

Laivanlastausprosessin mittaaminen ja tehostaminen

Ville Paananen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2019
Tekniikan ja liikenteen ala
Logistiikkainsinööri (YAMK), logistiikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Paananen, Ville	Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK	Päivämäärä Toukokuu 2019
	Sivumäärä 46	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Laivanlastausprosessin mittaaminen ja tehostaminen		
Tutkinto-ohjelma Logistiikan koulutusohjelma, ylempi AMK		
Työn ohjaaja(t) Lehtola Pasi, Kervola Henri		
Toimeksiantaja(t) Yara Suomi Oy, Siilinjärven tehtaot		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää Yaran Siilinjärven tehtaiden logistiikkaosaston laivanlastausprosessi – mallin muutosta ja siinä saavutettuja hyötyjä. Tutkittiin laivanlastausprosessin tehostamista sekä kannattavuutta mittaamalla ja vertaamalla alku- ja lopputilannetta.</p> <p>Teoriapohjana tutkimuksessa käytettiin logistiikkaprosessin tehostamista, logistiikan kapasiteetin hallintaa, make or buy – päätöstä ja prosessin ulkoistamista kolmannelle logistiikkakumppanille. Lisäksi teoriassa tarkasteltiin prosessin mittaamista sekä investoinnin kannattavuutta.</p> <p>Tutkimus tehtiin kvantitatiivisena tutkimuksena ja se oli vertaileva tutkimus, jossa verrattiin alku- ja lopputilannetta keskenään. Kerättyä dataa saatiin lastaussovelluksesta ja se käsitti ajanjakson 21.9.2016 – 7.9.2017. Dataa saatiin prosessista kerättyä yhteensä 4767 riviä. Kerätty data analysoitiin ja siitä saatiin määritettyä lastaustehokkuuden muutos. Prosessiin liittyvät kustannukset saatiin SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä, jonka jälkeen voitiin verrata kustannusten muutosta.</p> <p>Laivanlastausprosessi – malli tehostui uudelleensuunnittelun myötä, kun kapasiteettia ja resursseja saatiin optimoitua luopumalla prosessin ulkoistamisista kolmannelle palveluntarjoajalle. Tutkimuksen mitattuina tuloksina prosessin kannattavuus parani, mutta tehokkuus laski.</p> <p>Kokonaisuudessaan todettiin, että kannattavuuden parannus on niin suuri, että tehokkuuden laskulla ei tässä tapauksessa ole negatiivista vaikutusta. Logistisen prosessin muutos oli hyvä mitata, koska sen avulla saatiin osoitettua muutoksen todellinen hyöty.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat) logistiikkaprosessi, make or buy, prosessin tehostaminen, prosessin mittaaminen</p>		
Muut tiedot		

Author(s) Paananen, Ville	Type of publication Master's thesis	Date May 2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 46	Permission for web publication: x
Title of publication Measuring and developing a ship loading process		
Degree programme Master's Degree Programme in Logistics		
Supervisor(s) Lehtola Pasi, Kervola Henri		
Assigned by Yara Suomi Oy, Siilinjärvi site		
Abstract <p>The aim was study the changes in Yara Siilinjärvi site ship loading process and the benefits of the changes. The study evaluated the ship loading process development by measuring and comparing the beginning and the end situations.</p> <p>The theoretical part of the study discussed developing logistics processes, logistics capacity management, make or buy -decisions and outsourcing a process for a third party in logistics. The theoretical part also examined process measurement and return of investment.</p> <p>The study was made as quantitative research and it was also a comparative study where the beginning and the ending situations were compared. The data was collected from the loading software and the time frame is from 21th September 2016 to 7th September 2017. The amount of the total data collected was 4767 rows. The collected data was analyzed and the change of the efficiency of the loading process was defined. All costs according to the process were collected from the enterprise resource planning software. The costs and the loading efficiency enabled comparing the change in the costs.</p> <p>The performance of the ship loading process increased with the redesigning process. The capacity and the resources were optimized when part of the process was outsourced. As measured results in the study the profitability increased but the effectivity decreased.</p> <p>All in all, the increased the profitability was so high that the decreasing effectivity did not have a negative influence. Measuring the logistics process was important to indicate the actual benefits of the change.</p>		
Keywords/tags (subjects) logistic process, make or buy, process improvement, measuring process		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
2	Tutkimusasetelma	5
2.1	Teoreettinen viitekehys ja tutkimusongelma	5
2.2	Tutkimuskohteen rajaus.....	6
2.3	Tutkimusote.....	6
2.4	Tutkimuksen suorittaminen käytännössä	6
2.5	Opinnäytetyön rakenne	7
2.6	Käytetyt tutkimusmenetelmät	7
3	Logistiikkaprosessin kehittäminen	8
3.1	Logistiikan merkitys	8
3.2	Prosessin tehostaminen	9
3.3	Prosessin kapasiteetin hallinta	11
4	Make or Buy –päätös	12
4.1	Päätökseen vaikuttava ympäristö ja tekijät	13
4.2	Prosessin ulkoistaminen - kolmas osapuoli logistiikkakumppanina	14
5	Logistiikkaprosessin kannattavuus.....	16
5.1	Prosessin mittaaminen	16
5.2	Investoinnin kannattavuus	17
6	Laivanlastausprosessin uudistaminen.....	18
6.1	Lannoitteiden tuotanto ja toimitukset.....	19
6.2	Laivanlastausprosessin kuvaus.....	22
6.3	Laivanlastausprosessin entinen malli.....	24
6.4	Laivanlastausprosessin uusi malli.....	25
6.5	Laivanlastausprosessin kehittäminen	27
7	Aineiston analyysi.....	29

7.1	Laivanlastausprosessin tilastot alkutilanteessa Siilinjärvellä	30
7.2	Laivanlastausprosessin tilastot lopputilanteessa Siilinjärvellä.....	32
7.3	Laivalastausprosessin tehostuminen	33
8	Johtopäätökset.....	35
9	Pohdinta	36
	Lähteet.....	38
	Liitteet	39

Kuviot

Kuvio 1: Make or Buy – päätös (Cánez, Platts, ja Probert 2000, 1322, muokattu).....	13
Kuvio 2: Mitä on logistinen suorituskyky? (Chow, Heaver, ja Henriksson 1994, 23, muokattu).....	16
Kuvio 3: Logistiikan vaikutukset ROI:hin (Christopher 2016, 71, muokattu)	18
Kuvio 4: Lannoitteiden toimituskalenteri Siilinjärveltä	20
Kuvio 5: Laivanlastausprosessi alkutilanteessa	24
Kuvio 6: Laivausprosessi alkutilanteessa.....	25
Kuvio 7: Laivanlastausprosessi lopputilanteessa	26
Kuvio 8: Laivausprosessi lopputilanteessa	26

Taulukot

Taulukko 1: Siilinjärven ja Kokkolan lastaukset sekä Siilinjärven tuotantomäärät.....	19
---	----

1 Johdanto

Yara International ASA on yksi maailman suurimmista typpilannoiteiden valmistajista maailmassa, jonka tytäryhtiö Yara Suomi Oy on. Yaralla on toimintaa 60 eri maassa ja Yaralla työskentelee yli 16 000 työntekijää. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Norjan Oslolla. Yaralla on tällä hetkellä suurimmat tehtaot Euroopassa, mutta erityisesti Etelä-Amerikan kasvavat markkinat ovat saaneet yhtiön investoimaan viime vuosina Brasilian tehtaisiin ja tuotantoon. Yaran tuotteita myydään 160 eri maahan ja Yara myy lannoitteita vuosittain 27,2 miljoonaa tonnia. Yara on listautunut Oslon pörssiin ja sen liikevaihto oli vuonna 2017 11,4 miljardia dollaria.

Suomessa toimi aiemmin valtion omistuksessa ollut lannoitteiden valmistaja Kemira GrowHow, jolla oli tehdastoimintaa neljällä eri paikkakunnalla, Siilinjärvellä, Uudessakaupungissa, Kokkolassa ja Harjavallassa. Suomen valtio päätti myydä omistuksensa Kemira GrowHow:sta Yara Internationalille ja näin ollen siitä tuli kansainvälisen lannoitevalmistajan uusi tytäryhtiö vuonna 2007. Yara toimii Suomessa nimellä Yara Suomi Oy ja tällä hetkellä yrityksellä on toimintaa Suomessa Siilinjärvellä, Uudessakaupungissa, Kokkolassa ja Espoossa, jossa sijaitsee Suomen pääkonttori.

Lannoitteiden tarve maataloudessa kasvaa maapallolla sitä mukaa, kun ihmisten määrä maapallolla kasvaa. Tällöin tarvitsee viljellä ja tuottaa ruokaa koko ajan isommalle populaatiolle ja samalla maanviljelyyn käytettävien hehtaareiden määrä vähenee ja niiden tuotto pitäisi pystyä maksimoimaan. Tällöin käytetään lannoitusta, jolla saadaan parannettua kasvien ja peltojen satoa, sekä lisättyä kotieläimille käytettävien rehujen ravinteita ja hivenaineita. Suomessa korostuu lannoitteiden käyttö, koska luontainen kasvukausi on huomattavasti lyhyempi, kuin Keski-Euroopassa. Lyhyellä kasvukaudella pitäisi saada maksimoitua viljeltävän alan tuotto ja siinä auttaa oikeanlaiset lannoitteet.

Suomeen myytävien lannoitteiden määrät ovat muuttuneet viimeisen kahden kymmenen vuoden aikana ja samalla myös kilpailu on lisääntynyt. Kotimaan markkinat olivat myös paljon suuremmat tuohon aikaan ja valtio tuki maanviljelyä pitämällä lannoitteiden hinnat matalalla, koska valtio omisti lannoitteiden valmistajan, Kemira GrowHow:n.

Valtion myytyä Kemira GrowHow:n kansainväliselle lannoitevalmistajalle Yaralle, muuttuivat Suomen tuotantolaitosten markkinat globaaleiksi. Suomeen alkoi tulla enemmän tuontilannoitteita muun muassa Venäjältä ja samalla Suomen lannoitetehtaiden kapasiteetistä alkoi jäädä enemmän tuotantoa kotimaan markkinoiden jälkeen myytäväksi ulkomaille. Näin ollen viime vuosina Yara Suomi Oy on alkanut pohtia muita kohdemarkkinoita ulkomailta ja näille sopivia toimitusvaihtoehtoja. Tämän myötä laivanlastausprosessin kehittäminen nousi yhdeksi avaintekijäksi 2010 –luvulla.

Siilinjärven tehtaiden laivanlastausprosessia lähdettiin kehittämään, koska vientilannoitteiden määrä on ollut kasvussa jatkuvasti ja sama trendi on nähtävissä myös tulevaisuudessa. Yhtiön tavoitteena on ollut tuotantomäärien kasvattaminen Siilinjärven tehtaalla ja tuotannon tehostaminen sekä kustannustehokkuuden parantaminen. Näin ollen logistiikkaosaston laivanlastausprosessi vaati myös uudistusta. Tämän tutkimustyön tavoitteena on selvittää, kuinka hyvin logistiikkaosaston laivanlastausprosessin tehostamisessa päästiin suunniteltuihin tavoitteisiin.

2 Tutkimusasetelma

2.1 Teoreettinen viitekehys ja tutkimusongelma

Työssä käytettiin teoreettisena taustana logistiikkaprosessin, ostopäätöksen ja kannattavuuden teorioita. Logistiikkaprosessin teoriaviitekehys muodostui prosessin tehostamisesta ja kapasiteetin hallinnasta. Ostopäätöksen teoriaosuus painottui make or buy – malliin sisäisten ja ulkoisten ärsykkeiden pohdintaan. Kannattavuuden teorialat käsittelivät kapasiteetin hallintaa ja investoinnin kannattavuutta. Teoria osuuden näkökulmasta avainkäsitteitä ovat:

- Logistiikka
- Valmista tai osta, make or buy
- Sijoitetun pääoman tuotto, return on investment (ROI)
- Toimitusketjun hallinta, supply chain management (SCM)
- Juuri oikeaan aikaan, just-in-time (JIT)
- Kapasiteetin hallinta tuotannossa, capacity oriented production
- Kolmas osapuoli logistiikkakumppanina, third party logistics (TPL)

Tutkimusongelmana oli selvittää laivanlastausprosessin tehostamisen vaikutukset yritykselle. Prosessin tehostamista arvioitiin laivanlastausmäärien ja kannattavuuden parantumisen näkökulmasta sekä kustannusten näkökulmasta.

2.2 Tutkimuskohteen rajaus

Työssä tutkittiin Yara Siilinjärven tehtaiden laivanlastausprosessin muutosta. Tutkimuskysymyksinä työssä olivat:

- Kuinka kehittää laivanlastausprosessi -mallia?
- Kuinka parantaa laivanlastausprosessin tehokkuutta ja kannattavuutta?

2.3 Tutkimusote

Tutkimuksessa käytettiin teoriaosuudessa aihepiiristä julkaistuja artikkeleita ja kirjallisuutta. Empiirisessä tutkimusosuudessa tutkimusote oli kvantitatiivinen. Tutkimus oli vertaileva, koska siinä analysoitiin laivanlastausprosessin alku- ja lopputilannetta toteutetun muutoksen myötä.

2.4 Tutkimuksen suorittaminen käytännössä

Tutkimuksessa käytetty data saatiin Lahti Presicionin lastaussovelluksesta. Aineisto käsitti aikavälin 21.9.2016 – 7.9.2017. Aineisto muodostui lastausraporteista, joissa oli lastauspäivät ja kellonajat sekä tonnimäärät. Lisäksi dataa saatiin SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä toteutuneista vuosittaisista lastausten tonnimääristä sekä kustannuksista (henkilötuntihinta, urakoitsijan tuntihinta, lastauksen tonnihinta ja lastauskaluston leasing-hinta). Kustannukset perustuvat yhtiön määrittämiin hinnoihin ja yhteistyökumppaneiden kanssa laadittuihin sopimuksiin.

Dataa hyödynnettiin tutkimuksessa arvioimalla laivanlastausprosessin muutoksen vaikutusta alku- ja lopputilanteessa prosessia muutettaessa. Aineiston analysointi toteutettiin Microsoft Excel-ohjelmistolla. Laskelmat tehtiin Excel-ohjelmiston pivot- ja kaavatoiminnoilla. Olennaisimmat lasketut vertailuarvot olivat lastaustehokkuus tonneissa ja euroissa. Lopputuloksena vertailtiin alku- ja lopputilanteen muutosta ja saavutettua kokonaissästöä muutoksen myötä.

2.5 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö alkaa kappaleesta yksi, joka on johdanto, jossa kerrotaan Yarasta ja lan- noitemarkkinoista sekä johdatellaan tutkimukseen. Tutkimusasetelma on kappaleessa kaksi, jossa kerrotaan tutkimuksen teoriatausta, tutkimuskysymykset sekä tutkimuk- sen toteutustapa. Kappaleissa kolme, neljä ja viisi kerrotaan tutkimukseen liittyvää teoriaa logistiikkaprosessin kehittämistä ja mittaamisesta. Kappaleissa kuusi ja seit- semän kerrotaan empiirisestä tutkimuksesta eli siitä kuinka Yara Siilinjärven tehtailla uudistettiin logistiikkaprosessi – mallia sekä kuinka tehokas ja kannattava tämä muu- tos oli. Kappaleessa kahdeksan esitetään johtopäätökset tutkimuskysymyksiin. Kappa- leessa yhdeksän pohditaan työn lopputulosta.

