Juho Seppälä

# KOULUKULJETUSTEN KEHITTÄMINEN

Logistiikan koulutusohjelma

2016

samk
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

KOULUKULJETUSTEN KEHITTÄMINEN

Seppälä, Juho
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Logistiikan koulutusohjelma
Tammikuu 2016
Ohjaaja: Heikkinen, Harri
Sivumäärä: 51
Liitteitä: 1

Asiasanat: koulukuljetukset, kuljetussuunnittelu, joukkoliikenne haja-asutusalueilla, reittioptimointi

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Nakkilan kunnan sivistysosastolle aiheena koulukuljetusten kehittäminen. Käyttäjäkokemusten perusteella Nakkilan kunnan kuljetusoppilaat istuvat koulukuljetusajoneuvojen kyydissä päivittäin liian pitkään. Koulukuljetusajoneuvot saapuvat usein myöhässä noutamaan oppilaita ja tieto myöhästymisistä kulkee heikosti kuljetusoppilaiden vanhemmille. Nakkilassa toimii tällä hetkellä yksi esikoulu, viisi alakoulua, sekä yksi yläaste- ja lukio. Yksi kunnan alakouluista suljettiin lukuvuoden 2014-15 päätteeksi ja osa alakouluista on edelleen lakkautusuhan alla. Lakkautettujen koulujen kuljetusoppilaat keskitetään kunnan muihin kouluihin jolloin heidän kuljetusmatkansa pitenevät entisestään.

Tämän kvalitatiivisen opinnäytetyön teoriaosuudessa esitellään koulukuljetuksiin vaikuttavat lait ja yleiset trendit Suomessa sekä Nakkilan koulukuljetusten nykytilanne asianosaisten henkilöiden haastattelujen pohjalta. Opinnäytetyön tavoitteena on etsiä keinoja Nakkilan koulukuljetusten palvelutason parantamiseksi. Työn empiriaosuudessa esitellään tavoitteiden saavuttamiseksi useita sähköisiä optimointiohjelmistoja sekä suoritetaan vertailua ohjelmistojen välillä. Opinnäytetyön lopulla annetaan vertailun pohjalta perusteltu suositus Nakkilan kunnalle koulukuljetusten nykytilanteen parantamiseksi.

DEVELOPING SCHOOL TRANSPORT

Seppälä, Juho
Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Logistics
January 2016
Supervisor: Heikkinen, Harri
Number of pages: 51
Appendices: 1

Keywords: school transport, transportation planning, public transport in rural areas, route optimization

---

This thesis has been made for the municipal education department of Nakkila. The purpose of the thesis is to improve the overall school transport process of Nakkila. Based on the experiences, the students are spending unreasonably long time daily with their school transportation. The transport vehicles are often late and parents are not informed of the delays. In Nakkila there goes currently one active preschool, five primary schools, one secondary school and one high school. One primary school was closed by the end of the academic year 2014-15 and part of the current primary schools are under threat of closure. The students from closed schools have to be transferred to other municipal schools meaning that the trips of the students are extended even further.

In the theoretical part of this qualitative thesis there are presented the laws and general trends affecting school transports. In addition, the current situation of school transports of Nakkila is presented based on the interviews with the parties concerned. The major goal is to find the ways to offer better school transport service. In the empirical part of the thesis there are presented a number of electrical optimization applications and made a comparison between them aiming to achieve the goals. On the basis of the comparison, there is given a recommendation to improve the current situation at the end of the thesis.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 6
1.1 Tutkimuksen tausta ... 6
1.2 Toimeksiantajan esittely ... 6
1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus ... 7
1.4 Tutkimusmenetelmät ja -aineistot ... 8
2 KOULUKULJETUKSET SUOMESSA ... 9
2.1 Lain määritykset ... 9
2.2 Koulukuljetusten tilanne Suomessa ... 10
2.3 Koulukuljetusten ajankohtaiset haasteet Suomessa ... 12
3 KOULUKULJETUKSET NAKKILASSA ... 13
3.1 Haastattelututkimuksen otanta ja kysymykset ... 13
3.2 Nakkilan kunnan kouluverkko, kuljetusoppilaat ja liikennöitsijät ... 13
3.3 Nakkilan koulukuljetusten suunnitteluprosessi ... 16
3.4 Nakkilan koulukuljetusten kehityskohteet ... 17
3.4.1 Koulukuljetusten kesto ja myöhästely ... 17
3.4.2 Yhteydenpito osapuolten välillä poikkeus- ja muutostilanteissa ... 19
3.4.3 Teiden vaarallisuus ja noutopaikkojen sijainti ... 20
3.4.4 Kuljetusajoneuvojen täyttöaste ... 21
3.4.5 Haastateltavien kehitysehdotukset ... 22
4 KOULUKULJETUSTEN OPTIMOINTIOHJELMISTOT ... 23
4.1 Koulukuljetusten optimointimenetelmät ... 23
4.2 Esri: ArcGIS ... 24
4.2.1 ArcGIS for Desktop + ArcGIS Network Analyst ... 25
4.2.2 ArcGIS Online ... 26
4.3 CGI: ReittiGIS ... 27
4.4 Optime Consulting Oy: Route Planner ... 29
4.5 Procomp Solutions Oy: $R_2$ ... 30
4.6 Trimico Oy: LogiPlan Edu ... 32
4.7 Silvasti Software Oy: LogiApps ... 33
4.8 Ramboll Finland Oy: Koululiitu-ohjelma ... 36
5 OHJELMISTOJEN VERTAILU ... 39
5.1 Esri: ArcGIS ... 39
5.2 CGI: ReittiGIS ... 40
5.3 Optime Consulting Oy: Route Planner ... 40
5.4 Procomp Solutions Oy: $R_2$ ... 41
5.5 Trimico Oy: LogiPlan Edu ... 41

5.6 Silvasti Software Oy: LogiApps ..... 42
5.7 Ramboll Finland Oy: Koululiitu-ohjelma ..... 42
6 TULOSTEN ARVIOINTI ..... 43
6.1 Ratkaisusuositukset ja jatkotutkimuskohteet ..... 43
6.2 Tulosten laadun, luotettavuuden ja yleistettävyyden arviointi ..... 45
7 YHTEENVETO ..... 47
LÄHTEET ..... 49
LIITTEET

# 1 JOHDANTO

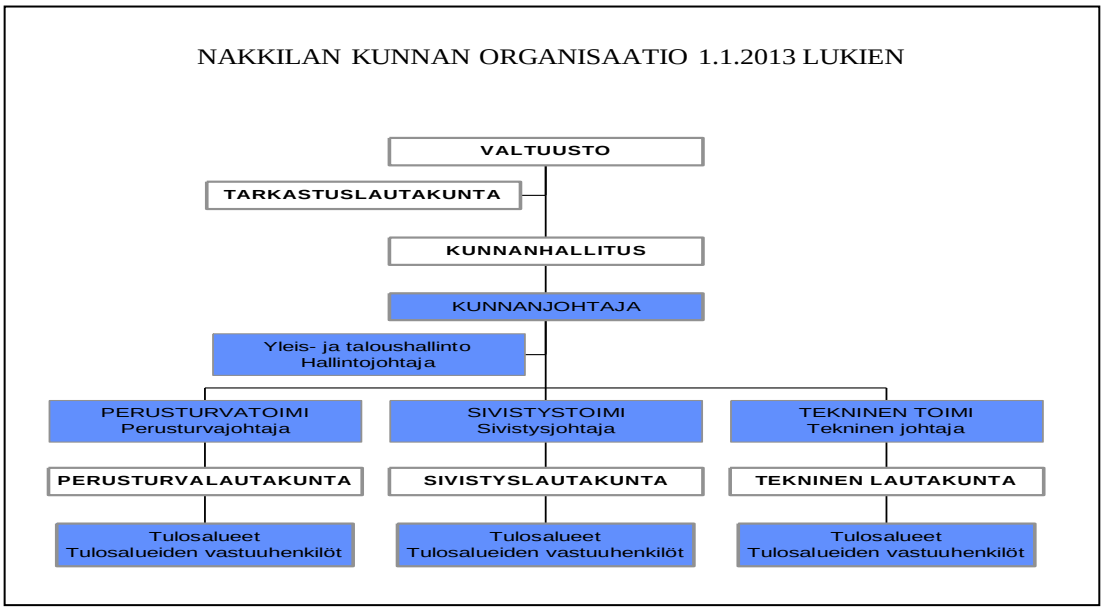
## 1.1 Tutkimuksen tausta

Suomen haja-asutusalueet kärsivät muuttotappiosta ja väestön ikääntymisestä. Kysynnän vähentyminen heikentää nykymuotoisen joukkoliikenteen toimintaedellytyksiä haja-asutusalueilla, joiden asukkaille on ensisijaisen tärkeää, että heidän päivittäiset liikkumistarpeensa pystytään turvaamaan kohtuullisella palvelutasolla. Nykyisessä mallissa, jossa joukkoliikennettä täydennetään kuntien ostamalla tilausliikenteellä, liikennepalvelujen suunnittelu on hajanaista ja niiden järjestely tehotonta. Koulukuljetukset ovat selvästi suurin kuntien kuljetuskustannusten menoerä, ja niiden kannattavuutta heikentää koulujen loma-aikojen aiheuttamat vaikeudet sovittaa työntekijöiden loma-aikoja. (Liikenne- ja viestintäministeriön www-sivut 2015.)

## 1.2 Toimeksiantajan esittely

Nakkila on vuonna 1861 perustettu kunta Satakunnassa Kokemäenjoen varrella, 18 kilometrin etäisyydellä Porista. Kunnan asukasluku vuoden 2014 lopulla oli 5 651. Nakkilan maa-pinta on 183,09 km². Kunnan läpi kulkee rautatie Pori-Tampere, sekä Valtatie 2 Pori-Helsinki. (Nakkilan kunnan www-sivut 2015.)

Nakkilan tulorahoituksen heikkeneminen ja ostopalvelumenoerien kasvu ovat olleet syinä kunnan talouden viimeaikaiseen heikkenemiseen. Nakkilan käyttömenot ovat kasvaneet verotuloja jyrkemmin vuodesta 2007 lähtien joka vuosi. Kuntarakennelain ja peruspalvelujen valtionosuudesta annetun lain 63 §:n mukaisten kunnan talouden raja-arvojen mukaan Nakkilan kunta tulee vuoden 2016 loppuun mennessä täyttämään kriisikunnan taloudelliset tunnusmerkit huolimatta kunnanvaltuuston hyväksymästä tasapainotussuunnitelmasta. Työn toimeksiantajan Nakkilan kunnan sivistysosaston organisatorinen asema on esitetty organisaatiomallissa Kuviossa 1. (Nakkilan kunnan www-sivut 2015.)




Kuvio 1. Nakkilan kunnan organisaatiomalli 1.1.2013 alkaen. (Varheensalo sähköpostiviesti 20.10.2015.)

## 1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on etsiä keinoja Nakkilan kunnan koulukuljetusten matka- ja odotusajan lyhentämiseksi sekä kuljetusten luotettavuuden ja käyttäjäinformaation parantamiseksi. Opinnäytetyössä kartoitetaan perusteellisesti koulukuljetusten nykytilanne Nakkilassa ja pyritään löytämään tarkat tutkimusongelmat, joiden pohjalta koulukuljetuksia edistäviä ratkaisuja etsitään. Kartoitetut tutkimusongelmat priorisoidaan tärkeysjärjestykseen niiden ongelmallisuuden perusteella. Tutkimusongelmien ratkaisemiseksi opinnäytetyössä on päädytty esittelemään koulukuljetuksiin erikoistuneita optimointiyrityksiä ja niiden tarjoamia ohjelmistoja. Vertailuosuudessa analysoidaan ohjelmistojen sopivuutta Nakkilan kunnalle niiden kehityspotentiaalin, kustannussäästöpotentiaalin ja käyttövaatimusten perusteella. Työn lopulla Nakkilan kunnalle annetaan perusteltu suositus koulukuljetusten kehittämiseksi vertailuosuuden pohjalta. Opinnäytetyö rajataan koskemaan vain Nakkilan kunnan kuljetusoppilaiden koulukuljetuksia, eikä muita koulukuljetuksiin välillisesti sidoksissa olevia kuljetuksia, kuten kouluruokakuljetuksia oteta työhön mukaan.

## 1.4 Tutkimusmenetelmät ja -aineistot

Opinnäytetyössä käytetään kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Kartoittavalla tutkimuksella pyritään esittämään uusia näkökulmia Nakkilalle koulukuljetusten tehostamiseksi. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 127-128.) Ongelmien kartoittamiseksi opinnäytetyössä käytetään havainnointia ja teemahaastattelua. Haastattelut järjestetään Nakkilan kunnan sivistysosaston edustajille, kunnan koulukuljetuksista vastaaville liikennöitsijöille, kuljetusoppilaiden vanhemmille, sekä optimointiratkaisuja tarjoaville yrityksille. Haastattelut tehdään puhelimitse ja sähköpostitse, sekä sivistysosaston edustajille myös Nakkilan kunnan virastolla. Haastatteluissa käytetään avoimia kysymyksiä.

# 2 KOULUKULJETUKSET SUOMESSA

## 2.1 Lain määritykset

Suomessa koulukuljetukset järjestetään perusopetuslain määrittelemillä tavoilla. Perusopetuslain mukaan kunnan tulee järjestää opetus niin, että oppilaiden koulumatkat ovat asutus, koulujen sijainti ja liikenneyhteydet huomioon ottaen mahdollisimman turvallisia ja lyhyitä. Kunnan tulee osoittaa jokaiselle oppivelvolliselle lähikoulu. (Perusopetuslaki 628/1998 6 §.) Perusopetuslain 32 §:n 2 momentin mukaan oppilaan hakiessa muuhun kuin 6 §:n 2 momentissa määritettyyn lähikouluun, voidaan oppilaaksi ottamisen edellytyksenä käyttää ehtoa, jonka mukaan huoltajan tulee vastata oppilaan kuljettamisesta tai saattamisesta aiheutuneista kustannuksista.

Oppilaan koulumatkan ollessa pidempi kuin viisi kilometriä, on hän oikeutettu maksuttomaan koulukuljetukseen. Myös esiopetukseen osallistuville lapsille alaraja maksuttomaan kuljetukseen kotoa ja päivähoidosta esipetukseen on viisi kilometriä. Maksuton kuljetus voidaan myöntää matkan ollessa alle viisi kilometriä, jos matka katsotaan oppilaan ikä ja muut olosuhteet huomioiden liian vaikeaksi, rasittavaksi tai vaaralliseksi. Vaihtoehtona maksuttomalle kuljetukselle voidaan oppilaan huoltajalle myöntää avustus lapsen kuljettamisesta tai saattamisesta. Niille oppilaille, jotka eivät ole lukuvuoden alkuun mennessä täyttäneet 13 vuotta, koulumatkan enimmäiskesto on kaksi ja puoli tuntia. Lukuvuoden alkuun mennessä 13 vuotta täyttäneille vastaava enimmäisraja on kolme tuntia. Perusopetuslain mukaan kuljetusta odottavalle oppilaalle tulee olla järjestetty mahdollisuus ohjattuun toimintaan. (Perusopetuslaki 628/1998 32 §.) Perusopetuslain 628/1998 48b §:n mukaan aamu- ja iltapäivätoimintaa järjestäessä kunnan tulee huolehtia siitä, että 32 §:n mukaisesti koulumatkaetuun oikeutetuilla lapsilla on mahdollisuus käyttää tätä etuutta.

Koulukuljetusasetuksen 6 §:n mukaan koulukuljetusreitti tulee suunnitella sellaiseksi, etteivät koululaiset joudu autoon noustessaan tai autosta poistuessaan ylittämään tietä. Nouto- ja jättöpaikkojen valinnassa tulee varmistua siitä, että liikenne ei vaaranna kuljetettavien tai muiden alueella liikkuvien turvallisuutta. Laissa asetettujen ehtojen puitteissa kunnat voivat määrittää omia periaatteitaan koulukuljetuksiin.

(Niemi, Ropponen, Siltala, Tarvainen, Elovaara, Remes, Pasterstein & Jaakola 2011, 28.)

