
**KULJETUSREITTIEN SUUNNITTELU ALOITTAVALLE
LÄHIRUOKAYRITYKSELLE**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Logistiikan koulutusohjelma

Forssa, kevät 2013

Jani Kossi



FORSSA
Logistiikan koulutusohjelma
Toiminnanohjaus

Tekijä	Jani Kossi	Vuosi 2013
Työn nimi	Kuljetusreittien suunnittelu aloittavalle lähiruokayritykselle	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana on LähiPuoti Remes Oy, joka on perustettu alkuvuodesta 2013. LähiPuoti Remes Oy:n liikeideaa on kehitetty Hämeen ammattikorkeakoulun VIH-hankkeen ja LounaPlussa ry:n tukeamana. LähiPuoti Remes Oy:n liikeideana on toimia keskitetyn kuljetustoiminnan avulla lähiruoan välittäjänä lähiseudulle. Työn tavoitteena oli luoda toimeksiantajalle optimoidut kuljetusreittimallit, joiden eroja mitataan kuljetusten toimintolaskennan mittariston avulla. Opinnäytetyön käytännön osuuden suoritusajana LähiPuoti Remes Oy:tä ei ollut vielä perustettu, joten yrityksen toiminta oli tuolloin vielä osin suunnittelutasolla.

Työn käytännön osuuteen liittyvä teoria perustuu reittioptimoinnin perusteisiin ja kuljetusten toimintolaskentaan. Työn aihetta tukevan tietoperustan käsitteitä ovat lähiruoka, lyhyet toimitusketjut, tukkukauppa ja kuljetusten suunnittelu. Tietoperustana käytettävä lähdemateriaali hankittiin pääosin tietokirjallisuudesta ja tutkimuksista. Toimeksiantajaan liittyvä tieto hankittiin palaverien ja sähköpostikeskustelujen avulla.

Suunnittelutyöhön liittyvä reittisuunnittelu suoritettiin ArcLogistics-optimointiohjelmalla. Tuloksena saatiin kaksi eri reittimallia, jotka perustuvat toimeksiantajalta saatuihin perustietoihin. Ensimmäinen malli on tilanne, jossa suurin osa kuljetuksista hoidetaan yrityksen omalla toiminnalla. Toisessa mallissa suurin osa kuljetuksista hoidetaan tuottajien kuljetuksilla. Kummastakin mallista tehtiin myös reitit ottaen huomioon varaston eri sijainti, joka muuttui työn aikana. Reittimalleja vertailtiin toimintolaskennan mittareiden avulla yrityksen omasta sekä toimitusketjun näkökulmasta. Vertailujen perusteella on kannattavampaa suorittaa kuljetukset suurimmilta osin omalla kuljetustoiminnalla. Kun toimintaa hajautetaan tuottajien kuljetuksilla, muuttuu toiminta tehottomammaksi. Kuljetusten kuormausastetta voitaisiin kohentaa tuottajien verkostoitumisen avulla sekä tuotteiden jalostuksella.

Avainsanat Kuljetusten optimointi, kuljetusten toimintolaskenta, lähiruoka, lyhyet toimitusketjut, tukkukauppa

Sivut 38 s. + liitteet 24 s.

Forssa
Degree Programme in Logistics
Resource Planning

Author	Jani Kossi	Year 2013
Subject of Bachelor's thesis	Transport routes design for local food startup	

ABSTRACT

The thesis was commissioned by LähiPuoti Remes Oy which was founded at the beginning of 2013. The business idea of LähiPuoti Remes Oy has been supported by HAMK VIHI project and LounaPlussa ry. The business idea of LähiPuoti Remes Oy is to convey local food for the local customers by means of centralized transports. The aim of the thesis is to design optimized transport routes for the commissioner. The differences of routes are measured by calculation of transport operation. LähiPuoti Remes Oy had not been founded yet while the practical part of the thesis was carried out.

The theory concerning the practical part of the thesis is based on the basics of route optimization and calculation of transport operation. Terms which support the thesis are local food, short supply chains, wholesale and transport planning. The source material was found mainly from logistics literature and the Internet. The commissioner related information was found out in meetings and by e-mail.

The actual design work was done with the optimization software ArcLogistics. As a result, there were two route models which are based on the commissioner's information. The first model represents the situation where the most transportations are operated by the company's own operations. The second model represents the situation where the most transportations are operated by the producers. When doing the thesis the warehouse location was also changed. For both of the models routes were created where the different warehouse location was taken into account. The route models were compared by calculations from commissioner's point of view and supply chain's point of view. The comparison shows that using most of own transport operation is more profitable. When the operations are more decentralized, the whole business turns less profitable. Transport loading rates could improve by networking the producers and refining the products.

Keywords Transport optimization, calculation of transport operation, local food, short supply chains, wholesale

Pages 38 p. + appendices 24 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	LähiPuoti Remes Oy.....	1
1.2	VIHI-hanke.....	2
1.3	Työn tavoite.....	2
2	TEORIA.....	3
2.1	Lähiruoka.....	3
2.2	Elintarviketoiminnan lyhyet toimitusketjut.....	4
2.3	Tukkukauppa	5
2.4	Elintarvikekuljetukset.....	6
2.4.1	Tuotteiden asettamat vaatimukset.....	6
2.4.2	Sekakuormat	7
2.4.3	Kuljetuskaluston vaatimukset.....	7
2.5	Kuljetusten suunnittelu.....	8
2.5.1	Strateginen suunnittelu	8
2.5.2	Taktinen suunnittelu	8
2.5.3	Operatiivinen suunnittelu.....	9
2.6	Kuljetusreittien optimointi.....	9
2.6.1	Reittioptimoinnin periaatteet	10
2.6.2	Optimointiohjelmistojen hyödyntäminen	11
2.6.3	ArcLogistics 10.0.....	13
2.7	Kuljetustapahtuman mittaristo maantiekuljetuksissa	15
3	SUUNNITTELUITYÖN SUORITTAMINEN.....	16
3.1	Suunnittelutyössä käytetyt menetelmät	17
3.1.1	Tietoperustan lähteiden hankinta	17
3.1.2	Käytännön työhön liittyvä tiedon käsittely.....	17
3.1.3	ArcLogisticsin käyttäminen.....	18
3.1.4	Tietojen kuvaaminen raportissa.....	18
3.2	Reittien suunnittelu ArcLogisticsilla.....	18
3.2.1	Lähtötietojen käsittely.....	18
3.2.2	Projektin luominen ArcLogisticsissa ja tietojen syöttäminen.....	20
3.3	Laskelmien suorittaminen.....	23
4	REITTIIEN OPTIMOINTITULOKSET JA LASKELMAT.....	26
4.1	Kuljetusreittien esittely.....	26
4.1.1	Keskitetty toimintamalli – varasto Forssassa.....	27
4.1.2	Hajautettu toimintamalli – varasto Forssassa	28
4.1.3	Keskitetty toimintamalli – varasto Humppilassa	29
4.1.4	Hajautettu toimintamalli – varasto Humppilassa.....	29
4.2	Laskelmien tulokset.....	29
4.2.1	Vertailussa huomioitu LähiPuoti Remes oy:n kuljetustoiminta	30
4.2.2	Vertailussa huomioitu koko toimitusketju.....	31
4.2.3	Varaston sijaintien vertailu	32
4.3	Tulosten yhteenveto ja pohdinta.....	32

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	34
LÄHTEET	37

Liite 1	LähiPuoti Remes Oy:n tilauslista
Liite 2	Muokattu tilauslista – Versio 1
Liite 3	Muokattu tilauslista – Versio 2
Liite 4	Reitteihin liittyvät laskelmat – Versio 1
Liite 5	Reitteihin liittyvät laskelmat – Versio 2
Liite 6	Reitteihin liittyvät laskelmat – Yhteenveto

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella optimoidut kuljetusreitinvaihtoehdot vuoden 2013 alussa perustetulle lähiruokayritykselle. Reittivaihtoehtoja suunniteltiin reittien suunnitteluun tarkoitettulla optimointiohjelmalla. Reittivaihtoehtoja vertailtiin sopivien mittarien avulla eri näkökulmista. Työn tulokset perustuvat toimeksiantajalta saatuihin tietoihin. Työn toimeksiantajana on perustettava yritys LähiPuoti Remes Oy.

Työssä käsitellään sen aiheeseen liittyviä perusasioita, jotka tukevat työn aihetta. Työn aiheeseen liittyviä logistisia aihealueita ovat lyhyet toimitusketjut, tukkukauppa, kuljetusten suunnittelu ja optimointi sekä maantiekuljetukset ja niihin liittyvä toimintolaskenta. Näitä aiheita käsitellään työssä elintarvikealan näkökulmasta. Työssä pureudutaan tarkemmin myös lähiruoka-käsitteeseen, jonka ympärille toimeksiantajan liikeidea kytkeytyy.

1.1 LähiPuoti Remes Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja on LähiPuoti Remes Oy (Kuva 1). Yritys on perustettu 2013 tammikuussa. Perustajana on Kimmo Remes, joka on yrityksen suurin omistaja. Lisäksi yrityksellä on osakkaina neljä muuta henkilöä ja kaksi yritystä. Yrityksen liikeideana on toimia lähiruoan välittäjänä lähiseudulle. Yritys hankkii lähiseudun tuottajilta lähiruokatuotteita, jotka välitetään asiakkaille. Humppilaan perustetaan 2013 helmimaaliskuun aikana lähiruokatukku, johon tuotteet välivarastoidaan. Tukussa on noin 300 m²:n tilat, jossa tulee olemaan elementtikylmiö ja pakastintilaa. Osa varastosta on lämmintä tilaa, jossa säilytetään esimerkiksi kuiva- tuotteita.

Lähiruokatuotteet keräillään tuottajilta, minkä jälkeen tuotteet kuljetetaan tukkuun. Kuljetuksia varten yritys on hankkinut käyttöönsä Ford Transit 300 M -pakettiauton, johon tulee eristys ja kylmälaitteet. Tukussa tuotteet keräillään eri tilauskuormiksi, ja toimitetaan asiakkaille. Yrityksen asiakkaita ovat ravintolat, suurkeittiöt, pitopalvelut, myymälät ja kuluttaja-asiakkaat. Yrityksen toiminnan alkaessa tuottajilta keräilyt sekä asiakkaille toimitukset on tarkoitus suorittaa 2–3 kertaa viikossa. (Remes, sähköpostiviesti 19.10.2012)



Kuva 1. LähiPuoti Remes Oy:n logo (LähiPuoti Remes Oy, 2013).

Yrityksen on tarkoitus perustaa keväällä 2013 Forssan alueelle myyntipiste, joka pystyy tarjoamaan tuottajien lähiruokatuotteita keskitetysti yhdestä paikasta asiakkaalle. Yrityksen liikeideaan kuuluu myös tuotteiden välittäminen esimerkiksi tuottajien omiin tilamyymälöihin. Tuottajien verkostoituminen toisi näin myös lisätarjontaa tuottajien omiin myymälöihin. (Remes, sähköpostiviesti 19.10.2012)

Yrityksen tuotevalikoima koostuu puhtaista ja tuoreista elintarvikkeista. Tuoretuotteet, kuten juurekset, kasvikset, hedelmät, marjat ja yrtit hankitaan tuottajilta tuoreena sekä valmiina myyntipakkauksessa. Muita tuotteita ovat esimerkiksi liha- ja kalatuotteet, leivonnaiset ja juomat. Yritys voi välittää mahdollisuuksien mukaan myös pidemmälle jalostettuja lähituotteita, kuten säilöttyjä tuotteita, pienpanimotuotteita, jäätelöitä ja makeisia. (Remes, sähköpostiviesti 19.10.2012)

Tärkeää yrityksen toiminnassa on toimivan ja tehokkaan tilausjärjestelmän luominen. Tähän liittyvää kehitystyötä tehdään forssalaisessa Dowe Oy:ssä. (Leinonen 2013, Forssan Lehti 25.1.2013, 7.) Tilausjärjestelmän avulla pystyttäisiin hoitamaan asiakkaille toimitettavat tilaukset. Myöhemmin tulevaisuudessa tilausjärjestelmän avulla esimerkiksi yksittäiset kuluttajat voisivat tehdä Internetin kautta tilauksia, jotka voitaisiin toimittaa ulkoistetuilla kuljetuksilla.

Yrityksen kilpailukyky perustuu lyhyeen toimitusketjuun, joka hoidetaan tehokkaalla logistiikalla. Toimitusketjussa välikädet minimoidaan, ja varastotasot pyritään pitämään pieninä. Keräily- ja jakelukuljetusten keskitäminen säästää tuottajien ja asiakkaiden resursseja. Lähiruokatukun hoitaessa tuotteiden kuljetukset, tuottajat ja asiakkaat pystyvät keskittymään enemmän omaan ydintoimintaansa. (Kotamäki & Töttölä 2012, 9.)

1.2 VIHI-hanke

Opinnäytetyön aihe on saatu Hämeen ammattikorkeakoululta, jossa on käynnissä VIHI-hanke. VIHI-hankkeen rahoittajina ovat Euroopan aluekehitysrahasto, Hämeen liitto, Forssan seudun kunnat ja Hämeen ammattikorkeakoulu. Hankkeessa keskeistä on Forssan alueen yritysten erityisosaamisen vahvistaminen, innovaatio toiminnan kehittäminen ja uuden yritystoiminnan luominen järkivihreästi. LähiPuoti Remes Oy:n ideaa on hiottu VIHI-hankkeen ja LounaPlussa ry:n tukemana. LounaPlussa ry on Forssan seudulla toimiva maaseudun kehittämisyhdistys.

1.3 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda LähiPuoti Remes Oy:lle optimoidut kuljetusreittivaihtoehdot. Yrityksen toiminta on vasta aluillaan, joten tuottajien sekä asiakkaiden määrä ja tarpeet elävät vielä suuresti. Toiminnan alkaessa yrityksellä on vaihtoehtoina hoitaa suurin osa kuljetuksista itse, tai osa tuottajista toimittaa tilauksia omilla kuljetuksillaan varastolle. Yrityksellä on tarve tietää, miten nämä vaihtoehdot vaikuttavat kuljetusreitteihin ja sitä kautta kuljetusten suoritteisiin sekä kustannuksiin. Tarkoitus

on luoda mahdollisimman tehokkaat keräys- ja jakelureittimallit, ennen kuin yritystoiminta on alkanut. Luotuja kuljetusreittejä ei ole tarkoitus ottaa suoraan käyttöön todellisessa ympäristössä. Työn voidaan katsoa olevan simulointia tai ennustamista tulevasta toiminnasta.

Yleisesti yritysten kuljetuskustannukset ovat huomattava osa kaikista yrityksen kustannuksista, joten kuljetusten tehokkaalla toteuttamisella on suuri vaikutus yrityksen kannattavuudelle. Ideaalitilanne olisi, että LähiPuoti Remes Oy:n aloittaessa, kuljetuskustannukset saataisiin alusta alkaen mahdollisimman pieniksi, eikä suuriin kustannuksiin havahduta vasta myöhemmin. Reittien optimoinnilla pyritään minimoimaan kuljetuskustannukset sekä palvelemaan asiakkaita mahdollisimman hyvin. Pyrkimyksenä on luoda reittisuunnittelulle eräänlainen mallipohja, joka toimisi perustana yrityksen tulevaisuuden reittisuunnittelussa.

Työn tavoitteet sovittiin työn alkaessa syksyllä 2012. Tuolloin yrityksellä ei ollut vielä varmuutta, millä kuljetuskalustolla yritys tulee aloittamaan toiminnan. Myös varaston sijainniksi oletettiin sen hetken todennäköinen sijainti Forssassa. Tammikuussa 2013 tukkuvaraston sijainti varmistui Humppilaan. Myös alussa oletettava kuljetuskalusto Mercedes-Benz Sprinter muuttui tammikuussa Ford Transit -merkkiin. Opinnäytetyössä päätettiin ottaa myös huomioon varaston sijainnin muuttuminen. Kahden eri varastosijainnin ansiosta työssä päästiin tutkimaan myös varaston sijaintimuutoksen vaikutuksia kuljetustoiminnan mittareihin. Kuljetuskaluston muutoksella ei ollut työn aiheen tuloksiin vaikuttavia muutoksia, koska ajoneuvon hyötykuorma pysyi kutakuinkin samana.

Toimeksiantaja on määritellyt tuottajiin ja asiakkaisiin liittyvät tiedot luotamuksellisiksi. Yrityksen liiketoimintasuunnitelma on määritelty myös luotamukselliseksi.

2 TEORIA

2.1 Lähiruoka

Lähiruoka on noussut Suomessa ja maailmalla esiin varsinkin viimeisten lähivuosien aikana. Lähiruoka käsitteenä on tähän asti ollut melko monitulkintainen ja epätarkasti määritelty.

Lähi- ja luomuruokaa ei tule sekoittaa suoraan toisiinsa. Luomuruoka on määritelty tarkasti EU:n direktiivien pohjalta. Luomuruoan tuotanto on virallisesti valvottua. Luomutuotannossa keskeistä on luonnonmukaisuus, jossa on olemassa esimerkiksi kasvinviljelyssä tietyt noudatettavat tuotantomenetelmät. Lähiruoalla ei ole olemassa tiettyä vakiintunutta käsitettä. Lähiruokatyöryhmä määritteli lähiruokakäsitteen vuonna 2000. Sen mukaan lähiruoka määriteltiin ruoantuotannoksi- ja kulutukseksi, jossa käytetään oman alueen raaka-aineita ja tuotantopanoksia, edistäen alueen taloutta ja työllisyyttä. Suomen Elintarviketeollisuus ry on määritellyt käsitteen yksinkertaisemmin Suomessa tuotetuksi ruoaksi. (Mäkipeska & Sihvonon 2010, 6.)

Vuonna 2005 kuluttajatutkimuskeskuksen tekemän tutkimuksen mukaan lähiruoka on myös vaikea määritellä. Tutkimuksen mukaan monet kuluttajat mieltävät lähiruoan olevan tuotettu sadan kilometrin säteellä sen ostopaikasta. Lähiruoka voidaan mieltää yhden kunnan tai naapurikuntien rajaamalla alueella tuotetuksi ruoaksi. Laajemmalla näkökulmalla kuluttajat voivat mieltää lähiruoan Suomessa tuotetuksi. Ruoan kotimaisuus sisältyy vahvasti lähiruokakäsitteeseen. Kuluttajat odottavat lähiruolta tiettyjä ominaisuuksia, kuten tuoreus ja korkealaatuisuus, jotka erottavat lähiruoan suurten kauppaketjujen tuotteista. (Mäkipeska & Sihvonen 2010, 7.)

Suomessa syödystä ruoasta noin 80 prosenttia on Suomessa valmistettu. Kaikesta syödystä ruoasta lähiruoan on arvioitu olevan noin 8 prosentin luokkaa. Lähiruoan tärkeys ostoperusteena on kasvanut selvästi viime vuosien aikana. Kuluttajat ovat myös valmiita maksamaan pienten yritysten ja kotipaikkakunnan lähiruoasta enemmän kuin tavanomaisesta ruoasta. (Kurunmäki, Ikäheimo, Syväniemi & Rönni 2012, 11, 21.)

Lähiruoan heikko määrittely johtaa siihen, että lähiruoasta ei ole olemassa kunnollisia tilastoja ja lähiruoan markkinointi on puutteellista. Tämä johtaa myös siihen, että kuluttajan on vaikea tunnistaa ja löytää lähiruokaa. (Mäkipeska & Sihvonen 2010, 7.)

2.2 Elintarviketoiminnan lyhyet toimitusketjut

Toimitusketjussa perusajatuksena on tarjota asiakkaalle oikea määrä tuotteita, oikeassa paikassa, oikeaan aikaan ja mahdollisimman tehokkaasti. Logistinen prosessi tuottaa lisäarvoa siirtämällä tavaroita ja varastoja sinne, missä niitä tarvitaan. Tätä koko prosessia tukee täsmällinen ja tehokas informaatiovirta. (Oksanen 2004, 22–23.)

