyky vaihtelee huomattavasti sadoista kiloista yli 50 tonniin. Nostokorkeus voi olla metristä yli kymmeneen metriin. Trukki mielletään kompaktiksi, monikäyttöiseksi ja edulliseksi työvälineeksi. (Hokkanen ym. 2004, 210.)

Trukeilla on kuitenkin rajoituksia, ja ne soveltuvat parhaiten kappaletavaroiden siirtoihin. Trukki muuttuu tehottomaksi työvälineeksi suurien lattiatasojen vaihtelevuuden takia tai useiden kerrosten esiintyessä, sillä trukki vaatii tasaisen lattiapinnan.

Suurten kappaletavaramäärien irtokäsittelyssä trukki muuttuu tehottomaksi, koska kappaletavaroiden kokoaminen ja ajaminen vie paljon aikaa (Hokkanen ym. 2004, 167).

Kuvassa 7 on trukkityyppi, jota usein käytetään eri paperivarastoissa.



Kuva 7. Tyypillinen trukki, nostomasto ja tartuntapihdit paperirullien käsittelyä varten

### 3.3 Hankinta ja rahoitus

Trukkien valmistajien, maahantuojien ja myyjien tehtävänä on antaa neuvoja, joilla sopiva trukkityyppi voidaan valita erilaisiin tiloihin ja käyttötarkoituksiin. Sopimaton tai kapasiteetiltaan liian pieni trukki voi tulla aikaa myöten kalliiksi suurempien huolto- ja korjauskustannusten sekä lisääntyneiden ajosuoritteiden vuoksi. Jatkuva työskentely kapasiteetin ylärajoilla myös lyhentää trukin ja akun käyttöikä. (Rocla 2014)

Pelkän hankintahinnan ei tulisi vaikuttaa trukin hankintaan, vaan hankinnan yhteydessä tulisi pyrkiä laskemaan todelliset kustannukset trukin koko elinkaaren ajalle. Elinkaariajattelun periaate on se, että lasketaan yhteen kaikki trukista aiheutuneet kustannukset (rahoitus, huolto, polttoaine, tarvikkeet jne.). Saadun summan perusteella tehdään päätöksiä siitä, mikä ratkaisu tulee käytön kannalta edullisimmaksi esimerkiksi kuukautta tai käyttötuntia kohti. Näin pelkkä hankintahinta ei ole määräävä tekijä päätöstä tehdessä. Hankintapäätöstä mietittäessä kannattaa huomata, että trukinkulut edustavat vain neljää prosenttia varaston kokonaiskuluista. Trukin valinnassa kannat-

taakin miettiä elinkaarikulujen lisäksi kokonaiskuluja ja työn tehokkuutta. Oikein suunniteltu investointi trukkipalustoon saattaa johtaa merkittäviin säästöihin kokonaiskustannuksissa. (Rocla, 2014)

Suoraosto, jossa asiakas ostaa itse trukin ja hankkii sille rahoituksen. Suoraoston sijasta asiakkailla on mahdollisuus myös lyhyt- tai pitkäaikaiseen vuokraukseen, rahoitusleasingiin tai osamaksuun. (Rocla, 2014)

Pitkäaikaisesta vuokrauksesta neuvotellaan silloin, kun vuokra-aika on esimerkiksi useita vuosia. Pääomaa ei sitoudu kalustoon ja kalustokustannukset ovat budjetoitavissa vuosiksi eteenpäin, mikä vähentää kalustoon liittyvää kustannusriskiä. Sopimuskauden jälkeen trukki palautuu myyjälle, joka vastaa sen jäännösarvosta. Kuukausiveroitus muodostuu laitetyypin, vuokratuuden pituuden, kuukausittaisen käytön ja käyttöolosuhteiden perusteella. Vuokratrukki ei rasita ostajayrityksen tasetta (Rocla, 2014).

Lyhytaikaisessa vuokrauksessa vuokra-ajat vaihtelevat yhdestä päivästä kuukausiin ja vuokraveloitus määräytyy konetyypin ja vuokra-ajan perusteella. Helppo saatavuus vähentää omien varakoneiden tarvetta. Trukkikapasiteettia voidaan nopeasti lisätä myös tasoittamaan kausivaihtelun tuomia ruuhkahuippuja (Rocla, 2014).

Rahoitusleasing on joustava rahoitusvaihtoehto yrityksille, jotka eivät halua sitoa pääomia käyttöomaisuuteen. Investoinnin rahoituskustannukset jakautuvat sen pitoajalle ja ovat helposti budjetoitavissa. Leasingisopimuksen kesto vaihtelee yleensä kahdesta viiteen vuoteen, ja se vaatii rahoitusyhtiön luottopäätöksen. Käytännössä rahoitusleasing on pitkäaikaista vuokraamista, jossa trukit pysyvät rahoittajan omistuksessa. Vuokralle ottaja vastaa trukin huolto- ja käyttökustannuksista sekä jäännösarvosta. Kalusto uusiutuu säännöllisesti leasingkauden loputtua. Sopimuskauden jälkeen asiakkaalla on mahdollisuus lunastaa trukki myyjältä. Leasingtrukit lasketaan ostajayrityksen taseeseen. (Rocla, 2014)

Osamaksu mahdollistaa trukin hankinnan kohtuullisella käsirahalla ja kuukausierällä. Osamaksukaupassa asiakas saa trukin heti haltuunsa maksettuaan trukista käsirahan, joka on yleensä 30 prosenttia trukin kauppahinnasta. Omistusoikeus siirtyy sopimuksen päätyttyä asiakkaalle. Osamaksussa trukki lasketaan ostajayrityksen taseeseen. (Rocla, 2014)

Hankkiako uusi vai käytetty trukki? Uusi trukki ei ole ainoa vaihtoehto, sillä myös laadukkaita käytettyjä trukkeja on tarjolla. Käytettyä trukkia hankittaessa kannattaa varmistaa, että laitteelle on tehty luovutushuolto sekä kunto- ja turvallisuustarkastus. Ammattilaisten tarkastamasta vaihtotrukkikalustosta on mahdollista saada laadukas ja toimintavarma trukki nopeasti ja edullisesti. Käytetyn trukin hankinta voi olla perusteltua esimerkiksi sellaisessa tilanteessa, jossa trukkia ei käytetä paljoa eikä jatkuvasti, mutta se on välttämätön esimerkiksi kerran viikossa toistuvassa taakankäsittelyssä. (Rocla, 2014)

### 3.4 Huolto ja korjaus

Säännöllinen huolto on trukin käytössä erittäin tärkeää, sillä oikein järjestetyllä huollolla voidaan trukin käyttöikä jopa kaksinkertaistaa. Huollossa on noudatettava trukin valmistajan, maahantuojan ja myyjän antamia ohjeita. Takuuehdot edellyttävät trukin asianmukaista huoltoa. (Karhunen ym., 2004.)

Päivittäinen ja viikoittainen huolto kuuluvat kuljettajalle tai tehtävään nimetylle henkilölle, jolle on annettu riittävä koulutus ja opastus tehtävään. Varsinaiset huoltotoimenpiteet ovat usein järkevä ulkoistaa huoltosopimuksella trukin myyjälle tai maahantuojalle, joka tarkastaa ja huoltaa säännöllisesti asiakkaan koko laitekannan merkistä ja mallista riippumatta sekä vastaa varaosista. (Karhunen ym., 2004.)

Laiteturvallisuutta voidaan parantaa ennakoivien huoltojen ja vuosittaisen dokumentoidun kunto- ja turvallisuustarkastuksen avulla. Huoltosopimusta laajempi ylläpitosisopimus takaa asiakkaan koko laitekannan ylläpidon kiinteään hintaan. Asiakas voi keskittyä täyspäiväisesti omaan liiketoimintaansa ja yritys ottaa vastuun asiakkaan laitekannan ylläpidosta ja vastaa huolloista, tarkastuksista ja vikakorjauksista huolto- ja varaosineen. Kiinteähintainen ylläpitosisopimus tarkoittaa, että palvelun kustannukset ovat etukäteen tiedossa ja budjetoitavissa. Asiakkaalle voidaan myös räätälöidä laajempi asiakaskohtainen palveluratkaisu, johon voivat perinteisten palvelujen lisäksi kuulua muun muassa trukinkuljettajat ja muut toiminnasta vastaavat työntekijät sekä automaattioratkaisut. (Karhunen ym., 2004.)

