

Petri Kytölä

KULJETUKSENHALLINTAJÄRJESTELMÄ

Keräyspaikkojen optimointi

KULJETUKSENHALLINTAJÄRJESTELMÄ

Keräyspaikkojen optimointi

Petri Kytölä
Insinöörityö
Kevät 2012
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty Kempeleen Jätekuljetukselle. Haluan kiittää työnantajaani opinnäytetyön saamisesta. Haluan kiittää myös Oulun seudun ammattikorkeakoulun Raahen tekniikan ja talouden yksikön valvovaa yliopettajaa Mikko Hallikaista.

Tupoksessa 3.2.2012

Petri Kytölä

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Petri Kytölä

Opinnäytetyön nimi: Kuljetuksenhallintajärjestelmä

Työn ohjaaja: Mikko Hallikainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2012

Sivumäärä:27

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli optimoida yhden auton ajolistat seka- ja biojätteelle Kempeleen Jätekuljetus Ky:lle.

Opinnäytetyössä selvitettiin GPS-paikannukseen perustuvaa kuljetuksenhallintajärjestelmää kuljetusyriyksessä sekä sen rakennetta, toimintaa, laitteistoa ja ominaisuuksia. Työssä käydään läpi satelliittipaikannuksen peruseriaatteet.

Ajonhallintajärjestelmä on pääasiassa liikkuvien ajoneuvojen ja muiden kohteiden seurantaan rakennettu järjestelmä. Järjestelmän ohjelmisto koostuu palvelinohjelmistosta, web-käyttöliittymästä ja ajoneuvopäätteen ohjelmasta. Pääte-laite lähettää keräämänsä tiedot palvelinohjelmistolle. Palvelinsovellus vastaanottaa tiedot ajoneuvopäätteiltä ja tallentaa ne tietokantaan. Palvelinsovelluksen tallentama tieto näytetään loppukäyttäjälle web-käyttöliittymän kautta.

Ohjelmiston perusrakenteet ovat kunnossa ja järjestelmä toimii vakaalla alustalla. Järjestelmä on ollut jo pitkän aikaa tuotantokäytössä ja sillä seurataan satojen kohteiden sijaintia ja toimintaa. Järjestelmä tuottaa nykyisellään hyödyllistä tietoa asiakkaille.

Asiasanat: GPS, kuljetuksenhallinta, paikkatietojärjestelmä, kalustonseuranta

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology

Author: Petri Kytölä

Title of thesis: Transport Control System

Supervisor: Mikko Hallikainen

Term and year of completion: Spring 2012

Number of pages:27

The purpose of this Bachelor's thesis was to optimize one car's driving lists of mixed and bio-waste for Kempeleen Jätekuljetus.

This thesis clarifies a GPS locating-based transport control system in a transporting company and also focuses on the structure, hardware and features of the system. The thesis covers the basic principles of satellite positioning to ease the understanding of the rest of the thesis.

A transport control system is designed to track vehicles and other moving objects. The system software consists of a server software, a web user interface and a tracking device software. The tracking device sends the data collected to the server software. The server software receives data from the tracking devices and stores them to a database. The data stored by the server software is shown to the end user via a web user interface.

The system is in production use and it is being used to monitor the location and activity of hundreds of objects. The design of the software is reliable and the system is running on a stable platform. The system produces valuable information to customers.

The different phases of the work consisted of individual driving lists, so the work proceeded very systematically and each completed driving list was tested immediately after it had been prepared.

Keywords: GPS, transport, GIS, fleet management

Sisällys

1 JOHDANTO	6
1.1 Ecomond Oy	7
1.2 TCS-järjestelmä	8
1.3 TCS-karttapohja	10
2 MÄÄRITELMÄ	11
3 PAIKANNUS	12
3.1 Satelliittipaikannus	12
3.2 Paikantamisen tarkkuus ja virheet	14
4 TOIMINTAYMPÄRISTÖ	16
5 AJOLISTAT	20
5.1 Lähin piste	20
5.2 Vapaa ja paperilista	20
5.3 Optimointi	21
6 AJOLISTAN OPTIMOINNIN TESTAUS	23
7 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET	24
7 YHTEENVETO	25
LÄHDELUETTELO	26
LIITTEET	27

1 JOHDANTO

Insinööriyöni käsittelee kuljetuksenhallintajärjestelmää. Kuljetuksenhallintajärjestelmä on pääsääntöisesti liikkuvien kohteiden seurantaan ja toiminnanohjaukseen kehitetty järjestelmä. Järjestelmän kehityksessä tavoitteina on ollut tuottaa luotettava, joustava ja asiakkaille mahdollisimman hyödyllistä tietoa tuotava järjestelmä. Järjestelmän toiminta perustuu GPS-paikannukseen, tietojen tietokantaan tallentavaan palvelinohjelmistoon ja helposti lähestyttävään web-käyttöliittymään.

