

Juuso Kummala, Risto Kulmala, Raine Hautala, Jari Oinas, Caj Holm

Matkapuhelinpaikannuksen hyödyntäminen liikennetietojen keruussa

Esiselvitys

Tiehallinnon selvityksiä 61/2001



Juuso Kummala, Risto Kulmala, Raine Hautala, Jari Oinas, Caj Holm

Matkapuhelinpaikannuksen hyödyntäminen liikennetietojen keruussa

Esiselvitys

Tiehallinnon selvityksiä 61/2001

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-813-0
TIEH 3200707

Edita Oyj
Helsinki 2001

Julkaisua myy:
Tielaitos, julkaisumyynti
telefaksi 0204 22 2652
e-mail julkaisumyynti@tiehallinto.fi
www.tiehallinto.fi/julk2.htm



TIEHALLINTO
Liikenteen palvelut
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihdde 0204 22 150

TIIVISTELMÄ

Liikenteen seurannan tavoitteena on tuottaa liikenteen hallinnan tarvitsemaa ajantasaisista tiedoista liikenteestä ja sen sujuvuudesta liikenneverkolla. Tuotettavat liikenteen hallinnan palvelut määrittelevät liikenteen seurannalla kerättävän tiedon tarpeen, määrän ja laadun. Esiselvityksen pyrkimyksenä on selvittää matkapuhelinpaikannuksen hyödyntämismahdollisuudet liikenteen seurantatietojen ja tunnuslukujen tuottamiseksi liikenteen hallinnan tarpeisiin.

Liikenteen hallinnan peruspalveluiden ja niiden vaatiman ajantasaisen seurannan toteuttaminen koko pääteiden runkoverkolla on liikenteen hallinnan lähivuosisien painopistealue. Liikenteen seurannan toteuttamisen pääteiden runkoverkolla arvioidaan nykyratkaisuille vaativan noin 42 miljoonan euron panostusta, minkä lisäksi vuotuiset ylläpitokustannukset ovat noin 10 % toteutuskustannuksista.

Nykyiset seurantamenetelmät ovat automaattijärjestelmiä, jotka voivat perustua mm. silmukka-antureihin tai kameroihin. Esiselvityksen taustajatuksena on matkapuhelimella varustettujen ajoneuvojen hyödyntäminen havaintoajoneuvoina. Matkapuhelinten yleisyys ei ole Suomessa rajoitteena esim. luotettavien matka-aika-arvioiden tuottamiseksi. Tavoitteena oli löytää paikannustekniikka, jonka tarkkuus täyttäisi liikenteen seurannalle asetetut vaatimukset. Lisäksi paikannusmenetelmä olisi hyödynnettävissä nykyisissä matkapuhelimeissa, laajennettavissa kattamaan koko pääteiden runkoverkko, takaisi yksityisyyden suojan sekä olisi taloudellisesti kannattavalla pohjalla.

Hankkeessa järjestettyjen asiantuntijatyöpajojen avulla kartoitettiin eri paikannustekniikoita satelliittipaikannuksesta verkkopaikannusmenetelmiin. Lisäksi selvitettiin eri paikannusmenetelmien soveltuvuutta liikenteen hallinnan tarpeisiin sekä pohdittiin paikannukseen liittyviä lainsäädännöllisiä kysymyksiä. Raportissa kuvataan myös liikenteen hallinnan prosessin "Tiedotus autoilijoille" osaprosessit, niistä vastaavat toimijat ja toimintojen väliset tietovirrat sekä liikennetiedon keruun liittyminen liikenteen hallinnan palveluiden tuottamisprosessiin.

Tiehallinto suunnittelee GSM-paikannusta hyödyntävää matka-aikapalvelukokeilua keväälle 2002. Kokeilun pohjustukseksi toteutettiin kysely, jolla kartoitettiin työpajoihin osallistuneiden operaattoreiden ja palveluntarjoajien mahdollisuuksia ja halukkuutta palvelun toteuttamiseen. Syyskuun 2001 loppuun mennessä Tiehallinnon saamien vastausten perusteella voidaan todeta, että halukkuutta ja teknisiä ratkaisuja kokeilun toteuttamiseksi suunnitellussa aikataulussa on olemassa.