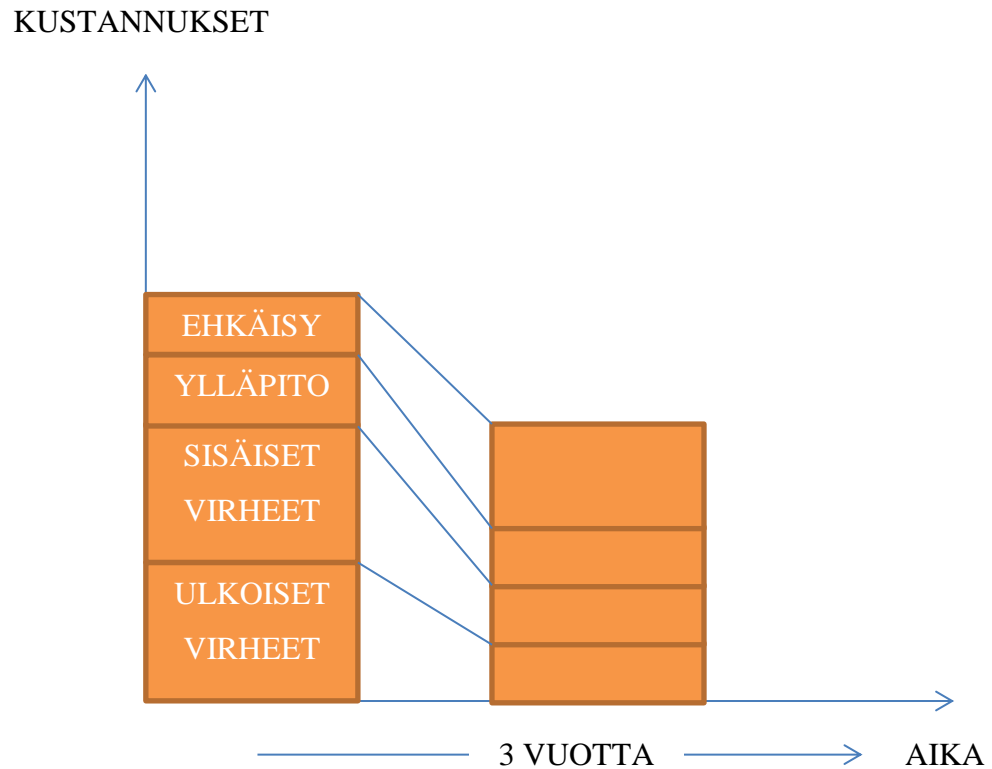
#### 4 BENCHMARKING LOGISTIIKASSA OSANA STRATEGISTA JOHTAMISTA

Benchmarking eli vertailujohtaminen, vertailukehittäminen tai esikuva-analyysi on liikkeenjohdon alalla merkittävä menetelmä laatujärjestelmien kehittämiseen ja prosessinkehittämiseen tarkoitettu väline. Vertailujohtamisen perusidea on toisilta oppiminen ja oman toiminnan kyseenalaistaminen. Se on jatkuvaa systemaattista organisaation tuottavuuden, laadun, työprosessien ja työtapojen tehokkuuden vertailemista muihin yrityksiin tai saman organisaation vastaaviin toimintoihin. (Karlöf ym. 2003, 35, 44–45.)

Benchmarkingia tehdään:

- parempien toimintatapojen identifioimiseksi
- oikean tavoitetason määrittämiseksi
- uusien menetelmien ja ideoiden löytämiseksi
- ennakkoluulojen poistamiseksi
- parhaiden käytäntöjen oppimiseksi. (Lecklin 1999, 177.)

Kuva 8 havainnollistaa, kuinka ehkäisykustannusten lisääminen vähentää laatukustannusten kokonaiskustannuksia. Kehittämistyöhön panostamalla voidaan virhekustannukset useimmiten puolittaa kolmessa vuodessa ja merkittävästi muuttaa kustannusrakennetta ja -tasoa. (Lecklin 1999, 174.)



Kuva 8. Esimerkki laatukustannusten rakenteesta ja kehityksestä. (Lecklin 1999, 174.)

Benchmarking on hyödyllinen keino mitata omia suorituksiaan ja verrata niitä muiden suorituksiin. Vertailu suoritetaan usein vierailulla organisaatioon, jonka kanssa omaa toimintaa tahdotaan vertailla. Vertailua voidaan tehdä myös etsimällä tietoa parhaista toimintatavoista tai menetelmistä erilaisista julkaisuista. Parhaita käytäntöjä voidaan hakea vertailemalla eri organisaatioiden tunnuslukuja. Perusta vertailujohtamiselle on järjestelmällinen ja menetelmällinen analyysi, joka täyttää vertailukelpoisuutta ja täsmäytystä koskevat kriteerit. Vertailujohtamisessa on tärkeitä ottaa huomioon syiden ja seurausten väliset suhteet, jotta työn suoritusten väliset erot tulevat selitettyä johdonmukaisesti. Benchmarkingin tärkeimpinä osina pidetään:

1. tutkimus: miten toimimme nyt?
2. vertailu: miten muut toimivat?
3. ymmärtäminen: mikä selittää suoritusten välisen kuilun?
4. parannukset: toteutus ja oppiminen. (Karlöf ym. 2003, 44.)



## 4.1 Tiedon keruu

Kun benchmarking-kohde on valittu, suunnitellaan ja valmistellaan tiedonkeruu. Tiedonkeruu aloitetaan oman toiminnan kartoituksella ja nykytilan prosessin selvityksellä, kuten kustannuksien selvityksellä ja asianomaisten haastattelulla. (Lecklin 1999, 184–185.)

Oman toiminnan tutkimisen jälkeen kerätään benchmarking-kumppanin tiedot. Vertailukelpoisen ja oikean tiedon saamiseksi voidaan tarvita useampia kysely- tai haastattelukierroksia (Lecklin 1999, 184–185).

## 4.2 Tiedon analysointi

Tiedon keruuvaiheen jälkeen tiedot tarkastetaan, lajitellaan ja ryhmitellään kokonaisuuksiksi. Tulokset havainnollistetaan vertailukelpoisina taulukkomuodossa tai graafisesti. Tiedon analysoinnin työvaiheet käsittävät seuraavat kohdat:

- Tietojen laadunvalvonta
  - Virheiden karsinta.
- Toimintojen erot
  - Vertailukelvottomuuden ja vääristymien poisto analysoinnissa.
- Suorituskuilut
  - Oman ja parhaan suorituksen välinen ero.
- Raportti
  - Yhteenveto tuloksista.
- Johtopäätökset

Kehittämisen jatkon suunnittelu. Tavoitteena on suorituskuilun ja laatuaukkojen korjaaminen sekä kilpailuedun saavuttaminen. Joskus kuilut liian suuria, ettei niiden poistamiseen kannata investoida. Harkittavaksi jää toimintojen ulkoistaminen ja ostopalvelujen käyttö. (Lecklin 1999, 186–187.)

### 4.3 Tulosten hyödyntäminen ja toteutus

Tietojen analysoinnin, tuloksien varmistumisen ja johtopäätösten jälkeen selvitetään muutosmahdollisuudet ja vaihtoehdot. Millä keinoin yrityksen toiminnan taso voidaan nostaa vertailutulosten tasolle? Kuinka ongelmat voidaan ratkaista? Päästäänkö vaaditulle tasolle pienillä vai suurilla ja radikaaleilla muutoksilla? Joudutaanko mittareita uusimaan? (Lecklin 1999, 186–187.)

Jos benchmarking on laaja, tuloksilla voi olla merkittävä vaikutus koko yrityksen toimintaan. Parhaiden hyötyjen saavuttamiseksi ja kehittämisen saamisen pysyväksi, tulisi tulokset liittää yrityksen strategiseen suunnitteluun ja liiketoiminnan tavoitteisiin. (Lecklin 1999, 189.)

Varsinainen toteutus voidaan suorittaa erillisellä kehittämisprojektilla. Esimerkiksi kokonaisvaltainen prosessin kehittämis- ja hallintamalli on hyvä työkalu benchmarkingin tulosten käyttöönotossa. (Lecklin 1999, 190-195.)

### 4.4 Apuvälineitä ja työkaluja

Ongelmien ratkaisemiseen ja prosessien hallintaan on kehitetty iso joukko erilaisia laatutyökaluja ja apuvälineitä. Seuraavaksi esitellään seitsemän erilaista työkalua: histogrammi, tarkistuslista, Pareto-analyysi, vuokaavio, ohjauskortti, hajontakaavio ja syy-seurausanalyysi. (Lecklin 1999, 191.)

#### Histogrammi

Histogrammi ns. pylväsdiagrammi on graafisina pylväinä kuvattu diagrammi, jossa on prosessista tehdyt mittaushavainnot jaettuna eri luokkiin. Menetelmä on hyvä keino havainnollistamaan eri luokkien, esim. virhelähteiden merkitystä. (Lecklin 1999, 191.)