2.6 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä käytettävä tutkimustyyppi on kvantitatiivinen tutkimus. Perusteluina tälle käytetään Hirsijärven, Remes ja Sajavaaran (1996) teosta *Tutki ja kirjoita*, jossa kerrotaan kvantitatiivisesta tutkimuksesta. Työssä kerättiin määrällistä aineistoa, jota voidaan hyvin käyttää numeeriseen mittaamiseen (aika, tehokkuus) sekä tekemään näistä tilastollisesti käsiteltäviä. Prosessin mittaaminen ei perustu laadulliseen eli kva- litatiiviseen tutkimukseen jossa keskitytään määrän sijasta laatuun, jolloin menetelmä on esimerkiksi haastattelu.

Tämän kaltaiseen prosessin mittaamiseen perustuva tutkimus sisältää määrällistä ja numeerista mittaamista. Määrällinen tutkimus perustuu siihen, että päätelmät teh- dään havaintoaineiston tilastolliseen analysointiin perustuen. Tässä tapauksessa ha- vaintoaineisto on kerätty laivanlastaussovelluksesta ja SAP- toiminnanohjausjärjestelmästä.

Tässä työssä kerätty aineisto on laivanlastaussovelluksesta, joka on Lahti Precision te- kemän, sekä tuotannonohjausjärjestelmästä SAP. Laivanlastaussovelluksesta on mah- dollista saada tarkat lastaustiedot laivoittain missä näkyy lastatut määrät (tonneissa), kellonajat (lastauksen aloitus- ja päättymisaika) sekä tuote. Tiedot tallentuvat fdb-tie- tokantaan mistä niitä voidaan tutkia jälkikäteen.

SAP-tuotannonohjausjärjestelmästä on mahdollista saada tietoa kustannuksista liittyen laivauksiin. Alkutilanteessa toteutettuna kustannukset muodostui seuraavista eristä:

- omien työntekijöiden tuntihinta
- urakoitsija 1: kustannukset/kuljetuksen tuntihinta (sis. kuorma-auton ja työntekijä)
- urakoitsija 2: laivanlastauksen tonnihinta (sis. lastauskoneen ja kuskin hinnan)

Lopputilanteessa toteutettuna kustannukset tulivat muodostumaan seuraavista eristä:

- omien työntekijöiden tuntihinta
- oman kuljetuksen kustannukset:
 - omien työntekijöiden tuntihinta
 - leasingkoneen vuokra sis. huollot
- urakoitsija 2: laivanlastauksen tonnihinta (sis. lastauskoneen ja kuskin hinnan)

3 Logistiikkaprosessin kehittäminen

Luvussa perehdytään logistiikan käsitteeseen ja sen merkitykseen osana yrityksen toimintaa. Lisäksi pohditaan logistiikkaprosessin kehittämistä ja logistisen prosessin kapasiteetin hallintaa.

3.1 Logistiikan merkitys

Logistiikka on yksinkertaisuudessaan Aghazadehin (2003) mukaan strateginen prosessi, jossa hallinnoidaan materiaalien ja tuotteiden, sekä niihin liittyvän tiedon liikuttamista ja varastointia mistä tahansa valmistusvaiheesta asiakkaan vaatimuksen täyttämiseen saakka.

Logistiikasta on olemassa useita erilaisia määrittelyjä ja yksi niistä on *Seven R's of Logistics*. Sen mukaan logistiikka varmistaa saatavuuden oikealle tuotteelle, oikealle määrälle, oikealle kunnolle, oikeassa paikassa, oikeaan aikaan, oikealle asiakkaalle ja oikealla hinnalla.

Council of Logistics Management määrittelee logistiikan osaksi toimitusketjua, joka suunnittelee, toteuttaa ja kontrolloi tehokkuutta tehokkaasti ja varastoi tuotteet ja

palvelut sekä niihin liittyvät tiedot alkuperäisestä pisteestä käyttöpaikkaan asiakkaan vaatimukset huomioon ottaen. (Rutner ja Langley 2000, 73)

Christopher muotoilee logistiikan olevan osa laajempaa kokonaisuutta, eli toimitusketjun hallintaa, Supply Chain Managementia (SCM). SCM etsii linkkiä erilaisten prosessien, toimittajien sekä asiakkaiden välillä. Logistiikan itsessään hän kuvaa seuraavasti: ”Logistiikka on prosessi, joka strategisesti hallinnoi hankintoja, materiaalien liikuttelua ja varastointia, osien ja valmiiden tuotteiden varastointia organisaation ja sen markkinoitikanavien läpi siten, että sen nykyinen ja tuleva kannattavuus on maksimoitu kustannustehokkaiden tilauksien toteuttamiseksi.” (Christopher 2005a, 4)

3.2 Prosessin tehostaminen

Yritykset pyrkivät saamaan kilpailuetua toisiin yrityksiin nähden tehostamalla omia prosessejaan. Persson antaa yhdeksi vaihtoehdoksi tehostaa prosessia, sen uudelleen suunnittelun, ”*redesign*” avulla. Persson käyttää teoriassaan termiä *Response Cycle*, logistisien prosessien yhteydessä. *Response cycle* on jaettu kolmeen eri ryhmään. Teoriassa analysoidaan ja pyritään ymmärtämään materiaali- ja tietovirtoja (Persson 1995, 17, 20)

Ensimmäisessä ryhmässä keskitytään kahden komponentin välisiin tapahtumiin toimitusjärjestelmässä. Tähän liittyy vahvasti läpimenoaika ja materiaalivirran tehostaminen lyhentämällä läpimenoaikaa. Pitkät läpimenoajat kasvattavat varastoja ja lyhyet toimitusajat pienentävät niitä. Pitkä läpimenoaika vaikeuttaa myös menekin ennustamista, koska pidemmän ajan päähän on aina vaikeampi ennustaa tuotteen tai tavaran menekkiä, kuin vaikka seuraavalle viikolle tarvittavat resurssit. Epävarma menekki tai myynti kasvattaa aina hukkaa joko varastojen tai odottelun muodossa. Epävarmuutta vastaan on totuttu käyttämään puskurivarastoja joilla voidaan vastata mahdolliseen kovaan kysyntään. Mikäli tilauksia ja toimituksia tehtäisiin säännöllisesti toimittajalta, varastot olisivat pienempiä ja joustavuus kasvaisi tuotannon näkökulmasta pienempinä varastoina.

Toisessa ryhmässä Persson (Persson 1995, 18) ottaa esille monimutkaisuuden jota logistisissa prosesseissa monesti on. Monimutkaisuutta lisää tuotevalikoiman määrä, varastojen määrä, toimittajien määrä sekä toimijoiden määrä logistisessa ketjussa. Mitä

monimutkaisempi järjestelmä on, sitä enemmän myös hukkaa tulee sen seurauksena. Mikäli pystytään vähentämään monimutkaisuutta, saavutetaan yleensä pienemmät varastot ja vähemmän hukka-aikaa.

Kolmannessa ryhmässä Persson (Persson 1995, 19) kertoo logististen prosessien johtamiseen ja hallinnointiin liittyvistä näkökulmista. Näitä ovat suunnittelu ja kontrollointi, prosessin kontrollityökalut ja organisaation asetukset prosessille.

Suunnitteluun ja kontrollointiin on peruseriaatteita kuten *Just-in-Time* ja *Capacity Oriented Production*. Kaikilla peruseriaatteilla on sama tarkoitus, mutta käytettävä periaate riippuu prosessin lähtökohdista ja siitä miten hyvin se sopii nykyiseen tilanteeseen. Prosessin kontrollityökaluilla tarkoitetaan nimenomaan informaation prosessityökaluja, joita käytetään suunnittelu ja kontrollointi vaiheessa. Nämä auttavat päätöksentekijää keskittymään tärkeisiin osa-alueisiin ja suojaamaan hänet liialliselta informaatiotulvalta. Päätöksentekijä pystyisi näkemään kriittiset tapahtumat ennalta ja tekemään riittävät toimenpiteet ajoissa.

Organisaation asetuksiin kuuluu erilaisia työkaluja joihin liittyvät oleellisesti tavoitteet, politiikka ja linjavedot sekä säännöt ja rutiinit. Kaikissa organisaatioissa tarvitaan keinoja koordinoida materiaali- ja tietovirtoja, mutta niiden koordinoinnin on oltava oikeassa suhteessa erikoistumisen kanssa. Mitä erikoistuneempi kyseinen toiminto on, sitä enemmän se vaatii koordinointia.

Prosessin tehostamisen täytyy näkyä materiaali- tai tietovirroissa fyysisesti. Kun halutaan parantaa prosessin suorituskykyä, pitää sen vaikuttaa prosessin operatiivisiin, rakenteellisiin tai hallinnollisiin ominaisuuksiin. Läpimenoaika on yleinen käsite jota voidaan käyttää kaikilla segmenteillä ja jokaisella tasolla materiaaleissa ja tietovirroissa. Läpimenoaika kuuluu jokaiseen logistiseen prosessiin, sekä sisäiseen-, että ulkoiseen logistiikkaan. On tärkeää tiedostaa, että kaikki toiminnot tai aktiviteetit eivät lisää arvoa tuotteeseen tai palveluun asiakkaan näkökulmasta. Aktiviteetit jotka eivät lisää arvoa prosessissa tulisi poistaa, jos se on mahdollista. (Persson 1995, 20)

Perssonin (1995) mukaan läpimenoaikaa voi periaatteessa vähentää kolmella eri tavalla:

- 1) Yksittäiset toiminnot tehtäisiin samanaikaisesti.
- 2) Paremman synkronoinnin ansiosta odotusajat pienenevät toimintojen välissä.

3) Yksittäinen toiminto yksinkertaistetaan tai poistetaan, jos mahdollista.

Monet yritykset ovat Perssonin (Persson 1995, 21) mukaan saaneet merkittäviä parannuksia läpimenoaikoihin yhdessä toimittajien ja asiakkaiden kanssa. Tällöin organisaatioiden välinen yhteistyö voi parantaa läpimenoaika, laatua ja tuottavuutta kaikilla osallisilla yrityksillä. Kuljetuksissa aika on perustunut pääsääntöisesti kuljetusmuotoihin, mutta pitää muistaa, että aikaan vaikuttavat myös kuljetusten säännöllisyys ja toistuvuus. Molemmat vaikuttavat suoranaisesti läpimenoaikoihin ja prosessin tehostamiseen.

Christopherin mukaan aika on tullut yhä tärkeämmäksi osaksi teollisuuden hankintoja ja asiakkaiden hankintaa ja päätöksentekoa. Teollisuus etsii jatkuvasti uusia toimijoita jotka voisivat tarjota heidän määrittelemäänsä laatua nopeammalla toimitusajalla. Kuluttajamarkkinoilla tämä näkyy siinä, että asiakkaat haluavat tietyn merkin, mutta mikäli merkkiä ei ole saatavilla he päätyvät vastaavaan merkkiin ja tuotteeseen eivätkä jää odottamaan toisen toimitusta. (Christopher 2005b, 145)

Samaa asiaa pohti myös Persson (Persson 1995, 13) viittaamalla siihen, että aika perusteinen kilpailu on tullut yhä suosituimmaksi yritysten välillä. Nykyään on yhä vaikeampaa saada kilpailuetua pelkän tuotteen tai myyntistrategian perusteella vaan on tärkeää keskittyä niihin osa-alueisiin joista asiakas saa lisäarvoa. Näitä ovat tapaukset joissa asiakkaan odotukset on täytetty tai jopa ylitetty tuotteen tai palvelun saatavuudessa, laadussa ja kustannustehokkuudessa. Samanaikaisesti on pystyttävä tuomaan lisäarvoa osakkeenomistajille tekemällä voittoa ja kasvattamalla yritystä.

3.3 Prosessin kapasiteetin hallinta

Logistiikkakustannusten vähentäminen on ollut pidemmän aikaa useamman teollisuudenalan tavoitteena, varsinkin, jos puhutaan suhteellisen halpojen tavaroiden kuten sementin, öljyn tai lannoitteiden kuljettamisesta. Näillä tuotteilla kuljetuskustannukset näyttelevät huomattavaa prosenttiosuutta kokonaisymyynnistä. Yksi tapa parantaa ja tehostaa kuljetusta on kuljettaa isompia määriä ja varastoida isompia eriä. Samalla tulee miettiä miten voidaan säilyttää tuotteiden hyvä saatavuus markkinoilla, että tuo-

tetta olisi saatavilla aina silloin, kuin kysyntää olisi. Yleisesti tiedetään hankalaksi saavuttaa tasapaino tuotteiden saatavuuden ja kuljetuskustannusten välille niillä tuotteilla joilla on usein korkea epävarmuus, pitkät viipymät ja matala näkyväisyys tulevaisuuteen. (Pujawan, Arief, ja Tjahjono 2015)

Pujawanin (Pujawan ym 2015) mukaan bulk-tuotteiden logistiikassa iso vuorovaikutus on laivojen suunnittelulla ja varastojen kapasiteetillä. Tämä käy ilmi nimenomaan oikeassa ajoituksessa ja laivojen saapumisessa sekä niiden lastauksessa. Laiva voi myöhästyessään aiheuttaa tuotteen loppumisen määränpäässä. Saapuessaan liian ajoissa laivan tuotteelle ei välttämättä ole varastopaikkaa vapaana. Kuljetuskustannuksiin vaikuttaa tietysti lastauksen ja purkamisen nopeus sekä säävaraukset, jos tuotetta ei voi käsitellä esimerkiksi sateella.

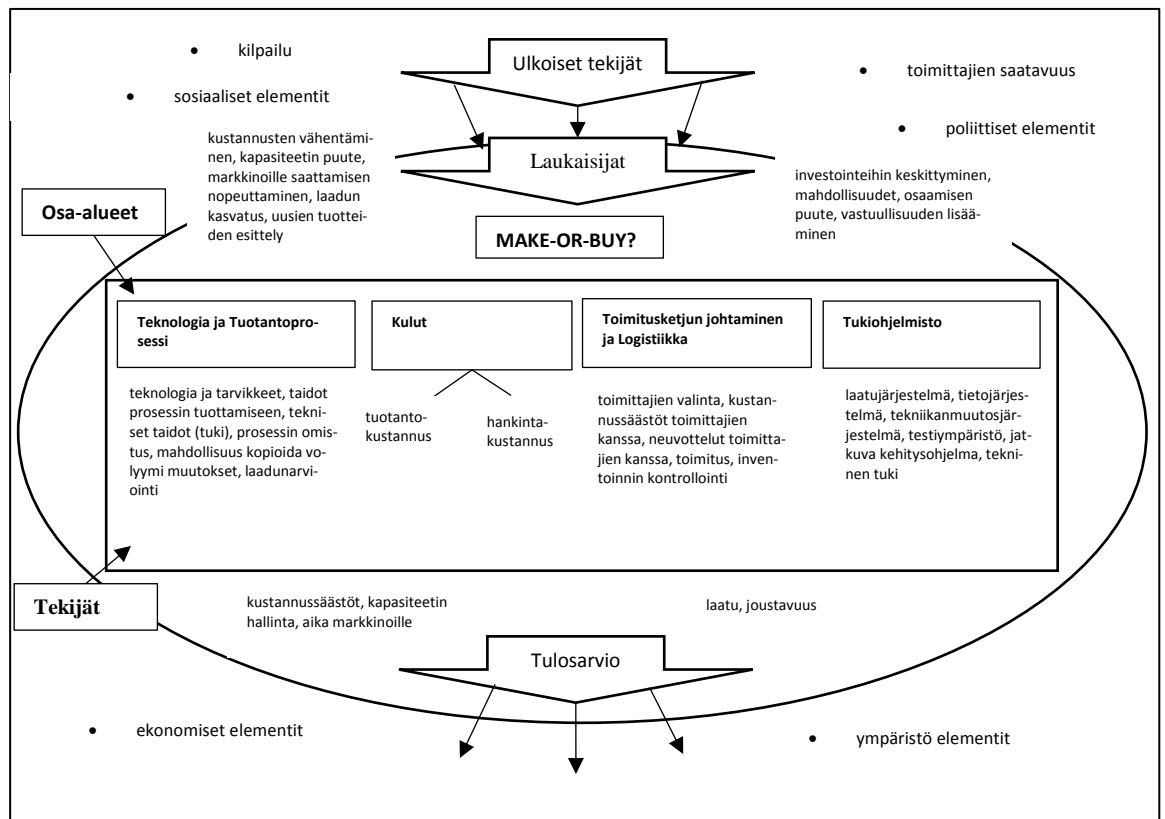
Alp ja Tan (2008) käsittelevät kapasiteetin hallintaa tuotteiden valmistamisen kautta. Kapasiteetin hallinta on osa lähes kaikkia valmistavia yrityksiä joiden tuotteilla on epävarma kysyntä. Kapasiteetti voidaan määritellä kokonaistuottavuudella, jolloin kaikki resurssit kuten työvoima ja koneet ovat käytetty hyväksi. Kokonaiskapasiteettia voidaan kasvattaa hankkimalla väliaikaisia resursseja kuten työvoimaa, tekemällä ylitöitä, teettämällä ulkoisella tekijällä tai vuokraamalla koneita ja laitteita. Kapasiteetti päätökset tehdään kaikilla päätöksen teko tasoilla, strategisella, taktisella ja operatiivisella tasolla.