Tässä työssä tutkitaan, kuinka jätehuoltoyhtiön TCS (Transport Control System)-tietojärjestelmään tallentunutta tietoa voidaan visualisoida ja analysoida paikkatietojärjestelmän avulla. Ecomond Oy:n TCS-kuljetuksenhallintajärjestelmä näyttää jäteauton kuljettajalle vuorossa olevien jäteastioiden sijainnin kaikkine tietoineen sekä jäteasiakkaiden tyhjennysjärjestyksen kuljettajan määrittävällä tavalla.

Paikkatiedon laadulla ja tarkkuudella on iso merkitys suunniteltaessa ja toteutettaessa paikkatietojärjestelmää. Sijaintitarkkuuden vaatimukset riippuvat käyttötarkoituksesta ja visualisoitaessa aineistoja eri tarkoituksiin myös tarkkuuden vaatimukset muuttuvat. Visualisoitaessa tai analysoitaessa jätehuoltoalan toimintoja, ovat tiedon sijaintitarkkuuden vaatimukset erilaisia tehtäessä esimerkiksi kuntakohtaisia analyysejä tai optimoitaessa tietyn ajoreitin järjestystä.

Reittien optimointiin ja jäteautojen kuljetuksenhallintajärjestelmiin tarvitaan jäteastioiden koordinaattitietoja. Kuljetuksenhallintajärjestelmiä on useita ja kuljettajan pitäisi pystyä valitsemaan sopivin tai kuljettajalle helpoiten soveltuva järjestelmä käyttöön.

Jäteastioiden koordinaattien paikannus ja tallentaminen tietojärjestelmään

on aikaa vievää. Kuljettajan on huomioitava, että osoite ja paikkatiedot täsmäävät ennen koordinaattien paikantamista, jolloin asiakas on oikea ja koordinaatit täsmäävät osoitteeseen.

1.1 Ecomond Oy

Ecomond Oy on ohjelmistotalo, joka on keskittynyt tuottamaan langattomia logistiikan suunnittelu- ja ohjausjärjestelmiä ajoneuvoihin, toimistoihin sekä niiden välille. Yhtiön tuotteet edustavat alan kärkeä, ja ne perustuvat pitkän kokemuksen sekä huipputekniikan hyödyntämiseen.

Ecomond Oy:n päätuotteet ovat TCS-Opti ja TCS (Transport Control System), joilla suunnitellaan ja hallitaan yrityksen koko logistiikkaketju sähköisesti ja reaaliajassa. TCS-Opti on tarkoitettu kuljetusyrityksille vaativaan reititykseen ja kuljetusaikataulujen suunnitteluun. TCS on tarkoitettu kevyempään reititykseen ja kuljetusten hallintaan.

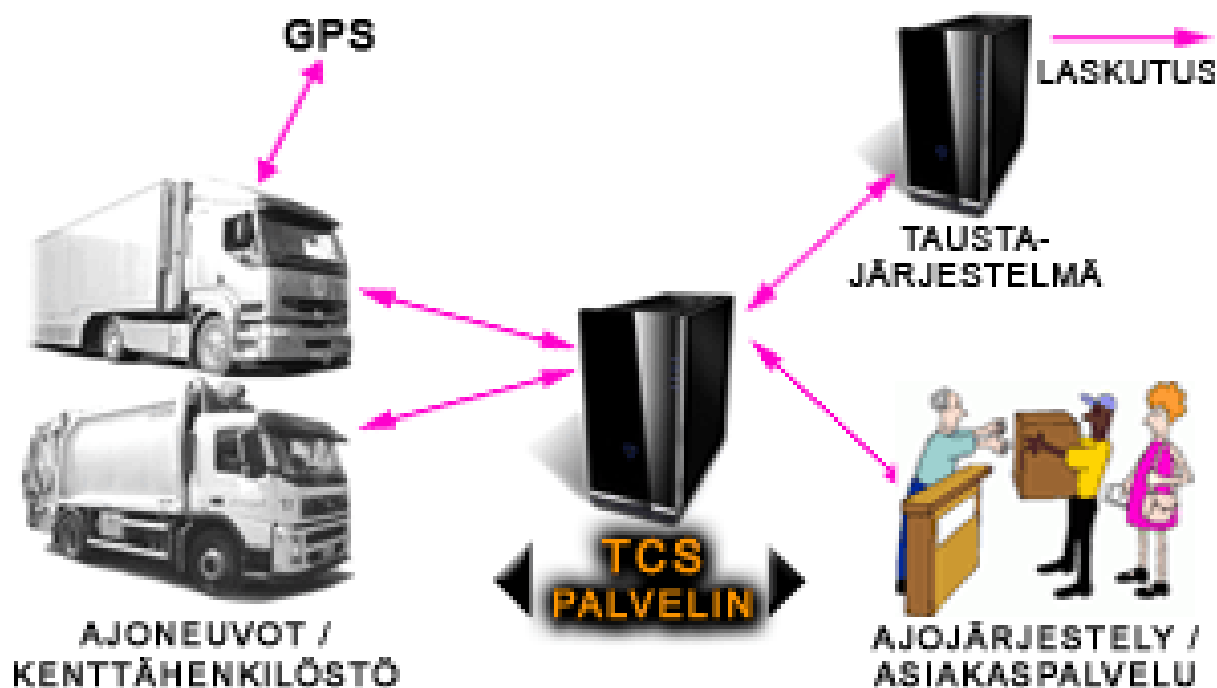
Ecomond Oy:n kehittämät logistiikan suunnittelu- ja ohjausjärjestelmät soveltuvat hyvin erilaisten alojen tarpeisiin. Yhtiön viennin jälleenmyyjinä toimivat Tieto Oyj sekä Sirius IT A/S. Kohdemaita ovat muun muassa Baltian maat, Ruotsi, Tanska, Norja, Englanti ja Saksa.