Palvelukokeilun lisäksi jatkotoimiksi ehdotetaan samanaikaista vertailututkimusta. Siinä tuotettaisiin arvio matkapuhelinpaikannuksen kustannustehokkuudesta ja kilpailukyvästä verrattuna nykyisiin Suomessa käytössä oleviin matka-ajan mittausjärjestelmiin. Selvityksen tulosten perusteella voitaisiin arvioida matkapuhelinpaikannukseen perustuvan järjestelmän kannattavuutta sekä mahdollisuuksia järjestelmän laajamittaisempaan käyttöön.

Juuso Kummala, Risto Kulmala, Raine Hautala, Jari Oinas, Caj Holm: **Matkapuhelinpaikannuksen hyödyntäminen liikennetietojen keruussa.** [Mobile phone positioning for traffic data collection] Helsinki 2001. Finnish Road Administration. Finnra Reports 61/2001. 43 p. + app. 9 p. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-813-0, TIEH 3200707.

Keywords: Traffic management, traffic monitoring, telematics

ABSTRACT

The aim of a traffic monitoring system is to provide real-time data about traffic and traffic conditions on a road network for traffic management purposes. The traffic management services determine the data required as well as its quantity and quality. The objective of this project was to investigate the feasibility of cellular positioning for traffic management related monitoring purposes.

A future area of emphasis in traffic management is the implementation of real-time traffic monitoring on the whole trunk road network in Finland. The costs of implementing the conventional monitoring infrastructure on the trunk road network are estimated to be approximately 42 million euro, in addition to annual maintenance costs of approximately 10% of the investment costs.

Conventional traffic monitoring systems based on sensors such as inductive loops or cameras are automated. The basic idea of this project is to track cars equipped with a cellular phone and to use them as traffic probes. The penetration of mobile phone use in Finland is unlikely to be the restricting factor for, among other things, achieving valid travel time estimates. Hence, the objective of this project was to identify positioning methods that could be used with existing phones; would be accurate enough for traffic management; could be easily expanded to cover the whole trunk road network; would not compromise privacy issues; and would be cost-effective.

Expert workshops were organised to explore various positioning methods from satellite positioning to cellular network positioning, as well as to investigate their suitability for traffic monitoring purposes. The legal issues associated with positioning and privacy were also discussed. In addition, the report describes the service process "Information to drivers", its actors, main data and information flows, and also the interface between traffic data collection and traffic management service processes.

The possibilities and eagerness to implement a travel time estimation pilot using cellular positioning in spring 2002 were investigated with a survey sent to participating operators and service providers. The results of the survey calculated at the end of September 2001 were promising. More specifically, the readiness and technical solutions needed to implement the pilot seem to exist.

Furthermore, proposed future actions with a travel time estimation pilot would be used for a simultaneous comparison study. The study would produce an estimation regarding cost-effectiveness and competitiveness of the cellular positioning system compared with existing travel time measurement systems in Finland. The results would provide information for evaluating the economic feasibility of the cellular positioning systems and their potential for large-scale implementation.

The project has been granted European Community financial support in the field of Trans-European Networks - Transport.

ESIPUHE

Esiselvityksen pyrkimyksenä on selvittää matkapuhelinpaikannuksen hyödyntämismahdollisuudet liikenteen seurantatietojen ja tunnuslukujen tuottamiseksi liikenteen hallinnan tarpeisiin. Tuotettavat liikenteen hallinnan palvelut määrittelevät liikenteen seurannalla kerättävän tiedon tarpeen, määrän ja laadun. Selvityksessä perehdytään eri matkapuhelinpaikannustekniikoihin sekä tarkastellaan näiden soveltuvuutta liikenteen hallinnan tarpeisiin.