## 2.2 Koulukuljetusten tilanne Suomessa

Kunnilla ei ole lakisääteistä velvoitetta järjestää yleisiä joukkoliikenteen palveluja. Monet kunnat kuitenkin osallistuvat palveluiden ylläpitoon tukemalla matkalippujen hintoja tai ostamalla täydentävää liikennettä, esimerkiksi palvelu- ja asiointilinjoja. Joukkoliikenteellä voidaan järjestää osa koulumatkoista, jolloin kunta maksaa koululaisten matkaliput. Osa koulumatkoista järjestetään ostetuilla koulukuljetuksilla takseilta tai bussiyrityksiltä hankintalain sääntöjen mukaan. (Niemi ym. 2011, 7.)

Yhteistyötä on tehtävä vanhempien, kuljetettavien lasten, kuljetusyrittäjien ja koulujen välillä jatkuvasti, jo suunnittelutyön alussa. Kaikkien osapuolten asiantuntemus tulee ottaa huomioon liikenteen hoidon järjestämisessä. Suunnitelmat tulee laatia osapuolille tasapuolisiksi, eikä yrittäjiä ja kuljetettavia saa asettaa eriarvoiseen asemaan. Kunnan tehtävänä on seurata kuljetusten laatua ja toteutusta sopimusaikana. Kunnan tulee määrittää yhteyshenkilö, johon vanhemmat voivat olla koulukuljetusasioissa yhteydessä. Tarvittavat tarkastukset ja muutokset kuljetuksiin on tehtävä eri osapuolten yhteistyönä. (Niemi ym. 2011, 8-9.)

Koulukuljetukset ajetaan määrättyjen aikataulujen ja reittien mukaisesti. Reitit suunnittelee yleensä tilaaja, kuljetuksen suorittaja tai osapuolet yhteistyössä. Kuljettajan tulee vastata reittien ja aikataulujen noudattamisesta liikenne- ja sääolosuhteet huomioon ottaen. Aikataulut ovat sitovia niin oppilaille, heidän vanhemmille, kuin kuljetusten tilaajillekin. Myöhässä olevaa oppilasta voidaan odottaa, mikäli se on aikataulun puitteissa mahdollista. Oppilaiden nouto- ja jättöpaikat valitaan ensisijaisesti liikenneturvallisuuden perusteella. (Siltala, Hoppu-Mäenpää, Karvonen, Kontkanen, Paavilainen & Uotinen 2012, 27-29.)

Joukkoliikenteen reitti- ja aikataulusuunnitelmia tehtäessä tulee ottaa huomioon koululaisten liikkumistarpeet koulujen alkamis- ja päättymisajankohtien mukaisesti. Useimmiten linjat palvelevat useita kouluja, jolloin koulujen alkamis- ja päätty-

misajankohdat on sovellettava yhteen linjojen aikataulujen kanssa. Päämääränä on saada kaikkien koulujen oppilaille mahdollisimman optimaaliset liikkumismahdollisuudet. Tämän vuoksi myös koulujen tulisi joustaa aikataulujen järjestämisessä. Myös loma-ajat ja poikkeavat koulupäivät tulee sovittaa niin, että joukkoliikenne pystytään järjestämään ilman merkittäviä lisäkustannuksia. Avoimen joukkoliikenteen *Koulp* -merkinnällä varustetut vuorot ajavat normaaleina koulupäivinä maanantaista perjantaihin. Mahdollisina lauantai-koulupäivinä kunnan tulee varautua järjestämään koulukuljetukset tilausliikenteellä. Koulukuljetusten suunnittelu voidaan toteuttaa hajautetusti hallintokunnittain. Toinen vaihtoehto on keskittää suunnittelu kuljetuslogistikolle tai erilliselle kuljetuksista vastaavalle yksikölle. Kunnan on hyvä nimetä joko kunnan oma tai lähikuntien kanssa yhteinen kuljetuskoordinaattori, joka vastaa kunnan henkilöliikennepalvelujen koordinoinnista. Kuljetuskoordinaattori varmistaa, että kunnan henkilö- ja pientavarakuljetukset järjestetään järkevästi ja yhteistyössä ottaen huomioon käytettävissä olevat joukkoliikennepalvelut. Kuljetuskoordinaattorin tueksi olisi hyvä perustaa hallintokuntien edustajista koottu henkilökuljetusryhmä. Kuljetusoikeuspäätökset tekee kussakin hallintokunnassa johtosääntöjen osoittama viranhaltija tai lautakunta. Muut henkilökuljetusten ja joukkoliikenteen päätökset tehdään kunnan asianmukaisissa toimielimissä. Laaja-alaiset päätökset tehdään lautakunnassa tai lautakunnissa, joille päätöksenteko on delegoitu tai vaihtoehtoisesti kunnanvaltuustossa. (Siltala ym. 2012, 27-29.)

Kunnissa on keskenään hyvin erilaisia organisaatiomalleja. Monissa kunnissa liikennöitsijöillä on suuri vastuu järjestäessään reittisuunnittelun ja operatiivisen toiminnan itse, jolloin kunnan kuljetusvastaavat vain tarkkailevat, tilaavat kuljetuspalvelun, sopivat hinnoista ja suorittavat laadunvalvontaa. Kuljetusyrityksille jaetaan toimeksiannot kuljetuksista, ja kuljetusyritysten ajojärjestelijät suunnittelevat reitit ja aikataulut. Osassa kunnista puolestaan koulusihteerit ovat isossa roolissa koulukuljetusten järjestämisessä, jolloin kunnan kuljetussuunnittelija toimii esimiehenä koulusihteerille. Tällöin koulusihteerit ja kuljetussuunnittelija järjestävät kuljetukset yhteistyössä liikennöitsijöiden kanssa. (Järvinen 2010, 14-17.)

Kuntien kuljetussuunnitelmassa määritetään liikennepalveluiden hoitotavat. Kuljetussuunnitelma kertoo, mitkä kuljetukset kunta hoitaa itse ja mitä liikennepalveluja kunta ostaa ulkoa liikenneyrittäjiltä tilausliikenteenä tai avoimena ostoliikenteenä.

Kuljetussuunnitelma tehdään riittävän tarkasti, jotta sen pohjalta voidaan määrittää kilpailutettavat hankintakohteet. (Siltala ym. 2012, 30.)

Hankintalainsäädännön mukaan kuntien tulee kilpailuttaa koulukuljetusten tarjoajat. Kuljetuksen tilaajana opetuksen järjestäjä määrittelee kuljetuksen pelisäännöt. Kuljettajalla ei ole oikeutta muuttaa reittejä tai aikatauluja ilman tilaajan suostumusta. Autoon jäädessä vapaata tilaa kuljetuksen suorittaja voi ottaa tilaajan luvalla kyytiin myös muita matkustajia. Esimerkkitilanteessa vanhemmat haluavat lapsilleen koulukuljetuksen, vaikka kunnalla ei lyhyen koulumatkan vuoksi ole velvoitetta kuljetuksen järjestämiseen. Tällöin tilaajan kanssa kannattaa sopia etukäteen ylimääräisten matkustajien kuljetusten maksutavasta. (Niemi ym. 2011, 16.)

## 2.3 Koulukuljetusten ajankohtaiset haasteet Suomessa

Kuntaliiton vuonna 2013 teettämän koulukuljetusten tilaa koskevan kyselyn mukaan suurimmat ongelmat koulukuljetusten järjestämisessä olivat joukkoliikenteen väheneminen, vähäisen kilpailun aiheuttamat ylisuuret kuljetuskustannukset, aikataulutusongelmat sekä puutteellinen kalustokapasiteetti. Myös oppilaiden vanhempien kohtuuttomat vaatimukset, kuljetuspalvelun heikko laatu sekä tieverkkoon ja välimatkoihin liittyvät ongelmat, kuten teiden vaarallisuus ilmenivät kuntien vastauksissa. (Kuntaliiton www-sivut 2014.)

Kuntaliiton vuonna 2009 teettämän kyselyn mukaan reittitaksan poisjäänti on kohottanut koulukuljetusten hinnat kohtuuttoman korkeiksi monissa kunnissa. Erityisen vaikeassa tilanteessa ovat pienet maaseudun kunnat, joissa etäisyydet ovat pitkiä ja taksiyrittäjiä on vähän. Kyläkoulujen lakkauttamisen myötä etäisyydet pitenevät entisestään. Kuljetusyrittäjien nähdään käyttäneen reittitaksan poistamista tilaisuutena nostaa hintoja. Kunnat kertovat kilpailuttamisen aiheuttaneen kustannusten nousun lisäksi ylimääräistä työtä. Kilpailuttaminen koetaan hyödyttömänä ja turhauttavana. Ratkaisuna ongelmiin kunnat toivovat taksilupien vapauttamista säännöstelystä, alueellista yhteistoimintaa, ja palveluliikenteen kehittämistä. (Kuntaliiton www-sivut 2009.)

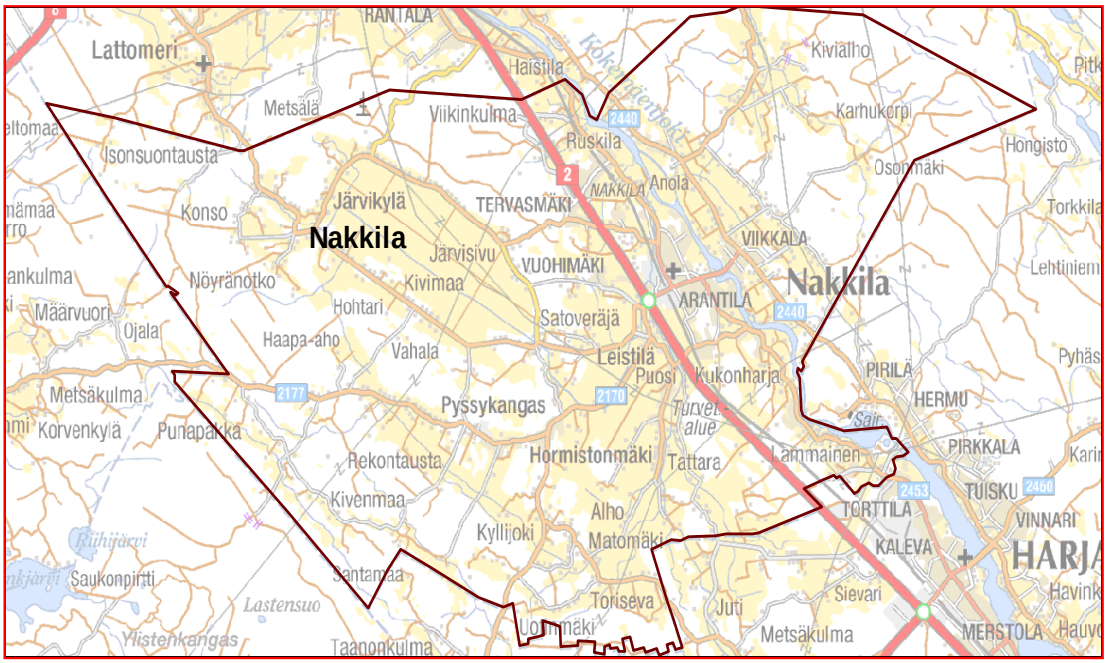
# 3 KOULUKULJETUKSET NAKKILASSA

## 3.1 Haastattelututkimuksen otanta ja kysymykset

Nakkilan kunnan koulukuljetusten nykytilanteen kartoitusta varten tehtyihin haastatteluihin osallistuivat Nakkilan kunnan sivistysjohtaja Pekka Varheensalo, joka vastaa koulukuljetusten kokonaissuunnittelusta, Nakkilan sivistysosaston projektisihteeri Inna-Brita Sartomaa, 14 koulukuljetusoppilaan huoltajaa sekä kaikki kolme Nakkilan koulukuljetuksista vastaavaa liikennöintiyritystä: tilausajoyhtiöt Bussi-Ketonen Ky (Kim Ketonen) ja Nakkilan Taksi Ry (Katja Autiosalo) sekä linjaliikenneyhtiö Porin Linjat Oy (Jarno Valtanen). Haastatteluissa on käytetty avoimia kysymyksiä. Avoimien kysymysten tarkoitus on antaa vastaajille mahdollisuus esittää kantansa mahdollisimman vapaasti omien kokemusten pohjalta. (Hirsjärvi ym. 1997, 185-188.) Nakkilan kunnan edustajien ja liikennöitsijöiden vastaukset tuodaan esille melko yksityiskohtaisesti. Oppilaiden vanhempien antamat vastaukset esitetään yhteenvetona eikä yksittäisten vanhempien vastauksia ja mielipiteitä anneta julki. Tutkimukseen osallistuvat oppilaiden vanhemmat on valittu määrältään mahdollisimman tasaisesti eri liikennöitsijöiltä, eri luokka-asteilta ja eri kouluista, jotta saadaan vastauksia mahdollisimman monesta näkökulmasta. Tutkimukseen on pyydetty tarkoituksella mukaan useita koulukuljetuksia käyttävien sisarusten vanhempia, joilla on todennäköisesti eniten tietoa ja kokemusta Nakkilan koulukuljetuksista.

## 3.2 Nakkilan kunnan kouluverkko, kuljetusoppilaat ja liikennöitsijät

Nakkilassa toimii lukuvuonna 2015-16 Kukonharjan koulun lakkauttamisen jälkeen viisi alakoulua; Kirkonseudun koulu, Matomäen koulu, Ruskilan koulu, Tattaran koulu ja Viikkalan koulu. Nakkilan keskustassa sijaitsevassa Pakkalan koulussa järjestetään kunnan esiopetus sekä aamu- ja iltapäiväkerhotoiminta. Nakkilan yhteiskoulun tiloissa toimii peruskoulun luokat 7-9, sekä Nakkilan lukio. Myös A2-kielen opetus järjestetään kokonaan yhteiskoulun tiloissa. Kunnan koulujen sijainnit ovat suurpiirteisesti nähtävillä Kuvassa 1.



Kuva 1. Nakkilan kunnan kartta. (Sartomaa sähköpostiviesti 20.10.2015.)

Kaiken kaikkiaan Nakkilan oppilasmäärä on lievässä laskussa alentuneen syntyvyyden myötä, ja vastaavasti nettomenot oppilasta kohden ovat kasvussa. Nakkilan kunta on jaettu alakoulujen osalta koulupiireihin. Kunkin koulupiirin alueella asuvat oppilaat sijoitetaan pääsääntöisesti heidän koulupiirinsä lähikouluun perusopetuslain 6 §:n ja 28 §:n mukaisesti. Nakkilan kunta käyttää Taulukossa 1 esitettyjä opetusryhmien maksimikokoja, joita noudatetaan käsiteltäessä toissijaisten oppilaiden kouluun pääsyä ja jäljelle jääneitä oppilaspaikkoja. Tulevan lukuvuoden 2016-17 oppilasmäärät on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 1: Nakkilan opetusryhmien maksimikoot (Sartomaa sähköpostiviesti 20.10.2015.)

| | |
|---|---|
| 1 vl. | 44 |
| 2 vl. | 34 |
| 1-2 vl. | 20 opp. |
| muu erillisluokka | 30 opp. |
| muu yhdysluokka | 25 opp. |

Taulukko 2. Nakkilan oppilasmääräennuste lukuvuodelle 2016-17. (Sartomaa sähköpostiviesti 20.10.2015.)

| Koulu: | Oppilasmääräennuste: |
|---|---|
| Kirkonseudun koulu | 257 |
| Matomäen koulu | 40 |
| Ruskilan koulu | 44 |
| Tattaran koulu | 34 |
| Viikkalan koulu | 70 |
| Yhteiskoulu | 191 |
| **Yhteensä** | **636** |

Kirkonseudun koulun lukemaan kuuluu kaikki Nakkilan 23 erityisoppilasta, sekä Kirkonseudun koulun viereisen Pakkalan koulun 65 esioppilasta. (Sartomaa sähköpostiviesti 21.10.2015.)

Nakkilan kunnan koulukuljetuksista vastaa kolme liikennöintiyritystä: Bussi-Ketonen Ky, Nakkilan Taksi Ry ja linjaliikenneyritys Porin Linjat Oy. Vuonna 2015-16 Bussi-Ketonen hoitaa yhteensä 91 oppilaan kuljetuksen kolmessa eri ryhmässä. Nakkilan Taksi Ry kuljettaa 13 oppilasta kolmessa ryhmässä. Porin Linjat kuljettaa puolestaan 47 oppilasta kahdessa ryhmässä. (Nakkilan kunnan www-sivut 2015.)