Yhtiössä työskentelee tällä hetkellä vakituisesti noin 15 tietotekniikan ja kuljetusalan ammattilaista. Ecomond Oy on täysin kotimainen ohjelmistotalo, joka on yksityisomistuksessa, ja sen omistaa pääosin yhtiön operatiivinen henkilöstö. Syyskuussa 2003 yhtiö muutti Technopolis Kuopioon.

Ecomond Oy sisällyttää toimituksiin parhaimmin ajoneuvokäyttöön soveltuvat laitteet sekä kartta-aineistot, mikäli asiakkaalla ei ole näitä valmiina. TCS-järjestelmän avulla ajojärjestelyissä saavutetaan merkittäviä säästöjä. Ajolistojen tulostaminen, kierrätys ja tallentaminen paperille poistuvat, jolloin ajoreitit

saadaan optimoitua tehokkaiksi. (Verkkodokumentti, Ecomond Oy. Hakupäivä 11.1.2012).

Kuvassa 1 on kuvattu TCS-kuljetushallintajärjestelmän toimintaperiaate.



Kuva 1. TCS-kuljetusten hallintajärjestelmän kuvaus. (Ecomond Oy. Hakupäivä 18.1.2012).

1.2 TCS-järjestelmä

TCS-järjestelmä toimii palvelimella, jossa hallitaan kaikki tehtäviin ja kuljetuksiin liittyvät tiedot. Toimistokäytössä voidaan useimmiten hyödyntää olemassa olevia työasemia. Jokaisen ajoneuvon reittiä ja tehtäviä on mahdollista seurata yksityiskohtaisesti.

Ecomond Oy sisällyttää toimituksiin tarvittaessa parhaiten ajoneuvokäyttöön soveltuvat laitteet sekä kartta-aineistot, mikäli asiakkaalla ei ole näitä valmiina. TCS-järjestelmän avulla ajojärjestelyssä saavutetaan merkittäviä säästöjä. Ajo-

listojen tulostus, kierrätys ja talletus häviävät kokonaan. Näin ajoreitit saadaan muokattua tehokkaiksi.

Paikannussovelluksessa on erittäin varmatoimiset ja tarkat satelliittipaikannustoiminnot. Sovelluksella paikannetaan mm. ajoneuvojen sijainnit, keräily- ja jakelupisteet, tyhjennys sekä lastauspisteet. Paikannuksessa hyödynnetään luotettavaa GPS-järjestelmää. Kuvassa 7 näkymä jäteauton sisältä.



Kuva 7. Ajoneuvotietokone ja TCS-järjestelmästä auton sisäkuva.

TCS-tuoteperhe soveltuu mm. ympäristönhuolto-, jakelu- ja keräilyalan sekä rahtiliikenteen logistiikan ohjaamiseen ja toiminnan suunnitteluun. Toisaalta järjestelmä sopii erinomaisesti myös huoltoyhtiöille sekä vartiointiliikkeille tehtävien hallintaan ja seurantaan.

1.3 TCS-karttapohja

Kuljettaja näkee reaaliajassa karttapohjalla, missä auto sijaitsee siten, että auto on aina (kuljettajan valittavissa) keskellä näyttöruutua ja karttapohja liikkuu ja kääntyy ajoneuvon liikkeiden mukaisesti. Esimerkiksi jätekuljetuksissa keräyspisteet näkyvät karttapohjalla erivärisinä kolmioina kuljettajan tekemien merkintöjen mukaisesti. Kuljettajille ja kenttähenkilökunnalle voidaan valita tilanteeseen parhaiten sopiva päätelaite. Vaihtoehtoisia päätelaitteita ovat mm. älypuhelimet, PDA-laitteet sekä ajoneuvotietokoneet. (Verkkodokumentti, Ecomond Oy. Hakupäivä 11.1.2012).

2 MÄÄRITELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on saada jätekuljetuksen ajoreitit optimoituja mahdollisimman järkeviksi. Nykyisessä tilanteessa ajoneuvojen reittien suunnittelussa on epämääräisyyttä optimaalisten ajolistojen määrittämisessä, jolloin keräyksien suoritus tehokkuus kyseenalaistuu. Suunnittelutoiminnan onnistuminen nojaa sitä suorittavan henkilökunnan ammattitaitoon, jolloin vuosilomat, poissaolot, sijaisuudet ja henkilövaihdokset altistavat virheille ja toiminnan hidastumiselle.

