

Aleksi Koskela

# Keslog Oy:n paikallisjakelukuorman sisäisen jakojärjestyksen optimointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

15.5.2017

Tekijä Otsikko	Aleksi Koskela Keslog Oy:n paikallisjakelukuorman sisäisen jakojärjestyksen optimointi
Sivumäärä Aika	8 sivua + 1liite 20 sivua 15.5.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Logistiikka
Ohjaajat	Koulutusvastaava Seppo Leppänen, Metropolia AMK Kehittämispäällikkö Kauko Keskihannu, Keslog Oy Kuljetuspäällikkö Sami Onkalo, Keslog Oy
<p>Insinööriyössä tutkitaan optimointiohjelman käyttöä Keslog Oy:n jakelukuorman sisäisen jakojärjestyksen optimoinnissa. Tarkasteltavana olivat kolmen eri valmistajan ohjelmat. Aihe rajattiin koskemaan neljää ennalta määrättyä kuormaa Vantaa paikallisjakelussa.</p> <p>Logistiikkakustannukset ovat yksi suurimmista kulueristä yritysten liikevaihdosta, ja reittien optimoinnilla on mahdollista saada tuntuvia säästöjä logistiikkakustannuksista.</p> <p>Työssä tutustuttiin aluksi sekä Ruokakeskon että Kespron horeca-kuljetustensuunnitteluun ja kartoitettiin nykytilannetta.</p> <p>Optimointiohjelmien mahdollisessa käyttöönotossa havaittiin ongelmia, jotka täytyy korjata ennen kuin reittioptimointia pystytään tehokkaasti käyttämään.</p> <p>Tutkimusosuus on pelkästään tilaajayrityksen käyttöön.</p>	
Avainsanat	Reittioptimointi, kuljettaminen, ajoneuvon reititysongelma, kaup- pamatkustajan ongelma, paikkatieto

Author Title Number of Pages Date	Aleksi Koskela Optimization of Internal Ordering of Keslog Ltd Local Distribution Load 8 pages + 1 appendix + 20 pages 15 May 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Logistics
Instructors	Seppo Leppänen, Principal Lecturer, Metropolia Kauko Keskihannu, Development Manager, Keslog Ltd Sami Onkalo, Transport Manager, Keslog Ltd
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to study the optimization program used in optimizing the internal distribution order of Keslog Ltd distribution load. This study compares the programs of three different manufacturers with each other. The thesis was limited to four predetermined loads in Vantaa local distribution.</p> <p>Logistics costs are one of the largest expenditure on business turnover and optimization of routes that make it possible to get substantial savings on logistics costs.</p> <p>At first the current situation of Ruokakesko transport planning and Kespro Horeca transport planning were surveyed and analyzed. After that, the simulated loads were compared with the realized loads.</p> <p>There were problems with the possible introduction of optimization programs, which need to be corrected before route optimization can be effectively utilized.</p> <p>The research part of the thesis is only for the use by the commissioner.</p>	
Keywords	Route optimization, transporting, Vehicle routing problem, Travelling salesman problem, Geographic Information

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Logistiikan optimointi	2
2.1	Kuljettaminen	2
2.2	Kuljettamisen tehokkuus	3
2.3	Ajoneuvon reititysongelma VRP	3
2.3.1	Kauppamatkustajan ongelma (TSP)	4
2.3.2	Pyyhkäisymenetelmä	5
2.4	Heuristiset algoritmit	5
3	Paikkatieto	6
4	Yhteenveto	7
	Lähteet	8

### Liitteet

Liite 1. Tutkimusosuus (vain tilaajan käyttöön)

## Lyhenteet

ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä
GIS	Geographic Information System (paikkatietojärjestelmä)
HORECA	Hotel/Restaurant/Café
LVM	Liikenne- ja viestintäministeriö
TSP	Travelling salesman problem (kauppamatkustajan ongelma)
VRP	Vehicle routing problem (Ajoneuvon reititysongelma)

## 1 Johdanto

Työn aiheena on Keslog Oy:n paikallisjakelukuorman sisäisen jakojärjestyksen optimointi. Logistiikkakustannukset ovat yksi suurimmista kulueristä yrityksen liikevaihdosta, ja tämän takia Keslog Oy:ssa nähdään tarve ottaa käyttöön jakelureittien jakojärjestyksen optimointiin tarkoitettu ohjelma.