Perinteisessä elintarvikkeiden toimitusketjussa tuotteiden jakelu on järjestetty perättäisiksi tilaus-toimitusjaksoiksi. Tässä ketjussa toimijoiden tuotosten arvo syntyy vaihdantakustannusten minimoimisesta ja logististen ratkaisujen optimoinnista. Perinteisessä ketjussa alkutuottajan ja kuluttajan etäisyys on usein pitkä fyysisesti ja ajallisesti. Ketjun alkupäässä esimerkiksi maatalouden tuottaja toimittaa tuotteet niitä jalostavalle elintarviketeollisuudelle, joka toimittaa jalostetut tuotteet yleensä suurten vähittäiskauppaketjujen tukkuliikkeille. Tukkuliikkeet toimittavat tuotteet vähittäiskauppoihin kuluttajien saataville. (Järvelä, Koistinen, Latvala, Peltoniemi & Yrjölä 2011, 3–4.)

Kuluttajiin ja tuottajiin liittyvät muutostekijät ovat tuoneet tarpeen uudellisille elintarviketekjuille. Kuluttajien käsitykset ruoasta ja maanviljelystä ovat muuttuneet, mikä on näkynyt esimerkiksi huolena ympäristöä, terveyttä ja eläinten hyvinvointia kohtaan. Kuluttajien luottamus ruokaa kohtaan on noussut tärkeämmäksi asiaksi. Ruokaskandaalit ja kriisit luovat kuluttajille kielteistä kuvaa nykyajan teollistuneesta tuotannosta. (Järvelä ym. 2011, 11.)

Elintarviketeollisuuden ja vähittäiskaupan vaatimukset ovat nostaneet tuottajien kustannuksia, jonka takia tuottajien saamat tulot ovat pienentyneet. Tämä luo tuottajille paineita lisätä tuotannon volyyymiä ja tehokkuutta. Tämä pyritään ratkaisemaan investoimalla lisää teknologiaan, jotta kustannuksia saataisiin laskettua. Samalla tuottajat joutuvat kuitenkin jatkuvasti sopeuttamaan toimintaansa muuttuvan ympäristön mukaisesti, jossa esimerkiksi eläinten hyvinvointiin ja turvallisuuteen liittyvä lainsäädäntö muuttuu. Tämä aiheuttaa niin sanotun tuotannon teknologian oravanpyörän, joka aiheuttaa tuottajille tulojen alenemista. (Järvelä ym. 2011, 11.)

Useiden tutkimusten mukaan uudet ruokaverkostot ovat vaihtoehto nykyisille teollistuneille ruokaketjuille, joissa ruoan tuotanto ja kulutus ovat etäännyneet toisistaan. Uudenlaisien toimitusketjujen vaihtoehtoisuuden määritelmä ei välttämättä riipu suoraan ketjussa toimivien välikäsien määrästä tai tuotannon määrästä. Vaihtoehtojen määritelmään voi vaikuttaa esimerkiksi luonnonmukainen toiminta tai toimitusketjujen lyhyys. Vaihtoehtoinen järjestelmä voi olla globaalisti toimivasta elintarviketuksesta erottuva järjestelmä, johon liittyy tavanomaisen järjestelmän yli menevät laatukäsitteet jäljitettävyyden ja paikallisuuden. (Järvelä ym. 2011, 11.)

Lyhyessä toimitusketjussa kuluttajan ja toimittajan välille luodaan uudenlainen suhde. Keskeistä tässä on uudentyyppiset laatumääritelmät, luotettava laatu tieto kuluttajalle ja toimitusketjun läpinäkyvyys. Vaihtoehtoisessa elintarviketoimijaverkostossa elintarvike edesauttaa kuluttajaa tekemään arvopohjaisia valintoja. Näissä valinnoissa kuluttaja vertaa tuotteen ominaisuuksia suhteessa omaan tietoon ja kokemukseen. (Järvelä ym. 2011, 12.)

2.3 Tukkukauppa

Tukkukaupan perustehtävinä on myydä ja välittää tuotteita sekä palveluita vähittäiskaupoille, sekä muille yrityksille ja ammatinharjoittajille. Varastoiminen on myös tukkukaupan keskeinen tehtävä. Tukkukaupalle on tullut myös aikaisempaa enemmän lisätehtäviä, joita ovat esimerkiksi tuotteiden lajitteleminen, kokoaminen, asennus ja pakkaus. Tuotteiden jalostamiseen liittyvät tehtävät ovat lisääntyneet tukkukaupan alalla, mikä on puolestaan johtanut varastoinnin vähentämiseen ja logistiikan kehittämiseen. (Santasalo & Koskela 2009, 11.)

Tukkukaupan vastaaminen informaation välityksestä on kasvanut vahvasti. Informaation välitykseen kuuluu tuoteinformaatiosta vastaaminen, myynnin edistämisen tekeminen, kouluttaminen ja konsultointi. Tukkukauppa voi esimerkiksi osallistua myymälämarkkinointiin. Lisäksi tukkukauppa voi kääntää tuotteen käyttöohjeet suomeksi ja hakea tyyppihyväksynnän tuotteelle. (Santasalo & Koskela 2009, 12.)

Normaalin yritystoiminnan yhteiskuntavastuun lisäksi tukkukaupan vastuullisuusasiat tulevat esiin tuote-, informaatio- ja kierrätysasioissa. Tukkukauppa varmistaa tuotteiden alkuperän ja eettisen laadun. Vastuu ulottuu tuotteen loppukäyttäjään asti. Tukkukauppa vastaa myymiensä tuotteiden turvallisuudesta ja kantaa virhevastuun. Tuoteinformaatioon liittyen

tukkukauppa vastaa esimerkiksi käyttöohjeista ja käyttöturvatiedoista. Informaatiovastausta voidaan hoitaa myös kouluttamalla ja konsultoimalla asiakkaita. Tukkukauppa vaikuttaa tuotteiden pakkaamiseen ja pakkausten kehittämiseen pyrkien vähentämään syntyvän jätteen määrää. Tuotteiden tai raaka-aineiden uusiokäyttö kuuluu myös tukun vastuualueisiin. (Santasalo & Koskela 2009, 13.)

Tukkukaupan käyttämä varastotyyppi toimii tuotannon ja myynnin väliportaana. Tukkuvarastolle ominainen piirre on varastoitavien nimikkeiden lajikirjavuuden suuruus. Varastolle tulevat erät ovat suuria ja harvoja, sekä lähtöerät ovat pieniä ja harvoja. Varaston tavaramäärä määrä vaihtelee nimikkeiden kysynnän ja toimitusaikojen mukaisesti. Varastoitavat tuotteet vaativat varastolta monenlaisia säilytysolosuhteita. Esimerkiksi eri elintarvikkeet vaativat erilaisen lämpötilan ja kosteuden. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 127.)

2.4 Elintarvikekuljetukset

Tässä luvussa käydään läpi elintarvikekuljetuksiin liittyvää perustietoa liittyen tuotteiden vaatimuksiin, varsinaiseen kuljettamiseen ja kuljetuskaluston vaatimuksiin. Keskeistä elintarvikekuljetuksissa on tuotteiden turvallinen siirtäminen toimitusketjussa eteenpäin.

Elintarvikkeiden toimintaketjussa tuotteet pyritään toimittamaan kuluttajille turvallisesti ja laadukkaasti. Tämä saavutetaan tuoteturvallisilla toimintatavoilla, jotka saavutetaan erilaisten ohjeiden, sääntöjen, sopimusten sekä lakien ja asetusten avulla. Elintarvikekuljetukset ovat toiseksi suurin tuoteryhmä kuljetusalalla, kun mitataan kuljetussuoritetta tonnakilometreissä. Lämpötilahallittavien elintarvikkeiden kuljetukset ja siihen liittyvän kaluston valmistus ja huolto ovat merkittävä työllistäjä Suomessa. Elintarvikkeiden kylmäketjun jokaisella toimijalla on tärkeä rooli elintarvikkeiden turvallisuuteen liittyen. Kylmäketjussa on tunnettava tuotteiden vaatimukset ja kuljetuskaluston toimintaperiaatteet. Olosuhteet vaikuttavat merkittävästi tuotteiden säilyvyyteen ja laatuun. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 12–14.)

2.4.1 Tuotteiden asettamat vaatimukset

Elintarvikkeiden säilyvyys- ja olosuhdevaatimukset ovat hyvin erilaisia. Elintarvikelainsäädäntö asettaa eri tuoteryhmien kuljetuksille erilaisia vaatimuksia liittyen lämpötilaan ja kalustoon. Tuoreet raaka-aineet ovat lyhytikäisimpiä ja vaativampia olosuhteiden suhteen. Kuivat elintarvikkeet säilyvät pisimpään, ja ne eivät vaadi alhaisempia lämpötiloja. Lämpötilasäädelyissä kuljetuksissa tuotteiden säilyvyyteen vaikuttavat monet tekijät. Tuotteiden lähettäjä vaikuttaa säilyvyyteen tuotteiden pakkaamistavalla, lavoituksella ja lavojen käärimistavoilla. Pakkauksella on merkittävä vaikutus siihen, miten jäähdyttävä ilma pääsee kiertämään pakkauksen sisään ja kuormatilassa. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 16, 19.)

Lämpötila vaikuttaa tuotteisiin eri tavoin. Teollisten tuoretuotteiden, tuoreen lihan ja maitovalmisteiden alhainen lämpötila estää mikrobien lisääntymistä, joka estää pilaantumista. Perusohjeena näiden tuotteiden säilytys- ja kuljetuslämpötilalle on alle +5 °C. Pakasteiden lämpötilamuutokset aiheuttavat tuotteen rakenteen muutosta ja heikentävät myös pakkausta. Pakasteiden lämpötilamuutokset ovat aina haitallisia. Pakasteissa tyypillisin havaittava lämpötilavaurio on lumen kertyminen pakkaukseen, jolloin tuotteesta haihtuva kosteus tiivistyy pakkauksen pinnalle, ja itse elintarvike kuivuu. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 20–21.)

Tuoreet hedelmät ja vihannekset ovat vaativin tuoteryhmä lämpötilan suhteen. Eri tuotteiden liian alhainen tai liian korkea lämpötila aiheuttavat tuotteille laatuvaurioita, joiden näkymiseen tuotteessa voi kulua useita tunteja. Tuoreet hedelmät ja vihannekset tuottavat itse myös lämpöä, joka vaikeuttaa lämpötilan hallintaa. Pitkäkestoisissa kuljetuksissa hedelmien ja vihannesten ominaisuudet tulee huomioida, koska eri tuotteet esimerkiksi tuottavat etyleeniä, joka voi aiheuttaa toisiin tuotteisiin haju- tai makuhaittoja. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 23–35.)

2.4.2 Sekakuormat

Kuljetuskaluston kuormatilaan voidaan kuormata erilaisia tuotteita, mutta tuotteiden ominaisuudet ja vaatimukset on otettava huomioon, koska tuotteet voivat vaikuttaa haitallisesti muihin tuotteisiin. Tärkeimmät seka-kuorman yhteensopivuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötilavaatimukset, tuotteiden hajujen siirtyminen ja alttius kosteudelle. Keräily- ja jakelukuljetuksissa kuormauksen suhteen joudutaan tekemään kompromisseja. Pääsääntönä alle 10 tunnin kuljetuksissa kuormatilan tuotteiden lämpötilavaatimusten sallitaan poikkeavan korkeintaan 2–3 astetta. Hajujen vaikutukset pyritään minimoimaan, sijoittamalla toisilleen haitalliset tuotteet kuormatilan eri kohtiin. Tilassa on oltava myös riittävä tuuletus. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 32–33.)

2.4.3 Kuljetuskaluston vaatimukset

Ammattimaisessa elintarvikekuljetustoiminnassa kuljetusvälineen pitää olla hyväksytty elintarvikekäyttöön. Kuormatilojen rakennevaatimuksiin sovelletaan pääosin samoja vaatimuksia kuin elintarvikehuoneistoihin. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 41.)

Lämpötilasäädelyjen kuljetusten kuormatila tulee olla eristetty ja umpinainen. Tilan pitää olla suojassa ulkopuoliselta pölyltä ja kosteudelta. Kuormatilan perällä suositellaan olevan oviverhoja, jotka rajoittavat lämpimän tai kylmän ulkoilman pääsyä kuormatilaan, ovien ollessa auki. Kuormatilaan suositellaan myös siirrettäviä oviverhoja, jotka rajoittavat kuormatilaan kuorman vähentyessä. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 41.)

Jakeluautoissa kuormat voidaan jakaa lämpötilavaatimusten mukaan eri osastoihin, joita on yleensä 2–3. Nämä osastot voidaan jakaa perinteisellä väliseinärakenteella, jota voidaan siirtää liukukiskoilla pituussuunnassa eri

paikkoihin. Väliseinä voidaan nostaa ylös kattoa vasten, kun sitä ei tarvita. Väliseinä voidaan myös koota elementeistä. Tässä viime vuosina yleistyneessä ratkaisussa elementit lukitaan lattian ja katon väliin. Kun väliseinää ei tarvita, voidaan elementit niputtaa ja säilyttää koritilassa tai muualla varastossa. Osastointi voidaan toteuttaa myös kevytväliseinällä, jolla tarkoitetaan kokoon taittuvaa pressukankaalla pinnoitettua vaahtomuovieristeistä seinää. Kevytväliseinän huonona puolena eristyskyky on selvästi heikompi. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 45–46.)

Kuormatilan lämmönhallintajärjestelmien avulla poistetaan kuormatilan ulkopuolelta tuleva lämpökuorma ja talviolosuhteissa torjutaan kylmän ilman vaikutukset. Kylmäkuljetuksissa käytetään yleensä laitteistoja, joissa ilma johdetaan kylmälaitteelta tuotteiden yläpuolelle, josta se palaa laitteelle lavojen alapuolelta. Kylmälaitteen pääperiaatteena on lämmön siirtäminen. Laitteen avulla kori saadaan jäähdytetyksi poistamalla sieltä lämpöä. Koneellisen jäähdytyslaitteen käyttövoima otetaan joko auton omasta moottorista tai laite on varustettu omalla moottorilla. Auton omalla moottorilla toimivia laitteita käytetään yleensä pakettiautoissa ja kevyissä kuorma-autoissa. (Yleinen teollisuusliitto 2007, 47–49.)

2.5 Kuljetusten suunnittelu

Kuljetusten suunnittelu voidaan jakaa ajan perusteella kolmeen eri tasoon, joita ovat strateginen, taktinen ja operatiivinen suunnittelu.

2.5.1 Strateginen suunnittelu

Kuljetusten strateginen suunnittelu kattaa koko yrityksen kuljetustoiminnan. Suunnittelun tavoitteena on määrittellä varastojen sijainti, eri yksiköiden toiminta-alueet sekä palvelutaso ja hallita tavaravirtoja koko toimialueella. Suunnittelun aikaväli on yleensä vähintään neljännesvuosi. Suunnittelussa ongelmana ovat sijaintiin ja lukumääriin liittyvät ongelmat. Esimerkiksi varaston sijainnilla ja koolla voi olla hyvin suuret vaikutukset koko toimintaan. Toimintapisteiden määrille ja sijainnille pyritään löytämään mahdollisimman taloudelliset määritykset. (Reinikainen, Mäntynen & Rantala 1997, 66, 68.)

2.5.2 Taktinen suunnittelu

Strategista lyhyemmällä suunnittelutasolla eli taktisella tasolla pyritään ratkaisemaan kuljetuskustannuksiin, kaluston määrään ja laatuun sekä kaluston ja tilojen kapasiteettiin liittyviä ongelmia. Kuljetuskustannukset pyritään minimoimaan toimintapisteiden, kapasiteettien ja kuljetettavien tavaramäärien suhteen. Kapasiteetin hyödyntäminen pyritään maksimoimaan eri kriteereiden suhteen. (Reinikainen ym. 1997, 67.)

2.5.3 Operatiivinen suunnittelu

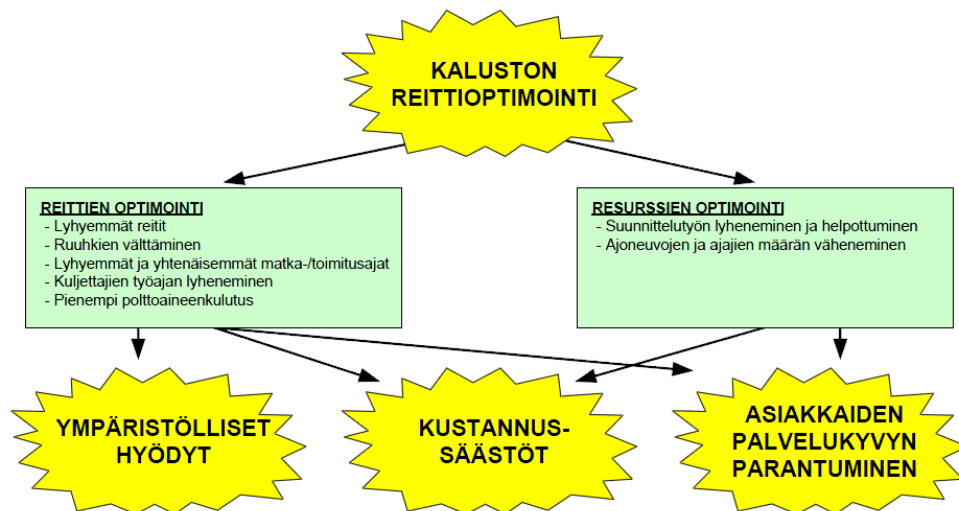
Operatiivisella tasolla suunnitellaan lyhyen aikavälin toiminnot, jotka sisältävät esimerkiksi kuormien ja ajoreittien suunnittelun. Toiminnan häiriöt, kuten uudet tilaukset ja reiteillä tapahtuvat ongelmat vaativat nopeaa reagointia. Operatiivisella tasolla minimoidaan kustannuksia, päättämällä esimerkiksi toimituspisteiden välillä käytettävästä kaluston määrästä ja kapasiteetista. Reitit pyritään suunnittelemaan ja optimoimaan mahdollisimman tehokkaiksi käytettävän palvelutason ja kustannusten suhteen. Kuormia pyritään tarpeen mukaan yhdistämään ja toisaalta jakamaan usealle ajokerralle kapasiteetin, työaikojen sekä muiden tekijöiden mukaan. Ongelmana ovat myös kuormien suunnittelu. Osaerien yhdistelyssä on otettava huomioon yhteensopivat toimitusajat ja sopivan kaluston saataavuus. Osakuormilla voi olla erilaiset lähtö- ja päätepisteet. Lisäksi joka pisteessä saattaa olla sekä tavaran lastausta että purkausta, jolloin joudutaan suorittamaan ylimääräistä kuorman siirtelyä ja järjestelyä. (Reinikainen ym. 1997, 66–68.)

2.6 Kuljetusreittien optimointi

Tässä luvussa käsitellään reittioptimoinnin yleisiä periaatteita sekä optimoinnista saatavia hyötyjä. Lisäksi käydään läpi optimointiohjelmistojen käyttöperiaatteita sekä hyötyjä, joista voi olla suurta apua eri yrityksille.

Optimointi-käsitteellä tarkoitetaan yleensä parhaan ratkaisun etsimistä ja löytämistä. Kuljetusten optimoinnilla voidaan saavuttaa merkittäviä rahallisia säästöjä. Rahallisten hyötyjen lisäksi optimoinnilla voidaan vaikuttaa ympäristökuorman vähenemiseen, ruuhkien vähenemiseen ja liikenneturvallisuuden parantumiseen. (Bräysy 2007, 6.) Elintarvikeketjussa monien osatehtävien hallinta vaatii hyvää suunnittelua, joka pystytään hoitamaan kehittyneillä tietojärjestelmillä ja optimointityökaluilla. Huonosti suunniteltu toimintoketju näkyy esimerkiksi ylitöinä, ylikuormina tai myöhästyvinä toimituksina, joita saatetaan paikkailla hankkimalla lisää työntekijöitä tai kuljetuskalustoa. (Bräysy, Porkka & Neittaanmäki 2007, 8.)

