



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JENNI PIEKKALA
PUUPELLETTIEN TOIMITUSVERKOSTON KUSTANNUSTEHOK-
KUUDEN KEHITTÄMINEN

Diplomityö

Tarkastaja: professori Jarkko Rantala
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Teknisten tieteiden tiedekuntaneu-
voston kokouksessa 5. marraskuuta
2014

TIIVISTELMÄ

JENNI PIEKKALA: Puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuuden kehittäminen

Tampereen teknillinen yliopisto

Diplomityö, 68 sivua

Marraskuu 2014

Materiaalitekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Pääaine: Logistiikka

Tarkastaja: professori Jarkko Rantala

Avainsanat: toimitusverkosto, kustannustehokkuus, kustannusten optimointi, hankintojen johtaminen, asiakasohjautuvuus

Työn tavoitteena on kehittää Vapo Oy:n puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta. Työssä tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat kustannusten syntyyn toimitusverkostossa sekä keinoja, joiden avulla syntyviin kustannuksiin ja toiminnan kustannustehokkuuteen voidaan vaikuttaa.

Työ jakaantuu kahteen osaan: kirjalliseen osaan ja laskentamalliin. Työn kirjallisessa osassa tutkitaan toimitusverkoston merkitystä yrityksen toiminnalle sekä tekijöitä, joista kustannuksia syntyy toimitusverkostoissa. Lisäksi työn kirjallisessa osassa tarkastellaan tärkeimpiä keinoja, joilla kustannusten syntyyn voidaan case yrityksessä vaikuttaa.

Case yrityksen toimitusverkostossa merkittävimmät kustannuksia aiheuttavat tekijät ovat raaka-ainehankinnat ja pellettitoimitukset. Puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta voidaan parantaa kiinnittämällä huomiota erityisesti hankintojen johtamiseen ja toimitusverkoston rakenteeseen sekä asiakasohjautuvalla toiminnalla. Hankintojen johtamisella voidaan vaikuttaa olennaisesti hankinnoista aiheutuviin kustannuksiin optimoimalla hankinnat niistä aiheutuvien kokonaiskustannusten osalta. Verkoston rakenne taas vaikuttaa kustannuksiin verkoston eri toimijoiden sijaintien ja kapasiteettien kautta. Kiinnittämällä huomiota verkoston rakenteeseen voidaan pienentää sekä hankinnoista että toimituksista aiheutuvia kustannuksia. Asiakasohjautuvuuden avulla puolestaan voidaan vähentää riippuvuutta ennusteista, millä on positiivinen vaikutus kustannustehokkuuteen ja asiakaspalvelutasoon.

Laskentamalliosuus keskittyy raaka-ainehankinnoista ja pellettitoimituksista aiheutuvien kokonaiskustannusten optimointiin. Laskentamallia voidaan hyödyntää sekä päivittäisten toimintojen ohjailussa hankintojen ja pellettitoimitusten osalta että työkaluna strategisen päätöksenteon tukena. Mallin avulla voidaan tarkastella eri toimintatavoista aiheutuvia kokonaiskustannuksia ja määrittää kussakin tilanteessa paras mahdollinen toimintatapa, jolla tehtaiden raaka-ainehankinnat ja asiakkaiden pellettitoimitukset kannattaa suorittaa.

ABSTRACT

JENNI PIEKKALA: Development of the cost efficiency of a wood pellet supply network

Tampere University of Technology

Master of Science Thesis, 68 pages

November 2014

Master's Degree Programme in Materials Engineering

Major: Logistics

Examiner: Professor Jarkko Rantala

Keywords: supply network, cost efficiency, cost optimization, purchasing management, demand chain management

The main objective of this thesis is to develop the cost efficiency of Vapo Oy's wood pellet supply network. The factors causing costs in supply network as well as the ways to optimize the costs and improve the cost efficiency are discussed in this thesis.

The thesis consists of two parts: written part and the computation model. The written part discusses the role of supply networks for companies and the factors causing costs within them. Also the most important ways that affect the cost formation in the case company are discussed.

Considering the case company, the most significant factors causing cost formation are raw material purchases and pellet deliveries. The cost efficiency of the wood pellet supply network can be improved by concentrating on purchasing management, supply network structure and demand chain management. Efficient purchasing management and optimization of the costs of purchases lead to decreased purchasing costs and thus better cost efficiency. The structure of the network has an impact on the total costs of operations along with the distances and capacities of different operators in the network. Demand chain management enables operations management to be based on the real customer demand and thus the dependency on the forecasts is decreased. This has a positive impact on the company's cost efficiency and customer service level.

The computation model concentrates on optimizing the total costs of raw material purchases and pellet deliveries. The model can be used in the management of the daily operations and also as a tool in strategic decision making. With the model different courses of action and the costs caused by them can be compared, and the optimal ways to organize the purchases and deliveries in changing situations can be defined.

ALKUSANAT

Diplomityön aiheen etsimistä aloittaessani keväällä 2014 olin varautunut siihen, että sopivan aiheen löytäminen saattaisi kestää pitkään. Kiinnostava aihe löytyi kuitenkin nopeasti ja pääsin aloittamaan työn teon toukokuussa 2014. Haluankin kiittää Vapo Oy:tä ja ohjaajanani toiminutta Tom Ruohomäkeä mahdollisuudesta tehdä työ kiinnostavasta aiheesta, joka on myös ajankohtainen ja käytännönläheinen.

Työn aihe tuntui aluksi haastavalta, mutta työn teko sujui kuitenkin hyvin. Haluan kiittää ohjaajaani Tom Ruohomäkeä sekä Matti Hyvöstä, joiden opastuksesta ja neuvoista oli suuri apu erityisesti työn laskentamalliosuutta tehdessä. Haluan osoittaa kiitokset myös työni tarkastajalle professori Jarkko Rantalalle ohjauksesta ja hyvistä kommentteista, joista sain paljon apua erityisesti työn sisältöä miettiessäni ja kirjallista osuutta tehdessäni. Lisäksi haluan kiittää myös muita Vapon työntekijöitä, jotka osaltaan auttoivat työni teossa ja vastailivat kysymyksiini.

Lopuksi haluan osoittaa erityiskiitokset Markukselle kaikesta avusta ja tuesta koko diplomityön tekoprosessin aikana, sekä enolleni Ristolle, joka oli apuna diplomityön aiheen löytämisessä.

Tampereella, 16.3.2015

Jenni Piekkala

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Vapo Oy	2
1.3	Työn tavoitteet ja tutkimusongelma	3
1.4	Työn rakenne	4
1.5	Tutkimusmenetelmät	5
2.	TOIMITUSVERKOSTO	7
2.1	Toimitusverkosto ja sen hallinta	7
2.2	Toimitusverkosto strategisena kilpailutekijänä	12
2.3	Puupellettien toimitusverkosto	14
2.4	Vapo Oy:n toimitusverkosto ja sen haasteet	16
3.	TOIMITUSVERKOSTON KUSTANNUSTEHOKKUUS	19
3.1	Toimitusverkoston kustannukset	19
3.2	Tärkeimmät toimitusverkoston kustannustehokkuuteen vaikuttavat tekijät	22
3.2.1	Toimitusverkoston rakenne	22
3.2.2	Hankintojen johtaminen	26
3.2.3	Kysyntäketjun hallinta ja asiakasohjautuvuus	33
4.	VAPO OY:N PUUPELLETTIEN TOIMITUSVERKOSTON KUSTANNUSTEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN	38
4.1	Laskentamallin esittely ja toiminta	38
4.1.1	Optimointi	38
4.1.2	Rajaukset ja oletukset	42
4.2	Raaka-ainehankinnat	43
4.3	Pellettitoimitukset	45
4.4	Raaka-ainetarpeiden ja -varastotasojen seuranta	47
5.	LASKENTAMALLIN KÄYTTÖ	49
5.1	Laskentamallin käyttötavat	49
5.2	Skenaario 1: pellettien kysyntä kasvaa	50
5.3	Skenaario 2: pellettien kysyntä laskee	52
5.4	Skenaario 3: raaka-aineen saatavuus heikkenee	55
6.	YHTEENVETO JA KEHITYSEHDOTUKSET	58
	LÄHTEET	62

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Puupellettejä (Vapon aineistopankki)</i>	3
Kuva 2.	<i>Yksinkertainen toimitusketju (perustuu lähteeseen Vitosh Academy)</i>	8
Kuva 3.	<i>Toimitusverkosto (perustuu lähteeseen Harrison et al. 2008, p. 9)</i>	9
Kuva 4.	<i>Toimitusketjun kyvykkyyteen vaikuttavat tekijät (perustuu lähteeseen Hugos 2011)</i>	10
Kuva 5.	<i>Puupellettien toimitusketju</i>	15
Kuva 6.	<i>Toimitusverkoston kustannukset (perustuu lähteeseen Farahani et al. 2011)</i>	19
Kuva 7.	<i>Edut ja haitat hankittaessa yhdeltä tai useammilta toimittajilta (perustuu lähteisiin Brown et al. 2001, p. 312; Rowbotham et al. 2007, pp. 151-153; Van Weele 2010, p. 34)</i>	29
Kuva 8.	<i>Hankittavien tuotteiden jaottelu Kraljic'n matriisiin tulosvaikutuksen ja toimitusriskin mukaan (perustuu lähteeseen Cousins et al. 2008, p. 47)</i>	31
Kuva 9.	<i>Perushankintastrategiat eri tuoteryhmille (perustuu lähteeseen Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, s. 154)</i>	32
Kuva 10.	<i>Kysyntäketjun hallinta (perustuu lähteeseen Madhani 2013)</i>	34
Kuva 11.	<i>Ratkaisimeen määritettävät parametrit</i>	41

1. JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Pitkittynyt taantuma on viime vuosina ajanut useita yrityksiä vaikeuksiin ja tiedotusvälineet ovat kertoneet yritysten taloudellisista vaikeuksista ja henkilöstön vähentämisistä eri teollisuudenaloilla. (Airaksinen 2012) Vallitsevan taloudellisen tilanteen myötä yritykset ovat olleet pakotettuja kiinnittämään entistäkin enemmän huomiota kustannuksiinsa, jotta toiminta voisi jatkua kannattavana. Kiristyneiden säästötavoitteiden ohella taloudellinen tilanne on vaikuttanut yritysten lisäksi myös asiakkaiden ostopäätöksiin ja samalla asiakkaiden palvelutasovaatimukset ovat kasvaneet entisestään. (Epicor Software Finland Oy 2009)

Jotta yritykset voisivat parantaa tulostaan ja kannattavuuttaan, on keskeisimpinä vaihtoehtoina myynnin lisäys, myyntihinnan nostaminen tai kustannusten vähentäminen ja kustannustehokkuuden parantaminen. Markkinaosuuden kasvattaminen ja sitä seuraava myynnin lisääntyminen voi olla hyvin haasteellista tai jopa mahdotonta saavuttaa, ja myyntihintojen nostamisella voi olla negatiiviset vaikutukset myyntimääriin, erityisesti asiakkaiden kiinnittäessä tavanomaista enemmän huomiota ostopäätöksiin. Usein sopivimmaksi vaihtoehdoksi jää kustannustehokkuuden parantaminen, mistä onkin tullut yksi yritysten keskeisistä strategioista. (Howknow.fi; Kaskinen 2013) Asiakkaiden huomioiminen ei ole uusi asia, mutta vallitsevassa tilanteessa myös asiakkaiden rooli on korostunut. Vastaamalla asiakkaiden tarpeisiin paremmin ja tehokkaammin voidaan saada merkittävää markkinaetua. (Lepomäki 2011; Vihma 2009)

Toimitusketjun hallinnalla ja logistisilla toiminnoilla on merkittävä vaikutus sekä kustannustehokkuuteen että asiakaspalveluun, ja siksi niistä onkin muodostunut tärkeä kilpailutekijä useille yrityksille. Toimitusketjun tehokkaalla hallinnalla voidaan vaikuttaa toiminnasta syntyviin kustannuksiin olennaisesti, samoin kuin toimitusten nopeuteen ja tuotteiden laatuun, ja siten myös asiakkaiden kokemaan arvoon ja palveluun. Toimitusketjun hallinnan ja tehokkaiden logististen toimintojen avulla voidaan taata, että juuri asiakkaiden haluamia tuotteita on saatavilla oikeassa paikassa, oikeaan aikaan, oikean laatuksena ja oikeaan hintaan. (Logistiikanmaailma; Tieke)

Kustannustehokkuuden tavoittelun lisäksi myös uusiutuvan bioenergian hyödyntäminen on ajankohtainen aihe. Yritysten säästötavoitteiden ohessa myös päästövaatimukset kiristyvät, ja syntyvien päästöjen määrää pyritään vähentämään enenevässä määrin. Päästöjen vähentämistavoitteiden osalta biopolttoaineet ovat keskeisessä roolissa, ja kiinnostus biopolttoaineita kohtaan onkin lisääntynyt juuri siksi, että niiden avulla on mahdol-

lista vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja fossiilisten polttoaineiden käyttöä sekä riippuvuutta tuontipolttoaineista. (Ilmasto-opas)

Ilmasto-oppaan mukaan yksi energia- ja kustannustehokkaimmista bioenergian hyödyntämistavoista on metsistä saatavan puuaineksen käyttäminen lämmön ja sähkön tuotannossa. Valtaosa hyödynnettävästä bioenergiasta, jota käytetään muun muassa kivihiilen korvaamiseen, onkin puuperäistä energiaa, johon myös puupelletit lukeutuvat. Suomi on bioenergian hyödyntämisessä yksi Euroopan kärkimaista, ja fossiilisten polttoaineiden käyttöä halutaan korvata entistäkin enemmän bioenergialla. (Ilmasto-opas) Motivan (2014) mukaan Suomen energia- ja ilmastostrategian tavoitteena on lisätä biopolttoaineiden käyttöä entisestään ja samalla vähentää fossiilisten polttoaineiden hyödyntämistä. Ilmasto-oppaan mukaan myös useissa EU:n ja kansallisen tason ilmasto- ja energia-politiikkaan liittyvissä strategioissa vaaditaan bioenergian käytön lisäämistä. (Motiva 2014)

1.2 Vapo Oy

Vapo Oy on vuonna 1940 perustettu yritys, jonka nimi, Vapo, on lyhenne alkuperäisestä nimestä Valtion Polttoainetoimisto. Vapo Oy on johtava bioenergian toimittaja ja kehittäjä sekä moderni ja vastuullinen asiantuntijaorganisaatio, joka tuottaa bioenergiaa muun muassa turpeesta ja puupolttoaineista. Lisäksi Vapo Oy tuottaa myös lämpöä ja sähköä näistä raaka-aineista. (Vapon kotisivu) Suomen lisäksi Vapo toimii myös Ruotsissa ja Baltiassa. (Vapon vuosikertomus 2013/2014; Vapon kotisivu) Tilikaudella 5/2013-4/2014 Vapon liikevaihto oli 596,2 miljoonaa euroa ja vuonna 2013 Vapolla oli henkilöstöä keskimäärin 1120 henkilöä. (Osavuosikatsaus)

Vapo-konserni sisältää neljä liiketoiminta-aluetta: Vapo Turvetuotteet, Vapo Puupolttoaineet, Vapo Lämpö ja sähkö sekä Vapo Timber. Turvetuotteet -liiketoiminta-alue keskittyy turvetuotannon suunnitteluun ja kehittämiseen. Vapo Timber puolestaan on kuusi- ja mäntysahatavaraa tuottava sahateollisuusyritys, joka toimii Pohjois-Karjalassa. Konsernin Lämpö ja sähkö -liiketoiminta-alue tuottaa asiakkailleen lämpöä, sähköä ja höyryä vastaten lukuisten voimalaitosten, lämpökeskusten ja kaukolämpöverkkojen operoinnista. Vapo Puupolttoaineet -liiketoiminta-alue puolestaan on vastuussa metsäpolttoaineiden hankkimisesta ja tuottamisesta, metsäteollisuuden sivutuotteiden myymisestä sekä pellettien tuottamisesta. Lisäksi konserniin kuuluvat myös puutarhatuotteita ja ympäristöliiketoimintaratkaisuja tuottavat Kekkilä ja Hasselfors Garden. (Vapon kotisivu)

Vapo Oy on selkeästi Suomen suurin pelletintuottaja. Puupolttoaineet -liiketoiminta-alueella on Suomessa kuusi pellettitehdasta, jotka sijaitsevat Kärämäellä, Seinäjoella, Vilppulassa, Turengissa, Ylistarossa ja Ilomantsissa. Tehtaiden tuotantokapasiteetti on yhteensä noin 250 000 tonnia vuodessa ja vuonna 2013 pellettejä toimitettiin Suomeen yhteensä 160 000 tonnia. Vuosittain pellettejä toimitetaan joitakin kymmeniätuhansia

tonneja Suomen ulkopuolelle, mutta tulevaisuudessa on tavoitteena myydä kaikki tuotetut pelletit kotimarkkinoille. (Vapon vuosikertomus 2013/2014)

Puupelletit ovat kuvassa 1 näkyvien pellettien kaltaisia sylinterinmuotoisia puristeita, jotka valmistetaan hienonnetusta puusta. Niiden halkaisija on tyypillisesti 6-10 mm ja pituus 5-40 mm. Puupellettien tuotannossa raaka-aineena käytetään puunjalostuksen sivutuotteena saatavaa sahanpurua ja kutterinlastua. (Alakangas & Virkkunen 2007, p. 9) Pellettien etuina on niiden kotimaisuus ja vähäpäästöisyys sekä helppo varastoitavuus. Lisäksi pellettilämpökeskuksen investointikustannukset ovat perinteisen kiinteän polttoaineen lämpökeskuksen kustannuksiin verrattuna pienemmät. Pelleteillä on myös korkea energiasisältö, minkä seurauksena niiden kuljettaminen on edullista pidemmälläkin matkoilla. (Vapon vuosikertomus 2013/2014)



Kuva 1. Puupellettejä (Vapon aineistopankki)

1.3 Työn tavoitteet ja tutkimusongelma

Työn tavoitteena on parantaa Vapo Oy:n puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta kotimaassa. Kustannustehokkuutta halutaan parantaa kehittämällä verkostoa ja sen prosesseja raaka-aineen hankinnasta valmiin tuotteen toimitukseen saakka. Jotta kustannustehokkuutta voitaisiin kehittää, on selvitettävä tärkeimmät tekijät, jotka synnyttävät kustannuksia kyseisessä toimitusverkostossa. Työssä tarkastellaan tärkeimpiä kustannusten syntyyn vaikuttavia tekijöitä yleisesti ja puupellettien toimitusverkoston osalta sekä lisäksi sitä, miten nämä tekijät vaikuttavat kustannusten syntyyn. Työ koostuu pääkysymyksestä ja kolmesta alakysymyksestä:

Pääkysymys: Miten voidaan kehittää puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta?

Alakysymys 1: Mitkä ovat tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat toimitusverkoston kustannustehokkuuteen?

Alakysymys 2: Miten syntyviin kustannuksiin voidaan vaikuttaa näiden tekijöiden osalta?

Alakysymys 3: Miten laskentamallia voidaan hyödyntää puupellettien toimitusverkoston kustannusten optimoinnissa?

Puupellettien toimitusverkostossa merkittävimmät kustannuksia aiheuttavat tekijät ovat raaka-aineiden hankinta ja toimitus tehtaille sekä valmiiden tuotteiden toimitus asiakkaille. Työn tarkoituksena on tarkastella keinoja erityisesti näistä tekijöistä aiheutuvien kustannusten minimoimiseksi.

Työn osana luodaan päätöksenteon tueksi Excel-pohjainen laskentamalli, jonka avulla voidaan parantaa puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta tärkeimpien kustannuksia aiheuttavien tekijöiden osalta optimoimalla niistä syntyvät kustannukset. Lisäksi laskentamallin avulla voidaan tarkastella erilaisia skenaarioita ja toimintatapoja sekä niistä syntyviä kustannuksia. Tavoitteena on, että laskentamalli on yksinkertainen ja helppokäyttöinen työkalu, jota voidaan käyttää apuna sekä päivittäisessä että strategisessa päätöksenteossa.

1.4 Työn rakenne

Työ jakaantuu kahteen osaan, teoria- ja tapaustutkimuslukuihin. Työn alussa käsitellään tutkimuksen taustaa ja ajankohtaisuutta, esitellään työn tavoitteet ja tutkimusongelma sekä case yritys Vapo Oy. Työn rajaukset sekä työssä käytettävät tutkimusmenetelmät esitellään luvussa 1.5.

Luku 2 keskittyy työn taustaan toimitusverkoston osalta. Luvussa tarkastellaan toimitusverkostoa ja sen hallintaa sekä sen merkitystä yrityksen toiminnalle strategisena kilpailutekijänä. Luvussa keskitytään myös tutkimaan puupellettien toimitusverkoston erityispiirteitä sekä Vapo Oy:n puupellettien toimitusverkostoa ja sen toimintaan liittyviä haasteita.

Luvussa 3 tarkastellaan toimitusverkoston kustannustehokkuutta. Tarkastelun kohteena ovat keskeiset tekijät, jotka vaikuttavat toimitusverkoston kustannuksiin erityisesti Vapo Oy:n osalta. Lisäksi luvussa selvitetään, miten nämä tekijät vaikuttavat kustannustehokkuuteen ja miten kustannuksia voidaan näiden tekijöiden osalta pienentää.

Yhtenä työn tavoitteista on luoda päätöksenteon tueksi laskentamalli, jonka avulla voidaan parantaa toimitusverkoston kustannustehokkuutta ja optimoida toiminnasta syntyvät kustannukset. Laskentamalliin keskitytään tarkemmin luvussa 4, jossa laskentamalli

ja sen osat, mallin rajoitukset ja sitä luodessa tehdyt oletukset esitellään. Laskentamallin toimintaa havainnollistetaan myös yksinkertaistetun esimerkin avulla luvussa 4.1.1.

Luku 5 keskittyy tarkemmin laskentamallin käyttöön päivittäisen toiminnan apuvälineenä sekä päätöksenteon tukena. Laskentamallin käyttötavoista yleisesti kerrotaan tarkemmin luvussa 5.1. Luvut 5.2-5.4 puolestaan keskittyvät esittelemään laskentamallin käyttöä esimerkein kolmen kuvitteellisen skenaarion avulla. Lopuksi luvussa 6 on esiteltyä Vapo Oy:lle tutkimuksen pohjalta tehtävät kehitysehdotukset sekä yhteenveto koko työstä.

1.5 Tutkimusmenetelmät

Hirsjärven et al. (1997) mukaan tutkimusstrategialla tarkoitetaan tutkimuksen menetelmällisten ratkaisujen kokonaisuutta. Tutkimusmenetelmien valinta on riippuvainen kyseessä olevasta tutkimustehtävästä tai –ongelmasta. Tutkimusstrategiat jaetaan perinteisesti kolmeen osaan: kokeelliseen tutkimukseen, survey-tutkimukseen ja tapaustutkimukseen (*case study*). Kokeellisessa tutkimuksessa mitataan käsiteltävän muuttujan vaikutuksia johonkin toiseen, valittuun muuttujaan. Survey-tutkimuksessa puolestaan kerätään tietoa ihmisjoukolta. Tapaustutkimus puolestaan keskittyy yksittäiseen tapaukseen ja pyrkii keräämään siitä yksityiskohtaista tietoa. (Hirsjärvi et al. 1997, ss. 128-131)

Eri tieteenaloilla hyödynnetään erilaisia tutkimusotteita, ja myös niiden luokittelussa käytetään useita eri tapoja. Liiketaloustieteessä tutkimusotteet jaetaan tyypillisesti positivismiin ja hermeneutiikkaan liittyviin tutkimusotteisiin. Positivistiseen tieteenkäsitykseen perustuvissa tutkimusotteissa tiedonhankinta pohjautuu todettuihin ja todennettaviin havaintoihin, ja havaintojen käsittelyssä hyödynnetään ainoastaan objektiivisia menetelmiä. Hermeneuttiseen tieteenkäsitykseen perustuvat tutkimusotteet puolestaan keräävät tietoa tutkijan ja tutkittavan ilmiön parissa työskenteleviltä henkilöiltä, ja ihmisten ymmärrys on keskeisessä osassa tiedonhankintaa. (Olkkonen 1994, ss. 50-53)

Tutkimukset voidaan jakaa myös tiedon käyttötavan mukaan kahteen ryhmään, deskriptiivisiin ja normatiivisiin tutkimuksiin. Deskriptiivisten tutkimusten tavoitteena on ilmiöiden kuvailu muun muassa luomalla kuvailevia käsitteitä ja kuvaamalla prosesseja. Normatiivisten tutkimusten tavoitteena taas on löytää tuloksia, joita on mahdollista käyttää apuna toiminnan suunnittelussa ja kehityksessä. (Olkkonen 1994, s. 44)

Liiketaloustieteessä yleisesti käytettävät tutkimusotteet jaetaan tavanomaisesti viiteen eri tyyppiin: käsiteanalyttiseen, nomoteettiseen, päätöksentekometodologiseen, toiminta-analyttiseen ja konstruktiiiviseen tutkimusotteeseen. Käsiteanalyttisen tutkimuksen tavoitteena on ilmiöiden kuvaamisessa ja tunnistamisessa hyödynnettävien käsitejärjestelmien kehittäminen, ja käsiteanalyttistä tutkimusotetta käytetään jotakin tarkoitusta tai tehtävää palvelevan käsitteistön luomisessa. Nomoteettinen tutkimusote puolestaan

pyrkii osoittamaan ja selittämään yhteyksiä eri ominaisuuksien välillä. Tyypillisesti tutkimuskohteena on jokin ilmiö, jonka vaihtelu riippuu joistakin muista tekijöistä. Tulos on usein matemaattisen, riippuvuutta kuvaavan mallin muodossa. Päätöksentekometodologisen tutkimusotteen tavoitteena on kehittää pääasiallisesti matemaattispohjaisia menetelmiä, joita voidaan hyödyntää yrityksen päätöksenteossa. Tulokset ovat tavanomaisesti matemaattisia malleja, jotka antavat tulokseksi päätössuosituksen tai tutkivat päätöksen vaikutuksia. (Olkkonen 1994, ss. 65-71)

Toiminta-analyttiset tutkimukset puolestaan käsittelevät organisaation toimintaa, johtamista, ongelmanratkaisua, päätöksentekoprosesseja ja muita ongelmia, jotka ovat vaikeasti strukturoitavissa tai nopeasti muuttuvia kysymyksiä. Tulokset perustuvat tutkijan ymmärrykseen, ja otteelle tyypillistä on kohteen ja tutkijan tiivis liittyntä. Toiminta-analyttisellä tutkimusotteella saavutetut tulokset ovat usein huonosti yleistettävissä, sillä tulokset saadaan suppeasta tapausten joukosta. Toiminta-analyttisen näkökulman mukaan kohteena olevaa asiaa tai ilmiötä tarkastellaan historian, teorian ja käytännön kannalta ja kehitetään kohdetta näiden tekijöiden avulla, jotta haluttuun tavoitteeseen päästään. (Olkkonen 1994, ss. 72-75)

Konstruktiivinen tutkimusote liittyy lähtökohtaisesti johtamiseen liittyvien ongelmanratkaisumenetelmien kehittämiseen. Konstruktiivinen tutkimus lähtee liikkeelle itse ongelmasta ja pyrkii sen ratkaisemiseen tai ratkaisumenetelmän kehittämiseen. Otteen tulokset todennetaan käytännön sovellutuksin. Tutkimus koostuu relevantin ongelman etsimisestä ja tiedon hankinnasta valitusta kohteesta. Tämän jälkeen konstruoidaan ratkaisumalli, jonka toimivuutta testataan käytännössä ja osoitetaan sen uutuusarvo sekä kytkeä teoriaan. Tyypillisiä tutkimuskohteita ovat yritysten toimintajärjestelmien kehittämiseen liittyvät kohteet. (Olkkonen 1994, ss.75-79)

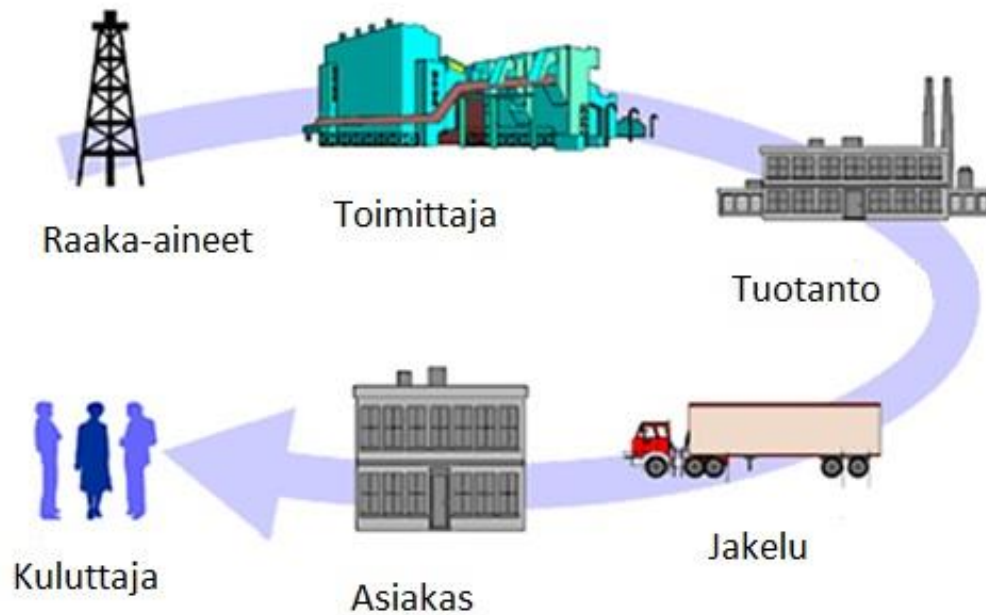
Liiketaloustieteessä tutkimustyyppiä voidaan harvoin luokitella kuuluvaksi puhtaasti johonkin tiettyyn otetyyppiin, eikä tiettyjen tyyppien väliset rajat ole täysin selvät tai sulje toisiaan pois. (Olkkonen 1994, s. 60, 80) Myös tässä työssä käytetään useampia tutkimusotteita, pääasiallisesti konstruktiivista ja toiminta-analyttistä tutkimusotetta sekä tapaustutkimusta. Toiminta-analyttisen tutkimusotteen tapaisesti tämäkin tutkimus käsittelee organisaatiota ja sen toimintaa sekä päätöksentekoprosesseja. Työssä huomioidaan käytännön ongelmat ja haasteet, jotka liittyvät puupellettien toimitusverkostoon sekä teoria, jonka pohjalta verkostoa pyritään kehittämään, tavoitteena kustannustehokkuuden kehittäminen. Saatuja tuloksia ei voida suoraan yleistää case yrityksen ulkopuolelle, sillä tutkimuksessa keskitytään kustannustehokkuuden kehittämiseen case yrityksen toimitusverkoston osalta. Konstruktiivisen tutkimusotteen kaltaisesti taas työssä kehitetään ongelmanratkaisumenetelmä, laskentamalli. Mallin toimintaa ja käyttötapoja havainnollistetaan erilaisten esimerkkien avulla, ja laskentamalli ja sitä tukeva teoria kytetään yhteen. Tapaustutkimukselle tyypillisesti työ keskittyy yksittäiseen tapaukseen, case yrityksen toimitusverkoston kustannustehokkuuden kehittämiseen.