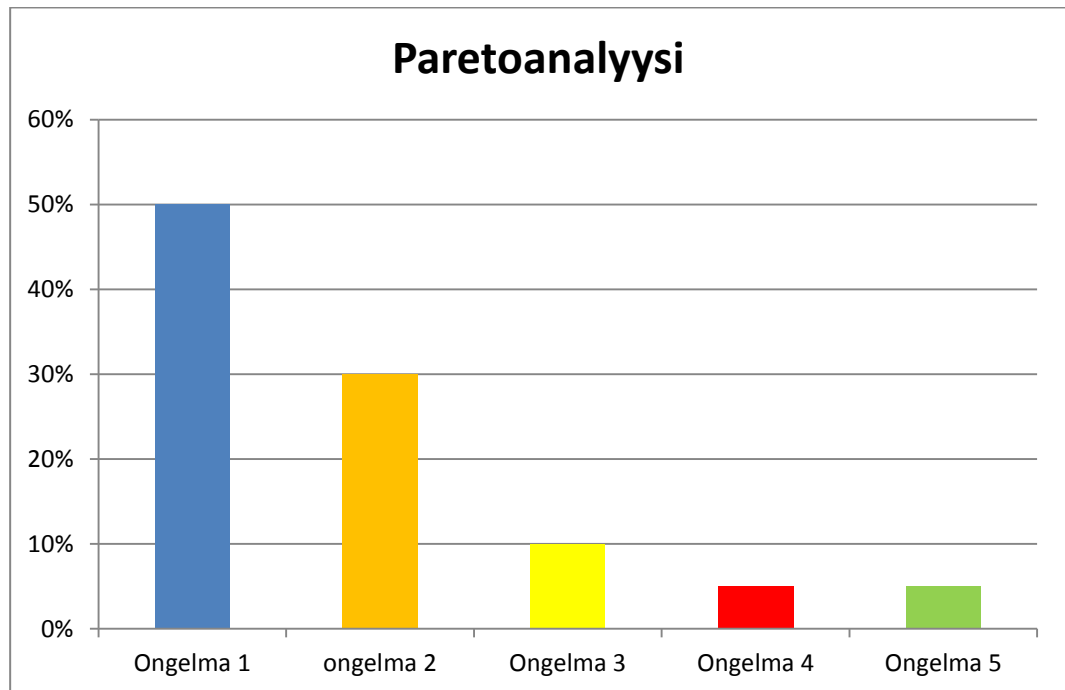
#### Tarkistuslista

Yksinkertaista havaintojen kirjaamismenetelmä eli tarkistuslistaa kutsutaan myös tutkimiehen kirjanpidoksi. Tapahtumien esiintyessä merkitään tarkistuslistaan esim. ongelmatyyppin kohdalle viiva. Säännöllinen täyttäminen ja siihen liitetyt aikatekijät aut-

tavat seuraamaan ongelmien jakautumista eri ajanjaksoille ja tyypeille. Edun saamiseksi tapahtumat on määriteltävä ja luokiteltava yksiselitteisesti. (Lecklin 1999, 191.)

### Pareto-analyysi

Pareton periaate on Pareto-jakaumien erityistapaus, jonka mukaan missä tahansa ilmiössä 80 % seurauksista johtuu 20 %:sta syistä. Pareto-analyysi on edellä mainittujen työkalujen histogrammin ja tarkistuslistan jalostetumpi versio. Eri luokkiin jaetut havainnot esitetään suuruusjärjestyksessä pylväillä graafisesti. Analyysi auttaa oikeiden asioiden löytämisessä ja kohdistamisessa. Kuvan 9 esimerkissä ongelmatyypit 1 ja 2 aiheuttavat 80 % kaikista ongelmista. Jos nämä pystyttäisiin poistamaan, ongelmat poistuisivat lähes kokonaan. (Lecklin 1999, 192.)



Kuva 9. Paretoanalyysi

### Vuokaavio

Vuokaaviota käytetään prosessien yksityiskohtaisessa kuvaamisessa. Kaaviolla kuvataan prosessin jokainen vaihe kuvallisessa muodossa. Poikkeavilla tapahtumilla on määrätty tunnuksella, ja vuokaavio etenee alkutapahtumasta loppuun.

Vuokaavio on hyvä tapa kuvata tarkasti prosessin vaihtoehtoisia kulkuja ja haarautumia. (Lecklin 1999, 193.)

## 5 KOHDEYRITYS STORA ENSO ANJALAN PAPERITEHDAS

Tämä opinnäytetyö tehdään Stora Enson Anjalan paperitehtaan tuotevarastolle. Anjalankosken tehtaat kuuluvat Stora Enso konsernin Paper ja Consumer Board divisiioniin. Vuonna 2014 Anjalankosken tehtailla tuotettiin 680 kt paperia ja kartonkia. Liikevaihto oli 413 milj. €. Päätuotteina on päällystetty taivekartonki sekä kirjapaperi ja erikoissanomalehtipaperi. Heidän päämarkkina-alueensa on Eurooppa ja vientiin meni yli 90 % tuotannosta. Henkilöstö vuonna 2014 oli noin 500.

Anjalankosken tehtaiden historia ulottuu aina 1800-luvulle saakka, jolloin Carl August Strandertskjöld perusti alueelle puuhiomon. Ensimmäinen paperitehdas käynnistettiin vuotta myöhemmin. Anjalankosken tehtaiden historiaa edustaa laajalle levittäytynyt tehdasmiljö Kymijoen tuntumassa Alvar Aallon suunnittelemissa rakennuksissa ja tehtaan ympärille rakennetussa Inkeröisten taajamassa. Ensimmäisiä omistajia Anjalankosken tehtailla oli Tampereen Pellava ja Rautateollisuusosakeyhtiö Tampella, jonka 1990-luvun alussa osti Enso-Gutzeit niminen yhtiö. Nykyisen Stora Enson omistamana tehtaat ovat olleet vuodesta 1998 lähtien, jolloin yhdistyivät Enso Group ja ruotsalainen Stora Ab.

Anjalan paperitehdas on toinen tehdasintegraattiin kuuluvista tuotantolaitoksista Inkeröisten kartonkitehtaan lisäksi. Paperitehdas kuuluu Stora Enson Paper divisioonaan ja se on perustettu vuonna 1938. Vuotuinen tuotantokapasiteetti on 435.000 t/v kahdella paperikoneella. Tehdas tuottaa kirjapaperia, erikoissanomalehtipaperia ja aikakauslehtipaperia.



Kuva 10. Anjalan paperitehdas

Tämä opinnäytetyö tehtiin tehdaspalveluihin kuuluvalla paperitehtaan tuotevarastolle. Tehdaspalveluihin kuuluu logistiikkaosasto, joka on vastuussa logistiikan toimintojen ylläpidosta sekä uusien kuljetusratkaisujen kehittämisestä. Työn tavoitteena on tehdä selvitys tuotevarastotoimintojen optimoimisesta ja kustannussäästöjen saamisesta toimintoja tehostamalla. Työn päätavoitteena on selvittää tuotevarastolla olevan ns. tuotannonajokoneen ja alasotossa käytettävän koneen korvaamisella pienempitehoisella vaihtoehdolla. Nykyinen vastapainotrukki SMV 12 -1200 B on nostokapasiteetiltaan 12 tonnia, ja sen korvaamisesta 5-8 tonnin vastapainotrukilla selvitetään.

Opinnäytetyötä varten tehtiin vierailut kahteen muuhun Stora Enson paperitehtaaseen, Imatralla sekä Varkaudessa. Vierailut tehtiin, koska haluttiin saada vertailupohjaa työlle ja näkemystä muiden vastaavanlaisten tehtaiden toimintatavoista ja käytössä olevista materiaalinkäsittelylaitteista, erityisesti trukeista. Työn lähtökohtana tiedetään Anjalan paperitehtaan tiettävästi ainoana Stora Enson tehtaana Suomessa käytössä edellä mainittu suurikapasiteettinen vastapainotrukki tuotannon ajossa ja alas otossa. Vierailut sisälsivät tutustumisen tehtaiden paperivarastoihin, varastotoimintojen ja -prosessien esittelyyn sekä esimiesten ja työntekijöiden haastattelun. Vierailut tuottivat paljon arvokasta vertailutietoa työlle.

## 5.1 Vierailu Stora Enson Imatran tehtailla

Imatran tehtaisiin kuuluu kaksi tuotantoyksikköä, jotka ovat Kaukopään tehtaas ja Tainionkosken tehtaas. Tehdas on suurin Stora Enson tuotantolaitos ja Suomen suurin kartongintuottaja. Kartongin lisäksi Imatralla tuotetaan paperia kahdella paperikoneella, joista toinen on vuokrattuna Kotkamills Oy:lle. Vuotuinen paperin tuotantokapasiteetti on yhteensä 116 000 t, joista Stora Enson PK6:lla 90 000 t/v.