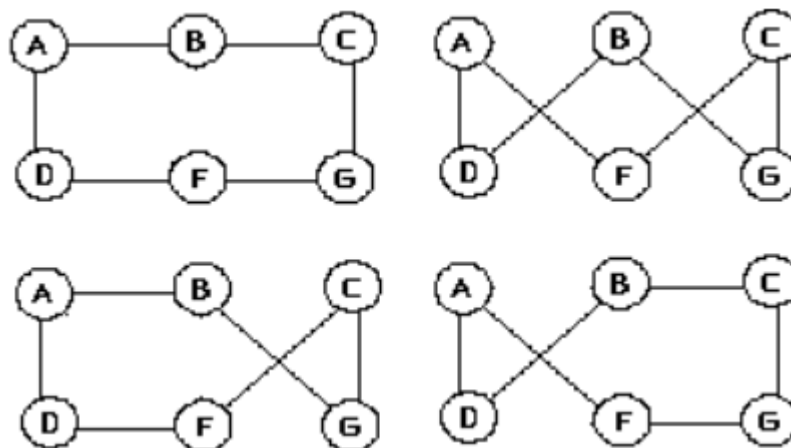
Optimoinnin avulla kustannukset voidaan saada mahdollisimman alas, kun kuljetustoimintaa ei ole edes aloitettu vielä. Eniten kustannusten väheneemiseen vaikuttaa ajetun kokonaismatkan lyhentyminen, joka pienentää polttoainekustannuksia, vähentää kaluston kulumista ja kuljettajien työaika. Myös suunnittelu- ja hallintotyö helpottuu sekä lyhentyä. Näiden tekijöiden parantuessa, asiakaspalvelukyky parantuu. (Kuva 2, s. 10) (Bräysy & Porkka 2007, 38–39.)



Kuva 2. Kaluston reittioptimoinnin hyötyjä (Bräysy & Porkka 2007, 39).

2.6.1 Reittioptimoinnin periaatteet

Kun käsitellään ajojärjestyksen optimointia, on kyse kauppamatkustajan ongelmasta. Kauppamatkustajan ongelmassa on tarkoitus löytää lyhin mahdollinen reitti, jossa reitti alkaa lähtöpisteestä, kulkee kerran jokaisen tunnetun pisteen kautta, ja palaa lähtöpisteeseen. Toisin sanoen ongelmassa pyritään löytämään lyhin Hamiltonin piiri täydellisestä graafista. Kuvan 3 kirjainten A–G voidaan kuvitella esittävän kuljetusreitillä olevia asiakkaita, joista jokainen käydään läpi kulkiessa optimaalisinta reittiä. Viivat kuvaavat tekijöitä, jotka voivat olla etäisyyksiä, kustannuksia tai matkainkajia. (Reinikainen ym. 1997, 68–69.)



Kuva 3. Esimerkki neljästä reittivaihtoehdosta, jossa Hamiltonin piiri toteutuu (Diskreetit rakenteet (ITK015) n.d.).

Kauppamatkustajan ongelma on erittäin vaikea ratkaista kohtuullisessa ajassa optimaalisesti, jos reitissä joudutaan käymään suuri määrä kohteita läpi. Kyseessä oleva ongelma on NP-täydellinen, eli sille ei ole löydetty tehokasta ratkaisualgoritmia. Ongelmaa ratkaistaessa optimaalisesti, ratkaisualgoritmin on käytävä lähes kaikki vaihtoehdot läpi, ja valittava niistä paras. Kun on kyse tarpeeksi suuresta ongelmasta, kuluu sen ratkaisuun

huomattavan pitkä aika. Tämä johtuu siitä, että optimialgoritmien suoritusaika kasvaa eksponentiaalisesti ongelman koon mukana. Optimialgoritmit ovat enumeratiivisia, eli ne laskevat lähes kaikki eri vaihtoehdot, joista valitaan paras. Ongelman ollessa erittäin suuri, joudutaan lähekkäisiä reittipisteitä yhdistämään yhdeksi reittipisteeksi. (Reinikainen ym. 1997, 70–71.)

Kauppamatkustajan ongelmaan on kehitetty heuristisia algoritmeja, joilla ongelma saadaan ratkaistua kohtuullisemmassa ajassa verrattuna perinteisiin optimialgoritmeihin. Heuristisissa menetelmissä käytetään tiettyjä yksinkertaisia periaatteita, joiden avulla ratkaisuvaihtoehdoista valitaan sopivin. Heuristiset algoritmit voidaan jakaa rakentaviin algoritmeihin ja ratkaisua parantaviin algoritmeihin. (Reinikainen ym. 1997, 72–79.)

Rakentava algoritmi aloittaa yhdestä tai useammasta pisteestä ja lisää ratkaisuun pisteitä jonkin heuristisen periaatteen mukaan. Yksinkertainen esimerkki tästä on lähin naapuri -menetelmä. Tässä menetelmässä aloitetaan satunnaisesta pisteestä ja lisätään nykyisen reitin loppuun aina se piste, joka on lähimpänä reitin viimeistä pistettä. (Reinikainen ym. 1997, 73.) Rakentavilla algoritmeilla päästään yleensä 30–50 prosenttiin optimista (Bräysy 2007, 7).

Ratkaisua parantavilla algoritmeilla pyritään parantamaan luotua reittiä. Algoritmissa reittiä pyritään lyhentämään korvaamalla kaksi tai useampia reitin viivoja uusilla viivoilla. Muutokset pidetään voimassa vain, jos reitin pituus pienenee. Tämän jälkeen jatketaan muokkausta, kunnes ratkaisu ei enää parane. (Reinikainen ym. 1997, 77.) Parantavilla algoritmeilla jäädään yleensä yli 10 prosentin päähän optimista. Kyseessä on ratkaisu, joka ei ole optimaalinen, mutta menetelmä ei pysty parantamaan sitä. Tämän korjaamiseksi voidaan käyttää metaheuristisia menetelmiä, joissa ohjataan erilaisten ohjaussääntöjen avulla rakentamis- ja parantamismenetelmiä, jolloin saadaan parempia ratkaisuja. Ongelmana tällaisissa ratkaisuissa on niiden hitaus, joten ne eivät välttämättä sovellu monimutkaisimpien ongelmien ratkaisuun. (Bräysy 2007, 7.) Kun käytetään rakentavia ja parantavia algoritmeja yhdessä, puhutaan yhdistetyistä algoritmeista. Yhdistetty algoritmi voidaan muodostaa myös heuristisesta algoritmista ja perusoptimialgoritmista. (Reinikainen ym. 1997, 79.)

Kauppamatkustajan ongelmassa määritellään optimaalinen reitti ainoastaan reittipisteiden sijainnin perusteella. Kun otetaan huomioon kaluston reittioptimoinnin kaikki tekijät, optimoinnin vaativuus lisääntyy huomattavasti. Eri tekijöitä kaluston reittioptimoinnissa ovat ajoneuvojen lukumäärä, ajoneuvojen kapasiteetti, reittien maksimipituus, kuljettajien enimmäistyöaika sekä aikaikkunat, joiden sisällä toimitus on oltava perillä. (Bräysy 2007, 8.)

2.6.2 Optimointiohjelmistojen hyödyntäminen

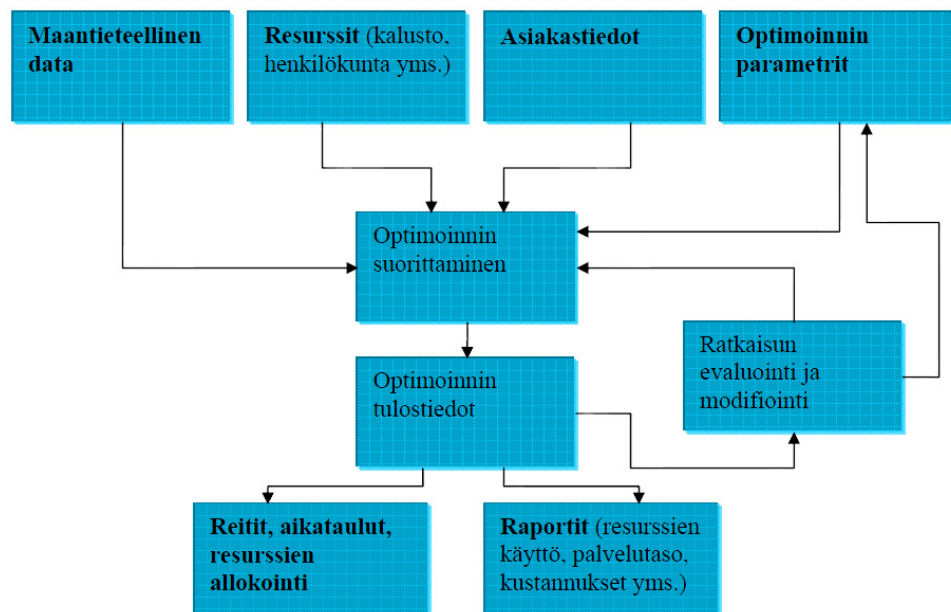
Kuljetusten suunnitteluun ja hallintaan liittyviä ohjelmistoja on saatavilla monenlaisia, jotka auttavat myös kokonaisvaltaisesti yrityksen logististen toimintojen hallintaa. Ohjelmistoilla voidaan hallita lyhyen ja pidemmän

aikavälin suunnittelua. Pidemmän aikavälin strategisessa suunnittelussa päätetään esimerkiksi palvelutasosta sekä toimipisteiden tai kaluston määrästä, sijainnista ja tyypistä. Keskipitkän aikavälin taktisessa suunnittelussa päätetään esimerkiksi toimitusajankohdat sekä asiakkaiden kohdistaminen toimenpiteille. Operatiivisella 1–7 päivän tasolla määritetään esimerkiksi tilauskohtaiset reitit, ja päätetään mitä ajoneuvoja käytetään. (Bräysy ym. 2007, 8.)

Syitä ohjelmiston hankinnalle antavat esimerkiksi asiakkaiden nopeat tarveuutokset, jolloin yritykseltä vaaditaan nopeaa reagointia. Esimerkiksi kuljetusreittejä voidaan muuttaa lennosta asiakkaiden tarpeiden mukaiseksi. Yleensä optimointiohjelmiston hankintaa suositellaan, kun ajoneuvojen lukumäärä on yli kymmenen, tai päivittäisten toimituspisteiden määrä on yli 100. (Bräysy ym. 2007, 8.)

Optimointiohjelmistoon syötetään parametritiedot, joiden perusteella ohjelma muodostaa reitin. Reittiehdotuksesta selviää esimerkiksi, mitä ajoneuvoja käytetään, ja mitkä tilaukset noudetaan ja mihin aikaan. Syötettäviä parametritietoja ovat esimerkiksi

- maantieteellinen data, kuten karttatiedot ja reaaliaikaiset tiedot ruuhkista ja nopeuksista
- käytettävissä olevien ajoneuvojen määrä
- ajoneuvojen erikoistiedot, kuten soveltuvuus esimerkiksi pakasteiden kuljetukseen
- ajoneuvojen kapasiteettitiedot, kuten maksimihyötykuorma ja maksimiajoaika tai maksimimatka
- ajoneuvojen käyttökustannukset
- kuljettajiin liittyvät asiat, kuten maksimityöaika, tunti- ja ylityökorvaukset, työvuorojen ja taukojen ajankohdat sekä pituudet
- kuljetuksen lähtö- ja saapumispisteen sijainti sekä aukioloaika
- asiakkaiden tiedot, kuten sijainti, palvelun laatu ja palveluun käytettävä aika
- tilaustiedot toimitettavista tai noudettavista tuotteista
- tuoteparametrit, kuten paino, koko, viimeinen käyttöpäivämäärä ja säilytyslämpötila
- varastointiparametrit, kuten varaston kapasiteetti. (Bräysy ym. 2007, 8–9.)



Kuva 4. Kuvaus reittioptimoinnin suorituksesta optimointiohjelmistolla (Bräysy 2007, 9).

Optimointiohjelmisto tuottaa automaattisesti optimoidun ratkaisun syötettyjen parametritietojen perusteella (Kuva 4). Ratkaisu tuottaa reitit ja aikataulut, sekä ehdottaa, miten omia resursseja käytetään syntyneessä ratkaisussa. Ratkaisun ohella syntyy myös raportointitietoja, joiden avulla voidaan arvioida eri tekijöitä. Syntynyttä ratkaisua voidaan muokata tarpeiden mukaisesti, jonka perusteella optimointi voidaan suorittaa uudestaan. (Bräysy 2007, 8–9.)

2.6.3 ArcLogistics 10.0

Esri Finland on maailman johtava paikkatieto-ohjelmistoja valmistava yritys. Lisäksi se tarjoaa asiantuntija-, tuki-, ylläpito- ja koulutuspalveluja. ArcLogisticsin avulla voidaan suunnitella vaativia reittejä ja kuljetusaikatauluja. Ohjelmistoa voidaan käyttää esimerkiksi tavarakuljetusten, koulu- ja jakelupalveluiden apuna. Ohjelmisto suunnittelee optimoidut reitit annettujen parametrien perusteella. (Esri Finland Oy. n.d.a)

ArcLogisticsin avulla voidaan arvioida kuljetusvolyymeja, tarvittavan kaluston määrää ja laatua, ajoaikoja ja -matkoja sekä muita kustannustekijöitä. Mikäli esimerkiksi tilausmäärät kasvavat, voidaan niihin varautua jo ennustamalla erilaisia skenaarioita. Kunnissa on monesti jaettu kuljetuksiin liittyvät toiminnot eri alueisiin, joita ohjelmalla voidaan optimoida, ja näin saavuttaa selviä säästöjä. Ohjelman avulla voidaan saada myös hyvä käsitys kuljetuspalveluiden hintatasosta, kun palveluita aletaan kilpailuttaa eri yrityksiltä. (Esri Finland Oy. n.d.b)

ArcLogistics käyttää karttatietoja ja tietokantoja, jotka sisältävät valtavan määrän erilaisia paikkatietoja. Näiden tietojen perusteella ohjelma pystyy sijoittamaan asiakkaat kartalle annettujen osoitetietojen perusteella. Mikäli tulee tilanne, että annetussa osoitteessa on virhe, ohjelma ilmoittaa tilauk-

sen olevan geokoodaamaton. Näin pystytään varmistamaan, että asiakkaat on sijoitettu oikein kartalle. Ohjelma määrittää sijainneille pistearvot väliltä 0–100, jotka kuvaavat paikkatiedon paikkansapitävyyttä. Jos pisteet jäävät raja-arvon alapuolelle, ohjelma ilmoittaa siitä. Raja-arvoja voidaan muuttaa ohjelmassa.

Tilaukset voidaan tuoda ohjelmaan monista eri tiedostomuodoista, kuten Excel-tiedostoista. Kun reitit on optimoitu annettujen parametrien perusteella, ohjelma voi laatia erilaisia raportteja reiteistä. Raportit voivat sisältää esimerkiksi ajojärjestyslistoja, kuormakirjoja, ajo-ohjeita sekä kustannuksiin liittyviä tietoja. (Esri Finland Oy. n.d.b)

ArcLogistics suorittaa optimoinnin ajoneuvoihin ja kuljettajiin liittyvien parametrien perusteella, joita ovat

- ajoneuvojen eri kapasiteettitiedot, kuten maksimikuorma ja maksimitilausmäärä
- ajoneuvojen kustannukset ajomatkaa ja -aikaa kohden sekä kustannus ylityöaikaa kohden
- mahdolliset ajoneuvokohtaisesti käytettävät maantieteelliset alueet
- kuljetusten erityisvaatimukset
- kuljettajan aikaisin ja myöhäisin mahdollinen aloitusaika
- maksimityöaika, maksimiajoaika ja maksimiamatka kuljettajaa kohden
- työaika, minkä jälkeen ylityökustannus astuu voimaan
- kuljettajan ruokatauon pituus ja alkamisajankohta
- kuljetuksen maantieteellinen aloitus ja lopetuspiste sekä aloitukseen ja lopetukseen liittyvä työaika.

Arclogisticsin tilauksiin syötettävät keskeiset parametrit ovat

- asiakastiedot, kuten nimi, asiakasnumero, tilausnumero ja muut lisätiedot
- osoitetiedot
- tilauksen tärkeys
- tilauksen suuruus eri suureina
- asiakkaan palveluaika
- kuljetuksen tyyppi
- aikaikkunat, eli milloin tilaus on suoritettava
- erityisvaatimukset, joita vaaditaan kuljetuskalustolta.

Kuljetuskaluston ja tilaustietojen lisäksi ohjelmaan luodaan sijaintitietoja, jotka kuvaavat esimerkiksi keskusvarastoa. Ajoneuvojen aloitus ja lopetuspisteet määritetään näille sijainneille.

Esri:ltä on saatavilla myös navigaattori, joka voidaan asentaa ajoneuvotietokoneeseen. Tällöin reitti voidaan muuttaa ja optimoida lennosta, sekä lähettää ajoneuvotietokoneeseen. Näin asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin tai muihin muuttuviin olosuhteisiin pystytään reagoimaan erittäin nopeasti. (Esri Finland Oy. n.d.b)

2.7 Kuljetustapahtuman mittaristo maantiekuljetuksissa

Luvussa käsitellään tämän työn kannalta hyvin keskeisiä kuljetustuotannon toimintolaskentaan liittyviä käsitteitä. Mittareiden oikeanlaisella käytöllä kuljetustoimintoja voidaan arvioida tehokkaasti.

Kuljetusten toimintolaskennan avulla kustannuksia voidaan kohdentaa, sekä toimintaa arvioida. Kohdentamisen ja arvioinnin toimivuutta kuvataan teknisillä termeillä. Toimintolaskenta antaa vastauksia ja perusteita kuljetuskustannusten kohdistamis- ja hinnoitteluongelmiin. Tavoitteena on parempi prosessien hallinta, tuottavuuden kehittäminen ja kannattavuuden parantaminen. Kuljetusten suoritelaskennassa sovelletaan SI-perusyksiköiden lisäksi muita kuljetuksia hyvin kuvaavia suureita. Näiden avulla kuljetuksia voidaan mitata suoritekäsitteiden avulla. (Oksanen 2004, 25, 29, 37.)

Seuraavassa on kuvattu mitattavia käsitteitä, jotka on koettu hyödyllisiksi opinnäytetyön aiheen kannalta.

Kokonaiskuljetustyö

Kuljetusvälineen kokonaiskuljetustyö eli kuljetussuorite lasketaan kuljetetun kuorman ja kuljetusmatkan tulona (Kaava 1) (Oksanen 2004, 40).