Nakkilan kunnan sivistystoimen johtosäännön pykälän 27 § mukaan kunta järjestää perustuslain 32 §:stä poiketen koulukuljetuksen 1-2 luokan oppilaille koulumatkan ollessa oppilaalle tarkoitettuun lähikouluun yli 3 kilometriä. Johtosäännön pykälän 28 § mukaan kunta avustaa niiden oppilaiden kuljetusta ja saattamista, joille ei ole

koulukuljetusta myönnetty. Avustus on enintään yleisten kulkuneuvojen kuljetusmaksun suuruinen. (Nakkilan kunnan www-sivut 2015.)

Poikkeavissa tilanteissa, esim. oppilaan sairastumistapauksissa, oppilaalle järjestetään kuljetus, mikäli tällä on kuljetusoikeus. Nakkilassa kuljetetaan myös jonkin verran sellaisia oppilaita, joille ei normaalisti kuljetusoikeutta myönnettäisi, esimerkiksi erityisoppilaita. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015.)

Säästösyistä Nakkilassa on tehty pieniä muutoksia koulukuljetuksiin vuosien mittaan. Linjavuorokuljetuksia on siirretty tilausliikenteeseen Bussi-Ketonen Ky:lle vuosikymmenen vaihteessa. Tähän oli syynä tilausajon parempi joustavuus lyhyellä varoitusajalla. Autiosalon (2015) mukaan taksioppilaiden määrä on vähentynyt vuosien varrella paljon. Nykyään oppilaille järjestetään iltapäivisin odotusaikoja koululla aiempaa enemmän, jotta oppilaat saadaan vietyä tehokkaammin samaa reittiä yhtä aikaa.

Bussi-Ketosen kuljetusoppilaiden pisin yksisuuntainen koulukuljetusmatka on 16 kilometriä. Nakkilan Taksilla pisin oppilaan kuljetusmatka on 6,5 kilometriä ja Porin Linjoilla 12,6 kilometriä. Yhteensä Nakkilan kunta käyttää koulukuljetuksiin noin 200 000 euroa vuodessa. (Sartomaa sähköpostiviesti 20.10.2015; Varheensalo sähköpostiviesti 20.10.2015.)

## 3.3 Nakkilan koulukuljetusten suunnitteluprosessi

Tällä hetkellä Nakkilan koulukuljetusten kokonaissuunnittelusta vastaa kunnan sivistysjohtaja. Suunnittelu tapahtuu manuaalisesti paikallistuntemuksen pohjalta, eikä kunnalla ole käytössä erillistä ohjelmistoa kuljetusten suunnitteluun. Teiden vaarallisuutta mittaavaa Koululiitu-ohjelmaa ei ole Nakkilan kunnan käytössä ja ainoastaan kunnan läpi kulkeva Valtatie 2, sekä tasoristeykset on luokiteltu vaarallisiksi. Koulureittien liikenneturvallisuus on arvioitu vuosina 2001 ja 2002. Arviointiin osallistuivat tuolloin muun muassa sivistysjohtaja, koulujen rehtorit, poliisin edustajat ja kunnaninsinööri. Tällä hetkellä kuljetusten turvallisuuden arviointiin hyödynnetään muun muassa Tiehallinnon vuonna 2004 tekemää selvitystä kevyen liikenteen väylä-

tarpeista alakoululaisten koulureiteillä, Tielaitoksen vuonna 2005 tekemää Turun tiepiirin liikenneturvallisuussuunnitelmaa, sekä Porin seudun vuonna 2013 valmistunutta liikenneturvallisuussuunnitelmaa. Nakkilassa kuljetettavat oppilasmäärät ovat hyvin vaihtelevia ja autoihin jää usein tyhjää tilaa. Toisaalta taksien matkustajatila ei aina riitä kuljettamaan kaikkia kuljetettavia oppilaita. (Varheensalo henkilökohtainen tiedonanto 16.10.2015.)

Nakkilassa sivistysjohtaja Pekka Varheensalo on vastuussa siitä, että koulut toimittavat tarvittavat koulukuljetustiedot ajoissa. Nakkilan kouluissa koulukuljetusvastaavina toimivat pääsääntöisesti koulujen rehtorit. Koulut tekevät keskinäistä yhteistyötä koulujen alkamis- ja loppumisajankohdista helpottaakseen kuljetusaikataulujen tekemistä. Koulukuljetushakemukset tehdään kouluun ilmoittautumisen yhteydessä. Nakkilan kunnassa tilauspohjaista liikennettä pidetään liian kalliina. Nakkilan koulukuljetusoppilaiden määrä on taksien kuljetuskapasiteetille liian suuri ja linja-autoille liian pieni. Nakkilan kunta toivoo oppilaiden huoltajien kuljettavan lapsiaan nykyistä enemmän korvausta vastaan. (Varheensalo sähköpostiviesti 20.10.2015.)

## 3.4 Nakkilan koulukuljetusten kehityskohteet

Alakappaleissa 3.4.1-3.4.4 esitetään haastateltujen liikennöitsijöiden ja kuljetusoppilaiden vanhempien tuomat ongelmakohdat liittyen Nakkilan koulukuljetuksiin. Ongelmat esitetään priorisoituna tärkeysjärjestyksessä. Koulukuljetusten kesto ja myöhästely nähdään merkittävimpänä ja kuljetusajoneuvojen täyttöaste vähiten merkittävänä ongelmana. Alakappaleessa 3.4.5 esitetään haastateltavien omat kehitysehdotukset.

### 3.4.1 Koulukuljetusten kesto ja myöhästely

Liikennöitsijöiden mukaan koulukuljetusten myöhästyminen on iso ongelma erityisesti alkusyksyisin. Koulujen lukujärjestykset ja oppilaslistat saapuvat liikennöitsijöille liian myöhään, jotta reitit voitaisiin kunnolla testata ennen koulujen alkua. Autiosalon (2015) mukaan koulujen ilmoittamissa koulupäivien päättymisaikatauluissa on ilmennyt erittäin paljon virheitä. Koulujen lukujärjestykset muuttuvat alkusyksyi-

sin paljon aiheuttaen epäselviä tilanteita. Liikennöitsijät näkevät erityisesti oppilaiden paluukuljetukset kouluista koteihin ongelmallisina. Monina päivinä koulupäivä loppuu samaan aikaan suurella osalla kuljetusoppilaista, mikä vaikeuttaa paluuaikataulujen suunnittelua. Osalle oppilaista muodostuu koulupäivien loputtua odotusaikoja koululla. Autiosalon (2015) mukaan Nakkilan Taksi joutuu joinakin päivinä ottamaan paluukuljetuksiinsa kyytiin oppilaita, jotka normaalisti kulkevat bussilla, jolloin kuljettajille aiheutuu kohtuutonta kiirettä. Tämä on pakottanut Nakkilan Taksin tekemään kompromisseja, esimerkiksi ajamaan lyhimmät reitit ensin ja palaamaan sen jälkeen kiireellä takaisin koululle kuljettamaan odottavia oppilaita. Myös yksittäisten oppilaiden myöhästely aiheuttaa melko paljon viivytyksiä koulukuljetuksiin. Mikäli oppilas noudetaan aivan kotipihansa läheltä, oppilas ei välttämättä ole valmiina odottamassa kuljetusta vaan saattaa aloittaa vaatteiden pukemisen vasta nähdessään kodin ikkunasta noutamaan tulleen ajoneuvon. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015; Ketonen henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

Nakkilan Taksin kuljetusten myöhästely on johtunut myös autovajauksesta, sillä vaikka he ovat saaneet hiljattain lisää autoja, niitä ei ole vieläkään tarpeeksi, vaan vajaa kalusto aiheuttaa edelleen myöhästymisiä. Nakkilan Taksi saa myös suoria tilauksia muilta asiakkailta. Suuri tilausmäärä voi aiheuttaa ruuhka-aikoja ja niiden myötä koulukuljetusten myöhästymisiä. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015.)

Nakkilan koulukuljetusreitit ovat muuttuneet vuosien saatossa vain vähän. Muutoksia reitteihin on tehty lähinnä ilmiselvissä tapauksissa, esimerkiksi uuden ison asuinalueen rakentamisen myötä. Kukonharjan koulun lakkauttamisen myötä Porin Linjojen reitti 98 muutettiin. Kilpailutuksessa tarjouspyynnössä käytetään useimmiten vanhoja reittejä. Sivistysjohtaja tarkistaa reitit, ja tarvittaessa niitä muokataan myöhemmin yhteistyössä liikennöitsijöiden kanssa. Liikennöitsijät ovat tämänhetkisiin reitteihin melko tyytyväisiä ja uskovat paikallistuntemuksen riittävän hyvin koulureittien optimointiin. Liikennöitsijöillä on kuitenkin myös huomautettavaa: Autiosalon (2015) mukaan Nakkilan Taksi ajaa silloin tällöin hyvin pitkiä reittejä, jotka saattavat aiheuttaa heille muiden ajojen viivästymisiä. Heillä on ollut tilanteita jolloin ajoja on jouduttu antamaan muille liikennöitsijöille pitkien kuljetusmatkojen aiheuttamien viivytysten takia. Ketosen (2015) mukaan koulukuljetuksia ajetaan myös hyvin pie-

nillä teillä, joita voitaisiin karsia koulukuljetuksista pois. Yleinen totuus on kuitenkin se, että reititystä on hankala tehdä kaikkia osapuolia palvelevaksi. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015; Ketonen henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015; Valtanen henkilökohtainen tiedonanto 23.10.2015.)

Vanhemmat eivät saa tietoa koulukuljetusten aikatauluista syksyisin ennen koulujen alkua. Suurin osa haastatelluista vanhemmista ilmoitti koulukuljetusten myöhästyvän noutopaikoilta ainakin silloin tällöin. Yksi haastateltu vanhempi kertoi kuljetuksen saapuvan noutopaikalle ajoittain jopa puoli tuntia myöhässä. Syksyn ensimmäisiä viikkoja kuvaillaan kaoottisiksi ja jopa myöhästymisiä koulusta tapahtuu. Erityisesti Lattomeren ja Järvikylän alueella oppilaiden noutaminen nähdään hyvin ongelmallisena. Vanhempien yleinen mielipide on, että odotusajat ovat aamuisin vielä kohtuuden rajoissa, mutta iltapäivisin koulupäivien jälkeen odotusta tulee aivan liikaa. Monet kuljetusoppilaiden vanhemmat ovat turhautuneet kuljetuksiin ja ovat siksi päättäneet kuljettaa lapsensa itse.

### 3.4.2 Yhteydenpito osapuolten välillä poikkeus- ja muutostilanteissa

Liikennöitsijöiden mukaan yhteydenpito koulujen kanssa toimii melko hyvin. Mikäli aikataulupoikkeamat johtuvat koulusta, on koulun velvollisuus ilmoittaa niistä liikennöitsijälle. Pääsääntöisesti koulujen rehtorit toimivat yhteyshenkilöinä koulukuljetusasioissa. Ongelmatilanteissa myös sivistysjohtaja osallistuu päätöksentekoon. Yhteydenpito oppilaiden vanhempien kanssa on hyvin ongelmallista. Vanhempien tulee ilmoittaa liikennöitsijälle suoraan puhelimitse poikkeavista tilanteista, kuten lapsen sairastumistapauksista. Hyvin merkittävä osa poikkeavuuksista jää kuitenkin tavoittamatta liikennöitsijät, sillä suuri osa vanhemmista ei ilmoita muutoksista lainkaan. Liikennöitsijöiden mukaan oppilaiden vanhemmilla ei ole riittävää tietoa eri osapuolten vastuualueista. Jos vanhemmat eivät saa tietoa poikkeavista kuljetusaikatauluista, negatiivinen palaute kohdistuu usein suoraan liikennöitsijään. Liikennöitsijät käyvät yhteispalavereissa sivistystoimen kanssa vanhempien palautteet läpi. Palavereissa osapuolet voivat tehdä omia ehdotuksia saadun palautteen pohjalta. Vanhempien mukaan myöhästyneistä kuljetuksista ei tule heille tietoa ja he joutuvat tarvittaessa ottamaan itse yhteyttä kuljettajaan. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto

4.11.2015; Ketonen henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015; Valtanen henkilökohtainen tiedonanto 23.10.2015.)

### 3.4.3 Teiden vaarallisuus ja noutopaikkojen sijainti

Tällä hetkellä Nakkilan koulukuljetusteiden vaarallisuuden aiheuttamista poikkeavuuksista oppilaiden kuljetuksiin voidaan sopia tapauskohtaisesti yhteistyössä sivistysjohtajan kanssa. Oppilaiden noutopaikoiksi ei määrätä paikkoja, jotka koetaan vaarallisiksi tai joihin johtavat tiet koetaan vaarallisiksi. Tällöin oppilaille muodostuu pieniä kävelymatkoja kotoa noutopaikoille. Nakkilassa koulukuljetuksia järjestetään kunnan läpi kulkevan Valtatie 2:n ylityksen vuoksi, jotta oppilaat eivät joudu ylittämään valtatietä itsenäisesti. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015.)

Bussi-Ketonen joutuu ajamaan haja-asutusalueilla paikka paikoin melko kapeilla ja mutkaisilla, valaisemattomilla teillä, joilla on verraten korkea nopeusrajoitus. Nämä tiet ovat erityisesti talvisin vaarallisia ja hitaita ajaa. Näillä teillä ei ole myöskään piennaralueita eikä pyöräteitä. Matomäen ja Hormiston alueella liikutaan teillä, joilla ajaa tukkirekkoja päivittäin, jolloin polkupyöräilevät koululaiset asetetaan kohtuuttomaan vaaraan. Koska pienimmillä syrjäteillä ei löydy bussipysäkkejä tai muitakaan levennyksiä, on monin paikoin mentävä noutamaan oppilaat tien reunaan, jolloin linja-auto väistämättä tukkii osan tiestä. (Ketonen henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015.)

Liikennöitsijät kokevat oppilaiden nouto- ja jättöpaikka-asiat jossain määrin ongelmallisina. Nouto- ja jättöpaikat on keskitetty melko lähelle oppilaita näiden kotiosoitteiden mukaan. Kuten aikaisemmin kappaleessa 3.4.1 mainittiin, noudon tapahtuessa lähellä koteja, oppilaat eivät usein ole valmiina odottamassa kuljetusta, jolloin yksittäisten oppilaiden noutamiseen saattaa kulua kohtuuttomasti aikaa. Kun nouto tapahtuu pidemmän matkan päässä oppilaiden kotoa, oppilaat ovat pääsääntöisesti hyvin valmiita nousemaan kyytiin. Valtasen (2015) mukaan lasten tulisi tehdä itsensä paremmin näkyviksi noutopaikoilla. Erityisesti pimeällä oppilaiden erottaminen on vaikeaa autosta käsin, elleivät oppilaat ole odottamassa noutopaikalla asiallisesti. Autiosalon (2015) mukaan nouto- ja jättöpaikkojen järjestäminen on taksilla ajoneuvon

pienemmän koon vuoksi helpompaa kuin bussilla. Nakkilan Taksi hakee aivan kotipihojen tuntumasta lähinnä erityisoppilaita, sekä niitä oppilaita, joiden noutopaikka reitin varrella koetaan huonoksi. Pääsääntöisesti oppilaille ei kuitenkaan Nakkilassa muodostu muutamia satoja metrejä pidempiä matkoja kotoa noutopaikoille. Pisin oppilaan kulkema kävelymatka noutopaikalle Nakkilassa on hieman yli kilometri.

Noin puolet vastanneista oppilaiden vanhemmista ilmoitti pitävänsä kuljetusreittejä ja noutopaikkoja vaarallisina. Syrjäteillä kovaa vauhtia ohi ajavat autot aiheuttavat huolta erityisesti pimeällä. Lähes kaikki vanhemmat ilmoittivat lastensa noutopaikan olevan aivan lähellä korkeintaan muutaman sadan metrin päässä kodista. Osa vanhemmista olisi valmiita siirtämään lapsensa noutopaikkaa hieman etäämmälle, jos näin saataisiin nopeutettua kuljetuksia. Osa vanhemmista kuitenkin huolestuisi lastensa kävelymatkan vaarallisuudesta noutopaikalle, mikäli sitä siirrettäisiin kauemmas kotoa. Erityisesti kapeiden syrjäteiden vierustoilla käveleminen epäilyttää vanhempia.