Työn tarkoituksena on selvittää toiminnalliset ja järjestelmiin liittyvät vaatimukset toimintaa tehostavalle optimoinnille. Työn tavoitteena on vertailla eri ohjelmistoja ja löytää optimaalisin ratkaisu yritykselle. Työn liitteenä oleva tutkimusosa on luovutettu ainoastaan tilaajan käyttöön.

Aihe rajattiin koskemaan neljää ennalta määrättyä Vantaa paikallisjakelukuormaa. Vertailuun otettiin kolmen eri valmistajan optimointiohjelmat. Työssä käsitellään sekä K-ruokakauppojen jakelua sekä Kespron horeca-jakelua.

Insinööriyö toteutettiin haastattelemalla Kesko Logistiikan henkilökuntaa sekä sopimusautoilijoiden kuljettajia. Työn aikana tutustuttiin käytössä oleviin ohjelmiin sekä toimintatapoihin. Työssä käytetään toteutuneiden jakelukuormien tuloksia, joita vertaillaan ohjelmien antamiin tuloksiin.

Insinööriyön tekemisen aikana Keslog Oy sulautettiin takaisin Kesko Oyj:n. Keslogista tuli Kesko Logistiikka, mutta työssä käytetään nimitystä Keslog Oy.

## 2 Logistiikan optimointi

Tässä luvussa käsitellään optimoinnin hyötyä logistiikassa sekä ajoneuvon reititysongelmaa.

### 2.1 Kuljettaminen

Logistiikan taloudellinen vaikutus on suuri yrityksille. LVM:n logistiikkaselvityksen mukaan 2011 logistiikkakustannukset olivat keskimäärin 12,9 % yritysten liikevaihdosta. Kuljetuskustannukset olivat keskimäärin 4,6 % liikevaihdosta, ja näin ollen ne muodostavat edelleen suurimman yksittäisen kustannuserän. [1]

Kuljetuskustannuksilla tarkoitetaan yrityksen rahdinkuljettajalle maksamaa hintaa tai oman kaluston ja henkilökunnan kustannuksia. Termillä rahtiarvo tarkoitetaan kuljettamisen koko kustannusta ja tämän jakautuminen määräytyy ostajan ja myyjän kesken toimitusehdon perusteella. Kuljetustapahtuma koostuu tavallisesti kolmesta vaiheesta. Ensiksi tavara toimitetaan kuljetusliikkeen terminaaliin, josta se mahdollisesti siirretään runkokuljetuksena alueterminaali ja lopuksi tavara jaetaan alueterminaalista asiakkaalle. Jakelukuljetuksesta muodostuu jopa puolet tapahtuman rahtiarvosta, vaikka kuljetusmatka on vain murto-osa koko suoritteesta. Tämä johtuu siitä, kun pieni tavaraerä toimitetaan tietylle asiakkaalle, kun taas hankita- sekä runkokuljetuksissa yhdessä yhdistelmässä voidaan useamman tavarantoimittajan tuotteita. Suomessa korkeat kuljetuskustannukset ovat monen yrityksen ongelma, ja muualla Euroopassa suunnitellut mallit eivät välttämättä suoraan toimi meillä. Tämän vuoksi yrityksissä täytyy kehittää aktiivisesti ratkaisuja kuljetuskustannusten minimoimiseksi. [2, s. 58–59.] Tästä syystä reitioptimoinnilla on suuri taloudellinen vaikutus yritykselle.

## 2.2 Kuljettamisen tehokkuus

Kuljetustoiminnan tärkein tavoite palvelutason lisäksi on taloudellisuus. Sitä voidaan mitata vertaamalla kuljettamisesta aiheutuneita kustannuksia suoritteeseen. Kuljetuskustannuksia voidaan verrata esimerkiksi tavarasuoritteeseen, kuljetettavien hyödykkeiden määrään, ajosuoritteeseen tai kuljetusetäisyyteen. [2, s. 59.]