Imatran tehtaiden yhteinen tuotantokapasiteetti on 1 036 000 t/v, ja tehtaaseen kuuluu 2 sellutehdasta, 2 paperikonetta, 4 kartonkikonetta ja 3 päällystyskonetta.

## 5.2 Vierailu Stora Enso Varkauden paperitehtaalla

Varkauden keskustassa sijaitseva Stora Enson tehdas tuottaa paperia yhdellä paperikoneella. Vuonna 2014 tehtaalla oli 260 työntekijää paperi- ja sellutuotannossa. Tehtaalla tuotetaan hienopaperilaatuja.

Yhtiö ilmoitti keväällä 2014 investoivansa 110 miljoonaa euroa tehtaan muutostöihin, jossa tehtaan hienopaperikone muutetaan aaltopahvia tuottavaksi linjaksi.

Vuosituotantokapasiteetti nykyisin käytössä olevalle PK3:lla on 280 000 t/v. Suhteessa Anjalan paperitehtaan vuotuiseseen tuotantokapasiteettiin 435 000 t/v on Varkauden tehdas n. 35 % pienempi, joten vertailuanalyysille on selvä potentiaali.

## 6 PAPERIVARASTON TOIMINNOT

Paperivaraston toiminnot koostuvat varastohallintajärjestelmästä, henkilöistä, trukeista ja tiloista, joissa ne toimivat. Tehtävät varastossa ovat tuotannosta saapuvien rullien ajo varastoon, lastattavien rullien vieminen lastauspaikoille varastosta, lastaus, purku ja junalastaussuunnitelmien teko. Työ edellyttää myös työturvallisuuden noudattamista, koneiden ja laitteiden käyttöosaamista sekä huolto- tai korjaustarpeen tunnistamista.

Paperitehtaan tuotevarastolla varastoidaan tuotannosta valmistuneita rullia. Valmiit rullat pyritään varastoimaan niin, että niiden välimatka varastopaikalta lastauspaikalle on mahdollisimman lyhyt. Tilat aiheuttavat rajoituksia, sillä tehtaas on suunniteltu vuosikymmeniä sitten paljon pienempiä rullamääriä varten. Lattiat voivat olla eri tasoissa, ahtaita ja matalia.

Tuotannosta saapuvien rullien purku tapahtuu kaikissa kolmessa tuotantoyksikössä samalla tavalla. Kuljetin tuo rullat tuotannosta kuljettimella rampeille, jossa ne lajitellaan tilauksittain nipuiksi. Valmiit niput lähtevät automaattisesti purkukuljettimelle, josta trukki vie ne varastopaikalle tai suoraan lastaukseen. Varkaudessa purkukuljetin sijaitsi keskellä paperivarastoa pitkittäisen seinän vieressä. Välimatka varastopaikoille on näin optimaalinen, eivätkä kuljettimet tai rampisto ole trukki liikenteen tiellä.

Rullat lastataan joko kuorma-autojen perävaunuihin tai junavaunuihin. Varastopaikat on suunniteltu niin, että lähimpänä junaraidetta on vaunuihin meneviä rullia ja tien päällä menevät autolastauslaitureiden lähettyvillä. Paikkoja pyritään myös jakamaan vienti- ja kotimaanrullien kesken.

Stora Enso Anjala

Anjalan paperitehtaan tuotevarasto sijaitsee suuressa hallissa, joka sijaitsee tehtaan eteläosassa maapinnan tasossa. Suoraa kulkuyhteyttä paperikonesaleihin ei ole, koska koneet sijaitsevat toisessa kerroksessa. Paperirullat siirtyvät kuljettimilla pakkaamoon ja tuotevaraston rampeille hissillä kerroksen alaspäin, joissa ne automaattisesti erotellaan tilauksittain ja kasataan pinoiksi. Rampeilta paperirullat siirtyvät purkukuljettimelle, josta trukit vievät ne junavaunuihin, rekkoihin tai varastopaikalle.

Anjalan paperitehtaan tuotevarastossa lastataan paperirullia junavaunuihin ja autoihin vuorokauden ympäri viikon jokaisena päivänä. Paperitehtaan varastossa pystytään varastoimaan maksimissaan noin 13 000 rullaa, ja se tarkoittaa keskimäärin noin 10 000 tonnia paperia. Paperirullia voidaan varastoida seitsemän metrin korkeuteen. Tilanpuutteen johdosta joudutaan välillä kasaamaan yli kahdeksanmetrisiä pinoja. Se johtuu siitä, että tuotannosta on saapunut suuria eriä samanlaatuista paperia, jotka saa lähettää tehtaalta asiakkaalle myöhemmin ja joita joudutaan seisottamaan varastossa. Tämä johtuu siitä, että on selvästi kustannustehokkaampaa tuottaa samaa lajia paljon kerralla, jotta lajinvaihtoihin ei mene turhaa aikaa. Toinen syy voi olla ajoittainen varaston täytyminen, joten rullia ei saada lähetettyä tuotannon tahdissa asiakkaille ja varaston kapasiteetti täyttyy. Suurimman osan varastotasosta muodostavat Kotkan Mussaloon junavaunuissa siirrettävät vientirullat. Palvelutaso edellyttää korkeaa varastossa pitoa kotimaan asiakkaille. Lisäarvon tuottaminen syö varastokapasiteettia, mutta on välttämätöntä.

Anjalan paperitehtaan työtehtävät jakautuvat työnjohtotehtäviin, lastaustensuunnittelu- tehtäviin, varastointitehtäviin ja lastaustehtäviin. Tuotevarastolla on käytössä 11 trukkia, jotka voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin. Suuremmat yli 10 tonnin trukit hoitavat rullien siirrot varastoon ja lastauspaikoille, kun taas pienemmät 5-8 tonnin trukit hoitavat kuljetusvälineen lastauksen. Isoja trukkeja on yhteensä viisi, joista kolme on Konecranes SMV trukkia sekä kaksi vielä käyttökuntoista Sisu ja Valmet-merkkistä trukkia. Muut ovat Linde-merkkisiä vastapainotrukkeja.

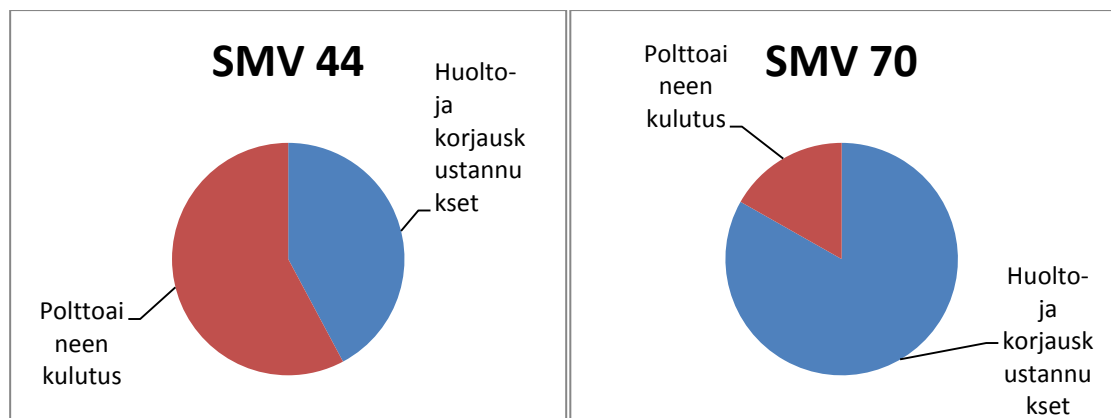
Kaikki trukit pois lukien vanhemmat trukit ovat leasing-koneita, joiden huolto on ulkoistettu Kymen Trukkipalvelu Oy:lle. Trukit ovat polttomoottorikäyttöisiä ja käyttävät kevyttä polttoöljyä. Alla olevassa taulukossa on esitetty vuoden ajanjaksolta kustannukset.