### 3.4.4 Kuljetusajoneuvojen täyttöaste

Nakkilan kaltaisessa pienessä kunnassa oppilasmäärien vuosittaiset ja jopa kesken vuoden tapahtuvat muutokset saattavat aiheuttaa ajoneuvojen täyttöasteeseen liittyviä ongelmia. Vuosittain vaihtuvien oppilaslistojen vuoksi ajoneuvojen täyttöasteen optimointi on vaikeaa. Paluukuljetusten jakautuessa useaan ajankohtaan erityisesti busseihin jää tyhjää tilaa. Myös Nakkilan Taksilla on vajaalukuisia kuljetusryhmiä, joita kuljetettaessa takseissa on ylimääräistä tilaa. Joskus kuljetettavia oppilaita on kuitenkin enemmän kuin takseihin mahtuu. Liikennöitsijät tekevät yhteistyössä kunnan kanssa päätökset kuljetettavista oppilasryhmistä käytettävissä olevaan kalustoon sopivaksi. Porin Linjojen Jarno Valtasen (2015) mukaan heidän kapasiteettinsa joudutaan mitoittamaan aina oppilaiden maksimimäärän mukaan. Porin Linjat toteuttaa kuljetuksia linjaliikenteenä, eikä heillä ole vastuuta kuljetusoppilaiden kuljettamisesta perille. Merkittävä osa Porin Linjojen kuljetusoppilaasta kulkee silloin tällöin koulumatkansa itsenäisesti tai vanhempien kyydillä, eikä heillä ole ilmoitusvelvollisuutta tästä Porin Linjoille. Yleisesti ottaen liikennöitsijät eivät näe kuljetuskalustoasiaa merkittävänä ongelmana. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015; Keto-

nen henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015; Valtanen henkilökohtainen tiedonanto 23.10.2015.)

### 3.4.5 Haastateltavien kehitysehdotukset

Liikennöitsijät toivovat koulujen toimittavan oppilaslistat ja aikataulut nykyistä aikaisemmin, jotta kuljetusten operatiivinen suunnittelu helpottuisi ja kuljetukset toimisivat heti alkusyksystä. Myös paluukuljetusten yhdenmukaistamista toivotaan. Ketosen (2015) mukaan myös koulujen alkamisaikojen porrastamista tulisi miettiä nykyistä tarkemmin. Bussi-Ketoselle saattaa tulla kaksi iltapäiväkuljetusta peräjälkeen, mutta joskus iltapäiväkuljetusten välissä on jopa kolmen tunnin taukoja. Valtasen (2015) mukaan kunnan teiden kuntoon ja infrastruktuuriin tulisi kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Lisäksi yhteydenpidon oppilaiden vanhempien kanssa toivotaan paranevan ja vanhempien palautteen suuntautuvan oikeille henkilöille. (Autiosalo henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015; Ketonen henkilökohtainen tiedonanto 21.10.2015; Valtanen henkilökohtainen tiedonanto 23.10.2015.)

Vanhempien tärkeimmät parannusehdotukset liittyvät tiedottamisasioihin, erityisesti alkusyksyn kuljetuksiin toivotaan parempaa tiedottamista. Vanhemmat toivovat saavansa tiedot lastensa reiteistä, aikatauluista sekä nouto- ja jättöpaikoista nykyistä aikaisemmin syksyllä, viimeistään viikkoa ennen koulujen alkamista kirjeitse tai sähköpostitse. Vanhemmat haluavat myös odotusajat järjestettävän iän mukaan niin, että ainakaan pienemmille oppilaille ei tulisi odotusaikoja.

Sivistysjohtaja Pekka Varheensalo toivoo vanhemmilta nykyistä enemmän omatoimisuutta. Hän huomauttaa kunnan www-sivuilta löytyvän tietoa koulukuljetuksista, jota vanhemmat eivät syystä tai toisesta hyödynnä. (Varheensalo sähköpostiviesti 4.1.2016)

# 4 KOULUKULJETUSTEN OPTIMOINTIOHJELMISTOT

## 4.1 Koulukuljetusten optimointimenetelmät

Koulukuljetuskäytännöt vaihtelevat suuresti eri kuntien välillä, eikä niihin ole olemassa yleistettäviä ratkaisumalleja. Sähköisen optimointiohjelmiston käyttöönotolla on tällä hetkellä tunnetuista vaihtoehdoista suurin potentiaali edesauttaa kappaleessa 3 esitettyjen tutkimusongelmien ratkaisemista. Yhä useampi suomalainen kunta käyttääkin sähköistä optimointiohjelmistoa koulukuljetusten suunnitteluun.

Erilaisista optimointimenetelmistä on puhuttu jo vuosikymmenten ajan, mutta vasta viimeaikainen tietotekninen kehitys on mahdollistanut jokapäiväisten kuljetusongelmien tehokkaan ratkaisemisen. (LogiAppsin www-sivut 2015.)

Optimointiohjelmistojen käyttämät algoritmit perustuvat hyvin perinteisiin ongelmanratkaisumenetelmiin, joskin koulukuljetusten reittioptimoinnissa käytetyt menetelmät eroavat jonkin verran toisistaan. Yksi klassisista optimointiongelmista on Traveling Salesman Problem (TSP), suomeksi kauppamatkustajan ongelma, jossa kauppiaan tehtävänä on löytää lyhin tai edullisin reitti käyden läpi jokainen kauppa-alueeseensa kuuluva kaupunki. Toinen tunnettu ongelma, Vehicle Routing Problem (VRP), suomeksi ajoneuvon reititysongelma, pohjautuu kauppamatkustajan ongelmaan. VRP:ssä jokaisen kaupungin kysyntä tunnetaan, x määrällä kauppiaita on kullakin tietty kuljetuskapasiteetti, ja kaikki kauppiaat lähtevät keskusvarikolta viemään tavaroitaan asiakkaille. Mikäli kauppiaan reitin läpiviemiseen tai asiakaskohteisiin saapumiseen on asetettu lisäksi jokin aikaikkuna, on kyseessä Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW), vapaasti suomennettuna aikarajoitettu ajoneuvon reititysongelma. VRPTW:ssä kauppias voi saapua jokaiseen kohteeseen etuajassa, mutta tällöin hänen tulee odottaa kunnes ollaan ennalta määrätyssä aikaikkunassa. VRPTW on laajassa käytössä monien käytännön logististen ongelmien ratkaisuun. VRPTW:n monimutkaisemmassa versiossa *m*-VRPTW:ssä kauppiaiden käytössä on useampi varikko. Koulukuljetusongelma on *m*-VRPTW:tä monimutkaisempi ongelma. Koulukuljetuksissa asiakkaat eli koululaiset noudetaan ennalta määritellyiltä

noutopaikoilta, niin kutsuttuja varikkoja ovat koulut ja koululaiset tulee viedä yhteen, ennalta määrättyyn kouluun. (Andersson & Lindroth 2005, 4-5.)

Kuljetusten optimoinnissa pyritään etsimään paras mahdollinen reititys ottaen huomioon reittien pituus, ajoneuvojen kuljetuskapasiteetti, käytettävissä oleva aika ja kustannustaso. Lisäksi esimerkiksi ympäristötekijät tulee ottaa huomioon. Riippuen kunnan intresseistä, reitit voidaan optimoida mahdollisimman lyhyiksi tai taloudellisiksi. Reittioptimoinnilla voidaan karsia kustannuksia monella tavoin. Ajoreitin lyhentyessä polttoainekustannukset laskevat, ajoneuvojen kuluminen vähenee ja kuljettajien ajoajat lyhenevät. (Mansikkamäki 2014, 24.)

## 4.2 Esri: ArcGIS

Esri Finland Oy on yhdysvaltalaisen paikkatietoratkaisujen toimittajayrityksen ESRIn edustaja Suomessa. Esrin pyrkimyksenä on tarjota asiakkailleen tärkeitä tietoja sisältäviä karttoja, jotka ovat käytettävissä missä tahansa millä laitteella tahansa. (Esri Finland Oy:n www-sivut 2015.)

Esri Finland toteuttaa asiakkailleen kuljetussuunnittelupalveluja ohjelmistoillaan ArcGIS Desktop, ArcGIS Network Analyst ja ArcGIS Online -pilvipalvelu. Tavoitetilassa kunnalla olisi käytössään nämä ohjelmistot, joilla esimerkiksi kunnan kuljetuskoordinaattori voisi tehdä kuljetussuunnittelun ja tarvittavat muutokset nopeasti järkevällä kustannustasolla. Toisena vaihtoehtona Esri tarjoaa konsulttipalveluaan, jossa varsinaisen optimoinnin suorittaa konsultti, ja kunnan tehtäväksi jää hallinnollinen koordinointi, tiedonkeruu ja tulosten esittely muiden sidosryhmien välillä. Koska kunnissa on aina tärkeää lopputulokseen vaikuttavaa hiljaista tietoa, joka ei välity konsultille, Esrillä pidetään kunnassa itse tehtyä suunnittelua parhaana toteutustapana. Tarvittavat suunnittelun aikana tehdyt muutostyöt saattavat nostaa konsulttipalvelun kustannuksia.

ArcGIS-työpöytäsovelluksen työkalujen avulla voidaan luoda hyvin monipuolista taulukkomuotoista tietoa, joka voidaan helposti viedä esimerkiksi Exceliin. Vastaavasti Excel-taulukoita voidaan tuoda suoraan ArcGIS-työpöytäsovellukseen. Esimer-

kiksi Excel-taulukon osoitetietoja voidaan tuoda ja paikantaa pisteiksi kartalle. (Ahvonen sähköpostiviesti 23.10.2015.)

### 4.2.1 ArcGIS for Desktop + ArcGIS Network Analyst

ArcGIS Desktop Basic + ArcGIS Network Analyst -yhdistelmä on Esrin tarjoama ykkösohjelmisto strategisen ja taktisen tason kuljetussuunnitteluun ja analyyseihin sekä operatiiviseen kuljetussuunnitteluun. (Ahvonen sähköpostiviesti 23.10.2015.)

ArcGIS for Desktop -työasemaohjelmisto sisältää paikkatietotyökalut ArcGIS Pron ja ArcGIS Mapin, joilla voidaan muokata datasta informaatiota ja jakaa sitä eteenpäin. ArcGIS for Desktopin sovellukset ovat käytettävissä tietokoneella, älypuhelimella ja tabletilla, joten ne ovat käytettävissä käytännössä missä tahansa. ArcGIS for Desktopin käyttäjänä asiakas saa käyttöönsä Esrin globaalit aineistot, jotka sisältävät taustakarttoja ja ilmakuvia sekä tietoja väestöstä, ympäristöstä ja liikenteestä. ArcGIS for Desktopista on saatavilla myös koekäyttöversio. ArcGIS Pro on Esrin uusi työpöytäsovellus, jolla voidaan tarkastella ja luoda uusia karttoja sekä visualisointeja helposti ja nopeasti. ArcGIS Pron luomaa sisältöä voidaan viedä muille käyttäjille esimerkiksi ArcGIS Online -pilvipalvelun kautta. (Esri Finland Oy:n www-sivut 2015.) ArcGIS Mapin karttadokumenttien avulla voidaan tarkkailla ja tutkia paikkatietoaineistoa, sekä luoda uusia karttaesityksiä ja julkaista niitä. (Toivola 2014, 13.)

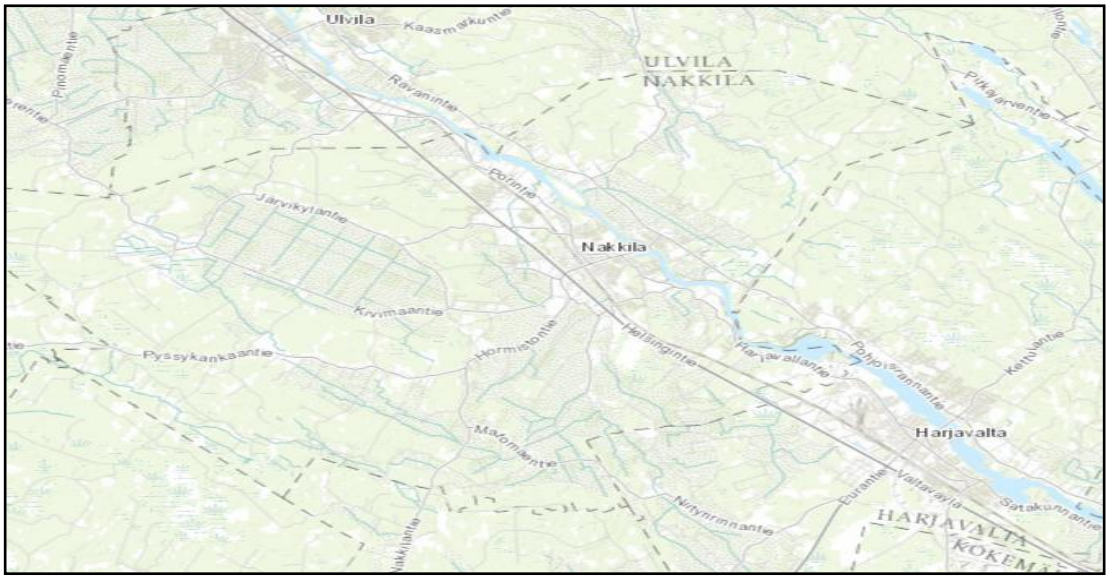
ArcGIS Network Analyst sisältää VRP-työkalun (Vehicle Routing Problem), joka on tarkoitettu kuljetustenhallintaan ja reittioptimointiin. VRP-työkalulla voidaan rajata eri maantieteellisiä osuuksia pois reititysmahdollisuuksien joukosta, VRP huomioi esimerkiksi kevyen liikenteen väylät ja yksisuuntaiset tiet. VRP-työkalulla voidaan ottaa huomioon myös tilauksia koskevat rajoitukset. VRP:llä voidaan etsiä kokonaiskustannuksia minimoivat ratkaisut tilausten hoitoon ottamalla huomioon asiakkaan erilaiset rajoitteet, kuten palkkakustannukset ja ajoneuvojen polttoainekustannukset. Network Analystin työkalut käyttävät reittioptimointiin ja kustannusten laskemiseen erilaisia kustannusmuuttujia, kuten matkaetäisyys ja ajoaika, joilla voidaan etsiä lyhin ja nopein mahdollinen reitti. Oppilaiden nouto- ja jättöpaikkoja on mahdollista optimoida Network Analyst -laajennoksen Location Allocation -työkalulla. Työka-

luun voidaan syöttää esimerkiksi oppilaiden etäisyysraja-arvot kotoa koululle. Sijaintitietoja voidaan hyödyntää edelleen VRP:ssä tilaustietona. (Ahvonen sähköpostiviesti 23.10.2015.)

### 4.2.2 ArcGIS Online

ArcGIS Online on pilvipalvelu, jolla voidaan luoda, hallita, ottaa käyttöön ja jakaa karttoja ja sovelluksia. ArcGIS Onlinen käyttöön järjestetään päivän kestäviä maksullisia peruskursseja niille, jotka haluavat ottaa ArcGIS Onlinen käyttöön joko sellaisenaan tai osana kokonaista ArcGIS-järjestelmää. (Esri Finland Oy:n www-sivut 2015.)

ArcGIS Online -pilvipalvelun kokeiluversio on vapaasti käytettävissä oleva ohjelma, jolla jokainen voi itse kokeilla reittioptimointia ja koulureittien mittaamista yksittäisille ajoneuvoille tai ajoneuvojoukoille. ArcGIS Online käyttää kartta-aineistonaan koko maailman kattavaa Nokian HERE-aineistoa. ArcGIS Onlinella voidaan julkaista karttapohjaista informaatiota kuntalaisille ja muille sidosryhmille kuten rehtoreille ja opetusviraston henkilöille. Kuvassa 2 esitetään ArcGIS Online -pilvipalvelusta vapaasti siirretty karttanäkymä Nakkilan kunnasta. (Ahvonen sähköpostiviesti 23.10.2015.) ArcGIS Online on jo nyt laaja paikkatietojärjestelmä ja sen ominaisuudet lisääntyvät jatkuvasti. (Ahvonen sähköpostiviesti 28.10.2015.)