Kuljettamisen tehokkuutta voidaan arvioida mm. seuraavien tunnuslukujen avulla:

- Kuljetuskustannusten osuus =  $\frac{\textit{kuljettamisen kustannukset}}{\textit{liikevaihto/jalostusarvo}}$  %
- Kuljetuserän keskikoko =  $\frac{\textit{kuljetetun tavarain paino}}{\textit{lähetysten lukumäärä}}$  (kg)
- Tavarakuljetuksen rahtiarvo myyntihinnasta =  $\frac{\textit{rahtiarvo}}{\textit{liikevaihto}}$  (%)
- $\frac{\textit{kuljettamisen kustannukset}}{\textit{kuljetetun tavarain paino}}$  (€/kg)
- $\frac{\textit{kuljettamisen kustannukset}}{\textit{kuljetetun tavarain tilavuus}}$  (€/m<sup>3</sup>)
- $\frac{\textit{kuljettamisen kustannukset}}{\textit{ajokilometrit}}$  (€/km)
- $\frac{\textit{kuljettamisen kustannukset}}{\textit{kuljetetun tavarain paino*ajomatka}}$  (€/tkm)

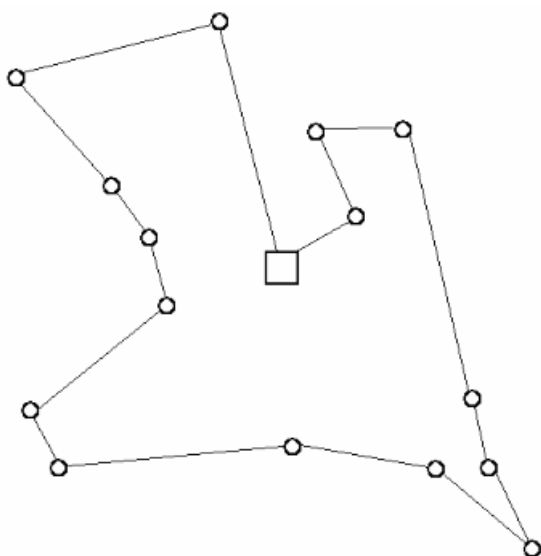
## 2.3 Ajoneuvon reititysongelma VRP

Kuljetusreitin optimoinnissa pyritään lyhyimpään kokonaisajomatkaan, kun tunnetaan käyntipaikat, reittiverkko, eri paikkoihin toimitettavat tavaramäärät ja käytettävissä oleva kuljetuskapasiteetti. Suunnitelmassa rakennetaan kalustonkäyttösuunnitelma jollekin aikavälille huomioon ottaen volyyymi, kalustomäärä sekä aikataulut. Tavoitteena on kokonaiskustannusten minimointi palvelutaso huomioiden. [3, s. 125.]



### 2.3.1 Kauppamatkustajan ongelma (TSP)

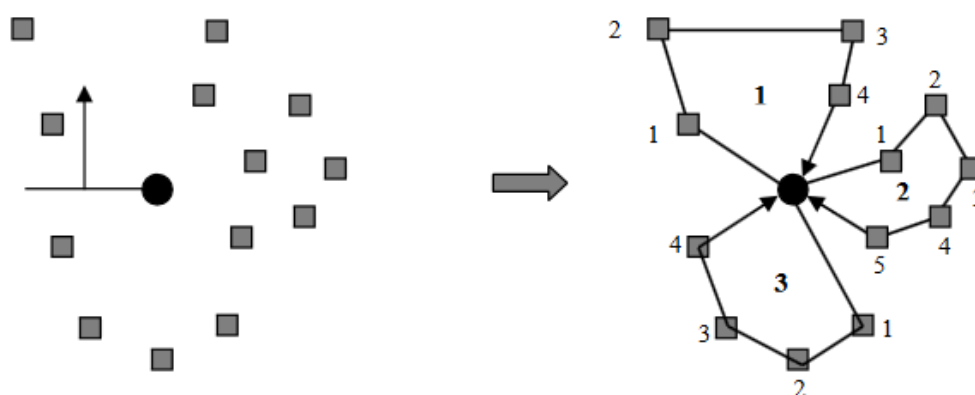
Yksinkertaisin reititysongelma on kauppamatkustajan ongelma (TSP). Kauppamatkustajalla on lista kaupunkeja, missä hänen täytyy käydä, ja tarkoitus on löytää mahdollisimman lyhyt reitti tämän suorittamiseen. Ongelma ratkaistaan laskemalla kaikki reitit ja valitaan niistä lyhyin. Ongelmana käytännön sovelluksissa on, että reittien määrä kasvaa eksponentiaalisesti. Esimerkiksi jos kaupunkeja on neljä, mahdollisia reittejä on 24, ja jos kaupunkeja on 20, mahdollisia reittejä on  $2,4 \cdot 10^{12}$ . Käytännössä mahdollisia käyntipaikkoja on satoja tai jopa tuhansia, mutta yleisesti käytetään mahdollisimman lähellä optimaalista olevia ratkaisua. [4] Kuvassa 1 on yksinkertainen ratkaisu kauppamatkustajan ongelmaan.