2. TOIMITUSVERKOSTO

2.1 Toimitusverkosto ja sen hallinta

Toimitusketjulla tarkoitetaan niiden toimintojen ja organisaatioiden kokonaisuutta, jotka vaikuttavat valmiin tuotteen toimittamiseen sen loppukäyttäjälle. Toimitusketjuun sisältyy useita prosesseja aina raaka-aineiden hankinnasta ja tuotannosta hyödykkeen kuljettamiseen asiakkaalle. (Harrison & Van Hoek 2008, pp. 6-7) Tyypillisessä toimitusketjussa raaka-aineet hankitaan yhdeltä tai useammalta toimittajalta, tuotteet valmistetaan yhdessä tai useammassa tehtaassa, joista ne kuljetetaan välivarastoihin ja sieltä jälleenmyyjille ja asiakkaille. Ketju muodostuu siis toimittajista, tuotantolaitoksista, varastoista, jakelupisteistä ja jälleenmyyntipisteistä sekä varastoiduista raaka-aineista, keskenraaisesta tuotannosta ja lopputuotteista, jotka virtaavat eri laitosten välillä. (Simchi-Levi et al. 2008, p. 1)

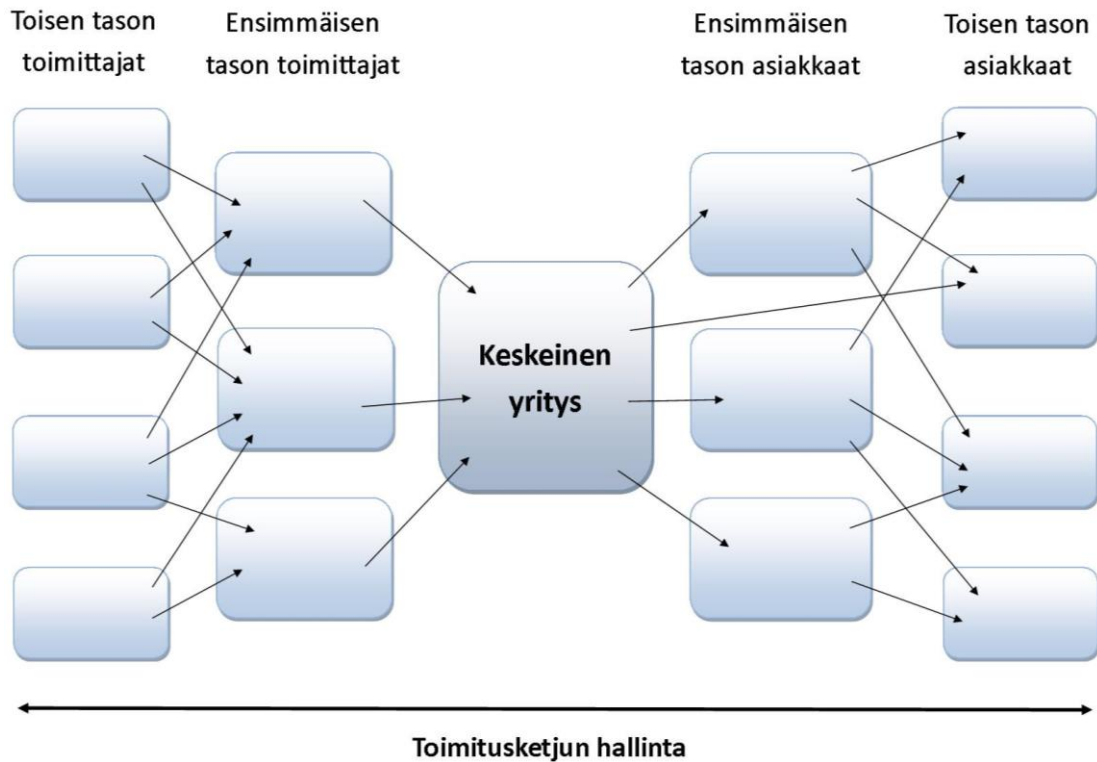
Toimitusketjussa tuotteen toimittamiseen osallistuvat toimijat ja prosessit linkittyvät toisiinsa kuvan 2 kaltaisesti muodostaen ketjumaisen rakenteen. Materiaalivirta suuntautuu raaka-aineentoimittajalta tuotteen loppukäyttäjää kohden eli nuolensuuntaisesti alavirtaan ketjussa. Materiaalivirralla tarkoitetaan fyysisten hyödykkeiden kulkua ketjussa. Informaatiovirta sen sijaan sisältää tuotteen kysyntätiedon. Se kulkee ketjussa päinvastaiseen suuntaan, loppukäyttäjältä ylävirtaan aina raaka-aineiden hankintaan saakka. Informaatiovirtaa tarvitaan materiaalivirran tehokkaaseen suunnitteluun. (Harrison & Van Hoek 2008, pp. 6-7) Todellisuudessa eri toimijat muodostavat ketjun sijaan usein laajemman ja monimutkaisemman verkostorakenteen, joten toimitusketju on hieman harhaanjohtava nimitys näiden prosessien kokonaisuudelle. Kokonaisuutta realistisemmin kuvaava termi on toimitusverkosto. Ketju kuvaa yksinkertaisempaa prosessien linkittymistä toisiinsa, kun taas verkostossa rakenne on monimutkaisempi ja toimijoita on enemmän. (Harrison & Van Hoek 2008, p. 10) Tässä työssä toimitusketju- ja toimitusverkosto- sanoja käytetään rinnakkain samassa merkityksessä.



Kuva 2. Yksinkertainen toimitusketju (perustuu lähteeseen Vitosh Academy)

Kuva 3 havainnollistaa toimitusverkoston verkkomaista rakennetta sekä prosessien ja toimijoiden linkittymistä toisiinsa. Toimitusverkosto voidaan ajatella useiden, organisaatioiden rajat ylittävien prosessien kokonaisuutena. Materiaalivirta suuntautuu kuvan verkostossa nuolien suuntaisesti alavirtaan toimittajilta keskeisen yrityksen ja sen asiakkaiden kautta lopulta tuotteen loppukäyttäjälle ja informaatiovirta päinvastaiseen suuntaan. (Harrison & Van Hoek 2008, pp. 9-12) Kuvan 3 toimitusverkosto on muodostettu keskeisen yrityksen näkökannalta katsoen.

Simchi-Levi et al. (2008) määrittelevät toimitusketjun hallinnan niiden lähestymistapojen joukoksi, joita hyödynnetään toimittajien, tuotannon, varastojen ja tuotetta myyvien kauppajen tehokkaaseen integrointiin siten, että hyödykkeitä tuotetaan ja kuljetetaan oikea määrä, oikeisiin paikkoihin, oikeaan aikaan. Toimitusketjun hallinnan tavoitteena on, että kokonaiskustannukset minimoidaan ja samalla tyydytetään palvelutasovaatimukset. Toimitusketjun hallinnan tarkoituksena on siis suunnitella, ohjata ja johtaa materiaali- ja informaatiovirtoja siten, että tuotteet voidaan toimittaa asiakkaille optimaalisesti vastaten asiakkaiden tarpeisiin mahdollisimman tehokkaasti. (Simchi-Levi et al. 2008, p. 1; Harrison & Van Hoek 2008, pp. 6-13)

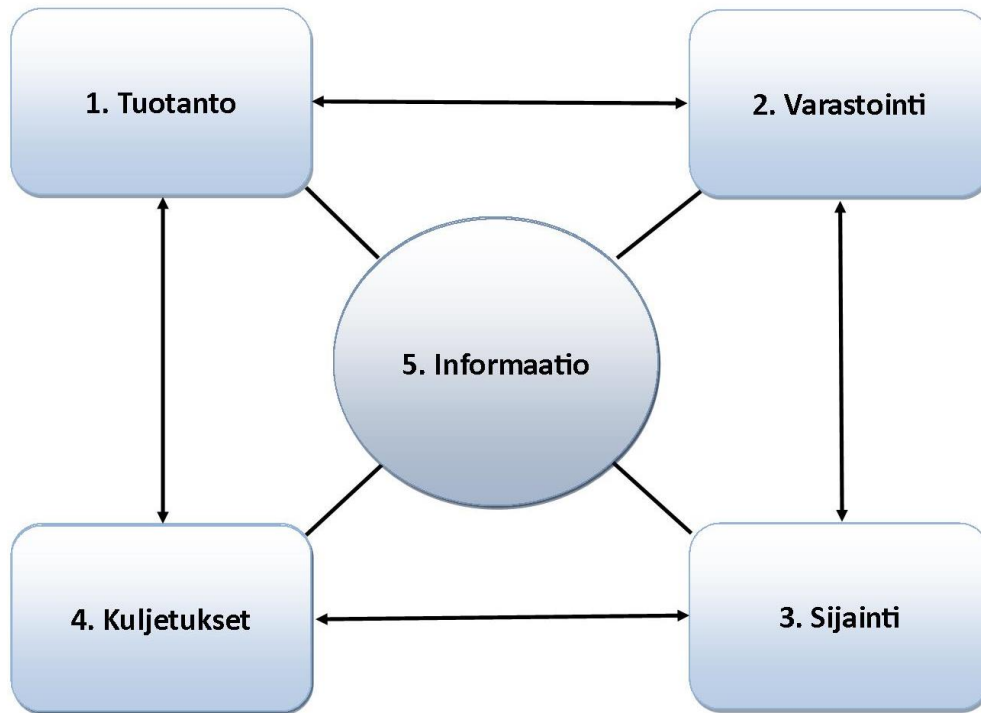


Kuva 3. Toimitusverkosto (perustuu lähteeseen Harrison et al. 2008, p. 9)

Toimitusketjun hallinnassa tulee huomioida kaikki ne toimijat, jotka vaikuttavat kustannuksiin ja tuotteen toimittamiseen aina raaka-aineiden toimittajista ja tuotantolaitoksista jälleenmyyjiin saakka. Toimitusketjun hallinnan tavoitteena on tehdä koko ketjusta tehokas ja minimoida kokonaiskustannukset koko systeeminlaajuisesti. On olennaista, että toimitusketjun hallinnassa lähtökohtana on koko systeemi eikä esimerkiksi pelkästään kuljetuksista tai varastoinnista aiheutuvien kustannusten minimointi. (Simchi-Levi et al. 2008, pp. 1-2)

Toimitusverkoston hallintaa koskevat päätökset voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään niiden vaikutusajan ja merkityksen perusteella: strategisiin, taktisiin ja operatiivisiin päätöksiin. Strategisen tason päätöksillä on pitkäaikainen vaikutus yrityksen toimintaan, ja ne koskevat tyypillisesti muun muassa tuotesuunnittelua, ulkoistamispäätöksiä, toimittajien valintaa, strategisia yhteistyösuhteita sekä varastojen ja tehtaiden lukumäärään ja sijaintiin liittyviä päätöksiä. Strategisten päätösten tarkoituksena on luoda yritykselle mahdollisuudet ja puitteet pitkän tähtäimen toimintaan ja kehitykseen. (Simchi-Levi et al. 2008, p. 12; Hübner 2007, p. 9) Taktisen tason päätökset vaikuttavat strategisia päätöksiä lyhyemmän ajan ja tyypillisesti niiden aikajänne on noin yhdestä kolmeen vuoteen. Taktisen suunnittelun avulla pyritään tukemaan ja toteuttamaan strategisten päätösten myötä luotua linjaa. (Hübner 2007, p. 9) Taktiset päätökset koskevat yleensä hankintaa, tuotantoa, varastointia ja kuljetuksia. Niiden tavoitteena on sovittaa tarjonta vastaamaan kysyntää eli varmistaa, että käytössä olevat resurssit riittävät asiakkaiden kysynnän tyydyttämiseen. Lyhyimmän aikajänteen päätöksiä ovat operatiiviset päätökset, jotka liittyvät päivittäiseen toimintaan, kuten aikataulutukseen, reititykseen tai

kuormien lastaukseen. (Simchi-Levi et al. 2008, p.12; Harrison & Van Hoek 2008) Operatiivisen suunnittelun avulla halutaan varmistaa käytettävissä olevien varojen optimaalinen hyödyntäminen sekä strategisella ja taktisella tasolla tehtyjen päätösten tehokas toteuttaminen. (Hübner 2007, p. 9)



Kuva 4. Toimitusketjun kyvykkyyteen vaikuttavat tekijät (perustuu lähteeseen Hugos 2011)

Hugos'n (2011) mukaan taas jokaisella toimitusverkostolla on omat toimintaa koskevat haasteensa, mutta pääkysymykset säilyvät samoina aina tapauksesta riippumatta. Missä tahansa toimitusverkostossa toimiva yritys joutuu tekemään päätöksiä liittyen viiteen eri alueeseen, jotka esitetään myös kuvassa 4. Nämä tekijät ovat tuotanto, varastointi, sijainti, kuljetukset ja informaatio. Tuotantoa koskevat päätökset liittyvät valmistettaviin tuotteisiin ja niiden kysyntään: Mitä tuotteita tulisi valmistaa, kuinka paljon ja milloin? Varastointiin liittyvät päätökset taas koskevat raaka-aine- ja puolivalmisteverastojen sekä valmiiden tuotteiden varastojen tasoja. Sijaintiin liittyvät päätökset koskevat tehtaisten ja varastojen sijainteja: Mikä olisi yrityksen toiminnan kannalta paras sijainti millekin toiminnolle? Mahdollistavatko olemassa olevat laitokset optimaalisen materiaalin virtauksen, vai tulisiko sijoittaa uusiin laitoksiin toiminnan tehostamiseksi? Kuljetuskysymykset taas liittyvät parhaan kuljetustavan valintaan jokaisessa tilanteessa. (Hugos 2011) Viimeinen kysymys informaatioon liittyen koskee kerättävää tietoa ja sen määrä: Kuinka paljon ja mitä tietoa tulisi kerätä ja jakaa edelleen? Virheetön ja oikea-aikainen informaatio mahdollistaa toimintojen paremman koordinoinnin ja parempien päätösten teon. Riittävän informaation avulla voidaan tehdä päätöksiä liittyen muihin kysymyksiin, esimerkiksi tuotantomääriin, eri laitosten sijainteihin tai kuljetustapoihin.

Näitä tekijöitä koskevien päätösten summa määrittää yrityksen toimitusverkoston kyvykkyyden ja tehokkuuden. (Hugos 2011)

Simchi-Levi et al. (2008) mukaan taas keskeisimmät kysymykset, jotka ovat vaikuttavat toimitusketjun hallintaan ja sen tehokkuuteen, liittyvät seuraaviin tekijöihin:

- *Jakeluverkoston kokoonpano*: Eri toimijoiden/laitosten koon, sijainnin ja kapasiteetin valinta sekä virtojen suunnittelu niiden välillä. Päätösten avulla pyritään minimoimaan koko systeeminlaajuiset kustannukset samalla mahdollistaen asiakkaiden kysyntään vastaamisen.
- *Varastohallinta*: Varastointi aiheuttaa usein suurimman yksittäisen menoerän yrityksen toiminnalle. Varastoja pidetään, jotta voitaisiin varautua toimitusten epävarmuuksiin ja odottamattomiin muutoksiin asiakkaiden kysynnässä. Varastoja pidetään myös tuotannon läpimenon aikaiseen kysyntään vastaamiseksi ja mittakaava-etujen saavuttamiseksi. Varastoinnista aiheutuvien kustannusten minimoimiseksi on tärkeää määrittää taloudelliset eräkoot tuotannolle ja raaka-ainetilauksille.
- *Tuotannon hankinta*: Olennaista on löytää tasapaino tuotanto- ja kuljetuskustannusten välille.
- *Hankintasopimukset*: Erityyppisille tuotteille hyödynnetään erilaisia toimitussopimuksia. Esimerkiksi strategisten komponenttien tai tuotteiden toimittajien kanssa halutaan tehdä tiivistä yhteistyötä ja siten varmistaa niiden saatavuus, kun taas merkitykseltään vähäisempiä tuotteita voidaan hankkia vaihtelevasti useilta toimittajilta pysyvien sopimusten luomisen sijaan.
- *Jakelustrategiat*: Päätös siitä, kuinka paljon jakelusysteemiä tulee keskittää tai hajauttaa, esimerkiksi toimitetaanko tuotteet asiakkaille suoraan vai varastojen, jakelukeskusten ja jälleenmyyjien kautta. Jakelustrategia vaikuttaa olennaisesti syntyviin varastointi- ja kuljetuskustannuksiin.
- *Toimitusketjun integraatio ja strateginen yhteistyö*: Toimitusketjun alku- ja loppupään (tarjonta ja kysyntä) yhdistäminen toisiinsa onnistuneesti siten, että koko ketjun toimintakyky paranee ja tason määrittäminen, jolla integrointi tulee tehdä.
- *Ulkoistamispäätökset*: Päätökset siitä, mitä kannattaa tehdä itse ja mitä hankkia yrityksen ulkopuolelta. Ulkoistamisen avulla yrityksen on mahdollista keskittyä omaan ydinosaamiseen.
- *Tuotesuunnittelu*: Tuote- ja toimitusketjunsuunnittelun ei tulisi olla toisistaan erillisiä prosesseja, sillä tuotesuunnittelulla on olennainen vaikutus varastointi-, kuljetus- ja tuotantokustannuksiin.
- *IT- ja päätöstukijärjestelmien käyttö*: Informaatioteknologian ja päätöksentekoa tukevien järjestelmien avulla voidaan tehostaa toimitusketjun hallintaa muun muassa toiminnasta kerättyjen tietojen avulla.
- *Asiakasarvo*: Yrityksen tuotteiden ja palveluiden laatua mitataan asiakastytyvyyden ja asiakkaan kokeman arvon mukaan. Asiakasarvoa pyritään mittaamaan ja

ymmärtämään, jotta tuotteita ja palveluita voidaan kehittää vastaamaan entistä paremmin asiakkaiden toiveita.

- *Älykäs hinnoittelu*: Asiakkaiden kysyntään vaikuttaminen hinnoittelun avulla (Simchi-Levi et al. 2008)

Toimitusverkoston hallintaan vaikuttavat siis useat tekijät, eikä koko systeeminlaajuisen optimaalisen ratkaisun löytäminen ole helppoa. Lisäksi toimitusketjut muodostavat kompleksisen verkoston, jossa eri toimijat voivat sijaita maantieteellisesti laajalla alueella, usein ympäri maailmaa. Verkoston eri toimijoilla on usein erilaiset tavoitteet, jotka saattavat olla myös ristiriidassa keskenään. Toimitusverkosto on dynaaminen systeemi, joka muuttuu ja kehittyy ajan saatossa. Asiakkaiden kysynnän ja toimittajien toimituskapasiteettien lisäksi myös eri toimijoiden väliset suhteet voivat muuttua. Haastetta ja epävarmuutta voivat aiheuttaa myös useat vaikeasti hallittavat ja määritettävät tekijät, kuten kausittaiset vaihtelut, trendit, markkinointi ja kilpailijoiden hinnoittelustrategiat. (Simchi-Levi et al. 2008, pp. 4-5)

2.2 Toimitusverkosto strategisena kilpailutekijänä

Nykykielessä yleisesti käytössä olevalla strategia- sanalla tarkoitetaan suunnitelmaa, jonka avulla pyritään saavuttamaan asetetut tavoitteet. (Hines 2004) Strategia vaikuttaa organisaation toiminnan alaan ja sen laajuuteen pitkällä aikavälillä, ja sen tulisi kertoa selkeästi, millaisessa toiminnassa yrityksen tulisi olla mukana sekä ohjata päätöksenteossa. Hyvin muodostetun strategian avulla voidaan järjestää ja kohdentaa organisaation käytössä olevat resurssit siten, että edetään kohti asetettuja tavoitteita. (Cousins et al. 2008, pp. 101-102)

Toimitusketjun strategiseen hallintaan tarvittava tärkein työkalu on toimitusketjustrategia. Toimitusketjun strategian tulee olla yhtenäisessä linjassa yrityksen liiketoimintastrategian kanssa, sillä toimitusketjun hallinnalla ja strategialla on suuri merkitys yrityksen muihin keskeisiin prosesseihin. (Cohen & Roussel 2013) Jos eri toiminnot kohdistetaan tavoittelemaan eri kilpailutekijöitä, ei loppuasiakasta voida palvella yhtä hyvin kuin tilanteessa, joissa kaikilla osa-alueilla pyritään yhtenäiseen lopputulokseen. Tavoitteiden ollessa ristiriidassa on myös toimitusketjun kilpailukyky heikompi. (Harrison & Van Hoek 2008, p. 27)

Liiketoimintastrategiaa luotaessa ensimmäisenä tulee määrittää visio, joka kertoo mitkä ovat yrityksen toiminnan tärkeimmät tavoitteet, mitä arvoa se aikoo tarjota asiakkailleen ja miten yritys aikoo erota kilpailijoistaan valituilla markkinoilla. Toimitusketjustrategiaa luotaessa visio ja sen pohjalta luotu liiketoimintastrategia toimivat ohjaavina tekijöinä. (Cohen & Roussel 2013)

Strategiaa luotaessa yritys myös valitsee markkina-asemansa sekä tekijän tai tekijät, joiden avulla pyrkii kilpailemaan markkinoilla. Strategiassa siis määritetään yrityksen

tärkein kilpailuprioriteetti, jolla se erottuu kilpailijoistaan. (Hines 2004) Cohen & Roussel (2013) määrittelevät, että kilpailutekijät joiden pohjalta eri toimijat yleensä kilpailevat ovat innovaatiot, asiakaskokemus, laatu ja hinta. Vaikka kaikki näistä tekijöistä ovat tärkeitä, on olennaista valita yksi ensisijaiseksi perustaksi toiminnalle, sillä kaikilla näillä alueilla ei ole mahdollista olla yliverlainen. Tärkeintä on olla erityisen hyvä juuri sillä osa-alueella, jonka asiakas kokee tärkeäksi ja joka tarjoaa yritykselle vahvan kilpailukeinon markkinoilla. (Cohen & Roussel 2013) Toimitusketjun toiminnalla voidaan vaikuttaa yrityksen kilpailukykyyn kaikkien näiden kilpailutekijöiden osalta.