Selvitys on tehty Tiehallinnon Liikenteen palvelut -yksikön toimeksiannosta. Raportin laatimiseen ovat osallistuneet Juuso Kummala, Risto Kulmala ja Raine Hautala VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta, Jari Oinas ja Caj Holm Traficon Oy:stä sekä Jaakko Lähtenmäki VTT Tietotekniikasta. Tiehallinnosta projektiryhmään osallistuivat Timo Karhumäki, Sami Luoma, Pekka Rajala, Jorma Helin ja Martin Johansson. Selvityksen taustaksi järjestettiin neljä asiantuntijatyöpajaa, joihin osallistui henkilöitä seuraavista organisaatioista:

Benefon Oyj
Dna Finland Oy
Ficom ry
Finnet-liitto
Jyväskylän yliopisto
Kuopion Puhelin Oyj
Locus Portal Corporation
Nokia Oyj
Oy Radiolinja Ab
Sonera Oyj
Tiehallinto
Traficon Oy
VTT

Hanke on kuulunut FITS-ohjelman (Finnish R&D Programme on ITS Infrastructures and Services) hankealueeseen 3 Liikenteen ja kuljetusten seuranta.

Raportin tekemiseen on saatu Euroopan unionin liikenteen perusrakenteen kehittämiseen tarkoitettua TEN-T (Trans-European Networks - Transport)-rahoitusta.

Helsinki, lokakuu 2001

Tiehallinto
Liikenteen palvelut

Sisältö

| | |
|---|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| ESIPUHE | 5 |
| KÄYTETYT LYHENTEET | 8 |
| 1 TAUSTAA | 9 |
| 2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS | 11 |
| 3 LIIKENTEEN SEURANTA LIIKENTEEN HALLINNAN OSANA | 12 |
| 3.1 Liikenteen seuranta liikenteen hallinnan arkkitehtuurissa | 12 |
| 3.2 Liikenteen seurannalla kerättävät liikennetiedot liikenteen hallinnan palveluita varten | 14 |
| 4 PAIKANNUSMENETELMISTÄ | 17 |
| 4.1 Sovellettavat paikantamisratkaisut | 17 |
| 4.1.1 Yleistä | 17 |
| 4.1.2 Satelliittiperusteiset paikannusmenetelmät | 17 |
| 4.1.3 Paikantaminen matkapuhelinverkon avulla | 19 |
| 4.2 Paikantamisen laatu | 26 |
| 4.3 Paikannus ja matkapuhelinverkon kuormittuminen | 27 |
| 4.4 Teknologian kehitysnäkymät | 27 |
| 4.5 Alan standardointi | 28 |
| 5 LAINSÄÄDÄNNÖLLISIÄ NÄKÖKOHTIA | 30 |
| 5.1 Yleistä | 30 |
| 5.2 Yksityisyyden suoja | 31 |
| 5.3 Oikeudet sijaintitietoihin | 32 |
| 6 MATKAPUHELINPAIKANNUKSEN SOVELTUVUUS LIIKENNETIETOJEN TUOTTAMISEEN | 34 |
| 6.1 Yleistä | 34 |
| 6.2 Linkkitiedot: matka-aika ja -nopeus | 34 |
| 6.3 Liikennevirran pistekohtaiset tiedot | 36 |
| 6.4 Liikenteen häiriötiedot | 37 |
| 6.5 Ennalta tiedossa olevien tapahtumien seuranta | 37 |
| 6.6 Uudet tunnusluvut | 38 |
| 7 JATKOTOIMENPITEET | 40 |
| 7.1 Matka-aikapalvelukokeilun toteuttaminen | 40 |
| 7.2 Matka-aikapalvelukokeilun arviointi | 41 |