Kuva 1. TSP:n yksinkertainen ratkaisu

### 2.3.2 Pyyhkäisymenetelmä

Pyyhkäisymenetelmä on yksinkertainen keino allokoita jakelukulustoa. Tämä menetelmä toimii, jos käytettävissä oleva kalusto on samanlaista ja asiakkaat ovat suhteellisen pienellä alueella. Pyyhkäisymenetelmässä aloitetaan joltakin terminaalista lähtevältä säteeltä, pyöritetään sädettä myötä- tai vastapäivään ja pysäytetään, kun ensimmäinen kuorma on täynnä. Tätä toistetaan, kunnes kaikki asiakkaat on saatu sovitettua kuormiin. Lopputuloksena on jakelureititys, joka muistuttaa repaleista lehtikuvioita. [2, s. 125.] (Kuva 2.)



Kuva 2. Pyyhkäisymenetelmä (Karrus, 2005)

### 2.4 Heuristiset algoritmit

Heuristisella optimoinnilla tarkoitetaan tiettyjen sääntöjen rajoissa mahdollisimman lähellä optimiratkaisua järkevässä ajassa saatua tulosta. Heuristinen algoritmi voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin: rakentamis-, parantamis- ja metaheuristinen algoritmi.

Rakentamisalgoritmissa muodostetaan hyvä ratkaisu tyhjästä lähtien. Tämän ratkaisun tulokset ovat noin 30–50 % optimista. [5] Yksinkertainen rakentamismenetelmä on ns. *lähimmän naapurin menetelmä*. Tässä aloituspisteen jälkeen otetaan sen piste, mihin on lyhyin etäisyys.

Parantamisalgoritmissa tarkoitus on parantaa olemassa olevaa ratkaisua pienten muutosten avulla parempaa suuntaan, ja tätä toistetaan niin monta kertaa, kunnes korjausta ei enää löydy. Näin päädytään lokaaliin optimipisteeseen. Tällä ratkaisulla päästään jo noin 90 %:iin optimista. [5] Tässä menetelmässä otetaan kahden tai useamman pisteen etäisyydet ja niiden väliltä lasketaan, mikä on optimaalisin.

Metaheuristinen algoritmi on edellä mainittujen menetelmien yhdistelmä ja pyrkii näiden avulla löytämään nopeimman ratkaisukokonaisuuden. Metaheuristisissa algoritmissa voidaan sallia yksittäinen huonompi ratkaisu, jos se nopeuttaa kokonaisuutta. [5] Tällaiset algoritmit ovat matemaattisesti monimutkaisia, ja näitä pyritään kehittämään, jotta optimointiohjelmat saadaan tuottamaan nopeasti mahdollisimman lähellä optimia olevia ratkaisuja.