Ajolistojen selvittäminen on hidasta ja työlästä käsityötä. Asiakkaiden tiedusteluihin ei pystytä heti antamaan vastausta, vaan tyhjennysaika on kysyttävä kuljettajilta puhelimitse, mikä häiritsee kuljettajien työtä. Toistuvat puhelinyhteydenotot myös hidastavat kuljettajan toimintaa ja vaarantavat liikenneturvallisuutta.

Optimoinnilla tarkoitetaan järkevimmän ajoreitin tallentamista palvelimelle, jossa on huomioon otettu mahdolliset hidasteet tai esteet. Ajoreitin voi ajaa toisinkin, mutta järkein tapa on ajaa ajolistaan merkityssä järjestyksessä tai ainakin opetella optimoitu ajolista, jos joutuu ajamaan tulostetulla paperilistalla.

Ajolistojen optimoinnissa tulee ottaa huomioon monta asiaa:

- Onko nopein ajojärjestys paras?
- Miten jäteastiat sattuvat auton kohdalle?
- Miten asiakasta palvellaan parhaiten?
- Miten parannetaan ajoneuvojen käyttöastetta?
- Miten muutetaan ajojärjestystä ongelmatilanteessa?

3 PAIKANNUS

Paikkatiedoista ja paikkatietotekniikasta saatavat edut ovat monitahoisia ja ja kaantuvat laajasti. Sen sijaan on vaikea arvioida ja kirjata laajojen hankkeiden hyötyjä tarkasti. Paikkatietojen käsittely tietokoneella korvaa parhaimmillaan aiemmat viikkojen työrupeamat pelkällä tietokoneajolla. Käytännössä voidaan valmistella useita suunnitelmia ja vaihtoehtoja ajolistojen tekoa varten. Suunnittelutyön laatu ja tuottavuus paranevat edellyttäen, että suunnittelijoilla on käytössään tarpeeksi laadukkaat ja kattavat tietoaineistot, jotka soveltuvat käsiteltäviksi nykyaikaisilla menetelmillä.

3.1 Satelliittipaikannus

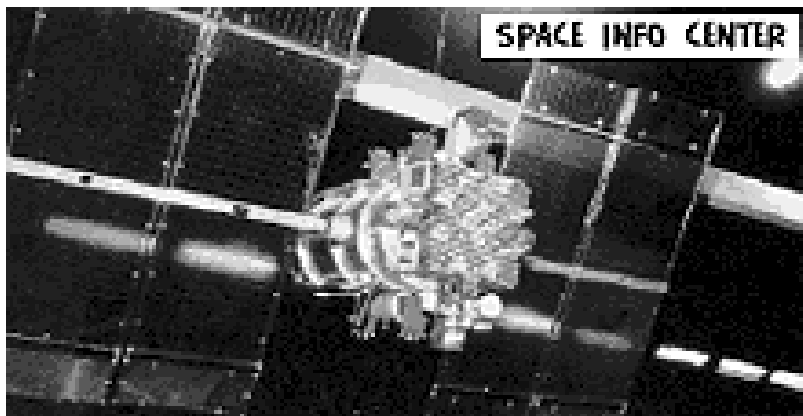
Paikannus on oleellinen osa kuljetuksenhallintajärjestelmää. Kohteiden sijainnit saadaan luettua päätelaitteiden GPS-vastaanottimista, josta ne siirretään käsiteltäväksi ja tallennettavaksi palvelinohjelmistolle. Palvelimelle tallennetut koordinaatit näytetään käyttäjille kuljetuksenhallintajärjestelmän web-käyttöliittymän karttaosion autojen reaaliaikaisina sijainteina ja kuljettuina reitteinä. Kohteiden kulkeman matkan laskenta perustuu myös paikannuksesta saatuihin tietoihin.

GPS (Global Positioning System) on maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä. GPS on alun perin sotilastarkoituksiin suunniteltu järjestelmä ja sitä ylläpitää sekä rahoittaa Yhdysvaltain puolustusministeriö. Järjestelmän ensimmäinen satelliitti laukaistiin avaruuteen helmikuussa vuonna 1978, ja täyden toimintakyvyn GPS-järjestelmä saavutti huhtikuussa 1995. Järjestelmään kuuluu 32 toiminnassa olevaa satelliittia ja kaksitoista maa-asemaa. (Verkkodokumentti, Gps system description. Hakupäivä 9.1.2012).

Yhdysvaltojen ilmavoimien avaruushallinto, JPO (Navstar GPS Joint Program Office), ja Yhdysvaltojen liikenneministeriö vastasivat tästä järjestelmästä. Järjestelmän käytöstä vastasi avaruushallinto, kun taas käytännön koordinoijana toimi JPO ja siviilikäytön yhteysvirastona toimi liikenneministeriö. Presidentti

Reagan salli järjestelmän siviilien käyttöön vuonna 1984. (Miettinen, S.2006. 25).

GPS ei ole ainoa satelliittipaikannusjärjestelmä. Venäjän puolustusministeriö on luonut GLONASS-satelliittipaikannusjärjestelmän. GLONASS on peruseriaatteiltaan GPS:n mukainen ja globaali järjestelmä. (Verkkodokumentti, Glonass. Hakupäivä 10.1.2012). Kuvassa 2 GLONASS-satelliitin kuva.