Kuva 2. ArcGIS Onlinen Nakkilan karttanäkymä. (ArcGIS:n www-sivut 2015.)

Kunta voi hankkia Esrin tuotteet itsenäiseen käyttöön kolmella tavalla: tarpeen mukaisena yksittäisenä lisenssinä, kolmen vuoden kuntalisenssinä, jossa on kiinteä vuosimaksu, tai pelkän ArcGIS Online -pilvipalvelun vuoden ajaksi. Yksittäisen lisenssin hinta sisältäen ArcGIS Desktop Basic + ArcGIS Network Analystin ja ArcGIS Onlinen on 5 800 euroa + alv., jonka vuotuinen ylläpitomaksu on 1 470 euroa + alv. Esrin kuntalisenssi sisältää rajattoman määrän ArcGIS-tuotteita laajennoksineen. Kuntalisenssi tarjoaa kunnalle lähes vapaan käyttöoikeuden Esrin tuotteisiin sisältäen tuen ja ylläpidon. Nakkilan kunnalle kuntalisenssin vuosihinta on 15 000 euroa. (Ahvonen sähköpostiviesti 23.10.2015.)

Esri tarjoaa kunnille myös konsultointipalvelua, mutta heidän vaatimusten mukaan kunnan tulee osallistua tällöinkin ohjelmiston käyttökoulutukseen. Käytännössä kunnan tulee joka tapauksessa itse hankkia ArcGIS Desktop Basic + ArcGIS Network Analyst -yhdistelmä ja perehtyä ohjelmistoon itsenäisesti. (Ahvonen sähköpostiviesti 21.12.2015.)

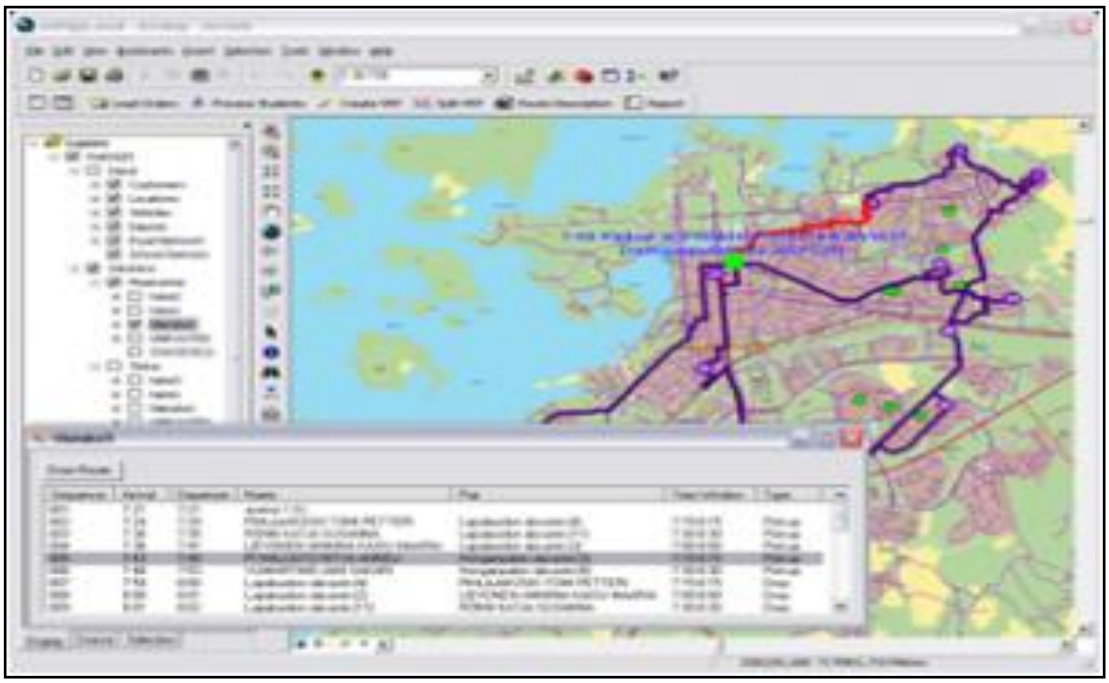
Esrin tuotteiden itsenäinen käyttö on opeteltavissa muutamassa päivässä. Kun kunnan tieaineisto kevyen liikenteen väylineen on kunnossa, yhteydet oppilashallintojärjestelmään on tehty ja liikennöitsijät ovat tiedossa, kunnalla on valmiudet aloittaa kouluttautuminen ArcGIS:in käyttöön. (Ahvonen sähköpostiviesti 28.10.2015.)

## 4.3 CGI: ReittiGIS

CGI (Consultants to Government and Industry) on maailmanlaajuinen yli 40 maassa toimiva IT-palvelu- ja liiketoimintayritys, jonka alaisuudessa työskentelee Suomessa noin 3200 asiantuntijaa. CGI on erikoistunut muun muassa IT-sovellusten ulkoistamiseen, pilvipalveluihin sekä paikkatietopalveluihin ja -ratkaisuihin. (CGI:n www-sivut 2015.)

ReittiGIS on CGI:n henkilökuljetusten suunnitteluun kehittämä työkalu, joka toimii Esrin ArcGIS-ohjelman päällä. ReittiGIS:in pääasiallisia toimintoja ovat reittien suunnittelu, koulumatkojen mittaaminen ja oppilaaksiottoalueiden hallinta. ReittiGIS käyttää ArcGIS Network Analystin ominaisuuksia reittioptimointiin. ReittiGIS:iin

voidaan tuoda tarvittavat oppilastiedot Primus-oppilashallintojärjestelmästä, joka on integroitu toimimaan ReittiGIS:in kanssa. Primukseen voidaan puolestaan tuoda ReittiGIS:in tuottamia reittitietoja. ReittiGIS:llä voidaan yhdistää useita eri aineistoja yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. ReittiGIS:in työkaluilla voidaan tuottaa monipuolisia raportteja reiteistä, oppilaista ja kuljetuskustannuksista. (Toivola 2014, 14.) Kuvassa 3 on esitetty ReittiGIS:in satunnainen karttanäkymä työkalupalkkeineen.



Kuva 3.ReittiGIS:in karttanäkymä (StarSoft Oy:n www-sivut 2015.)

ReittiGIS on haastava ohjelmisto, jonka käytön opettelu vaatii perehtymistä. Useimmiten CGI järjestää kahden päivän koulutuksen ohjelman käyttöön, mutta pidempikin koulutus on suositeltavaa, mikäli ohjelman käyttäjällä ei ole kokemusta optimointiohjelmista. Ennen kuin ReittiGIS on käyttövalmis kunnan käyttöön, tulee kunnan hankkia käyttölisenssi, tämän jälkeen voidaan käynnistää ohjelmiston asennustyöt. Asennuksen ollessa valmis CGI järjestää kunnalle yhden päivän kestävän konsultoinnin sekä useimmiten kahden tai kolmen päivän koulutuksen ohjelman käyttöön. ReittiGIS:in käyttöönottoprosessin kokonaiskesto riippuu kuitenkin suuresti kunnan lähtötilanteesta. Ohjelmiston haastavuuden vuoksi useat kunnan ovat tilanneet myöhemmin lisäkoulusta ohjelman käyttöön CGI:ltä.

Ohjelmiston käyttöön vaadittava työmäärä vaihtelee suuresti kuntien välillä. Suuremmat ReittiGIS:iä käyttävät kunnat käyttävät ohjelmaa päivittäin. Jotkin pienem-

mät kunnat tekevät suunnittelutyön kertaluontoisesti vuoden alussa. On otettava kuitenkin huomioon, että vaativan ohjelmiston käyttö vaatii myös säännöllistä käyttötuntumaa, joten vuosittain tehtävä suunnittelutyö ei luo hyvää pohjaa lopputulokselle. CGI ei tarjoa optimointia konsulttipalveluna. Muutamille kunnille CGI on kuitenkin valmistanut yksityiskohtaisen käyttöönottosuunnitelman, jonka jälkeen kunnat ovat aloittaneet ohjelmiston käytön itsenäisesti. CGI tarjoaa ReittiGIS:in käyttöönottoa suunnitteleville kunnille tietokonedemoa ohjelmistoon tutustumiseksi. (Nyman-Ghezelbash henkilökohtainen tiedonanto 16.12.2015.)

ReittiGIS on verraten kallis ohjelmisto sisältäen monia eri maksuja. Lisenssikustannukset ovat halvimmillaan 11 000 euroa, käyttöönottotyöt maksavat 6 000-7 000 euroa ja vuosittainen ylläpitomaksu on 2 800 euroa. (Aura henkilökohtainen tiedonanto 17.12.2015.)

## 4.4 Optime Consulting Oy: Route Planner

Optime Consulting Oy tekee reittioptimointeja kunnille toimeksiantona Route Planner -ohjelmalla. Optime Consultingilla on käytössä portaali johon oppilaiden aikataulut syötetään optimointia varten. Oppilaiden osoitetiedot, lukujärjestykset sekä mahdolliset taulukkomuotoiset lisätiedot tuodaan hallinto-ohjelma Wilmasta. Optime Consulting tarjoaa myös simulaatioita koulukuljetusten kilpailuttamiseen. Simulaatioilla pyritään tarkastelemaan, millaisilla ajoneuvoilla kunnan olisi järkevintä järjestää koulukuljetukset. Optime Consulting suorittaa optimointia sekä ennen kilpailutusta että sen jälkeen. Route Planner määrittää oppilaiden nouto- ja jättöpaikoiksi lähinnä bussipysäkkejä ja tienristeyksiä. Ohjelmaa liittää kunkin oppilaan automaattisesti lähimpänä kotia sijaitsevaan noutopisteeseen ja ohjelman käyttäjä tarkistaa, että oppilaan kävelymatka noutopisteelle on lain sallimissa rajoissa. Optime Consulting veloittaa koko lukuvuoden reitityksistä noin 60-80 euroa per oppilas. Route Planner tuo säästöjä kuljetuskuluihin arviolta 10 %. (Airila henkilökohtainen tiedonanto 4.11.2015.)

Kunta voi ottaa ohjelman käyttöön 4-6 viikossa. Mitä pienempi kunnan kuljetusoppilaiden määrä on, sitä nopeammin käyttöönotto tapahtuu. Ohjelmiston käyttöönotto ei

vaadi kunnalta teknistä osaamista. Kunnan yhteyshenkilö voi säätää yksittäiset poikkeustilanteet manuaalisesti, pysyvistä muutoksista ilmoitetaan Optime Consultingille. Route Planner ei sisällä ominaisuutta jolla voidaan tiedottaa poikkeavista kuljetuksista, vaan tiedottaminen tulee hoitaa manuaalisesti. Ohjelmistoon ei ole itsenäistä tutustumismahdollisuutta. (Airila sähköpostiviesti 11.11.2015.)

## 4.5 Procomp Solutions Oy: $R_2$

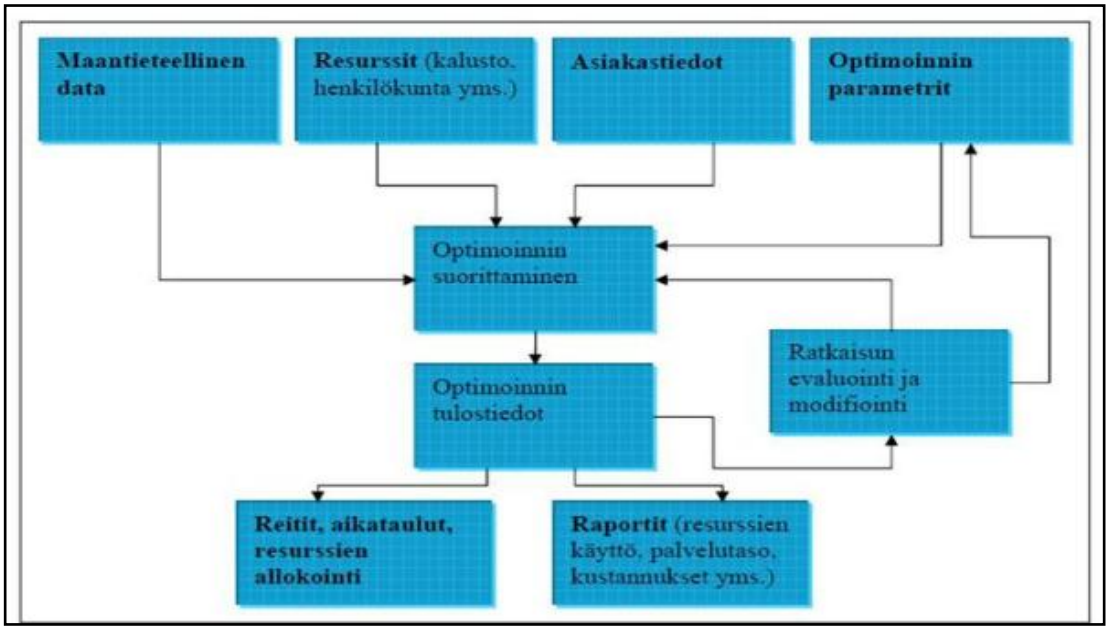
Procomp Solutions Oy on Oulussa ja Kuopiossa toimiva henkilöstöresurssien, logistiikan ja kotihoitopalvelujen optimointiin erikoistunut yritys. Procompin tavoitteena on tuottaa asiakkaille entistä korkealaatuisempia palveluja ja saada henkilöstö käyttämään työaikansa tehokkaasti keskittyen olennaiseen. Procompin suurin tämänhetkinen kehitys liittyy älykkääseen suunnitteluun ja optimointiin. Procomp on ollut osana TEKESin Tulevaisuuden optimointimallit -hanketta ja saavuttanut siinä erinomaisia tuloksia.

$R_2$ Optimointi on Procomp Solutions Oy:n ylläpitämä optimointiohjelmisto, jota tarjotaan konsulttipalveluna. $R_2$ Optimoinnilla voidaan optimoida kunnan kuljetusreitit entistä kustannustehokkaammiksi ja saavuttaa kymmenien prosenttien kustannussäästöjä kunnan lähtötilanteesta riippuen. Asiakkaille tehtävässä logistiikkaselvityksessä reitit optimoidaan asiakkaan antaman materiaalin pohjalta. Useimmiten Procomp laatii kunnille reittioptimoinnin pohjalta myös tarjouspyyntömateriaalin kilpailutusta varten. (Procomp Solutions Oy:n www-sivut 2015.)

Procomp tekee reittioptimoinnit kertaluontoisesti kuntien koulukuljetusten kilpailutuksen yhteydessä. $R_2$ Optimoinnilla voidaan etsiä oppilaille esimerkiksi lähin bussipysäkki, josta oppilaiden nouto voidaan ajatella tapahtuvan. Peltomaan (2015) mukaan nouto- ja jättöpaikkojen määrittämiseen ei kuitenkaan riitä pelkkä ohjelmisto vaan myös paikallistuntemusta tarvitaan. $R_2$-ohjelmistoon voidaan syöttää myös oppilaskohtaista tietoa, esimerkiksi tiedot erityisoppilaista, jotka on haettava suoraan kotoa, sekä oppilaiden pisimmät sallitut kyydissäoloajat. Mikäli kunta haluaa ohjelmiston itselleen operatiiviseen käyttöön, tarvittavat optimointiasetukset tulee säätää kuntoon.