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = \sum_{i=1}^n m_i s_i = m_k s \quad (1)$$

$$\begin{aligned} W_i &= \text{kuljetuksen } i \text{ kuljetustyö (tkm)} \\ m_i &= \text{kuljetuksen } i \text{ kuorma (t)} \\ s_i &= \text{kuljetuksen } i \text{ kuljetusmatka (km)} \\ i &= \text{kuljetuskertojen lukumäärä, } i = 1 \dots n \\ m_k &= \text{keskikuorma (t)} \\ s &= \text{kokonaisajosuorite (tkm)} \end{aligned}$$

Keskikuorma

Keskikuorma tarkoittaa kuljetettujen kuormien kuljetusmatkalla painotettua keskiarvoa (Kaava 2) (Oksanen 2004, 41).

$$\text{Keskikuorma (t)} = \frac{\text{Kuljetustyö (tkm)}}{\text{Ajosuorite (km)}} = \quad (2)$$

$$= \frac{\text{Kuljetusteho (tkm/h)}}{\text{Kuljetusnopeus (km/h)}}$$

Kuljetusteho

Kuljetusteho saadaan jakamalla kuljetustyö sen suorittamiseksi käytetyllä ajalla. Se voidaan ilmaista myös kuorman ja kuljetusnopeuden tulona. Ajalla tarkoitetaan kuljetustehtävän kokonaisaikaa, johon sisältyy ajoajat sekä muut seisona-ajat, kuten kuormausaika. (Kaava 3) (Oksanen 2004, 40.)

$$\text{Kuljetusteho (tkm/h)} = \frac{\text{Kuljetustyö (tkm)}}{\text{Kokonaisaika (h)}} \quad (3)$$

$$= \text{Keskikuorma (t)} \times \text{Kuljetusnopeus (km/h)}$$

Kuljetuskapasiteetti

Kuljetuskapasiteetti huomioi kuljetettavan tavaramäärän ja ajosuoritteen. Se sopii kapasiteetin mittariksi silloin, kun tavarasuorite ja ajosuorite vaihtelevat. (Kaava 4) (Oksanen 2004, 39.)

$$\begin{aligned} \text{Kuljetuskapasiteetti} \left(\frac{\text{tkm}}{\text{h}} \right) & \quad (4) \\ & = \frac{\text{Tavoitteellinen kuljetussuorite (tkm)}}{\text{Aika (h)}} \end{aligned}$$

Toiminta-aste

Tietyinä aikajaksona toteutunutta kuljetussuoritemäärää nimitetään toiminta-asteeksi (Kaava 5) (Oksanen 2004, 41).

$$\text{Toiminta – aste (tkm/h)} = \frac{\text{Kuljetustyö (tkm)}}{\text{Aika (h)}} \quad (5)$$

Toimintasuhde

Toimintasuhde tarkoittaa toiminta-asteen ja kapasiteetin suhdetta (Kaava 6) (Oksanen 2004, 41).

$$\text{Toimintasuhde} = \frac{\text{Toiminta-aste (tkm/h)}}{\text{Kuljetuskapasiteetti (tkm/h)}} \quad (6)$$

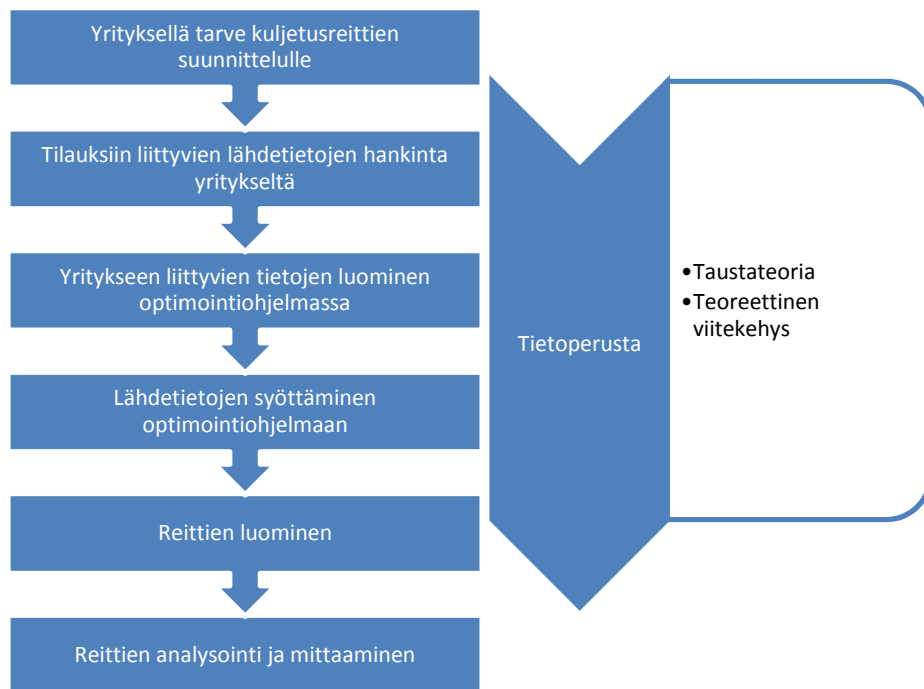
Keskikuormausaste

Keskikuormausaste kuvaa kuljetustapahtuman keskimääräistä kuormausastetta kuljetusmatkalla painotettuna (Kaava 7) (Oksanen 2004, 43).

$$\text{Keskikuormausaste (\%)} = \frac{\text{Keskikuorma (t)}}{\text{Hyötykuorma (t)}} \quad (7)$$

3 SUUNNITTELUTYÖN SUORITTAMINEN

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella LähiPuoti Remes Oy:lle alustavat optimoidut reittivaihtoehtomallit, joiden perusteella yritys pystyy arvioimaan tulevaa toimintaansa. Reitit luotiin optimointiohjelmalla toimeksiantajalta saatujen tietojen perusteella. Tulokset ja niiden analysointi esitellään luvussa 4. Suunnittelutyö kytkeytyy tietoperustaan, joka esitellään luvussa 2. Opinnäytetyön alustavaa aihetta käsiteltiin ensimmäisen kerran toimeksiantajan kanssa syyskuussa 2012. Aiheen tarkemmista suunnitelmista ja tavoitteista sovittiin lokakuun ja marraskuun aikana. Varsinainen suunnittelutyö ja siihen liittyvä analysointi suoritettiin tammikuun aikana. Kuva 5 (s. 17) esittää työn käytännön osion suorittamista.



Kuva 5. Työn käytännön puoli kuvattuna.

3.1 Suunnittelutyössä käytetyt menetelmät

3.1.1 Tietoperustan lähteiden hankinta

Työn aiheeseen liittyvää tietoperustan etsimisessä käytettiin hyväksi Internetistä löytyvää Louna-kirjastot-palvelua sekä Hämeen ammattikorkeakoulun kirjaston kokoelmätietokantaa. Lisäksi käytettiin Internetin hakupalveluita, kuten Googlea. Opinnäytetyötä tukevinä lähteinä käytettiin Internetistä löytyviä selvityksiä, tutkimuksia, aikakauslehtiartikkeleita sekä muita verkkosivuja. Lisäksi lähteenä käytettiin kirjastoista lainattua alan kirjallisuutta.

Toimeksiantajan yritykseen liittyvää tietoa saatiin työhön liittyvissä palavereissa. Toimeksiantajaa haastateltiin sähköpostitse. Työn edetessä sähköposti oli hyvin keskeinen tapa tiedon välityksessä.

3.1.2 Käytännön työhön liittyvä tiedon käsittely

Reittien suunnitteluun ja siihen liittyvään tulosten analysointiin liittyy runsaasti erilaista lähtötietoa, jonka perusteella suunnittelu ja analysointi toteutettiin. Kun otettiin huomioon vielä tulostiedot, työ vaati käytännöllistä menetelmää, jolla tiedot saatiin käsiteltyä ja tulokset laskettua. Työssä käytettiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaa, jonka avulla tiedot saatiin käsiteltyä vaadittuun muotoon. Ohjelman kaava-toiminnon avulla suoritettiin tarvittavat laskelmat. Ohjelma oli hyvin keskeisessä roolissa käytännön työtä suoritettaessa, koska sitä tarvittiin ennen reittien optimointivaihetta sekä sen jälkeen.

3.1.3 ArcLogisticsin käyttäminen

Optimaalisten reittien suunnittelu suoritettiin ArcLogisticsilla, johon saatiin lyhyt Hämeen ammattikorkeakoulun järjestämä koulutus joulukuussa 2012. Koululta saatiin asennusmedia, jolla ohjelma voitiin asentaa kotitietokoneelle käytettäväksi. Ohjelman käyttöoikeus kesti 2013 tammikuun loppuun asti.

3.1.4 Tietojen kuvaaminen raportissa

Opinnäytetyöhön liittyvää tietoa kuvataan raportissa kuvien, taulukoiden ja kaavioiden avulla. Kuvia luotiin tekemällä kuvaruutukaappauksia, jotka leikattiin Microsoft Windowsin Paint-ohjelmalla. Taulukot ja kaaviot luotiin suoraan Microsoft Office Word -ohjelmassa.

3.2 Reittien suunnittelu ArcLogisticsilla

3.2.1 Lähtötietojen käsittely

Opinnäytetyöhön liittyvät lähtötiedot saatiin toimeksiantajalta. Näitä tietoja ovat tilaustiedot ja muut LähiPuoti Remes Oy:öön liittyvät tiedot, joita käytettiin optimoinnin parametreina. Tilauslista saatiin toimeksiantajalta Excel-muodossa (Liite 1) noin kaksi kuukautta, ennen kuin yrityksen toiminta oli alkanut. Näin ollen lista ei edusta todellista tilannetta vaan toimeksiantajan laatimaa kuvitteellista tilaustilannetta, jonka perusteella halutaan tietää reittivaihtoehtojen vaikutuksia eri suoritteisiin. Yrityksen käyttämä varaston sijainti oli tuolloin alustavasti Forssassa. Tammikuussa 2013 yrityksen käyttämä varaston sijainti varmistui Humppilaan.

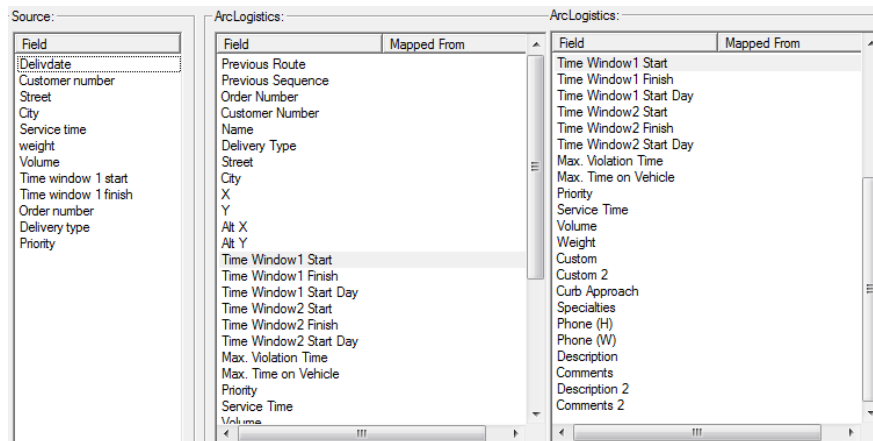
Tilauslistan jokainen rivi sisältää tilatun tuotteen, määrän, tuottajan, tuottajan osoitteen, tuotteen kuljetustavan, tuotteen tilaajan, tilaajan osoitteen, kuljetustavan tilaajalle ja toimituspäivän. Tuotteen kuljetustapa tarkoittaa sitä, toimittaako tuottaja tuotteen itse varastolle vai noutaako LähiPuoti Remes Oy tuotteen varastolle. Varaston alkuperäinen sijainti on myös ilmoitettuna.

Tilauslistalta ilmenee tuottajia olevan yhteensä yhdeksän. Kultakin tuottajalta on tilattu tuotteita yhdelle tai useammalle asiakkaalle. Asiakkaita on yhteensä kolme. Tilauslistalla on kaksi eri tilausversiota kahden eri skenaarion perusteella. Ensimmäisessä versiossa LähiPuoti Remes Oy noutaa tuotteet kahdeksalta tuottajalta. Yksi tuottaja toimittaa tuotteet itse varastolle. Toisessa versiossa LähiPuoti Remes Oy noutaa tuotteet vain kolmelta tuottajalta, ja loput kuusi tuottajaa toimittavat itse tuotteet varastolle. Kummassakin versiossa tuottajilta kerätyt tilaukset toimitetaan itse asiakkaille.

Tilauslistan tietojen lisäksi toimeksiantaja ilmoitti optimoinnissa tarvittavia tietoja, joita ovat

- ajoneuvon hyötykuorma 730 kg
- ajoneuvon maksimiajosuorite työpäivää kohden 350 km
- työpäivän aloitus klo 6:00 - 10:00 välillä
- maksimityöaika 10 h
- ruokatauko noin klo 11:00
- lopullinen varaston sijainti harjupellontie 11, Humppila.

Tarkoituksena on siirtää nämä tiedot ArcLogisticsiin. Ennen kuin tiedot voidaan siirtää, on taulukkotiedoston tietojen oltava muodossa, jota ArcLogistics ymmärtää ja käsittelee oikein. Tilaustiedot saadaan siirrettyä ArcLogisticsiin sen sisältämän Import Wizard -toiminnon avulla. Toiminnolla voidaan siirtää useiden tiedostomuotojen sisältämiä tietoja. Toiminnossa on tarkoitus linkittää tuotavat tiedot ohjelman parametreihin, joita on olemassa lukuisia. Source-kentän tiedot edustavat lähdetiedoston tietoja, jotka yhdistetään ArcLogisticsin parametreihin (Kuva 6).



Kuva 6. Tilaustietojen ja parametrien linkittäminen ArcLogisticsissa.

Ennen tilaustietojen tuomista ArcLogisticsiin, tilauslista oli muutettava uuteen muotoon. Tilauslistassa olevista kahdesta versiosta luotiin kummastakin uusi lista (Liitteet 2 ja 3). Uusissa tilauslistoissa tuottajien ja asiakkaiden nimet muutettiin asiakasnumeroiksi, jotka selkeyttävät tietojen käsittelyä ja raportointia. Asiakasnumerot jaettiin seuraavanlaisesti:

- 1: Tuottaja 1
- 2: Tuottaja 2
- 3: Tuottaja 3
- 4: Tuottaja 4
- 5: Tuottaja 5
- 6: Tuottaja 6
- 7: Tuottaja 7
- 8: Tuottaja 8
- 9: Tuottaja 9
- 10: Asiakas 1
- 11: Asiakas 2
- 12: Asiakas 3

Tilauksille luotiin myös oletetut nouto- ja toimituspäivämäärät sekä tilausnumerot, jotka selkeyttävät tietojen käsittelyä ArcLogisticsissa. Kultakin tuottajalta tilatut määrät laskettiin yhteen, jolloin yksi tilausrivi vastaa yhdeltä tuottajalta noudettua tilausmäärää painona. Vastaavasti asiakkaalle toimitettava kokonaismäärä laskettiin yhteen. Tilauksissa, joissa tuottaja toimittaa tuotteet varastolle, määritettiin osoitteeksi varaston sijainti.

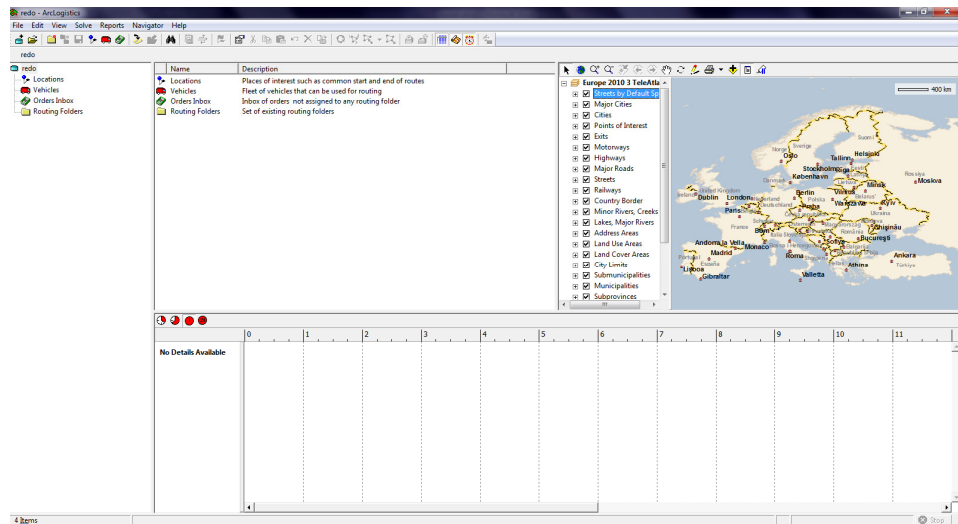
Service time tarkoittaa palveluaikaa, johon sisältyy esimerkiksi kuorman lastausta ja purkua. Palveluajaksi määritettiin 10 min jokaisen asiakkaan luona. Palveluaikaa ei ole määritelty toimeksiantajan puolesta, joten se perustuu pelkkään olettamukseen ja arvioon. Delivery type määrittää, onko tilaus nouto vai toimitus. Volume-arvolla voidaan myös määrittää tilausmääriä. Tämä lisättiin myös tilauslistoihin, mutta määritettiin jokaiselle tilauksen arvoksi 0. Jos volume-arvoa ei määritetä, asettaa ohjelma arvoksi 1. Tällä varmistettiin, että optimoinnissa otetaan huomioon ainoastaan tuotteiden painot.

Tilauslistan luonnissa kokeiltiin myös toisenlaisia periaatteita. Luotujen tilauslistojen (Liitteet 2 ja 3) rivit edustavat jokaisen tuottajan ja asiakkaan toimipisteen kokonaistilausmäärää, joka on laskettu yksittäisten tilausten summana. Työssä kokeiltiin miten ArcLogistics luo reitit, jos tilauslistan jokainen rivi edustaa jokaista tarkkaa erillistä tilausta. Ajatuksena oli, että ohjelmaan voitaisiin syöttää suoraan jokaisen asiakkaan tarkat tilausmäärät ja ohjelma osaisi niiden perusteella muodostaa järkevät reitit. Kun tapaa kokeiltiin käytännössä, huomattiin ohjelman muodostavan varsin epäloogiset reitit. Näin muodostetuissa reiteissä ajoneuvo teki monia edestakaisia matkoja vajaalla kuormalla, jolloin ajoneuvolle määritelty maksimimatkka ylittyi hyvin nopeasti. Tilauslistasta kokeiltiin muodostaa muutamia variaatioita tällä periaatteella, mutta ne eivät osoittautuneet toimiviksi.

3.2.2 Projektin luominen ArcLogisticsissa ja tietojen syöttäminen

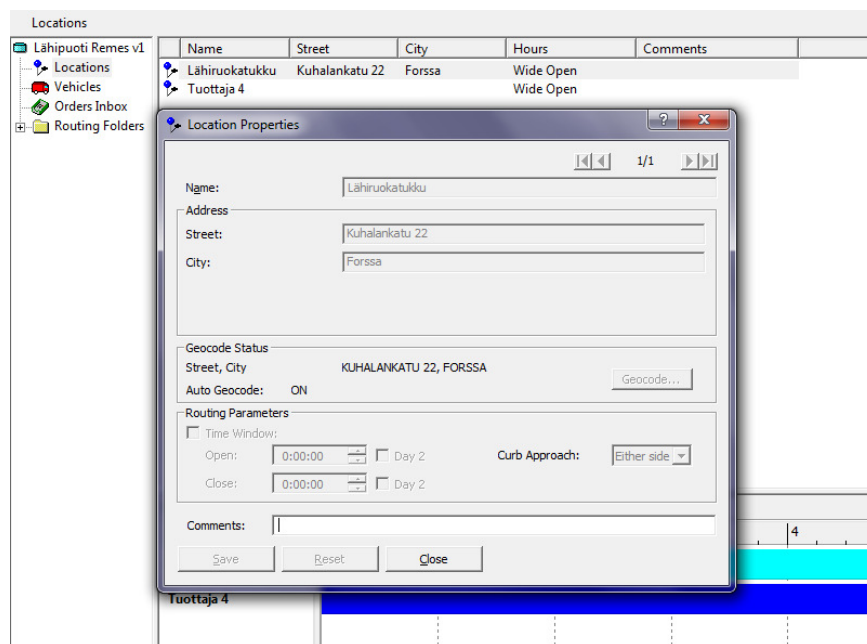
ArcLogisticsilla luotiin kaksi projektia, joiden lähtötiedot perustuvat luotuihin tilauslistoihin (Liitteet 2 ja 3). Ennen projektin luontia valitaan käytettävät kartta- ja sijaintitiedot, joiden perusteella optimointi suoritetaan. Tässä valitaan myös käyttääkö ohjelma Suomen postinumeroita vai paikkakuntia osoitetietojen määrittelyssä. Osoitetiedoksi määriteltiin tässä työssä paikkakunnat, koska tilaustiedot sisälsivät paikkakuntatiedot. Tämän vaiheen jälkeen ryhdyttiin luomaan yrityksen tietoja (Kuva 7, s. 21).