Kuva 2. GLONASS

Glonass onkin samantapainen järjestelmä kuin GPS. Amerikkalaiset epäilivätkin venäläisten varastaneen heidän ideansa. Tätä ei koskaan pystytty näyttämään toteen, joten venäläisten järjestelmä jäi toimintaan. Ero näiden kahden järjestelmän välisessä toiminnassa on satelliittien lähettämässä signaaleissa. GPS:n satelliiteilla signaalit ovat omilla taajuuksilla tunnistavuuden takia. Glonass on yksinkertaisempi, eikä sen lähettämässä koodeissa ole salausta. (Miettinen, S.2006. 26- 27).

Euroopan unioni ja Euroopan avaruusjärjestö ESA ovat suunnitelleet Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmää, ja sen pitäisi valmistua vuonna 2020. Galileo eroaa GPS- ja GLONASS-järjestelmistä siten, että sen toiminnasta vastaisivat siviiliorganisaatiot, kun taas GPS- ja Glonass-järjestelmiä operoi sotilasorganisaatiot. (Verkkodokumentti, Galileo,(satelliittipaikannusjärjestelmä). Hakupäivä 17.1.2012).

Järjestelmän rakentamisen on sanottu olevan Euroopan historian suurin teollinen projekti, joka on toteutettu julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyönä. Euroopan komissio esitteli ideansa Galileosta jo vuonna 1999. Satelliittipaikannusjärjestelmä tulee valmistuessaan koostumaan kolmestakymmenestä satelliitista ja se on suunniteltu erityisesti siviili- ja kaupalliseen käyttöön.

Galileon rahoituksen ja hallinnoinnin kehittämistä varten vuonna 2001 perustetun konsortion (The Galileo Joint Undertaking GJU) perustajia olivat Euroopan komissio sekä Euroopan Avaruusjärjestö. Euroopan Investointipankki ja yksityiset yritykset kutsuttiin mukaan myöhemmin. (Alatarvas, M. 2007)

3.2 Paikantamisen tarkkuus ja virheet

Yhdysvaltain laivasto, joka osallistuu GPS-järjestelmän operoimiseen, ilmoittaa GPS:n tarkkuudeksi 95 prosentin varmuudella 13 metriä vaakasuunnassa ja 22 metriä korkeudessa. (Verkkodokumentti, Gps system description. Hakupäivä 9.1.2012).

Erikoislaitteilla ja -tekniikoilla sekä pitkillä havaintoajoilla GPS-järjestelmän avulla saavutetaan senttimetrien tarkkuus paikanmääritykseen. Senttimetrien tarkkuus ei ole oleellista kuljetuksenhallintajärjestelmässä, mutta maanmittauksessa ja koordinaattijärjestelmien luonnissa senttimetrien virheet pyritään mahdollisuuksien mukaan poistamaan. (Poutanen, M.1998. 197- 201).

Virhettä GPS:n paikannustarkkuuteen aiheuttavat muun muassa ilmakehän häiriöt, vastaanottimen kellon epätarkkuudet ja satelliittien signaalien monitieeteneminen. Eri ilmakehän ilmiöt ja eri kerrosten erilaiset taitekertoimet muuttavat signaalien matkaan käyttämää aikaa. Vastaanottimen havaitseman signaalin matka-ajan muuttuessa myös vastaanottimen laskema etäisyys satelliittiin muuttuu ja paikannuksen tarkkuus huononee. (Poutanen, M.1998. 126- 139).

Satelliiteissa kelloina ovat atomikellot, jotka käyvät tasaisen tarkasti. Atomikellokkaan eivät ole absoluuttisen tarkkoja, mutta satelliittien kellojen virhe tunnetaan, ja satelliitti ilmoittaa kellovirheensä vastaanottimille. Vastaanottimissa taas kellot usein perustuvat kvartsikiteisiin, jotka ovat huomattavasti epätarkempia ja joiden käyntivirhettä ei yleensä tunneta. Kellon tarkkuus vastaanottimessa on oleellinen asia, sillä jo kymmenen nanosekunnin ero mitatussa ajassa aiheuttaa kolmen metrin virheen satelliitin etäisyydessä. (Poutanen, M.1998. 50) Kuvassa 3 atomikello.



Kuva 3. Atomikello

4 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

Jätteen tuottaja on luonnollinen henkilö tai oikeushenkilö, jonka yleisessä toiminnassa syntyy erilaisia jätteitä. Hän tuottaa yksittäisen esineen tai aineen; jätekomponentin, joka tulee sijoittaa tietyn jätelajin keräysvälineeseen. Alkukeräyksellä tarkoitetaan jätteen tuottajan toimintaa, jossa eri jätekomponentit järjestetään jätelajeittain ja näin viedään keräyspisteessä varsinaiseen keräysvälineeseen. Jätteen haltijan tulee järjestää eri jätelajeille keräyspiste ja keräysvälineet, jotta jätteenkuljetus pystytään suorittamaan. Tällä tarkoitetaan kiinteistön tai jätteen haltijaa, toiminnan järjestäjää tai sitä, jonka hallinnassa jäte on. Yleensä rivi-, kerros- ja omakotitaloasunnoissa kiinteistön omistaja on vastuussa tästä. (Matikka 2004,15).