4 Make or Buy –päätös

Luvussa syvennytään make or buy – päätöksen tekemiseen. Termiä make or buy – päätös käytetään johdon pohtiessa sitä, että kehittävätkö he prosessia sisäisesti vai ulkoistavatko he prosessin. Prosessin sisäinen kehityspäätös tarkoittaa vertikaalista integrointia eli käytännössä olemassa olevien omien prosessien kehittämistä ja tehostamista. Sen sijaan prosessin ulkoistamispäätös tarkoittaa uuden yhteistyökumppanin etsintää ja vertailua. Päätöstä tehtäessä tärkeintä on saada integroitua erilliset prosessit ja toimittajat toimimaan yhteen. (Krajewski, Malhotra, ja Ritzman 2016, 519)

4.1 Päätökseen vaikuttava ympäristö ja tekijät

Make or buy – päätöstä voidaan lähestyä monesta eri näkökulmasta kuten talouden-, hankinnan-, kirjanpidon- ja strategisen johtamisen näkökulmista. Kirjallisuudessa make or buy – päätöksiin haetaan yleensä vastauksia kahdesta eri pääsuunnasta, kustannusten kannalta tai strategian kannalta. (Cánez, Platts, ja Probert 2000)



Kuvio 1: Make or Buy – päätös (Cánez, Platts, ja Probert 2000, 1322, muokattu)

Yllä olevassa kuviossa 1 on kuvattu make or buy – päätökseen vaikuttavia tekijöitä. Ulkoisiin tekijöihin yrityksellä ei ole vaikutus mahdollisuutta tai sitten mahdollisuus on hyvin pieni. Nämä ulkoiset tekijät yleensä aktivoivat laukaisijat jotka käynnistävät make or buy – analyysin yrityksessä. Esimerkiksi kiristynyt hintakilpailu markkinoilla pakottaa yrityksen yleensä vähentämään kustannuksiaan. Kustannuksia voi vähentää eri osa-alueiden kautta, kuten teknologian tai tuotantoprosessien avulla, kuluja vähentämällä, toimitusketjun ja logistiikan kautta tai tukiohjelmistojen avulla. Näissä osa-alueissa on eri tekijöitä joiden avulla yritys voi yrittää muuttaa toimintatapaansa tai ostaa ulkopuoliselta toimijalta sellaista osaamista tai teknologiaa jota he eivät itse pysty tuottamaan. Usein esimerkiksi lisäkapasiteetin ostaminen ulkopuolelta voi olla

järkevää, koska silloin tuotannon on helpompi sopeutua nopeisiin muutoksiin markkinoilla, kun yritys ei ole itse investoinut suuria summia uusiin koneisiin ja laitteisiin.

Kustannukset taas voidaan jakaa karkeasti tuotanto- ja hankintakustannuksiin joita yritykset yrittävät pienentää joko ulkoistamalla tai ottamalla joitakin osa-alueita omaksi työkseen. Hankintakustannukset linkittyvät vahvasti siihen miten toimittajaverkostot on saatu rakennettua ja kuinka sopimuksia on neuvoteltu. Toimitusketjun johtaminen ja logistiikka taas kytkeytyy enemmän toimittajien valintoihin ja heidän kanssaan yhteistyön tekemiseen. Tällä on suuri vaikutus muun muassa tavaroiden toimituksiin, joka voi olla suuri kilpailuetu muihin toimijoihin nähden kiristyneessä markkinatilanteessa. Tukiohjelmistot kuten tuotannonohjausjärjestelmät ja laatu järjestelmät tukevat yrityksen päivittäistä tekemistä.

Keskittyessä valittuun osa-alueeseen ei saa kuitenkaan unohtaa muita tärkeitä tuotteeseen tai palveluun liittyviä asioita. Näitä ovat muun muassa joustavuus ja laatu, joita asiakkaat arvostavat. Yleensä kuvion mukaisissa analyyseissa yhtä ja ainoa oikea vaihtoehto ei löydy vaan pitää ottaa huomioon useita eri näkökulmia make or buy – päätöksissä. (Cánez, Platts, ja Probert 2000)

4.2 Prosessin ulkoistaminen - kolmas osapuoli logistiikkakumppanina

Jokainen yritys ostaa jotain toimintaa tai palvelua aina ulkopuoliselta toimijalta, kertoo Krajewski, Malhotra ja Ritzman. Nämä voivat olla esimerkiksi asiantuntija palveluita, raaka-aineita tai valmistettuja osia jotka tuottaa joku toinen toimija tai yritys. Se mitä kaikkea yrityksen kannattaa tehdä itse tai ostaa muilta, riippuu yrityksen vertikaalisesta integraatiosta. Mitä enemmän toimitusketjun prosesseista yritys tekee itse, sitä enemmän vertikaalisesti integroitunut yritys on. Mikäli yritys ei tee jotain prosesseja itse, sen täytyy luottaa ulkoistamiseen. (Krajewski, Malhotra, ja Ritzman 2016, 516)

Haettaessa ulkoista toimijaa joka on yhteistyökumppanina logistisissa asioissa, on tärkeää tiedostaa mitä kolmannen osapuolen logistiikka kumppanilla, *Third Party Logistics (TPL)*, tarkoitetaan. Tällöin puhutaan kuljetusten hallinnasta, varastojen hallinnasta ja lisäarvon tuottamisesta. Tällaisia voivat olla muun muassa varasto-operaattori tai kuljetusyritys, kunhan yritys tuottaa arvoa sen asiakkaalle. Nykyään kolmannen

osapuolen logistiikka on kokonaisvaltaista varastojen ja kuljetusten hallintaa. He voivat hoitaa kalustonhallinnan ja operoinnit, laivaukset ja neuvotella hinnoista. Tärkeintä asiakkaalle on kuitenkin se, että erillinen logistiikkaoperaattori on keskittynyt ja perehtynyt asioihin joita asiakas itse ei osaa tai pysty tekemään. On järkevämpää keskittyä asiakkaan omiin ydinosaamisiin ja saada tätä kautta tehostettua toimintaa ja saada lisää joustavuutta omiin toimintoihin. (Aghazadeh 2003, 50)

Nykypäivänä yritysten pitää etsiä kilpailuetua tiukentuvilla markkinoilla ja kolmannen osapuolen logistiikkaratkaisu on yksi vaihtoehto saada etumatkaa muihin yrityksiin. Logistiikkapuolen asiantuntijayritys voi tarjota mahdollisuuden pienentää henkilöstökuluja tehostamalla toimintaa ja automatisoimalla toimintoja tai alentamalla jakelukustannuksia. Heidän kauttaan asiakasyritys voi myös saada vapautettua pääomaa osa-alueilta jotka eivät kuulu yrityksen ydintoimintoihin. Tällöin yrityksen ei tarvitse sitouttaa pääomaa varastorakennuksiin tai koneisiin ja laitteisiin, vaan logistiikka-alan yritys voi tarjota nämä osana palvelua. (Aghazadeh 2003, 53)

Valmistava yritys hakee yleensä kilpailuetua ulkoistamalla valmistusta tai palveluita. Valmistavalla yrityksellä on kolme syytä miksi heidän kannattaa ostaa palveluita toiselta yritykseltä:

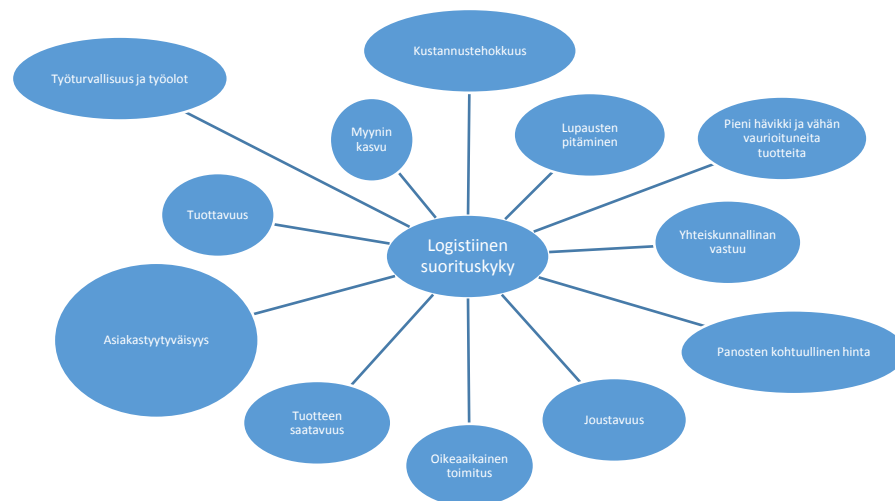
- 1) Yritys ei itse pysty valmistamaan osaa.
- 2) Toimittajalla on halvempi hinta tai parempi saatavuus.
- 3) Toimittajan tuote on uudempaa teknologiaa.

Ulkoistamiseen liittyy aina tietynlaisia riskejä, kuten riippuvuus toimittajasta ja salaisen tiedon vuotaminen ulkopuolisille. Riskejä voidaan hallita ja pienentää oikeilla valinnoilla, kuten se ettei koskaan ulkoisteta oman yrityksen ydinosaamista ja tehdään pidempiä sopimuksia yhteistyökumppanin kanssa. (Ruffo, Tuck, ja Hague 2007, 24)

5 Logistiikkaprosessin kannattavuus

5.1 Prosessin mittaaminen

Kovien mittareiden käyttäminen kuten nettotulo tai tilauksen täyttöaste ovat yleisiä mittareita jotka ovat tarkkoja, helppoja ja edullisia kerätä. Kannattavuus on osittain kannattava tavoite, koska se seuraa suoraan koko organisaation yksittäisten ryhmien suoriutumista. Sillä ei tosin ole kannattavaa katsoa yrityksen suuntaa pitkässä juoksussa. Sitä vastoin kustannuslaskennan seuranta on kannattavaa osana tehokkuuden seuranta. Dataa on yleensä saatavilla tarkasti ja pitkältä aikaväliltä. Kirjanpidon käytännön muutokset voivat vääristää vertailukelpoisia tuloksia yrityksen sisällä. Tuloksia ei voi aina verrata kahden organisaation kesken. Yleensä data on myös luottamuksellista eikä sitä välttämättä ole saatavilla ulkopuolisille.



Kuvio 2: Mitä on logistinen suorituskyky? (Chow, Heaven, ja Henriksson 1994, 23, muokattu)

Logistiikkaprosessin tehokkuuden mittaaminen on yrityksille järkevää, koska he voivat vähentää kuluja, lisätä liikevaihdon kasvua ja arvoa osakkeenomistajille. Moni yritys ei edelleenkään kerää tietoja ja tehokkuuksia heidän yrityksensä sisäisistä logistisista prosesseista. Logististen toimintojen tehokkuuden mittaaminen voi parantaa yrityksen suorituskykyä. Kaikki parhaatkaan yritykset eivät ymmärrä millainen potentiaali mittaamisella voisi yritykselle ja sen toiminnalle olla. (Keebler ja Plank 2009)

Logistisen suorituskyvyn mittaaminen kertoo muun muassa yrityksen läpimenoajoista ja ajoissa olleista toimituksista. Laajassa kansainvälisessä tutkimuksessa joka koski

toimitusketjun suorituskyvyn hallintaa valmistavissa yrityksissä selvisi, että 90 % vastaajista piti toimitusketjun suorituskyvyn hallintaa tärkeänä osana haettaessa kilpailuetua muihin nähden. Pelkkä logistisen suorituskyvyn mittaaminen ei anna lisäarvoa. Sen keskeinen tavoite on parantaa asiakkaan palvelua asiakkaan odotusten näkökulmasta. Jotta voi jatkuvasti parantaa logistista suorituskykyä toimintojen mittaaminen on välttämätöntä. Forslund tutki logistiikan suorituskyvyn hallintaa ja asiakkaiden odotuksia suorituskyvystä. Tutkimuksessa kävi ilmi, että 67 % toimittajista kävi läpi muutaman kerran vuodessa asiakkaan odotukset suorituskyvyn suhteen. Tätä päivitystä tehdään yleensä epäsuorasti esimerkiksi myynti-ihmisten kautta tutkimalla mahdolliset valitukset ja palautteet sekä vertailemalla omaa toimintaa kilpailijaan. Yritykselle on kriittistä tietää asiakkaan odotukset ja tarpeet tarkasti. (Forslund 2007)

5.2 Investoinnin kannattavuus

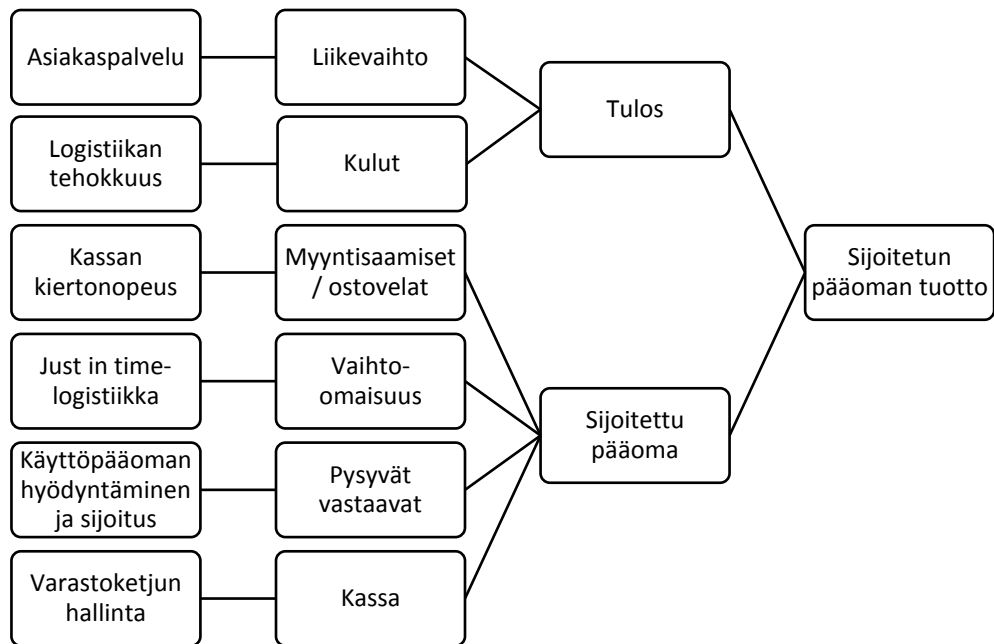
Christopher (Christopher 2016, 70) määrittelee investoinnin kannattavuuden sijoitetun pääoman tuoton kautta, Return on Investment, ROI.

$$ROI = \frac{Tuotto}{Sijoitettu\ pääoma}$$

Joka voidaan laajentaa muotoon:

$$ROI = \frac{Tuotto}{Myynti} \times \frac{Myynti}{Sijoitettu\ pääoma}$$

Tällöin nähdään, että sijoitetun pääoman tuottoa on mahdollista parantaa nostamalla myyntiä tai tuottoa tai molempia. Logistiselta kantilta katsottuna ROI:ta voidaan parantaa erilaisilla keinoilla. Kuvio 3 näyttää mitkä asiat vaikuttavat ROI:hin ja missä ovat suurimmat potentiaaliset parannusmahdollisuudet, kun tehostetaan logistiikan hallintaa.