Yritykset, jotka pyrkivät kilpailemaan innovaatioiden avulla, käyttävät toimitusketjuaan pyrkimystensä tukemiseen toimittamalla uudet tuotteet kilpailijoitaan nopeammin markkinoille. Tällöin menestys riippuu toimitusketjun integroinnista tuotesuunnittelun kanssa ja on tärkeää, että kaikki tahot jotka liittyvät uuden tuotteen toimittamiseen markkinoille ovat ajan tasalla. Tällainen integraation taso vaatii prosessien, tiedon ja fyysisten resurssien tehokasta koordinoitua. On myös tärkeää huomioida, että toimitusketjun kapasiteetin on oltava riittävä uuden tuotteen kysyntään vastaamiseksi myös mahdollisen alun kysyntähuipun aikana. (Cohen & Roussel 2013)

Kun kilpailutekijäksi valitaan asiakaskokemus, pyritään vastaamaan asiakkaiden erityistarpeisiin. Tällöin hyödynnetään tietämystä asiakkaiden mieltymyksistä ja räätälöidään toimitusketjut asiakkaiden tarpeita vastaaviksi. Tuotteet tai palvelut toimitetaan asiakkaan toivomana ajankohtana asiakkaan toivomaan paikkaan. Yritykset, jotka valitsevat kilpailutekijäkseen laadun, tuottavat korkealaatuisia tuotteita tai palveluita. Tällöin tuotekehitys on kriittisessä osassa, mutta myös toimitusketjun prosesseilla on olennainen merkitys kilpailukykyyn. Esimerkiksi tuotteiden pakkaukset, tuotannon laadunvalvonta, raaka-aineiden valinta ja hankinta sekä kuljetukset ja varastointi voivat vaikuttaa asiakkaan kokemaan laatuun. (Cohen & Roussel 2013)

Tuotteiden hinnan kanssa kilpailevat yritykset pyrkivät tarjoamaan kilpailijoitaan edullisemmat hinnat ja houkuttelemaan myös kustannusherkeempiä asiakkaita. Luonnollisesti kaikkien yritysten on pidettävä kustannuksia silmällä, mutta se on eri kuin hinnan valitseminen tärkeimmäksi kilpailutekijäksi. Edulliset hinnat perustuvat erityisen tehokkaiisiin toimintoihin. Tuotteiden ja prosessien standardisointi on olennaisessa osassa, samoin kuin toimittajien ja tuotannon sekä laadun kontrollointi. Toimitusketjun suorituskykyä mitataan tällöin tehokkuuteen liittyvien mittareiden, kuten toimitusketjun kokonaiskustannusten, avulla. (Cohen & Roussel 2013)

Harrison & Van Hoek (2008) taas jakavat toimitusketjun avulla luotavat kilpailukykyyn vaikuttavat tekijät koviin (*hard*), tukea antaviin (*supportive*) ja pehmeisiin (*soft*) tekijöihin. Kovat tekijät ovat perinteisiä kilpailutekijöitä ja niihin lukeutuu laatu, aika ja hinta. Laatu kuvaa asioiden tekemistä oikein eli asiakkaat saavat haluamiaan tuotteita haluaminaan ajankohtina eikä esimerkiksi toimituksissa esiinny virheitä tai puutteita. Aika taas ilmaisee odotusaikaa, jonka asiakas joutuu odottamaan saadakseen haluamansa

tuotteen tai palvelun. Hinta ja kustannukset puolestaan ovat merkittäviä tekijöitä kaikille toimitusketjun prosesseille. Alhaiset kustannukset synnyttävät etua markkinoilla joko alhaisten tuotteiden tai palveluiden hintojen tai suurempien voittojen myötä, tai sekä että. (Harrison & Van Hoek 2008, pp. 15-18)

Kovat kilpailutekijät ovat aina tärkeitä kilpailuedun saavuttamiseksi, ja niiden vaikutus kilpailukykyyn on helposti ymmärrettävissä. Tukea antavien tekijöiden merkitys taas ei aina ole yhtä itsestään selvä, mutta myös niiden avulla on mahdollista saavuttaa etua markkinoilla. Nämä tekijät liittyvät vaihtelevuuden hallintaan ja toimimiseen epävarmuuden alaisuudessa. Vaihtelevuus, jota voi aiheuttaa esimerkiksi muutokset tuotteen kysynnässä, heikentää toimitusketjun varmuutta ja luotettavuutta eli sitä, kuinka hyvin toimitusketjulle asetetut tavoitteet saavutetaan. Tavoitteet voivat liittyä toimitusten aikatauluihin ja niiden paikkansapitävyyteen tai siihen, onko toimitukset pystyty toimittamaan täysimääräisinä sekä laadukkuuteen, joka riippuu muun muassa havaittujen virheiden ja puutteiden määrästä. Kyvyllä toimia epävarmuuden alaisuudessa taas tarkoitetaan toimitusketjun kykyä reagoida nopeasti ilmeneviin ongelmiin ja muutoksiin. Tätä kykyä kuvaavat toimitusketjun ketteruus ja joustavuus. Mitä joustavampia toimitusketjun prosessit ovat, sitä paremmin ilmeneviin muutoksiin voidaan reagoida, jolloin muutoksista aiheutuvat haitat liittyen prosessien aikaan, kustannuksiin ja suorituskykyyn ovat mahdollisimman pienet. (Harrison & Van Hoek 2008, pp. 18-22)

Pehmeiksi toimitusketjun kilpailukykyyn vaikuttaviksi tekijöiksi Harrison & Van Hoek (2008) määrittävät luottamuksen ja turvallisuuden. Näiden tekijöiden avulla saavutettava etua ei voida mitata yhtä helposti, kuin kovien tekijöiden. Luottamusta voi lisätä esimerkiksi tiedusteluihin vastaaminen pikaisesti ja ystävällisesti ja turvallisuutta asiakastietojen käsittely luottamuksellisesti. (Harrison & Van Hoek 2008, pp. 22-23)

2.3 Puupellettien toimitusverkosto

Puupellettejä valmistetaan sahanpurusta ja kutterista, joita saadaan puunjalostusteollisuuden sivutuotteena esimerkiksi sahoilta ja höyläämöiltä. (Alakangas & Virkkunen 2007, p. 9) Puupellettien toimitusketju koostuu useista prosesseista alkaen puiden hakkuusta. Hakkuun jälkeen puut kerätään ja kuljetetaan jalostettavaksi, missä prosessien sivutuotteena syntyy pellettituotannon raaka-aineita sahanpurua ja kutteria. Sahanpuru ja kutteri kuljetetaan edelleen pellettitehtaille prosessoitavaksi tai varastoon. Tuotetut pelletit joko varastoidaan tehtaalla tai ulkopuolisella varastolla tai toimitetaan suoraan asiakkaille. Kuva 5 esittää yksinkertaistetusti puupellettien toimitusketjun prosesseja.



Kuva 5. Puupellettien toimitusketju

Sahanpuru ja kutteri toimitetaan tehtaille yleensä useilta eri toimittajilta tiekuljetuksina. Tehtaille, jotka sijaitseva lähellä raaka-aineentoimittajia, voidaan raaka-ainetta siirtää lyhyitä matkoja myös kuljettimien avulla. Tehtaalla raaka-aineet varastoidaan joko sisätiloihin tai ulos riippuen raaka-aineesta ja varastointikapasiteetista. Sahanpuru on useimmiten kosteaa, ja se varastoidaan ulkotiloihin. Kuiva kutteri puolestaan varastoidaan sisätiloissa, esimerkiksi siiloissa, jottei sen kosteuspitoisuus kasva. Varastoista raaka-aineet kuljetetaan tehtaaseen yleensä kuljettimilla. (Selkimäki & Röser 2008, pp. 12-13)

Puupellettien tuotantoprosessi on melko yksinkertainen. Ennen pelletointia raaka-aine puhdistetaan tuotantoa haittaavista epäpuhtauksista, kuten kivistä ja metalliosista. Pelletointiprosessissa raaka-aineen kosteuspitoisuuden tulee olla alhainen, ja tarvittaessa raaka-ainetta kuivataan ennen pelletointia. Kosteuspitoisuudella tarkoitetaan haihtuvan veden osuutta materiaalin kokonaispainosta. Jos raaka-aineena käytetään kutteria, ei kuivausta tarvita, sillä sen kosteusprosentti on valmiiksi alhainen, noin 10-12 paino-%. Sen sijaan sahanpurun kosteusprosentti voi olla jopa 50 paino-% tai suurempi. Optimaalinen raaka-aineen kosteuspitoisuus pellettientuotannolla on 10-12 paino-%. Kuivaamisen jälkeen raaka-aine hienonnetaan vasaramyllyllä pienemmäksi ja tasalaatuisiksi pelletointia varten. Kuivaaminen ja hienontaminen voidaan myös suorittaa yhtäaikaista. (Pellettienergia; Alakangas & Virkkunen 2007, p. 9)

Raaka-aineen käsittelyn jälkeen on vuorossa pelletointivaihe, joka tapahtuu pelletointikoneessa puristamalla. Raaka-aine puristetaan rullien avulla matriisin reikiä läpi, josta

seuraa pellettien sylinterimäinen muoto. Pelletointiprosessissa raaka-aineen lämpötila nousee, mikä aiheuttaa puun luonnollisten sideaineiden (ligniini) pehmenemisen, joka toimii pelleteissä niitä koossapitävänä liima-aineena. Ennen pelletointia raaka-aineen joukkoon voidaan myös lisätä sidosainetta, esimerkiksi tärkkelystä, joka parantaa pellettien koossapysyvyyttä ja voi suojata niitä kosteudelta. Sidosaimeen osuus on pieni, tyypillisesti noin 1 % luokkaa, eikä se siten vaikuta pellettien poltto-ominaisuuksiin. Pelletoinnin jälkeen pelletit jäädytetään, jolloin ne saavuttavat lopullisen lujuutensa, ja seulotaan pellettien erottamiseksi hienoaineksesta. (Pellettienergia) Valmiit pelletit säkitetään tai varastoidaan joko tehtailta siiloissa tai irtopellettivarastoissa, joista pelletit toimitetaan asiakkaille. (Selkimäki & Röser 2008, p. 18) Pelletit tulee varastoida kuivassa tilassa siten, etteivät ne joudu kontaktiin kosteuden tai esimerkiksi lumen kanssa. Kosteus aiheuttaa pellettien turpoamisen ja hajoamisen sahanpuruksi. (Alakangas & Virkkunen 2007, p. 11)

Puupellettejä voidaan käyttää lämmöntuotantoon sekä pienkiinteistöissä että suurissa lämpövoimalaitoksissa. Vapo Oy:n verkkosivuilla kerrotaan, että kunnat, yritykset ja voimalaitokset käyttävät puupellettejä lämmityspottoaineena. Energiayhtiöt taas käyttävät pellettejä kaukolämmöntuottamiseen, ja yritykset voivat lämmittää esimerkiksi tehdaskiinteistöjään ja liiketilojaan ja kunnat sekä valtio julkisia rakennuksia, kuten terveyskeskuksia, kouluja ja virastorakennuksia. Yritysten ja kuntien lisäksi puupellettejä on mahdollista hyödyntää myös kotitalouksissa ja maatalouksissa öljy- tai sähkölämmityksen sijaan. Kotitalouksissa puupellettejä poltetaan joko pellettikattiloissa tai pelleteille tarkoitetuissa takoissa. Lisäksi pellettejä käytetään kasvihuoneiden lämmittämiseen talvisin. (Vapon kotisivu) Pelletit myydään joko säkitettyinä pien- tai suursäkkeihin tai irtotuotteina. Piensäkit toimitetaan tyypillisesti jälleenmyyjille myyntiin, ja ne on suunnattu kuluttajille, jotka käyttävät pellettejä pienessä mittakaavassa esimerkiksi takoissa. Suursäkkejä taas käytetään erityisesti maatalouksissa, sillä suuren kokonsa vuoksi ne vaativat käsittelyynsä välineitä, kuten nostimia. (Alakangas & Virkkunen 2007, p.11) Suurasiakkaille pelletit toimitetaan irtotavarana tavallisella ajoneuvoyhdistelmällä tai puhallusautolla suoraan asiakkaan varastoon. (Vapon kotisivu) Puhallusauto on nykyaikainen säiliöauto, josta pelletit puhalletaan paineilman avulla varastoon. (Pellettienergia)

2.4 Vapo Oy:n toimitusverkosto ja sen haasteet

Vapon puupellettien toimitusverkostoon kuuluu useita raaka-aineentoimittajia, kuusi pellettitehdasta ja niiden yhteydessä olevat raaka-aine- ja pellettivarastot sekä yksi erillinen pellettivarasto. Myös asiakkaita ja jälleenmyyntipisteitä on useita ympäri Suomea. Pellettitoimitukset ja niiden järjestely on ulkoistettu kolmelle kuljetusyritykselle, jotka hoitavat toimitukset kukin omalla alueellaan. Osa asiakkaista myös noutaa pellettinsä suoraan tehtailta.

Tehtaista neljässä voidaan hyödyntää raaka-aineena sekä kosteaa sahanpurua että kuivaa kutteria. Kaksi tehdasta on ns. kuivan prosessin tehtaita, joissa ei ole raaka-aineen kuivaamiseen tarvittavaa välineistöä ja siksi niissä voidaan käyttää ainoastaan kuivaa raaka-ainetta. Kosteaa raaka-ainetta varastoidaan usein tehtaan ulkoalueille ja kuiva raaka-aine puolestaan sisätiloihin, jottei sen kosteuspitoisuus nouse. (Selkimäki & Röser 2008, p. 13)

Vapo Oy:n puupellettien toimitusverkostossa on useita haasteita aiheuttavia tekijöitä. Puupellettien raaka-aineena käytetään sahanpurua ja kutteria, jotka ovat puunjalostusteollisuuden prosesseissa syntyviä sivutuotteita. Näin ollen raaka-aineiden saatavuus riippuu olennaisesti puunjalostusteollisuuden suhdanteista. Sahateollisuus on toimialana altis suhdannevaihteluille, ja sen kysyntä riippuu pitkälti rakennusteollisuuden toiminnan vaihteluista ja kilpailukyvyistä. Viimevuosina kotimaisen sahatteollisuuden markkina-arvo on heikentynyt, mikä on ollut seurausta muiden Euroopan maiden tuotantomäärien kasvusta. (Metsäteollisuus 2013) Myös raaka-aineiden saatavuudessa on ollut jonkin verran ongelmia. (Yle Uutiset 2009) Erityisesti kuivan raaka-aineiden saatavuus on ollut heikkoa, ja sen hinta on vaihdellut voimakkaasti, mikä on johtanut kovan raaka-aineiden käytön lisääntymiseen. Kuivan raaka-aineiden hyödyntäminen tuotannossa on kustannustehokkaampaa, sillä tällöin vältetään raaka-aineiden kuivauksen aiheuttamilta kustannuksilta. (Ihalainen & Sikanen 2010)

Raaka-aineiden saatavuuden vaihtelun lisäksi myös pellettien kysyntä vaihtelee. Erityisesti vaihtelua on eri vuodenaikojen välillä. Talvella ilman ollessa kylmää lämmitystarve kasvaa, jolloin pellettien kysyntä on suurta. Kesällä sen sijaan kysyntä laskee, kun lämmityksen tarve pienenee. Vuodenaikojen välisten vaihteluiden lisäksi kysynnässä voi olla vaihtelua myös eri vuosien välillä, esimerkiksi vuosina, jolloin on ollut erityisen kylmä tai leuto talvi.

Vaihtelut aiheuttavat osaltaan haasteita toimitusverkoston hallinnalle, sillä raaka-aineensaatuuden ja pellettien kysynnän vaihtelun seurauksena asiakkaiden kysyntään vastaaminen voi olla vaikeaa. Varastoinnin avulla voidaan helpottaa kysynnän ja tarjonnan yhteensovittamista. Varastointi voi aiheuttaa kuitenkin myös huomattavia kustannuksia, ja siksi onkin olennaista tasapainottaa haluttu asiakaspalvelutaso ja varastonpidosta aiheutuvat kustannukset. (Rushton et al. 2010, p. 173) Puupellettien toimitusverkostossa haastetta lisää myös se, että raaka-aine- ja pelletti-varastot vaativat paljon tilaa.

Vapolla raaka-aineita hankitaan tehtaille useilta eri toimittajilta. Raaka-aineiden hinta vaihtelee eri toimittajien välillä sekä kysynnän ja tarjonnan mukaan, ja usein raaka-aineesta maksettava hinta perustuu kahden välisiin sopimuksiin. (Rouvinen et al. 2010, s. 8) Raaka-aineiden hankintakustannuksiin vaikuttavat olennaisesti myös kuljetuskustannukset, jotka riippuvat toimittajien ja tehtaiden välisistä kuljetusetäisyyksistä. Pelletti-tuotannossa suurin yksittäinen menoerä aiheutuu raaka-ainekustannuksista, ja siten raaka-aineiden hankinnalla ja toimittajien valinnalla on merkittävä vaikutus koko toiminnon

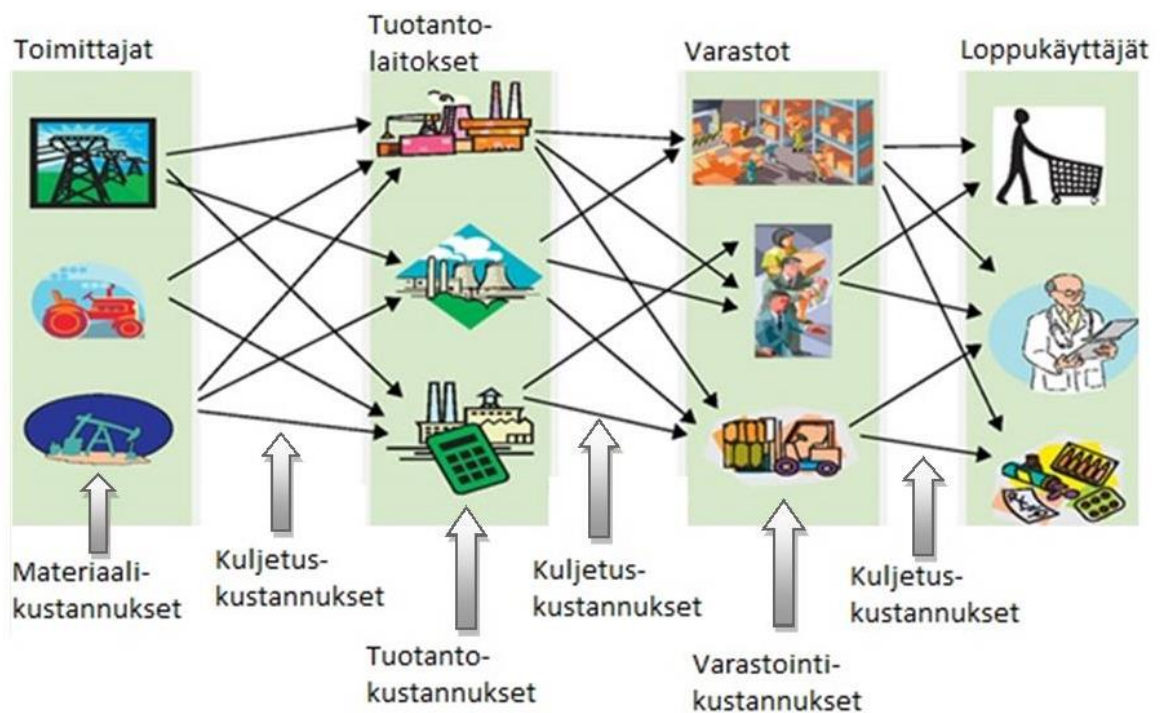
nan kustannustehokkuuteen. (Rouvinen et al. 2010, s. 8) Myös asiakkaita on paljon ja pellettitoimituksia tehdään laajalla alueella koko Suomessa. Jotta toiminta olisi kustannustehokasta, on olennaista kiinnittää huomiota hankintoihin ja kuljetuksiin ja pyrkiä minimoimaan niistä aiheutuvat kustannukset. Jotta raaka-aineen hankinnasta syntyvät kustannukset voitaisiin minimoida eri tilanteissa, on hankinnat optimoitava sekä hankintahinnan että kuljetuskustannusten suhteen. Näin voidaan määrittää kussakin tilanteessa kustannustehokkain tapa toimittaa tehtaille niissä tarvittavat raaka-aineet. Optimointi tulee suorittaa myös pellettitoimituksille, jotta voidaan määrittää miltä tehtailta on edullisinta toimittaa pelletit kullekin asiakkaalle.

Raaka-aineiden kuljettaminen pitkillä matkoilla ei ole kannattavaa niiden alhaisen energiatihedyyden vuoksi. Kostean sahanpurun energiatiheys eli lämpöarvo tilavuutta kohti on 0,45-0,7 MWh/m³ ja kutterin 0,45-0,55 MWh/m³. (Alakangas 2000) Lämpöarvolla kuvataan täydellisessä palamisessa kehittyvän energian määrää polttoaineen massaa kohti. (Motiva 2013) Sahanpurun kosteusprosentti pellettitehtaalle tuotaessa voi olla yli 50 paino-%, mikä tarkoittaa sitä, että kuljetettavasta raaka-aineesta todellisuudessa jopa puolet on vettä, joka haihdutetaan ennen pellettien tuotantoa pois. Sahanpurun tehollinen lämpöarvo tehtaalle saapumistilassa onkin vain 6-10 MJ/kg, kun taas kutterin 16-18 MJ/kg. (Alakangas 2000) Kostean raaka-aineen kuljettaminen pitkiä matkoja ei siis ole kustannustehokasta sen heikon lämpöarvon vuoksi. Vapon puupolttoaineliiketoiminnan johtajan Juhani Ylä-Sahran mukaan kuitenkin pellettien kuljettaminen on tehokasta pidemmälläkin matkoilla, sillä niiden lämpöarvo ja energiatiheys on korkea, noin 19 MJ/kg ja 2,9-3,4 MWh/m³. (Vapon vuosikertomus 2013/2014, s. 43; Alakangas 2000, s.152)

3. TOIMITUSVERKOSTON KUSTANNUSTEHOKKUUS

3.1 Toimitusverkoston kustannukset

Kustannustehokkuudella tarkoitetaan sitä, että halutut toiminnot suoritetaan mahdollisimman pienin kustannuksin. Toimitusverkoston kustannustehokkuutta kehitettäessä pyrkimyksenä on vastata asiakkaiden kysyntään siten, että koko verkoston toiminnasta aiheutuvat kustannukset ovat mahdollisimman pienet. Toimitusketjussa kustannuksia aiheuttavat useat eri tekijät. Farahani et al. (2011) mukaan toimitusketjussa on kuvan 6 mukaisesti kuusi pääasiallista tekijää, joista kustannuksia aiheutuu. Nämä tekijät ovat materiaalit sekä niiden kuljetus toimittajilta tehtaille, tuotanto, varastointi sekä tuotteiden toimitukset asiakkaille ja varastoihin. Toimitusketjua optimoitaessa koko systeeminlaajuiset kustannukset pyritään minimoimaan tehokkaan raaka-aineiden hankinnan, tuotannon, jakelun ja varastohallinnan avulla. (Farahani et al. 2011)



Kuva 6. Toimitusverkoston kustannukset (perustuu lähteeseen Farahani et al. 2011)

Materiaalikustannuksia syntyy, kun hankitaan tuotantoa varten tarvittavia raaka-aineita sekä muita hyödykkeitä. Syntyviin materiaalikustannuksiin voidaan vaikuttaa muun muassa toimittajien valinnalla, sopimusneuvotteluilla ja toimittajien kanssa luotavilla yhteistyösuhteilla. Kuljetuskustannuksiin toimittajilta tuotantolaitoksille puolestaan vaikuttaa kuljetusetäisyys sekä toimitusten tiheys ja erä koko. Mitä tiheämmin pienempiä erä kuljetetaan, sitä suuremmaksi kuljetuskustannukset yleensä muodostuvat. Toisaalta taas suuret erät ja harvemmat kuljetukset voivat aiheuttaa varastotasojen kasvun ja siten lisätä varastointikustannuksia. Kuljetusetäisyyteen voidaan pyrkiä vaikuttamaan suunnittelemalla toimitusverkosto siten, että sen eri toimijat sijaitsevat mahdollisimman lähellä toisiaan. Tuotantokustannuksia puolestaan syntyy tuotantoon liittyvistä prosesseista sekä tuotantoa varten tarvittavista laitteista ja työvoimasta. Tuotantokustannukset ovat yleensä pienemmät suuria erä tuottaessa. Tällöin kuitenkin myös varastotasot usein kasvavat, ja siten myös varastoinnista aiheutuvat kustannukset voivat lisääntyä. Varastointikustannukset syntyvät varastonpidosta sekä tavaroiden käsittelystä varastossa. Mitä korkeammat varastotasot ovat ja mitä suurempi varastojen lukumäärä on, sitä suuremmat ovat varastoinnista aiheutuvat kustannukset. Varastoinnilla voidaan kuitenkin turvata tuotannon jatkuvuus ja taata riittävä asiakaspalvelutaso epävarmoissakin tilanteissa.

Pettersson & Segerstedt (2013) lisäävät toimitusverkostossa kustannuksia aiheuttaviin tekijöihin edellä mainittujen lisäksi vielä hallintokustannukset ja pääomakustannukset. Hallintokustannukset sisältävät kaikki toimitusverkoston hallinnoinnista syntyvät kustannukset liittyen esimerkiksi asiakkaiden tilausten käsittelyyn tai raaka-aineiden hankintaan ja kuljetusten järjestelyyn. Pääomakustannukset puolestaan syntyvät yrityksen tekemistä investoinneista esimerkiksi tuotantolaitoksiin ja laitteisiin. Lisäksi pääomakustannuksiin sisältyvät varastoihin ja kuljetuksiin sitoutuneesta pääomasta sekä asiakkaiden maksamattomista laskuista aiheutuvat kustannukset. (Pettersson & Segerstedt 2013) Hallinnointikustannuksiin voidaan vaikuttaa esimerkiksi luomalla yhteistyösuhteet toimittajien kanssa, jolloin hankintojen teko helpottuu ja hallinnoinnin tarve ja siitä aiheutuvat kustannukset pienentyvät. Pääomakustannuksiin puolestaan voidaan pyrkiä vaikuttamaan vähentämällä varastoihin sitoutuneen pääoman määrää pienentämällä varastotasoja.