Järjestetyssä jätteenkuljetuksessa jäteastioiden on sovittava käytössä olevaan kuljetusjärjestelmään. Toiminnan järjestäjän tehtävänä on valita toiminta-alueella sopivat keräysalueet ja keräystavat. Tähän on olemassa useita vaihtoehtoja ja näistä vaihtoehdoista pyritään valitsemaan optimaalisin. Toiminta-alue voidaan jakaa erillisiin urakka-alueisiin, joissa jätteenkeräys ja kuljetus annetaan urakaksi tietylle toimijalle. Urakka-alueet taas jakautuvat eri keräysalueisiin tai reitteihin. (Matikka 2004,15). Kuvassa 4 Kempeleen Jättekuljetuksen toimialue. Toimialueeseen kuuluvat Oulun kaupungin lisäksi Oulunsalon, Kempeleen, Lumijoen, Limingan, Tyrnävän ja Hailuodon kunnat sekä Kiimingin kunnasta Jääli.



Kuva 4. Toimialue

Jätteiden keräysvälineinä kiinteistöillä käytetään astioita, säkkejä, säiliöitä, lavoja ja puristinsäiliöitä. Kuntien jätehuoltomääräyksissä on yleensä määräykset hyväksyttävistä keräysvälineistä ja tyhjennystiheyksistä, jotka sopivat käytössä oleviin keräys- ja kuljetusmenetelmiin. Jätteen haltijalla on oltava riittävä määrä jätteiden keräysvälineitä ja niiden tulee vastata tarkoituksenmukaista jätehuollon järjestämistä.

Suomessa yleisimpiä keräysvälineitä ovat jäteastiat, joista 240-, 600- ja 660-litran astiat ovat suosituimpia. Kaikkiaan saatavissa on astioita pienistä 60 litran astioista aina yli tuhanteen litraan asti. Jäteastiat valmistetaan yleensä polyeteenistä, mutta tarjolla on myös metallisia astioita. Kuntien jätehuoltomääräyksissä vaaditaan yleensä pyörällisiä astioita taajamiin niin, että pienemmissä astioissa tulee olla kaksi ja isommissa neljä pyörää. Jätesäkit ovat kertakäyttöisiä keräysvälineitä, joita käytetään yleensä säkkitelineissä sekajätteen keräykseen. Ne valmistetaan pääasiassa muovista, mutta myös märkälujaa paperia ja biohajavia aineita käytetään valmistukseen. Yleensä sekajätteen keräyksessä käy-

tetään 200 litran telineessä sijaitsevaa säkkiä, mutta syväkeräysastioissa voidaan käyttää 1300–5000 litran säkkeitä. Kuvassa 5 jäteastioita.



Kuva 5. Jäteastioita

Jätteen tyhjennysvälit vaihtelevat kuntien jätehuoltomääräyksien mukaan siten, että sekajätteen pisin tyhjennysväli kesällä on yleensä neljä viikkoa ja talvella kahdeksan viikkoa ja biojätteellä kesällä yksi viikko ja talvella kahdesta kolmeen viikkoon. Eri kuntien määräykset saattavat vaihdella paljonkin ja tavallisesti syväkeräyssäiliöillä tyhjennysvälit saattavat olla pitempiä. Tavallisimmat tyhjennysvälit sekajätteelle ovat 1-2 viikkoa, mutta tyhjennykset voidaan suorittaa myös useasti viikossa.

Nykypäivänä Suomessa ja myös muualla maailmassa jätelajien reitityksen ja aikataulutuksen suunnittelu tehdään usein käsityönä ilman moderneja apuvälineitä. Ajojärjestelijät luovat reitit parhaan kykynsä mukaan perustuen ainoastaan oman paikalliseen asiantuntemukseen. Reitien suunnittelussa ei ole olemassa mitään yleispätevää kaavaa, joka kävisi kaikille reiteille. Reitityksen ja reitien aikataulutuksen suunnittelu perinteisesti ilman apuvälineitä on usein hyvin aikaa vievää, eikä parhaan lopputuloksen aikaansaamiseenkaan ole usein tällä tavoin mahdollista. Reitinsuunnitteluun on viime vuosikymmeninä kiinnitetty paljon huomiota ja uudet teknologiset saavutukset, kuten GPS, GPRS ja nopeat tietoliikenneyhteydet antavat paljon mahdollisuuksia jätehuoltoalaa kehitettäessä. (Matikka 2004, 18,19,20). Kuvassa 6 pakkaava jäteauto.



Kuva 6. pakkaava jäteauto

5 AJOLISTAT

Kempeleen Jätekuljetuksessa on kolme päälinjaa, joilla on omat kuljettajat ja omat autot. Jätelinjat on nimetty niin, että kuljettajat osaavat valita oman ajolisansansa ja oikealta päivältä (esim. Maa11, Maa12 ja Maa13). Kuljettajilla on ajoreitille pääsääntöisesti kolme ajojärjestysmallia valittavana, joista vain yksi voi olla aktiivisena. Ajolistat ovat nimeltään lähin piste, vapaa ja paperilista.