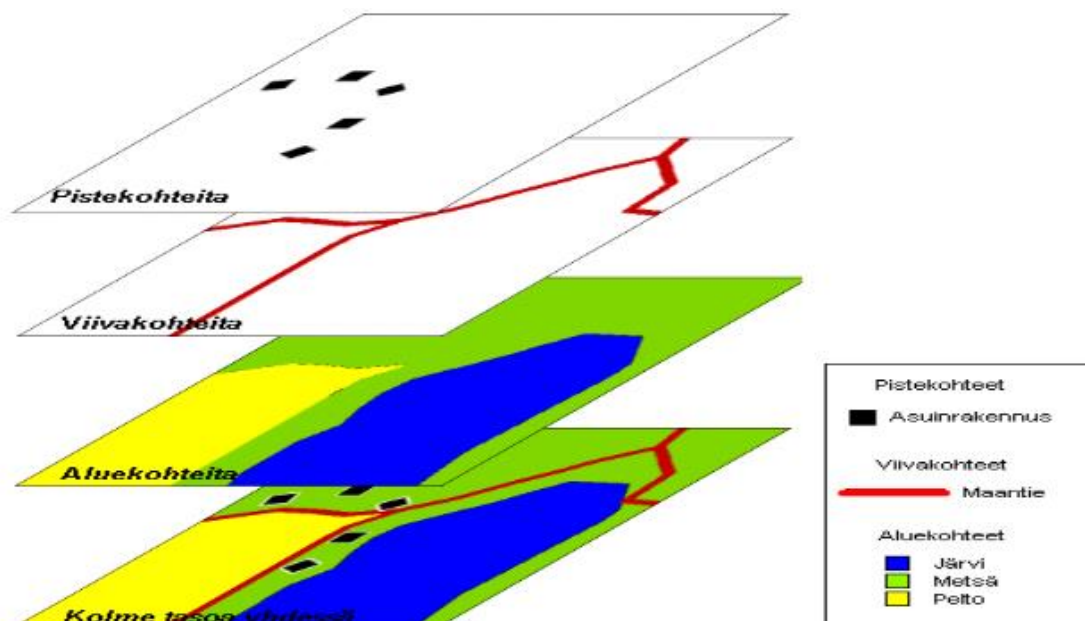
### 3 Paikkatieto

Optimoinnin kannalta on erittäin tärkeää, että jokaisesta pysähdyspaikasta on tiedossa paikkatieto. Paikkatieto on tietoa kohteesta, jolle voidaan määritellä sijainti koordinaattien tai osoitteen perusteella. Paikkatieto voi sisältää myös muuta informaatiota kuin pelkän sijainnin, esim. asiakkaan nimen, aikaikkunan, mahdolliset erikoistoiveet. Näitä tietoja kerätään tietokantoihin ja paikkatietojärjestelmien (GIS) avulla tietoja pystytään käsittelemään taulukkomuodossa tai visuaalisesti. [6]

#### Paikkatietojärjestelmät (GIS)

Paikkatietojärjestelmien avulla pystytään analysoimaan, hallinnoimaan, esittämään, jakamaan sekä hyödyntämään paikkatietoa. Paikkatietojärjestelmille on tunnusomaista tasorakenne. Tämän ansioista pystytään valitsemaan kuhunkin tilanteeseen sopiva rakenne lisäämällä tai poistamalla tasoja (kuva 3). [7]

Nykyään GIS on tärkeä osa monen yrityksen liiketoimintaa tukevia tietojärjestelmiä. [8]



Kuva 3. Tasorakenne [7]

#### 4 Yhteenveto

Insinööriyössä tutkittiin kolmen eri optimointiohjelman käyttöominaisuuksia tilaajayrityksen käyttöön. Tavoitteena oli löytää optimaalisin ohjelma. Työn aikana ohjelmilla simuloitiin neljää eri todellista kuormaan ja ohjelmien tuloksia vertailtiin toteutuneisiin aikoihin.

Insinööriyön tuloksena havaittiin ongelmakohtia, jotka täytyy ratkaista ennen kuin optimointiohjelma pystytään ottamaan käyttöön. Ohjelmista löydettiin vahvuudet ja heikkoudet sekä saatiin suuntaviivat, mitä pitää vielä tutkia ennen kuin pystytään valitsemaan sopiva ohjelma yrityksen käyttöön.

Tutkimuksen tulokset ja tarkemmat yksityiskohdat on tarkoitettu vain tilaajayrityksen käyttöön.

## Lähteet

- 1 Logistiikkaselvitys 2012. Verkkodokumentti. Liikenne- ja viestintäministeriö. <[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78043/Julkaisuja\\_11-2012.pdf?sequence=1](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78043/Julkaisuja_11-2012.pdf?sequence=1)>. Päivitetty 10.5.2012. Luettu 7.9.2016.
- 2 Sakki, Jouni. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo: Jouni Sakki Oy.
- 3 Karrus, Kaij E., 2005. Logistiikka. Helsinki: WSOY.
- 4 Nakari, Pentti, Bräysy, Olli & Dullaert, Wout. 2007. Communal transportation: challenges for large-scale routing heuristics. Reports of the Department of Mathematical Information Technology. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- 5 Bräysy, Olli & Porkka, Pasi. 2007. Kaluston reittioptimoinnilla tehokkuutta logistiikkaan. Jyväskylä: Jyväskylän Yliopisto.
- 6 Paikkatieto. Verkkodokumentti. Karttakeskus. <<http://www.karttakeskus.fi/paikkatieto>> Luettu 27.2.2017.
- 7 Paikkatiedon tukimateriaalia lukion maantieteen opettajille. Verkkodokumentti. Opetushallitus <<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/paikkatieto.pdf>> Päivitetty 2004 Luettu 22.2.2017.
- 8 Paikkatieto. Verkkodokumentti. ProGis ry. <<http://www.progis.fi/33>> Päivitetty 2014. Luettu 22.2.2017