Kuvio 3: Logistiikan vaikutukset ROI:hin (Christopher 2016, 71, muokattu)

Gisung ja LeBlanc (Moon ja LeBlanc, 2008, 14) määrittävät artikkelissaan riskiperusteisen tavoite tuoton toimitusketjun investointipäätöksen arvioinnille. Logistiikan ja toimitusketjun johtajien tulee määrittää ja arvioida investointiin liittyvät kustannukset, tuotot ja riskit. Jotkut yritykset arvioivat kaikki projektit yhden, koko yhtiön laajuisen tavoitetason mukaan. Kuitenkin monet toimitusketjua koskevat projektit ovat vähemmän riskillisiä, koska niistä syntyy laskettavissa olevia kustannussäästöjä. Tutkimuksessa on käytetty Capital Asset Pricing Model, CAPM, toimitusketjun investointiprojektin pääomankustannuksen määrittelyyn. Tutkimuksessa arvioidaan tehokkaampaa toimintamallia investoinnissa laivan- ja junien lastausprosessiin.

6 Laivanlastausprosessin uudistaminen

Tässä kappaleessa kerrotaan laivanlastausprosessista Yara Suomi Oy Siilinjärven tehtailla sekä lannoitteiden toimituksista. Kappaleessa kerrotaan miten laivanlastausprosessi toimii ja kuinka prosessia on kehitetty.

6.1 Lannoitteiden tuotanto ja toimitukset

Siilinjärvellä tuotetaan NPK-lannoitteita, jotka sisältävät typpeä (N), fosforia (P) ja kaliumia (K) sekä tarvittavia hivenaineita. Lannoitteita tuotetaan sekä kotimaan, että ulkomaan markkinoille. Ulkomailla suurimmat vientimaat Siilinjärven tehtaiden tuotteille ovat Tanska, Ruotsi ja Baltian maat. Vuosittainen tuotantomäärä Siilinjärvellä on noin 450 000 tonnia NPK-lannoitteita joista noin 60 % menee vuosittain kotimaan markkinoille ja loppu 40 % menee vientiin ulkomaan markkinoille.

Tuotantomäärien ja vientien kehitystä on esitetty alapuolella olevassa taulukossa 1, josta nähdään kuinka vientien osuus on kasvanut vuosi vuodelta, koska kotimaan markkinoille menevät määrät pysyvät melko vakiona vuodesta toiseen. Samaan aikaan Siilinjärven lannoitetehtaan tuotantomäärät ovat kasvaneet. Taulukon data on kerätty SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä, jota Yara käyttää. Taulukossa on esitetty Siilinjärveltä lastatut lannoitemäärät (laivaus määrät SVI) sekä laivojen lukumäärä (laivojen lkm). Taulukossa on myös esitetty Kokkolan kautta lastatut viennit (laivaus määrät KLA). Kokkolan satamaan käytetään talviaikaan lastaussatamana, kun Saimaan kanava on kiinni eivätkä laivat pääse Siilinjärvelle. Taulukossa on myös vuosittaiset Siilinjärven lannoitetehtaan tuotantomäärät (Siilinjärven tuotantomäärät t).

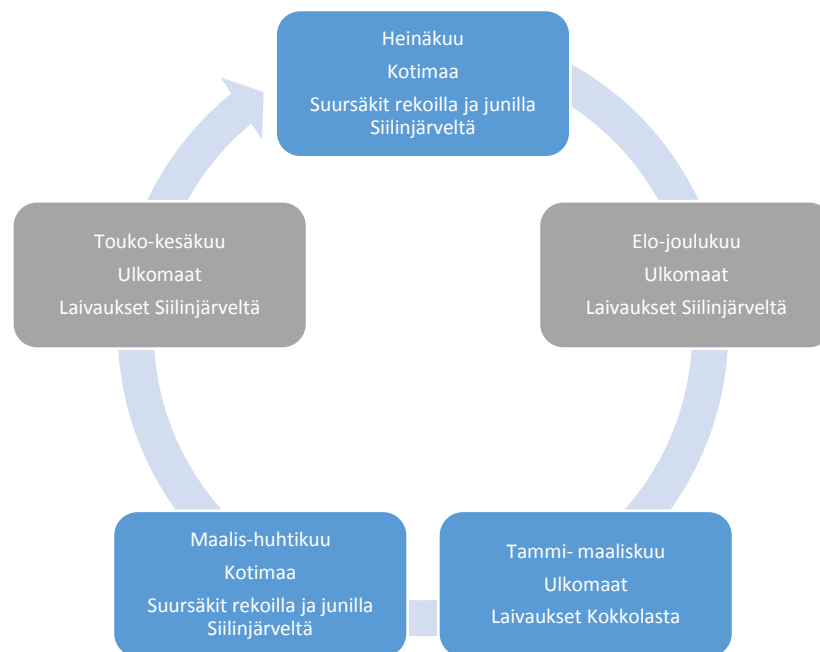
Taulukko 1: Siilinjärven ja Kokkolan lastaukset sekä Siilinjärven tuotantomäärät

	Laivaus määrät SVI	Laivojen lkm	Laivaus määrät KLA	Siilinjärven tuotantomäärät	Viennin määrä
2012	121 822 t	52 kpl	0 t	393 628,00 t	31 %
2013	128 301 t	56 kpl	10 762 t	424 186,00 t	33 %
2014	140 298 t	58 kpl	28 881 t	424 899,00 t	40 %
2015	146 798 t	61 kpl	35 861 t	424 941,00 t	43 %
2016	139 041 t	59 kpl	47 410 t	456 000,00 t	41 %
2017	129 713 t	55 kpl	76 393 t	470 220,00 t	44 %
2018	100 458 t	42 kpl	104 493 t	483 200,00 t	42 %
Keskiarvo	129 490 t	55 kpl	43 400 t	439 582 t	39 %

Yllä olevasta taulukosta nähdään selvästi, kuinka lannoitteiden tuotantomäärät ovat lähteneet Siilinjärven lannoitetehtaalla kasvamaan vuosittain. Tehtaalle on tehty paljon investointeja, joilla on saatu kasvatettua kapasiteettia ja tehostettua tuotantoprosessia. Samalla myös säännölliset huoltoseisakit ovat tehostuneet ja arvaamattomat huolto- ja korjaustarpeet ovat vähentyneet, jolloin tehtaan käyntiaste on saatu nousemaan.

Siilinjärven tehtaiden suorien laivausten kaikkien aikojen ennätysvuosi oli vuosi 2015, jolloin Siilinjärven tehtaiden satamasta toimitettiin lähes 147 000 tonnia lannoitteita ja lastattiin 61 laivaa ulkomaille. Laivaukset alkoivat Kokkolan kautta vuonna 2013, jolloin kevättalvella ensimmäiset lannoitelaidat lähtivät Kokkolasta ulkomaan asiakkaille. Vuosittain Kokkolan kautta toimitettujen lannoitteiden määrät ovat kasvaneet ja siitä on tullut kriittinen osa Siilinjärven tehtaiden logistiikkaa nimenomaan talviaikaan.

Kotimaan markkinoille toimituksia tapahtuu ympärivuoden suoraan Siilinjärveltä, mutta niiden määrät vaihtelevat vuodenajasta riippuen. Prioriteettina on pystyä vastaamaan kotimaan markkinoiden tarpeisiin ympärivuoden ja mikäli tehtaalta jää ylimääräistä kapasiteettia, niin se käytetään vientilannoitteiden valmistamiseen. Lannoitteiden kysynnän vaihtelua ja toimituksia Siilinjärveltä on kuvattu alla olevassa kuviossa 4, jossa vuosi on jaettu viiteen eri aikajaksoon.



Kuvio 4: Lannoitteiden toimituskalenteri Siilinjärveltä

Vuosi jakaantuu karkeasti viiteen eri aikajaksoon, joissa toimitukset toteutetaan eri menetelmillä Siilinjärveltä asiakkaille. Lannoitevuosi alkaa heinäkuun alussa, jolloin Yara julkaisee tulevan lannoitekauden hinnaston. Tällöin kotimaan markkinoille menee lannoitteita paljon nurmen kasvusesonkia varten ja tehdas tekee pääsääntöisesti kotimaan nimikkeitä. Nimikkeet pakataan suursäkkeihin, joissa on 700 kiloa lannoitetta. Säkit lastataan rekkoihin Siilinjärven tehtaiden lannoiteterminaalista ja kuljetaan suoraan asiakkaille. Siilinjärven lannoitetehdasta ei pystytä kuitenkaan pitämään

käynnissä pelkän kotimaan kysynnän avulla heinäkuussa, joten toimitamme myös vientilannoitteita laivoilla Saimaan kanavan kautta ulkomaille.

Syksyn ja alkutalven aikana kotimaan kysyntä hiljenee ja yhä isompi määrä tehtaan kapasiteetista pitää toimittaa ulkomaille. Laivat kulkevat Saimaan kanavan kautta Suomenlahdelle. Talvisin kanavassa tehdään vuosihuoltoja kanavan suluille ja tällöin suora vesireitti merelle ei ole käytössä. Riippuen vuosihuoltojen laajuudesta ja talven jäätelanteesta, suorat laivaukset Siilinjärveltä loppuvat yleensä viimeistään tammikuun alussa. Saimaan kanavan mennessä kiinni, vientiin menevät lannoitteet täytyy pystyä siirtämään Siilinjärveltä suoraan rannikolle, josta ne voidaan laivata myös talvella eteenpäin asiakkaille. Kevättalvella Siilinjärven lannoitteet kuljetetaan junanvaunuilla Siilinjärveltä Kokkolaan. Kokkolan siirrot alkoivat vuonna 2013, joka on nähtävissä myös taulukossa 1 (laivaus määrät KLA). VR Transpoint hoitaa vaunujen saatavuuden ja lannoitteiden kuljettamisen Siilinjärven ja Kokkolan välillä. Kokkolassa toimii Yaran yhteistyökumppani Oy M. Rauanheimo Ab, joka purkaa, varastoi ja lastaa lannoitteet laivoihin. Yara on vuokrannut Kokkolan satamasta varastotermiinaaleja tuotteiden varastointia varten.

Kotimaan markkinoiden osalta alkuvuosi on hiljaisin aika vuodesta ja tällöin myös suurin määrä tehtaan kapasiteetista menee ulkomaille. Tämä on haastavaa aikaa, koska tehdas pystyy tekemään kovalla teholla lannoitteita, kun ulkolämpötila on suotuisa ja ylimääräistä jäähdytystä ei tarvita. Jäähdytyskapasiteetti ei rajoita tuotantoa ja samalla kotimaan kysyntä on hiljaisinta vuoden aikana. Tällöin lannoitteet täytyy siirtää junilla Kokkolaan ja raidekapasiteetti on rajallinen lannoitteiden siirtoon. Samalla myös vientimaiden asiakkailla alkaa olla kevätsezonki ja tehtaan lannoitteille on kova kysyntä Tanskassa, Etelä-Ruotsissa ja Baltiassa.

Keväällä maaliskuun lopussa alkaa kotimaan vilkkain sesonki tulevaa kevättä varten ja asiakkaat ostavat peltolannoitteita kevään tarpeisiin. Sesonki kestää huhtikuun loppuun ja tällöin tehtaan kapasiteetista suurin osa on kotimaata varten. Normaalityyppisen kauden jälkeen myös Saimaan kanava aukeaa yleensä huhtikuun alussa ja laivoja päästään lastaamaan Siilinjärveltä suoraan. Huhtikuun jälkeen kotimaan kysyntä rauhoittuu ja toimitukset painottuvat suoriin vientilaivauksiin Siilinjärveltä.

Vientilannoitteet siirretään aina yleensä bulkkina, jolloin niiden käsittely ja siirto on tehokkaampaa, kuin valmiiksi pakattuna suursäkinä. Tämän lisäksi bulkkina siirrettynä lannoite on mahdollista seuloa vielä määränpäässä, jolloin saadaan varmasti hyvä laatuinen tuote markkinoille käyttöön. Lisäksi jokaisella markkina-alueella on sille alueelle suunniteltu pakkauskoko ja säkkikuori painatuksineen.

6.2 Laivanlastausprosessin kuvaus

Tässä kappaleessa käydään yksityiskohtaisemmin läpi Siilinjärven laivanlastausprosessi ja ne asiat mitkä siihen vaikuttavat. Kappaleessa kuvataan sitä osaa prosessista, jota tässä tutkimuksessa on käsitelty.

Tutkimuksen osalta prosessiin on kuulunut Siilinjärveltä logistiikkaosaston hallinnoimat alueet ja prosessit. Kaikki alkaa Siilinjärven irtolannoitevarastossa olevasta tuotteesta. Irtolannoitevarasto eli bulk-varasto on jaettu kahteen, A- ja B-osaan joissa on yhteensä kymmenen kappaletta varastosiiloja, joihin voidaan varastoida lannoitetehtaalta tulevaa lannoitetta. Varastosiilojen koot vaihtelevat ja niissä voidaan varastoida irtolannoitteita keskimäärin 2600 tonnia per varastosiilo. Varastosiiloista irtolannoite kaavitaan kuljetinhihnalle kiskoilla liikkuvalla kratzerilla. Kratzereita on kaksi kappaletta, yksi molemmissa irtovarastoissa. Tuotteet kaavitaan hihnalle, joka kuljettaa ne seulonta-asemalle.

Seulonta-asemalla lannoite seulotaan ensin liian suurten rakeiden osalta, jolloin liian suuret rakeet menevät murskaukseen ja palaavat lähtöhihnalle. Oikean kokoinen rae menee hienoseulontaan, jossa taas pöly ja liian pienet rakeet erotellaan. Seulonnassa eroteltu pieni rae ja mahdollinen pöly kierrätetään takaisin lannoitetehtaalle, jossa se voidaan syöttää takaisin prosessiin. Sopiva rae jatkaa seulonta-asemalta matkaa kuljettimia pitkin pakkaamolle ja päiväsiiloihin. Pakkaamolla on neljä päiväsiiloa (SÄ201 – SÄ204), joiden kapasiteetti on 100 tonnia lannoitetta per siilo. Näistä siiloista voidaan ajaa suursäkkikoneelle ja irtolastaukseen tuotetta. Siiloja voidaan käyttää seuraavasti:

- Suursäkitys
 - Siilot SÄ201, SÄ202 ja SÄ203
- Laivojen ja junien lastaus
 - Siilot SÄ203 ja SÄ204

Tutkimuksessa keskityttiin nimenomaan laivanlastausprosessiin. Päiväsiiloista tuote lastataan kuljettimia pitkin kuorma-autojen irtolastauspaikalle, jossa tuote voidaan lastata yläkautta kuorma-autoihin tai avonaisiin kontteihin. Tämän lisäksi tuote voidaan ohjata junanvaunuihin raiteille 50 tai 51. Päiväsiilojen alapuolella olevassa kuljetinketjussa on SÄ406-kuljetin, jossa on integroitu vaakatoiminto. Vaaka on hyväksytty ja kruunattu kaupalliseen käyttöön ja se punnitsee hihnalla kulkevan tavaravirran. Vaaka on kalibroitu 300 tonnin massavirralla per tunti. Suurempi massavirta kuljettimella ei enää anna luotettavia tuloksia tuotteen painon suhteen. Kuljetin taarataan erillisen taarausohjelman kautta viikoittain.