Jotta kustannuksia voitaisiin vähentää ja kustannustehokkuutta parantaa, on tärkeää ymmärtää mistä kustannuksia syntyy ja mikä niitä aiheuttaa. (Zondervan 2009, p. 6) Kustannusten arvioinnissa voidaan käyttää apuna erilaisia keinoja, joista eräs on *activity based costing* (ABC). ABC- menetelmä on kustannusten arvioinnin menettelytapa, jossa kohdistetaan aktiviteettien synnyttämät kustannukset tuotteille tai palveluille. (Askary et al. 2009, p. 243) ABC- kustannusten arviointitavassa määritetään yrityksen aktiviteettien suorittamiseen tarvittavat resurssikustannukset sekä aktiviteetikustannukset, jotka kohdistetaan tuotteille, palveluille tai asiakkaille, jotka hyötyvät näistä aktiviteeteista tai luovat niille kysynnän. Lähtökohtana ABC tarkastelulle on siis ajatus siitä, että

asiakkaita palvelevat aktiviteetit vaativat resursseja, jotka aiheuttavat kustannuksia. Kustannukset puolestaan kohdistetaan resursseille, joita aktiviteettien suorittaminen vaatii ja jotka edelleen kohdistetaan kustannusobjektiveille eli tuotteille tai palveluille. (Kumar & Zander 2007)

ABC- kustannusten arviointi etenee muutamassa eri vaiheessa. Ensimmäisenä analysoidaan toimitusverkoston toimintoja, tunnistetaan tärkeimmät prosessit ja jaetaan ne pienempiin osiin, aktiviteetteihin. Tarkoituksena on selvittää tarkasti resursseja kuluttavat aktiviteetit jokaisen prosessin osalta. Tämän jälkeen tunnistetaan resurssit, jotka tarvitaan näiden aktiviteettien suorittamiseen ja kohdistetaan resurssikustannukset niille. Vaiheen tarkoituksena on määrittää toiminnasta syntyvät kustannukset ja kohdistaa ne niitä aiheuttaville tekijöille, jotta voidaan selvittää miksi kustannuksia syntyy. Kustannukset voidaan jakaa kolmeen osaan: suoriin, epäsuoriin ja yleisiin/hallinnointikustannuksiin. Suorat kustannukset voidaan kohdistaa selkeästi tiettyyn tuotokseen, kun taas epäsuoria kustannuksia ei voida suoraan allokoida tietylle tuotteelle tai palvelulle, vaan niistä hyötyvät useammat tuotokset. Yleisiä ja hallinnointikustannuksia ei voida kohdistaa yhdellekään tuotteelle tai palvelulle, ja niiden suuruus on yleensä riippumaton tuotosten määrästä. Seuraava vaihe on tuotosten määrittäminen, jossa tunnistetaan kaikki tuotokset, jotka hyötyvät aktiviteeteista ja kuluttavat resursseja. Viimeisessä vaiheessa aktiviteetikustannukset kohdistetaan tuotoksille. (Lin et al. 2001, pp. 706-710; CIMA 2006, pp. 5-6)

ABC- menetelmän avulla voidaan tunnistaa toiminnoista aiheutuvat todelliset kustannukset. Jotta toimitusverkostoa voitaisiin johtaa tehokkaasti ja kustannustehokkuuteen liittyvät tavoitteet saavuttaa, tulee tietää mitkä tekijät synnyttävät kustannuksia verkostossa. ABC:n avulla voidaan jäljittää resursseja kuluttavat aktiviteetit ja kohdistaa ne niitä hyödyntäville kustannusobjekteille ja hyödyntää tätä tietoa päätöksenteossa. (Lin et al. 2001)

Toimitusverkoston osalta optimaalista toimintatapaa haettaessa on olennaista lähestyä verkostoa yhtenä systeeminä eikä erillisinä prosesseina. Pyrittäessä minimoimaan yhden prosessin synnyttämät kustannukset saatetaan aiheuttaa kustannusten merkittävää kasvua muiden prosessien osalta, jolloin koko systeeminlaajuiset kustannukset lisääntyvät ja vaikutus on siten negatiivinen. Esimerkiksi tuotteiden pakkauksessa säästettäessä pakkauskustannukset pienenevät, mutta samalla varastointi- ja kuljetuskustannukset saattavat nousta, kun pakkaustapa muuttuu. Siksi onkin tärkeää tuntea toimitusketjun eri prosessien väliset suhteet ja niiden vaikutukset toisiinsa. (Rushton et al. 2014)

Kokonaiskustannusten minimoimiseksi onkin usein tehtävä kompromisseja (ns. *cost trade-offs*) kustannuksia aiheuttavien tekijöiden välillä. Kompromisseja voidaan tehdä esimerkiksi liittyen varastointiin. Pienentämällä valmiiden tuotteiden varastotasoja voidaan vähentää tuotteiden varastoinnista aiheutuvia kustannuksia. Samalla kuitenkin asiakaspalvelutaso saattaa heikentyä, kun tuotteita ei ole yhtä paljoa tarjolla. Pienem-

män tuotannon eräkoon myötä myös tuotantokustannukset voivat kasvaa. Myös raaka-ainevarastojen määrää pienennettäessä varastointikustannukset vähenevät, mutta sen seurauksena tuotannosuunnittelu voi olla tehottomampaa. Pakkausten vähentäminen taas puolestaan pienentää pakkauskustannuksia, mutta voi aiheuttaa tuotteiden vaurioitumista varastoinnin ja kuljetusten aikana ja siten lisätä kokonaiskustannuksia. (Rushton et al. 2014) Olennaista siis on löytää optimaalinen tasapaino, jossa systeemin prosessien yhdessä muodostamat kokonaiskustannukset saadaan minimoitua, eikä keskittyä yksittäisten prosessien kustannusten vähentämiseen toisistaan erillään.

3.2 Tärkeimmät toimitusverkoston kustannustehokkuuteen vaikuttavat tekijät

3.2.1 Toimitusverkoston rakenne

Toimitusverkoston rakenteella tarkoitetaan verkostossa olevia solmukohtia ja reittejä, joita pitkin toimitusverkoston virrat kulkevat. Solmukohtia ovat esimerkiksi tuotantolaitokset, varastot ja jakelupisteet. (Sehgal 2009) Verkostoa koskeva päätöksenteko liittyy näiden tekijöiden muodostaman rakenteen määrittämiseen siten, että tuotteet voivat virrata niiden tarjontapaikoista kohti kysyntää. (Ballou 2004, p. 619) Toimitusverkoston rakennetta koskevat päätökset ovat yksiä tärkeimmistä kysymyksistä liittyen toimitusverkoston hallintaan. Verkoston rakennetta koskevilla päätöksillä on pitkäaikaiset ja merkittävät vaikutukset yrityksen toimintaan, ja siksi ne ovatkin strategisia päätöksiä. Toimitusverkoston rakennetta määritettäessä on kiinnitettävä huomiota kaikkiin verkoston toimintaan vaikuttaviin tekijöihin ja pyrittävä luomaan niistä kokonaisuus, joka tukee yrityksen kilpailustrategiaa ja auttaa liiketoimintavoittojen saavuttamisessa. (Chopra & Meindl 2007, p. 73)

Balloun (2004) mukaan toimitusverkoston kokoonpanon määrittämisen tavoitteena on minimoida toimitusverkoston kustannukset vastaten kuitenkin asiakkaiden palvelutasovaatimuksiin. Samalla asiakaspalvelutaso pyritään maksimoimaan ylittämättä määritettyjä toimitusverkoston kokonaiskustannuksia. Tavoitteena on tasapainottaa toimitusverkoston toiminnasta aiheutuvat kustannukset, kun ylläpidetään tiettyä asiakaspalvelutasoa, ja kyseisen palvelutason ylläpitämisestä saatavat hyödyt. (Ballou 2004, p. 656) Simchi-Levi et al. (2008) taas määrittävät toimitusverkoston suunnittelun prosessiksi, jonka keskeisiä tavoitteita ovat seuraavat:

- Tasapainon löytäminen varastoinnin, kuljetusten ja tuotannon aiheuttamien kustannusten välille
- Kysynnän ja tarjonnan yhteensovittaminen epävarmuuden alaisuudessa varastojen tehokkaan hallinnan ja asemoinnin avulla
- Resurssien tehokas hyödyntäminen toimittamalla tuotteita parhaiten soveltuvalta tuotantolaitokselta (Simchi-Levi et al. 2008, p. 79)

Verkoston rakenteen suunnittelu määrittää eri toimintojen ja laitosten muodostaman fyysisen kokoonpanon. Suunnittelu siis sisältää päätökset liittyen toimitusverkoston laitosten, kuten tuotantolaitokset ja varastot, sijaintiin, määrään ja kapasiteettiin. (Klibi et al. 2009) Kaikki verkoston rakenteeseen liittyvät päätökset vaikuttavat toisiinsa, mikä on tärkeää ottaa huomioon päätöksiä tehdessä. (Chopra & Meindl 2007, p. 114)

Balloun (2004) mukaan verkoston suunnitteluun liittyvät haasteet voidaan jakaa kahteen osaan: maantieteellisiin ja ajallisiin haasteisiin. Maantieteelliset haasteet liittyvät eri laitosten, kuten tehtaiden, varastojen ja jälleenmyyntipisteiden, sijoitteluun maantieteellisesti. Eri laitosten sijaintien, määrien ja kapasiteettien avulla pyritään löytämään optimaalinen tasapaino asiakaspalvelutasovaatimusten ja tuotannosta, hankinnoista, varastoinnista sekä kuljetuksista aiheutuvien kustannusten välille. Ajalliset haasteet taas liittyvät tuotteen saatavuuden ylläpitämiseen asiakkaiden kysyntään vastaamiseksi. Tavoitteena on tasapainottaa saatavuuden ylläpitämisestä aiheutuvat kustannukset ja asiakaspalvelutaso. (Ballou 2004, p. 619)

Chopra & Meindl (2007) taas jakavat verkostoa koskevat päätökset neljään osaan, jotka liittyvät eri laitosten rooleihin ja sijainteihin, kapasiteettien allokointiin eri laitosten välillä sekä markkinoiden ja toimittajien allokointiin eri laitosten kesken. Laitosten sijaintiin liittyvillä päätöksillä on pitkäaikainen vaikutus toimitusverkoston suorituskykyyn, sillä sijaintien muuttaminen myöhemmin on vaikeaa ja kallista. Hyvä sijainnin valinta auttaa verkostoa olemaan vastaanottavainen esimerkiksi muutoksille mahdollistaen kuitenkin kustannusten pitämisen alhaisina. Myös kapasiteetin allokointiin liittyvät päätökset ovat merkittäviä verkoston suorituskykyä ajatellen ja vaikutusajaltaan pitkäaikaisia. Kapasiteetin allokoinnilla tarkoitetaan kapasiteetin jakamista ja kohdentamista eri laitosten välillä. Liiallinen kapasiteetin kohdentaminen esimerkiksi tietylle tuotantolaitokselle aiheuttaa kapasiteetin heikon hyödyntämisen ja sen myötä korkeammat kustannukset. Toisaalta taas liian vähäinen kapasiteetti voi aiheuttaa sen, ettei kysyntään pystytä vastaamaan tyydyttävästi. Kustannukset voivat kasvaa, jos kysyntään vastataan esimerkiksi toiselta tuotantolaitokselta tai menetettyjen myyntien kautta. Toimittajien ja markkinoiden allokoinnilla tarkoitetaan toimittajien jakamista ja kohdentamista eri laitosten kesken. Toimittajien ja markkinoiden jakamisella on vaikutusta kokonaistuotantomääriin, varastointiin ja kuljetuksiin sekä näistä tekijöistä aiheutuviin kustannuksiin, jotka syntyvät asiakkaiden kysyntään vastaamisesta. Näiden päätösten muuttaminen on edellä mainittuja helpompaa, ja niiden uudelleen harkitseminen onkin järkevää esimerkiksi markkinatilanteiden muuttuessa. (Chopra & Meindl 2007, pp. 114-115)

Simchi-Levi et al. (2008) jakavat verkoston suunnitteluprosessin kolmeen osaan: verkoston muodostamiseen, varastojen asemointiin ja resurssien allokointiin. Verkoston muodostaminen sisältää päätökset liittyen tehtaiden ja varastojen määrään, sijaintiin ja kokoon. Lisäksi verkoston muodostamiseen sisältyy tärkeimmät hankintoihin liittyvät päätökset. Varastojen asemointi taas sisältää varastointipisteiden määrittämisen, samoin kuin valinnat koskien tehtaita, jotka tuottavat varastoon. Resurssien allokoinnilla taas

määritetään eri tehtaille kohdistettavat kapasiteetit ja toimittajat. (Simchi-Levi et al. 2008, p. 79)

Verkoston suunnitteluun liittyvään päätöksentekoon vaikuttaa useat tekijät. Yrityksen kilpailustrategialla on merkittävä rooli verkoston suunnittelua ohjaavana tekijänä. Jos yrityksen kilpailustrategiana on esimerkiksi kustannusjohtajuus, pyritään verkosto luomaan siten, että sen toiminnasta aiheutuvat kokonaiskustannukset minimoituvat, vaikka se tarkoittaisi laitosten sijoittamista kauas niiden palvelemista markkinoista. Sen sijaan yritykset, jotka pyrkivät nopeaan asiakkaiden kysyntään reagoimiseen ja korkeaan vastaavuuteen, sijoittavat laitokset markkinoiden läheisyyteen. Tällöin keskeisestä sijainnista aiheutuvat kustannukset ovat usein korkeammat, mutta sijainti mahdollistaa nopean reagoinnin asiakkaiden kysyntään sekä muuttuviin markkinatilanteisiin. Strategisten tekijöiden lisäksi myös teknologisilla tekijöillä on oma vaikutuksensa verkoston rakenteeseen. Jos tuotantoon tarvittava teknologia on monimutkaista ja kallista, on kannattavampaa keskittää tuotanto muutamiin suurempiin laitoksiin. Toisaalta taas tuotanto voidaan jakaa useampiin, pienempiin laitoksiin, mikäli tuotantoon tarvittavan laitteiston vaatimat investoinnit ovat hinnaltaan alhaisempia. Tällöin on mahdollista säästää myös kuljetuskustannuksissa. Omalta osaltaan päätöksentekoon vaikuttavat myös poliittiset ja makroekonomiset tekijät, kuten verotus sekä käytettävissä oleva infrastruktuuri, kuten tiestö ja yhteys terminaaleihin. (Chopra & Meindl 2007, pp. 116-119)

Kapasiteetteja koskevat päätökset ovat strategisia ja joillekin yrityksille jopa kriittisiä. Kapasiteettipäätöksillä on suora vaikutus yrityksen kykyyn vastata asiakkaiden kysyntään myös tulevaisuudessa, sillä kapasiteetti rajoittaa mahdollisia tuotantomääriä. Kapasiteettia koskevat päätökset ovat tyypillisesti pitkäaikaisia ja usein vaikeasti muutettavia ja niillä on myös vaikutusta käyttökustannuksiin. Ideaalisesti kapasiteetti- ja kysyntävaatimukset ovat yhdenmukaiset, minkä seurauksena toiminnasta aiheutuvat kustannukset minimoituvat. Käytännössä kuitenkin tällaisen yhdenmukaisuuden saavuttaminen on vaikeaa, sillä todellinen kysyntä yleensä vaihtelee tai on odotetusta poikkeavaa. Tällaisissa tapauksissa on pyrittävä tasapainottamaan yli- ja alikapasiteeteista aiheutuvat kustannukset. Ylimääräinen kapasiteetti voi joissakin tapauksissa myös parantaa kilpailukykyä kilpailijoihin verrattuna, sillä se voi mahdollistaa esimerkiksi nopeammat toimitukset kysynnän kasvaessa. Kapasiteetti määrittää usein myös suurilta osin toiminnan aloituskustannukset. Mitä suurempi tuottavan yksikön kapasiteetti on, sitä suuremmat ovat yleensä syntyvät kustannukset. Kuitenkin suurien yksiköiden muodostamat kustannukset ovat usein pienemmät kuin useista kooltaan pienemmistä yksiköistä aiheutuvat kustannukset. (Stevenson 2007, pp. 178-179)

Kapasiteettia koskevien päätösten lailla myös sijaintipäätökset ovat strategisia ja vaikutukseltaan pitkäaikaisia, sillä sijaintia koskevia päätöksiä on vaikeaa muuttaa jälkikäteen. Sijaintipäätöksillä on myös vaikutusta investointitarpeisiin sekä toiminnasta aiheutuviin kustannuksiin ja tuloihin. Huono sijaintivalinta voi aiheuttaa ylimääräisiä kuljetuskustannuksia, heikon työvoiman saatavuuden, kilpailuedun menettämisen tai raaka-

aineiden huonon saatavuuden kyseiseen sijaintiin. Palvelujen osalta huono sijainti voi vaikuttaa asiakkaiden määrään tai korkeisiin toimintakustannuksiin. (Stevenson 2007, p. 362)

Sijaintipäätöksiä tehtäessä useat tekijät vaikuttavat päätösten tekoon. Usein kuitenkin jotkin tekijöistä ovat merkitykseltään muita tärkeämpiä, jolloin ne dominoivat päätöksenteossa. Tärkeimmät tekijät ovat riippuvaisia toiminnanalasta ja ne voivat liittyä esimerkiksi raaka-aineiden saatavuuteen, kuljetuskustannuksiin tai kilpailijoiden sijaintiin. Päätöksiä tehtäessä on ensin määritettävä kriteerit, joiden perusteella sijaintipäätökset halutaan tehdä. Alueelliset tekijät, jotka vaikuttavat sijaintipäätöksiin, liittyvät tyypillisesti raaka-aineiden, markkinoiden ja työvoiman sijainteihin. Yritykset sijoittavat toimintonsa raaka-aineiden läheisyyteen olosuhteiden pakosta tai kuljetuskustannusten minimoimiseksi. Pakottava tarve sijaita raaka-aineiden välittömässä läheisyydessä voi syntyä esimerkiksi raaka-aineiden nopean pilaantumisen vuoksi, esimerkiksi elintarviketeollisuudessa. Toinen tärkeä syy valita sijainti raaka-aineiden läheisyydestä on kuljetuskustannusten minimointi. Markkinoiden läheisyys puolestaan vaikuttaa palvelutasoon ja toimitusten nopeuteen. Tämän lisäksi sijainti markkinoiden läheisyydessä vaikuttaa myös toimituskustannuksiin. Työvoimaan liittyvät tekijät liittyvät ensisijaisesti työvoiman saatavuuteen, alueelliseen palkkatason sekä työvoiman tuottavuuteen ja asenteisiin työntekoa kohtaan. Erityisesti työvoimaintensiivisille yrityksille työvoimaan liittyvät tekijät ovat tärkeässä roolissa. (Stevenson 2007, pp. 363-367)

Sijaintistrategia riippuu myös kyseisen toiminnon sijainnista toimitusverkostossa. Esimerkiksi ketjun loppupäässä sijaitseva jälleenmyynti halutaan tyypillisesti sijoittaa helposti asiakkaiden saavutettavissa olevaan paikkaan hyvien liikenneyhteyksien läheisyyteen. Ketjun alkupäässä olevat raaka-aineiden toimittajat puolestaan sijoittuvat tavallisesti raaka-ainelähteiden läheisyyteen. Keskivaiheilla olevien toimijoiden sijainti voidaan valita joko raaka-ainetoimittajan läheisyyteen tai lähelle markkinoita riippuen olosuhteista ja strategiasta. Esimerkiksi varastot voidaan sijoittaa keskeiselle paikalla jakelukustannusten minimoimiseksi. (Stevenson 2007, p. 362)

Usein sijaintia koskevia päätöksiä ei tehdä toimintaa aloitettaessa, vaan verkosto kehittyy ja muodostuu ajan myötä. Verkostoa voidaan kuitenkin kehittää myös myöhemmässä vaiheessa. Tällöin Stevensonin (2007) mukaan sijaintia koskien on valittavissa kolme eri vaihtoehtoa. Mikäli olemassa olevilla laitoksilla on riittävästi tilaa, voidaan niitä laajentaa. Laajennuksesta syntyvät kustannukset ovat usein muita vaihtoehtoja pienemmät. Toinen vaihtoehto on lisätä uusia sijainteja säilyttäen kuitenkin myös olemassa olevat laitokset. Tässä tapauksessa on kuitenkin huomioitava vaikutukset verkostoon kokonaisuudessaan. Esimerkiksi uuden jälleenmyyntipisteen myötä asiakkaat voivat siirtyä sinne jo olemassa olevalta pisteeltä, jolloin markkinat eivät todellisuudessa kasva. Kolmas vaihtoehto on lopettaa toiminta jossakin sijainnissa ja siirtää se toisaalle. Tällöin on tarkasteltava huolellisesti siirtämisestä aiheutuvia kustannuksia suhteessa siitä syntyviin hyötyihin. Toisaalta vaihtoehtona on myös olla tekemättä mitään ja jat-

kaa toimintaa entiseen tapaan, mikäli sopivaa sijaintia ei löydy. (Stevenson 2007, p. 363)

Verkoston fyysisten rakenteiden muodostaman kokoonpanon lisäksi on myös määritettävä, miten hyödykkeet ohjataan kulkemaan verkoston läpi. Hyödykkeiden virtaukseen liittyvät kysymykset koskevat tuotteiden varastointimääriä verkoston eri pisteissä, kuljetustavan valintaa verkoston eri tasoilla, päätöksiä liittyen tuotanto- ja varastointistrategioihin sekä tiedonsiirtoa verkostossa. (Ballou 2004, p. 662) Hyödykkeiden virtaus verkostossa on olennainen kannattavuuteen vaikuttava tekijä, sillä se vaikuttaa suoraan sekä toiminnasta syntyviin kustannuksiin että asiakaskokemuksiin. Virtauksen suunnittelulla voidaan vaikuttaa kysyntään vastaamisaikaan, tuotteiden saatavuuteen, asiakaskokemuksiin sekä aikaan, joka kestää toimittaa tuotteet markkinoille. (Chopra & Meindl 2007, pp. 75-77)

Sijaintivaihtoehtojen vertailussa ja eri vaihtoehtojen arvioinnissa voidaan käyttää apuna kuljetusmallia, jonka avulla etsitään ratkaisu kuljetusongelmaan. Kuljetusongelmalla tarkoitetaan prosessia, jossa etsitään edullisin tapa järjestää fyysisten tuotteiden virtaus toimitusverkostossa. Kuljetusmallia voidaan hyödyntää tarjontapisteistä, esimerkiksi eri tuotantolaitoksilta, saatavissa olevien tuotteiden allokointiin eri kysyntäpisteiden, kuten varastojen, kesken siten, että syntyvät kuljetuskustannukset ovat mahdollisimman pienet. Kuljetusmallissa tarjontapisteet voivat olla tehtaita, varastoja tai muita paikkoja, joista tuotteita kuljetetaan määränpäihin. Määränpäitä puolestaan ovat tuotteiden kysyntäpisteet, joihin tuotteita toimitetaan. Mallin avulla määritetään, miten kuljetukset tulee järjestää eri pisteiden välillä, jotta kuljetuskustannukset voidaan minimoida. Kuljetusmallia voidaan hyödyntää myös sijaintipäätöksiä tehtäessä. Mallin avulla voidaan vertailla eri sijaintien vaikutuksia koko systeemiin sekä kuljetuksista aiheutuviin kokonaiskustannuksiin. (Stevenson 2007, pp. 389-391)

Toimitusverkoston suunnittelua varten tarvitaan paljon tietoa eri prosesseista, ja usein joudutaan myös tekemään kompromisseja kustannuksia aiheuttavien tekijöiden välillä. Tarvittavat tiedot sisältävät tyypillisesti esimerkiksi yrityksen kaikkien tuotteiden listauksen sekä tiedon niiden kysynnästä alueittain, verkoston eri toimijoiden sijainnit, kuljetus-, varastointi-, tuotanto- ja hankintakustannukset, kuljetusten eräkoot, varastotasot sijainneittain ja tuotteittain, tilausten taajuudet ja käsittelykustannukset sekä pääomakustannukset. Tietolähteinä voidaan käyttää esimerkiksi liiketoiminnan dokumentteja, laskentatoimen asiakirjoja, yrityksen logistiin toimintoihin liittyvää tutkimusmateriaalia tai julkaistua informaatiota. (Ballou 2004, pp. 621-624)

3.2.2 Hankintojen johtaminen

Hankinnalla tarkoitetaan prosessia, jossa yritys ostaa raaka-aineita, komponentteja, tuotteita, palveluita tai muita resursseja toimittajilta suorittaakseen toimintojaan. (Chopra & Meindl 2007, p. 417) Hankintojen avulla varmistetaan, että riittävä määrä raaka-aineita

ja muita hyödykkeitä on saatavissa oikeaan hintaan, oikean laatusena, oikeaan aikaan ja oikeassa paikassa, mikä on tärkeää erityisesti yrityksille, joilla on tuotantotoimintaa. (Rushton et al. 2010, p. 208)

Varsinaisen ostamisen lisäksi hankintoihin liittyy myös useita muita toimintoja kuten toimittajien arviointi, valinta ja suorituskyvyn seuranta, sopimusneuvottelut, hintojen, laadun ja palvelun vertailu sekä hankintojen aikataulutus. (Ballou 2004, p. 446) Hankintoihin liittyvät toiminnot voidaan jakaa kahteen osaan, strategiaan ja operatiivisiin. Strategiaan tehtäviin lukeutuvat muun muassa toimittajien valinta ja hallinta sekä hankintojen johtamiseen ja kehittämiseen liittyvät tehtävät yleisesti. Operatiivisia tehtäviä taas ovat toiminnan päivittäiset tehtävät kuten tilausten käsittely ja varastotasojen optimointi. (Hankintatoimi.fi)

Hankintojen rooli yrityksen toiminnassa on merkittävä, sillä hankinnoilla on suora yhteys myös moniin muihin yrityksen toimintoihin. Tuotesuunnittelun ja hankinnan välinen yhteistyö on erityisen tärkeää, jotta jo tuotteen suunnitteluvaiheessa voidaan pyrkiä hyödyntämään materiaaleja ja komponentteja, joita on saatavissa markkinoilla ilman suurta riskiä ja korkeaa hintaa. Yhteistyön myötä hankintahenkilöt saavat myös paremman käsityksen hankittavilta hyödykkeiltä vaadittavista ominaisuuksista, mikä helpottaa hankintojen suorittamista. Myös tuotannon ja hankinnan välinen yhteistyö on tärkeässä roolissa. Päivittäisten toimintojen integroimisella voidaan saavuttaa useita hyötyjä liittyen eri toimintojen suorituskykyyn esimerkiksi laadun, kustannusten tai joustavuuden osalta. Hankintaosasto vaikuttaa toimittajien kanssa tehtäviin maksujärjestelyihin, minä vuoksi sillä on rajapinta myös talousosaston kanssa. Maksujärjestelyjä muodostettaessa voidaan vaikuttaa kassavirtaan maksuaikojen sekä toimitusten eräkokojen ja tiheyksien kautta. Myyntiosastoon puolestaan hankinnat vaikuttavat muun muassa tuotteen hinnan muodostumisen kautta. (Rowbotham et al. 2007, pp. 308-310)

Chunawallan (2008) mukaan hankintaosaston tavoitteet muodostuvat seuraavista tekijöistä:

- Riittävän materiaalien ja muiden tarvikkeiden saatavuuden varmistaminen tuotantoa varten mahdollisimman pienin kustannuksin: panostusta pienentämällä voidaan parantaa toiminnan kannattavuutta
- Tuotannon jatkuvan virtauksen varmistaminen: katkeamattomalla raaka-aineiden ja muiden tarvikkeiden saatavuudella varmistetaan, että tuotanto voi toimia ilman keskeytyksiä
- Pääoman kiertonopeuden lisääminen: kiinteän omaisuuden määrän pienentäminen minimoimalla varastotasot suhteutettuna kysyntään, jolloin toiminnan kannattavuus lisääntyy
- Vaihtoehtoisten toimittajien etsiminen: vaihtoehtoisten toimittajien myötä voidaan kilpailuttaa hankinnat ja siten pienentää kustannuksia. Lisäksi voidaan varautua hätätilanteisiin ja vähentää riippuvuutta

- Hyvien suhteiden luominen ja ylläpitäminen toimittajien kanssa
- Integraation saavuttaminen yrityksen muiden yksiköiden, kuten tuotannon ja tuotekehityksen, kanssa (Chunawalla 2008, pp. 12-13)

Tuotteiden virtauksen koordinointi verkostossa fyysisten laitosten välillä on yksi tärkeimmistä haasteista liittyen toimitusverkoston hallintaan. (Ballou 2004, p. 424) Hankinnoilla on vaikutusta tuotteiden virtaamiseen fyysisessä verkostossa, ja päätökset liittyen hankintamääriin, toimituspaikkoihin, hankintavirtojen aikataulutukseen sekä tuotteiden kuljetustapaan vaikuttavat olennaisesti syntyviin kustannuksiin. (Ballou 2004, p. 446) Hankintojen kautta kustannuksiin voidaan vaikuttaa materiaalivirtausten aikatauluksella, optimaalisten hankintamäärien määrittämisellä, parhaiden toimittajien etsimisellä ja kauppaehtojen määrittämisellä. Hankintoihin liittyvät tärkeimmät kysymykset liittyväkin siihen, kuinka paljon ostetaan sekä milloin, mistä ja miten ostetaan. (Ballou 2004, p. 424, 446-449)

Hankintojen avulla halutaan varmistaa raaka-aineiden ja muiden hyödykkeiden riittävä saatavuus tuotannon jatkuvuuden turvaamiseksi. Ilman raaka-aineiden tasaista ja luotettavaa virtausta tuotannon jatkuvuutta ei voida taata, ja tuotanto voidaan joutua keskeyttämään, mistä syntyy ylimääräisiä kustannuksia. Lisäksi tuotteiden saatavuus voi heikentyä, mikä voi vaikuttaa asiakaspalvelutasoon heikentävästi. (Rushton et al. 2010, pp. 209-210) Raaka-aineiden saatavuuden varmistamiseen liittyy olennaisesti hankintojen aikatauluttaminen ja optimaalisen hankintojen eräkoon määrittäminen. Aikataulutus ja erä koko vaikuttavat myös syntyviin kustannuksiin maksettavien hintojen, kuljetuskustannusten sekä varastonpitokustannusten osalta. (Ballou 2004, p. 450)

Hankittavien hyödykkeiden optimaalisen määrän määrittäminen voi olla haastavaa, sillä huomioon on otettava useita eri tekijöitä. Hankintamäärät vaikuttavat olennaisesti varastointikustannuksiin: mitä suurempi jonkin tuotteen hankintamäärä on, sitä pidemmän ajan se on yleensä varastoituna, minkä seurauksena myös varastointikustannukset ovat suuremmat. Toisaalta taas useiden määriltään pienempien hankintojen suorittaminen synnyttää matalat varastointikustannukset, mutta useampien tilausten myötä hallinto- ja kuljetuskustannukset kasvavat huomattavasti. Paras ratkaisu on etsiä tasapaino hankintojen eräkoon ja varastotasojen välille, jolloin syntyvät kustannukset voidaan minimoida. (Rushton et al. 2010, pp. 183-184) Näiden tekijöiden lisäksi optimaalisiin hankintamääriin voi vaikuttaa myös alennukset tai mittakaavaedut, joita voi saada ostettaessa suuria eriä kerralla.