Ajolistat sisältävät keräyspisteitä, joiden tyhjennys tiheys vaihtelee. Suunniteltaessa optimointia tyhjennystiheyden vaihtelu täytyy ottaa huomioon, jolloin sama keräysauto ei välttämättä hae joitain keräyspisteitä, vaan ne siirretään eri viikoilla eri autoille.

5.1 Lähin piste

Suurin eroavaisuus on lähin piste, joka ottaa lyhimmän etäisyyden mukaan aktiiviseksi keräyspisteen kartalta. Soveltuu käytettäväksi maaseudulla, mutta ongelmana ovat paikantamattomat tehtäväpisteet, jotka ovat ajolistan viimeisinä. Paikantamattomat tehtäväpisteet pitää hakea erikseen esille paikantamista varten. Hyvänä puolena on, jos joutuu ajamaan jostain syystä useamman auton ajolistaa samanaikaisesti (esim. Maa12 ja Maa13). Lähin piste ei ota kantaa ajolistoilla olevien paikkojen järjestykseen, vaan hakee lähintä keräyspistettä.

5.2 Vapaa ja paperilista

Suunnittelija on tehnyt ajolistalle alustavan ajojärjestyksen, joka on luettavissa kuljettajan haluamalta listalta. Keräyspisteitä tulee valittavaksi sitä mukaan, kun kuljettaja kuittaa edellisen keräyspaikan suoritetuksi. Vapaa ajolista on sama kuin tulostettava paperilista. Joskus ei auton ajoneuvopääte nouda ajolistoja TCS-palvelimelta, jolloin ajojärjestelijä tulostaa paperilistat. Vapaa ajolistan op-

timoinnin tärkeys korostuu, kun joudutaan lähtemään liikenteeseen tulostettavalla paperilistalla. Jos ajolista on optimoitu hyvin järkevästi, ei ongelmia tule tulostettavan paperilistan kanssa, koska ajojärjestys pysyy samana. Ei tarvitse tulostettavalla paperilistalla selata sivulta toiselle etsien seuraava keräyspistettä.

5.3 Optimointi

Optimoinnissa pitää tuntea ajolista jo ennestään, ettei tarvitse harjoitella ajossa. Ennen varsinaisen optimoinnin alkamista jouduin ajamaan ajoreittejä saadakseni mahdollisimman hyvät valmiudet itse optimointiin. Ajoreittejä ajeltiin vaikka miten päin ja satunnaisessa järjestyksessä. Hyvän ja järkevän ajoreitin valmistuessa pikku hiljaa myös optimoinnin ajankohta lähenee.

Optimoinnissa keskityin yhden auton ja yhden päivän ajolistojen päivitykseen kerrallaan. Ajojärjestyksenä oli vapaa ajolista. Tarkoituksena oli helpottaa kuljettajan työskentelyä, että kuljettajan tarvitsee vain keskittyä ajamaan keräyspisteeltä toiselle ja kuitata asiakas suoritetuksi.

Optimoinnissa tärkeintä oli ajaa yhden päivän ajolista kokonaan läpi kaikista keräyspisteistä. Vapaan ajolistan ajojärjestykseksi määräytyi ajettujen keräyspisteiden mukaan. Optimoinnin aikana jouduin hakemaan keräyspisteitä manuaalisesti, koska ajolista ei ollut järkevässä ajojärjestyksessä. Ajojärjestys saatiin vapaa ajolistalle kuljettajan kuittaamien keräyspisteiden suoritus ajasta, josta saatiin uusi optimoitu ajolistajärjestys.

Optimoidun ajolistan toteutus tapahtuu, kun ajatun ajolistan keräyspisteet laiteaan kuljettajan tekemien tapahtumien mukaan aikajärjestykseen. Kuljettajan kuittaamat keräyspisteet tulevat ajolistalle aikajärjestyksessä. Yleensä joudutaan muokkaamaan jälkikäteen listoja, mutta ne voidaan suorittaa keräysauton omalla ajoneuvopäätteellä, joten ajojärjestelijää ei tarvitse vaivata pikkuseikoilla.

Käytännössä kaksi vierekkäistä keräyspistettä saattavat olla ajolistan alussa ja lopussa. Tässä on otettu huomioon jokin poikkeus keräyspisteellä, esim. poikkeava liittymä, este tai jokin muu työtä vaikeuttava tekijä, joka kuljettajan täytyisi huomioida.

6 AJOLISTAN OPTIMOINNIN TESTAUS

Optimoinnin tarkastus suoritettiin ajamalla sama yhden päivän ajolista kokonaan läpi kaikista keräyspisteistä jo kerran päivitetyllä ajolistalla. Näin saatiin varmuus ajolistan toimivuudesta. Ajolistaan oli käsin lisätty keräyspisteitä, jotka eivät olleet ensimmäisellä kerralla tyhjennysvuorossa. Ajolistan korjaukset toisella ajokerralla olivat hyvin pieniä ja keräyspisteet saatiin oikealle paikalle manuaalisesti ilmoitettuna. Ajoneuvopäätteellä kerrotaan, minkä keräyspisteen jälkeen haetaan tyhjennyspaikka, joka ei ollut vuorossa.