Kuljetusreittien suunnittelu aloittavalle lähiruokayritykselle



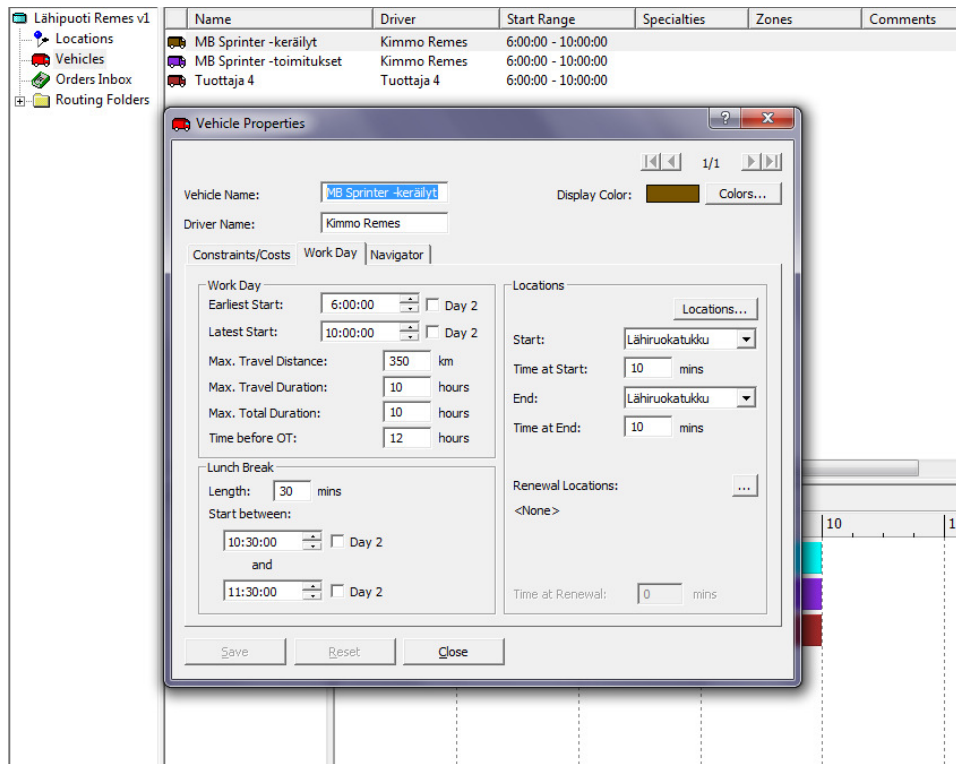
Kuva 7. Näkymä ArcLogisticsista projektin luonnin alkuvaiheessa.

Ensimmäiseksi luotiin projekti, joka perustuu tilauslistaversiolle 1 (Liite 2). Projektin luomisen jälkeen luotiin sijaintitiedot yrityksen varastolle sekä yhdelle tuottajalle, joka toimittaa tuotteet varastolle (Kuva 8). Tämän jälkeen määriteltiin ajoneuvojen tiedot (Kuva 9, s. 22). Keräilykuljetuksille ja toimituskuljetuksille luotiin erikseen ajoneuvot, jotta aikatauluja pystyttäisiin kontrolloimaan paremmin. Tuottajalle 4 luotiin myös ajoneuvo. Ajoneuvoille määritellään ohjelmassa myös lähtö- ja lopetuspisteissä kuluva aika. Tämä kuvaa sitä aikaa, joka käytetään esimerkiksi ennen varsinaista kuljetustyötä varastolla ja kuljetuksen päättymisen jälkeen kuorman purkuun. Lähtö- ja lopetusajoiksi määritettiin oletukseksi 10 min. Koska tuottajien käyttämistä ajoneuvoista ei ollut saatavilla tietoja, oletettiin näille ajoneuvoille sama hyötykuorma kuin yrityksen ajoneuvolla. Yrityksen ajoneuvoille määritettiin aloitus- ja lopetussijainniksi varasto. Vastaavasti sijainneiksi tuottajan ajoneuvolle määritettiin tuottajan oma toimipiste.



Kuva 8. Sijaintitietojen luominen.

Kuljetusreittien suunnittelu aloittavalle lähiruokayritykselle



Kuva 9. Ajoneuvojen luominen.

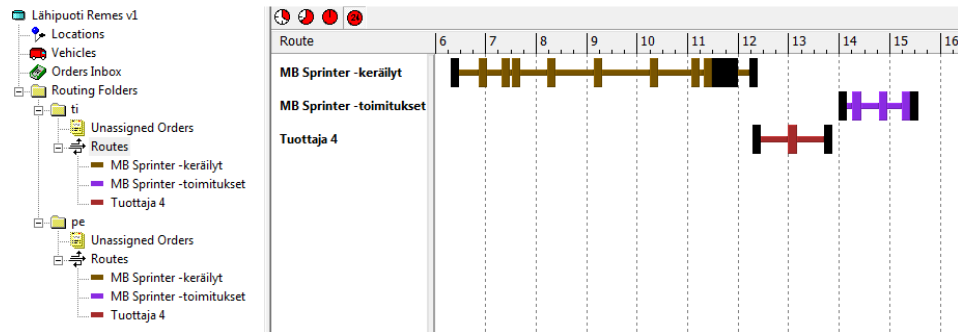
Ajoneuvojen määrittämisen jälkeen ohjelmaan tuotiin muokattu tilauslista (Liite 2), sekä määriteltiin tilauslistan ja parametrien yhteys (Kuva 6, s. 19). Tuodusta tilauslistasta ilmeni, että monille tilausten osoitetiedoille ei ole pystytty määrittämään luotettavaa sijaintia kartalle (Kuva 10). Ilmeni, että jostain syystä osa lähdetiedoissa olevista paikkakunnista oli ohjelmalle tuntemattomia, sekä yhdessä osoitteessa oli kirjoitusvirhe. Näiden sijaintien korjauksessa käytettiin ohjelman geokoodaus-toimintoa.

Order No.	Customer No.	Name /	Street	City	Geocode Status	Time Window	Priority	Service Time	Weight	Delivery Type
1	1	15.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	325	Pickup
10	10	15.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	200	Delivery
11	11	15.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	46	Delivery	
12	12	15.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	294	Delivery	
2	2	15.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	40	Pickup
3	3	15.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	35	Pickup	
4	4	15.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	15	Delivery	
5	5	15.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	62	Pickup	
6	6	15.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	30	Pickup	
7	7	15.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	10	Pickup	
8	8	15.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	10	Pickup
9	9	15.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	3	Pickup
13	1	18.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	255	Pickup
14	2	18.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	40	Pickup
15	3	18.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	60	Pickup	
16	4	18.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	15	Delivery	
17	5	18.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	62	Pickup	
18	6	18.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	30	Pickup	
19	7	18.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	10	Pickup	
20	8	18.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	10	Pickup
21	9	18.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	3	Pickup
22	10	18.1.2013			Ungeocoded	6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	145	Delivery
23	11	18.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	46	Delivery	
24	12	18.1.2013	Street, City		6:00:00 - 20:00:00	Normal	5	294	Delivery	

Kuva 10. Tuotu tilauslista ohjelmaan.

Kun tilaustiedot olivat valmiina, voitiin eri päivien tilauksille luoda omat reittikansiot. Näihin kansioihin määritettiin kussakin reitissä käytettävät ajoneuvot. Tämän jälkeen kullekin ajoneuvolle siirrettiin niille tarkoitetut tilaukset, jolloin ohjelma muodosti näiden tietojen perusteella optimoidut reitit. Kun keräilyreitti oli muodostettu, määritettiin tuottajan 4 noutama tilauksen aikaikkuna klo 12:30–13:00 välille. Tämä tehtiin siksi, että reitti-

suunnitelmassa keräilykuljetusten kuljettaja on palannut varastolle noin klo 12:30 mennessä, minkä jälkeen on vasta mahdollista ottaa tuottajan 4 toimitus vastaan. Tämän jälkeen reitti muodostettiin siirtämällä tilaus kuljettajan 4 ajoneuvolle. Vastaavasti edellistä ajatusta käyttämällä toimitusten ajoittaminen määritettiin alkavaksi noin tunti tuottajan toimituksen jälkeen, jotta toimitusten valmistamiseen jäisi aikaa. Näiden vaiheiden jälkeen ensimmäisen tilauslistaversioon perustuva reittioptimointi oli valmis (Kuva 11).



Kuva 11. Optimoidut kuljetusreitit muodostettu aikatauluineen.

Tilauslistaversioon 2 (Liite 3) liittyvä reittien suunnittelu suoritettiin samoin periaattein kuin edellinen kuvattu reittien muodostus. Pienten tilausmäärämuutosten lisäksi erona versiossa 2 on se, että suurin osa tuottajista toimittaa itse tuotteet varastolle. Tuottajien toimitukset aikataulutettiin alkavaksi keräilykuljetusten jälkeen. Periaatteena tässä oli käyttää noin kahden tunnin aikaväliä, jonka aikana tuottajat toimittavat tuotteet vuorotain pienin aikavälein varastolle. Tällöin vältettäisiin ruuhkat varastolla.

Tähän mennessä kuvatut reittien luomiset tehtiin alkutiedon perusteella, jonka mukaan yrityksen varasto sijaitsee Forssassa. Yrityksen todellisen tilanteen mukaan varasto tulee sijaitsemaan Humppilassa. Tämän tilanteen tullessa selville, ArcLogisticsille luotiin vastaavat projektit, joihin varaston sijaintitiedot muutettiin. Aiemmin luotuja projekteja pystyi käyttämään ohjelmassa pohjana, joten koko optimointia ei tarvinnut suorittaa uudelleen alusta.

3.3 Laskelmien suorittaminen

Kun optimoidut reitit tulivat valmiiksi, suoritettiin tarvittavat laskelmat Excel-työkalukolaskentaohjelmalla. Työssä on tarkoitus verrata tilauslistojen perusteella tehtyjä reittejä sekä yrityksen oman toiminnan kannalta että koko toimitusketjun kannalta. Vertailussa käytetään hyväksi luvussa 2.7 esiteltäviä kaavoja (1–7). Työssä on tarkoitus myös samojen mittarien avulla tarkastella, mitä vaikutuksia varaston sijainnin muuttamisella oli. Varaston sijainnin muutoksen vaikutuksia mitataan kaava-arvojen keskimääräisellä suhteellisella muutoksella.

Laskelmia varten luotiin kolme eri taulukkolaskentatiedostoa, joista ensimmäisessä (Liite 4) suoritettiin laskennat sillä tiedolla, että varasto sijaitsee Forssassa. Toisessa tiedostossa (Liite 5) suoritettiin laskennat sillä tie-

dolla, että varasto sijaitsee Humppilassa. Näissä tiedostoissa laskettiin erikseen kaikkien mahdollisten reittien suoritteet. Suoritteiden perusteella laskettiin kaavojen (1–7) arvot.

Kolmannessa tiedostossa (Liite 6) suoritettiin laskennan avulla vertailu kahden eri lähtötilanteen välillä, jossa ensimmäisessä tilanteessa tilaukset noudettiin pääosin omilla kuljetuksilla, ja toisessa tilanteessa tilaukset toimitettiin pääosin tuottajien toimesta. Kummankin lähtötilanteen kaikkien reittien suoritteet laskettiin yhteen, jonka perusteella laskettiin suoritteiden keskiarvo. Suoritteiden keskiarvojen perusteella laskettiin kaavojen (1–7) arvot. Kummankin tilanteet laskettiin yrityksen kuljetustoiminnan näkökulmasta sekä koko toimitusketjun näkökulmasta. Lähtötilanteiden keskiarvoja verrattiin kummastakin näkökulmasta. Vertailussa laskettiin tulosten ero määrällisesti sekä suhteellisesti. Kaikki laskennat suoritettiin erikseen varaston sijainnin mukaan. Lopuksi laskettiin kuinka paljon varaston sijainnin muutoksella on vaikutusta suoritteisiin ja käsitarvoihin keskimäärin ottaen huomioon kaikki reitit kummastakin näkökulmasta.

Kokonaiskuljetustyötä laskettaessa (Kaava 1) on otettava huomioon reitin jokaisen pisteen välillä tehty ajosuorite sekä kyseisellä ajosuoritteella kuljetettu tavaramäärä. Kuva 12 (s. 25) sisältää esimerkin kahden eri reittipisteen matkan laskemisesta. Kahden eri reittipisteen välinen matka on laskettu ArcLogisticsin reittiraportista saatujen reitti-ohjeiden perusteella (Kuva 13, s. 25). Saatu kuljetusmatka kerrotaan sillä hetkellä kuljetettavalla kuormalla, jolloin saadaan kuljetustyö. Jokaisen reittipisteen väliset kuljetustyöt on laskettu yhteen, jolloin on saatu kokonaiskuljetustyön arvo 115,2 tkm.

Kuva 12 (s. 25) esittää laskelmia reitistä, joka on tehty tilauslistaversioon 1 perusteella. Reitissä keräillään tilaukset siis kahdeksalta tuottajalta ja laskelmat on suoritettu yrityksen oman toiminnan kannalta, eli niissä ei oteta huomioon yhden tuottajan kuljetuksia. Kyseinen esimerkki on reitistä, jossa varaston oletetaan sijaitsevan Forssassa. Käytetty ajoaika on otettu ArcLogisticsin raporttitoiminnosta.

B10		fx =0,9+6,9+0,05+10,8+14,9+0,5+9,4+9,2+1,4					
	A	B	C	D	E	F	G
1	Ajoneuvon hyötykuorma	0,73					
2							
3	Reittiversio 1 - keräilykuljetukset - tiistai - omat kuljetukset						
4							
5	Aloitus varastolta	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)
6	1. Piste	19,75	0,325	0,325	3,8675	10	0,166667
7	2. Piste	11,9	0,03	0,355	0,9585	10	0,166667
8	3. Piste	2,7	0,01	0,365	12,0815	10	0,166667
9	4. Piste	33,1	0,045	0,41	22,1605	10	0,166667
10	5. Piste	54,05	0,062	0,472	34,7392	10	0,166667
11	6. Piste	73,6	0,04	0,512	29,1072	10	0,166667
12	7. Piste	56,85	0,003	0,515	2,884	10	0,166667
13	8. Piste	5,6	0,01	0,525	9,42375	10	0,166667
14	Lopetus varastolle	17,95				20	0,333333
15	Yhteensä	275,5			115,22215		1,666667
16	Käytetty ajoaika	3,91					
17							
18	Keskikuorma	0,41822922					
19	Kuljetusteho	20,6614734					
20	Kuljetuskapasiteetti	51,4360614					
21	Toiminta-aste	29,4685806					
22	Toimintasuhde	0,57291674					
23	Keskikuormausaste	57,2916739					

Kuva 12. Laskentaesimerkki Excelistä.

Start at [redacted]
 Go northwest on [redacted] drive 0.9 Km
 Turn left to stay on [redacted] drive 6.9 Km
 Turn right to stay on [redacted] drive < 0.1 Km
 Turn right to stay on [redacted] drive 10.8 Km
 Continue on [redacted] drive 14.9 Km
 Turn left to stay on [redacted] drive 0.5 Km
 Turn right to stay on [redacted] drive 9.4 Km
 Continue on [redacted] drive 9.2 Km
 Turn right to stay on [redacted] drive 1.4 Km
 Finish at [redacted] on the right

Kuva 13. Esimerkki ArcLogisticsin reitin opastuksesta ilmenevien reittipisteiden välisistä etäisyyksistä.

Laskelmia tehdessä huomattiin, että monessa eri reitin laskelmassa kokonaiskuljetustyötä saatiin laskettua jopa huomattavasti, mikäli reitin kääntää toisin päin. Toisin sanoen, jos reitti aloitetaan viimeisestä pisteestä ja kuljetaan loput pisteet myös käänteisessä järjestyksessä, saadaan kuljetustyötä vähennettyä, vaikka sama tavaramäärä saapuu määränpään samalla ajosuoritteella. Tämän asian johdosta jokaiselle reitille suoritettiin kyseinen toimenpide ja laskennat suoritettiin myös näille käännettyille reiteille. Vertailuun valittiin joko alkuperäisen tai käännetyn reitin laskennat, riippuen kummassa kokonaiskuljetustyö oli pienempi. Kuvan 14 (s. 26) laskennat ovat samasta reitistä kuin kuvassa 12, mutta reitti on käännetty. Näistä kuvista huomataan, kuinka suuri vaikutus reitin kääntämisellä saattaa olla suoritettuun kuljetustyöhön.

Reittiversio 1 - keräilykuljetukset - tiistai - omat kuljetukset - reitti toisin päin						
Aloitus varastolta	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)
1. Piste	17,95	0,01	0,01	0,056	10	0,166667
2. Piste	5,6	0,003	0,013	0,73905	10	0,166667
3. Piste	56,85	0,04	0,053	3,9008	10	0,166667
4. Piste	73,6	0,062	0,115	6,21575	10	0,166667
5. Piste	54,05	0,045	0,16	5,296	10	0,166667
6. Piste	33,1	0,01	0,17	0,459	10	0,166667
7. Piste	2,7	0,03	0,2	2,38	10	0,166667
8. Piste	11,9	0,325	0,525	10,36875	10	0,166667
Lopetus varastolle	19,75				20	0,333333
Yhteensä	275,5			29,41535		1,666667
Käytetty ajoaika	3,91					
Keskikuorma	0,10677078					
Kuljetusteho	5,274719068					
Kuljetuskapasiteetti	51,43606138					
Toiminta-aste	7,523107417					
Toimintasuhde	0,146261343					
Keskikuormausaste	14,6261343					

Kuva 14. Käännetyn reitin laskelmia.

Kun laskelmat suoritettiin, huomattiin, että toimintasuhteen ja keskikuormausasteen kaavat antavat käytännössä samat arvot. Tämä johtuu siitä, että toiminta-astetta laskettaessa on otettu huomioon vain ajoaika. Muita aikoja ei ole otettu huomioon, koska lastaus- ja purkuajat ovat arvioituja oletusaikoja. Jotta tulokset eivät perustuisi liikaa oletuksiin, päätettiin toiminta-aste ja toimintasuhde jättää pois tulosten laskennassa. Kuljetustehossa otetaan huomioon myös muut ajat, joten se riittää mittariksi, joka huomioi nämä oletusajat.

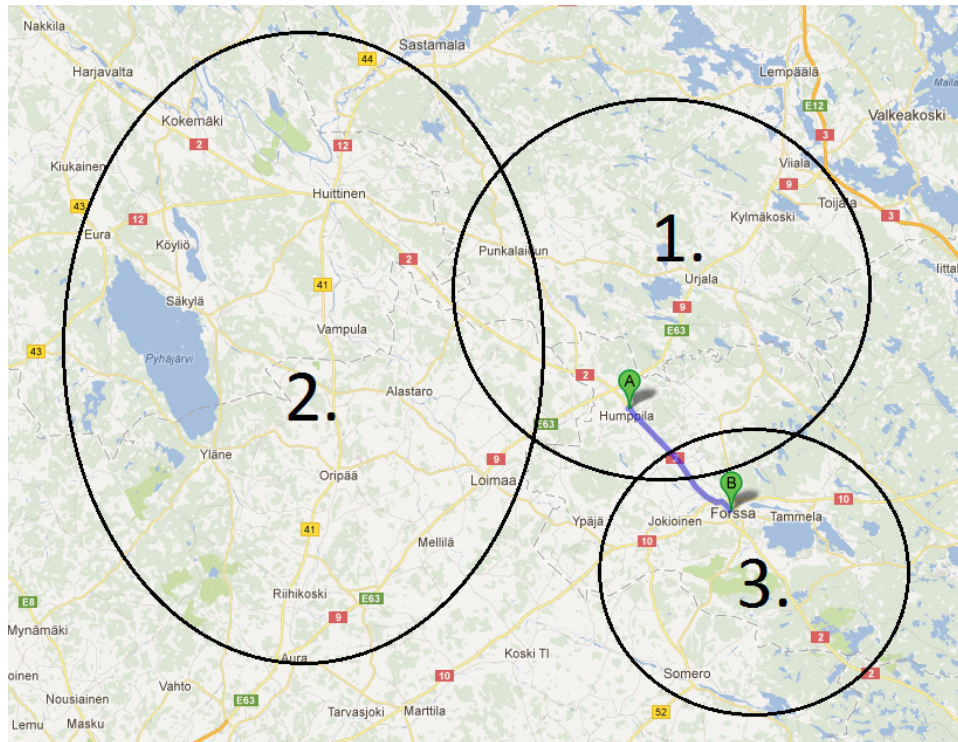
4 REITTIIEN OPTIMOINTITULOKSET JA LASKELMAT

4.1 Kuljetusreittien esittely

Seuraavalla neljällä luvulla esitellään ArcLogisticsilla luotujen reittien tietoja. Keskitetyllä toimintamallilla tarkoitetaan reittien muodostusta tilanteessa, jossa valtaosa tilauksista hoidetaan LähiPuoti Remes Oy:n kuljetuksilla (Liite 2). Vastaavasti hajautetulla toimintamallilla tarkoitetaan reittien muodostusta tilanteessa, jossa valtaosa tilauksista hoidetaan tuottajien kuljetuksilla (Liite 3). Kummallekin tilanteelle on laadittu erikseen reitit ottaen huomioon varaston eri sijainti. Tilaustietojen erot tilauspäivien välillä ovat pieniä, josta syystä kummallekin tilauspäivälle luodut reitit ovat identtisiä. Näin ollen päiväkohtaisia reittejä ei tarvitse esitellä. Tuottajien reittejä ei ole esitelty erikseen, koska sillä ei koeta olevan hyötyä työn aiheen kannalta.