Lastaussovellus on Lahti Precisionin tekemä ja sen avulla lastausprosessia operoidaan. Sovellukseen syötetään alussa resepti, jossa määritetään lastattavan tuotteen nimi, haluttu lastauseräkkö sekä erien lukumäärä ja päiväsiilon numero, josta halutaan tuotetta lastata. Lisäksi määritetään lastauspaikka, lastaanko autoihin tai kontteihin vai junanvaunuihin. Laivojen lastimäärä on keskimäärin 2400 tonnia, mutta määrä vaihtelee hiukan veden korkeuden mukaan.

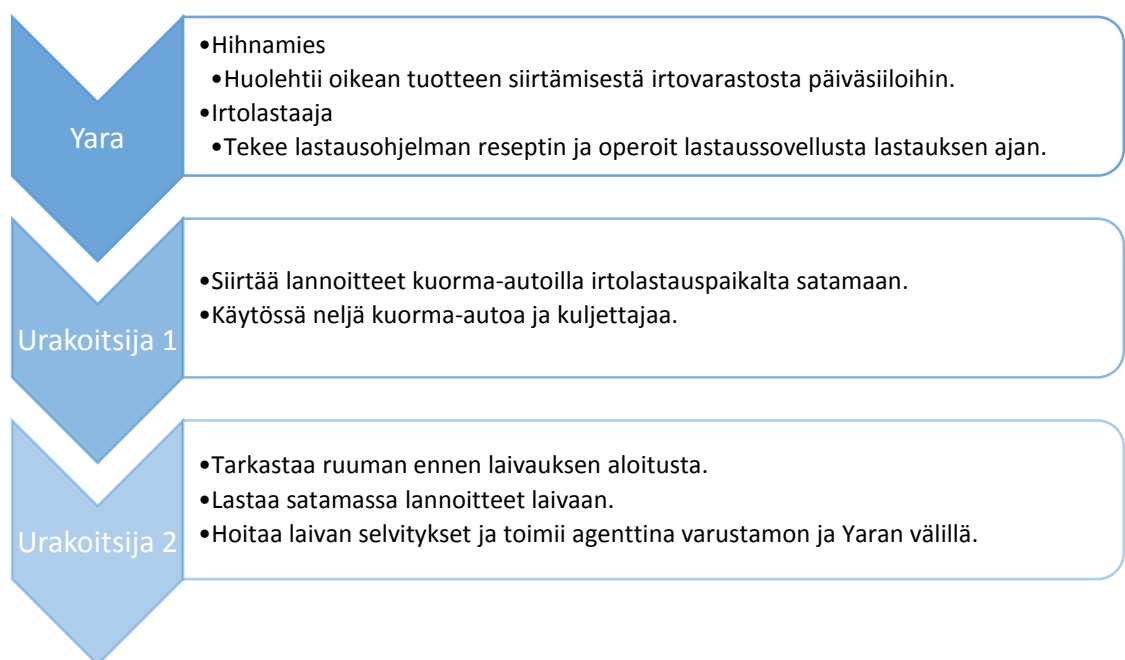
Lannoitteet kuljetetaan logistiikkaosaston pakkaamolta tehtaan satamaan avonaisilla konteilla tai kuorma-autoilla, jolloin vesi, räntä tai lumisade on este lastaamiselle. Lannoite on erittäin hygroskooppinen tuote ja kerää helposti kosteutta itseensä. Kosteus aiheuttaa ensin paakkuuntumista ja isommissa määrissä lannoitteen liettymistä. Paakut aiheuttavat loppukäyttäjille ongelmia levityskoneissa, koska koneen suuttimet menevät tukkoon ja vaikeuttavat lannoitteen levitystä tai aiheuttavat epätasaisen levitystuloksen.

Lastausprosessia lähdettiin miettimään uudelleen, kun toimintaa haluttiin kehittää ja tehostaa. Yara rupesi maailman laajuisesti kartoittamaan kaikilla toimipaikoilla tehtäviä töitä, sekä omia että urakoitsijoiden tekemiä. Tarkoitus oli selvittää voitaisiinko urakoitsijoiden tekemiä töitä tehdä omalla työvoimalla ja saada sitä kautta kustannus-
hyötyä. Töitä yhdistämällä voitaisiin mahdollisesti tehdä tehokkaammin ja edullisemmin omalla henkilöstöllä, kuin urakoitsijoiden kautta varsinkin, jos henkilöstömäärää ei tarvitsisi kasvattaa. Aiemmin oli totuttu siihen, että urakoitsija on helppo ja joustava kumppani tekemään lannoitteen siirron pakkaamolta satamaan ja samalla koneisiin ei tarvitse sitoa omaa pääomaa, kun ne ovat urakoitsijan omistuksessa. Samalla urakoitsija on huolehtinut koneiden huolloista ja varmistanut, että koneita on aina riittävä

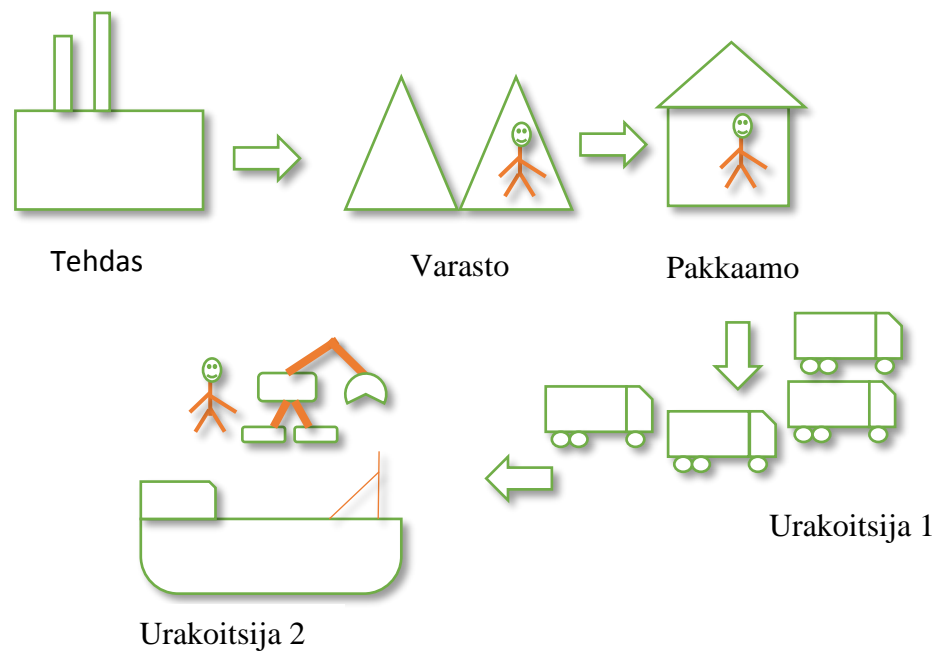
määrä saatavilla lastauksia varten. Vuositasolla urakoitsijan kustannukset olivat kuitenkin korkeat, varsinkin kun laivausmäärät olivat kasvaneet useamman vuoden pe-
rällä.

6.3 Laivanlastausprosessin entinen malli

Alkutilanteessa lastauksessa käytettiin Yaran kahden oman työntekijän lisäksi ulko-
puolista urakoitsijaa, jonka toimesta lannoitteet siirrettiin kuorma-autoilla pakkaamon
irtolastauspaikalta tehtaan satamaan. Siirtomatka on 1,1 km suuntaansa eli edestakai-
nen matka on 2,2 km. Urakoitsijalta käytössä oli neljä työntekijää ja kuorma-autoa,
joiden veloitusperuste oli tuntihinta. Tämän lisäksi satamassa operoi toinen urakoit-
sija, jolta Yara hankkii laivan lastauspalvelun, laivojen selvitykset ja ruuman tarkastuk-
set. He lastaavat laivan tonnihilalla ja ruuman tarkastuksesta veloitetaan kiinteä
hinta per laiva. He operoivat satamassa olevaa nosturia, joka on heidän omaisuuttaan.
Nosturilla nostetaan satamaan siirretyt lannoitteet laivan ruumaan. Alla olevassa ku-
vioissa 5 ja 6 on kuvattu prosessia ja henkilöitä sekä heidän tehtävänsä prosessissa.



Kuvio 5: Laivanlastausprosessi alkutilanteessa



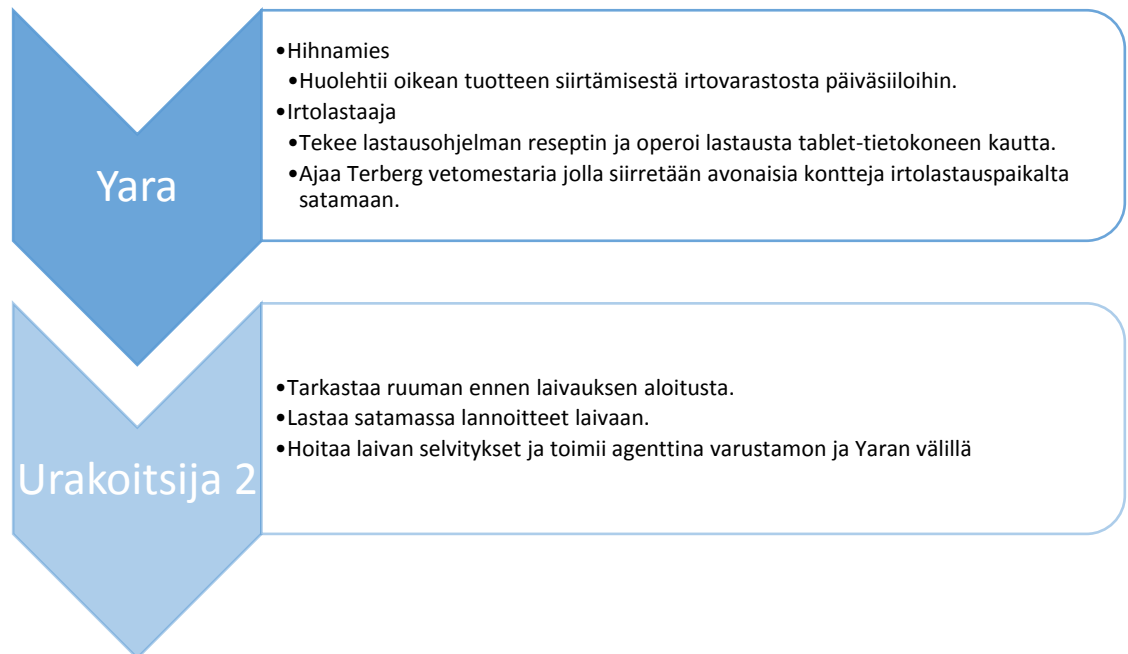
Kuvio 6: Laivausprosessi alkutilanteessa

6.4 Laivanlastausprosessin uusi malli

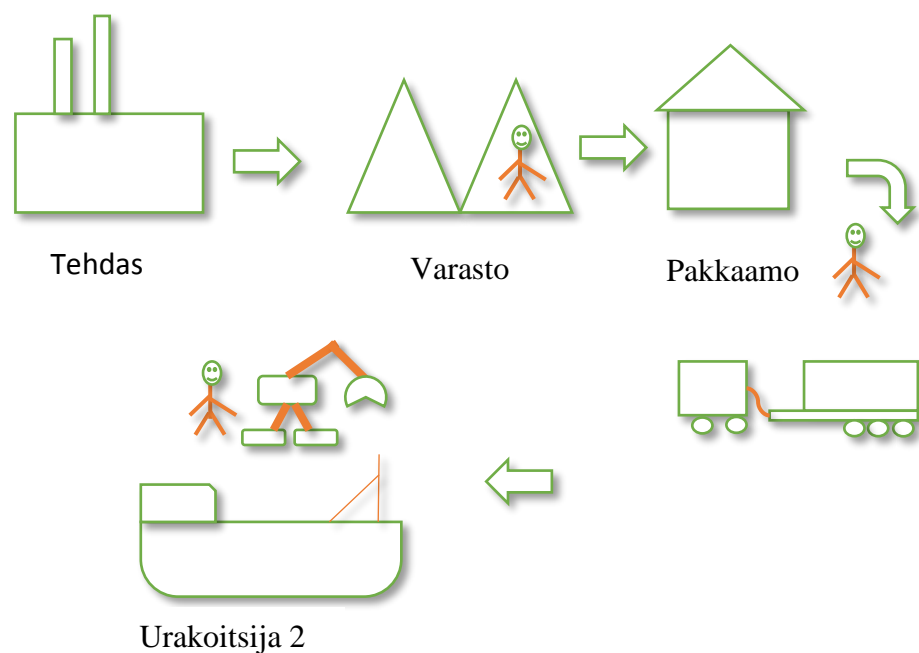
Tutkimuksen lopputilanteen prosessissa Yara hankki leasing-sopimuksella kaluston, jolla voidaan yhdellä työntekijällä siirtää suurempia määriä bulk-lannoitetta kerralla satamaan. Tällöin urakoitsijan työntekijöitä ja kuorma-autoja ei tarvittaisi kuljettamiseen, vaan kuljetus voitaisiin ottaa omaksi työksi ja tehdä olemassa olevilla työntekijöillä. Samalla piti hankkia laitteet, joilla voidaan etäoperoida lastaussovellusta suoraan lastauskoneen ohjaamosta, sekä lannoitteen siirtämiseen sopivat avonaiset kontit. Kuljetusvälineeksi valikoitui Terberg-vetomestari, jolla vedetään Liftec LTH-50 lauttavaunua. Lauttavaunulla saadaan siirrettyä yksi kontti kerrallaan lastauspaikan ja sataman välillä. Prosessissa pyörii kokoajan kolme konttia, yksi on lastauksessa pakkaamolla, yksi kulkee pakkaamon ja sataman väliä ja yksi on tyhjennyksessä satamassa. Lisäksi on olemassa yksi varakontti, mikäli tulisi tilanne, että yksi kontti ei olisi operointikuntoinen.

Prosessi on kuvattu kuvioissa 7 ja 8. Yaran työntekijöitä tarvitaan edelleen sama kaksi henkilöä, kuin alkutilanteessa, mutta erona se, että irtolastausta operoinut henkilö ajaa nyt Terberg-vetomestarilla lannoitteita satamaan ja hänellä on lastauskoneessa

tabletti-tietokone jolla voi operoida lastaussovellusta etänä. Tällöin pystyttiin yhdistämään urakoitsijoilla tehdyt työt olemassa olevalle omalle henkilöstöresurssille hankkimalla työhön tarvittava koneet ja muuttamalla lastaussovellus etäohjattavaksi.



Kuvio 7: Laivanlastausprosessi lopputilanteessa



Kuvio 8: Laivausprosessi lopputilanteessa

6.5 Laivanlastausprosessin kehittäminen

Alkutilanteen prosessi on ollut toimiva, mutta Yarassa aloitettiin miettimään mitä asioita ja töitä voitaisiin tehdä vielä paremmin, tehokkaammin ja kenties halvemmalla. Yaralla oltiin tilanteessa, jossa alettiin pohtia sitä, kuinka prosessia voitaisiin tehostaa. Pohdittiin samoja asioita, joita käy ilmi myös Perssonin (1995) ajatuksista läpimenoaikojen lyhentämiseen. Pohdittiin toimintojen saman aikaistamista, parempaa synkronointia sekä prosessin yksinkertaistamista.