$R_2$-ohjelmistoon voidaan tuoda valmista dataa suoraan Excelistä ja ohjelmaan on helposti syötettävissä oppilaiden lukujärjestystiedot. Mikäli reittien optimointi tehdään ennen kilpailuttamista, voidaan myös kaluston käyttöä optimoida. Optimoituja reittejä voidaan muokata myös jälkikäteen. $R_2$ Optimoinnin käyttöönotto kestää kunnalta maksimissaan kuukauden. Kun yhteydet ovat valmiit ja tietokannat asetettu, palomuurit avataan ja asiakkaille annetaan tunnukset ohjelmaan jonka jälkeen ohjelma on käyttövalmis. Ohjelmisto sisältää kaiken tarvittavan eikä muita ohjelmia tarvita valmiiksi. $R_2$ Optimoinnin hinta on 1 000-2 000 euroa kuukaudessa, joskaan lopullinen hinta ei määräydy suoraan kuukausihinnan mukaan. Hinta riippuu paljon toimeksiannon sisällöstä: suoritetaanko vain reittioptimointi vai muokataanko myös muuta aineistoa. Mikäli kunta haluaa käyttää konsultointia kilpailuttamiseen, joudutaan siitä maksamaan erikseen. $R_2$ Optimointiin ei ole järjestettävissä varsinaista koekäyttömahdollisuutta, mutta Procomp tarjoutuu esittelemään ohjelmistoaan henkilökohtaisessa tapaamisessa tai etänä Skype-neuvottelussa. (Peltomaa henkilökohtainen tiedonanto 30.10.2015.)

$R_2$ Optimoinnin käyttöönotto vaatii kunnalta 2-3 päivän työtä. Kuntien työksi jää oppilaiden nimien ja osoitteiden, koulupäivien alkamis- ja päättymisaikojen sekä koulujen osoitetietojen lähettäminen Procompille. (Eklund sähköpostiviesti 12.11.2015.) Kuviossa 2 on havainnoitu tarvittavat lähtötiedot $R_2$ Optimoinnin reittisuunniteluun.




Kuvio 2. Procompin $R_2$ Optimointiin syötettävät lähtötiedot reittisuunnitteluun. (Procomp Solutions Oy:n www-sivut 2015.)

## 4.6 Trimico Oy: LogiPlan Edu

Trimico Oy on vuonna 2004 perustettu Vantaalla ja Turussa toimiva kuljetus- ja logistiikka-alan ohjelmistoyritys. Noin 40 asiantuntijaa työllistävä Trimico on kasvanut johtavaksi logistiikka-alan ohjelmistopalveluiden asiantuntijaksi Suomessa. Trimico Oy kuuluu Matkahuolto-konserniin. Trimicon LogiPlan Edu -nimisellä reitinsuunnitteluohjelmistolla voidaan tuoda merkittäviä säästöjä kaluston käytön optimoinnilla ja ajojärjestelyn tehostamisella. Järjestelmään voidaan integroida helposti myös muita järjestelmiä. Koulukuljetuksissa esimerkiksi Primus-järjestelmän integrointi on vaivatonta.

LogiPlan Edun reittisuunnittelu tehdään Google Maps -karttanäkymän avulla. Karttanäkymästä nähdään kyyditettävien sijainnit, joiden pohjalta ohjelmisto määrittää optimaalisen reitin. Ohjelmistolla voidaan laskea automaattisesti reittien pituus, ajoaikaennusteet ja pysähdysaikataulut. LogiPlan Edun kuljetustenhallintajärjestelmä mahdollistaa myös poikkeavien reittien ja aikataulujen hallinnoinnin sekä eri kuljetustyyppien yhdistämisen. LogiPlan Edun käyttöönotto mahdollistaa toiminnalliset ja taloudelliset säästöt kuntien koulukuljetuksiin. Järjestelmä vähentää inhimillisiä virheitä, lyhentää ajomatkoja ja -aikoja, tehostaa työajan käyttöä manuaalisen työn vähenemisen myötä, nostaa kuljetusten luotettavuutta ja parantaa reagointivalmiutta poikkeaviin kuljetustilanteisiin. LogiPlan Edu tuottaa valmiin laskutusmateriaalin paperilaskuna tai Finvoice-laskutusaineistona. Laskutus on suoritepohjaista. (Trimico Oy:n www-sivut 2015.)

LogiPlan Eduun haetaan oppilaiden lukujärjestykset ja muut tiedot Primus-oppilashallintojärjestelmästä. LogiPlan Edun suurin kilpailuetu on sen automaattinen aikataulujen tiedottamisominaisuus. Ohjelmistoon voidaan syöttää viikkokohtaisia ja jopa päiväkohtaisia muutoksia oppilaiden kuljetusaikataulujen muuttuessa. Tällöin ohjelmisto priorisoi siihen syötetyn poikkeavan aikataulun tavanomaisen aikataulun edelle. Mikäli esimerkiksi yksi kuljetusoppilas lähtee viikoksi lomalle, voidaan hänet poistaa viikon kuljetusaikatauluista, ja kuljetus voidaan näin ollen aloittaa normaalia myöhemmin. Näissä tilanteissa ohjelmisto välittää vanhemmille viestin automaattisesti poikkeavasta aikataulusta. Järjestelmään voidaan syöttää oppilaalle jopa eri nouto- ja jättöpisteet eri päiville esimerkiksi tilanteissa, joissa oppilas asuu molempi-

en vanhempiensa luona kahdessa eri osoitteessa. LogiPlan Eduun voidaan tuoda Excel-tiedostoja keskitetysti, ei kuitenkaan jatkuvasti. Trimico on kehittelemässä menetelmää, jossa Excel-dataa voidaan tuoda ohjelmaan entistä useammin. LogiPlan Edu ei sisällä ominaisuutta, jolla voitaisiin tunnistaa paikat joihin oppilaiden nouto- ja jättöpisteitä voidaan sijoittaa.

Ohjelmiston käyttöönotto kestää riippuen sisällöstä viikosta muutamaan kuukauteen. Normaali käyttöönottoaika on noin kuukausi. LogiPlan Edun käyttäminen on suhteellisen yksinkertaista ja ohjelmiston käyttöönottokoulutus voidaan suorittaa muutamassa tunnissa. Olennainen tehtävä käyttöönottoa suunnittelevalle kunnalle on valita joukostaan ohjelmalle pääkäyttäjä, jolle annetaan tunnukset järjestelmään. Nakkilan kokoluokan kunnalle ohjelman arvioitu hinta on hieman yli 5 000 euroa. Ohjelman hintaan vaikuttaa kuitenkin monet eri muuttujat. (Lausvaara henkilökohtainen tiedonanto 29.10.2015.)

Trimicon asettama kustannussäästöarvio LogiPlan Edulla suoritettavalle optimoinnille on 20 %. Kustannussäästöihin vaikuttaa kuitenkin oppilasmäärä ja käytännön tasolla ilmenevät asiat, joten kustannussäästöt tulisi arvioida erikseen tapauskohtaisesti. Tällä hetkellä ohjelmistoa käyttää kuntatasolla vain yksittäiset koulut ja taksiyritykset päivittäiseen ajojärjestelyyn. Nakkilan kokoluokan kunnassa koulukuljetusten ajojärjestely vaatisi 1-2 tunnin päivittäistä työtä pääkäyttäjälle, joka syöttää tiedot poikkeavista kuljetuksista ohjelmistoon. Missään tapauksessa täysipäiväistä ajojärjestelijää ei kuitenkaan tarvita. (Lausvaara henkilökohtainen tiedonanto 11.11.2015.)

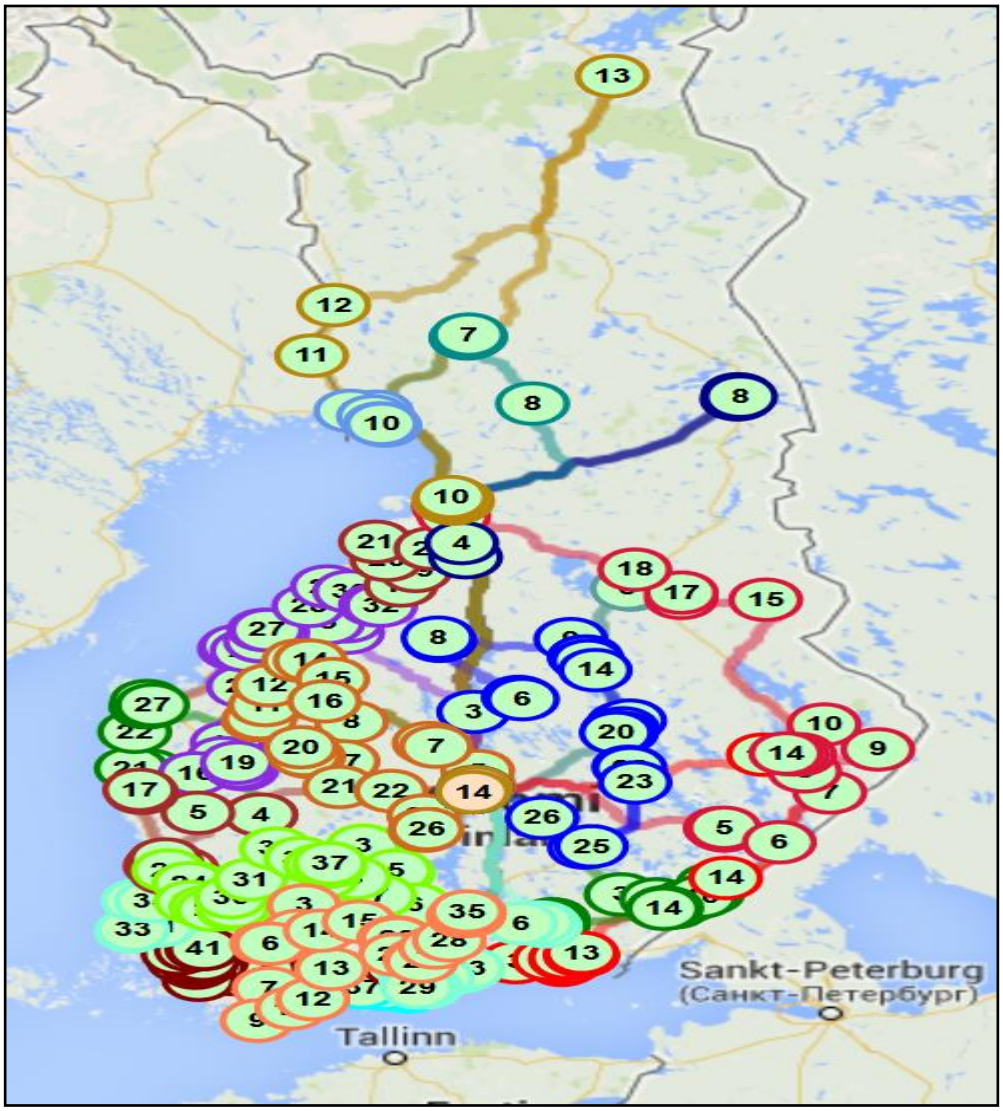
## 4.7 Silvasti Software Oy: LogiApps

Silvasti Software Oy on vuonna 2008 Panu Silvastin perustama jyväskyläläinen ohjelmistojen suunnitteluun ja valmistukseen erikoistunut yritys. Silvasti Software tarjoaa LogiApps-ohjelmistollaan yrityksille ja yhteisöille niiden tarkoituksiin sopivia ja kustannustehokkaita ratkaisuja.

Silvasti Software toteuttaa LogiAppsin pilvipalveluna. LogiApps tarjoaa palveluja mm. kuljetusliikkeille ajojärjestelyyn ja optimointiin, huolto- ja asennusyrityksille

liikkuvan työn toiminnanohjaukseen ja optimointiin, vanhusten kotipalvelujen ja sairaanhoidon logistiikan optimointiin ja ohjaukseen sekä kunnille koulukuljetusten optimointiin, ohjaukseen ja seurantaan.

LogiApps on erittäin helposti käyttöönotettava sekä kustannustehokas ohjelmisto. LogiApps on joustava ratkaisu koulukuljetusten optimointiin. Muuttuvien lukujärjestysten myötä optimointi voidaan aina suorittaa uudelleen. Kunnan käytössä LogiAppsin asiantuntijat osallistuvat ohjelmiston käyttöönottoon, mutta pyrkimyksenä on että kunta voi käyttää optimointia itsenäisesti. Kuvassa 4 näkyy LogiAppsin reittioptimoinnit 20 eri ajoneuvolle ja yhteensä 400 tilaukselle.




Kuva 4: LogiAppsin optimoinnin karttanäkymä. (LogiAppsin www-sivut 2015.)

LogiAppsin reittioptimointipalvelu mahdollistaa useiden koulukuljetusajoneuvojen optimaalisen ajoreitin laskennan ottaen huomioon ajoneuvojen kapasiteetin ja kuljetusten aikaikkunat. LogiApps tarjoaa reittioptimointia myös konsulttipalveluna hintaan 80 euroa per tunti. LogiAppsin toiminnanohjauspalvelu sisältää tilausten hallintaa, ajojärjestelyn sekä laskutuksen. Toiminnanohjauspalvelu tuottaa monipuolisia raportteja kuljetuksista. LogiApps tarjoaa kuntien koulukuljetuksiin myös GPS-ajoneuvoseurantaa. Kuljetusajoneuvoihin voidaan asentaa Aplicom-niminen kiinteä seurantalaite, jonka avulla kuljetukset ovat kunnan seurattavissa reaaliajassa. Aplicomilla voidaan tarkastella historiatietoja, kuten ajettuja reittejä ja ajonopeuksia. Vaihtoehtoisesti GPS-seuranta voidaan asentaa kuljettajien Android-puhelimiin.
LogiAppsin reittioptimoinnin kuukausimaksu on kullekin henkilöautolle 10 euroa, sekä linja-autoille 15 euroa. LogiAppsin toiminnanohjauksen aloitusmaksu on 100 euroa per auto. Kuukausimaksut ovat henkilöautoille 20 euroa ja linja-autoille 25 euroa. Aplicom-GPS-seurannan hankintahinta on 170 euroa, kuukausimaksu laitteen käytölle Suomessa on 20-30 euroa riippuen asennettavista sijaintitieto-ominaisuuksista. Android-GPS-seurannan hinta on 10 euroa kuukaudessa per laite. Riippumatta kunnan ostamien LogiApps-palveluiden määrästä, asiakaskohtainen kuukausiveloitus on joka tapauksessa vähintään 200 euroa. (LogiAppsin www-sivut 2015.)

LogiAppsia käytetään www-selaimella. Kunnalle voidaan luoda tunnukset ohjelmaan nopeasti 1-2 päivässä. Tämän jälkeen ohjelma on täysin käyttövalmis. Käytännössä kunnan kannattaa tilata muutaman tunnin kestävä käyttökoulutus, jolloin LogiAppsin konsultti tulee opastamaan ohjelmiston käytössä. LogiApps tarjoaa kunnalle mahdollisuuden tutustua ohjelmistoon kuukauden mittaisella ilmaisella kokeilujaksolla. Huolimatta LogiAppsin tarjoamista lukuisista palveluista, se on käytössä pääasiassa vain kuljetusliikkeissä. Koulukuljetusten optimointiin ohjelmistoa on käytetty vain Petäjäveden kunnassa. LogiAppsin antama kustannussäästöarvio optimoinnille on 5-20 %. Käytännössä lopulliset kustannussäästöt riippuvat kuitenkin suuresti kunnan lähtötilanteesta. LogiAppsiin voidaan tuoda kuljetusoppilaiden tietoja suoraan Excel-taulukoista. Ohjelma ei kuitenkaan sisällä ominaisuutta, jolla voitaisiin optimoida oppilaiden nouto- ja jättöpisteitä. Ohjelmistolla ei myöskään voida hoitaa tiedottamista suoraan. (Silvasti sähköpostiviesti 7.12.2015.)

## 4.8 Ramboll Finland Oy: Koululiitu-ohjelma

Koululiitu on suunnitteluyritys Ramboll Finland Oy:n kehittämä ohjelma koulureittien liikenneturvallisuuden arviointiin. Pääasiallisia ohjelman käyttäjiä ovat kunnat ja ELY-keskukset. Koululiitu on kehitetty helpottamaan kuntien arviointia oppilaskohtaisten koulukuljetusten myöntämiseen. Koululiitu-ohjelmalla voidaan arvioida nykyhetken ja tulevaisuuden oppilaskuljetustarpeita. Ohjelmalla voidaan myös kartoittaa edullisempia ratkaisuja koulukuljetuksille. Koululiitu-ohjelma on keino arvioida koulureittien turvallisuutta objektiivisesti kaikille oppilaille. Ohjelman käytöllä voidaan vähentää liikenneturvallisuuden arviointiin käytettyä aikaa. (Ramboll Finland Oy:n www-sivut 2015.)