Kuvassa 15 (s. 27) on esitelty tuottajien, asiakkaiden ja varastojen suurpiirteiset sijainnit. Kuvan A- ja B-pisteet esittävät tukkuvaraston sijaintia, joista A on varaston todellinen sijainti ja B on varaston alkuperäinen si-

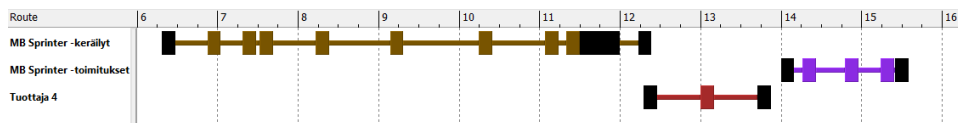
jainti. Alueella 1 ja 2 sijaitsevat yhdeksän tuottajaa, joista suurin osa painottuu alueelle 1. Kolme asiakasta, joille lähiruokatuotteet toimitetaan, sijaitsevat alueella 3. Kaikki tuottajat ja asiakkaat sijaitsevat alle 100 km kjonmatkan päässä varastosta.



Kuva 15. Tuottajien, asiakkaiden ja tukun sijainnit.

4.1.1 Keskitetty toimintamalli – varasto Forssassa

Keskitetyssä toimintamallissa kuljetuksen lähtöpiste on varastolla, josta keräilykuljetukset aloitetaan klo 6:00 jälkeen (Kuva 16). Tuottajat käydään läpi reitissä kuvan 17 (s. 28) mukaisesti. Keräilyreitien kokonaismatka on noin 276 km. Kummankin tilauspäivän reitit ovat identtiset.



Kuva 16. Reitien aikataulukuvaukset. Värilliset palkit kuvaavat palveluaikojen ja mustat palkit kuvaavat muuta aikaa, kuten taukoja ja kuljetusten valmisteluun kuluva aikaa.

Kuljetusreittien suunnittelu aloittavalle lähiruokayritykselle

	Sequence	Arrive Time	Order No.	Customer No.	Street	City	Weight
		6:18:47			Kuhalankatu 22	Forssa	
	1	6:52:38	1	1			325
	2	7:18:55	6	6			30
	3	7:31:49	8	8			10
	4	8:13:21	3	3			45
	5	9:08:45	5	5			62
	6	10:15:05	2	2			40
	7	11:04:21	9	9			3
	8	11:20:00	7	7			10
		11:30:00					
		12:13:37			Kuhalankatu 22	Forssa	

Kuva 17. Reittipisteiden järjestys keräilykuljetuksessa.

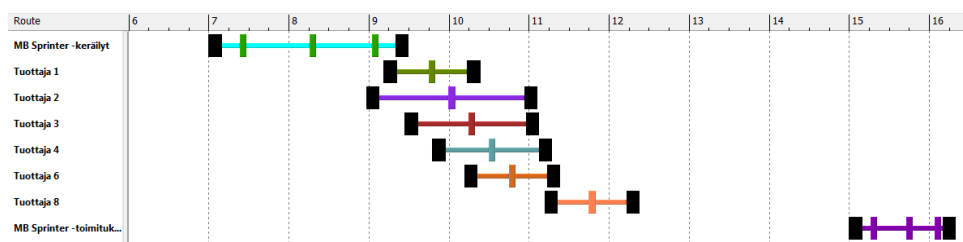
Keräilykuljetusten jälkeen tuottaja 4 toimittaa tilauksen varastolle noin klo 13:00. Tuottajan 4 kulkema kokonaismatka on noin 62 km. Tuotteiden toimitukset kolmelle asiakkaalle suoritetaan noin klo 14:00–15:30 välillä (Kuva 18). Tuotteiden toimituksiin käytettävä kokonaismatka on noin 57 km.

	Sequence	Arrive Time	Order No.	Customer No.	Street	City	Weight
		14:00:00			Kuhalankatu 22	Forssa	
	1	14:16:24	12	12			294
	2	14:47:57	10	10			200
	3	15:14:20	11	11			46
		15:25:13			Kuhalankatu 22	Forssa	

Kuva 18. Reittipisteiden järjestys toimituskuljetuksessa.

4.1.2 Hajautettu toimintamalli – varasto Forssassa

Hajautetussa toimintamallissa tilaukset noudetaan kolmelta tuottajalta kokonaismatkan ollessa 176 km (Kuvat 19 ja 20). Keräilykuljetusten jälkeen kuusi tuottajaa toimittavat tilaukset varastolle omilla kuljetuksillaan. Tuottajien kuljetuksiin kertyi kokonaismatkaa yhteensä 448 km. Tuotteiden toimitukset asiakkaille suoritetaan klo 15:00 jälkeen. Toimitusreitti on identtinen luvussa 4.1.1 kuvatun toimitusreittein kanssa.



Kuva 19. Reitit aikataulukuvauksessa hajautetussa mallissa, jossa varasto sijaitsee Forssassa.

	Sequence	Arrive Time	Order No.	Customer No.	Name	Street	City
		7:00:00			Lähiruokatu...	Kuhalankatu 22	Forssa
	1	7:23:37	7	7			
	2	8:15:35	5	5			
	3	9:02:19	9	9			
		9:20:08			Lähiruokatu...	Kuhalankatu 22	Forssa

Kuva 20. Reittipisteiden järjestys keräilykuljetuksessa.

4.1.3 Keskitetty toimintamalli – varasto Humppilassa

Kun varasto sijaitsee Humppilassa, on kyse samasta tilanteesta kuin luvussa 4.1.1, paitsi erona on varaston sijainti (Kuvat 21 ja 22). Reitin aikataulukuvaus on hyvin samankaltainen kuin luvussa 4.1.1, joten sitä ei ole esitelty erikseen. Keräilyreitin kokonaismatkaksi muodostui 257 km. Tuottajan 4 kokonaismatkaksi tuli 69 km.

	Sequence	Arrive Time	Order No.	Customer No.	Name	Street	City
		6:02:00			Lähiruokatu...	Harjupellontie ...	Humppila
	1	6:17:22	7	7	15.1.2013		
	2	6:51:38	1	1	15.1.2013		
	3	7:17:55	6	6	15.1.2013		
	4	7:30:48	8	8	15.1.2013		
	5	8:12:20	3	3	15.1.2013		
	6	9:07:44	5	5	15.1.2013		
	7	10:14:05	2	2	15.1.2013		
	8	11:03:20	9	9	15.1.2013		
		11:13:20			Lunch		
		11:44:35			Lähiruokatu...	Harjupellontie ...	Humppila

Kuva 21. Reittipisteiden järjestys keräilykuljetuksessa.

	Sequence	Arrive Time	Order No.	Customer No.	Name	Street	City
		14:00:00			Lähiruokatu...	Harjupellontie ...	Humppila
	1	14:25:16	24	12	18.1.2013		
	2	14:56:49	22	10	18.1.2013		
	3	15:23:12	23	11	18.1.2013		
		15:46:17			Lähiruokatu...	Harjupellontie ...	Humppila

Kuva 22. Reittipisteiden järjestys toimituskuljetuksessa.

4.1.4 Hajautettu toimintamalli – varasto Humppilassa

Kun varasto sijaitsee Humppilassa, on kyse samasta tilanteesta kuin luvussa 4.1.2, paitsi erona on varaston sijainti (Kuva 23). Keräilykuljetuksen kokonaismatkaksi tuli 144 km. Tuottajien kokonaismatkaksi tuli 390 km. Toimitusreitti on sama kuin luvussa 4.1.3 esitelty toimitusreitti.

	Sequence	Arrive Time	Order No.	Customer No.	Name	Street	City
		7:00:00			Lähiruokatu...	Harjupellontie ...	Humppila
	1	7:15:22	7	7	15.1.2013		
	2	8:07:20	5	5	15.1.2013		
	3	8:54:04	9	9	15.1.2013		
		9:00:18			Lähiruokatu...	Harjupellontie ...	Humppila

Kuva 23. Reittipisteiden järjestys toimituskuljetuksessa.

4.2 Laskelmien tulokset

Tässä luvussa esitetään reittien perusteella tehtyjä laskentatuloksia. Keskitettyä toimintaa verrataan hajautettuun toimintaan eri mittareiden avulla. Vertailu tehdään LähiPuoti Remes Oy:n kuljetustoiminnan näkökulmasta sekä koko toimitusketjun näkökulmasta.

4.2.1 Vertailussa huomioitu LähiPuoti Remes oy:n kuljetustoiminta

Tässä tulosten vertailussa ei oteta huomioon ollenkaan tuottajien suoritteita. Huomioon otetaan ainoastaan LähiPuoti Remes Oy:n suoritteet.

Keskitettyssä toimintamallissa varaston sijaitessa Humppilassa, omat kuljetukset tuottivat ajosuoritetta kumpanakin tilauspäivänä yhteensä 694,1 km. Tämän suorittamiseen meni aikaa yhteensä 13,92 h, josta ajoaikaa on 8,92 h. Kuljetustyötä tehtiin yhteensä 104,2 tkm. Vastaavat suoritteet varaston sijaitessa Forssassa ovat 664,5 km, 14,32 h, 9,32 h ja 89,6 tkm.

Hajautetussa toimintamallissa omat kuljetukset tuottivat ajosuoritetta kumpanakin tilauspäivänä yhteensä 470,3 km. Tämän suorittamiseen meni aikaa yhteensä 8,01 h, josta ajoaikaa on 4,68 h. Kuljetustyötä tehtiin yhteensä 58,1 tkm. Vastaavat suoritteet varaston sijaitessa Forssassa ovat 465,9 km, 8,67 h, 5,34 h ja 43,5 tkm.

Näiden tietojen perusteella laskettiin kummankin mallin suorituskykyä mittaavat tiedot (Taulukot 1 ja 2). Tämän jälkeen hajautettua mallia verrattiin keskitettyyn malliin (Taulukko 3).

Taulukko 1. Keskitetyn toimintamallin mittarit oman kuljetustoiminnan kannalta.

Keskitetty malli	Varasto Humppilassa	Varasto Forssassa
Keskikuorma	0,150 t	0,135 t
Kuljetusteho	7,49 tkm/h	6,26 tkm/h
Kuljetuskapasiteetti	56,80 tkm/h	52,05 tkm/h
Keskikuormausaste	20,6 %	18,5 %

Taulukko 2. Hajautetun toimintamallin mittarit oman kuljetustoiminnan kannalta.

Hajautettu malli	Varasto Humppilassa	Varasto Forssassa
Keskikuorma	0,124 t	0,094 t
Kuljetusteho	7,25 tkm/h	5,02 tkm/h
Kuljetuskapasiteetti	73,36 tkm/h	63,69 tkm/h
Keskikuormausaste	16,9 %	12,8 %

Taulukko 3. Hajautetun mallin vertaaminen keskitettyyn malliin.

Hajaut. vs Keskit.	Varasto Humppilassa	Varasto Forssassa
Ajosuorite	-223,8 km → -32,2 %	-198,6 km → -29,9 %
Ajoaika	-4,24 h → -47,5 %	-3,98 h → -42,7 %
Kokonaisaika	-5,91 h → -42,4 %	-5,65 h → -39,4 %
Kuljetustyö	-46,1 tkm → -44,2 %	-46,03 tkm → -51,4 %
Keskikuorma	-0,027 t → -17,7 %	-0,041 t → -30,7 %
Kuljetusteho	-0,23 tkm/h → -3,1 %	-1,24 tkm/h → -19,7 %
Kuljetuskapasiteetti	16,56 tkm/h → 29,1 %	11,64 tkm/h → 22,4 %
Keskikuormausaste	-3,6 %-yks → -17,7 %	-5,7 %-yks → -30,7 %

4.2.2 Vertailussa huomioitu koko toimitusketju

Tässä tulosten vertailussa otetaan huomioon sekä LähiPuoti Remes Oy:n suoritteet että tuottajien suoritteet.

Keskitettyssä toimintamallissa varaston sijaitessa Humppilassa, kaikki kuljetukset tuottivat ajosuoritetta kumpanakin tilauspäivänä yhteensä 831,3 km. Tämän suorittamiseen meni aikaa yhteensä 16,37 h, josta ajoaikaa on 11,2 h. Kuljetustyötä tehtiin yhteensä 105,2 tkm. Vastaavat suoritteet varaston sijaitessa Forssassa ovat 787,7 km, 16,65 h, 11,48 h ja 90,5 tkm.

Hajautetussa toimintamallissa omat kuljetukset tuottivat ajosuoritetta kumpanakin tilauspäivänä yhteensä 1250,7 km. Tämän suorittamiseen meni aikaa yhteensä 20,65 h, josta ajoaikaa on 16,32 h. Kuljetustyötä tehtiin yhteensä 78,0 tkm. Vastaavat suoritteet varaston sijaitessa Forssassa ovat 1361,3 km, 22,47 h, 18,14 h ja 68,9 tkm.

Näiden tietojen perusteella laskettiin kummankin mallin suorituskykyä mittaavat tiedot (Taulukot 4 ja 5). Tämän jälkeen hajautettua mallia verrattiin keskitettyyn malliin (Taulukko 6).

Taulukko 4. Keskitetyn toimintamallin mittarit koko toimitusketjun kannalta.

Keskitetty malli	Varasto Humppilassa	Varasto Forssassa
Keskikuorma	0,127 t	0,115 t
Kuljetusteho	6,43 tkm/h	5,44 tkm/h
Kuljetuskapasiteetti	54,18 tkm/h	50,09 tkm/h
Keskikuormausaste	17,3 %	15,7 %

Taulukko 5. Hajautetun toimintamallin mittarit koko toimitusketjun kannalta.

Hajautettu malli	Varasto Humppilassa	Varasto Forssassa
Keskikuorma	0,062 t	0,051 t
Kuljetusteho	3,78 tkm/h	3,07 tkm/h
Kuljetuskapasiteetti	55,94 tkm/h	54,78 tkm/h
Keskikuormausaste	8,5 %	6,9 %

Taulukko 6. Hajautetun mallin vertaaminen keskitettyyn malliin.

Hajaut. vs Keskit.	Varasto Humppilassa	Varasto Forssassa
Ajosuorite	419,4 km → 50,5 %	573,6 km → 72,8 %
Ajoaika	5,12 h → 45,7 %	6,66 h → 58,0 %
Kokonaisaika	4,29 h → 26,2 %	5,83 h → 35,0 %
Kuljetustyö	-27,2 tkm → -25,9 %	-21,6 tkm → -23,9 %
Keskikuorma	-0,064 t → -50,7 %	-0,064 t → -55,9 %
Kuljetusteho	-2,65 tkm/h → -41,3 %	-2,37 tkm/h → -43,6 %
Kuljetuskapasiteetti	1,76 tkm/h → 3,3 %	4,69 tkm/h → 9,4 %
Keskikuormausaste	-8,8 %-yks → -50,7 %	-8,8 %-yks → -55,9 %

4.2.3 Varaston sijaintien vertailu

Taulukko 7 kertoo sen, kuinka paljon varaston sijainnin muuttaminen Forssasta Humppilaan vaikuttaa keskimäärin kuljetustoiminnon mittareihin. Keskimääräinen muutos on laskettu taulukkojen 1, 2, 4 ja 5 tietojen perusteella.

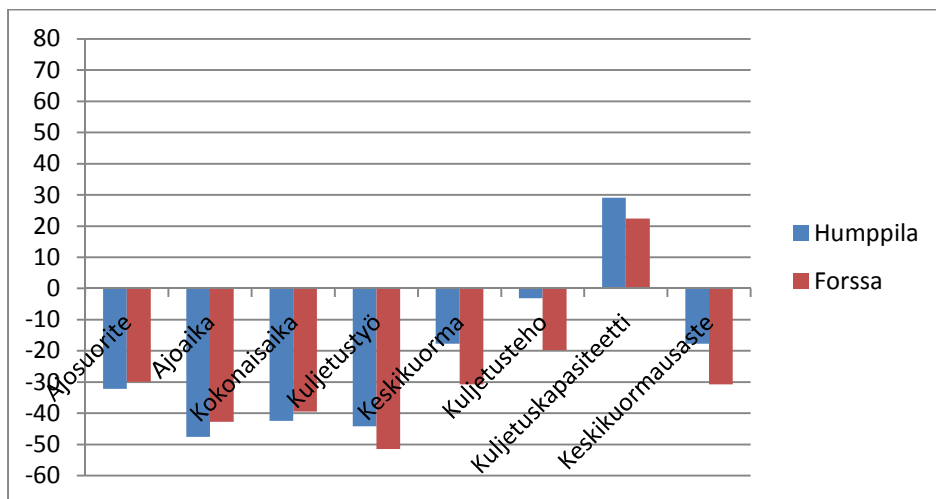
Taulukko 7. Varaston sijaintien vertailua.

Humppila vs Forssa	muutos
Ajosuorite	0,4 %
Ajoaika	-8,1 %
Kokonaisaika	-5,4 %
Kuljetustyö	16,2 %
Keskikuorma	15,7 %
Kuljetusteho	20,4 %
Kuljetuskapasiteetti	7,8 %
Keskikuormausaste	15,7 %

4.3 Tulosten yhteenveto ja pohdinta

Kun hajautettua mallia verrataan keskitettyyn malliin (Kuvio 1, s. 33) yrityksen kuljetustoiminnan näkökulmasta, huomataan, että kuljetuksiin käytettävä ajo- aika- ja kuljetustyösuoritteet ovat selvästi pienempiä hajautetussa mallissa. Kaikkien suoritteiden ollessa pienempiä, myös keskikuormausaste laskee. Hajautetussa mallissa kuljetaan paljon maantiellä, jonka takia kuljetuskapasiteetti on selvästi suurempi kuin keskitetyssä mallissa. Suurempi keskituntinopeus vaikuttaa siis kuljetuskapasiteettiin suurentamalla sitä.