| | | |
|---|---------------|----|
| 8 | LÄHDELUETTELO | 42 |
| 9 | LIITTEET | 44 |

KÄYTETYT LYHENTEET

| | |
|---------|---|
| AGPS | Assisted Global Positioning System |
| AOA | Angle of Arrival |
| BS | Base Station |
| CDMA | Code Division Multiple Access |
| Ci | Cell id, Cell Identity |
| DCM | Database Correlation Method |
| DGPS | Differential Global Positioning System |
| EOTD | Enhanced Observed Time Difference |
| ETSI | European Telecommunications Standards Institute |
| EU | European Union |
| FCC | Federal Communications Commission |
| FDD | Frequency Division Duplex |
| FITS | Finnish R&D Programme on ITS Infrastructures and Services |
| GLONASS | Global Navigation Satellite System (Russian) |
| GPS | Global Positioning System |
| GPRS | General Packet Radio Service |
| GSM | Global System for Mobile Communications |
| ID | Identity |
| ISO | International Organization for Standardization |
| IS-FL | Idle Slot Forward Link |
| LF | Location Fingerprinting |
| LIF | Location Interoperability Forum |
| LMU | Location Measurement Unit |
| MS | Mobile Station |
| Navi | Navi-ohjelma, Henkilökohtainen navigointi |
| OTD | Observed Time Difference |
| OTDOA | Observed Time Difference of Arrival |
| RTD | Real Time Difference, (Round Trip Delay) |
| RTT | Round Trip Time |
| Rx | Radio Receiver (Signal level) |
| SA | Selective Availability |
| SMS | Short Message Service |
| Ta | Timing Advance |
| TDD | Time Division Duplex |
| TDOA | Time Difference of Arrival |
| TDMA | Time Division Multiple Access |
| TOA | Time of Arrival |
| UMTS | Universal Mobile Telecommunications System |
| WAP | Wireless Application Protocol |
| WCDMA | Wideband Code Division Multiple Access |
| 2G | Second Generation |
| 3G | Third Generation |
| 3GPP | Third Generation Partnership Project |

1 TAUSTAA

Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjoissa (Tiehallinto 2000) todetaan liikenteen hallinnan lähivuosien painopistealueeksi liikenteen hallinnan peruspalveluiden ja niiden vaatiman ajantasaisen seurannan toteuttaminen koko pääteiden runkoverkolle. Liikenteen seurannan toteuttamisen pääteiden runkoverkolla arvioidaan nykyratkaisuille vaativan noin 42 miljoonan euron panostusta, minkä lisäksi vuotuiset ylläpitokustannukset ovat noin 10 % toteutuskustannuksista. On kuitenkin mahdollista, että uusilla teknisillä ratkaisuille liikenteen seuranta voitaisiin hoitaa edullisemmin ja myös laadukkaammin. Yksi tällainen ratkaisu on matkapuhelinpaikannuksen hyödyntäminen.

Työssä keskitytään paikannusmenetelmiin, jotka hyödyntävät satelliittipaikannusta, matkapuhelinverkkoa tai näiden yhdistettyjä menetelmiä. Matkapuhelinpaikannus voidaan toteuttaa joko verkko- tai päätelaitepaikannuksena. Tässä selvityksessä päätelaitepaikannusnimitystä käytetään sekä satelliittipaikannuksen että verkkopaikannuksen yhteydessä kun paikannustahtauman aktiivisena toimijana on itse matkapuhelin.

Matkapuhelinpaikannuksen kehitys on viime aikoina ollut erittäin nopeata toisaalta EU:n eEurope -päätöslauselmaan (Eur-Lex 2001) sisältyneen, hätäpuhelujen paikantamista vaativan 112-päätöksen ansiosta ja toisaalta erilaisten paikkasidonnaisten langattoman viestinnän palvelujen merkittävien markkinanäkymien vuoksi. Esimerkkejä matkapuhelimien verkkopaikantamiskokeiluista on mm. Eestistä, Yhdysvalloista ja Japanista (MLW 2001, USW 2001). Suomessa paikantamisen teknologioita, ratkaisuja ja palveluja kehitetään NAVI-ohjelmassa (Navi 2001a). Lisäksi ohjelmassa ratkaistaan niihin liittyviä lainsäädännöllisiä ja eettisiä ongelmia. Vuoden 2001 alussa Ranskassa Lyonin alueella kokeiltiin GSM-paikannusta matka-aikojen ja myös yleisemmin liikenteen sujuvuuden seurantaan (ITS America). Kokeimuksia matkapuhelinpaikannuksen käytöstä Tiehallinnon tarpeisiin tapahtuvaan liikenteen seurantaan ei vielä juurikaan ole olemassa.