Prosessin tehostamista pohdittaessa tehtiin *make or buy* – päätöstä siltä kantilta, että prosessista pitäisi saada kustannussäästöjä, siten ettei prosessin tehokkuus kärsi. Samasta asiasta kertoo myös Cánez, Platts ja Probert (2000) joiden mukaan yleensä päätöksiin haetaan vastauksia joko kustannusten tai strategian kannalta. Yaralla painotettiin juuri kustannusten näkökulmaa prosessin muutoksessa. Laukaisijana tässä muutoksessa toimi Yaralla alkanut maailmanlaajuinen projekti, jossa tehtaiden toimintoja tarkasteltiin kriittisesti ja yritettiin etsiä toimintoja joita voitaisiin tehostaa. Tarve tälle tehostamisprojektille tuli kokoajan kiristyvästä markkinatilanteesta maailmalla. Tehostaminen tarkoittaisi joko tuotantokapasiteetin kasvattamista, mikäli lisäkapasiteetille on kysyntää tai nykyisten kustannusten alentamista.

Tämän tutkimuksen logistiikkaprosessissa käsitellään isoja määriä bulk-tuotteita ja laivataan niitä ulkomaille. Pujawan (2015) kertoo, että nimenomaan bulk-tuotteiden logistiikassa kuljetuskustannuksiin vaikuttaa erityisesti lastauksen ja purkauksen nopeus ja säävaraukset kuten lannoitteiden käsittelyssä on. Nämä on hyvä ottaa huomioon suunniteltaessa muutoksia bulk-tuotteiden logistiikassa ja näitä mietittiin myös tässä tapauksessa Yaralla. Alkutilanteen urakoitsijan kustannukset kuorma-autoihin ja kuljettajiin olivat vuositasolla korkeat, koska laivausmäärät ja lastaustunnit olivat korkeat. Tähän yhdistettynä tuotteen asettamat säävaraukset eli bulk-lannoitetta ei voida lastata vesi- räntä- eikä lumisateella ja siitä tulevat mahdolliset odotustunnit kasvattivat kaikki urakoitsijan veloitusta Yaralle. Pujawan (2015) mainitsee myös haasteet laivojen saapumisessa ja ajoituksessa ja sitä kautta varastointikapasiteetin riittämisen ja resursoinnin. Yaralla laivoilla on ennalta määritetyt *laycan*-päivät eli makuupäivät, jolloin

lastaus tulisi suorittaa. Nämä päivät eivät kuitenkaan aina toteudu mikäli laivat saapuvat myöhässä tai säävarauksen takia lastausta ei voida suorittaa. Tällöin ulkopuolisen resurssin järjestäminen lyhyellä varoitusajalla on todella hankalaa ja epävarmalla sääennusteella lastauksen järjestäminen on myös kallista urakoitsijan tuntihinnoittelun takia.

Yaralla laivanlastausprosessi oli rakentunut aikojen saatossa siten, että oli totuttu siihen, että urakoitsija kuljettaa bulk-lannoitteet pakkaamolta satamaan. Tehostamisprojektin yhteydessä prosessia alettiin miettiä kokonaan uudelta kantilta. Ideoitiin ja mietittiin voitaisiinko olemassa olevia prosessin osatekijöitä muuttaa ja tätä samaa redesignia, prosessin uudelleen suunnittelua kuvaa myös Persson (1995). Tällöin yritykset pyrkivät saamaan uudelleen suunnitellulla prosessilla kilpailuetua muihin yrityksiin. Aiemmin vastaavaa tarvetta ei ollut Yaralla tunnistettu ja prosessia ei ollut lähdetty muuttamaan. Persson (1995) puhuu logististen prosessin monimutkaisuudesta ja tavallaan tätä oli myös Yaran alkuperäisessä prosessissa kuorma-autojen ja urakoitsijan osalta. Samalla on järkevää miettiä logististen toimijoiden määrää prosessissa tai logistiikkaketjussa, koska mitä monimutkaisempi prosessi on, sitä enemmän siinä on myös hukkaa. Yaralla haluttiin myös parempi suunnitelmallisuus ja kontrollointi tähän prosessiin ja sitä samaa painottaa myös Persson (1995). Kun prosessista vähenee yksi toimija pois, on prosessia helpompi hallita ja kontrolloida varsinkin, kun aiemmin ulkopuolisen tekemät työt siirtyivät omalla työvoimalla tehtäväksi.

Lopputilanteessa Yaralla pystyttiin hyödyntämään jo olemassa olevat henkilöstöresurssit hankkimalla leasing-sopimuksella uusi työkone jolla bulk-lannoitteet saadaan siirrettyä satamaan. Myös Alp ja Tan (2008) puhuvat kapasiteetin hallinnasta ja siihen liittyvistä osista kuten työvoima, koneet ja laitteet sekä varsinkin niiden käyttäminen tehokkaasti. Lähtötilanteessa Yaran henkilöstöresurssit eivät olleet tehokkaassa käytössä, mutta lopputilanteessa pystyttiin toimimaan lähes samalla kapasiteetillä, kuin alkutilanteessa ja käyttämään resursseja vielä muihinkin osaston töihin pitkien taukojen aikana, kuten sadetauot tai laiterikot.

Prosessissa on kuitenkin edelleen yksi ulkoinen urakoitsija, joka hoitaa lastauskoneen satamassa, ruumien tarkastamisen, sekä laivojen selvitykset ja agenttipalvelut. Pääsyytä tähän on se, että Yaralla ei ole osaamista laivojen selvitykseen tai agenttipalve-

luihin vaan ne hankintaan ulkoiselta toimijalta. Tätä samaa asiaa käsittelee myös Krajewski, Malhatra ja Ritzman (2016) kertomalla, että jokainen yritys ostaa jotain toimintaa tai palvelua aina ulkopuoliselta toimijalta. Yleensä nämä ovat juuri asiantuntijapalveluita, kuten Yaran tapauksessa myös. Aghazadeh (2003) puhuu siitä, että yrityksen on järkevämpää keskittyä ydinosaamiseen ja tehostaa toimintaa sitä kautta. Samalla yritys voi saada joustavuutta toimintaan ulkoisen toimijan kautta, joka tarjoaa palvelua jota yritys itse ei tee.

Yaralla on ollut sama urakoitsija käytössä usean vuoden ajan ja heidän kanssaan prosessit ovat hioutuneet ajan saatossa sulaviksi ja toimintatavat ovat sulautuneet hyvin Yaran toimintaan. Tätä urakoitsijaan voitaisiin kutsua Yaran tapauksessa kolmannen osapuolen logistiikka kumppaniksi (TPL), kuten Aghazadeh (2003) sen määrittelee. Ulkoistamisessa on kuitenkin pidettävä mielessä, ettei lähdetä ulkoistamaan yrityksen ydinosaamista, koska silloin on riskinä tärkeiden tietojen vuotaminen ulkopuolisille. Tästä asiasta kertoo myös Ruffo, Tuck ja Hague (2007). Yaralla asia on otettu huomioon tämän ulkoisen toimijan osalta ja salassapitoa velvollisuuksia koskevat sitoumukset on myös Yaran sopimuksissa joita yhteistyökumppaneiden kanssa tehdään. Yaran leasing-sopimuksella oleva lastauskone, Terberg-vetomestari ja Liftec-lauttavaunu ovat myös hankittu sopimuksella, joka sisältää huollot, jotta Yaran ei tarvitse sitouttaa pääomaa uuden koneen hankintaan ja hankkia tietotaitoa ja lisäresurssia koneen huoltoa varten.

Prosessin tehostamisessa tavoiteltiin myös ajallista tehostamista jota Cristopher ja Persson kuvailevat myös tärkeäksi kilpailueduksi. Tärkeintä oli kuitenkin se, että prosessin kustannuksia saataisi pienennettyä nimenomaan tehostamisen kautta ja samalla hyväksyttiin se, että kapasiteetti voisi pienentyä hiukan. Tarkempaa vertailua alku- ja lopputilanteen osalta kustannusten ja kapasiteetin näkökulmasta on esitetty kappaleessa 7, jossa on aineiston analyysi ja mittaustulokset.

7 Aineiston analyysi

Tutkimuksessa käsiteltiin dataa, jota saatiin laivojen lastauksista aikaväliltä 21.9.2016 – 7.9.2017. Tänä aikana tietokantaan kertyi tietoa laivanlastauksista yhteensä 4767 ri-

vin verran. Aineisto käsitti yhteensä 81:n laivan tietoja. Lastaussovellus antaa lastausraportteja, joissa rivillä on tuotteen nimi, lastauskohde, toteutunut lastausmäärä ja loppetusajankohta lastaukselle. Kaikki lastaukset on tallentunut firebird database-tietokantaan (fdb), mutta sitä ei voitu käyttää suoraan muokattavuuden takia. Tietokanta käännettiin excel-muotoon, jolloin sitä oli mahdollista muokata. Kääntäminen tehtiin online-kääntäjällä (<https://www.rebasedata.com/convert-fdb-to-excel-online>). Datasta saatiin yhteensä 110 kappaletta Excel-tiedostoja, joissa oli määrittymiä ja dataa koskien laivanlastausprosessia.

Tiedostot käytiin läpi ja selvitettiin mitkä tiedostoista antavat työssä käytettävää tietoa ja saatiin selville muutama tiedosto, joista saatiin kaikki tarvittava data tätä tutkimusta varten. Yhdestä tiedostosta saatiin määritettyä kaikista lastauksista ne päivämäärät, jolloin laivoja oli lastattu. Tiedostoihin tallentui myös junan vaunujen lastaukset, koska bulk-vaunut lastataan myös saman hihnavaa'an SÄ406 kautta ja samalla lastausohjelmalla. Junalastaukset piti erotella datasta pois. Tämä saatiin tehtyä, kun rajattiin toteutuneista lastausmääristä junavaunujen lastausmäärät 50 tonnia ja 53 tonnia pois. Lisäksi laivojen lastauksista piti erotella ennen ja jälkeen muutoksen tehdyt lastaukset. Muutos saatiin esille raporteissa, kun alkutilanteessa laivaan ajettiin 17 tonnin kuorma-autokuormilla ja lopputilanteessa käytettiin suurempia kontteja joihin menee 37, 38 tai 40 tonnia lannoitetta.

7.1 Laivanlastausprosessin tilastot alkutilanteessa Siilinjärvellä

Yaralla lastattiin alkutilanteessa laivoja kuorma-autoilla, joiden kantavuus salli 17 tonnin kuormat. Laivojen keskimääräinen vetoisuus on noin 2 400 tonnia, jolloin kuormia tuli ajaa noin 141 kappaletta yhteen laivaan. Liitteenä 1 olevassa taulukossa nähdään datasta kerätyt 17 tonnin kuormat tutkimusajanjaksolta. Yhteensä tutkittuna aikana lastattiin vanhalla prosessilla 44 492 t lannoitteita Siilinjärven satamassa. Lastattujen kuormien keskiarvo oli 17,07 tonnia ja kuormia lastattiin kaikkiaan 2612 kappaletta.

Datasta jätettiin alkutilanteessa pois kuormat joihin oli mennyt eri määrä tuotetta, kuin normaali 17 tonnia ja näitä tapauksia oli kaikkiaan 54 tapausta. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi lastauksen loppuvaiheessa, kun lastataan viimeiset lannoitteet laivaan ja kuormaan ei tule enää täyttä lastia.

Kustannuksia laskettaessa käytettiin Yaran osalta työntekijän tuntihintana samaa tuntihintaa, jota käytetään myös SAP-toiminnanohjausjärjestelmässä omille työntekijöille. Hinta sisältää sivukulut joita yritys maksaa työntekijästä. Urakoitsijan kuorma-autojen tuntihinta oli sopimuksen mukainen, joka sisältää sekä kuorma-auton, että kuljettajan. Alkutilanteessa kuorma-autoja käytettiin neljä kappaletta lastauksessa. Sataman lastauskonetta operoivan urakoitsijan työntekijän ja koneen hinnoittelu on tonni-hinnalla.

Lastaustehokkuutta kuvaava taulukko on liitteenä 2. Lastausaika yhteensä on saatu laskettua datasta laskemalla 17 tonnin kuorman lastaamiseen kuluva aika (Ka lastausaika) sekä aika, joka kestää ennen, kuin seuraava kuorma lähtee lastaukseen (Ka vaihto-aika) ja tästä saadaan aika yhteensä (Aika yht). Nämä on laskettu datasta päivätasolla keskiarvona. Yhteenlasketusta kokonaisajasta saadaan määritettyä keskimääräinen lastaustehokkuus tuntia kohden 17 tonnin kuormilla (Kuorma/h). Keskimääräinen lastausaika on noin kuusi minuuttia ja vaihto-aika minuutin kokonaisajan ollessa seitsemän minuuttia. Huomioitavaa on, että aineistosta poistettiin yli tunnin vaihto-ajat, koska tällöin vaihdon yhteydessä on ollut jotain normaalista poikkeavaa, esimerkiksi mekaaninen vika prosessissa tai sadetauko, joka ei kuvasta normaalia toimintaa.

Liitteen 2 taulukon tehokkuus per tunti (t/h) on saatu laskettua datasta laskemalla 17 tonnin kuorman lastaamiseen kuluva aika tunnissa. Ensin on laskettu päivän keskimääräinen kuormien määrä tunnissa (Kuorma/h) ja jaettu tämä päivän keskimääräisellä kuorman kolla (Ka kuorma). Kuormien määrä keskimäärin tunnissa on noin yhdeksän ja puoli kuormaa. Alkutilanteessa keskimääräinen tehokkuus oli 161,93 t / h. Lastausmääränä laskelmissa on käytetty keskimääräistä laivan lastimäärää 2 400 tonnia, jolloin lastauksen kestoksi tulisi noin 15 tuntia (Ka laivan lastimäärä/lastaustehokkuus).

Kustannusten laskentakaava alkutilanteessa on kuvattu alla.

$$\begin{aligned} \text{Kustannukset} &= [\text{Yara hlö lkm} * \text{€}/h + \text{urakoitsija hlö lkm} * \text{€}/h] * \\ &\text{Ka lastauksen kesto } h + \text{Lastaaminen } \frac{\text{€}}{t} * \text{Ka laivan lastimäärä } t + \\ &[\text{lastaustehokkuus } t/h * \text{Ka laivan lastimäärä } t] \end{aligned}$$

7.2 Laivanlastausprosessin tilastot lopputilanteessa Siilinjärvellä

Lopputilanteen lastaukset saatiin määritettyä, kun datasta valittiin lastaukset jolloin lastimäärä oli ollut 37, 38 tai 40 tonnia. Lopputilanteen datasta laskettuna lannoitteita lastattiin yhteensä 83 351 tonnia ja kuormia vietiin satamaan yhteensä 2 117 kappaletta. Keskimääräinen lastausmäärä uusiin kontteihin oli 39,40 tonnia. Data on nähtävissä liitteessä 3.

Lastatun määrän erot selittyvät sillä, että lopputilanteen lastauskapasiteetti oli mitoitettu 40 tonnin lannoitekuormille, mutta alkuvaiheessa hankaluuksia tuli lauttavaunun renkaiden kestävyuden kanssa. Lauttavaunun taka-akselin renkaat kuumenivat niin paljon siirtomatkan aikana lastauspaikalta satamaan, että renkaat eivät kestäneet 40 tonnin suunniteltua lastia. Lastattua määrää jouduttiin siten pienentämään 37 tonniin jolla renkaat kestivät lastaamisen ilman ongelmia. Lastattua määrää nostettiin vielä 38 tonniin ja vetomestarin sekä lauttavaunun akselipainot punnittiin kuorma-autojen vaakasillalla, jolloin saatiin varmuus siitä, että lauttavaunun taka-akselin renkaiden kantavuus tulee täyteen 38 tonnin kuormalla.