Just-in-time- strategian (JIT) mukaisesti hyödykkeitä ostetaan ainoastaan sen verran, että tarpeeseen voidaan vastata. Tällaista hankintamenetelmää voidaan pitää niin sanottuna ”kädestä suuhun” ostamisena. (Ballou 2004, p. 450) JIT- aikataulutus on vaihtoehtoinen strategia varastonpidolle, kun tavoitteena on saada oikeat hyödykkeet oikeaan paikkaan oikeana ajankohtana. JIT- periaatteessa olennaista on läheiset suhteet muutamien toimittajien kanssa ja informaation jakaminen toimittajien ja ostajien välillä. Han-

kintojen ja toimitusten eräkoot ovat pienet ja ne suoritetaan tihein väliajoin, minkä seurauksena varastotasot voidaan pitää minimaalisina. Epävarmuudet pyritään eliminoimaan koko toimitusverkostosta kaikissa mahdollisissa paikoissa. Hankinnoista ja tuotannosta saatavat mittakaavaedut korvataan hyödyntämällä muutamia toimittajia, jotka sijaitsevat yleensä kysyntäpisteiden läheisyydessä. Läheisen yhteistyön ja informaation jakamisen seurauksena reagoimisaika on lyhyt ja sen vaihtelu pientä. (Ballou 2004, pp. 428-429, 450)

	VAHVUUDET	HEIKKOUEDET
Yksi toimittaja	<ul style="list-style-type: none"> • Neuvotteluvoima ja mittakaavaetujen mahdollisuus • Koordinoinnin ja paperityön määrä vähenee • Pitkäaikaisen suhteen muodostaminen helpompaa • Yhteisen edun tavoittelu 	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollisuus monopolin muodostumiseen • Tarjonnan katkeamisriski suurempi • Rajallinen vaikutusmahdollisuus hankittavien hyödykkeiden laatuun
Useita toimittajia	<ul style="list-style-type: none"> • Tarjonnan katkeamisriski pienenee • Parempi vaikutusmahdollisuus laatuun • Kilpailuttaminen eri toimijoiden välillä parhaan hinnan saavuttamiseksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaatii enemmän koordinoitua • Mahdollisuus paljousalennuksiin pienempi • Ei tiiviistä yhteistyöstä saatavia etuja

Kuva 7. Edut ja haitat hankittaessa yhdeltä tai useammilta toimittajilta (perustuu lähteisiin Brown et al. 2001, p. 312; Rowbotham et al. 2007, pp. 151-153; Van Weele 2010, p. 34)

Toimittajien valintaan liittyen tulee tehdä päätökset koskien toimittajien määrää ja hallintaa. Määrää koskien tulee tehdä päätös, hankitaanko vain yhdeltä toimittajalta vai useammilta. Kummankin toimintatavan osalta on esiteltynä hyviä ja huonoja puolia kuvan 7 matriisissa. Toimittajien määrää vähentämällä voidaan vähentää kaupankäynnistä aiheutuvia kustannuksia (Rushton et al. 2010, pp. 216-217) Hankinnan rooli on muuttunut pelkästä ostotoiminnasta strategiseksi liiketoimintaprosessiksi, minkä myötä toimittajat on integroitu tiiviimmin osaksi toimintaa. Integroimisen seurauksena toimittajien kanssa tehdään tiiviimpää yhteistyötä, jolloin toimittajien lukumäärää yleensä pienennetään. (Cousins et al. 2008, pp. 43-44) Useammilta toimittajilta hankittaessa erillisten sopimusten tulee olla sovitettuna yhteen, mikä voi vaatia paljon työtä ja vas-

tuuta ostajalta. Mikäli ostaja epäonnistuu yhteensovittamisessa, voi syntyä ylimääräisiä kustannuksia. (Van Weele 2010, p. 34)

Kaikkien tuotteiden osalta ei noudateta välttämättä samaa hankintastrategiaa. Ilorannan & Pajunen-Muhosen (2008) mukaan eri tuotteiden hankintastrategian luomisessa voidaan käyttää apuna hankintojen portfolioanalyysia, joka perustuu hankittavien tuotteiden eriarvoisuuden strategisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Portfolioanalyysin avulla voidaan tarkastella hankittavien tuotteiden tärkeyttä toiminnan kannalta sekä sen toimitajamarkkinoiden saatavuuden luomia riskejä. Hankinnat jaotellaan niiden liiketoimintavaikutuksen sekä hankintoihin liittyvien riskien perusteella kuvan 8 mukaiseen matriisiin (Kraljic'n matriisi) neljään eri luokkaan, jotka ovat:

- pullonkaulatuotteet
- strategiset tuotteet
- tavalliset tuotteet
- volyymituotteet (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, ss. 142-145; Harrison & Van Hoek 2008, p. 268)

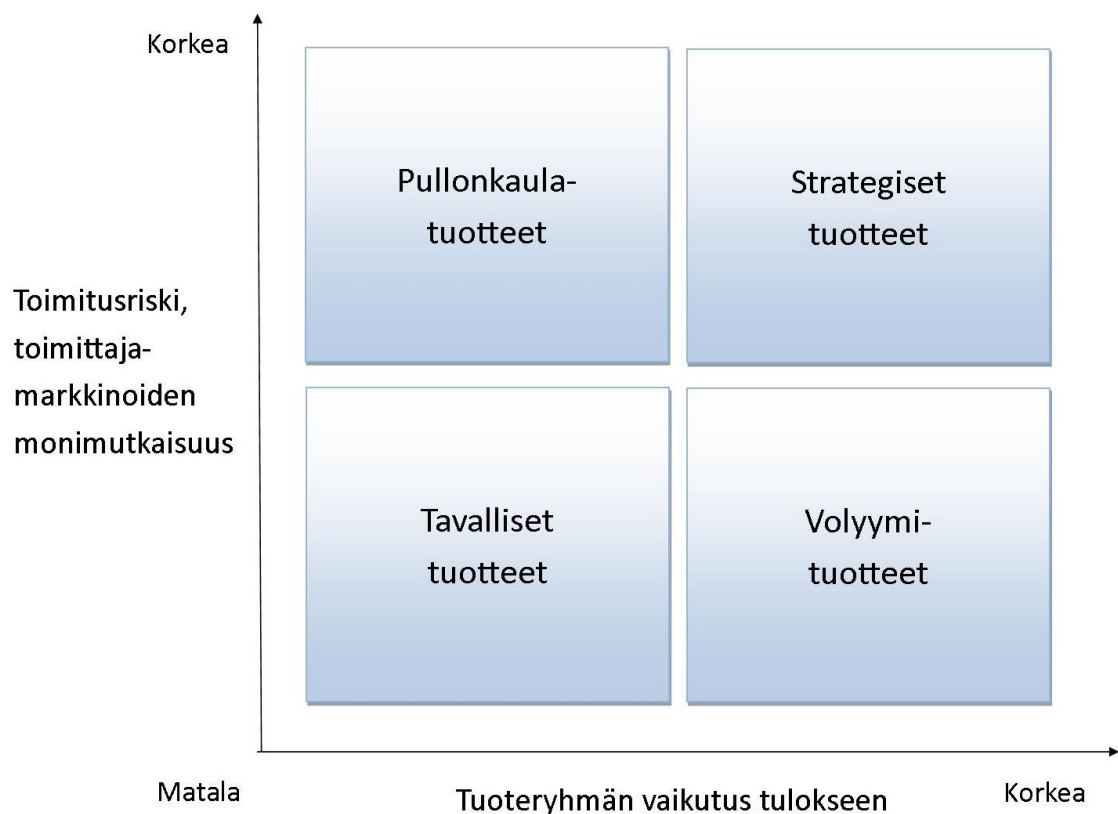
Hankintojen liiketoimintavaikutus riippuu tyypillisesti hankintojen volyyymista. Toimitajamarkkinoiden kompleksisuuteen ja toimitusriskiin taas vaikuttaa tuotteiden saatavuus ja toimittajien lukumäärä sekä vaihtoehtoisten tuotteiden olemassaolo. (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, ss. 143-144)

Pullonkaulatuotteilla on matala vaikutus liiketoiminnan tulokseen, mutta niiden toimitusriski on korkea. (Cousins et al. 2008, p. 47) Ostajalla on vain vähän vaikutusvaltaa, sillä pullonkaulatuotteiden toimittajia on vähän. Hankinnan tavoitteena on vähentää riippuvuutta näistä tuotteista hankintojen hajauttamisella ja pyrkimällä löytämään vaihtoehtoisia toimittajia ja tuotteita sekä toimimaan yhteistyössä tuotekehityksen kanssa, jotta näiden tuotteiden käyttöä voidaan välttää. (Harrison & Van Hoek 2008, p. 268) Tyypillisesti pullonkaulatuotteet ovat edullisia, mutta toimittajien vähäisen määrän vuoksi ne voivat vaikuttaa olennaisesti tuotettavien tuotteiden saatavuuteen, sillä ne ovat välttämättömiä tuotannolle. Tällaisten tuotteiden osalta pyritään ylläpitämään tuotteiden saatavuutta esimerkiksi luomalla pidempiaikaisia sopimuksia toimittajien kanssa. (Cousins et al. 2008, p. 51)

Strategisilla tuotteilla on toiminnan kannalta kriittinen rooli. Niillä on suuri vaikutus tulokseen ja niiden toimitusriski on korkea. Strategisten tuotteiden hankinnassa tulee pyrkiä kumppanuuteen ja pitkäaikaiseen yhteistyöhön toimittajien kanssa, sillä näiden tuotteiden saatavuudella on kriittinen merkitys ostajayrityksen kannattavuuteen. Strategisten tuotteiden osalta pyritään turvaamaan tuotteiden jatkuva saatavuus matalan hinnan sijaan. (Cousins et al. 2008, pp. 47-52)

Tavallisten tuotteiden vaikutus tulokseen on matala, samoin kuin niiden toimitusriski. Nämä tuotteet ovat hinnaltaan edullisia, eikä niillä ole suurta vaikutusta toiminnan kannattavuuteen. Tavalliset tuotteet ovat rutiinituotteita, joiden hankinnassa pyritään tehokkuuteen. Tavoitteena on maksaa näistä tuotteista mahdollisimman alhainen hinta ylläpitämällä kuitenkin laatu- ja asiakaspalvelustandardit halutulla tasolla. Toimittajia on yleensä useita ja ostajilla on mahdollisuus hintaneuvotteluihin. (Cousins et al. 2008, p. 51)

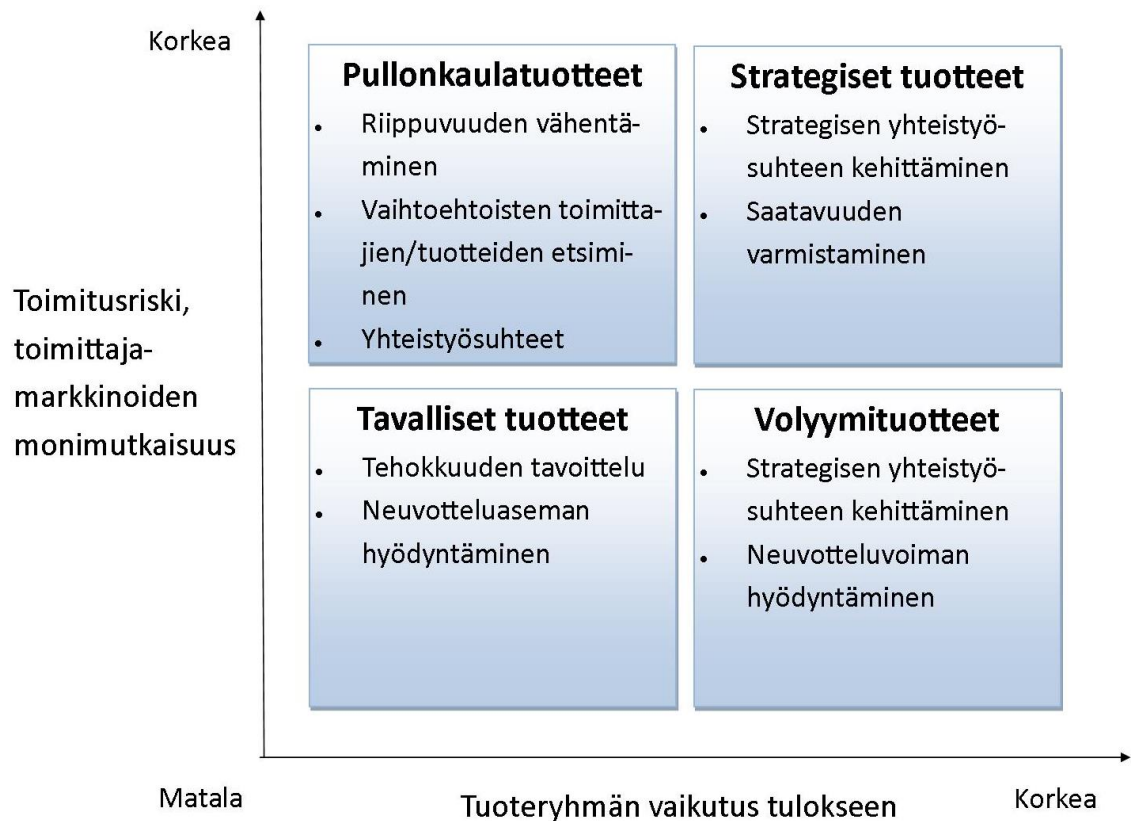
Volyymituotteet puolestaan vaikuttavat olennaisesti toiminnan tulokseen, ja niiden toimitusriski on matala. Volyymituotteiden toimittajia on useita, ja ostajilla on suuri osto-voima, minkä seurauksena hintoja on mahdollista saada alennettua. (Harrison & Van Hoek 2008, p. 269) Volyymituotteita hankittaessa strategiana on pyrkiä saamaan aikaan paras mahdollinen kauppa. Koska hankintojen kokoluokka on suuri, on mahdollista saavuttaa mittakaavaetuja ja vahva neuvotteluasema. (Cousins et al. 2008, p. 51)



Kuva 8. Hankittavien tuotteiden jaottelu Kraljic'n matriisiin tulosvaikutuksen ja toimitusriskin mukaan (perustuu lähteeseen Cousins et al. 2008, p. 47)

On siis selvää, että eri kategorioihin sijoittuvat tuotteet vaativat erilaiset hankintastrategiat. Kuvan 9 matriisissa on koottuna eri tuoteryhmille portfolioanalyysin mukaiset perushankintastrategiat. Pullonkaulat tuotteiden osalta olennaista on varmistaa tuotantoon tarvittavien tuotteiden ja komponenttien saatavuus. Tuotekehityksellä on merkittävä rooli tämän ryhmän tuotteiden saatavuuteen: jo tuotteen kehitysvaiheessa tulee huomioida eri komponenttien saatavuus ja toimittajien lukumäärä. Strategisten tuotteiden osal-

ta tärkeää on etsiä vaihtoehtoisia toimittajia ja tuotteita järjestelmällisesti, jottei riippuvuutta yhteen toimittajaan synny. Mikäli vaihtoehtoisia ratkaisuja ei löydy, on pyrittävä luomaan tiivis yhteistyö toimittajan kanssa. Tavallisten tuotteiden hankinnoissa strategiana on pyrkiä operatiiviseen tehokkuuteen ostajan neuvotteluvoiman avulla sekä yhdistämällä pienemmät hankinnat suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Volyymituotteiden osalta hankinnat tulee pyrkiä kilpailuttamaan edullisen hankintahinnan saavuttamiseksi. Strategisen yhteistyösuhteen luomisella on mahdollista parantaa toimittajan motivaatiota prosessien kehittämiseen. (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, ss. 153-155)



Kuva 9. Perushankintastrategiat eri tuoteryhmille (perustuu lähteeseen Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, s. 154)

Perinteisen ajattelutavan mukaan hankintapäätösten teossa on keskitytty tavanomaisesti edullisimpaan hankintahintaan. Hankintapäätöksiä tehdessä on kuitenkin olennaista huomioida pelkän hankintahinnan lisäksi hankinnasta aiheutuvat muut kustannukset, jotka vaikuttavat syntyviin kokonaiskustannuksiin. Tällaisia ovat esimerkiksi kuljetuksista tai laadusta aiheutuvat kulut. Esimerkiksi halvemmat raaka-aineet voidaan joutua noutamaan kalliimpia raaka-aineita kauempaa, jolloin edullisemman raaka-aineen hankinnasta syntyvät kokonaiskustannukset saattavat olla huomattavasti korkeammat. (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, s. 185) Toisaalta halvemmän raaka-aineen laatu voi myös olla heikompi, jolloin tuotantokustannukset voivat lisääntyä tai asiakastytyväisyys heikentyä. On siis tärkeää tarkastella hankintapäätösten vaikutuksia kokonaiskustannuksiin pidemmällä aikavälillä.

Kokonaiskustannusajattelu, *Total Cost of Ownership* (TCO), huomioi hankinnoista aiheutuvat kustannukset laajemmin. Näkökulmaa laajennetaan pelkästä ostohinnan tarkastelusta myös muihin suoriin ja epäsuoriin kustannuksiin, joita hankinnoista aiheutuu. Kokonaiskustannusajattelun avulla pyritään kartoittamaan, miten syntyvät kokonaiskustannukset muuttuvat jos esimerkiksi raaka-aineet hankitaan vaihtoehtoisilta toimittajilta. Syntyvien kokonaiskustannusten määrän arvioimista voidaan helpottaa jakamalla ne kolmeen osaan: kustannuksiin, jotka syntyvät ennen hankintaa, hankinnan aikana sekä hankinnan jälkeen. Ennen hankintaa kustannuksia aiheutuu muun muassa toimittajien etsinnästä, arvioinnista ja valinnasta sekä ennen tätä varsinaisen hankintatarpeen tunnistamisesta. Varsinaisen hankinnan aikana syntyviin kustannuksiin taas vaikuttaa hankinta- ja toimituskustannukset sekä esimerkiksi laaduntarkastukset ja osapuolten välinen tiedonsiirto. Hankinnan jälkeen kustannuksia voi aiheutua esimerkiksi virheellisistä tuotteista ja menetetyistä myynnistä. (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, ss. 186-188)

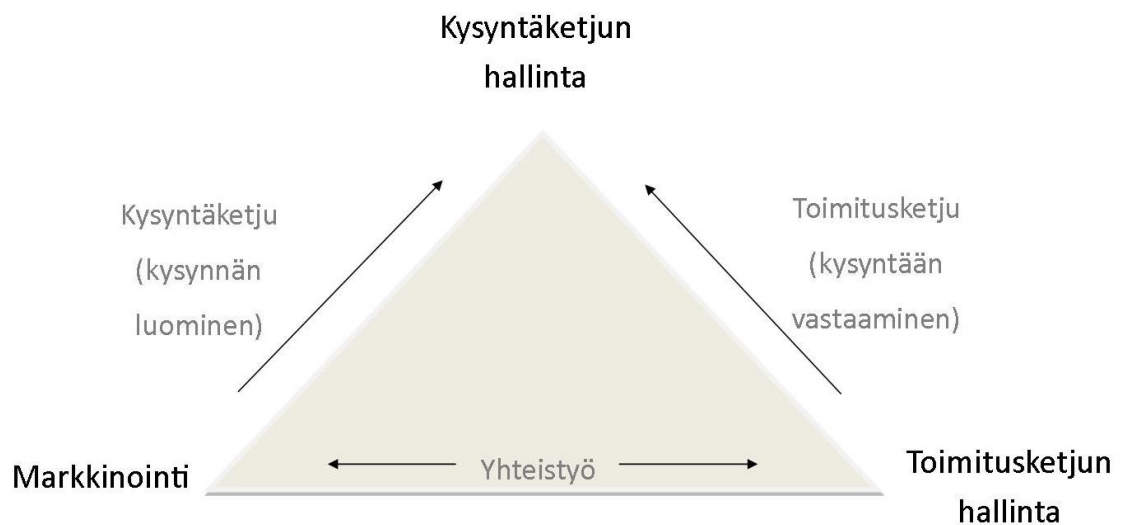
3.2.3 Kysyntäketjun hallinta ja asiakasohjautuvuus

Perinteisen ajattelutavan mukaan toimitusketjun hallinta integroi hankinnan, tuotannon ja jakelun yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jonka tarkoituksena on luoda tuotteita, joita asiakkaat haluavat. (Waters 2003) Toimitusketju muodostuu niistä prosesseista, jotka ovat välttämättömiä asiakkaiden kysyntään vastaamiseksi. Toimitusketjun hallinta keskittyy näiden prosessien hallintaan, ja sen tavoitteena on sovittaa kysyntä ja tarjonta vastaamaan toisiaan tehokkaasti. (Madhani 2013)

Madhanin (2013) mukaan toimitusketjun hallinnan avulla ei kuitenkaan saada selville, mitä tekijöitä asiakkaat arvostavat tai pitävät tärkeinä, eikä siten toimitusketjun hallinnan tehokkuus itsessään lisää asiakkaiden tyytyväisyyttä. Jotta yritys voisi menestyä, tulee sen keskittyä toimitusketjun lisäksi myös kysyntäketjuun. (Madhani 2013) Walters'n & Rainbird'n (2004) mukaan kysyntäketjun voidaan ajatella olevan niiden liiketoimintaprosessien ja aktiviteettien muodostama kokonaisuus, jotka auttavat yritystä ymmärtämään, hallitsemaan ja luomaan kysyntää. Madhanin (2013) mukaan kysyntäketju keskittyy kysynnän luomiseksi ja ymmärtämiseksi vaadittavien prosessien muodostamaan kokonaisuuteen. (Madhani 2013)

Asiakkaan kokeman arvon voidaan määritellä olevan asiakkaan havaitsema tuotteesta tai tuotteen käytöstä seuraava miellyttävä ominaisuus tai toiminto, joka helpottaa asiakkaan tavoitteeseen pääsyä tuotetta käytettäessä. Asiakasarvo riippuu luonnollisesti asiakkaasta, mutta myös ajasta. Toimintaympäristö on dynaaminen ja siten myös asiakasarvo muuttuu ajan ja toimintaympäristön muutosten myötä. Markkinoinnin rooli on ymmärtää niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat tapoihin, joilla asiakkaat havaitsevat arvon. Markkinoinnin avulla voidaan ymmärtää asiakasryhmien eriäviä mieltymyksiä ja räätälöidä tuotteet ja palvelut vastaamaan eri ryhmien tarpeita. Markkinoinnin strategisena roolina voidaan pitää myös asiakassuhteiden hallintaa. (Jüttner et al. 2006, pp. 378-379)

Kysyntäketjun hallinnassa on kyse markkinoinnin ja toimitusketjun integroimisesta yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, mitä kuva 10 havainnollistaa. Markkinointi kohdistuu kysyntäketjun myyntiosiin pyrkien luomaan kysyntää. Toimitusketjun hallinta puolestaan on kohdistettu tarjontapuolen toimintaan ja kysyntään vastaamiseen. Markkinoinnin ja toimitusketjun hallinnan on toimittava yhteistyössä, jotta koko kysyntäketjua voidaan hallita tehokkaasti ja organisaation tavoitteet saavuttaa. Mikäli yhteistyö eri toiminta-alueiden välillä on puutteellista, on kysyntäketjun hallinta ja koordinointi heikkoa. Tämä voi johtaa asiakkaiden tyytymättömyyteen esimerkiksi myynti- ja markkinointiosastojen tehdessä lupauksia, joita toimitusketjun hallinnan osalta ei ole mahdollista täyttää. (Madhani 2013)



Kuva 10. Kysyntäketjun hallinta (perustuu lähteeseen Madhani 2013)

Kysyntäketjun hallinnassa keskeistä on pyrkiä analysoimaan ja ymmärtämään markkinoiden kysyntää kokonaisvaltaisesti. Toimitusketju-näkökulma korostaa prosessien tehokkuutta, kun taas kysyntäketjun osalta olennaista on liiketoiminnan vaikuttavuus. (Walters & Rainbird 2004, p. 468; Madhani 2013) Toimitusketjun hallinta keskittyy tehokkaaseen tarjonnan luomiseen, jossa kustannustehokkuus on merkittävässä roolissa. Markkinointi puolestaan tavoittelee liikevaihdon luomista keskittymällä enemmän yrityksen kysyntään ja sen luomiseen. (Jüttner et al. 2006, p. 379)

Jüttner et al. (2006) mukaan toimitusketjun hallinta ja markkinointi yhdessä määrittävät yrityksen kannattavuuden. Tehokas markkinointistrategian toteuttaminen vaatii toimitusketjun hallintaa jakelun suorittamiseen. Toisaalta taas markkinoinnin kautta saatavaa tietoa tarvitaan toimitusketjun hallintaa varten, jotta tarjonta voidaan muokata vastaamaan kysyntää muuttuvassa toimintaympäristössä. (Jüttner et al. 2006, p. 379) Kysyntäketjun hallinta ei siis keskity pelkästään siihen, miten asiakas suorittaa hankinnan vaan myös siihen, mitkä tekijät johtavat hankintapäätöksen tekoon. Markkinoinnin avul-

la saadaan välttämättömää tietoa liittyen asiakkaiden hankintaprosesseihin kokonaisvaltaisesti. (Waters 2003)

Asiakasohjautuvalla toimitusverkostolla (*demand-driven supply network*) puolestaan tarkoitetaan verkostoa, joka pyrkii reagoimaan asiakkaiden todelliseen kysyntään. Toimitusverkoston toimintaa koskevat päätökset, kuten eri toimintojen suunnittelu ja aikataulutus, pohjataan ennusteiden sijaan todelliseen asiakkaiden kysyntään. (Ayers & Odegaard 2007, p. 238) Ross'n (2008) mukaan kysyntäohjautuvan toimitusverkoston voidaan ajatella olevan niiden teknologioiden ja liiketoimintaprosessien muodostama systeemi, jotka tunnistavat ja vastaavat verkostossa ilmenevään oikea-aikaiseen kysyntään. (Ross 2008) Asiakasohjautuvassa toimitusketjussa painotus on siis markkinoissa ja verkostoa pyritään ohjaamaan markkinoiden tarpeita vastaaviksi sen sijaan, että aloitetaisiin eteneminen raaka-aineiden toimittajilta eteenpäin ketjua pitkin kohti asiakkaita. (Vervest et al. 2005, p. 197)