Uusien optimoitujen ajolistojen toimivuutta ja ajojärjestystä on kysely muiltakin kuljettajilta. Kuljettajat ovat olleet tyytyväisiä ajojärjestykseen. Ajolistoihin ei ole tehty muutoksia optimoinnin jälkeen.

7 JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

Keräyspisteisiin asennettaisiin RFID-tunnistin eli tagi. Tagi voidaan liimata keräysastiaan jälkikäteen vaikka tarrana. RFID mahdollistaisi asiakkaan tunnistamisen. Asiakkaan tietoihin voitaisiin lisätä helposti esim. tyhjennysvälimuutokset, astiakoon muutokset tai seurata tyhjennyksiä. Kuluttajan kannalta täytyy miettiä, onko sallittua, että tageja luetaan heidän tietämättään?

Laajennetaan optimointia myös kaikille autoille, jotka keräävät seka- ja biojätettä. Myös muiden jätelajien optimointi kannattaa aloittaa esim: metalli, lasi, pahvi, energia ja kartonki.

7 YHTEENVETO

Optimoinnin hyötynä oli saada keräysautolle mahdollisimman helppo ja nopea ajojärjestys, missä ajoneuvon käyttöaste paranee. Ajojärjestyksessä on otettu huomioon liittymät, joita voi lähestyä vain yhdestä suunnasta. Astioiden soveltuvuuden ajoneuvon kulkusuuntaan täytyy olla hyvä, ettei keräysauton kuljettajan tarvitse hyppiä tien yli ja näin työturvallisuuskin paranee. Asiakas tietää, mihin kellonaikaan keräysauto tulee keräyspisteelle, jolloin asiakas voi varautua paremmin. Näin asiakaspalvelukin parantuu. Ajojärjestyksellä on polttoainekulutukseen suuri merkitys, sillä optimoidulla ajojärjestyksellä saadaan ajettua ajo-listat nopeammin ajallisesti.

Tulostettava paperilista on nyt samanlainen, kuin optimoitu ajojärjestys on. Ei tarvitse miettiä ja selaila sivuja. Saa keskittyä ajamiseen ja keräyspisteiden tyhjentämiseen.

Optimoinnilla vältetään tilannetta, jossa auton vakituinen kuljettaja on estynyt ja tuuraaja joutuu lähtemään tilalle ajamaan. Tuuraaja aukaisee ajolistan ja lähtee ajolistan mukaisesti ajamaan keräyspisteitä pois. Turvallisuus säilyy, kun ei tarvitse olla puhelimesta neuvomassa ajoreittiä.

LÄHDELUETTELO

Alatarvas, M. 2007. Galileo-satelliittipaikannusjärjestelmän rahoituksesta saavutettiin sopu EU:ssa. Verkkodokumentti. Hakupäivä 19.1.2012
<http://www.eurooppatiedotus.fi/public/default.aspx?contentid=105103&contentlan=1&culture=fi-FI>

Ecomond Oy. Verkkodokumentti. Hakupäivä 11.1.2012,
<http://www.ecomond.com>

GALILEO, (satelliittipaikannusjärjestelmä). Verkkodokumentti. Wikipedia. Hakupäivä 17.1.2012
[http://fi.wikipedia.org/wiki/Galileo_\(satelliittipaikannusjärjestelmä\)](http://fi.wikipedia.org/wiki/Galileo_(satelliittipaikannusjärjestelmä))

GLONASS. Verkkodokumentti. Wikipedia. Hakupäivä 10.1.2012,
<http://fi.wikipedia.org/wiki/GLONASS>

GPS SYSTEM DESCRIPTION. Verkkodokumentti. Hakupäivä 9.1.2012,
<ftp://tycho.usno.navy.mil/pub/gps/gpssy.txt>

Miettinen Samuli. 2006. GPS käsikirja. WS Bookwell OY: Porvoo

Paikkatietojärjestelmien soveltamismahdollisuudet ja digitaalisten keräyspisteiden sijaintitarkkuus jätehuollossa. Hakupäivä 30.12.2011,
http://envi.uku.fi/iwaste/files/DI_Ville_Matikka.pdf

Poutanen Markku. 1998. GPS-paikanmääritys. Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.

LIITTEET

Kuva 1. Hakupäivä 18.1.2012,
<http://www.ecomond.com/?Tuotteet>

Kuva 2. Hakupäivä 18.1.2012,
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Glonass>

Kuva3. Hakupäivä 18.1.2012,
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Atomikello>

Kuva 4. Hakupäivä 18.1.2012,
<http://www.kempeleenjatekuljetus.fi/>

Kuva 5. Hakupäivä 18.1.2012,
<http://www.kempeleenjatekuljetus.fi/fi/jateastiat/>

Kuva 6. Hakupäivä 18.1.2012,
<http://www.kempeleenjatekuljetus.fi/fi/lajittelu/>

Kuva 7. Hakupäivä 20.1.2012,
<http://www.ecomond.com/?Tuotteet>