Verkkopaikannus lienee yleisin paikantamisratkaisu lähitulevaisuudessa, ja verkko-operaattorit ovat aktiivisesti kehittäneet omia verkkojaan hyödyntäviä paikkasidonnaisia palveluita ja palveluryppäitä. Toisaalta EU pyrkii siihen, että palvelutarjonta erotettaisiin verkko-operoinnista siten, että kaikki palvelut olisivat käyttäjille avoimia matkapuhelimen verkko-operaattorista riippumatta.

Suomessa Tiehallinto on käynyt alustavia keskusteluja matkapuhelinoperaattoreiden kanssa liikenteen seurannasta matkapuhelinpaikannuksen avulla. FITS-ohjelmassa tarkastellaankin liikenteen ja kuljetusten seuranta yhteisenä hankealueena ja päämääränä on mm. kuljetusten seurantatietojen hyödyntäminen liikennejärjestelmän tilan seurannassa (FITS 2001). Verkko-operaattoreilla voi olla kiinnostusta myös liikenteen seurantapalveluiden toteuttamiseen palveluiden globaalien markkinoiden vuoksi, mutta toistaiseksi operaattorit ovat olleet varsin vaitonaisia suunnitelmistaan. Hätäpuhelujen paikannukseen EU:n vaatimalla tarkkuudella kaikki operaattorit ovat ilmeisesti valmiina 112-päätöksen tavoitevuoteen 2003 mennessä. Puhelinvalmistajilla on myös omia teknisiä ratkaisuja paikannettavien seurantapalveluiden mahdollistamiseksi.

Suomessa on alan tietämystä paitsi verkko-operaattorien myös matkaviestinvalmistajien organisaatioissa sekä korkeakouluissa ja tutkimuslaitoksissa. Matkapuhelimien paikannusta koskevaa tietämystä ja osaamista on tarvetta lisätä Tiehallinnossa, tutkimuslaitoksissa, korkeakouluissa, viranomaistoimistoilla (esim. hälytyskeskukset), kuljetusyrityksissä ja yksityisten palveluntarjoajien keskuudessa. On myös selvää tarvetta saattaa teollisuus ja palveluntarjoajat tietoisiksi liikenteen hallinnan tarpeista.

Lainsäädännölliset seikat ja erityisesti yksityisyysuojan varmistaminen ovat osoittautuneet matkapuhelinpaikannuksen kohdalla erittäin tärkeiksi päätettäessä paikannuspalveluiden toteuttamisesta. NAVI-ohjelma ja erityisesti sen Säädospuitteet-tukiprojekti paneutuu aihealueen lainsäädäntöön ja oikeudellisiin kysymyksiin (HIIT 2001).

2 TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

Esiselvityksen tavoitteena on selvittää matkapuhelimien paikannustietojen hyödyntämismahdollisuudet liikenteen seurantatietojen ja tunnuslukujen tuottamiseksi liikenteen hallinnan tarpeisiin sekä nykytekniikalla (2G / GSM) että viiden vuoden aikavälillä (3G / UMTS). Työssä tarkastellaan perinteisten seurannan tunnuslukujen lisäksi myös mahdollisia uusia matkapuhelinpaikannuksella tuotettavia liikenteen tunnuslukuja.

Kaikki liikenteen hallinnan toiminnot ja niiden seurantarpeet kuuluvat työn piiriin. Näiltä osin käytetään hyödyksi mm. Liikenteen seurannan valtakunnallinen esiselvitys -hankkeen tuloksia (Tiehallinto 2001). Työ kattaa sekä sopimuksenvaraisen seurannan (seurattava kohde ilmoittautuu seurattavaksi, esim. tietyö, erikoiskuljetus, hidas kolonna) että muun, käyttäjän aloitteesta riippumattoman seurannan. Työ ei kata liikenteen seurantatietojen jälkikäsitteilyä liikenteen hallinnan palvelujen tarpeisiin mm. lyhyen ajan ennusteiden tuottamiseksi.