Ross'n (2010) mukaan asiakasohjautuvaan toimitusverkostoon liittyy olennaisesti seuraavat tekijät:

- *Liiketoimintafilosofia*: Aiemmin toimintatapana oli tuottaa tuotteita varastoon asiakkaille myytäväksi kysyntäennusteiden pohjalta. Asiakasohjautuvassa toimintatavassa ideana on ohjata verkoston toimintaa enemmän asiakkaiden todellista kysyntää vastaavaksi ennusteisiin turvautumisen sijaan.
- *Teknologia*: Jotta verkoston toiminta voidaan synkronisoida asiakkaiden todellisen kysynnän kanssa, tarvitaan teknologiaa, joka mahdollistaa oikea-aikaisen kysyntätiedon saamisen ja lisää näkyvyyttä verkoston eri toimijoiden välillä.
- *Kysyntä*: Asiakasohjautuvan toimitusverkoston perimmäisenä ajatuksena on kyetä havaitsemaan markkinoilla ilmenevä kaikenmuotoinen kysyntä nopeasti. Kysyntä voi ilmetä tehtyjen tilausten, havaittujen mahdollisuuksien tai ennusteiden kautta. Kysyntäsignaaleja hyödynnetään toimintojen ja resurssien nopeassa ohjailussa koko toimitusverkoston laajuudella.
- *Verkosto*: Asiakasohjautuva toimitusverkosto integroi verkoston eri toimijat tiiviisti yhteen muodostaen yhtenäisen kokonaisuuden, jonka osapuolet yhteistyössä pyrkivät arvonaluontiin. (Ross 2010, pp. 142-145)

Simchi-Levi et al. (2008) mukaan toimitusketjustrategiat jaetaan perinteisesti kahteen ryhmään: työntöohjautuviin (*push*) ja imuohjautuviin (*pull*). Työntöohjautuvassa toimitusketjussa tuotantoa ja jakelua koskevat päätökset tehdään pitkäaikaisten ennusteiden pohjalta. Perinteisesti toimitusketjuissa on hyödynnetty työntöohjausta: kun jokin ketjun työvaihe saadaan suoritettua loppuun, tulos ikään kuin työnnetään kohti seuraavaa vaihetta tai ketjun osaa, esimerkiksi varastoa. Työntöohjautuvassa toimitusketjussa tavanomaisesti esimerkiksi tuotannon kysyntäennusteet perustuvat jälleenmyyjiltä tai varastoilta saatuihin tilauksiin, minkä vuoksi markkinatilanteisiin reagoiminen on hidasta. Reagoinnin hitaus puolestaan voi heikentää muuttuvaan kysyntään vastaamista tai aihe-

uttaa varaston vanhenemisen, kun tietyn tuotteen kysyntä loppuu. (Stevenson 2007, p. 694; Simchi-Levi et al. 2008, pp. 188-189)

Asiakasohjautuva toimitusverkosto puolestaan on imuohjautuva systeemi, jossa tuotantoa ja kuljetuksia ohjataan verkostossa asiakkaiden todellisen kysynnän mukaisesti. (Ayoub & Yuji 2011, p. 130; Simchi-Levi et al. 2008, p. 189) Imuohjautuvassa systeemissä toiminta lähtee liikkeelle myyntipisteestä, josta tieto kysynnästä etenee verkostossa ylävirtaan, solmukohdasta toiseen, aina tuottajalle saakka. (Ross 2010, p. 130) Verkoston jokainen solmukohta siis vetää edeltävän vaiheen tuotoksia tarpeensa mukaan siten, että toimintojen lopullinen tulos on asiakkaiden tarpeeseen ja kysyntään pohjautuva. (Stevenson 2007, pp. 694-695) Puhtaasti imuohjautuvassa systeemissä ei pidetä lainkaan varastoja, vaan vastataan ainoastaan määritelyihin tilauksiin. Toimintatavan mahdollistaa nopea kysyntätiedon sisältävän informaation virtaus verkostossa. (Simchi-Levi et al. 2008, p. 189)

Imuohjautuvan toimintatavan yhtenä etuna on sen perustuminen todelliseen asiakkaiden kysyntään, mikä vähentää markkinatilanteen vaihteluista aiheutuvia riskejä. Todelliseen kysyntään perustuva toiminta vähentää myös riippuvuutta aiemmista kysyntätiedoista ja ennusteista. (Ayoub & Yuji 2011, p. 131) Ennusteisiin liittyy aina haasteita ja Simchi-Levin & Simchi-Levin (2003) mukaan kaikkiin ennusteisiin voidaan liittää seuraavat kaksi pääperiaatetta:

1. Ennusteet ovat aina väärässä: on mahdotonta ennustaa kysyntää tai tarjontaa tarkasti. Ennusteiden avulla voidaan päästä todellisen arvon lähelle, mutta täsmällisen ennusteen luominen ei ole mahdollista.
2. Mitä pidempi ennusteen aikajänne on, sitä epätarkempi ennuste: Mitä pidemmälle ajalle ennustetta yritetään tehdä, sitä vaikeampaa kysynnän ja saatavuuden arvioiminen on. (Simchi-Levi & Simchi-Levi 2003)

Yksi tärkeimmästä asiakasohjautuvuudesta seuraavista kyvykkyyksistä on tiedon näkyvyyden paraneminen. Asiakasohjautuvassa toimitusverkostossa kysyntätiedon näkyvyys paranee, jolloin ketjun eri toimijat pystyvät sopeuttamaan toimintansa vastaamaan todellista kysyntää. (Ross 2010, p. 147) Todellisen kysyntätiedon saatavuuden seurauksena myös piiskailmiön (*bullwhip effect*) määrä vähenee. Piiskailmiössä tuotannon vaihtelu on tyypillisesti suurempaa kuin kysynnän vaihtelu, ja vaihtelu kasvaa, mitä pidemmälle ylävirtaan ketjussa kuljetaan. Tämän seurauksena todellinen kysynnän vaihtelu moninkertaistuu. (Udenio et al. 2013, pp. 34-35) Kysynnän vaihtelu siis havaitaan ketjussa sitä suurempana, mitä kauempana ketjun asiakaspäästä toimitaan. Todellisen kysynnän määrä vääristyy piiskailmiön seurauksena, jolloin toimitusketjun ohjailu hankaloituu ja toiminta on tehotonta. Tuotantosuunnitelmat ja varastohallinta pohjautuvat tällöin väärään tietoon, minkä seurauksena liiketoimintavoitto pienenee. (Wang et al. 2007, p. 452) Asiakasohjautuvuuden seurauksena tuotanto- ja varastointimäärät pohjataan todelliseen kysyntään, jolloin piiskailmiö ja siitä aiheutuvat vaikutukset vähenevät.

Asiakasohjautuvan toiminnan avulla voidaan saavuttaa myös useita muita hyötyjä. Ross'n (2010) mukaan vastaaminen markkinoilla ilmenevään todelliseen kysyntään vähentää markkinatilanteiden vaihteluista aiheutuvia riskejä. Tehokkaan asiakasohjautuvan toimitusverkoston avulla on mahdollista luoda asiakasarvoa, muodostaa tiiviimmät yhteistyösuhteet verkoston eri tahojen välille sekä vähentää kustannuksia. Varastoinnin ja tuotannon osalta voidaan keskittyä varastoimaan ja valmistamaan juuri niitä tuotteita, joita markkinoilla halutaan ja siten välttyä kannattamattomalta varastonpidolta. Myös varastoinnin epätasapainoisuuksista seuraavien varastojen välisten siirtojen väärä vähenee, mikä pienentää kuljetuskustannuksia. (Ross 2010, p. 155) Kun kysyntätieto välittyy tehokkaasti kaikille verkoston toimijoille, pystytään tilauksiin varautumaan paremmin, jolloin läpimenoajat lyhenevät. Lyhentyneiden läpimenoaikojen myötä myös varastotasot pienenevät ja koko systeemin vaihtelevuus yleisesti vähenee. (Simchi-Levi et al. 2008, p. 189) Asiakasohjautuvuuden myötä liiketoimintaympäristö muuttuu asiakaskeskeiseksi, jolloin asiakasarvon luominen on helpompaa ja asiakastyytyväisyys paranee. Asiakasohjautuvat toimitusverkostot pystyvät reagoimaan nopeasti asiakkaiden todelliseen kysyntään ja resursseja voidaan hyödyntää tehokkaasti. (Ross 2010)

4. VAPO OY:N PUUPELLETTIEN TOIMITUSVERKOSTON KUSTANNUSTEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN

4.1 Laskentamallin esittely ja toiminta

Vapon toimitusverkostossa tärkeimmät kustannuksia aiheuttavat tekijät ovat raaka-ainehankinnat ja pellettitoimitukset. Raaka-ainehankinnoissa syntyviin kustannuksiin vaikuttavat raaka-aineen hankintahinta sekä kuljetuskustannukset, jotka riippuvat toimittajan ja määränpäänä olevan tehtaan välisestä etäisyydestä. Pellettitoimitusten osalta kustannuksiin oletetaan vaikuttavan ainoastaan kuljetusmatka, eli tehtaan ja asiakkaan välinen etäisyys, sekä toimitusmäärät. Laskentamallin avulla halutaan tehostaa verkoston toimintaa optimoimalla näistä tekijöistä aiheutuvat kustannukset, tavoitteena kokonaiskustannusten minimointi.

Laskentamalli koostuu kolmesta osasta, joista ensimmäinen keskittyy raaka-ainehankintojen optimointiin ja niistä aiheutuvien kokonaiskustannusten minimointiin. Toinen osa puolestaan keskittyy pellettitoimitusten optimointiin, ja kolmannen osan avulla on mahdollista seurata varastotasoja hankinta- ja tuotantomäärien perusteella sekä tarkkailla raaka-aineen riittävyyttä.

Laskentamalli luotiin päätöksenteon tueksi päivittäiseen käyttöön. Sen käytön tarkoituksena on parantaa puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta optimoimalla raaka-ainehankinnat ja pellettitoimitukset. Mallin avulla voidaan selvittää, mikä on kustannustehokkain tapa toimittaa jokaiselle tehtaalle niiden tarvitsemat raaka-aineet eri tilanteissa eli miltä raaka-aineentoimittajilta on kannattavinta toimittaa raaka-ainetta ja kuinka paljon kullekin tehtaalle. Toimituskustannusten minimoimiseksi pellettitoimitukset voidaan myös optimoida laskentamallin avulla. Mallin avulla voidaan ratkaista kustannustehokkain tapa vastata asiakkaiden kysyntään ja siten minimoida toimituksista aiheutuvat kustannukset.

4.1.1 Optimointi

Optimoinnin tarkoituksena on löytää paras mahdollinen ratkaisu ongelmaan matemaattisin keinoin. (Griva et al. 2008) Lineaariset optimointiongelmat ovat minimointi- tai maksimointiongelmia, jotka ratkaistaan tiettyjen rajoitusten puitteissa. (Ferguson, p. 3) Ongelma voi liittyä esimerkiksi voiton tai tehokkuuden maksimointiin ja tappioiden tai riskien minimointiin. (Griva et al. 2008) Tässä tapauksessa ongelma liittyy kustannuste-

hokkuuden kehittämiseen ja tavoitteena on minimoida raaka-ainehankinnoista ja pellettitoimituksista aiheutuvat kokonaiskustannukset. Raaka-ainehankintojen ja pellettitoimitusten optimointi suoritetaan lineaarisena optimointina Excelin ratkaisin- työkalulla.

Optimointimalli sisältää aina vähintään seuraavat tekijät:

- päätösmuuttujat
- tavoitefunktio
- rajoitteet

Päätöksenteko kohdistuu päätösmuuttujiin, joiden arvoihin voidaan päätöksentekotilanteessa vaikuttaa. Tavoitefunktioilla tarkoitetaan sitä funktiota, jonka arvo on optimoinnin avulla tarkoitus maksimoida tai minimoida. (Taanila 2011, s. 29) Tavoitefunktio on aina lineaarinen funktio eli se voidaan esittää muuttujien summana. (Häkkinen 2002) Lineaarinen funktio ei voi sisältää esimerkiksi muuttujien potensseja, juuria tai logaritmeja. Tavoitefunktio ilmaistaan päätösmuuttujien lineaarisena funktiona, jolloin siis tavoitefunktion arvo voidaan laskea päätösmuuttujien arvojen avulla. (Taanila 2011, s. 29) Optimoinnin rajoitteet ovat toimintaympäristön aiheuttamia toimintaa rajoittavia ehtoja, jotka ilmaistaan myös lineaarisina yhtälöinä tai epäyhtälöinä. (Griva et al. 2008; Taanila 2011, s. 29) Sekä muuttujien että rajoitteiden arvojen tulee olla ei-negatiivisia. (Taha 2007, p. 82)

Ratkaisin on Excelin entä jos -analyysityökalu, jonka avulla voidaan ratkaista optimointiongelmia. Ratkaisimen avulla voidaan määrittää tavoitefunktiolle optimaalinen arvo (pienin tai suurin) asetettuja reunaehtoja (rajoitteet) noudattaen. Ratkaisin määrittää muuttujasoluille arvot, joilla haluttu tavoitefunktion arvo saavutetaan. (Häkkinen 2002)

Ratkaisimen toimintaa on helpointa havainnollistaa yksinkertaisen esimerkin avulla. Esimerkissä on kolme tehdasta, joilta on tarkoitus kuljettaa tuotteita kolmelle eri asiakkaalle. Eri tehtailta eri asiakkaille toimitettaessa kuljetusten yksikkökustannukset ovat erisuuruiset. Eri tehtailta ja asiakkailta myös tuotteiden saatavuudet ja kysynät vaihtelevat. Tavoitteena on suorittaa tuotteiden kuljetukset siten, että kuljetuskustannukset minimoidaan.

Kyseessä on tällöin optimointiongelma, jonka tavoitteena on kokonaiskustannusten minimointi. Taulukossa 1 on esitettyä kaksi tehdas-asiakas- matriisia, joista ylemmässä on toimitusten yksikkökustannukset kuljetettaessa tuotteita tietyltä tehtaalta tietylle asiakkaalle. Saatavuus, joka on matriisin oikealla puolella korostettuna vihreällä, ilmaisee tehtailta saatavissa olevien tuotteiden määrän. Kysyntä, joka on matriisin alapuolella punaisella korostettuna, taas viittaa eri asiakkaiden tuotteiden kysynnän määrään. Ratkaisimen avulla halutaan ratkaista, kuinka paljon tuotteita tulee kuljettaa kultakin tehtaalta kullekin asiakkaalle siten, että asiakkaiden kysyntään vastataan ylittämättä tehdaskohtaisia tuotteiden saatavuuksia minimoiden kuljetuksista aiheutuvat kustannukset.

Kuljetuksista syntyvät kokonaiskustannukset on asetettu optimoinnin tavoitesoluksi, joka on taulukossa 1 matriisien alapuolella korostettuna sinisellä. Tavoitesolun arvo ilmaistaan yksikkökustannus- ja toimitusmäärämatriisiin tulojen summana. Muuttujasolut on merkitty kuvan laskentataulukon alempaan matriisiin keltaisella.

Taulukko 1. Yksinkertainen optimointiongelma

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Yksikkökustannus		Asiakas					
2			1	2	3		Saatavuus	
3	Tehdas	1	100	300	50		500	
4		2	200	50	100		250	
5		3	150	200	100		500	
6								
7		Kysyntä	400	350	500			
8								
9								
10	Toimitusmäärä		Asiakas					
11			1	2	3		Toimitettu	
12	Tehdas	1					0	
13		2					0	
14		3					0	
15								
16		Toimitettu	0	0	0			
17								
18								
19	Kokonaiskustannukset			0				
20								

Optimoinnille muodostetaan rajoiteyhtälöt tuotteiden saatavuuden ja kysynnän pohjalta. Tehtailta asiakkaille toimitetut määrät, jotka ovat korostettuna vihreällä alemman matriisin oikealla puolella, eivät saa ylittää tehdaskohtaisia saatavuuksia. Asiakkaiden vastaanottamien tuotemäärien taas tulee vastata asiakkaiden kysyntää. Ne ovat laskentataulukossa korostettuna punaisella alemman matriisin alapuolella.

Määritetyt tiedot kirjoitetaan ratkaisimen parametreiksi kuvan 11 mukaisesti. Tavoitesoluksi asetetaan kokonaiskustannukset (solu D19) ja tavoitteeksi kyseisen solun pienimmän arvon määrittäminen muuttujasolujen (solut C12-E14) arvoja muuttamalla. Rajoitteet ilmoitetaan optimoinnin reunaehtoina yhtälömuodossa. Tehtailta asiakkaille toimitettujen tuotteiden määrän (solut G12-G14) tulee olla pienempi tai yhtä suuri kuin tehtailta saatavissa olevien tuotteiden määrä (solut G3-G5). Asiakkaille toimitettujen tuotteiden määrien (solut C16-E16) tulee olla yhtä suuret, kuin asiakkaiden kysynät (solut C7-E7). Lisäksi määritetään, että solujen tulee olla ei-negatiivisia ja valitaan ratkaisumenetelmäksi lineaarinen optimointi (Simplex LP). Parametrien määrittämisen

jälkeen ongelma ratkaistaan, jolloin ratkaisin etsii ongelmalle optimaalisen ratkaisun muuttujasolujen arvoja muuttamalla.

The screenshot shows a software interface for solving a linear programming problem. It includes the following elements:

- Aseta tavoite:** A text box containing the value $\$D\19 .
- Kohde:** Radio buttons for "Suurin" (selected), "Pienin", and "Arvo:". A text box next to "Arvo:" contains the value 0.
- Muuttamalla muuttujasoluja:** A text box containing the cell reference $\$C\$12:\$E\14 .
- Reunaehdot:** A list box containing two constraints:

$$\$C\$16:\$E\$16 = \$C\$7:\$E\$7$$

$$\$G\$12:\$G\$14 \leq \$G\$3:\$G\$5$$
- Buttons:** A vertical stack of buttons on the right: "Lisää", "Muuta", "Poista", "Palauta kaikki", "Lataa/Tallenna", and "Asetukset".
- Checkboxes:** A checked checkbox labeled "Tee ei-negatiivisia muuttujista, joilla ei ole reunaehdoja".
- Valitse ratkaisumenetelmä:** A dropdown menu currently set to "Simplex LP".

Kuva 11. Ratkaisimeen määritettävät parametrit

Taulukossa 2 näkyy optimointiongelman ratkaisu eli keltaisella korostettujen muuttujasolujen arvot, joilla kuljetuksista muodostuvat kokonaiskustannukset ovat mahdollisimman pienet. Ratkaisu siis ilmoittaa kultakin tehtaalta kullekin asiakkaalle toimitettavien tuotteiden määrän. Vihreällä korostetut tehdaskohtaiset tuotteiden toimitusmäärät eivät ylitä tehdaskohtaisia saatavuuksia ja punaisella korostetut asiakaskohtaiset tuotteiden toimitusmäärät vastaavat asiakkaiden kysyntöjä. Kuljetuksista yhteensä muodostuvat kokonaiskustannukset näkyvät sinisellä korostetussa solussa matriisien alapuolella.

Taulukko 2. Yksinkertaisen lineaarisen optimointiongelman ratkaisu

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Yksikkökustannus		Asiakas					
2			1	2	3		Saatavuus	
3	Tehdas	1	100	300	50		500	
4		2	200	50	100		250	
5		3	150	200	100		500	
6								
7		Kysyntä	400	350	500			
8								
9								
10	Toimitusmäärä		Asiakas					
11			1	2	3		Toimitettu	
12	Tehdas	1	400	0	100		500	
13		2	0	250	0		250	
14		3	0	100	400		500	
15								
16		Toimitettu	400	350	500			
17								
18								
19	Kokonaiskustannukset			117500				
20								

4.1.2 Rajaukset ja oletukset

Laskentamallista haluttiin luoda yksinkertainen työkalu tukemaan päätöksentekoa. Yksinkertaistamisen vuoksi mallista rajattiin pois joitakin tekijöitä ja tehtiin myös yksinkertaistavia oletuksia tekijöistä, joilla ei ole huomattavaa merkitystä laskentamallin toiminnalle ja luotettavuudelle tai joita ei muuten haluttu huomioida tässä laskentamallissa.

Tuotantoon liittyvät rajaukset ja oletukset:

- Tuotanto ja tuotannosta aiheutuvat kustannukset (esim. kuivaus) rajataan laskentamallin ulkopuolelle. Tuotantoprosessi on melko yksinkertainen, eikä sen merkitys toimitusverkoston kustannustehokkuudelle siten ole tässä tapauksessa merkittävä
- Tuotannon kapasiteettia ei huomioida laskentamallissa
 - Oletetaan, että kapasiteetin luomat rajoitteet on huomioitu jo tuotantosuunnitelmia luotaessa
- Tuotannossa käytettäviä lisäaineita ja niistä aiheutuvia kustannuksia ei huomioida niiden pienen merkityksen vuoksi

Kuljetuksiin liittyvät rajaukset ja oletukset:

- Kuljetuksen osalta oletetaan, että kuljetetaan pelkästään täysiä kuormia sekä raaka-aine- että pellettitoimitusten osalta
- Kuljetushintojen oletetaan olevan kiinteät
 - Sekä pelleteille että raaka-aineille määritettiin keskimääräiset kuljetuskustannukset, joita käytetään kuljetuskustannusten laskennassa
- Kuljetuskustannusten oletetaan riippuvan ainoastaan kuljetusetäisyyksistä ja kuljetusmäärästä
 - Eri kuljetusmuotojen aiheuttamia kustannuseroja ei huomioida
- Asiakkaiden suorittamia pelletinoutoja tehtailta ei huomioida
- Oletetaan, että pellettejä toimitetaan vain irtotuotteina, sillä ne ovat tuoteryhmänä merkitykseltään suurin
 - Säkitetyt pelletit rajataan mallin ulkopuolelle ja siten myöskään säkeistä, säkityksestä tai säkkien kuljetuksesta aiheutuvia lisäkustannuksia ei huomioida
- Myöhästymis- ja muita vastaavia kustannuksia ei huomioida

Varastointiin liittyvät rajaukset ja oletukset:

- Varastoinnista aiheutuvia kustannuksia ei huomioida, mutta varastojen kapasiteetit huomioidaan
 - Laskentamalli huomioi sen, ettei käytettävissä olevaa kapasiteettia ylitetä
- Kosteaa tuotantoprosessin tehtaisissa ei huomioida kostean ja kuivan raaka-aineen varastointia erikseen
 - Oletetaan, että kuiva raaka-aine varastoidaan kostean raaka-aineen joukkoon, jolloin kokonaiskosteuspitoisuus alenee

4.2 Raaka-ainehankinnat

Kuten aiemmin on todettu, raaka-ainehankinnoista aiheutuvat kustannukset muodostuvat raaka-aineen hankintahinnasta ja kuljetusetäisyydestä. Laskentamallin avulla optimoidaan raaka-ainehankinnat näiden molempien tekijöiden osalta. Laskentamalli huomioi raaka-aineensaataavuuden toimittajittain ja raaka-aineentarpeen tehtaittain siten, ettei toimittajilta saatavissa olevia raaka-aineenmääriä ylitetä ja tehtaille toimitetaan niiden tarvitsemat määrät raaka-ainetta. Laskentamallin avulla voidaan määrittää kustannustehokkain tapa toimittaa tarvittavat raaka-aineet kaikille tehtaille siten, että kaikkien tehtaiden raaka-ainehankinnoista yhteensä aiheutuvat kokonaiskustannukset minimoidaan.

Optimointia varten tarvitaan seuraavat lähtötiedot:

- raaka-aineen hintatiedot toimittajittain (€/kuiva-ainetonni ka-t)

- kuljetuskustannukset jokaiselta toimittajalta jokaiselle tehtaalle toimitettaessa (€/kuljetusetäisyys)
- raaka-aineen saatavuustiedot toimittajittain (ka-t)
- raaka-aineentarpeet tehtaittain (ka-t)
- (raaka-ainevarastojen kapasiteetit tehtaittain)

Vapolla raaka-aineet hankitaan pääasiassa perille toimitettuna eli hankintahinta sisältää sekä raaka-aineenhinnan että toimituskustannukset sovituille tehtaalle. Koska raaka-aineenhintaa ei ole eroteltu kokonaishankintahinnasta, ei eri toimittajien hintoja voida vertailla helposti keskenään. Myöskään raaka-aineenhankintahintaa muille tehtaalle toimitettuna ei tiedetä tarkalleen. Lähtötietona lineaariselle optimoinnille erotellaan kuljetuksen ja raaka-aineen osuudet kokonaishankintahinnasta ja määritetään raaka-aineiden hintatiedot toimittajittain (€/ka-t). Raaka-aineen hinnan oletetaan pysyvän toimittajilla muuttumattomana riippumatta siitä, mille tehtaalle raaka-ainetta toimitetaan. Tällöin raaka-ainehankinnan hinta tietyltä toimittajalta eri tehtaalle hankittaessa riippuu ainoastaan kuljetuskustannuksista.

Lisäksi määritetään eri toimittajien ja tehtaiden väliset kuljetuskustannukset (€/kuljetusetäisyys). Kuljetuskustannusten määrittämistä varten tarvitaan tieto etäisyyksistä kaikilta raaka-aineentoimittajilta kaikille tehtaalle. Etäisyyksien ja määritettyjen keskimääräisten kuljetuskustannusten avulla voidaan selvittää kuljetuskustannukset jokaiselta raaka-aineentoimittajalta jokaiselle tehtaalle toimitettaessa. Kosteaa raaka-aineen toimituksia kuivan prosessin tehtaisiin ei kuitenkaan huomioida, sillä niissä ei ole käytössä kuivauslaitteistoa, joka mahdollistaisi kostean raaka-aineen hyödyntämisen. Kuivan raaka-aineen toimitukset sen sijaan huomioidaan kaikkien tehtaiden osalta. Kuljetuskustannusten oletetaan riippuvan ainoastaan kuljetusmäärästä sekä kuljetusetäisyydestä eli raaka-aineentoimittajan ja tehtaan välisestä etäisyydestä.

Laskentamalli huomioi tehtaiden raaka-aineentarpeet ja toimittajilta saatavissa olevat raaka-ainemäärät. Tehdaskohtaiset raaka-aineentarpeet ja toimittajakohtaiset raaka-aineensaatuudet muodostavat optimoinnin rajoitteet. Sekä saatavuudet että tarpeet syötetään malliin lähtötiedoiksi jokaisen raaka-aineentoimittajan ja jokaisen tehtaan osalta.

Optimointi suoritetaan lineaarisena optimointina Excelin ratkaisin – työkalulla. Lähtökohtana on matriisi, jossa on toimittajakohtaiset kokonaishankintahinnat jokaiselle tehtaalle (€/ka-t perille toimitettuna). Tavoitefunktioiksi asetetaan raaka-ainehankinnoista aiheutuvat kokonaiskustannukset, jotka on tarkoitus optimoinnin avulla minimoida. Kokonaiskustannukset ilmaistaan päätösmuuttujien, eli eri toimittajilta eri tehtaalle toimitettujen raaka-ainemäärien, ja raaka-aineen kokonaishankintahintojen summana. Päätösmuuttujiin, eli siihen kuinka paljon kultakin toimittajalta ostetaan raaka-ainetta kullekin tehtaalle, voidaan päätöksenteolla vaikuttaa. Kokonaiskustannukset saadaan selville, kun kerrotaan hankintahinta (€/ka-t perille toimitettuna) toimitetun raaka-aineen

määrällä (ka-t) jokaiselle raaka-aineentoimittaja-tehdas – yhdistelmälle ja summataan ne yhteen.