Taulukko 2. Anjalan paperitehtaan trukkikustannukset

	KORJAUS/HUOLTO KUSTANNUKSET vuosi	VAKUUTUKSET (Ryhmäliikenne & ryhmäauto)	LEASING kk	POLTTOAINE KULUTUS LITRAA 1.4.-30.11.2014	polttoaine a-hinta	polttoaine kustannus
SMV 44	62 374,84	167,60	3 850,00	31 211,62	0,77	36 049,42
Linde 42	13 107,23	167,60	380,00	1 369,06	0,77	1 581,26
Linde 67	5 990,36	167,60	826,56	2 956,74	0,77	3 415,03
Linde 68	13 946,99	167,60	826,56	2 845,96	0,77	3 287,08
SMV 70	28 981,50	167,60	3 650,00	2 141,22	0,77	2 473,11
	124 400,92	838,00	9 533,12			46 805,91

Taulukosta 2 voidaan havaita, että SMV 44-trukki on selvästi kallein kustannuksiltaan. SMV 44 on ollut tuotannonajokoneena ja käytössä lähes ympäri vuorokauden, vuoden jokaisena päivänä. Polttoaineen kulutus on 6-8 litraa tunnissa, joten käyttötunteja kertyy vuodessa 8 litran kulutuksella 3 901 tuntia, eli noin 10,5 tuntia vuorokaudessa. 6 litran kulutuksella on 5 202 tuntia vuodessa ja 14,2 tuntia vuorokaudessa. Käyttöasteet vaihtelevat siis 59 % ja 44 % välillä. Linde 68 ja SMV 70 ovat myös suuria, yli 10 tonnin trukkeja, jotka tekevät tuotannon ajoa ja alas ottoa. Niiden päätehtävä on kuitenkin alasotto lastauspaikoille. Niiden yhteinen vuosikulutus on noin 5 000 litraa polttoainetta.

Korjaus- ja huoltokustannusten vertailu SMV 44:n ja 70:n välillä on suhteessa 68,3 % SMV 44 ja 31,7 % SMV 70. Vuosipolttoaineenkulutuserovertailussa suhteet ovat 93,6 % SMV 44 ja 6,4 % SMV 70. SMV 70 on muutaman vuoden vanhempi, joten alla olevista ympyräkaavioista voidaan todeta korjaus- ja huoltokustannusten kasvu koneen ikääntyessä. (Kuva 11.)



Kuva 11. SMV 44 ja 70 korjaus ja huoltokustannusten vertailu

Henkilöstö on jaettu kahteen eri työaikamuotoon, keväällä tänä vuonna otettiin työaikamuoto 37 eli lyhyt kierto 12 tuntia. Toinen työaikamuoto on 25. TAM 37 tarkoittaa



taa keskeytymätöntä vuorotyötä 12 tunnin vuoroilla, jossa on 5 vuoroa kierrossa. TAM 25 on keskeytyvä 2 vuorotyö, jossa työvuorot tehdään arkipäivinä viikonloput vapaana. TAM 37 hoitaa Anjalan paperitehtaalla tuotannonajon, junavaunujen lastaus-suunnittelun ja lastauksen, sekä avustaa TAM 25:n autolastauksessa. TAM 25 työnkuvaan kuuluvat autolastaukset ja TAM 37:n avustaminen junalastauksessa.

### Stora Enso Imatra

25.11.2014 tehtiin vierailu Stora Enson Imatran tehtaille. Tehtailla on omia sekä ulkoistettuja varastoja. Välivarastot ovat ensisijaisesti kartonkia ja hylkykartonkirullia varten. Paperitehtaan varasto sijaitsee Kaukopään Minton-kuivauskoneen paikalla Paperikone 6:n perässä oleva varasto toimii paperirullien varasto- ja lähetyspaikkana. Varastointikapasiteetti on 500–600 tonnia, junavaunujen lastaussillalle mahtuu sisälle varastoon 4-5 vaunua ja autolastausta varten on yksi lastauslaituri. Rullat siirretään mahdolliseen muovipäällistykseen tai välivarastoon hoidetaan tehtaan omalla siirtoautolla tai ulkopuolisen toimijan avulla. Siirtoauton kuljettajat toimivat TAM 27 ja he tarvittaessa lastaavat yksiköt.



Kuva 12. Siirtoauto

Henkilöstöä tuotevarastolla on yksi ihminen TAM 37, joka hoitaa tuotannosta saapuvien rullien viennin varastoon ja lastaukset lastausyksiköihin. Tuotannosta saapuvat rullat tulevat lajiteltuna tilauksittain nipuissa purkurampille.

Trukit Imatran Paperitehtaan tuotevarastolla on 5 tonnin nostokyvyllä varustettuja ja Elekar-mastoilla varustettuja, joiden nostokorkeus on 5 500 mm. Trukit ovat Leasing-sopimuksilla hankittuja ja vuokra-aika on neljä vuotta. Leasing-sopimuksen hinta 5 tonnin trukille on noin 2 000 euroa, johon sisältyy trukin lisäksi rullapihdit. Huolto- ja korjauskustannukset ovat tilaajan vastuulla ja ne hoitaa sama yritys kuin Anjalankosken tehtailla, eli Kymen Trukkipalvelu Oy.

### Stora Enso Varkaus

10.12.2014 tehtiin vierailu Varkauden paperitehtaalle. Varkaudessa tuotetaan toistaiseksi vain paperia ja on toiminnoiltaan hyvin samankaltainen kuin Anjalan Paperitehtaan tuotevarasto. Varaston prosessit ovat samanlaiset. Rullat saapuvat tuotannosta varastoon, jossa ne lajitellaan rampistolla tilauksittain (10 kpl) nipuiksi ja sieltä edelleen pystyynnostajan kautta purkukuljettimelle. Purkukuljettimelta niput kuljetetaan varastoon tai suoraan kuljetusyksiköihin. Etuna Varkaudessa on purkukuljettimen sijainti keskellä pitkittäissuuntaista seinustaa. Vastakkaisella seinustalla on junalastauslaituri ja toisessa päädyssä autolastauslaiturit. Purkukuljettimen sijainnin ansiosta välimatkat ovat optimaaliset, eli lyhyimmät mahdolliset ympäri varastoa. Varaston tilakapasiteetti on 6 000 tonnia ja 8 000 rullaa. Varastosta lastataan myös viikonloppuisin autoja junavaunujen lisäksi. Perälastauslaitureita on viisi kappaletta ja junavaunuja mahtuu kerralla sisälle kuusi G-vaunua. Yleisvaunuja Gbls (kantavuus 29,5 tonnia) ja Gbln (kantavuus 28,0 tonnia) kutsutaan G-vaunuiksi.



Kuva 13. Varkauden rullarampisto

Trukkeina toimivat 4,5 ja 5 tonnin kaasukäyttöiset Linde H45T X394- ja H50T X394 -vastapainotrukit. Varkaudessa on ollut käytössä nestekaasutrukit 90-luvulta lähtien. Kaasutrukkien ylivoimainen etu on päästöt, jotka ovat vähemmän haitallisia ihmisille. Tuotevarastolla on yhteensä viisi truckia joiden leasingvuokra on noin 1 300 euroa kuukaudessa. Rullapihdit ovat kaikissa samat Bolsoni Auramo RA-270. Trukkien kaasunkulutus vaihtelee 4,4–4,6 kg/h välillä. Nestekaasun hinta oli vierailuhetkellä 0,62 euroa/kg. Huolto- ja korjauskulut ovat vuosisopimuksella ulkoistettu Efora Oy:lle, joka tuottaa tehtaan kunnossapitopalveluita. Vuokrasopimuksen pituus on 60 kk ja vaihtovälinä pidetään 15 000 h.

Tuotevarastolla on TAM 37, jossa 3 henkilöä vuorossa samaan aikaan. Työtehtävät on jaettu niin, että kaksi hoitaa tuotevaraston toimintoja ja yksi muita materiaali ja kuljetuspalvelun tehtäviä, kuten jätehakkeen ajoa, polttoaineen syöttöä voimalaitokselle, veturin ajoa (junavaunujen vaihto), selluautojen lastaus ja pakkausmateriaalin purku. Työtehtäviä vaihdellaan päivittäin.

## 7 NYKYMALLIN KUSTANNUKSET VS. TAVOITETILAN KUSTANNUKSET

Trukin nykymallin korvaamisen edellytykset tuotannon ajossa ja alas otossa olivat tämän tutkimustyön aiheena. SMV 12-1200 B-mallin korvaaminen Linde 4,5-5 tonnin vastapainotrukeilla on seuraavaksi tutkittu kustannusnäkökulmasta. Vertausanalysoinnin taustainformaationa toimii Varkauden tuotevaraston Linde H45T X394-kaasutrukki ja Linde H45D-dieseltrukki Anjalasta.