Työssä selvitetään matkapuhelinpaikannuksen laadullisia rajoituksia (tarkkuus eri paikannusmenetelmin) liikenteen hallinnan toiminnoittain. Lisäksi tarkastellaan matkapuhelinpaikannukseen perustuvan seurannan liityntää liikenteen hallinnan palveluiden tuottamisprosessiin, mahdollisia toimijoita sekä toimijoiden rooleja näissä prosesseissa.

Työn tavoitteena on myös laatia ehdotus matkapuhelinpaikannuksen seurantakäytön toimenpideohjelmaksi FITS-ohjelman kestoajaksi vuoden 2004 kevääseen asti. Kokeilutoimintaa pyritään käynnistämään vuoden 2002 aikana, jos sitä pidetään tarpeellisena. Toimenpideohjelman sisältöön ja kokeilutoimintaan vaikuttavat selvityksen tulokset sekä erillinen selvityksen ulkopuolella tehtävä arvio matkapuhelinpaikannuksen kustannustehokkuudesta ja kilpailukyvystä verrattuna liikenteen seurannan muihin menetelmiin.

3 LIIKENTEEN SEURANTA LIIKENTEEN HALLINNAN OSANA

3.1 Liikenteen seuranta liikenteen hallinnan arkkitehtuurissa

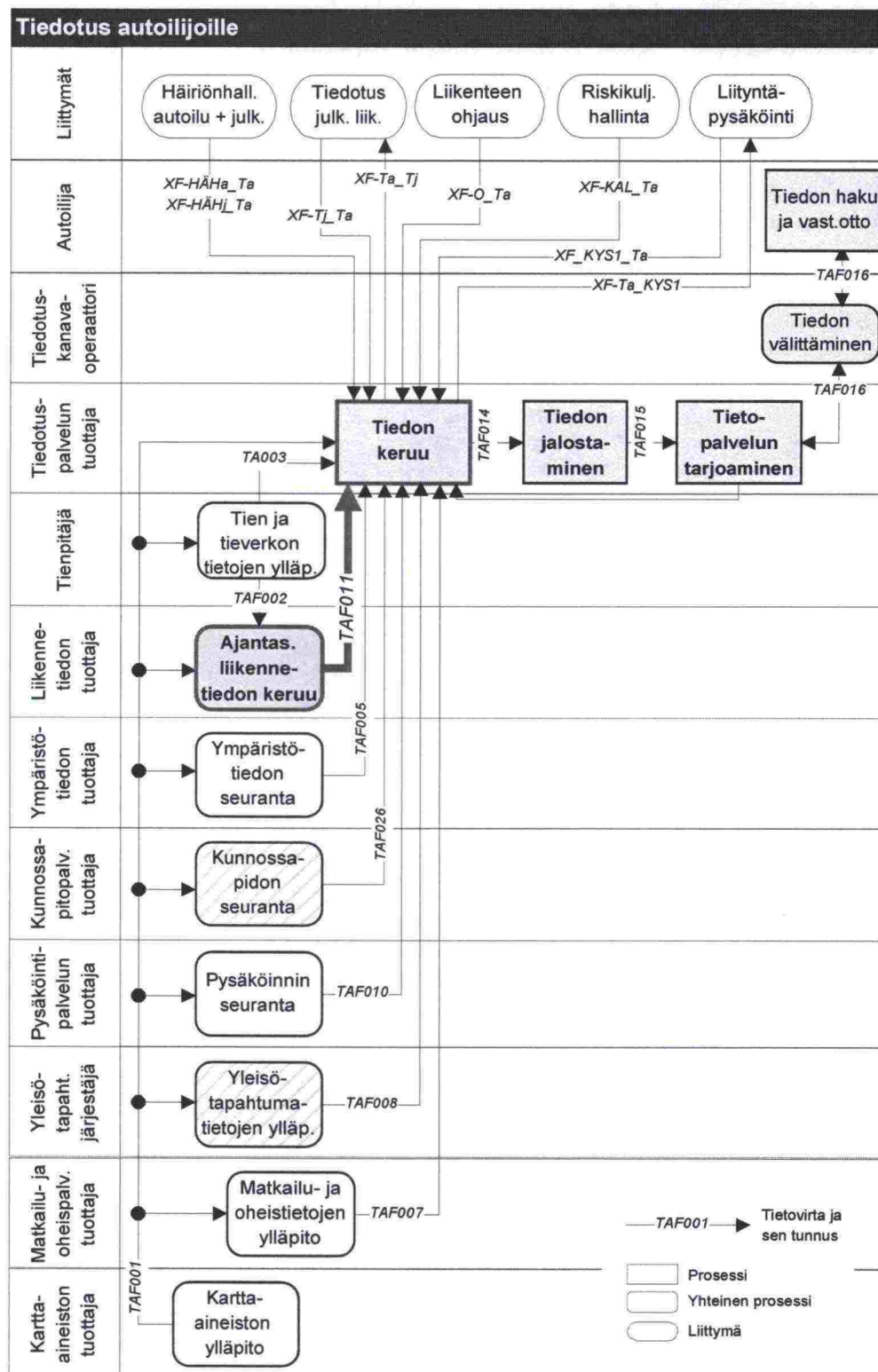
Liikenteen hallinnan palvelut on kuvattu liikennetelematiikan kansallisessa järjestelmäarkkitehtuurissa (TelemArk) 11 prosessikaavion avulla. TelemArk auttaa ensisijaisesti tunnistamaan, miten yksittäinen liikenteen hallinnan toiminto tai osatoiminto esim. liikenteen seuranta liittyy kokonaisuuteen. (Mäkinen et al 2000)