Optimoinnissa rajoitteena on raaka-aineen saatavuus eri toimittajilta tietyinä ajanjaksona, esimerkiksi kuukaudessa. Tietyltä raaka-aineentoimittajalta hankittava raaka-aineen määrä voi olla pienempi tai yhtä suuri kuin enimmäismäärä, jonka toimittaja voi tarjota raaka-ainetta hankittavaksi. Toisen rajoitteen luo tehtaiden raaka-aineentarve samalla ajanjaksolla. Tarvittavan raaka-aineen määrä riippuu kyseisen ajanjakson suunnitellusta tuotantomäärästä sekä varastossa entuudestaan olevan raaka-aineen määrästä. Raaka-aineentarve ilmaisee vähimmäismäärän, joka raaka-ainetta tulee ostaa, jotta se riittää suunnitellun tuotantomäärän tuottamiseen. Jokaiselle tehtaalle on erikseen määriteltä tuotantosuunnitelmat ja siten raaka-aineen tarpeet vaihtelevat tehdaskohtaisesti eri ajanjaksoina.

Lähtökohtaisesti raaka-ainevarastotasot halutaan pitää mahdollisimman pieninä sitoutuneen pääoman minimoimiseksi. Tällöin raaka-ainehankinnoille voidaan asettaa myös yläraja, jottei raaka-ainetta hankita liian paljon. Myös varaston kapasiteetti saattaa rajoittaa hankittavan raaka-aineen määrää. Tässä tapauksessa kuitenkin pyritään minimoimaan kokonaiskustannukset, jotka riippuvat olennaisesti hankittavan raaka-aineen määrästä: mitä vähemmän raaka-ainetta hankitaan, sitä pienemmät kustannukset syntyvät. Tätä minimointiongelmää ratkaistaessa hankittavan raaka-aineen määrä on siis automaattisesti mahdollisimman pieni eli yhtä suuri kuin raaka-aineentarve ajanjaksolla.

Ratkaisin ratkaisee annettujen tietojen pohjalta optimaalisen ratkaisun ongelmalle, eli kuinka paljon kultakin toimittajalta tulee toimittaa raaka-ainetta kullekin tehtaalle siten, että pysytään asetettujen rajoitusten sisällä ja kokonaiskustannukset minimoidaan. Tämä siis tapahtuu muuttujasolujen, eli toimitus-määrien, arvoja muuttamalla.

4.3 Pellettitoimitukset

Pellettitoimituksista muodostuvien kustannusten oletetaan riippuvan pelkästään kuljetusmatkasta ja kuljetusmäärästä. Toimitusten osalta laskentamallin avulla halutaan optimoida pellettien toimituksista muodostuvat kuljetusmatkat ja sitä kautta syntyvät kustannukset. Laskentamalli huomioi optimoinnissa pellettien saatavuuden tehtailta ja asiakkaiden pellettien tarpeen. Laskentamallin avulla pystytään määrittämään tehokkain tapa vastata asiakkaiden kysyntään ja selvittää miltä tehtaalta on edullisinta toimittaa pelletit kullekin asiakkaalle/asiakasalueelle eri tilanteissa. Tavoitteena on toimituksista muodostuvien kokonaiskustannusten minimointi.

Pellettejä kuluttavia asiakkaita on paljon. Laskentamallista haluttiin kuitenkin luoda yksinkertainen työkalu, minkä takia asiakkaista muodostettiin suurempia ryhmiä sen sijaan, että tarkasteltaisiin jokaista asiakasta erikseen. Asiakkaat jaoteltiin asiakasalueisiin maakunnittain muutamaa merkittävintä asiakasta lukuun ottamatta.

Lähtötietoina pellettitoimitusten optimointia varten tarvitaan seuraavat tiedot:

- kuljetuskustannukset (€) jokaiselta tehtaalta jokaiselle asiakkaalle/asiakasalueelle toimitettaessa
- jokaisen asiakkaan/asiakasalueen pellettien tarve (t)
- pellettien saatavuus tehtaittain (t)

Syntyviä kuljetuskustannuksia varten tarvitaan tieto tehtaiden ja asiakkaiden/asiakasalueiden välisistä etäisyyksistä. Etäisyyksien ja määritetyn pellettien keskimääräisen kuljetushinnan perusteella voidaan laskea jokaisella välimatkalla syntyvät kuljetuskustannukset.

Optimoinnin rajoituksina toimivat pellettien saatavuus ja kysyntä. Saatavuustieto tarvitaan, jotta tiedetään suurin mahdollinen pellettien määrä, joka jokaiselta tehtaalta voidaan toimittaa. Saatavuus ilmoitetaan jokaisen tehtaan osalta erikseen esimerkiksi tuotantosuunnitelmien mukaan. Kysyntä määritetään asiakasalueittain sekä muutamille suurimmille asiakkaille erikseen. Kysyntätieto tarvitaan, jotta optimointi voidaan suorittaa niin, että asiakkaille toimitetaan toivottu määrä pellettejä.

Optimointi suoritetaan raaka-ainehankintojen lailla lineaarisena optimointina Excelin ratkaisimella. Optimoinnin lähtökohtana on matriisi, johon on laskettuna toimituskustannukset jokaiselta tehtaalta jokaiselle asiakasalueelle ja muutamille suurimmille asiakkaille erikseen. Tavoitteeksi asetetaan kaikista toimituksista yhteensä muodostuvien kokonaiskustannusten minimointi. Kokonaiskustannukset ilmaistaan päätösmuuttujien eli eri tehtailla eri asiakasalueille/asiakkaille toimitettujen pellettien määrien avulla. Päätösmuuttujia ovat siis jokaiselta tehtaalta eri asiakasalueille/asiakkaille toimitettujen pellettien määrät, joihin pystytään vaikuttamaan päätöksenteolla. Toimituksista syntyvät kokonaiskustannukset saadaan selville, kun kerrotaan toimituskustannukset (€/t) toimitettavilla määrillä jokaiselle tehdas-asiakas/asiakasalue – vaihtoehdolle ja summataan ne yhteen.

Rajoitteiksi asetetaan pellettien saatavuudet tehtaittain tietyinä ajanjaksona. Tietyltä tehtaalta kyseisenä ajanjaksona toimitettavien pellettien määrä voi olla pienempi tai yhtä suuri kuin määrä, joka pellettejä on saatavissa. Tehdaskohtaiseen saatavuuteen vaikuttaa muun muassa tehtaan kapasiteetti ja käytettävissä olevan raaka-ainemäärä sekä tehtaiden tuotantosuunnitelmat. Toinen rajoite muodostuu asiakkaiden kysynnästä. Asiakkaille/asiakasalueille halutaan toimittaa kysyntää vastaava määrä pellettejä, ei enempää eikä vähempää. Asiakkaiden kysyntätiedot saadaan joko pellettienmyyntitiedoista tai myyntiennusteiden pohjalta.

Ratkaisin ratkaisee syötettyjen lähtötietojen pohjalta optimaalisen ratkaisun ongelmalle muuttujasolujen arvoja muuttamalla, eli määrittää miltä tehtaalta on kustannustehokainta toimittaa pellettejä kullekin asiakkaalle ja kuinka paljon. Laskentamalli minimoi

kaikista toimituksista yhteensä syntyvät kokonaiskustannukset, mutta huomioi sen, että tehtailta saatavissa olevien pellettien määrää ei ylitetä ja asiakkaiden kysyntään vastaan.

4.4 Raaka-ainetarpeiden ja -varastotasojen seuranta

Laskentamallin kolmannen osan avulla voidaan seurata raaka-ainevarastojen tasoja ja käyttää näitä tietoja apuna raaka-aineiden hankintoja suunniteltaessa. Varastotasot lasketaan kuukausittain jokaiselle tehtaalle erikseen. Laskentamallin avulla voidaan selvittää, kuinka paljon kullekin tehtaalle tulee hankkia raaka-ainetta, jotta kuukauden suunnitellut tuotantomäärät voidaan tuottaa.

Laskentaa varten tarvitaan seuraavat lähtötiedot:

- Varaston kapasiteetti sekä varastotaso laskennan alussa
- Kuukauden suunniteltu tuotantomäärä
- Tehdaskohtainen kerroin, joka kuvaa tuotannon hyötysuhdetta

Taulukko 3. Raaka-ainetarpeen ja varastotason laskentataulukko

	A	B	C	D	E	
1						
2	TEHDAS 1	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu	...
3	Varastotaso kk:n alussa	500	400	100	900	
4	kk:n tuotantomäärä	2000	1000	1500	500	
5	kk:n raaka-ainetarve	1600	800	1200	400	
6	Raaka-ainevaje	-1100	-400	-1100	500	
7	Hankintojen yläraja	2100	1400	2100	500	
8	kk:n raaka-ainehankinnat	1500	500	2000	0	
9	Varastotaso kk:n lopussa	400	100	900	500	
10						
11	Varaston kapasiteetti:	1000				
12	Kerroin:	0,8				
13						

Taulukko 3 esittää esimerkkitehtaan raaka-ainetarpeen- ja varastotason laskentataulukkoa. Kuukauden suunnitellun tuotantomäärän (rivi 4) ja tehdaskohtaisen kertoimen (solu B12) avulla voidaan laskea, kuinka paljon suunnitellun tuotantomäärän tuottamiseen tarvitaan raaka-ainetta (rivi 5). Raaka-ainevaraston alkutasosta vähennetään tuotantoa varten tarvittava määrä, jolloin saadaan tietää onko raaka-ainetta riittävästi ja jos ei ole, niin kuinka paljon sitä tulee hankkia vähintään lisää. Raaka-ainevaje toimii alarajana hankinnoille. Hankintojen yläraja muodostuu varaston kokonaiskapasiteetista, josta on vähennetty varastotaso kuukauden alussa sekä kuukauden tuotantomääriä vastaavasta raaka-ainemäärästä. Näitä kuvan taulukkoon punaisella merkittyjä rajoitteita voidaan hyödyntää raaka-ainehankintojen optimointimallissa hankintojen rajoitteina.

Varastotaso kuukauden lopussa on seuraavan kuukauden varaston alkutaso, jota käytetään laskennassa. Joka kuukaudelle ilmoitetaan erikseen tuotantomäärät sekä raaka-ainehankinnat, joiden pohjalta raaka-ainetarpeet ja varastotasot lasketaan edelleen seuraaville kuukausille.

5. LASKENTAMALLIN KÄYTTÖ

5.1 Laskentamallin käyttötavat

Laskentamallia voidaan käyttää apuna päivittäistä toimintaa koskevassa päätöksenteossa. Mallin avulla voidaan kehittää toiminnan kustannustehokkuutta raaka-ainehankintojen ja pellettitoimitusten osalta järjestämällä kyseiset toiminnot kustannustehokkuuden kannalta edullisimmalla mahdollisella tavalla. Raaka-ainehankintojen osalta tämä tarkoittaa hankintojen järjestämistä siten, että kaikkien tehtaiden raaka-ainehankinnoista yhteensä aiheutuvat kokonaiskustannukset minimoidaan. Pellettitoimitusten osalta taas mallia voidaan hyödyntää toimitusten järjestämiseen siten, että toimituksista yhteensä muodostuvat kustannukset voidaan minimoida. Tällöin siis määritetään miltä tehtaalta pellettejä on kannattavinta toimittaa millekin asiakasalueelle tai asiakkaalle.

Tilanteen tai toimintaympäristön muuttuessa toimintatapoja saatetaan joutua muuttamaan ja sopeuttamaan uuteen tilanteeseen. Tällöin laskentamallin avulla voidaan määrittää optimaaliset toimintatavat vallitsevissa olosuhteissa. Tieto on laskentamallissa kerättyä selkeästi yhteen paikkaan, joten uudessa tilanteessa optimaalisen ratkaisun etsiminen onnistuu helposti ja nopeasti. Laskentamallia voidaan käyttää kustannusten arviointiin myös silloin, kun halutaan pohtia vaihtoehtoisia tapoja suorittaa raaka-ainehankinnat tai pellettitoimitukset.

Päivittäisen operatiivisen toiminnan lisäksi laskentamallia voidaan käyttää työkaluna myös strategisen päätöksenteon tukena. Toimitusverkostoa suunniteltaessa ja kehitettäessä mallin avulla voidaan tarkastella verkoston kokoonpanon vaikutuksia toiminnasta syntyviin kustannuksiin. Mallia voidaan käyttää tukena esimerkiksi raaka-aineiden toimittajien valinnassa, tehtaiden ja toimittajien optimaalisten sijaintien määrittämisessä sekä hyödykkeiden virtausten suunnittelussa verkoston eri toimijoiden välillä. Mallia voidaan käyttää myös tehtaiden käyntijärjestyksen määrittämisessä, mikäli kysyntä laskee, eikä kaikkien tehtaiden tuotantokapasiteettia tarvita. Lisäksi mallia voidaan hyödyntää, kun tehdään päätöksiä liittyen varastointiin ja siihen, miltä tehtailta tuotetaan varastoon.

Seuraavissa luvuissa 5.2–5.4 tarkastellaan kuvitteellisten skenaarioiden avulla tarkemmin laskentamallin käyttötapoja ja käytöstä seuraavia hyötyjä.

Tilanne kuitenkin muuttuu uuden merkittävän asiakkaan (asiakas 6) myötä. Taulukossa 5 on kuvattuna optimaalinen pellettien toimitustapa muuttuneessa tilanteessa. Tehtailta saatavissa olevien pellettien määrä on säilynyt ennallaan, samoin kuin asiakkaiden 1-5 kysyntä ja toimitusten yksikkökustannukset toimitettaessa tehtailta asiakkaille 1-5.

Toimitusmäärä- matriisista huomataan, että alkutilanteeseen verrattuna optimaalinen pellettien toimitustapa on muuttunut asiakkaan 5 osalta. Aiemmassa tilanteessa kyseiselle asiakkaalle oli kustannustehokkainta toimittaa pelletit tehtaalta 2, mutta uudessa tilanteessa edullisin tapa on jakaa toimitukset suoritettavaksi tehtailta 1 ja 3. Taulukosta 5 voidaan myös havaita, että enää tehtailta saatavissa olevien pellettien määrä ei ole yhtä merkittävästi pellettien kysyntää suurempi.

Taulukko 5. Pellettitoimitukset kysynnän kasvettua

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Yksikkökustannus		Asiakas								
2			1	2	3	4	5	6		Saatavuus	
3	Tehdas	1	10	12	8	15	11	13		170	
4		2	12	16	6	12	20	16		200	
5		3	10	15	16	14	8	10		250	
6											
7		Kysyntä	50	80	100	60	80	200			
8											
9											
10	Toimitusmäärä		Asiakas							Toimitettu yhteensä	
11			1	2	3	4	5	6			
12	Tehdas	1	50	80	0	0	30	0		160	
13		2	0	0	100	60	0	0		160	
14		3	0	0	0	0	50	200		250	
15											
16	Toimitettu yhteensä		50	80	100	60	80	200			
17											
18											
19	Kokonaiskustannukset		5510								
20											

Uudessa tilanteessa pellettitoimituksista aiheutuvat kokonaiskustannukset ovat yhteensä 5510 yksikköä, jolloin muutos alkutilanteeseen on 2090 yksikköä. Muutos on prosentuaalisesti noin 61,1 %. Muutos kokonaiskustannuksissa selittyy sillä, että uusi asiakas muodostaa yli 50 % pellettien kokonaiskysynnästä uudessa tilanteessa.

Laskentamallin avulla voidaan myös tarkastella, olisiko kokonaiskustannusten kannalta edullisempää pyrkiä lisäämään tuotantomäärää jollakin tehtaalla esimerkiksi ylimääräisen työvuoron lisäämisellä tai muuten kasvattamalla tuotantokapasiteettia, jos mahdollista. Tarkastelu voidaan suorittaa muuttamalla tehdaskohtaisia saatavuuksia ja seuraamalla muutosten vaikutuksia kokonaiskustannuksiin. Taulukosta 6 havaitaan, että jos tehtaalla 1 tuotantokapasiteettia pienennetään (170 → 130 yksikköä) ja vastaavasti tehtaalla 2 kapasiteettia kasvatetaan (200 → 240 yksikköä), toimituskustannukset nousevat

5510 yksiköstä 5570 yksikköön. Esimerkkiskenaarion tapauksessa siis tuotantokapasiteettien muuttamisesta ei ainakaan tällä tavalla ole hyötyä toimituskustannusten pienentämisessä.

Taulukko 6. Tehtaiden tuotantokapasiteettien (pellettien saatavuuksien) muuttamisen vaikutukset toimitusten kokonaiskustannuksiin

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1			Asiakas								
2	Yksikkökustannus		1	2	3	4	5	6		Saatavuus	
3	Tehdas	1	10	12	8	15	11	13		130	
4		2	12	16	6	12	20	16		240	
5		3	10	15	16	14	8	10		250	
6											
7		Kysyntä	50	80	100	60	80	200			
8											
9											
10			Asiakas								
11	Toimitusmäärä		1	2	3	4	5	6		Toimitettu yhteensä	
12	Tehdas	1	20	80	0	0	30	0		130	
13		2	30	0	100	60	0	0		190	
14		3	0	0	0	0	50	200		250	
15											
16	Toimitettu yhteensä		50	80	100	60	80	200			
17											
18											
19	Kokonaiskustannukset		5570								
20											

On myös mahdollista, että kysyntä kasvaa niin paljon, ettei olemassa oleva tuotantokapasiteetti enää riitä kysyntään vastaamiseen. Tällöin voi tulla ajankohtaiseksi uuden tuotantolaitoksen avaaminen. Laskentamallia voidaan hyödyntää uuden tuotantolaitoksen sijaintia määrittäessä eri vaihtoehtojen vertailuun. Vaihtoehdot voidaan lisätä matriiseihin osaksi laskentamallia ja mallin avulla tarkastella eri vaihtoehtojen aiheuttamia muutoksia kokonaiskustannuksiin eri tilanteissa.

5.3 Skenaario 2: pellettien kysyntä laskee

Skenaariossa 2 kysyntä laskee huomattavasti, kun asiakas 2 jättäytyy kokonaan pois ja asiakkaan 6 kysyntä laskee 200 yksiköstä 150 yksikköön. Laskentamallin avulla voidaan määrittää uusi optimaalinen toimintatapa muuttuneessa tilanteessa. Taulukossa 7 on esitetty alkutilanne. Yksikkökustannus- matriisiin on koottu toimitusten yksikkökustannukset jokaiselta tehtaalta kaikille asiakkaille toimitettaessa ja toimitusmäärä- matriisissa on ratkaisimen avulla määritetty optimaalinen pellettien toimitustapa ennen kysynnän laskua saatavuus- ja kysyntärajoitteet huomioiden.

Taulukko 7. Pellettitoimitukset 2. skenaarion alkutilanteessa

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Yksikkökustannus		Asiakas								
2			1	2	3	4	5	6		Saatavuus	
3	Tehdas	1	10	12	8	15	11	13		170	
4		2	12	16	6	12	20	16		220	
5		3	10	15	16	14	8	10		250	
6											
7		Kysyntä	80	100	120	60	80	200			
8											
9											
10	Toimitusmäärä		Asiakas							Toimitettu yhteensä	
11			1	2	3	4	5	6			
12	Tehdas	1	40	100	0	0	30	0		170	
13		2	40	0	120	60	0	0		220	
14		3	0	0	0	0	50	200		250	
15											
16	Toimitettu yhteensä		80	100	120	60	80	200			
17											
18											
19	Kokonaiskustannukset		6250								
20											

Taulukko 8 puolestaan kuvaa tilannetta, jossa asiakkaiden 2 ja 6 kysyntä on laskenut. Yksikkökustannus- matriisiin ja sen ympärille kootut tehdaskohtaiset saatavuudet, toimitusten yksikkökustannukset ja muiden asiakkaiden kysynyt ovat säilyneet ennallaan.

Toimitusmäärä- matriisiin on ratkaisimen avulla määritetty optimaalinen ratkaisu uuteen tilanteeseen. Huomataan, että asiakkaiden 1 ja 5 osalta pellettitoimitukset on muuttuneessa tilanteessa kustannustehokkaampaa suorittaa eri tehtailta, kuin alkutilanteessa. Taulukosta 7 voidaan nähdä, että alkutilanteessa asiakkaalle 1 oli optimaalisinta toimittaa pelletit tehtailta 1 ja 2 ja asiakkaalle 5 tehtailta 1 ja 3. Taulukosta 8 taas havaitaan, että kysynnän laskettua asiakkaan 1 pellettitoimitukset on kannattavinta suorittaa tehtailta 1 ja 3, kun taas asiakkaalle 5 tehtaalta 3.

Kysynnän laskettua luonnollisesti toimituskustannukset pienenevät vähentyneiden kuljetuskustannusten myötä. Alkutilanteessa toimituksista syntyvät kokonaiskustannukset olivat 6250 yksikköä. Kysynnän laskettua toimituskustannukset laskivat 4380 yksikköön.

Taulukossa 9 on tarkasteltuna tehtaan 1 sulkemisesta aiheutuvat vaikutukset toimituksista aiheutuviin kokonaiskustannuksiin. Tehtaalta 1 saatavissa olevien pellettien määrä on merkitty nolaksi ja ratkaisu selvitetty jälleen ratkaisimen avulla. Taulukosta voidaan havaita, että tehtaan 1 sulkemisen seurauksena toimitusten kokonaiskustannukset nousevat 4380 yksiköstä 4460 yksikköön. Toimituskustannusten kannalta siis tehtaan sulkeminen ei ole hyödyllistä. On kuitenkin huomioitava, että laskentamallissa keskitytään ainoastaan toimituksista syntyviin kustannuksiin, eikä tehtaiden käyttöön liittyviä kustannuksia, esimerkiksi tuotanto- ja ylläpitokustannuksia, ole huomioitu.

5.4 Skenaario 3: raaka-aineen saatavuus heikkenee

Skenaariossa 3 raaka-aineen saatavuus heikkenee, kun yksi raaka-aineen toimittaja jää pois. Laskentamallin avulla voidaan määrittää uusi tapa, jolla tehtaiden raaka-ainetarpeet täytetään eli selvittää miltä toimittajalta on kustannustehokkainta toimittaa raaka-aineet kullekin tehtaalle. Lisäksi voidaan tarkastella onko raaka-ainetta saatavissa riittävästi jäljelle jääviltä toimittajilta vai onko etsittävä uusia toimittajia, jotta tuotannon jatkuvuus voidaan taata. Myös hankinnoista syntyviä kokonaiskustannuksia voidaan vertailla alkutilanteen ja yhden toimittajan poisjäännin jälkeisten toimintatapojen välillä.

Taulukossa 10 on esitettyä alkutilanne, jossa raaka-aineentoimittajia on viisi. Yksikkökustannus- matriisissa on ilmaistuna hankinnan yksikkökustannukset kokonaisuudessaan kaikilta toimittajilta jokaiselle tehtaalle hankittaessa. Lisäksi taulukkoon on merkitty toimittajakohtaiset raaka-aineensaataavuudet ja tehdaskohtaiset raaka-ainetarpeet, jotka tarvitaan tuotannon toteuttamiseen. Toimitusmäärä- matriisissa puolestaan on Excelin ratkaisimen avulla määritetty optimaalinen toimintatapa alkutilanteessa. Matriisin soluissa olevat luvut kertovat määrät, jotka kultakin raaka-aineentoimittajalta tulee toimittaa tehtaille. Toimittajilta kaikille tehtaille yhteensä toimitetut määrät eivät ylitä saatavissa olevan raaka-aineen määrää ja tehtaiden raaka-aineen tarpeet täyttyvät. Alkutilanteen toimintatavasta muodostuvat hankintojen kokonaiskustannukset ovat yhteensä 3030 yksikköä.

Taulukko 10. Raaka-ainetoimitukset alkutilanteessa

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Yksikkökustannus		Tehtas					
2			1	2	3		Saatavuus	
3	Toimittaja	1	20	22	18		50	
4		2	10	30	22		50	
5		3	15	18	20		100	
6		4	20	23	16		40	
7		5	24	10	22		30	
8								
9		Tarve	60	70	80			
10								
11								
12	Toimitusmäärä		Tehtas				Toimitettu	
13			1	2	3		yhteensä	
14	Toimittaja	1	0	0	40		40	
15		2	50	0	0		50	
16		3	10	40	0		50	
17		4	0	0	40		40	
18		5	0	30	0		30	
19								
20	Toimitettu yhteensä		60	70	80			
21								
22								
23	Kokonaiskustannukset		3030					
24								

Taulukossa 11 puolestaan on esitetty lopputilanne, jossa raaka-aineentoimittaja 1 on jäänyt pois. Kyseisen toimittajan raaka-aineensaataavuus on merkitty nolaksi. Hankintojen yksikkökustannukset ja tehtaiden raaka-aineentarpeet ovat pysyneet ennallaan. Toimitusmäärä- matriisissa on jälleen Excelin ratkaisimen avulla määritetyt optimaaliset hankintamäärät jokaiselta toimittajalta jokaiselle tehtaalle raaka-aineen saatavuuksien ja tarpeiden muodostamat rajoitukset huomioiden. Huomataan, että optimaalinen toimintatapa on taulukon 10 alkutilanteeseen verrattuna muuttunut, kun toimittajan 1 raaka-aineen saatavuus on 0. Alkutilanteessa tehtaalle 3 hankittiin raaka-ainetta toimittajilta 1 ja 4. Toimittajan 1 jäätyä pois tehtaalle 3 raaka-ainehankinnat jakaantuvat toimittajien 3 ja 4 kesken. Uuden toimintatavan myötä hankintojen kokonaiskustannukset kasvavat 3030 yksiköstä 3110 yksikköön, eli 80 yksikön verran, mikä on prosentteina noin 2,64 %.

6. YHTEENVETO JA KEHITYSEHDOTUKSET

Työn tavoitteena oli kehittää Vapo Oy:n puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta. Työn pääkysymyksenä oli selvittää, miten puupellettien toimitusverkoston kustannustehokkuutta voidaan kehittää. Alakysymykset liittyvät tärkeimpiin tekijöihin, jotka vaikuttavat kustannustehokkuuteen sekä tapoihin, joilla näiden tekijöiden aiheuttamiin kustannuksiin voidaan vaikuttaa. Työn osana haluttiin myös luoda laskentamalli kustannusten optimointiin ja työkaluksi päätöksentekoa tukemaan sekä selvittää, miten laskentamallia voidaan hyödyntää kustannusten optimoinnissa case yrityksessä.

Työn alussa luvussa 2 tarkasteltiin toimitusketjuja ja –verkostoja yleisesti sekä pohdittiin niiden merkitystä yrityksen kannattavuuteen ja kilpailukykyyn. Toimitusverkoston rooli yrityksen toiminnassa on merkittävä, sillä verkoston avulla voidaan vaikuttaa olennaisesti toiminnasta aiheutuviin kustannuksiin sekä asiakaspalvelutasoon ja sitä kautta toiminnan kannattavuuteen. Jotta yrityksen toiminta olisi kustannustehokasta, on myös toimitusverkoston hallinnan oltava tehokasta.