Taulukko 3. Trukkien kustannusvertailu

Tuotannon ajo 12 h/vrk	SMV 12-1200 B	Linde H45D	Linde H45T X394
LEASING	<b>3 850,00</b>	<b>380,00</b>	<b>1 300,00</b>
POLTTOAINEEN KESKIKULUTUS	<b>7,10</b>	<b>4,40</b>	<b>6,40</b>
POLTTOAINE KULUTUS	<b>31 211,62</b>	<b>19 272,00</b>	<b>28 032,00</b>
POLTTOAINE A-HINTA	<b>0,77</b>	<b>0,77</b>	<b>0,62</b>
POLTTOAINEKUSTANNUS	<b>36 049,42</b>	<b>22 259,16</b>	<b>26 069,76</b>
EROTUS	<b>-13 790,26</b>	<b>13 790,26</b>	<b>9 979,66</b>
	<b>-9 979,66</b>	<b>3 810,60</b>	<b>-3 810,60</b>

Dieselkäyttöinen Linde H45D on kustannuksiltaan edullisin, kun vertaillaan polttoaineen kulutusta ja leasingsopimusten hintaa. Vuotuinen säästö olisi lähes 14 000 euroa, josta suurin osa polttoaineen erotuksesta. Korjaus- ja huoltokustannuksista pätevää vertailutietoa ei ole, koska käyttötunnit ovat suoraan yhteydessä huolto- ja korjauskustannuksiin. Perusolettamuksena kuitenkin pidetään suuremman koneen olevan arvokkaampi ylläpitää.

## 8 MATERIAALIVIRTAUS JA TRUKKIEN KÄYTTÖ

Materiaalivirtausvertailuun valittiin Anjalan ja Varkauden tehtaot, koska tuotanto Imatralla on marginaalinen verrattuna muihin tuotantoyksiköihin.

Trukkien käyttövertailua tehdessä on hyvä ottaa huomioon myös käyttäjän viihtyminen työssä ja että työn kuormittavuus on huomioitu työntekijän hyväksi. Hyvä työmotivaatio näkyy työntekijässä sinnikkyytenä, haluna tehdä ja toimia, saavuttaa tavoitteet, innokkuutena, päämäärätietoisuutena sekä vahvana uskona itseensä. Yksilö ei koe työtään uuvuttavana. Sisäisesti motivoitunut henkilö tekee työtä, koska hän todella tahtoo tehdä sitä (Ruohotie ym. 1999, 7). Hyvä työergonomia tarkoittaa työvälinei-

den ja työmenetelmien sopivuutta ihmisten ominaisuuksien, toimintojen ja kykyjen mukaiseksi. Tavoitteena on, että työ ei aiheuta työntekijälle terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta tai tapaturman vaaraa (Ergonomia 2015).

Anjalan tuotanto varastoon on keskimäärin 2 100 rullaa vuorokaudessa ja maksimissaan 3 400 rullaa vuorokaudessa. 2 100 rullaa on tonneihin muutettuna keksimäärin 1 190 tonnia vuorokaudessa. Arviolta 20 % rullista lastataan suoraan junaan ja 52 % varastoidaan ennen junakuljetusta. Autokuljetuksilla kuljetettavat rullat 28 % menevät aina varaston kautta. Tonneista 63 % kuljetetaan junalla ja 17 % autoilla. Osa tavara-irroista on arvioita, sillä tarkkoja lukuja on lähes mahdotonta selvittää. Keksimäärin rulla painaa siis noin 600 kiloa.

Varkauden paperintuotanto on 740–750 t/vrk, mikä tarkoittaa noin 940 rulla vuorokaudessa. Junavaunuihin lastattavat rullat tulevat 80 % suoraan tuotannosta, loput vaunuihin ja autoihin lastattavat rullat menevät varaston kautta lähetettäväksi. Juna- ja autokuljetukset ovat jakautuneet suhteessa 40/60 %. Keskimääräinen rullapaino on Varkaudessa 790–800 kiloa.

Verratessa Anjalan ja Varkauden keskimääräisiä rullamääriä mitä tuotetaan, ovat Anjalan rullamäärät yli tuplaten suurempia Varkauteen verrattuna. Huomionarvoista on myös se, että Anjalassa rullat painavat kolmesataa kiloa vähemmän kuin Varkaudessa, mikä tarkoittaa sitä että tuotannosta saapuvien rullien niput sisältävät enemmän rullia. Suuremmat rullamäärät johtavat siihen, että käsittelykerrat lisääntyvät. Käytännössä Anjalassa käytössä olevan SMV trukin kapasiteetti on kaksi kertaa suurempi kuin Lindeillä tulisi olemaan tuplapihtien ansiosta. Paperirullapihtivalmistaja Bolzoni Auramon rullapihti malli LA-6 käsittelee kahta rullaa rinnakkain ja jopa neljää rullaa päällekkäin, eli kahdeksan rullan pystykäsittely onnistuu kerralla. LA-6 mallissa on kolme leukaa pystylinjassa päällekkäin, mikä mahdollistaa neljän rullan pystykäsittelyn. Tavallisesti ns. ”normaaleissa” paperirullapihdeissä on kaksi leukaa päällekkäin, jolla voi samanaikaisesti käsitellä kolmea paperirullaa pystyssä.



Kuva 14. LA-6 rullapihti (Bolzoni-Auramo)

SMV 1200-12-trukilla ja LA-1200NL-6 paperirullapihdillä jäännöskapasiteetiksi jää noin 8 000 kg. Tämä tarkoittaa sitä, että pihtimalli pystyy käsittelemään vähintään tuplana kaikkia Anjalassa tuotettuja rullia rinnakkain.

Tässä työssä käytetyt trukkimallit, joiden mahdollisuutta korvata suurempi SMV malli, tulevat Lindeltä. Ensisijaisesti on tutkittu mahdollisuutta käyttää 4,5-8 tonnin nostokyvyllä varustettuja vastapainotrukkeja. Bolzoni-Auramon pihtimallistosta RA-NJ on yleisesti käytössä Stora Enson tehtailla. Laskennalliset jäännöskapasiteetit on esitetty seuraavassa taulukossa ja ne on laskettu Bolzoni-Auramon internetsivuilta löytyvällä laskurilla.

Taulukko 4. Jäännöskapasiteettitaulukko

	Malli	Sarja	Malli	Nostokyky	Jäännöskapasiteetti	
					Ø1 000 mm	Ø1 250 mm
Linde	H45D	RA-NJ	RA-500-NLJ	4 500 kg	2 044 kg	1 790 kg
Linde	H50/500D	RA-NJ	RA-500-NLJ	5 000 kg	2 459 kg	2 154 kg
Linde	H80D	RA-NJ	RA-700NJ	8 000 kg	6 055 kg	5 351 kg

Suhteellisesti 4,5-8 tonnin trukeilla jäännöskapasiteetti on parempi H80D mallilla.

Linde H80D-mallilla pystyy näin ollen käsittelemään kaikkia rullakokoja ongelmitta.

## 8.1 Mukavuus ja käytettävyys

Trukkeihin on olemassa monia työergonomiaan, viihtyvyyteen ja mukavuuteen liittyviä lisävarusteita ja ominaisuuksia. Mukavuus on olennainen osa työhyvinvoinnin edistäjänä. Sillä on suora verrannollisuus työn tuottavuuteen ja tehokkuuteen, etenkin pitkällä aikavälillä. Usean tunnin päivittäinen käyttö kuormittaa tiettyjä osia ihmiskehossa. Omien kokemusten perusteella niska, hartiat, kyljet, selkä ja kyynärvarret ovat rasitettuna eniten. Niska- ja hartiaseudun vammat johtuvat toistuvista suunnanvaihtoista, jolloin päätä joudutaan kääntämään. Kyljet ja selkä rasittuvat epätasaisen lattian johdosta. Kyynärtaipeet rasittuvat huonosta asennosta tai jännityksestä. Trukeissa ei lähtökohtaisesti ole jousituksia, mutta istuimet ovat kehittyneet mukaviksi lattian epätasaisuuksia myötäileviksi malleiksi. Tärkeää olisi, että jokainen käyttäjä asentaisi aina käyttöönottaessaan oikean painoasetuksen penkille

Lindellä on uusia innovatiivisia ratkaisuja mukavuuteen ja turvallisuuteen liittyvinä varusteina. Uusissa EVO-malleissa on vakiona uudelleen muotoilut kyynärtauet, jotka rasittavat vähemmän hartiaseutua. Istuimissa on monia eri varustelutasoja aina ilmastoituihin versioihin asti. Uutena ratkaisuna on ns. kääntyvä työpiste, jossa istuin ja hallintalaitteet kääntyvät 90 astetta, jolloin taaksepäin ajo helpottuu (Linde 2015). Linde BlueSpot™, on turvallisuuteen liittyvä ratkaisu, jossa ajolinjalle valaistaan kahden led-valon avulla piste, jolloin esimerkiksi kulman takaa saapuva henkilö tai trukki havaitsee trukin tulon.