Kerätystä datasta otettiin alku- ja loppuvaiheessa pois vaihtoajat jotka olivat suurempia kuin yksi tunti. Tällöin lastauksessa on ollut joku mekaaninen tai tekninen ongelma tai vesisade on katkaissut lastauksen. Tässä tutkimuksessa on kuitenkin tarkoitus tarkastella nimenomaan kahden eri lastaustavan tehokkuutta ja tällöin keskitytään normaalisti toimivaan ja pyörivään prosessiin. Alkutilanteessa näitä yli yhden tunnin vaihtoajoja oli 36 tapausta ja näistä 16 tapausta sellaisia, että lastausohjelmaan oli tullut virhe ja aloitus- tai lopetusajankohtaa ei voitu määrittää ohjelmasta luotettavasti. Lopputilanteessa poistettavia yli yhden tunnin vaihtoajoja oli 134 tapausta. Niistä epäselviä tapauksia ilman aloitus- tai lopetusaikaa oli 54 tapausta ja loput tilanteita joissa vaihto aika ollut yli yhden tunnin.

Lastaustehokkuutta kuvaava taulukko on liitteenä 4. Lastausaika yhteensä on saatu laskettua datasta laskemalla 37, 38 ja 40 tonnin kuormien lastaamiseen kuluva aika (Ka lastausaika) sekä aika, joka kestää ennen kuin seuraava kuorma lähtee lastaukseen (Ka vaihto aika) ja tästä saadaan aika yhteensä (Aika yht). Nämä on laskettu datasta päivasolla keskiarvona. Yhteenlasketusta kokonaisajasta saadaan määritettyä keskimää-

räinen lastaustehokkuus tuntia kohden ko. kuormilla (Kuorma/h). Keskimääräinen lastausaika on noin kymmenen minuuttia ja vaihto-aika kahdeksan minuuttia kokonaisajan ollessa 18 minuuttia. Huomioitavaa on, että aineistosta poistettiin yli tunnin vaihto-ajat, koska tällöin vaihdon yhteydessä on ollut jotain normaalista poikkeavaa, esim. mekaaninen vika prosessissa tai sadetauko, joka ei kuvasta normaalia toimintaa.

Liitteen 4 taulukon tehokkuus per tunti (t/h) on saatu laskettua datasta laskemalla 37, 38 ja 40 tonnin kuormien lastaamiseen kuluva aika tunnissa. Ensin on laskettu päivän keskimääräinen kuormien määrä tunnissa (Kuorma/h) ja jaettu tämä päivän keskimääräisellä kuorman koolla (Ka kuorma). Kuormien määrä keskimäärin tunnissa on noin kolme ja puoli kuormaa. Lopputilanteessa keskimääräinen tehokkuus oli 137,24 t/h. Lastausmääränä laskelmissa on käytetty keskimääräistä laivan lastimäärää 2 400 tonnia, jolloin lastauksen kestoksi tulisi noin 18 tuntia (Ka laivan lastimäärä/lastaustehokkuus).

Muutoksena alkutilanteeseen urakoitsijan neljän työntekijän ja kuorma-auton kustannukset ovat poistuneet, mutta tilalle on tullut laivanlastauskaluston eli vetomestarin ja lauttavaunun leasing-kustannukset. Leasing-kustannuksissa on mukaan luettuna normaalit huollot, mutta ei polttoainekustannuksia eikä renkaiden rikkoontumisia tai vastaavia kolarivaurioita. Yaran työntekijöiden tuntihinta on sama, kuin alkutilanteessa. Vetomestarilla ja lauttavaunulla on leasing-sopimuksen mukainen kuukausihinta, josta saadaan laskettua koneiden tuntihinta. Satamassa toimivan urakoitsijan veloitus on edelleen sama tonni-hinta, kuin alkutilanteessa.

Kustannusten laskeminen lopputilanteen osalta on avattu alla olevassa kaavassa.

$$Kustannukset = \left[Yara \text{ hlö lkm} * \frac{\text{€}}{h} + Kuljetuskalustonleasing \text{ hinta} \frac{\frac{\text{€/kk}}{30d}}{24h} \right] * \\ Ka \text{ lastauksen kesto } h + Lastaaminen \frac{\text{€}}{t} * Ka \text{ laivan lastimäärä} + \\ [lastaustehokkuus \text{ t/h} * Ka \text{ laivan lastimäärä } t]$$

7.3 Laivalastausprosessin tehostuminen

Lopullinen kustannushyöty prosessin muutoksesta tuli olemaan 35 % alkuperäiseen alkutilanteeseen verrattuna. Yara ei ollut aiemmin vielä mitannut tutkimuksessa käsiteltäviä laivanlastausprosessia tarkemmin ja siitä tuli myös tarve tälle tutkimukselle.

Muutosta varten oli tehty karkeat laskelmat, mutta mitään tarkempaa analyysiä tai tilastollista dataa muutoksen vaikutuksista ei ollut. Forslund (2007) kertoo, että pelkkä logistisen suorituskyvyn mittaaminen ei anna lisäarvoa yritykselle, vaan sen pitää johdattaa toimiin, jotka parantavat asiakkaan palvelua heidän näkökulmasta. Jatkuva parantaminen on tärkeää, mutta parantamista on hankala arvioida, mikäli prosesseja ei mitata säännöllisesti. Yaran tapauksessa asiakkaana toimivat Yaran sisäiset asiakkaat ulkomaille kenelle lannoitteita toimitetaan. Tällöin on tärkeää, että laatu ja kustannukset ovat tasapainossa. Mikäli Siilinjärven tehtaat pystyvät toimittamaan laadukasta lannoitetta edullisilla rahtikustannuksilla, joihin laivanlastauskustannukset vaikuttavat, tehtaan tuottamalla lannoitteella on enemmän kysyntää ulkomaille verrattuna kalliimpiin vaihtoehtoihin.

Yaralla toimitusvaihtoehtoja ja valmistavia tehtaita vertaillaan sisäisesti jatkuvasti kustannusten osalta. Mikäli Siilinjärven tehtaiden toimitusketjun kustannukset olisivat liian korkeita, ei lannoitteita tehtäisi niin paljon ulkomaille. Forslund (2007) painottaa vielä, että asiakas kokemukseen vaikuttaa myös läpimenoajat ja ajoissa olleet toimitukset. Yaralla osana tätä muutosta oli se, että lastaustehokkuus ei saisi kärsiä liikaa muutoksessa vaikka pääpaino olikin kustannusten alentamisessa. Toimitusten viivästyminen suunnitelluista aikaikkunoista voi olla ratkaisevaa, kun tuotteet ovat monesti menossa suoraan asiakkaille ja käyttöön.

Tutkimuksessa kerätyn datan avulla saatiin vertailukelpoista tietoa, siitä miten tutkittu laivanlastausprosessi loppujen lopuksi muuttui tilastollisesti. Laivanlastausprosessi on logistinen prosessi ja sen mittaaminen käsittää samoja peruseriaatteita, kuin logististen prosessien tehokkuuden mittaaminen yleisesti. Näistä asioista kertoi myös Keebler ja Plank (2009), joiden mukaan nimenomaan logistisen prosessin tehokkuuden mittaaminen on järkevää, koska sitä kautta voidaan vähentää kustannuksia ja lisätä arvoa osakkeiden omistajille. Samalla yrityksen on mahdollista parantaa suorituskykyä ja sitä kautta parantaa yrityksen menestystä markkinoilla. Sama asia oli huomattu myös Yaran logistiikkaosastolla, että sisäisessä logistisessa prosessissa johon vuositasolla käytetään satoja tuhansia euroja, voisi olla suuri potentiaali parantaa ja tehostaa toimintaa. Tätä kautta saataisi mahdollisesti tehostamisprojektin tavoitteiden mukaisia kustannussäästöjä.

Christopher (2005) käsitteli investoinnin kannattavuutta sijoitetun pääoman tuoton kautta. Tällöin puhutaan tunnusluvusta nimeltä ROI, Return on Investment. ROI-tunnuslukua laskettaessa tuotto jaetaan sijoitetulla pääomalla. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin kustannussäästöjä ja logistiikan tehokkuutta, eikä tuotolla ollut merkitystä työn lopputulokseen. Mikäli halutaan pohtia Yaran näkökulmasta ROI-tunnuslukua, voidaan tuottoa pitää vakiona. Näin ollen lopputilanteessa ROI-tunnusluku paranee kustannusten pienentyessä.

Toimitusketjun investointiin liittyen pitää aina arvioida kustannukset, tuotot ja riskit, kuten Gisung ja LeBlanc (2008) kirjoittivat. Yleisesti voidaan todeta, että toimitusketjun projektit ovat pienemmällä riskillä toteutettavia, koska niistä syntyy laskettavissa olevia kustannussäästöjä aivan kuten tässä tutkimuksessa ja muutoksessa myös.

8 Johtopäätökset

Tässä työssä haettiin vastauksia tutkimuksen alussa määritettyihin tutkimuskysymyksiin: kuinka kehittää laivanlastausprosessi -mallia ja kuinka parantaa laivanlastausprosessin tehokkuutta ja kannattavuutta.

Laivanlastausprosessi -mallia kehitettiin uudelleen suunnittelemalla ja yksinkertaistamalla. Alkutilanteessa hyödynnettiin ulkopuolisen urakoitsijan työvoimaa ja kalustoa. Lopputilanteessa muutoksen jälkeen otettiin lannoitteiden siirtäminen satamaan omalle henkilöstölle tehtäväksi, jossa käytettiin leasing-kalustoa. Tätä kautta prosessin kapasiteetin hallinta ja resursointi muodostui helpommaksi ja tehokkaammaksi. Logistiikkaosaston työtehtäviä pystytään nyt optimoimaan paremmin, kun omia työntekijöitä voidaan käyttää joustavasti myös muihin osaston työtehtäviin, mikäli lastausprosessiin tulee taukoa laiterikkojen tai huonon sään takia. Näin ollen omien työntekijöiden työtehtävät muuttuivat myös mielekkäämmiksi ja vaihtelevammiksi.

Prosessia mitattiin työssä lastaussovelluksesta saadun datan avulla ja voidaan todeta, että sisäisiä prosesseja kannattaa mitata ja selvittää mahdolliset kehityskohteet. Tässä tapauksessa saimme selville todellisen kustannushyödyn ja toteutuneen lastaustehokkuuden.

Tässä tapauksessa Yaran ei kannattanut pitää enää lannoitteen siirtämistä ulkopuolisella palveluntarjoajalla, koska kustannushyödyksi tämän tutkimuksen perusteella todettiin 35 %, kun työ otettiin omalla henkilöstöllä tehtäväksi. Työssä havaittiin kuitenkin myös tehokkuuden laskeminen, joka oli -15 %. Kokonaisuuden kannalta tämä ei ole merkitsevää, koska työntekijöiden monipuolinen käyttö parani verrattuna alkutilanteeseen ja kustannussäästö oli tehokkuuden tippumisesta huolimatta tavoitellumpi tekijä.

9 Pohdinta

Tutkimuksessa tarkasteltiin laivanlastausprosessia ja tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää voitiinko laivanlastausprosessia kehittää ja mitkä mahdolliset lopputulokset olivat. Prosessia pystyttiin yksinkertaistamaan ja tehostamaan alkutilanteeseen verrattuna. Laivanlastausprosessin mittaaminen oli mahdollista. Yaralla käytössä olevan lastaussovelluksen tuottama data oli saatavilla ja täydellinen sisällöltään tutkimusta varten. Mittaamisen lopputulokset olivat käyttökelpoisia tähän tutkimukseen koska aineisto oli ajan tasalla, kerätty data luotettavaa ja se antoi kattavan kuvan tarkastellusta ajanjaksosta. Merkittävimmät mitattavat saatiin laskettua, joten tutkimuksesta saatiin luotettavia tuloksia.

Laivanlastausprosessia kehitettiin Yaran mallissa samoilla periaatteilla, kuin teorialähteissä oli myös havaittavissa. Prosessin tehostamiseen toimivat sekä tutkimuksen että teorian valossa prosessimallin uudelleen suunnittelu, yksinkertaistaminen ja vaihtoehtoisten koneiden ja laitteiden käyttäminen. Logistiikkaprosessia uudistettaessa kapasiteetin hallinnan ja resursoinnin kehittäminen on avainasemassa, koska työvoiman ja varastonhallinnan optimoinnilla saadaan positiivista muutosta aikaan. Tässä tutkimuksessa logistiikkaprosessi – mallin uudistamisessa käytettiin make or buy – päätöstä ja päätös oli teoriamallin mukainen.

Laivanlastausprosessi on Yaran sisäistä logistiikka ja teoriassa painotettiin sisäisten logistiikkaprosessien mittaamisen tärkeyttä haettaessa parempaa suorituskykyä ja kilpailuetua muihin nähden. Yaralla prosessin kustannustehokkuus oli avainasemassa verrattuna prosessin tehokkuuteen, vaikka teoriassa tehokkuus ja kustannukset mainitaan yleensä saavutettavissa olevina asioina.

Tutkimus vahvistaa sen, että yritysten kannattaa tarkastella ja mitata sisäisiä prosesseja, kuten logistiset prosessit. Sisäisissä prosesseissa on yleensä suuri potentiaali parantaa yksittäisen prosessin suorituskykyä ja sitä kautta koko yrityksen kustannustehokkuus voi parantua. Yritykset harvoin mittaavat omien prosessien suorituskykyä vaikka tämän tutkimuksen perusteella voidaan saatu hyöty näyttää toteen.

Lähteet

- Aghazadeh, Seyed-Mahmoud. 2003. "How to Choose an Effective Third Party Logistics Provider". *Management Research News* 26 (7): 50–58. <https://doi.org/10.1108/01409170310783583>.
- Alp, Osman, ja Tarkan Tan. 2008. "Tactical capacity management under capacity flexibility". *IIE Transactions* 40 (3): 221–37. <https://doi.org/10.1080/07408170701488052>.
- Cáñez, L.E., K.W. Platts, ja D.R. Probert. 2000. "Developing a Framework for Make-or-buy Decisions". *International Journal of Operations & Production Management* 20 (11): 1313–30. <https://doi.org/10.1108/01443570010348271>.
- Chow, Garland, Trevor D. Heaver, ja Lennart E. Henriksson. 1994. "Logistics Performance: Definition and Measurement". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 24 (1): 17–28. <https://doi.org/10.1108/09600039410055981>.
- Christopher, Martin. 2005a. *Logistics and supply chain management : creating value-added networks*. 3rd ed. FT Prentice Hall.
- 2005b. *Logistics and supply chain management : creating value-added networks*. 3rd ed. FT Prentice Hall.
2016. *Logistics & supply chain management*. Fifth Edition. Always learning. Harlow, England : New York: Pearson Education.
- Forslund, Helena. 2007. "The Impact of Performance Management on Customers' Expected Logistics Performance". Toimittanut Mike Bourne. *International Journal of Operations & Production Management* 27 (8): 901–18. <https://doi.org/10.1108/01443570710763822>.
- Keebler, James S., ja Richard E. Plank. 2009. "Logistics Performance Measurement in the Supply Chain: A Benchmark". *Benchmarking: An International Journal* 16 (6): 785–98. <https://doi.org/10.1108/14635770911000114>.
- Krajewski, Lee J., Manoj K. Malhotra, ja Larry P. Ritzman. 2016. *Operations Management: Processes and Supply Chains*. Eleventh edition, Global edition. Always Learning. Harlow, England London New York: Pearson.
- Moon, Gisung, ja Louis LeBlanc. ei pvm. "The Risk Adjustment of Required Rate of Return for Supply Chain Infrastructure Investments". *Transportation Journal* 2008 (Winter): 12.
- Persson, Göran. 1995. "Logistics Process Redesign: Some Useful Insights". *The International Journal of Logistics Management* 6 (1): 13–26. <https://doi.org/10.1108/09574099510805224>.
- Pujawan, Nyoman, Maturidi Arief, ja Benny Tjahjono. 2015. "An Integrated Shipment Planning and Storage Capacity Decision under Uncertainty: A Simulation Study". Toimittanut Dr Shong-lee Ivan Su. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 45 (9/10): 913–37. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2014-0198>.
- Ruffo, Massimiliano, Chris Tuck, ja Richard Hague. 2007. "Make or Buy Analysis for Rapid Manufacturing". *Rapid Prototyping Journal* 13 (1): 23–29. <https://doi.org/10.1108/13552540710719181>.
- Rutner, Stephen M., ja C. John Langley. 2000. "Logistics Value: Definition, Process and Measurement". *The International Journal of Logistics Management* 11 (2): 73–82. <https://doi.org/10.1108/09574090010806173>.