Koululiitu-ohjelma käyttää tieosuuksien vaarallisuusluvun laskemiseen seuraavia Liikenneviraston ylläpitämiä tiestön ominaisuustietoja: liikennemäärä, raskaan liikenteen osuus, nopeusrajoitus, ajoradan leveys/pientareen leveys, tien päällyste, valaistus, tien toiminnallinen luokka ja tien kunnossapitoluokka. Vaarallisuusluvuille on määritelty eri raja-arvot eri luokka-asteiden oppilaille. Monesti tiet määritetään vaarallisiksi vain 1. ja 2. luokan oppilaille. Koululiitu on rakennettu Mapinfo-nimisen paikkatieto-ohjelman päälle. (Itä-Suomen liikenneturvallisuustoimijan www-sivut 2015.)

Koulumatkan pituudella on myös merkitystä arvioitaessa koulumatkan vaarallisuutta, joten tien vaarallisuusindeksiä suositellaan lisättäväksi yhdellä pisteellä jokaista oppilaan kulkemaa 200 metrin matkaa kohden. Koululiidun riskilukujen raja-arvot ovat aina suosituksia. Lopullisen päätöksen tieosuuksien vaarallisuudesta tekee itse kunta, jolla on tietämystä paikallisista olosuhteista. (Siltala, S. ym. 2012, 11.)

Kunnat maksavat Koululiitu-ohjelmasta 900 euroa kertaluontoisesti käyttöönoton yhteydessä. Ohjelmaan vuosittain tehtävistä päivityksistä ei veloiteta erikseen. Koululiitu-ohjelman asennuksesta vastaa pääsääntöisesti kuntien ATK-tuki. Ohjelma on yksinkertainen asennettava, kunnalla on oltava ainoastaan Mapinfo-paikkatieto-ohjelma, eikä Koululiitu-ohjelma käyttö vaadi ammattiosaamista. Ramboll järjestää maksullisia koulutustilaisuuksia, joissa ohjelman käyttäjät voivat ylläpitää osaamistaan.

Suomessa Koululiitu-ohjelmaa käyttää aktiivisesti noin 130 kuntaa. Joissain ELY-keskuksissa tarjotaan PDF-muotoisia karttoja kuntien käyttöön. Suurin osa kunnista käyttää ohjelmaa asianmukaisesti määritellen suuret ilmiöt Koululiidun perusteella käyttäen kuitenkin myös kokemusperäistä arviointia. Jotkut kunnat kuitenkin luottavat liikaa Koululiidun tilastolliseen arviointiin päätöksenteossa. Korkein hallinto-oikeus tekee valitustapauksissa päätökset tapauskohtaisesti, nojaten kuitenkin päätöksissään vahvasti Koululiitu-ohjelman tilastoihin.

Myös nouto- ja jättöpaikkojen määrittelyssä Koululiitu-ohjelmaa voidaan käyttää apuvälineenä. Ohjelmasta voidaan riskilukujen avulla nähdä missä paikoissa oppilaiden on turvallista siirtyä noutopaikoille jalan. Keskeiseksi työkaluksi noutopaikkojen määrittelyyn Koululiitu-ohjelma ei kuitenkaan sovi. Koululiitu-ohjelman myötä vaaralliseksi määriteltävien teiden määrä on lisääntynyt. Ohjelman raja-arvosuosituksia laskettiin kuntien käyttämistä keskiarvoista alaspäin ohjelman tultua markkinoille vuonna 2000 sekä uudelleen vuoden 2009 suuren päivityksen yhteydessä.. Näiden raja-arvojen muutosten myötä kuljetettavien oppilaiden määrä on lisääntynyt.

Liikennevirasto pitää yllä vuosittain päivitettävää tierekisteriaineistoa. Aineisto sisältää kaikki yleiset tiet ja toimii Koululiitu-ohjelman laskentapohjana. Päivitysten yhteydessä teiden vaarallisuus määritellään uudelleen. Päivitysten jälkeen uusi tierekisteriaineisto toimitetaan kuntiin huhtikuun ja toukokuun vaihteessa. Kunnissa tietty henkilö, yleensä koulutoimen työntekijä käyttää ohjelmaa ja ylläpitää käyttökokemustaan muutaman kerran vuodessa edullisissa koulutustilaisuuksissa. (Kinnunen henkilökohtainen tiedonanto 30.10.2015.)

Koulujen ympäristön liikenneturvallisuuteen vaikuttaa koulumatkojen liikenneturvallisuuden lisäksi mm. autojen pysäköintijärjestelyt, kulkuyhteydet koulujen pihojen, pysäkkien ja teiden välillä, nouto- ja jättöpaikat, sekä teiden ja pihojen valaistus. (ELY-keskuksen www-sivut 2015.)

Koululiitu-ohjelma antaa hyvän tuen kuntien päätöksentekoon ja sen laskennallisen perusteen voidaan nähdä helpottavan esimerkiksi keskustelua oppilaiden vanhempien kanssa. Ilman Koululiitu-ohjelmaa päätöksenteko koskien teiden vaarallisuutta olisi

käytännössä vailla tieteellistä pohjaa perustuen vain kunnan päättäjien omiin kokemuksiin ja paikallistuntemukseen.

Kuvassa 5 näkyy Koululiitu-ohjelman karttanäkymä Nurmijärven ja Järvenpään kuntien alueelta sisältäen teiden raja-arvomerkinnät. Kuten kuva osoittaa, valtaosa teistä on merkitty vihreällä, mikä tarkoittaa teiden olevan turvallisia kaikenikäisille koululaisille. Valtateiden lisäksi ainoastaan yksi pieni tieosuus vasemmassa alakulmassa on merkitty mustalla, eli tie on määritelty vaaralliseksi kaikille peruskoulun oppilaille.

Kuva 5: Koululiitu-ohjelman karttanäkymä Nurmijärven ja Järvenpään alueelta raja-arvoineen. (Nurmijärven kunnan www-sivut 2010.)

# 5 OHJELMISTOJEN VERTAILU

Tässä kappaleessa vertaillaan opinnäytetyössä esiteltyjä ohjelmistoja plus-/miinus-periaatteella. Arviointi on tehty yksinomaan Nakkilan kunnan koulukuljetuksia silmällä pitäen, eikä ole yleistettävissä muihin tapauksiin. Kappaleessa esiteltävät plus- ja miinusarviot eivät ole painokertoimeltaan yhtä suuria, eikä lopullista suositusta ole syytä tehdä niiden keskinäisen suhteen perusteella. Vertailussa pyritään antamaan suuri painoarvo ohjelmistojen luotettavuudelle, kustannuksille sekä käytettävyydelle Nakkilan kunnassa.

## 5.1 Esri: ArcGIS

| | |
|---|---|
| + | Ohjelma on laajalti käytössä koulukuljetuksissa |
| + | Aineisto on erittäin monipuolista |
| + | ArcGIS Network Analyst -laajennos ja STK-reititysaineisto eivät maksa erikseen ja ne voidaan ottaa helposti käyttöön muutamalla hiirenklikkauksella |
| + | Analyst-laajennokseen kuuluvalla VRP-työkalulla voidaan syöttää spesifistä taulukkomaista tietoa ohjelmistoon |
| + | Excel-tiedostoja voidaan tuoda sellaisenaan ArcGIS:iin. Osoitetiedot voidaan paikantaa kartalle pistemäiseksi aineistoksi |
| + | Nouto- ja jättöpaikkoja voidaan optimoida Location Allocation -työkalulla |
| + | ArcGIS-sovelluksia voidaan käyttää tietokoneella, älypuhelimella ja tabletilla |
| + | ArcGIS-ohjelmistoon voi tutustua etukäteen koekäyttöversion kautta, Esri järjestää ilmaisia ja maksullisia Online-kursseja |
| + | Kunta voi hankkia ohjelmat usealla eri tavalla |
| - | Erityisesti kuntalisenssi on huomattavan hintava |
| - | Kuljetusten suunnittelutyö voi olla työlästä, ohjelman käyttö vaatii tarkempaa paneutumista |
| - | ArcGIS Network Analyst -laajennoksen käyttö vaatii erillistä kouluttautumista |

## 5.2 CGI: ReittiGIS

| | |
|---|---|
| + | ReittiGIS:lla voidaan yhdistää useita eri aineistoja yhtenäiseksi kokonaisuudeksi |
| + | ReittiGIS:n työkaluilla voidaan tuottaa monipuolisia raportteja reiteistä, oppilaista ja kuljetuskustannuksista |
| + | ReittiGIS on tunnettu ohjelmisto ja laajalti käytössä koulukuljetuksissa |
| + | ReittiGIS on käytössä muutamissa Nakkilan kokoluokan kunnissa |
| - | Ohjelmisto on erittäin kallis |
| - | Ohjelmiston käyttö on haastavaa ja vaatii tarkkaa paneutumista |

## 5.3 Optime Consulting Oy: Route Planner

| | |
|---|---|
| + | Optime Consultingin tarjoamilla simulaatioilla voidaan helpottaa kilpailuttamista |
| + | Ohjelmiston käyttöönotto tapahtuu nopeasti |
| + | Käyttöönotto ei vaadi kunnalta teknistä osaamista |
| - | Ohjelman kustannussäästöarvio on pienehkö |
| - | Yrityksestä ja sen tarjoamista optimointiratkaisuista on saatavilla niukasti tietoa |

## 5.4 Procomp Solutions Oy: $R_2$

| | |
|---|---|
| + | Excel-tiedostoja voidaan viedä suoraan ohjelmistoon |
| + | Oppilaskohtaiset tiedot, esimerkiksi oppilaiden pisimmät sallitut kyydissäoloajat ja erityisoppilaiden kuljetustarpeet voidaan ottaa huomioon |
| + | Reittejä voidaan tarvittaessa muokata myös jälkikäteen käsin |
| + | Käyttöönotto tapahtuu nopeasti ja vaatii kunnalta vain parin päivän työtä, eikä muita ohjelmia tarvita |
| + | Käyttöönotto ei vaadi kunnalta teknistä osaamista |
| - | Kertaluontoinen vuosittainen optimointi voidaan nähdä rajoitteena |
| - | Oppilaiden nouto- ja jättöpaikkoja ei voida optimoida suoraan |
| - | Kallis hinta |

## 5.5 Trimico Oy: LogiPlan Edu

| | |
|---|---|
| + | Järjestelmään voidaan syöttää väliaikaisia muutoksia oppilaiden poikkeavista aikatauluista, tiedot poikkeavuuksista lähtevät automaattisesti oppilaiden vanhemmille |
| + | Järjestelmään voidaan syöttää jopa useita nouto- ja jättöpisteitä eri päiville, sekä eri nouto- ja jättöpisteet meno- ja paluukuljetuksiin |
| + | Ohjelmisto on hyvin yksinkertainen käyttää, käyttökoulutus ohjelmistoon voidaan suorittaa hyvin nopeasti muutamassa tunnissa |
| + | Kustannussäästöarvio on hyvä |
| + | Ohjelmiston hinta on kohtuullinen |
| - | Excel-tiedostoja voidaan tuoda ohjelmistoon keskitetysti, ei kuitenkaan jatkuvasti ns. kesken kauden |
| - | Tällä hetkellä ei Nakkilaan verrattavaa asiakasta |
| - | Ohjelmiston käyttö kunnissa vaatii pääkäyttäjän |
| - | Ohjelma ei tunnista paikkoja, joihin noutopisteitä ei voida sijoittaa |

## 5.6 Silvasti Software Oy: LogiApps

| | |
|---|---|
| + | Ohjelmisto otettavissa käyttöön helposti ja erittäin nopeasti asiantuntijoiden opastuksella |
| + | Reittejä voidaan optimoida tarpeen mukaan uudelleen |
| + | Ohjelmisto on edullinen |
| + | LogiApps tarjoaa monipuolisia ratkaisuja kunnan tarpeiden mukaan |
| + | Kunta voi tutustua ohjelmistoon ilmaisella kokeilujaksolla |
| + | Excel-taulukoita voidaan tuoda suoraan ohjelmaan |
| + | Mahdollista ostaa myös konsulttipalveluna |
| - | Ohjelmisto ei tarjoa apua nouto- ja jättöpaikkojen määrittelyssä |
| - | LogiAppsin vähäinen käyttö koulukuljetuksissa herättää kysymyksiä |

## 5.7 Ramboll Finland Oy: Koululiitu-ohjelma

| | |
|---|---|
| + | Ohjelma on edullinen, päivitykset eivät maksa erikseen |
| + | Ohjelma on yksinkertainen asennettava |
| + | Koululiitu-ohjelmaa voidaan käyttää niiden riskilukujen avulla myös nouto- ja jättöpaikkojen optimointiin |
| + | Ohjelma ei vaadi jatkuvaa käyttöä, vastaavan henkilön tarvitsee ylläpitää käyttöosaamistaan vain muutaman kerran vuodessa |
| + | Ohjelma antaa hyvän tuen päätöksentekoon |
| - | Koululiitu-ohjelma ei automaattisesti korvaa teiden paikallistuntemusta |

# 6 TULOSTEN ARVIOINTI

## 6.1 Ratkaisusuositukset ja jatkotutkimuskohteet

Tämän opinnäytetyön päämääränä on antaa perusteltu suositus Nakkilan kunnalle koulukuljetusten kehittämiseksi. Lopullinen päätöksenteko jää Nakkilan omaksi tehtäväksi. Suosittelen Nakkilan kunnalle Ramboll Finland Oy:n Koululiitu-ohjelman hankkimista teiden vaarallisuuden arvioimiseksi, sekä optimointiohjelmiston hankkimista koulureittien toimivuuden edistämiseksi ja tiedottamisen parantamiseksi. Koulukuljetusreittien uudelleenmääritys on tietysti mahdollista optimointiohjelmistolla, mutta ilman käytännön kokemusta reitinoptimoinnista ja optimointiohjelmistojen tuomista eduista verrattuna nykyiseen manuaaliseen reittisuunnitteluun en uskalla arvioida uudella optimointiohjelmistolla tehtävää reititystä tärkeimmäksi kunnan koulukuljetuksia parantavaksi toiminnoksi. Suosittelen myös oppilaiden noutopaikkojen uudelleenmääritystä käyttäen apuna joko jotakin optimointiohjelmistoa tai Koululiitu-ohjelmaa.

Suosittelen Nakkilalle Koululiitu-ohjelman hankkimista niin pian kuin mahdollista, jotta sitä ehditään hyödyntämään kunnolla lukuvuoden 2015-16 suunnittelussa. Ohjelma on erittäin edullinen, ja se on asennettavissa nopeasti Mapinfo-ohjelman päälle, joka Nakkilalla on jo käytössä. Ramboll järjestää Koululiitu-ohjelman käyttökoulutuksen Turussa tammikuun 2016 lopulla. Kuten kappaleessa 4.8 mainittiin, ohjelman käyttö on opeteltavissa hyvin nopeasti eikä ohjelman käyttö vaadi suurta työmäärää kunnalta. Koululiitu-ohjelman riskiluvut antavat kunnan päätöksenteolle lujan pohjan, ja ohjelma voi näin ollen myös helpottaa yhteydenpitoa oppilaiden vanhempien kanssa. Koululiitu-ohjelman mahdollinen hankinta johtaa todennäköisesti joidenkin Nakkilan haja-asutusalueen teiden ja noutopaikkojen karsimiseen koulukuljetuksista, mikä osaltaan antaa aihetta myös uudelle reittisuunnittelulle ja näin ollen reittioptimointiohjelmiston käyttöönotolle. Ilman Koululiitu-ohjelmaa uusien reititysten tarkastelu olisi tässä vaiheessa erittäin kyseenalaista. Koululiitu-ohjelma on Suomessa jo niin laajassa käytössä ja hyvässä maineessa, että sen hankkimisessa ei ole nähtävissä selviä riskejä, enkä itse näe esteitä ohjelman käyttöönottoon Nakkilassa.