SMV:n tarjoamat ratkaisut liittyvät myös pitkälti käyttömukavuuteen ja turvallisuuteen. Näkyvyys hytistä on tärkeää, etenkin korkealle nostattaessa. Seuraavassa kappaleessa esitellään teknisiä tietoja trukeista. Yllättävä tieto on istuinten korkeuserot, jotka ovat aika pieniä. Korkealle nostaessa, kuten 5-6 m, häviää etu istuinkorkeudessa, jotka ovat 30 senttimetrin luokkaa SMV:n ja Linden H80- malleissa. Konecranes SMV:n teknisiä ratkaisuja ovat ohjauspyörän korvaaminen vasemman käden kyynärtukeen valittavilla hallintalaittevaihtoehdoilla. Niitä ovat vipuohjaus palautuksella tai ilman, sekä miniohjauspyörä. Oikean puolen hallintalaittepaneeliin on valittavissa myös useampi eri vaihtoehto. Elektroniset servo-ohjausvivut, hydraulinen servojoystick tai sähkötoiminen servojoystick. Turvallisuutta lisääviä lisälaitteita on myös saa-

tavana kattavasti, kuten peruutuskamera, automaattinen palohälytys- ja sammutusjärjestelmä. NearGuard varoitusjärjestelmä koostuu RFID tageista, jotka ovat vaaranpaikoissa ja työntekijöiden varusteissa. Järjestelmä ilmoittaa käyttäjälle vaarasta vilkuttamalla valoa kiihtyvästi vaaran lähestyessä. (Konecranes Lifttruck 2015.)

Tulevaisuudessa kustannussäästöjä voidaan saavuttaa eri käyttövoimaa käyttämällä. Jo nyt on saatavilla hybriditruckivaihtoehto Konecranesilta, joka käyttää käyttövoimaan yhdistelmää sähköstä ja diesel polttoaineesta. Sähköllä toimivalla hydraulijärjestelmällä ja superkapasitiivisella sähkönvarauksella saavutetaan jopa 30 % säästö polttoaineesta ja päästöissä. (Konecranes SMV 2015.)

## 8.2 Työn tehokkuuden mittaaminen

Verratessa varaston toimintaa on työntehokkuus monin tavoin vertailukelpoisempi luku kuin kustannustehokkuus. Työntehokkuus on parempi luku, kun mitataan eri varastojen tehokkuutta keskenään. Työntehokkuuden merkittävin mittari on lähtevän rivin käsittelyyn kulunut aika. Lähtevän rivin käsittely sisältää toiminnot, keräily, sisäiset siirrot ja yhdistely. (Aminoff ym. 2004, 45.)

Taulukko 5. Trukkien tekniset tiedot

Valmistaja		SMV Konecranes	Linde	Linde
Malli		SMV 12-1200 B	H80D	H50D/500D
Käyttövoima		Diesel	Diesel	Diesel
Nostokapasiteetti	kg	12000	8000	4990
Kuormituksen paino	mm	1200	610	500
Käyttöpaino	kg	19900	12322	6580
Trukin korkeus ajohyttiin / istuimen korkeus	mm	2905 / 1815	2746 / 1504	2416 / 1264
Kokonaisleveys	mm	2550	2232	1448
Kääntösäde sisempi - ulompi	mm	< 500 - 4775	975 - 3060	2745
Ajonopeus taakse, kuormittamattomana / nimelliskuormalla	km/h	30 / 30	23 / 22	24 / 24
Ajonopeus eteen, kuormittamattomana / nimelliskuormalla	km/h	30 / 30	23 / 22	24 / 24
Nostonopeus, kuormittamattomana / nimelliskuormalla	m/s	0,40 / 0,35	0,53 / 0,49	0,53 / 0,49
Laskunopeus, kuormittamattomana / nimelliskuormalla	m/s	0,40 / 0,40	0,45 / 0,56	0,51 / 0,54
Moottorin teho	kW	147 - 201	85	55
Kiihtyvyys, kuormittamattomana / nimelliskuormalla	s		5,3 / 6,0	5,0 / 5,7
Polttoaineen kulutus	l/h	6 -13	8,8	4,6

Työn tehokkuuteen vaikuttaa suoraan koneet, joilla työtä suoritetaan. Yllä olevassa taulukossa on ilmoitettu tärkeitä trukkien eri ominaisuuksia, jotka vaikuttavat suoraan työn tehokkuuteen. Suurimpana erona suuren SMV trukin eduksi on nostokyky. Muut vertailun tunnusluvut ovat lähellä toisiaan tai heikompia kuin Linde trukeilla. Nopeus on toinen merkittävä etu, koska Anjalassa on pitkät etäisyydet kauemmille varastopai-



koille. Nostonopeus on nopeampi pienemmillä Linde trukeilla, mutta nostokyvyn puute vaikuttaa merkittävästi vakauteen, kun nostetaan korkealle painavia taakkoja. Suurella trukilla nostopainot harvoin ovat lähelläkään maksiminimellisnostokykyä, joten trukin vakauteen ei normaalisti ajon aikana tarvitse vaikuttaa, esimerkiksi vauhtia huomattavasti pudottamalla käännoksissä tai kohdissa joissa lattia on epätasainen. Koon ansiosta voitaisiin varaston layout optimoida, koska käytäväleveyttä voitaisiin kaventaa. Reilu metrin ero kokonaisleveydessä ja pituudessa mahdollistaisi lisärivin lisäämisen varastopaikkaan, jonka avulla saataisiin tonneja uutta varastointikapasiteettia. Uusien paikkojen avulla voitaisiin vaikuttaa ajoittaiseen tilanahtauteen. Leveysetu kuihtuu H80D mallilla, koska siinä on paripyörät eli neljä etupyörää yhteensä SMV:n tavoin edessä. Linden suurin kaksipyöräinen malli on H60D, jonka kokonaisleveys on 1890 millimetriä, eli metrin kapeampi SMV:tä.

## 9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Trukkien välinen vertailu on monivaiheinen prosessi. Usein ajatellaan, että koko on suoraan rinnastettuna tämänhetkiseen siirtotarpeeseen. Näin onkin, mutta liian kapasiteetin mukana kasvavat myös käyttökustannukset. Toisaalta säästö väärässä kohtaa voi aiheuttaa vakavia seurauksia. Mielestäni reservissä kannattaa aina olla jonkin verran ylimääräistä tuotantokykyä yllättävien tapausten varalle.

Trukin hankinnassa on huomioitava laaja tarkastuslista jo ennen hankintavaihetta. Hankinnan jälkeen seurataan trukin käyttöä koko sen elinkaaren ajan. Minkälaisiin käyttöolosuhteisiin trukkia ollaan hankkimassa, kuinka korkealle kuormia tulee pystyä nostamaan, minkä painoisia kuormia, voidaanko toimintoja tehostaa erikois- tai automaattitrukkien avulla, tarvitaanko minkälaisia lisävarusteita, käyttövoima ja kuka vastaa huollosta ja kunnossapidosta. Selvitettävää sisältyy myös elinkaarikustannuksien selvitykseen ja eri rahoitusvaihtoehtojen tarkasteluun.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä selvitys Anjalan Paperitehtaalle trukkipuolen pienentämisen mahdollisuuksista paperirullien tuotevarastolla tuotannon ajossa ja alas otossa. Suurta trukkia käytetään tuotannosta saapuvien rullien varastoon viemiseen (tuotannon ajo) ja varastosta noutoon lastausalueille (alas otto). Suurta trukkia ei voida käyttää lastaukseen, koska Anjalan Paperitehtailla lastataan katettuihin junavaunuihin, kontteihin ja perälastaussilloilta kuorma-autojen perävaunuihin. Lastausta sivuista ei suoriteta, koska tilat eivät nykyisellään sovellu siihen tehokkaasti. Työhön haluttiin

selvittää käyttökustannukset suuren 12 tonnin vastapainotrukista ja verrata niitä pienempään 4,5-8 tonnin vastapainotrukkiin. Lisäksi tuli selvittää pienemmän trukin soveltuvuutta korvaamaan suuremman trukin toiminnot.

Edellytykset ovat parhaimmat 4,5-6 tonnin trukeilla, joilla on suoria verrattavissa olevia hyötyjä.

Suoraan tuotannosta lastaukseen

Kun tuotannosta pystytään siirtämään rullia suoraan lastausyksiköihin, vältetään siirtovaiheelta kokonaan, mikä säästää rullia ja vähentää vaurioitumisriskiä. Käytännössä lastausta suoraan tuotannosta pystytään tekemään junavaunuihin. Usein tuotannosta ei saada montaa vaunua lastattua, koska lajin ja tilauksen muuttuminen kesken ajojen on mahdollista. Jos tuotannosta ajetaan monia eri tilauksia samaan aikaan, ei tuotantovauhti riitä vaunujen riittävään täyttymiseen. Nykyinen 12-tunnin vuoro helpottaa tätä ongelmaa, koska vuorossa on enemmän aikaa täyttää vaunuletka. Vaunuletkojen vaihtoajoja muuttamalla voitaisiin vaikuttaa myös aikaan, jolloin vaunuja voidaan lastata.