Liitteet

Liite 1. Lastausmäärät ja kuormat alkutilanteessa

Lastauspäivä	Lastattumäärä (t)	Kuormien lkm	Kuormien ka
2016-06-15	1 671	99	17,05
2016-06-16	864	51	16,95
2016-06-17	749	42	17,02
2016-06-20	1 549	92	17,02
2016-06-27	2 357	141	17,08
2016-06-29	1 598	95	17,00
2016-06-30	2 669	157	17,11
2016-07-01	479	29	17,12
2016-07-05	739	43	17,19
2016-07-06	1 493	87	17,17
2016-07-07	1 697	99	17,14
2016-07-08	892	53	17,15
2016-07-21	2 141	126	17,13
2016-07-22	308	19	17,11
2016-07-25	2 149	125	17,19
2016-07-26	292	18	17,18
2016-07-28	2 419	142	17,16
2016-08-02	1 663	97	17,14
2016-08-03	831	49	16,95
2016-08-04	69	4	17,15
2016-08-11	1 179	68	17,34
2016-08-12	1 268	73	17,14
2016-08-18	2 395	140	17,11
2016-08-19	34	3	17,06
2016-08-22	720	41	17,13
2016-08-23	1 508	87	17,14
2016-08-24	2 583	152	17,10
2016-08-30	855	50	17,11
2016-08-31	1 584	93	17,21
2016-09-06	52	4	17,27
2016-10-14	2 349	137	17,15
2016-11-01	1 329	77	17,26
2016-11-02	1 793	105	17,25
2016-11-17	45	3	14,98
2016-11-22	137	9	17,14
2017-02-10	17	1	17,09
2017-07-07	17	1	17,05
Kaikki yhteensä	44 492	2 612	17,07

Liite 2. Ajallisen lastaustehokkuuden määrittäminen alkutilanteessa

Päivä	Ka lastausaika	Ka vaihtoaika	Aika yht	Kuorma/h	Ka kuorma t/h	
2016-06-15	0:05:04	0:00:11	0:05:15	11,4	17,05	195,00
2016-06-16	0:05:22	0:00:57	0:06:20	9,5	16,95	160,75
2016-06-17	0:09:45	0:00:09	0:09:54	6,1	17,02	103,17
2016-06-20	0:05:48	0:01:07	0:06:55	8,7	17,02	147,60
2016-06-27	0:04:56	0:00:26	0:05:22	11,2	17,08	190,74
2016-06-29	0:10:53	0:00:11	0:11:04	5,4	17,00	92,16
2016-06-30	0:05:18	0:00:26	0:05:44	10,5	17,11	178,79
2016-07-01	0:05:06	0:00:09	0:05:15	11,4	17,12	195,39
2016-07-05	0:05:28	0:00:18	0:05:46	10,4	17,19	178,71
2016-07-06	0:06:27	0:00:23	0:06:50	8,8	17,17	150,57
2016-07-07	0:06:13	0:00:24	0:06:37	9,1	17,14	155,41
2016-07-08	0:04:10	0:00:09	0:04:20	13,9	17,15	237,76
2016-07-21	0:05:33	0:00:30	0:06:03	9,9	17,13	169,84
2016-07-22	0:03:41	0:00:10	0:03:50	15,6	17,11	267,51
2016-07-25	0:06:31	0:00:10	0:06:41	9,0	17,19	154,50
2016-07-26	0:07:18	0:00:10	0:07:28	8,0	17,18	138,10
2016-07-28	0:05:15	0:00:09	0:05:24	11,1	17,16	190,61
2016-08-02	0:05:54	0:00:10	0:06:04	9,9	17,14	169,63
2016-08-03	0:04:59	0:00:09	0:05:08	11,7	16,95	198,29
2016-08-04	0:07:28	0:01:18	0:08:47	6,8	17,15	117,22
2016-08-11	0:05:41	0:00:10	0:05:51	10,3	17,34	177,76
2016-08-12	0:06:20	0:00:58	0:07:18	8,2	17,14	140,92
2016-08-18	0:07:22	0:00:24	0:07:47	7,7	17,11	131,97
2016-08-19	0:03:11	0:00:09	0:03:21	17,9	17,06	306,01
2016-08-22	0:06:44	0:00:11	0:06:55	8,7	17,13	148,59
2016-08-23	0:11:09	0:00:09	0:11:19	5,3	17,14	90,89
2016-08-24	0:05:54	0:00:09	0:06:03	9,9	17,10	169,68
2016-08-30	0:06:26	0:00:10	0:06:37	9,1	17,11	155,26
2016-08-31	0:05:25	0:00:09	0:05:34	10,8	17,21	185,36
2016-09-06	0:05:51	0:00:09	0:06:00	10,0	17,27	172,87
2016-10-14	0:03:51	0:02:39	0:06:31	9,2	17,15	158,02
2016-11-01	0:03:37	0:02:36	0:06:13	9,7	17,26	166,55
2016-11-02	0:04:55	0:03:01	0:07:55	7,6	17,25	130,62
2016-11-17	0:04:11	0:15:04	0:19:15	3,1	14,98	46,70
2016-11-22	0:04:11	0:06:42	0:10:53	5,5	17,14	94,45
Kaikki yhteensä	0:05:53	0:01:09	0:07:02	9,47	17,07	161,93

Liite 3. Lastausmäärät ja kuormat lopputilanteessa

Lastauspäivä	Lastausmäärä (t)	Kuormien lkm	Kuormien ka
2016-10-20	1 933	48	40,27
2016-10-21	249	7	35,54
2016-10-23	886	22	40,27
2016-10-24	1 450	36	40,27
2016-10-26	241	6	40,23
2016-10-27	765	19	40,28
2016-10-31	1 413	36	39,25
2016-11-01	242	6	40,28
2016-11-02	200	5	40,09
2016-11-03	1 041	26	40,04
2016-11-04	77	2	38,27
2016-11-08	38	1	38,04
2016-11-09	885	22	40,24
2016-11-10	1 448	36	40,23
2016-11-15	763	19	40,18
2016-11-16	1 567	39	40,17
2016-11-17	80	2	40,18
2016-11-18	1 165	29	40,17
2016-11-21	803	20	40,16
2016-11-22	763	19	40,14
2016-11-23	361	9	40,12
2016-11-25	1 605	40	40,12
2016-11-28	1 526	38	40,16
2016-11-29	1 124	28	40,15
2016-12-01	1 726	43	40,13
2016-12-02	681	17	40,07
2016-12-04	1 204	30	40,12
2016-12-05	802	20	40,11
2016-12-09	1 085	27	40,17
2016-12-11	1 004	25	40,17
2016-12-19	1 407	35	40,19
2016-12-20	964	24	40,17
2016-12-21	1 085	27	40,18
2016-12-22	1 245	31	40,17
2016-12-28	1 534	38	40,37
2016-12-29	807	20	40,37
2017-01-03	522	13	40,18
2017-01-04	1 808	45	40,18
2017-01-30	42	1	42,14
2017-05-03	1 488	37	40,21
2017-05-04	1 326	33	40,18
2017-05-05	1 928	48	40,17
2017-05-10	1 085	27	40,19
2017-05-11	1 206	30	40,19
2017-05-15	402	10	40,17
2017-05-16	1 766	44	40,15
2017-05-17	1 004	25	40,14
2017-05-18	1 565	39	40,14
2017-05-23	1 086	27	40,21
2017-05-24	1 287	32	40,21
2017-06-07	1 447	36	40,18
2017-06-08	883	22	40,13
2017-06-14	1 765	44	40,11
2017-06-15	201	5	40,10
2017-06-16	1 453	38	38,24
2017-06-19	229	6	38,13
2017-06-22	1 216	33	36,85
2017-06-28	1 897	50	37,95
2017-06-29	114	3	38,08
2017-08-03	2 365	62	38,14
2017-08-04	2 099	55	38,16
2017-08-07	153	4	38,14
2017-08-09	2 331	61	38,21
2017-08-10	76	2	38,19
2017-08-15	914	24	38,08
2017-08-16	1 419	38	37,35
2017-08-17	343	9	38,09
2017-08-18	1 978	52	38,05
2017-08-22	609	16	38,04
2017-08-23	1 788	47	38,05
2017-08-28	1 980	52	38,07
2017-08-29	457	12	38,08
2017-08-30	1 257	33	38,09
2017-08-31	1 142	30	38,05
2017-09-01	1 605	42	38,22
2017-09-02	585	16	36,57
2017-09-07	152	4	38,11
2017-09-08	2 210	58	38,10
Kaikki yhteensä	83 351	2117	39,40

Liite 4. Ajallisen lastaustehokkuuden määrittäminen lopputilanteessa

Päivä	Ka lastausaika	Ka vaihtoaika	Aika yht	Kuorma/h	Ka kuorma	t/h
2016-10-20	0:08:24	0:13:46	0:22:10	2,7	40,3	109
2016-10-21	0:07:44	0:11:28	0:19:12	3,1	35,5	111
2016-10-23	0:09:19	0:11:01	0:20:20	3,0	40,3	119
2016-10-24	0:08:20	0:13:15	0:21:35	2,8	40,3	112
2016-10-26	0:09:13	0:05:04	0:14:17	4,2	40,2	169
2016-10-27	0:08:19	0:10:40	0:18:59	3,2	40,3	127
2016-10-31	0:10:31	0:07:46	0:18:18	3,3	39,2	129
2016-11-01	0:14:28	0:06:26	0:20:54	2,9	40,3	116
2016-11-02	0:10:40	0:04:58	0:15:37	3,8	40,1	154
2016-11-03	0:09:46	0:10:52	0:20:39	2,9	40,0	116
2016-11-04	0:07:41	0:00:21	0:08:02	7,5	38,3	286
2016-11-08	0:11:27	0:43:13	0:54:40	1,1	38,0	42
2016-11-09	0:08:35	0:11:41	0:20:15	3,0	40,2	119
2016-11-10	0:08:38	0:10:21	0:18:59	3,2	40,2	127
2016-11-15	0:08:50	0:09:04	0:17:53	3,4	40,2	135
2016-11-16	0:08:23	0:10:32	0:18:55	3,2	40,2	127
2016-11-17	0:07:29	0:06:24	0:13:52	4,3	40,2	174
2016-11-18	0:08:44	0:12:15	0:20:59	2,9	40,2	115
2016-11-21	0:08:39	0:09:12	0:17:51	3,4	40,2	135
2016-11-22	0:08:35	0:09:39	0:18:14	3,3	40,1	132
2016-11-23	0:08:53	0:05:19	0:14:12	4,2	40,1	170
2016-11-25	0:09:25	0:09:24	0:18:49	3,2	40,1	128
2016-11-28	0:09:39	0:10:34	0:20:13	3,0	40,2	119
2016-11-29	0:09:12	0:06:00	0:15:13	3,9	40,2	158
2016-12-01	0:09:46	0:07:22	0:17:08	3,5	40,1	141
2016-12-02	0:10:21	0:11:08	0:21:29	2,8	40,1	112
2016-12-04	0:10:08	0:05:00	0:15:08	4,0	40,1	159
2016-12-05	0:11:07	0:10:45	0:21:52	2,7	40,1	110
2016-12-09	0:08:30	0:07:20	0:15:50	3,8	40,2	152
2016-12-11	0:08:21	0:06:11	0:14:32	4,1	40,2	166
2016-12-19	0:09:38	0:07:56	0:17:33	3,4	40,2	137
2016-12-20	0:08:33	0:09:07	0:17:39	3,4	40,2	136
2016-12-21	0:11:13	0:09:56	0:21:09	2,8	40,2	114
2016-12-22	0:10:56	0:06:36	0:17:32	3,4	40,2	137
2016-12-28	0:11:02	0:06:59	0:18:02	3,3	40,4	134
2016-12-29	0:08:43	0:04:37	0:13:20	4,5	40,4	182
2017-01-03	0:10:00	0:10:00	0:20:00	3,0	40,2	121
2017-01-04	0:11:04	0:06:15	0:17:19	3,5	40,2	139
2017-05-03	0:10:46	0:10:42	0:21:28	2,8	40,2	112
2017-05-04	0:09:41	0:12:53	0:22:33	2,7	40,2	107
2017-05-05	0:09:32	0:06:02	0:15:34	3,9	40,2	155
2017-05-10	0:08:20	0:08:34	0:16:54	3,5	40,2	143
2017-05-11	0:08:49	0:13:00	0:21:49	2,8	40,2	111
2017-05-15	0:12:29	0:09:45	0:22:13	2,7	40,2	108
2017-05-16	0:08:45	0:13:18	0:22:03	2,7	40,1	109
2017-05-17	0:08:50	0:06:42	0:15:32	3,9	40,1	155
2017-05-18	0:19:12	0:05:07	0:24:19	2,5	40,1	99
2017-05-23	0:08:39	0:03:19	0:11:59	5,0	40,2	201
2017-05-24	0:09:45	0:08:34	0:18:19	3,3	40,2	132
2017-06-07	0:08:32	0:06:36	0:15:08	4,0	40,2	159
2017-06-08	0:08:56	0:06:30	0:15:26	3,9	40,1	156
2017-06-14	0:09:24	0:07:07	0:16:31	3,6	40,1	146
2017-06-15	0:18:41	0:13:23	0:32:04	1,9	40,1	75
2017-06-16	0:10:06	0:09:24	0:19:29	3,1	38,2	118
2017-06-19	0:09:05	0:08:02	0:17:06	3,5	38,1	134
2017-06-22	0:07:57	0:10:53	0:18:50	3,2	36,9	117
2017-06-28	0:09:00	0:07:41	0:16:41	3,6	37,9	136
2017-06-29	0:10:32	0:02:58	0:13:30	4,4	38,1	169
2017-08-03	0:08:31	0:06:13	0:14:44	4,1	38,1	155
2017-08-04	0:09:13	0:05:40	0:14:53	4,0	38,2	154
2017-08-07	0:09:21	0:06:41	0:16:02	3,7	38,1	143
2017-08-09	0:08:09	0:06:56	0:15:05	4,0	38,2	152
2017-08-10	0:07:38	0:07:46	0:15:24	3,9	38,2	149
2017-08-15	0:12:09	0:03:49	0:15:58	3,8	38,1	143
2017-08-16	0:10:44	0:09:52	0:20:36	2,9	37,4	109
2017-08-17	0:09:51	0:05:32	0:15:23	3,9	38,1	149
2017-08-18	0:10:30	0:04:13	0:14:43	4,1	38,0	155
2017-08-22	0:11:30	0:04:14	0:15:44	3,8	38,0	145
2017-08-23	0:11:27	0:06:41	0:18:08	3,3	38,0	126
2017-08-28	0:12:36	0:04:29	0:17:05	3,5	38,1	134
2017-08-29	0:15:12	0:08:33	0:23:45	2,5	38,1	96
2017-08-30	0:09:08	0:04:19	0:13:27	4,5	38,1	170
2017-08-31	0:12:00	0:04:17	0:16:17	3,7	38,1	140
2017-09-01	0:08:22	0:06:15	0:14:37	4,1	38,2	157
2017-09-02	0:09:10	0:07:20	0:16:30	3,6	36,6	133
2017-09-07	0:10:07	0:01:46	0:11:54	5,0	38,1	192
2017-09-08	0:10:02	0:04:47	0:14:49	4,1	38,1	154
Kaikki yhteensä	0:09:54	0:08:17	0:18:12	3,49	39,36	137,24