Jos Nakkila päätyy hankkimaan Koululiitu-ohjelman ja sen jälkeen mahdollisesti reitinoptimointiohjelmiston, tulisi myös ohjelmiston kartoittaminen aloittaa hyvissä ajoin alkuvuodesta, jotta lukuvuoden 2016-17 kuljetussuunnittelu ehditään aloittamaan ajoissa uudella ohjelmistolla. Mikäli Nakkilalla on resursseja antaa tietylle henkilölle päivittäinen, vähintään yhdestä kahteen tuntia päivässä aikaa vievä vastuu kuljetussuunnittelusta, suosittelen Nakkilan kunnalle Trimico Oy:n LogiPlan Edun hankkimista. LogiPlan Edun suurin kilpailuetu Nakkilan tilannetta silmällä pitäen on kappaleessa 4.6 mainittu automaattinen tiedottamisominaisuus. Trimicon antama kustannussäästöarvio optimoinnille on 20 % joka toteutuessaan toisi Nakkilalle merkittäviä säästöjä koulukuljetuksiin. LogiPlan Edun arvioitu hinta Nakkilalle on hieman yli 5000 euroa. Tämän perusteella ohjelmiston hankkiminen toisi kunnalle myös taloudellista helpotusta. Tulee kuitenkin huomioida, että alustava kustannussäästöarvio on hyvin suurpiirteinen ja käytännössä arvio tulee aina tehdä tapauskohtaisesti. Trimicon LogiPlan Edu tarjoaa ratkaisut kappaleissa 3.4.1 ja 3.4.2 esitettyihin tutkimusongelmiin ja näen sen olevan tässä työssä esitetyistä optimointiohjelmistoista kaikkein potentiaalisin Nakkilan koulukuljetusten kokonaistilanteen parantamiseksi. LogiPlan Edun asetan laajassa käytössä olevien ArcGIS:in ja ReittiGIS:in edelle helpomman käytettävyytensä ansiosta. ArcGIS ja ReittiGIS ovat moniulotteisia ohjelmistoja lukuisine lisäosineen, mutta niiden käyttö vaatii tarkempaa paneutumista, ja niiden hyödyllisyys Nakkilan kaltaisessa pienessä kunnassa voidaan asettaa kyseenalaiseksi. Myös LogiApps on tunnettu, hyvämaineinen ja monipuolinen ohjelmisto, mutta toistaiseksi hyvin vähäisessä käytössä koulukuljetuksissa, joten LogiAppsin käyttöönottosuositus ei ole tässä vaiheessa järkevää.

Mikäli Nakkilalla ei ole riittäviä henkilöstöresursseja optimointiohjelmiston itsenäiseen käyttöön, vaihtoehtona on reittioptimoinnin hankkiminen konsultointipalveluja tarjoavalta optimointiyritykseltä. Tässä opinnäytetyössä esitellyistä yrityksistä konsultointipalveluja tarjoaa Optime Consulting (Route Planner) ja Procomp ($R_2$), sekä edellä mainitut Esri (ArcGIS) ja Silvasti Software (LogiApps). Nakkilan tilanteeseen sopivimpana konsultointipalvelujen tarjoajana näen tässä vaiheessa Procompin sen tunnettavuuden, helppokäyttöisyyden ja joustavuuden vuoksi. Optime Consultingin tarjoamasta Route Planner -optimoinnista on saatavilla hyvin rajallinen määrä tietoa, eikä sillä käsitykseni mukaan ole tarjota etua muihin optimointiyrityksiin verrattuna.

Esrin tarjoaman konsultoinnin ongelma on kunnalta vaadittava suuri työmäärä. Tämä käytännössä mitätöi konsultoinnin suurimman hyötypotentiaalin.

Tässä opinnäytetyössä esiteltyjen optimointiratkaisuiden lisäksi ehdotan, että Nakkilan kunnan pitkään muuttumattomina säilyneitä koulukuljetuskäytäntöjä tarkasteltaisiin uudelleen. Koulukuljetusten toimivuudelle on tärkeää yhteistyöhalukkuus eri osapuolten, esimerkiksi koulujen, liikennöitsijöiden ja oppilaiden vanhempien välillä. Mikäli Nakkilan kunta ottaisi esimerkiksi työssä suositellun Trimicon LogiPlan Edun käyttöön, lisäisi ohjelmiston tarjoama tiedottamisominaisuus todennäköisesti myös osapuolten keskinäistä sitoutuneisuutta kuljetusten aikatauluasioissa.

Potentiaalinen jatkomahdollisuus tutkimukselle voisi olla itse ohjelmistojen hankinta- ja käyttöönottoprosessi, jolloin voitaisiin verrata sähköisten ohjelmistojen tuomia hyötyjä koulukuljetuksiin täysin manuaalisiin menetelmiin verrattuna. Jatkotutkimusta tehdessä tulisi kuitenkin ottaa huomioon mahdolliset alkuvaikeudet ja lieveilmiöt ohjelmistojen käyttöönoton jälkeen. Siksi tällaiseen jatkotutkimukseen vaadittaisiin vähintään yhden lukuvuoden mittainen seurantajakso.

## 6.2 Tulosten laadun, luotettavuuden ja yleistettävyyden arviointi

Tutkimuksessa annettiin Nakkilan kunnalle perusteltuja ja realistisia suosituksia, joten tutkimusta voidaan pitää melko onnistuneena. Lopullinen onnistuminen toki määritellään vasta Nakkilan omien johtopäätösten myötä. Koska tutkimuksessa esitellyissä ohjelmistoissa on melko suuriakin eroja keskenään, Nakkilalle jää useita vaihtoehtoja lopulliseen päätöksentekoon.

Opinnäytetyössä käytetty kartoittava tutkimus on hyvin reliaabeli. Tutkimukseen osallistui kiitettävä määrä haastateltavia, ja lähes kaikki olivat halukkaita antamaan vastauksia. Työn reliabiliteettia kuvaa se, että ainoastaan lopun suosituksissa voitaisiin päätyä jossain määrin erilaiseen lopputulokseen. Olennaisin asia työssä on se, että opinnäytetyön myötä Nakkilan kunta ja muut asianosaiset saavat arvokasta lisätietoa erilaisista koulukuljetusten parannusmahdollisuuksista.

Tutkimuksen validiteetti on hyvä ja siinä on käytetty pääasiassa hyvin tuoreita lähteitä. Myös toteutuksen yksityiskohtainen kuvaus vaihe vaiheelta parantaa tutkimuksen validiteettia.

Tutkimuksessa kuvaillut koulukuljetusten ongelmat ovat hyvin yleisiä Nakkilan kaltaisissa harvaan asutuissa kunnissa, joten tutkimustulokset ovat laajalti yleistettävissä myös moniin muihin kuntiin. On otettava kuitenkin huomioon, että koulukuljetuksia suunnittelevien kuntien hallintorakenteiden keskinäinen erilaisuus saattaa aiheuttaa suuriakin eroja päätöksenteossa.

# 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön alussa esiteltiin tutkimuksen tausta ja työn toimeksiantaja sekä asetettiin tutkimuksen tavoitteet. Teoriaosuudessa annettiin kuvaus koulukuljetuksiin vaikuttavista lain määrityksistä, sekä yleisluontoinen kuvaus koulukuljetusten tämänhetkisestä tilasta Suomessa. Tutkimuksen suoritusosuudessa Nakkilan kunnan koulukuljetusten nykytilanteen kartoittamiseen valittiin kvalitatiivinen haastattelumenetelmä. Yhteensä 18 haastattelusta saatujen vastausten sekä muun saadun informaation pohjalta Nakkilan koulukuljetusten ongelmat asetettiin tärkeysjärjestykseen, jotka esiteltiin kappaleittain. Sähköisten ohjelmistojen kartoittamiseksi tehtiin yhteensä 13 avointa haastattelua ja tutustuttiin ohjelmistojen tuottajien verkkosivuihin.

Kaiken kaikkiaan tutkimusongelman alkuperäinen asettelu oli hyvin laaja, mikä mahdollisti työn kirjoittamisen melko vapaamuotoisesti omien ideoiden pohjalta. Hyvin nopeasti kävi ilmi, että optimointiohjelmistot ovat keskeinen ratkaisu tutkimusongelmiin. Koska opinnäytetyö oli luonteeltaan kartoittava ja työn pääpiirteinen rakenne selvisi melko nopeasti, kävi työn kirjoittaminen melko jouhevasti ilman suurta tarvetta kompromisseille. Toimeksiannon vapaamuotoisuus lienee vaikuttanut myös siihen, ettei toimeksiantaja juuri antanut ohjeistusta työhön. Opinnäytetyön hyödyntäminen käytännössä riippuu täysin toimeksiantajan Nakkilan kunnan intresseistä, mutta uskon erityisesti Koululiitu-ohjelman käyttöönoton saavan hyvin nopeasti ja yksimielisesti kunnan päättäjien hyväksynnän opinnäytetyössä annettujen suositusten perusteella. Oma ammatillinen osaamiseni kehittyi opinnäytetyötä tehdessäni erittäin paljon. Työn tekeminen auttoi minua soveltamaan ja syventämään aiemmissa opinnoissani hankkimaani tutkimustietoa, ja lisäksi asiantuntemukseni koulukuljetuksista ja haja-asutusalueiden joukkoliikenteestä kehittyi merkittävästi. Haastateltavien henkilöiden omat intressit ja näkökulmat ovat usein keskenään hyvin erilaisia ja kartoittavan tutkimustyön myötä pääsin näkemään käytännössä, että optimaalistenkin parannusehdotusten tekeminen voi herättää vastustusta asianosaisissa. Erityisen selväksi tämä tuli kuljetusoppilaiden vanhempien haastatteluissa. Vanhempien yleinen mielipide oli se että koulukuljetukset vaativat parannuksia, mutta osa heistä suhtautui skeptisesti hyvinkin perusteltuihin muutosehdotuksiin. Muutosvastarinnan torjumi-

nen ja yleisen hyväksynnän saavuttaminen on ilmeisen haastavaa ympäristössä, jossa tietyt toimintatavat ovat hyvin syvällä.

# LÄHTEET


Ahvonen, J. Key Account Manager, Esri Finland Oy. Espoo. Sähköposti 23.10.2015

Ahvonen, J. Key Account Manager, Esri Finland Oy. Espoo. Sähköposti 28.10.2015

Ahvonen, J. Key Account Manager, Esri Finland Oy. Espoo. Sähköposti 21.12.2015

Airila, H. 2015. Toimitusjohtaja, Optime Consulting Oy. Joensuu. Puhelinhaastattelu 4.11.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Airila H. Toimitusjohtaja, Optime Consulting Oy. Joensuu. Sähköposti 11.11.2015

Andersson, M. & Lindroth, P. 2005. Route optimization applied to school transports - A method combining column generation with greedy heuristics. Thesis. Göteborg University. Viitattu 10.12.2015. http://www.math.chalmers.se/Math/Research/Optimization/reports/masters/Lindroth-Andersson-final.pdf

ArcGIS:n www-sivut. 2015. Viitattu 16.11.2015. https://www.arcgis.com

Aura, J. 2015. Solution Consultant, CGI. Vaasa. Puhelinhaastattelu 16.12.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Autiosalo, K. 2015. Liikennöitsijä, Nakkilan Taksi ry. Nakkila. Puhelinhaastattelu 4.11.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

CGI:n www-sivut. 2015. Viitattu 10.11.2015. http://www.cgi.fi

Eklund. H. Osastosihteeri, Hausjärven kunta. Hausjärvi. Sähköposti 12.11.2015

ELY-keskuksen www-sivut. 2015. Viitattu 23.10.2015. https://www.ely-keskus.fi

Esri Finland Oy:n www-sivut. 2015. Viitattu 9.11.2015. https://www.esri.fi

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 1997. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Itä-Suomen liikenneturvallisuustoimijan www-sivut. 2015. Viitattu 23.10.2015. http://www.itatoimija.fi

Järvinen, T. 2011. Koulukuljetusten suunnittelun prosessikuvaus -Reitinoptimoinnin hyödyntäminen koulukuljetusten suunnittelussa. AMK-opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu.

Ketonen, K. 2015. Liikennöitsijä, Bussi-Ketonen Ky. Nakkila. Puhelinhaastattelu 21.10.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Kinnunen, T. 2015. Projektipäällikkö, Ramboll Finland Oy. Oulu. Puhelinhaastattelu 30.10.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Kuntaliiton www-sivut. 2009. Viitattu 12.10.2015. http://www.kunnat.net

Kuntaliiton www-sivut. 2014. Viitattu 12.10.2015. http://www.kunnat.net

Lausvaara, J. 2015. Myyntipäällikkö, Trimico Oy. Turku. Puhelinhaastattelu 29.10.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Lausvaara, J. 2015. Myyntipäällikkö, Trimico Oy. Turku. Puhelinhaastattelu 11.11.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Liikenne- ja viestintäministeriön www-sivut. 2015. Viitattu 27.11.2015. http://www.lvm.fi

LogiAppsin www-sivut. 2015. Viitattu 8.12.2015. http://www.logiapps.fi

Mansikkamäki, S. 2014. Ryhmäkuljetusten optimointi. Diplomityö. Tampereen Teknillinen Yliopisto.

Nakkilan kunnan www-sivut. 2015. Viitattu 19.10.2015. http://www.nakkila.fi

Niemi, E., Ropponen, S., Siltala S., Tarvainen, A., Elovaara, A., Remes, S., Pasterstein, D. & Jaakola, V. 2011. Koulukuljetusopas. Helsinki: PunaMusta Oy. Viitattu 12.10.2015. http://www.oph.fi/download/136702_Koulukuljetus_opas_2011.pdf

Nurmijärven kunnan www-sivut. 2015. Viitattu 27.11.2015. http://www.nurmijarvi.fi

Nyman-Ghezelbash, P. 2015. Tuotepäällikkö, CGI. Vaasa. Puhelinhaastattelu 16.12.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Peltomaa, S. 2015. Optimointikonsultti, Procomp Solutions Oy. Oulu. Puhelinhaastattelu 30.10.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Perusopetuslaki. 1998. L 21.8.1998/628.

Procomp Solutions Oy:n www-sivut. 2015. Viitattu 4.11.2015. http://www.procomp.fi

Ramboll Finland Oy:n www-sivut. 2015. Viitattu 23.10.2015. http://www.ramboll.fi

Sartomaa, I-B. Projektisihteeri, Nakkilan kunta. Sähköposti 20.10.2015.

Siltala, S., Hoppu-Mäenpää, L., Karvonen, J., Kontkanen, J., Paavilainen, M. & Uotinen, S. 2012. Henkilökuljetusopas. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Silvasti, P. Toimitusjohtaja, Silvasti Software Oy. Sähköposti 7.12.2015

StarSoft Oy:n www-sivut. Viitattu 16.11.2015. https://www.starsoft.fi

Toivola, E. 2014. Paikkatiedon hyödyntäminen koulumatkojen mittaamisessa ja koulukuljetusten suunnittelussa. AMK-opinnäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu.

Valtanen, J. 2015. Liikennepäällikkö, Porin Linjat Oy. Joensuu. Puhelinhaastattelu 23.10.2015. Haastattelijana Juho Seppälä. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Varheensalo, P. 2009. Sivistysjohtaja, Nakkilan kunta. Nakkila. Henkilökohtainen tiedonanto 16.10.2015.

Varheensalo, P. Sivistysjohtaja, Nakkilan kunta. Sähköposti 20.10.2015

Varheensalo, P. Sivistysjohtaja, Nakkilan kunta. Sähköposti 4.1.2016

LIITE 1

Kuljetusoppilaiden vanhemmille valmistellut kysymykset:

| |
|---|
| Kuinka tyytyväisiä olette lastenne koulukuljetuksiin? |
| Mitkä ovat mielestänne Nakkilan koulukuljetusten pahimmat ongelmat? |
| Kestääkö kuljetukset mielestänne liian pitkään? |
| Kuinka usein kuljetukset myöhästelevät noutopaikoilta? Myöhästyykö lapset koulusta kuljetusten viiveiden vuoksi? |
| Miten myöhästyneistä kuljetuksista tiedotetaan? |
| Koetteko/kokevatko lapset kuljetusreitit ja noutopaikat vaarallisiksi? |
| Ovatko noutopaikkanne mielestänne riittävän lähellä kotia? |
| Olisitteko valmiita kasvattamaan lastenne matkaa noutopaikoille, jos kuljetuksia saataisiin sen myötä nopeutettua? (järjestettäisiin keskitettyjä noutopaikkoja) |
| Onko Nakkilassa luotettavaa yhteyshenkilöä johon voi ottaa yhteyttä koulukuljetusasioissa? |
| Onko teillä omia ehdotuksia koulukuljetuksien kehittämiseksi? |