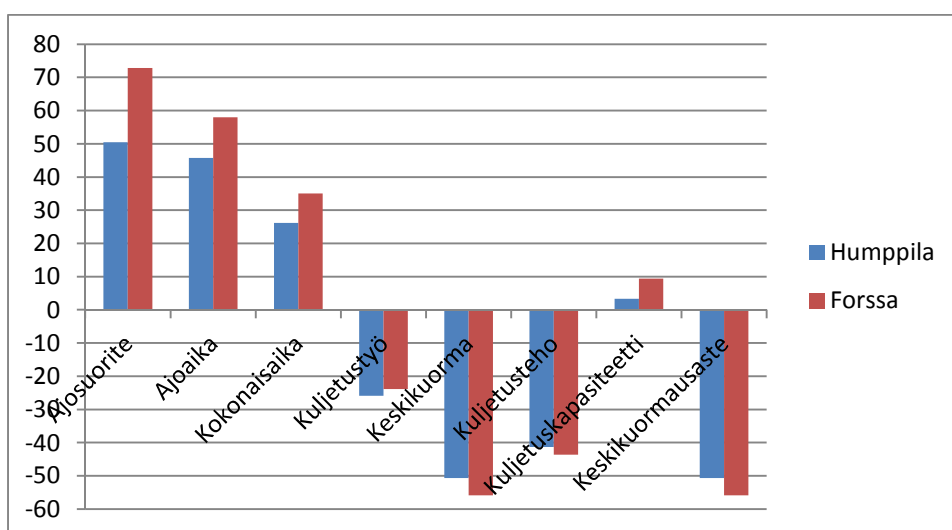
Keskitetyssä toimintamallissa kertyy enemmän ajosuoritetta. Lähtökohtaisesti ajosuorite pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. Mittareiden mukaan keskikuormausaste on selvästi korkeampi, joten ajosuoritetta kohden kuljetetaan enemmän tavaraa. Kun tarkastellaan vain omia kuljetuksia, keskitetty toimintamalli vaikuttaa kannattavammalta vaihtoehdolta johtuen suuremmasta kuormauksen käytöstä.



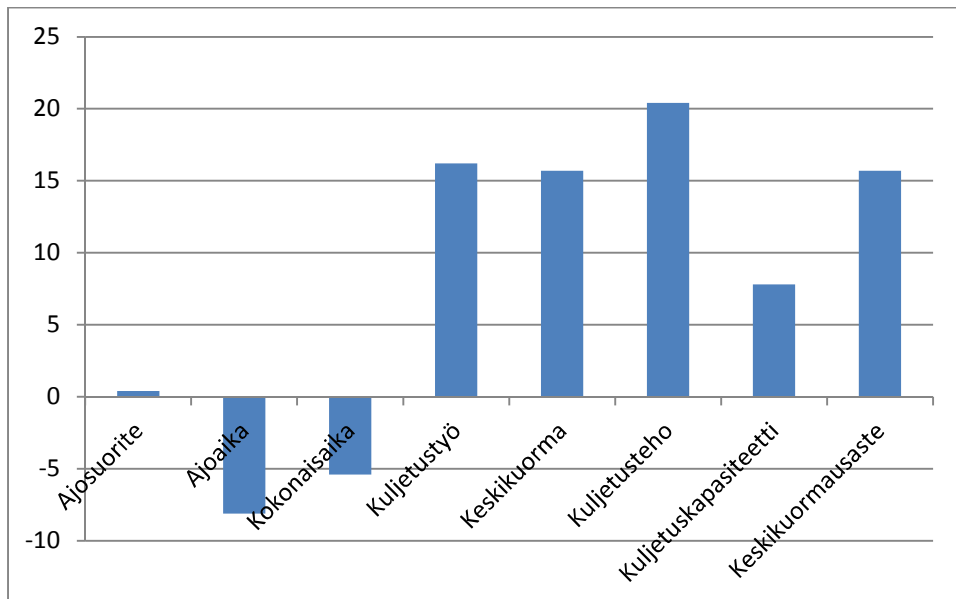
Kuvio 1. Hajautettua mallia on verrattu keskitettyyn malliin yrityksen kuljetustoiminnan näkökulmasta. Muutoksen suuruutta mitataan prosentuaalisesti.

Kun hajautettua mallia verrataan keskitettyyn malliin (Kuvio 2) ottaen huomioon koko toimitusketju, huomataan suoritteiden olevan rajusti suuremmat hajautetussa mallissa. Sitä vastoin kuljetustyön määrä hajautetussa mallissa on selvästi pienempi. Tämä johtuu siitä, että tuottajien ajosuoritteista noin puolet on ajettu tyhjällä kuormalla. Tällä on myös suora vaikutus kuljetustehoon ja keskiuormausasteeseen.

Kun tarkastellaan koko toimitusketjun näkökulmasta hajautettua toimintamallia, huomataan, että reitti muistuttaa perinteisiä elintarvikkeiden toimitusketjuja. Alkutuottajan ja loppuasiakkaan välinen matka on fyysisesti pitkä ja tuottaja toimittaa itse tuotteensa eteenpäin. Näillä tekijöillä on suuri vaikutus syntyviin suuriin suoritteisiin ja sitä kautta heikompaan toiminta-asteeseen. Keskitetty toimintamalli vastaa hyvin pitkälti tilannetta, jossa keskitetyn kuljetustoiminnan avulla hoidetaan kuljetukset tehokkaasti korkeammalla käyttöasteella.



Kuvio 2. Hajautettua mallia on verrattu keskitettyyn malliin koko toimitusketjun näkökulmasta. Muutoksen suuruutta mitataan prosentuaalisesti.



Kuvio 3. Varaston sijainnin muuttamisen vaikutukset kuljetuksen mittareihin. Arvot mittaavat sijainnin muuttumista Forssasta Humppilaan prosentuaalisesti.

Kun tarkastellaan varaston sijainnin muuttamisen vaikutuksia, huomataan ajo-suorituksen pysyvän kokolailla samassa lukemassa (Kuvio 3). Sen sijaan ajoaika pienenee yli 5 prosenttia. Kuljetustyö ja keskikuormausaste lisääntyivät yli 15 prosenttia. Myös kuljetusteho ja -kapasiteetti lisääntyivät. Näillä mittareilla Humppilan sijainti vaikuttaisi kannattavammalta vaihtoehdolta kun toimintaa ajatellaan kuljetustoiminnan näkökulmasta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

LähiPuoti Remes Oy:lle suoritettiin tämän työn avulla operatiivisen tason suunnittelua. Tämän suunnittelun tuloksena syntyi kuljetusreittivaihtoehtoja, joita mitattiin sopivilla mittareilla. Näistä tuloksista on yritykselle hyötyä kuljetusten taktisen ja strategisen tason suunnittelussa. Tulokset kertovat mittarien puolesta selvästi, että on kannattavaa suorittaa valtaosa kuljetuksista yrityksen omilla kuljetuksilla. Mitä enemmän toimintaa hajautetaan tuottajien kuljetuksilla, sitä enemmän tehottomampaa koko toiminta on koko toimitusketjun kannalta. Myös oman kuljetustoiminnan näkökulmasta hajautettu toiminta on tehottomampaa. Toisaalta aloittavan yrityksen toiminnassa saattaa olla mahdotonta hoitaa kaikkia kuljetuksia omalla toiminnalla johtuen alikapasiteetista tai kuljetuskustannuksista. Tämän takia voi olla kannattavampaa esimerkiksi LähiPuoti Remes Oy:n tapauksessa hoitaa toimintaa aluksi hajautetummalla periaatteella. Tärkeää logistiikassa on pyrkiä maksimoimaan kapasiteetin hyödyntäminen. Kuljetuksissa tämä tarkoittaa esimerkiksi mahdollisimman korkeaa hyötykuorman käyttöä.

LähiPuoti Remes Oy:n kuljetukset koostuvat keräily- ja jakelukuljetuksista, joissa kuormausasteen tehokas hyödyntäminen on haasteellista. Ideaalitulanteessa keskikuormausaste olisi 100 prosenttia. Korkeampi kuormausaste voitaisiin saavuttaa LähiPuoti Remes Oy:n tilanteessa esimerkiksi toimitusketjun verkostoitumisen avulla. Tällaisessa mallissa ideana

olisi ottaa varastolle lähtevien tuotteiden lisäksi kultakin tuottajalta ylimääräinen erä tuotteita, jotka toimitettaisiin seuraavan keräilypisteen tuottajalle. Tämä tuottaja voisi laittaa näitä tuotteita omaan tilamyymäläänsä myyntiin. Tätä ketjua jatkettaisiin seuraaville keräyspisteille ja näin saataisiin kuljetusten tyhjä tila hyödynnettyä. Samaa periaatetta voitaisiin käyttää myös jalostettavien tuotteiden kohdalla. Varastosta lähdettäessä kuljetusreitille, voitaisiin samalla ottaa mukaan jalostettavia tuotteita, jotka toimitettaisiin ensimmäiselle keräyspisteelle jalostettavaksi.

Toisaalta kuormausasteen kasvaessa myös lastaus- ja purkuajat kasvavat. Kuljetusreitit eri pisteillä voidaan joutua tekemään ylimääräistä kuorman siirtelyä, joka heikentää kuljetustehoa. Näin ollen kuormausasteen kasvaessa kuormien suunnitteluun saatetaan joutua kiinnittämään huomiota.

Työn tulokset antoivat myös tietoa varaston sijainnin merkityksestä yrityksen toimitusketjussa. Varaston sijainti kuuluu strategisiin päätöksiin ja sillä voi olla merkittäviä vaikutuksia toiminnalle. Tulokset kertovat, että mitä lähemmäksi varastoa siirretään suuntaan, jossa valtaosa kuljetustyötä tehdään, sitä tehokkaammaksi kuljetukset tulevat. Kuormausaste parani selvästi, mikä tarkoittaa, että samaa matkaa kohden on kuljetettu keskimäärin enemmän tavaraa. Toisaalta varaston sijainnin muuttamisella kauemmaksi asiakkaista saattaa olla asiakaspalvelutasollisia muutoksia. Varaston ollessa lähempänä asiakkaita, pystyttäisiin myös periaatteessa vastaamaan asiakkaan tarpeisiin nopeammalla reagoinnilla.

Työ antoi hyvän kuvan siitä, miten kuljetustoiminnan muuttaminen keskitetystä mallista hajautetumpaan vaikuttaa toiminnan mittareihin. Tässä työssä tehtiin pelkästään kuljetussuoritteiden ja tiedossa olevan kapasiteetin mukaan laskelmia. Kun laskelmiin saadaan mukaan vielä kuljetuskustannukset suoritettua kuljetustyötä kohden, voidaan kuljetustoiminnan tuottavuutta arvioida hyvin luotettavasti.

Opinnäytetyön avulla LähiPuoti Remes Oy pystyy arvioimaan kuljetustoimintaansa. Työn avulla yritys pystyy arvioimaan, mitä vaikutuksia kuljetustoiminnan muutoksilla on koko yrityksen toiminnalle. Yrityksen tulee löytää sopivat mittarit sen toiminnan mittaamiseen. Mittaamisen avulla yritys pystyy esimerkiksi havaitsemaan toiminnan mahdollisia pullonkauloja. Yritys voi käyttää tämän työn mittareita kuljetustoiminnan mittareina. Tämän työn tuloksia voidaan käyttää esimerkiksi tulevien opinnäytetöiden pohjana. Mahdollisia tulevia tutkimustyön aiheita voivat olla esimerkiksi todellisen toiminnan kuljetusreittien suunnittelu ja niiden mittaaminen sekä mittarien kehittäminen.

LähiPuoti Remes Oy:n liikeidea on toimiva, ja sillä on potentiaalia kehittyä suureksi yritykseksi. Tulevaisuudessa yrityksen tulisi investoida suurempaan kuljetuskalustoon tai ulkoistaa kuljetukset, jotta asiakkaan tarpeisiin pystyttäisiin vastaamaan tehokkaasti. Toimintaa tulee suorittaa jatkuvan kehittämisen periaatteella ottaen huomioon järkivihreys. Yrityksen järkivihreässä toiminnassa ympäristöhaittojen minimoimisen lisäksi pyritään maksimoimaan taloudellisuus ja tehokkuus. Jos esimerkiksi asiakkaan tarpeisiin pyritään vastaamaan mahdollisimman tehokkaasti, voi tämä tar-

koittaa ympäristölle haitallisempaa toimintaa. Jos joudutaan käyttämään nopeampia toimituksia asiakkaille, joudutaan todennäköisesti käyttämään pienempää kuormausastetta. Tämän takia esimerkiksi päästöjä aiheutuu enemmän kuljetussuoritetta kohden. LähiPuoti Remes Oy:n toimintaa voitaisiin mitata myös järkivihreyteen liittyvillä mittareilla. Järkivihreää näkökulmaa voidaan hyödyntää mahdollisilla tulevilla opinnäytetöillä.

LähiPuoti Remes Oy:ssä järkivihreyteen voitaisiin vaikuttaa oikeanlaisella kuljetuskaluston valinnalla. Vähäpäästöinen kuljetustapa ja oikeanlainen kaluston huolto antavat hyvät lähtökohdat vihreään logistiikkaketjuun. Tärkeää on myös kiinnittää huomiota henkilöstön taloudelliseen ajotapaan. Kun tehdään päätöksiä kuljetusten ulkoistuksen suhteen, tulisi kiinnittää huomiota myös eri kuljetusyhtiöiden järkivihreyteen. Tuotteiden pakkauksilla ja niiden kuormaamistavoilla on myös huomattava vaikutus ympäristöön. Tuotteet tulisi pakata ympäristöystävällisillä materiaaleilla, ja niiden kuormaamiseen voisi käyttää uudelleen käytettäviä sekä kierrätettäviä kuljetusyksiköitä. Yksittäispakattuja tuotteita tulisi pyrkiä vähentämään. Kuljetusreittien suunnittelulla ja varaston sijainnilla on suora vaikutus ympäristön kuormittumiseen. Opinnäytetyön tuloksista nähdään, että keskitetty toimintamalli on ympäristöystävällisempi vaihtoehto, koska siinä suoritukset ovat selvästi pienempiä. Suoritteiden suuremmilla arvoilla on suora vaikutus suurempiin päästöarvoihin. Kestävän kehityksen toimintatavoilla ja tehokkaalla suunnittelulla LähiPuoti Remes Oy pystyisi toimimaan tehokkaasti sekä järkivihreästi.

LÄHTEET

- Bräysy, O. 2007. Optimoinnin hyödyt kunnallisissa kuljetuksissa ja palveluissa. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 9.1.2013.
<http://www.kaks.fi/sites/default/files/1134-BRAYSY.pdf>
- Bräysy, O., Porkka, P. & Neittaanmäki P. 2007. Jopa 20–50% säästöjä elintarvikeketjun optimoinnilla. Kehittyvä elintarvike 4. Elintarviketieteiden Seuran jäsenlehti, 8–9. Viitattu 9.1.2013.
<http://kehittyvaelintarvike.fi/lehdet/2007/4.pdf>
- Bräysy, O. & Porkka, P. 2007. Tehokkuutta logistiikkaan kaluston reitioptimoinnilla. Logistiikka 6. Suomen logistiikkayhdistys ry, 38–39. Viitattu 9.1.2013. http://issuu.com/logistiikka/docs/6_2007
- Diskreetit rakenteet (ITK015). n.d. 9. DEMORATKAISUJA. Viitattu 13.2.2013. <http://users.jyu.fi/~jorma/dr/demot/9/9drdvas.htm>
- Esri Finland Oy. n.d.a. ArcLogistics. Viitattu 9.1.2013.
http://www.esri.fi/arcgis_tuotteet/esrin-ratkaisutuotteet/arclogistics/
- Esri Finland Oy. n.d.b. ArcLogistics - kattava ratkaisu kuntien kuljetusten suunnitteluun. Viitattu 9.1.2013.
<http://www.esri.fi/toimialat/kunnat/kuntienlogistiikka/arclogistics/index.html>
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uud. p. Sho Business Development Oy.
- Järvelä, K., Koistinen, L., Latvala, T., Peltoniemi, A. & Yrjölä, T. 2011. Kirjallisuuskatsaus kuluttajien ja tuottajien vuorovaikutuksesta elintarvikeketjussa. Kuluttajatutkimuskeskus, työselosteita ja esitelmiä 136. Viitattu 24.11.2012.
http://www.ncrc.fi/files/5582/2011_136_tyoseloste_kirjallisuuskatsaus.pdf
- Kotamäki, J. & Töttölä, M. 2012. Tiloilta pöytään – lounaishämäläinen lähiruoka järvivihreästi asiakkaalle. LounaVakka 1/2012, 9. Pdf-tiedosto. Viitattu 24.11.2012.
http://www.lounaplussa.fi/index.php?action=download_resource&id=323&module=resourcesmodule&src=%40random480720f8559db
- Kurunmäki, S., Ikäheimo, I., Syväniemi, A.-M. & Rönni, P. 2012. Lähiruokaselvitys. Ehdotus lähiruokaohjelman pohjaksi 2012-2015. Viitattu 24.11.2012.
http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/muutjulkaisut/65w1I3c5F/Lahiruokaselvitys_valmis.pdf
- Leinonen, J. 2013. Lähipuoti Remes puretuu lähiruokan logistiikkaan. Forssan Lehti 25.1.2013, 7.

LähiPuoti Remes Oy. 2013. Viitattu 23.1.2013.
<http://www.lahipuoti.fi/DowebEasyCMS/>

Mäkipeska, T. & Sihvonen, M. 2010. Lähiruoka, nyt! Sitran selvityksiä 29. Viitattu 24.11.2012.
<http://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksi%C3%A4sarja/Selvityksi%C3%A4%2029.pdf>

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

Reinikainen, P., Mäntynen, J. & Rantala, J. 1997. Logistiikan perusteet. Julkaisu 27. Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Remes, K. 19.10.2012. Opinnäytetyön aiheen valinta ja kuvaus. Vastaanottaja Jani Kossi. [Sähköpostiviesti, yrityksen liiketoimintasuunnitelma liitteenä]. Viitattu 20.11.2012.