Alas otto

Pienemmällä trukilla säästetään jälleen yksi työvaihe kokonaan, koska varastosta ajetaan suoraan lastattavaan yksikköön. Tällä tavalla voidaan lastata varastosta suoraan kaikkiin Anjalassa käytettäviin lastausmuotoihin. Tämän toiminnon suorittamiseen on tavallisesti käytetty lähes poikkeuksetta kahta konetta, jossa toinen suuri trukki tuo lastattavat rullat varastosta ja pienempi trukki lastaa ne. Haittapuolena on lastausajan pidentyminen yhdellä koneella suoritettavan toiminnon johdosta, sekä välimatkan pidentymisen takia. Vaaratilanteita voi lisääntyä varastossa lisääntyvän liikenteen takia, koska rullia ei saada siirrettyä kappalemäärällisesti yhtä monta kuin suuremmalla koneella. Siirtokapasiteetti on teoriassa puolet pienempi.

Varasto

Pienempien trukkien käytöllä saavutetaan kapeusetua nykyiseen verrattuna, joka kompensoi hävittyä korkeusetu, joka SMV trukilla on. Markkinoilla ja käytössä testattuja mastoja on saatavilla, jotka nostavat aina 6 550 mm asti. Varaston kapasiteetti on ajoittainen ongelma Anjalan tuotevarastolla.

## Kustannukset

Silloin jos kaikkia tuotevaraston toimintoja pystyttäisiin suorittamaan samalla kalustolla päästäisiin kaikkein optimaalisimpaan kustannusrakenteeseen. Varaosat ja varakoneet olisivat paremmin saatavilla. Aiemmin tässä työssä käsiteltiin suuren ja pienen trukin kustannusrakennetta ja etu oli selvästi pienemmän puolella. Polttoaineen kuluksessa vuositasolla säästöä kertyisi tuhansia euroja. Pienempien trukkien huolto- ja korjauskustannukset ovat myös edullisemmat.

## Prosessi

Tällä hetkellä Anjalan tuotevarastolla on kaksi työaikamuoto käytössä. TAM 37 - 12 tunnin kierto vastaa tuotannon ajosta sekä junavaunujen suunnittelusta ja lastauksesta yhteensä kolmen hengen voimin. TAM 25 vastaa pääsääntöisesti autojen ja konttien lastauksista TAM 25 vuorossa on 2 henkilöä aamu- ja yksi henkilö iltavuorossa. TAM 37 vuorossa tehtävät on jaettu niin, että yksi vastaa tuotannon ajosta, ja kaksi junavaunujen lastauksesta ja alas otosta. Tarvittaessa he auttavat autokuormien lastaamisessa.

Pienemmillä trukeilla tuotannon ajon tarve lisääntyy, joten sitä tulisi tehdä kahdella koneella samaan aikaan, toinen tehtävä tuotannonajon ohessa olisi kuormaussyksiköiden lastaus. Kolmas huolehtisi junavaunujen suunnittelusta ja lastauksesta. TAM 25 vuorossa kaikki tehtävät olisivat samankaltaisia. Auton tai kontin saapuessa lastaukseen suoritaisi yksi henkilö lastaamisen alusta loppuun.

Työn johtopäätöksenä voidaan todeta trukkipuoleen pienentämisen olevan mahdollista tietyin ehdoin. Trukkien käyttö tulisi käytännössä testata valvotusti ja sovitun soveltuvan ajanjakson pituisena. SMV:n suurin etu tulee nostokapasiteetista johon se on todennäköisesti alun perin hankittukin, joten sen korvaamiseksi on todennettava vastine. Mahdollinen lisätyön tarve tuotannon ajossa ja alas otossa on SMV:n avulla tehty yhdellä koneella. Työssä esitetyssä ratkaisussa toiminnot on korvattu kahdella koneella ja tehtävien vastuiden jakamisella. Etu pienemmällä koneella on turhien rullien käsittelykertojen poistaminen, kustannussäästöt, varmuus ja turvallisuus. Trukkeihin tulisi myös selvittää parhaat mahdolliset varusteet työn tehokasta suorittamista varten, joita esiteltiin aiemmin tässä työssä.

Muita huomioita, joita tein opinnäytetyötä tehdessäni on tehtaiden välisen yhteistyön kehittäminen. Stora Ensolla on samankaltaisia tuotantolaitoksia ympäri maailmaa, eikä havaintojen perusteella jaeta omia kokemuksia riittävästi oman organisaation toimintatavoista. Vertailujohtamisen mallilla voitaisiin jakaa hyväksi todettuja toimintatapoja keskenään ja saavuttaa merkittäviä etuja muiden tehokkaasti suoritetuista toiminnoista ja toisaalta poistaa turhia tai heikkoja prosessin osia. Omia toimintatapoja on totuttu kehittämään itsenäisesti tuotantoyksiköittäin, kun helposti voitaisiin kysellä muilta ensin ja välttyä turhalta suunnittelulta. Haasteita työtä tehdessäni oli samankaltaisen opinnäytetöiden puuttuminen. En löytänyt yhtään trukkikokoja käsittelevää työtä. Tulevaisuudessa trukkien käyttö tulee varmasti muuttumaan entistä tehokkaammaksi uusien teknologiaratkaisujen myötä. Kehitys tulee suuntautumaan turvallisuuteen, ympäristövaikutuksiin ja tehokkuuteen.

## LÄHTEET

Ergonomia 2015. Saatavissa: [www.tyosuojelu.fi/fi/ergonomia](http://www.tyosuojelu.fi/fi/ergonomia) [viitattu 2.2.2015].

ESLogC 2015. SISÄLOGISTIikka - Sisälogistiikan uudet tekniikat. Saatavissa: [http://www.eslogc.fi/images/stories/Sislogistiikka\\_2\\_Loppuraportti.pdf](http://www.eslogc.fi/images/stories/Sislogistiikka_2_Loppuraportti.pdf) [viitattu 2.4.2015].

Google Maps. Saatavissa: <https://www.google.fi/maps> [viitattu 4.11.2014].

Hokkanen, S. Karhunen, J. & Luukkainen, J. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.

Hokkanen, S. Virtanen, S. 2013. Varastonhoitajan käsikirja. Tallinna: Raamatutrükikoda.

Ikäheimo, S., Malmi, T. & Walden, R. 2012. Yrityksen laskentatoimi. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kankkunen, K. 2005. Mittareilla menestykseen: sokkolennosta hallittuun nousuun. Helsinki: Talentum.

Kaplan, R., Norton, D. 1996. The Balanced Scorecard. Translating Strategy into Action. Harvard Business School Press.

Karhunen, Jouni., Pouri, Reijo. & Santala, Jouko 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: WS Bookwell.

Karjalainen, A. 2002. Mitä Benchmarking-arviointi on? Saatavissa: [www.oulu.fi/w5w/benchmarking/bm.RTF](http://www.oulu.fi/w5w/benchmarking/bm.RTF) [viitattu 24.11.2014].

Karrus, K. E. 1998. Logistiikka. Juva: WS Bookwell Oy.

Laari, S., Lorentz, H., Ojala, L., Solakivi, T., & Töyli, J. 2012. Logistiikkaselvitys 2012. Liikenne ja viestintäministeriö. Saatavissa: <http://www.lvm.fi/julkaisu/-/view/4109813>.

Lecklin, O. 1999. Laatu yrityksen menestystekijänä. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.

Logistiikan käsitteet ja termit 2015.

[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Logistiikan\\_k%C3%A4sitteet\\_ja\\_termit](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Logistiikan_k%C3%A4sitteet_ja_termit) [Viitattu 12.1.2015].

Richards, G. 2014. Warehouse management: Toinen painos. Lontoo: Kogan Page.

Ritvanen, T., Inkiläinen, A., von Bell, A., & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B - vähemmällä enemmän. Helsinki: Hakapaino Oy.

Stora Enson 2013. vuosikertomus 2013. Muutos ja mahdollisuus. Saatavissa:

[http://assets.storaenso.com/se/com/DownloadCenterDocuments/Stora\\_Enso\\_Rethink\\_F\\_2013.pdf](http://assets.storaenso.com/se/com/DownloadCenterDocuments/Stora_Enso_Rethink_F_2013.pdf).

## HAASTATTELUT

4.9.2014

Stora Enso Anjalankoski. Alueyönjohtaja Erkki Länsimies, logistiikkapäällikkö Tommi Huttunen ja tehdaspalvelupäällikkö Juha Metsäranta.

25.11.2014

Stora Enso Imatra. Logistiikkapäällikkö Tommi Huttunen ja logistiikkainsinööri Jukka Eronen.

10.12.2015

Stora Enso Varkaus. Kuljetuspäällikkö Heikki Kauhanen ja työnjohtaja Juha Jussila.