Seuraavaksi keskityttiin tarkemmin puupellettien toimitusverkostojen erityispiirteisiin ja Vapo Oy:n puupellettien toimitusverkoston ominaisuuksiin ja haasteisiin. Puupellettien toimitusverkostossa haasteita voi aiheutua raaka-aineiden saatavuudesta, erityisesti kiuvan kutterin osalta, joka on riippuvaista sahateollisuuden suhdanteista. Raaka-aineen saatavuuden ohella myös pellettien kysyntä vaihtelee esimerkiksi sääolosuhteiden mukaan. Myös raaka-aineen hinta vaihtelee toimittajittain, ja hankintahintaan vaikuttavat olennaisesti kuljetuskustannukset. Erityisesti kostean sahanpurun kuljettaminen pitkillä matkoilla voi olla kannattamatonta, sillä korkean kosteuspitoisuuden vuoksi suuri osa kuljetettavasta raaka-aineesta on todellisuudessa vettä. Lisäksi todettiin, että näiden tekijöiden myötä puupellettien toimitusverkostossa merkittävimmät kustannustehokkuuteen vaikuttavat tekijät ovat raaka-ainehankinnat toimituksineen sekä pellettitoimitukset, joista syntyvien kustannusten optimointiin tässä työssä kiinnitettiin eniten huomiota.

Luvussa 3 puolestaan huomio kiinnittyi kustannustehokkuuteen sekä tekijöihin, jotka toimitusketjun osalta vaikuttavat kustannusten syntyyn olennaisimmin. Puupellettien toimitusverkoston osalta syntyviin kustannuksiin voidaan vaikuttaa merkittävimmin hankintojen johtamisella sekä toimitusverkoston rakenteella ja sen suunnittelulla. Hankintojen johtamisella kustannuksiin voidaan vaikuttaa raaka-ainetoimittajien valinnalla, hankintojen aikataulutuksella sekä kiinnittämällä huomiota hankinnoista aiheutuviin kokonaiskustannuksiin.

Hankittavat raaka-aineet voidaan jaotella Kraljic'n matriisiin ja sitä kautta hyödyntää niille sopivimpia hankintastrategioita. Kostean sahanpurun voidaan ajatella kuuluvan volyymituotteisiin, sillä sen vaikutus tulokseen on merkittävä ja toimitusriski matala. Purun hankinnassa tavoitteena on saada aikaan paras mahdollinen kauppa hyödyntämällä kaupanteossa neuvotteluasemaa ja kilpailuttamista hintojen alentamiseksi sekä suurta ostovoimaa mittakaavaetujen saamiseksi. Kuiva kutteri puolestaan on strateginen tuote, jolla on myös suuri vaikutus tulokseen, mutta sen saatavuus on ajoittain heikko. Strategiset tuotteet ovat yrityksen toiminnan kannattavuuden kannalta kriittisiä. Kutterin toimittajien kanssa tulee pyrkiä luomaan pitkäaikaisia yhteistyösuhteita, jotta saatavuus voidaan turvata, ja saatavuuden jatkuvuus on edullista hintaa olennaisempaa tässä tapauksessa. On myös suositeltavaa pyrkiä vähentämään riippuvuutta olemassa olevista toimittajista etsimällä vaihtoehtoisia toimittajia tai esimerkiksi harkitsemalla investoimista kuivauslaitteisiin, jolloin myös kostean raaka-aineen hyödyntäminen nykyisissä kuivan prosessin tehtaissa olisi mahdollista.

Hankinnoissa tulee huomioida TCO- näkökulma eli hankinnoista syntyvät kokonaiskustannukset. Kustannustehokkuuden kannalta on kannattavampaa kiinnittää huomiota hankinnoista aiheutuviin kustannuksiin kokonaisuudessa pelkän hankintahinnan sijaan. Esimerkiksi hinnaltaan halvemman raaka-aineen hankkiminen kauempaa voi muodostua kokonaiskustannuksiltaan suuremmaksi, kuin kalliimman raaka-aineen hankkiminen läheltä. Myös hinnaltaan edullisempi, mutta huonolaatuinen raaka-aine voi aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia tuotannossa ja hidastaa tuotannon läpimenoaikaa ja sitä kautta vaikuttaa asiakkaiden tyytyväisyyteen ja kannattavuuteen negatiivisesti. On suositeltavaa myös aikatauluttaa hankinnat tuotantoon sopeutettuina, jolloin varastointikustannuksia voidaan pienentää.

Myös asiakasohjautuvuuden avulla voidaan vaikuttaa syntyviin kustannuksiin vähentämällä riippuvuutta ennusteista. Toimintaa ohjataan tällöin asiakkaiden todellisen kysynnän mukaan, jolloin varastotasojä voidaan pienentää, ja myös varastojen loppumisesta aiheutuvat kustannukset vähenevät. On suositeltavaa, että toimitusketjun hallinta ja markkinointi toimivat yhteistyössä, jolloin koko ketjua voidaan hallinnoida tehokkaasti ja asiakkaiden tarpeisiin pystytään vastaamaan.

Toimitusverkoston osalta syntyviin kustannuksiin voidaan vaikuttaa järjestämällä hyödykkeiden virtaus optimaalisesti verkoston eri toimijoiden välillä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että raaka-aineet pyritään hankkimaan mahdollisimman läheltä niiden määränpäätehtaita, jolloin kuljetuskustannukset saadaan minimoitua. Kuitenkin tulee huomioida myös kokonaiskustannusnäkökulma: pelkkiä kuljetus- tai hankintakustannuksia olennaisempaa on, että kokonaiskustannukset minimoidaan. Puupellettien toimitusverkostossa raaka-aineen kuljettaminen muodostaa merkittävän osan kustannuksista, ja raaka-aineentoimittajia on useita, joten on olennaista pystyä järjestämään raaka-ainehankinnat siten, että kokonaiskustannukset voidaan minimoida. Myös pellettitoimitukset asiakkaille tulee järjestää siten, että niistä syntyvät kustannukset ovat kokonai-

suudessaan mahdollisimman pienet. Kokonaiskustannusajattelu tulee myös pitää mielessä, mikäli verkoston rakennetta muokataan. Esimerkiksi uuden tehtaan tai varaston sijaintia ja kapasiteettia mietittäessä tulee tarkastella näiden tekijöiden vaikutuksia kokonaiskustannuksiin.

Päätöksenteon tueksi luotiin laskentamalli, jonka avulla voidaan optimoida raaka-ainehankinnoista ja pellettitoimituksista aiheutuvat kustannukset. Luvussa 4 esiteltiin laskentamalli ja sen osat ja luvussa 5 puolestaan havainnollistettiin ja testattiin laskentamallin käyttöä ja toimintaa esimerkkiskenaarioiden avulla. Hankintojen johtamiseen liittyvä teoria tukee laskentamallia, sillä mallin avulla voidaan minimoida hankinnoista aiheutuvat kustannukset sekä hankintahinnan että kuljetuskustannusten osalta. Mallin avulla saadaan määritettyä kyseisessä tilanteessa optimaalinen tapa allokoida raaka-aineen toimittajat tehtaiden välillä ja järjestää raaka-ainehankinnat. Lisäksi mallin avulla voidaan tarkastella muun muassa toimittajien ja tehtaiden sijaintien ja kapasiteettien sekä hyödykkeiden virtausten vaikutuksia toiminnasta syntyviin kokonaiskustannuksiin, ja siten myös toimitusverkoston rakenteeseen liittyvä teoria kytkeytyy laskentamalliin.

Laskentamallia voidaan hyödyntää kustannustehokkuuden kehittämisessä ja kustannusten optimoinnissa monin tavoin. Tärkeimmät tavat liittyvät päivittäisten toimintojen ohjailuun raaka-aineiden hankinnan ja pellettitoimitusten osalta. Laskentamallia voidaan käyttää Vapo Oy:ssä apuna eri tilanteisiin varautumisessa luomalla luvussa 5 käsiteltyjen skenaarioiden kaltaisia tilanteita liittyen yrityksen toimintaan. Mallin avulla voidaan määrittää optimaalinen toimintatapa ja kokonaiskustannukset näissä tilanteissa. Skenaarioita voidaan hyödyntää esimerkiksi uuden tehtaan tai varaston sijaintia määritettäessä. Raaka-ainehankintoja järjestettäessä mallin avulla voidaan määrittää miltä toimittajalta on edullisinta toimittaa raaka-ainetta millekin tehtaalle ja kuinka paljon siten, että jokaisen tehtaan raaka-aineentarve voidaan täyttää ja kokonaisuudessa hankinnoista aiheutuvat kustannukset saadaan minimoitua. Pellettitoimitusten osalta taas voidaan määrittää kustannustehokkain tapa järjestää pellettitoimitukset siten, että kaikkien asiakkaiden kysyntään vastataan ylittämättä tehtailta saatavissa olevia pellettimääriä.

Laskentamallin avulla voidaan myös seurata raaka-ainevarastojen tasoja ja suunniteltujen tuotantomäärien sekä varastotasojen perusteella määrittää tuotantoa varten tarvittavat raaka-aineiden hankintamäärät. Lisäksi laskentamallissa olennaiset tiedot ovat kerättyinä selkeästi yhteen paikkaan, josta ne ovat helposti löydettävissä ja muokattavissa muuttuviin tilanteisiin sopiviksi. Tilanteen muuttuessa uuden toimintatavan määrittäminen on mallin avulla nopeaa ja helppoa.

Laskentamallissa on keskitytty nyt hankinnoista ja pellettitoimituksista aiheutuvien kustannusten optimointiin. Mallia voidaan halutessa laajentaa edelleen esimerkiksi tehdas-kohtaisten tuotantomäärien optimointiin, jolloin eri tehtaiden tuotantomääriä ja -kapasiteetteja voidaan muokata kysynnän mukaan muuttamalla esimerkiksi työvuoroja siten, että kustannukset saadaan optimoitua yhä paremmin. Lisäksi potentiaalisia kehi-

tyskohteita ovat raaka-aineen laadun sekä eri kuljetusmuotojen vaikutusten huomioiminen toiminnasta syntyviin kokonaiskustannuksiin. Raaka-aineen laadun osalta voitaisiin tarkastella laadun vaikutuksia tuotantokustannuksiin ja pellettien laatuun ja optimoida kustannukset esimerkiksi raaka-aineesta maksettavan hinnan ja tuotantokustannusten osalta. Pellettien tuotannossa käytettävät lisäaineet on nyt rajattuna työn ulkopuolelle, samoin kuin asiakkaiden suorittamat pelletinoudot ja pellettien säkitys, jotka halutessa voitaisiin myös lisätä laskentamalliin. Lisäksi voitaisiin tarkastella pellettien hinnoittelun vaikutuksia kysyntään ja varastointikustannuksiin ja tutkia mahdollisuuksia kysynnänvaihtelujen tasaamiseksi hinnoittelun avulla.

LÄHTEET

- Airaksinen, T. (2012) Taantuma vai alan muutos yrityksen ongelmana? Liiketaloudellinen Aikakausikirja [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa: http://lta.hse.fi/2012/3-4/lta_2012_03-4_foreword.pdf
- Alakangas, E. (2000) Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT), Espoo, 172 s. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: <http://www.motiva.fi/files/685/t2045.pdf>
- Alakangas, E. & Virkkunen, M. (2007) Biomass fuel supply chains for solid biofuels, VTT, 30 p. [Viitattu 26.11.2014] Saatavissa: [http://www.biomassstradecentre2.eu/data/upload/D5_5_Biomass_supply_chains_eubionet_1_\(1\).pdf](http://www.biomassstradecentre2.eu/data/upload/D5_5_Biomass_supply_chains_eubionet_1_(1).pdf)
- Askarany, D., Yazdifar, H. & Askary, Saeed (2009) Supply chain management, activity-based costing and organizational factors, ScienceDirect [Viitattu 9.1.2015] Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0925527309002898/1-s2.0-S0925527309002898-main.pdf?_tid=90683696-97e9-11e4-a091-00000aacb35e&acdnat=1420799193_bc768faa84ae09d38b8d04e80ca88d12
- Ayers, J. & Odegaard, M. (2007) Retail supply chain management, Auerbach Publications, CRCnetBASE [Viitattu 26.1.2015] Saatavissa: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781420013757.ch17>
- Ayoub, N. & Yuji N. (2011) Demand-driven optimization approach for biomass utilization networks, Elsevier Ltd. [Viitattu 28.1.2015] Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0098135411002766/1-s2.0-S0098135411002766-main.pdf?_tid=394fa072-a6d2-11e4-9558-00000aacb35e&acdnat=1422438436_9ef89364f0f49ed8c2d35283f2363154
- Ballou, R. (2004) Business logistics/supply chain management, 5th edition, Pearson education, New Jersey, USA, 789 p.
- Brown, S., Blackmon, K., Cousins, P. & Maylor, H. (2001) Operations management: Policy, practice and performance improvement, ScienceDirect [Viitattu 6.2.2015] Saatavissa: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780750649957>
- Chopra, S. & Meindl, P. (2007) Supply chain management: Strategy, planning & operation, 3rd edition, Pearson education, New Jersey, USA, 536 p.
- Chunawalla, S. (2008) Materials and purchasing management, Himalaya Publishing House [Viitattu 30.12.2014] Saatavissa:

<http://site.ebrary.com/lib/ttyk/reader.action?adv.x=1&d=all&docID=10415124&f00=title&f01=&f02=&hitsPerPage=500&p00=purchasing&p01=&p02=&ppg=1>

- CIMA (The Chartered Institute of Management Accountants) (2006) Activity based costing, Topic gateway series no.1 [Viitattu 9.1.2015] Saatavissa: http://www.cimaglobal.com/Documents/ImportedDocuments/cid_tg_activity_based_costing_nov08.pdf.pdf
- Cohen, S. & Roussel, J. (2013) Strategic supply chain management: The five core disciplines for top performance, second edition, Books24x7, 336 p. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=56452>
- Cousins, P., Lamming, R., Lawson, B. & Squire B. (2008) Strategic Supply Management: Principles, Theories and Practice, Pearson Education Limited, Essex, England, 308 p.
- Epicor Software Finland Oy (2009) Taantuma talttuu hyvällä asiakaspalvelulla – toiminnanohjausjärjestelmä varmistaa, ettei tavara lopu yllättäen kaupasta, Toimittajien ideasivusto Deski.fi [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa: <http://deski.fi/9/artikkeli-taantuma-talttuu-hyvalla-asiakaspalvelulla-toiminnanohjausjarjestelma-varmistaa-ettei-tavara-lopuyllattaen-kaupasta-8914>
- Faharani, R., Rezapour, S. & Kardar, L. (2011) Logistics operations and management: Concepts and models, Books24x7 [Viitattu 9.12.2014] Saatavissa: <http://library.books24x7.com/assetviewer.aspx?bookid=47150&chunkid=462668541&rowid=1788>
- Ferguson, T. Linear programming: A concise introduction. [Viitattu 22.12.2014] Saatavissa: <http://www.math.ucla.edu/~tom/LP.pdf>
- Griva, I., Nash, S. & Sofer, A. (2008) Linear and nonlinear optimization, 2nd edition, Books24x7 [Viitattu 20.12.2014] Saatavissa: <http://library.books24x7.com/assetviewer.aspx?bookid=36785&chunkid=741546818¬eMenuToggle=0&hitSectionMenuToggle=0&leftMenuState=1>
- Hankintoimi.fi, Johtaminen [Viitattu 13.1.2015] Saatavissa: <http://www.hankintoimi.fi/johtaminen/>
- Harrison, A. & Van Hoek, R. (2008) Logistics management and strategy: Competing through the supply chain, 3rd edition, Pearson Education Limited, 316 p.
- Hines, T. (2004) Supply chain strategies: Customer driven and customer focused, Taylor & Francis, Books24x7, 409 p. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: <http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=28170>

- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (1997) Tutki ja kirjoita, Kirjayhtymä Oy, Helsinki, 432 s.
- Howknow.fi, Kannattavuuden parantaminen [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa:
<http://howknow.fi/Kannattavuus.html>
- Hugos, M. (2011) Essentials of supply chain management, third edition, Books24x7, 352 p. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa:
<http://common.books24x7.com/toc.aspx?bookid=43194>
- Hübner, R. (2007) Strategic supply chain management in process industries, Springer, Germany, 243 p. [Viitattu 16.12.2014] Saatavissa:
<http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-540-72182-6>
- Häkkinen, K. (2002) Matematiikan peruskurssi, talousmatematiikan osasto. [Viitattu 22.12.2014] Saatavissa:
<http://www.math.jyu.fi/matyl/peruskurssi/talousmatematiikkaa/linopt3.2.htm>
- Ihalainen, T. & Sikanen, L. (2010) Kustannustekijöiden vaikutukset pellettituotannon arvoketjussa, METLA, Joensuun tutkimusyksikkö, 27 s. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp181.pdf>
- Ilmasto-opas. Biomassan tuotanto ja polttoaineen käyttö ratkaisevassa roolissa bioenergian ilmastohyötyjä arvioitaessa [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/c14a79cd-d384-41f4-a422-32338ecb35ca/bioenergia.html>
- Iloranta, K. & Pajunen-Muhonen, H. (2008) Hankintojen johtaminen: ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan, toinen painos, Tietosanoma Oy, Helsinki, 498 s.
- Jüttner, U., Christopher, M. & Baker, S. (2006) Demand chain management - integrating marketing and supply chain management, ScienceDirect [Viitattu 29.1.2015] Saatavissa:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019850105001525#>
- Kaskinen, T. (2013) Kolme kestävän kehityksen polkua yrityksen menestykseen, Sitra [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa: <http://www.sitra.fi/artikkelit/liiketoiminnan-kehitys/kolme-kestavan-kehityksen-polkua-yrityksen-menestykseen>
- Klibi, W., Martel, A. & Guitouni, A. (2009) The design of robust value-creating supply chain networks: A critical review, ScienceDirect [Viitattu 13.1.2015] Saatavissa:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221709004792>
- Kumar, S. & Zander, M. (2007) Supply chain cost control using activity-based management, Books24x7 [Viitattu 9.1.2015] Saatavissa:

<http://library.books24x7.com/assetviewer.aspx?bookid=16459&chunkid=541064208&rowid=27>

Lepomäki, E. (2011) Globaalisti paikallinen, ICT Standard Forumin blogi, Tivi [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa: <http://www.tivi.fi/Arkisto/2011-11-03/Globaalisti-paikallinen-3187596.html>

Lin, B., Collins, J. & Su, R. (2001) Supply chain costing: an activity-based perspective, emerald Insight [Viitattu 9.1.2015] Saatavissa: <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/EUM0000000006286>

Logistiikanmaailma, Logistiikka ja toimitusketju [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa: http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Logistiikka_ja_toimitusketju

Madhani, P. (2013) Demand chain management: Enhancing customer value proposition, European Business Review [Viitattu 29.1.2015] Saatavissa: <http://www.europeanbusinessreview.com/?p=1945>

Metsäteollisuus (2013) Sahateollisuus kamppailee korkeiden kustannusten kanssa [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: http://www.metsateollisuus.fi/toimialat/puutuoteteollisuus-ja-puurakentaminen/saha_ja_levyteollisuus/Sahateollisuus-kamppailee-korkeiden-kustannusten-kanssa-211.html

Motiva (2014) Bioenergian käyttö [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/bioenergian_kaytto

Motiva (2013) Biopolttoaineiden lämpöarvoja [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/bioenergia/tietolahteita/biopolttoaineiden_lampoarvoja

Olkkonen, T. (1994) Johdatus teollisuustalouden tutkimusmenetelmiin, 2. painos, Teknillinen korkeakoulu, Espoo, 143 s.

Osavuositarkastus (2014) Vapo [Viitattu 13.1.2014] Saatavissa: http://www.vapo.fi/filebank/1977-Osavuositarkastus_1-2014.pdf

Pellettienergia, Pelletin tuotanto [Viitattu 26.11.2014] Saatavissa: <http://www.pellettienergia.fi/Pelletin%20tuotanto>

Pettersson, A. & Segerstedt A. (2013) To evaluate cost savings in a supply chain: Two examples from Ericsson in the telecom industry, Operations and supply chain management: An international journal, Vol 6, issue 3 [Viitattu 9.1.2015] Saa-

tavissa: <http://journal.oscm-forum.org/journal/issue/journals/oscm-volume-6-issue-3-2013>

- Ross, D. (2010) Introduction to supply chain management technologies, 2nd edition, CRC Press, CRCnetBASE [Viitattu 29.1.2015] Saatavissa: <http://www.crcnetbase.com/doi/pdf/10.1201/b10295-5>
- Ross, D. (2008) The intimate supply chain: Leveraging the supply chain to manage the customer experience, Auerbach Publications, CRCnetBASE [Viitattu 28.1.2015] Saatavissa: <http://www.crcnetbase.com/isbn/978-1-4200-6497-1>
- Rouvinen, S., Ihalainen, T. & Matero, J. (2010) Pelletin tuotanto ja kotitalousmarkkinat Suomessa, Metla, 36 s. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2010/mwp183.pdf>
- Rowbotham, F., Galloway, L. & Azhashemi, M. (2007) Operations management in context, 2nd edition, Elsevier Ltd, ScienceDirect [Viitattu 7.1.2015] Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/B9780750681988500131/3-s2.0-B9780750681988500131-main.pdf?_tid=f46315e2-94c1-11e4-b969-00000aab0f02&acdnat=1420452327_3ad2bc5c022955a1ed273e664a1145a4
- Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P. (2010) The handbook of logistics & distribution management, 4th edition, Kogan Page Limited, UK, 636 p. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: <https://docs.google.com/file/d/0B430MoARsXh7TzBSYnpmZ0pQTkk/edit?pli=1>
- Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P. (2014) The handbook of logistics and distribution management: Understanding the supply chain, 5th edition, Kogan Page, Books24x7 [Viitattu 9.12.2014] Saatavissa: <http://library.books24x7.com/assetviewer.aspx?bookid=57551&chunkid=915993180¬eMenuToggle=0&leftMenuState=1>
- Sehgal, V. (2009) Enterprise supply chain management: Integrating best in class processes, John Wiley & Sons, Books24x7 [Viitattu 12.12.2014] Saatavissa: <http://library.books24x7.com/assetviewer.aspx?bookid=33784&chunkid=995515732&rowid=57>
- Selkimäki, M. & Röser, D. (2008) Pellet logistics and transportation of raw materials in Finland, Metla, 23 p. [Viitattu 26.11.2014] Saatavissa: http://www.northernperiphery.eu/files/archive/Downloads/Project_Publications/10/Study_Reports/Pellet%20logistics%20and%20transportations%20of%20raw%20materials%20in%20Finland.pdf

- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & Simchi-Levi, E. (2008) Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies and case studies, third edition, McGraw-Hill/Irwin, New York, USA, 498 p.
- Simchi-Levi, D. & Simchi-Levi, E. (2003) Inventory positioning, Parcel Industry [Viitattu 29.1.2015] Saatavissa:
<http://www.parcelindustry.com/ME2/dirmod.asp?sid=&nm=Miscellaneous&type=Publishing&mod=Publications%3A%3AArticle&mid=8F3A7027421841978F18BE895F87F791&tier=4&id=E9814C0981A74E35B94C19D071E07411>
- Stevenson, W. (2007) Operations management, International student edition with global readings, 9th edition, McGraw-Hill/Irwin, USA, 903 p.
- Taanila, A. (2011) Toimitusketjun hallinnan työkaluja [Viitattu 22.12.2014] Saatavissa:
<http://myy.haaga-helia.fi/~taaak/s/toimitusketju.pdf>
- Taha, H. (2007) Operations research: An introduction, 8th edition, Pearson Education, 813 p.
- Tieke, Logistiikan sähköinen tietopaketti [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa:
https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&uact=8&ved=0CFoQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.tieke.fi%2Fdownload%2Fattachments%2F15111173%2FLogistiikan_s%25C3%25A4hk%25C3%25B6inen_tietopaketti%2B%2528ID%2B2840%2529.pdf%3Fversion%3D1%26modificationDate%3D1327567731352&ei=XNPhVM3SA8PXaq_dgtAB&usg=AFQjCNHlaTV_2olN0LmY6dGO9IJ2BI13Sg&bvm=bv.85970519,d.d2s
- Udenio, M., Fransoo, J. & Peels, R. (2013) Destocking, the bullwhip effect, and the credit crisis: Empirical modeling of supply chain dynamics, ScienceDirect [Viitattu 2.2.2015] Saatavissa: http://ac.els-cdn.com/S0925527314002862/1-s2.0-S0925527314002862-main.pdf?_tid=e4235fa0-aadf-11e4-a18a-00000aab0f26&acdnat=1422884111_e9444f28b5bfcc49263d51fc05ca736e
- Van Weele, A. (2010) Purchasing and supply chain management, 5th edition, Cengage Learning EMEA, Hampshire, UK, 418 p.
- Vapon aineistopankki, Vapo [Viitattu 2.2.2015] Saatavissa:
http://www.vapo.fi/aineistopankki/vapopankki/index.php?area=gallery&view=image&img_id=1445
- Vapon kotisivu, Vapo [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: <http://www.vapo.fi/>
- Vapon vuosikertomus 2013/2014, Vapo Oy, Jyväskylä, 84 s. [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: http://www.vapo.fi/filebank/1926-VAPO_vk_2013_2014_suojattu.pdf

- Vervest, P., Van Heck, E. & Pau, L-F. (2005) Smart business networks, Springer [Viitattu 26.1.2015] Saatavissa:
http://download.springer.com/static/pdf/74/bok%253A978-3-540-26694-5.pdf?auth66=1422263195_14097a9419f650905cbf40d7b509a37d&ext=.pdf
- Vihma, P. (2009) Taantuma hämäräsi johtamisen, Talouselämä [Viitattu 16.2.2015] Saatavissa:
<http://www.talouselama.fi/tyoelama/taantuma+hamarsi+johtamisen/a2067786>
- Vitosh Academy, Programming and analysis [Viitattu 2.12.2014] Saatavissa:
<http://www.vitoshacademy.com/>
- Walters, D. & Rainbird, M. (2004) The demand chain as an integral component of the value chain, Journal of Consumer Marketing, vol. 21 [Viitattu 30.1.2015] Saatavissa:
<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/07363760410568680>
- Wang, W., Li, Y., Duan, Z., Yan, L. & Yang, X. (2007) Integration and innovation orient to E-society volume 1, Springer [Viitattu 2.2.2015] Saatavissa:
http://download.springer.com/static/pdf/423/bok%253A978-0-387-75466-6.pdf?auth66=1422886195_a520232abb5e056f7156a678021e3f54&ext=.pdf
- Waters, D. (2003) Global logistics and distribution planning: Strategies for management, 4th edition, Kogan Page, Books24x7 [Viitattu 30.1.2015] Saatavissa:
<http://library.books24x7.com/assetviewer.aspx?bookid=9910&chunkid=752024466&rowid=305¬eMenuToggle=0&leftMenuState=1>
- Yle Uutiset (2009) Vapon Turengin tehtaalla työt jatkuvat [Viitattu 1.12.2014] Saatavissa: http://yle.fi/uutiset/vapon_turengin_tehtaalla_tyot_jatkuvat/5714664
- Zondervan, A. (2009) Activity-based costing and management in the supply chain, Groenewout Consultants & Engineers [Viitattu 9.1.2015] Saatavissa:
<http://www.groenewout.com/TrueStars/Media/Groenewout/Groenewout%20EN/Internals/9024D189%20ABC%20activity%20based%20costing%20mngt%20SC.pdf>