Santasalo, T. & Koskela, K. 2009. Tukkukauppa Suomessa 2009. Kaupan liitto. Palvelualojen ammattiliitto. Viitattu 24.11.2012.
<http://www.pam.fi/fi/info/tilastotjatutkimukset/Documents/Tukkukauppa%20Suomessa%202009.pdf>

Yleinen teollisuusliitto. 2007. Lämpötilahallittavien elintarvikekuljetusten logistiikkaopas. Helsinki. Viitattu 24.11.2012.
http://www.skal.fi/files/1474/ATP_Aapinen_Verkko_PDFpienennetty_JA_SISALLYSLUETTELOLLINEN.pdf

LÄHIPUOTI REMES OY:N TILAUSLISTA

Peruna kuorittu	30 kg	Tuottaja 1	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Peruna pilkottu	25 kg	Tuottaja 1	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Vehnäjauhot	10 kg	Tuottaja 2	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Porsaan paisti	10 kg	Tuottaja 3	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Porsaan sisäfile	15 kg	Tuottaja 3	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Naudan ulkofile	10 kg	Tuottaja 4	X	Tuottaja tuo varasi	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Omenamehu	30 l	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Vadelma pakaste 5 kg	5 kg	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Porkkana kuutioit 10 kg	10 kg	Tuottaja 6	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Peruna pesty	10 kg	Tuottaja 7	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Porkkana pesty	10 kg	Tuottaja 8	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Palvattu kinkku	3 kg	Tuottaja 9	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Porsaan ulkofile	10 kg	Tuottaja 3	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Naudan jauheliha 5 kg	5 kg	Tuottaja 4	X	Tuottaja tuo varasi	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Mansikka pakaste 5 kg	5 kg	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Omenamehu	3 l	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Peruna kuorittu	100 kg	Tuottaja 1	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Peruna pilkottu	100 kg	Tuottaja 1	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Vehnäjauhot	30 kg	Tuottaja 2	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Porsaan paisti	15 kg	Tuottaja 3	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Porsaan sisäfile	10 kg	Tuottaja 3	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Porkkana kuutioit 20 kg	20 kg	Tuottaja 6	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Mansikka pakaste 10 kg	10 kg	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Omenamehu	9 l	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai

LÄHIPUOTI REMES OY:N TILAUSLISTA

Toimitukset versio 2. (Tuottajat tuovat suurimman osan tuotteista varastolle)									
Tuote	Määrä	Tuottaja	Osoite	Kuljetus miten	Tilaaja	Osoite	Kuljetus mite	Toimituspv	
Peruna kuorittu	50 kg	Tuottaja 1	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 1	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Peruna pilkottu	75 kg	Tuottaja 1	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 1	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Vehnäjauhot	10 kg	Tuottaja 2	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 1	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Porsaan paisti	5 kg	Tuottaja 3	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 1	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Porsaan sisäfile	5 kg	Tuottaja 3	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 1	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Naudan ulkofile	10 kg	Tuottaja 4	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 1	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Omenamehu	30 l	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Vadelma pakaste	5 kg	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Porkkana kuutiot	10 kg	Tuottaja 6	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 1	Asiakas 1	X	Viedään	tiistai	
Peruna pesty	10 kg	Tuottaja 7	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	tiistai	
Porkkana pesty	10 kg	Tuottaja 8	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 2	Asiakas 2	X	Viedään	tiistai	
Palvattu kinkku	3 kg	Tuottaja 9	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	tiistai	
Porsaan ulkofile	10 kg	Tuottaja 3	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 2	Asiakas 2	X	Viedään	tiistai	
Naudan jauheliha	5 kg	Tuottaja 4	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 2	Asiakas 2	X	Viedään	tiistai	
Mansikka pakaste	5 kg	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	tiistai	
Omenamehu	3 l	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	tiistai	
Peruna kuorittu	100 kg	Tuottaja 1	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 3	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	
Peruna pilkottu	100 kg	Tuottaja 1	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 3	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	
Vehnäjauhot	30 kg	Tuottaja 2	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 3	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	
Porsaan paisti	15 kg	Tuottaja 3	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 3	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	
Porsaan sisäfile	10 kg	Tuottaja 3	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 3	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	
Porkkana kuutiot	20 kg	Tuottaja 6	X	Tuottaja tuo varasi/Asiakas 3	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	
Mansikka pakaste	10 kg	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	
Omenamehu	9 l	Tuottaja 5	X	Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	tiistai	

LÄHIPUOTI REMES OY:N TILAUSLISTA

Peruna kuorittu	30 kg	Tuottaja 1	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 1	X		Viedään	perjantai
Peruna pilkottu	25 kg	Tuottaja 1	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 1	X		Viedään	perjantai
Vehnäjauhot	10 kg	Tuottaja 2	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 1	X		Viedään	perjantai
Porsaan paisti	10 kg	Tuottaja 3	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 1	X		Viedään	perjantai
Porsaan sisäfile	15 kg	Tuottaja 3	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 1	X		Viedään	perjantai
Naudan ulkofile	10 kg	Tuottaja 4	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 1	X		Viedään	perjantai
Omenamehu	30 l	Tuottaja 5	X		Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Vadelma pakaste	5 kg	Tuottaja 5	X		Nouto	Asiakas 1	X	Viedään	perjantai
Porkkana kuutiot	10 kg	Tuottaja 6	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 1	X		Viedään	perjantai
Peruna pesty	10 kg	Tuottaja 7	X		Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Porkkana pesty	10 kg	Tuottaja 8	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 2	X		Viedään	perjantai
Palvattu kinkku	3 kg	Tuottaja 9	X		Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Porsaan ulkofile	10 kg	Tuottaja 3	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 2	X		Viedään	perjantai
Naudan jauheliha	5 kg	Tuottaja 4	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 2	X		Viedään	perjantai
Mansikka pakaste	5 kg	Tuottaja 5	X		Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Omenamehu	3 l	Tuottaja 5	X		Nouto	Asiakas 2	X	Viedään	perjantai
Peruna kuorittu	100 kg	Tuottaja 1	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 3	X		Viedään	perjantai
Peruna pilkottu	100 kg	Tuottaja 1	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 3	X		Viedään	perjantai
Vehnäjauhot	30 kg	Tuottaja 2	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 3	X		Viedään	perjantai
Porsaan paisti	15 kg	Tuottaja 3	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 3	X		Viedään	perjantai
Porsaan sisäfile	10 kg	Tuottaja 3	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 3	X		Viedään	perjantai
Porkkana kuutiot	20 kg	Tuottaja 6	X		Tuottaja tuo varasi/ Asiakas 3	X		Viedään	perjantai
Mansikka pakaste	10 kg	Tuottaja 5	X		Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai
Omenamehu	9 l	Tuottaja 5	X		Nouto	Asiakas 3	X	Viedään	perjantai

MUOKATTU TILAUSLISTA – VERSIO 1

Delivdate	Customer number	Street	City	Service time	weight	Volume	Time window 1 start	Time window 1 finish	Order number	Delivery type
15.1.2013		1 X	X	0:10	325	0	6:00	20:00	1	Pickup
15.1.2013		2 X	X	0:10	40	0	6:00	20:00	2	Pickup
15.1.2013		3 X	X	0:10	45	0	6:00	20:00	3	Pickup
15.1.2013		4 X	X	0:10	15	0	6:00	20:00	4	Delivery
15.1.2013		5 X	X	0:10	62	0	6:00	20:00	5	Pickup
15.1.2013		6 X	X	0:10	30	0	6:00	20:00	6	Pickup
15.1.2013		7 X	X	0:10	10	0	6:00	20:00	7	Pickup
15.1.2013		8 X	X	0:10	10	0	6:00	20:00	8	Pickup
15.1.2013		9 X	X	0:10	3	0	6:00	20:00	9	Pickup
15.1.2013		10 X	X	0:10	200	0	6:00	20:00	10	Delivery
15.1.2013		11 X	X	0:10	46	0	6:00	20:00	11	Delivery
15.1.2013		12 X	X	0:10	294	0	6:00	20:00	12	Delivery
18.1.2013		1 X	X	0:10	255	0	6:00	20:00	13	Pickup
18.1.2013		2 X	X	0:10	40	0	6:00	20:00	14	Pickup
18.1.2013		3 X	X	0:10	60	0	6:00	20:00	15	Pickup
18.1.2013		4 X	X	0:10	15	0	6:00	20:00	16	Delivery
18.1.2013		5 X	X	0:10	62	0	6:00	20:00	17	Pickup
18.1.2013		6 X	X	0:10	30	0	6:00	20:00	18	Pickup
18.1.2013		7 X	X	0:10	10	0	6:00	20:00	19	Pickup
18.1.2013		8 X	X	0:10	10	0	6:00	20:00	20	Pickup
18.1.2013		9 X	X	0:10	3	0	6:00	20:00	21	Pickup
18.1.2013		10 X	X	0:10	145	0	6:00	20:00	22	Delivery
18.1.2013		11 X	X	0:10	46	0	6:00	20:00	23	Delivery
18.1.2013		12 X	X	0:10	294	0	6:00	20:00	24	Delivery

MUOKATTU TILAUSLISTA – VERSIO 2

Delivdate	Customer number	Street	Qty	Service time	weight	Volume	Time window 1 start	Time window 1 finish	Order number	Delivery type
15.1.2013	1 X		X	0-10	325	0	6:00	20:00	1	Delivery
15.1.2013	2 X		X	0-10	40	0	6:00	20:00	2	Delivery
15.1.2013	3 X		X	0-10	45	0	6:00	20:00	3	Delivery
15.1.2013	4 X		X	0-10	15	0	6:00	20:00	4	Delivery
15.1.2013	5 X		X	0-10	62	0	6:00	20:00	5	Pickup
15.1.2013	6 X		X	0-10	30	0	6:00	20:00	6	Delivery
15.1.2013	7 X		X	0-10	10	0	6:00	20:00	7	Pickup
15.1.2013	8 X		X	0-10	10	0	6:00	20:00	8	Delivery
15.1.2013	9 X		X	0-10	3	0	6:00	20:00	9	Pickup
15.1.2013	10 X		X	0-10	200	0	6:00	20:00	10	Delivery
15.1.2013	11 X		X	0-10	46	0	6:00	20:00	11	Delivery
15.1.2013	12 X		X	0-10	294	0	6:00	20:00	12	Delivery
18.1.2013	1 X		X	0-10	255	0	6:00	20:00	13	Delivery
18.1.2013	2 X		X	0-10	40	0	6:00	20:00	14	Delivery
18.1.2013	3 X		X	0-10	60	0	6:00	20:00	15	Delivery
18.1.2013	4 X		X	0-10	15	0	6:00	20:00	16	Delivery
18.1.2013	5 X		X	0-10	62	0	6:00	20:00	17	Pickup
18.1.2013	6 X		X	0-10	30	0	6:00	20:00	18	Delivery
18.1.2013	7 X		X	0-10	10	0	6:00	20:00	19	Pickup
18.1.2013	8 X		X	0-10	10	0	6:00	20:00	20	Delivery
18.1.2013	9 X		X	0-10	3	0	6:00	20:00	21	Pickup
18.1.2013	10 X		X	0-10	145	0	6:00	20:00	22	Delivery
18.1.2013	11 X		X	0-10	46	0	6:00	20:00	23	Delivery
18.1.2013	12 X		X	0-10	294	0	6:00	20:00	24	Delivery

REITTEIHIN LIITTYVÄT LASKELMAT – VERSIO 1

Reittiversio 2 - keräilykuljetukset - perjantai - koko toimitusketju										Reittiversio 2 - keräilykuljetukset - perjantai - koko toimitusketju - reitti toisin päin									
Aloitus varastolta	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)		Aloitus varastolta	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)					
1. Piste	17,95	0,01	0,01	0,7185	10	0,166667		1. Piste	19,85	0,003	0,003	0,19965	10	0,166667					
2. Piste	71,85	0,062	0,072	4,7916	10	0,166667		2. Piste	66,55	0,062	0,065	4,67025	10	0,166667					
3. Piste	66,55	0,003	0,075	1,48875	10	0,166667		3. Piste	71,85	0,01	0,075	1,34625	10	0,166667					
Lopetus varastolle	19,85				20	0,333333		Lopetus varastolle	17,95				20	0,333333					
Yhteensä	176,2			6,99885		0,833333		Yhteensä	176,2			6,21615		0,833333					
Käytetty ajoaika	1,92							Käytetty ajoaika	1,92										
1. tuottaja																			
Aloitus								Aloitus											
Varasto	20,05	0	0	0	5	0,083333		Varasto	20,05	0	0	0	5	0,083333					
Lopetus	19,75	0,255	0,255	5,03625				Lopetus	19,75	0,255	0,255	5,03625							
Yhteensä	39,8			5,03625		0,083333		Yhteensä	39,8			5,03625		0,083333					
Käytetty ajoaika	0,79							Käytetty ajoaika	0,79										
2. tuottaja																			
Aloitus								Aloitus											
Varasto	76,4	0	0	0	5	0,083333		Varasto	76,4	0	0	0	5	0,083333					
Lopetus	76,5	0,04	0,04	3,06				Lopetus	76,5	0,04	0,04	3,06							
Yhteensä	152,9			3,06		0,083333		Yhteensä	152,9			3,06		0,083333					
Käytetty ajoaika	1,72							Käytetty ajoaika	1,72										
3. tuottaja																			
Aloitus								Aloitus											
Varasto	46,2	0	0	0	5	0,083333		Varasto	46,2	0	0	0	5	0,083333					
Lopetus	46,2	0,06	0,06	2,772				Lopetus	46,2	0,06	0,06	2,772							
Yhteensä	92,4			2,772		0,083333		Yhteensä	92,4			2,772		0,083333					
Käytetty ajoaika	1,26							Käytetty ajoaika	1,26										
4. tuottaja																			
Aloitus								Aloitus											
Varasto	31	0	0	0	5	0,083333		Varasto	31	0	0	0	5	0,083333					
Lopetus	30,6	0,015	0,015	0,459				Lopetus	30,6	0,015	0,015	0,459							
Yhteensä	61,6			0,459		0,083333		Yhteensä	61,6			0,459		0,083333					
Käytetty ajoaika	1,08							Käytetty ajoaika	1,08										

REITTEIHIN LIITTYVÄT LASKELMAT – VERSIO 2

Reittiversio 1 - Keräilykuljetukset - perjantai - koko toimitusketju										Reittiversio 1 - Keräilykuljetukset - perjantai - koko toimitusketju - reitti toisin päin									
Aloituspiste	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)		Aloituspiste	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)					
1. Piste	4,85	0,01	0,01	0,181	10	0,166667		1. Piste	1,35	0,003	0,003	0,17055	10	0,166667					
2. Piste	18,1	0,255	0,265	3,1535	10	0,166667		2. Piste	56,85	0,04	0,043	3,1648	10	0,166667					
3. Piste	11,9	0,03	0,295	0,7965	10	0,166667		3. Piste	73,6	0,062	0,105	5,67525	10	0,166667					
4. Piste	2,7	0,01	0,305	10,0955	10	0,166667		4. Piste	54,05	0,06	0,165	5,4615	10	0,166667					
5. Piste	33,1	0,06	0,365	19,72825	10	0,166667		5. Piste	33,1	0,01	0,175	0,4725	10	0,166667					
6. Piste	54,05	0,062	0,427	31,4272	10	0,166667		6. Piste	2,7	0,03	0,205	2,4395	10	0,166667					
7. Piste	73,6	0,04	0,467	26,54895	10	0,166667		7. Piste	11,9	0,255	0,46	8,326	10	0,166667					
8. Piste	56,85	0,003	0,47	0,6345	10	0,166667		8. Piste	18,1	0,01	0,47	2,2795	10	0,166667					
Lopetus varastolle	1,35			92,5654	20	0,333333		Lopetus varastolle	4,85			27,9896	20	0,333333					
Yhteensä	256,5					1,666667		Yhteensä	256,5					1,666667					
Käytetty ajoaika	3,71							Käytetty ajoaika	3,71										
4. tuottaja								4. tuottaja											
Aloituspiste								Aloituspiste											
Varasto	34,4	0	0	0	5	0,083333		Varasto	34,4	0	0	0	5	0,083333					
Lopetus	34,2	0,015	0,015	0,513				Lopetus	34,2	0,015	0,015	0,513							
Yhteensä	68,6			0,513		0,083333		Yhteensä	68,6			0,513		0,083333					
Käytetty ajoaika	1,14							Käytetty ajoaika	1,14										
Keskikuorma	0,28630698							Keskikuorma	0,087673331										
Kuljetusteho	14,1027879							Kuljetusteho	4,318575758										
Kuljetuskapasiteetti	48,9325773							Kuljetuskapasiteetti	48,93257732										
Toiminta-aste	19,1914227							Toiminta-aste	5,876824742										
Toimintasuhde	0,39220135							Toimintasuhde	0,120100454										
Keskikuormausaste	39,2201346							Keskikuormausaste	12,01004538										
Reittiversio 2 - Keräilykuljetukset - tiistai & perjantai - omat kuljetukset										Reittiversio 2 - Keräilykuljetukset - tiistai & perjantai - omat kuljetukset - reitti toisin päin									
Aloituspiste	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)		Aloituspiste	s (km)	m (kg)	m (kumul.)	W (tkm)	t (min)	t (h)					
1. Piste	4,85	0,01	0,01	0,7185	10	0,166667		1. Piste	1,35	0,003	0,003	0,19965	10	0,166667					
2. Piste	71,85	0,062	0,072	4,7916	10	0,166667		2. Piste	66,55	0,062	0,065	4,67025	10	0,166667					
3. Piste	66,55	0,003	0,075	0,10125	10	0,166667		3. Piste	71,85	0,01	0,075	0,36375	10	0,166667					
Lopetus varastolle	1,35			5,61135	20	0,333333		Lopetus varastolle	4,85			5,23365	20	0,333333					
Yhteensä	144,6					0,833333		Yhteensä	144,6					0,833333					
Käytetty ajoaika	1,59							Käytetty ajoaika	1,59										

REITTEIHIN LIITTYVÄT LASKELMAT – VERSIO 2

4. tuottaja					4. tuottaja				
Aloituis					Aloituis				
Varasto	34,4	0	0	0	Varasto	34,4	0	0	0,083333
Lopetus	34,2	0,015	0,015	0,513	Lopetus	34,2	0,015	0,015	0,513
Yhteensä	68,6			0,513	Yhteensä	68,6			0,833333
Käytetty ajoaika	1,14				Käytetty ajoaika	1,14			
6. tuottaja					6. tuottaja				
Aloituis					Aloituis				
Varasto	31,4	0	0	0	Varasto	31,4	0	0	0,083333
Lopetus	31,2	0,03	0,03	0,936	Lopetus	31,2	0,03	0,03	0,936
Yhteensä	62,6			0,936	Yhteensä	62,6			0,833333
Käytetty ajoaika	0,93				Käytetty ajoaika	0,93			
8. tuottaja					8. tuottaja				
Aloituis					Aloituis				
Varasto	28,7	0	0	0	Varasto	28,7	0	0	0,083333
Lopetus	28,5	0,01	0,01	0,285	Lopetus	28,5	0,01	0,01	0,285
Yhteensä	57,2			0,285	Yhteensä	57,2			0,833333
Käytetty ajoaika	0,84				Käytetty ajoaika	0,84			
Ajoaika yhteensä	7,41		390,2		Ajoaika yhteensä	7,41			
Ajoaika+palvelu yhteensä	8,74333333				Ajoaika+palvelu yhteer	8,743333333			
Matkat yhteensä	534,8				Matkat yhteensä	534,8			
Kuljetustyö yhteensä	15,8681				Kuljetustyö yhteensä	15,4904			
Tavarasuorite yhteensä	0,54				Tavarasuorite yhteensä	0,54			
Keskikuorma	0,02967109				Keskikuorma	0,028964847			
Kuljetusteho	1,81487991				Kuljetusteho	1,771681281			
Kuljetuskapasiteetti	52,6860999				Kuljetuskapasiteetti	52,68609987			
Toiminta-aste	2,14144399				Toiminta-aste	2,090472335			
Toimintasuhde	0,04064533				Toimintasuhde	0,039677872			
Keskikuormausaste	0,04064533				Keskikuormausaste	0,039677872			

REITTEIHIN LIITTYVÄT LASKELMAT – YHTEENVETO

Verrataan reitti 2:n arvoja reitti 1:een:					
Reittiversio 2 - ti&pe - omat kuljetukset - var. A		Reittiversio 2 - ti&pe - omat kuljetukset - var. B			
	ero	ero %		ero	ero %
matka	-223,8	-32,2 %	matka	-198,6	-29,9 %
ajokaika	-4,24	-47,5 %	ajokaika	-3,98	-42,7 %
kokonaisaika	-5,90667	-42,4 %	kokonaisaika	-5,64667	-39,4 %
kuljetustyö	-46,0587	-44,2 %	kuljetustyö	-46,0277	-51,4 %
Keskikuorma	-0,0265	-17,7 %	Keskikuorma	-0,04134	-30,7 %
Kuljetusteho	-0,23059	-3,1 %	Kuljetusteho	-1,23477	-19,7 %
Kuljetuskapasiteetti	16,55461	29,1 %	Kuljetuskapasiteetti	11,6427	22,4 %
Keskikuormausaste	-0,03631	-17,7 %	Keskikuormausaste	-0,05663	-30,7 %
Reittiversio 2 - ti&pe - koko ketju - var. A		Reittiversio 2 - ti&pe - koko ketju - var. B			
	ero	ero %		ero	ero %
matka	419,4	50,5 %	matka	573,6	72,8 %
ajokaika	5,12	45,7 %	ajokaika	6,66	58,0 %
kokonaisaika	4,286667	26,2 %	kokonaisaika	5,826667	35,0 %
kuljetustyö	-27,2232	-25,9 %	kuljetustyö	-21,5997	-23,9 %
Keskikuorma	-0,06421	-50,7 %	Keskikuorma	-0,06427	-55,9 %
Kuljetusteho	-2,65239	-41,3 %	Kuljetusteho	-2,37042	-43,6 %
Kuljetuskapasiteetti	1,761355	3,3 %	Kuljetuskapasiteetti	4,693257	9,4 %
Keskikuormausaste	-0,08796	-50,7 %	Keskikuormausaste	-0,08804	-55,9 %