TelemArkissa ajantasaisen liikennetiedon keruu -osaprosessi on määritelty seuraavasti: "Kerätään ja pidetään yllä ajantasaista tietoa liikennetilanteesta (liikenteen määrä, keskinopeus, ruuhkautuminen jne.) tie- ja katuverkolla. Liikennetiedon keruu voi tarkoittaa risteyskohtaista saapuvan liikenteen havaitsemista tai koko verkon tasolla tapahtuvaa laajempaa liikennetiedon keräämistä."

Liikenteen seuranta voidaan jakaa automaattiseen ja manuaaliseen seurantaan. Automaattiseuranta tapahtuu erilaisilla kiinteillä tai liikkuvilla mittauslaitteilla. Manuaaliseuranta perustuu ihmisten tekemiin havaintoihin liikenteestä.

Ajantasaisuuden perusteella liikennetiedot voidaan jakaa liikenteen tilastotietoihin ja ajantasaisiin liikennetietoihin. Liikenteen tilastotietoja tarvitaan liikenteen yleisen kehityksen seuraamiseen, pitkän aikavälin ennusteiden laatimiseen ja liikennejärjestelmän suunnitteluun. Tilastotietojen osalta tiedon ajantasaisuus ei ole kriittistä. Ajantasaista liikennetietoa tarvitaan päivittäisessä liikenteen hallinnassa. Ajantasaisuus määräytyy tienkäyttäjille tarjottavan palvelun sisällön ja laatutason mukaan. Liikennevalo-ohjauksessa valo-ohjelman toimintaa säädetään yksittäisten ajoneuvohavaintojen perusteella. Liikennetiedotuksessa (liikenteen sujuvuus) tietojen päivitysväli on korkeimmassa laatutasossa muutaman minuutin luokkaa.

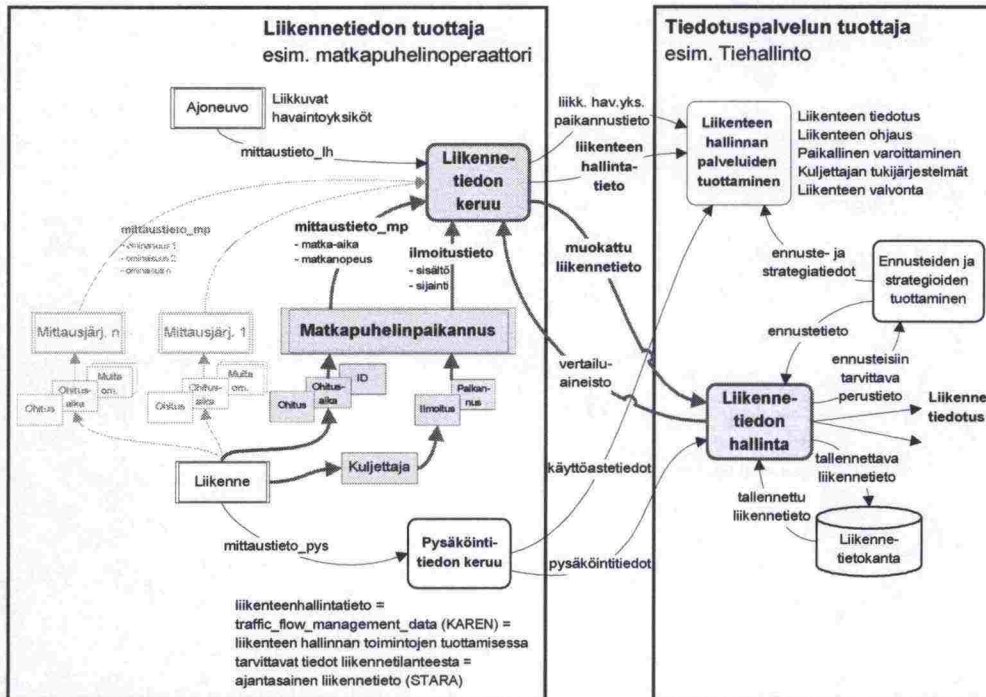
Kuvassa 1 on esitetty yhden TelemArkiin sisältyvän liikenteen hallinnan prosessin "Tiedotus autoilijoille" osaprosessit, niistä vastaavat toimijat ja toimintojen väliset tietovirrat. Liikennetiedon tuottaja (esim. matkapuhelinoperaattori) hoitaa korvausta vastaan ajantasaisen liikennetiedon keruun ja työstää mittautiedot määrämuotoon sekä toimittaa määrämuotoiset tiedot (kuvassa tietovirta TAF011) edelleen tiedotuspalvelun tuottajalle (esim. Tiehallinto).



Kuva 1. Tiedotus autoilijoille -prosessi (Tiehallinto 2001).

Kuvassa 2 on esitetty eurooppalaisen ITS-puitearkkitehtuurin (KAREN) toiminnallisen kuvauksen pohjalta, miten kuvan 1 "Ajantasaisen liikennetiedon keruu" -osaprosessi liittyy liikenteen hallinnan palveluiden tuottamisprosessiin. Liikennetiedon tuottaja mittaa, kerää ja tulkitsee oman seurantajärjes-

telmänsä avulla tarvittavat liikennetiedot (mittaustieto, ilmoitustieto), muokkaa ne määrämuotoon ja toimittaa nämä määrämuotoiset tiedot (muokattu liikennetieto) tiedotuspalvelun tuottajan liikennetiedon hallintaprosessiin.



Kuva 2. Liikennetiedon keruun liittyminen liikenteen hallinnan palveluiden tuottamisprosessiin eurooppalaisen puitearkkitehtuurin (KAREN 2000) pohjalta.

Liikennetiedon tuottaja tarvitsee liikennetietoja vertailuaineistoksi tiedotuspalvelun tuottajalta ja/tai muilta liikennetietojen tuottajilta. Liikennetietojen laskeminen esim. matkapuhelimien paikannustiedoista edellyttää erilaisia algoritmeja ja jonkin tasoista paikannustietojen tulkitsemista ennen kuin liikennetiedon tuottaja voi toimittaa esim. matka-aikatiedot tiedotuspalvelun tuottajalle. Näiden algoritmien tarkkuuden ja luottavuuden varmistamiseksi matkapuhelinpaikannusta käyttävä liikennetiedon tuottaja tarvitsee tiedotuspalvelun tuottajalta tai toiselta liikennetiedon tuottajalta muilla menetelmillä mitattuja varmennettuja liikennetietoja.

3.2 Liikenteen seurannalla kerättävät liikennetiedot liikenteen hallinnan palveluita varten

Liikenteen tiedotuspalvelun tuottajan ja liikennetietojen tuottajan on sovittava, missä muodossa tiedon tuottaja välittää liikennetiedot (liikennemäärät, nopeudet, matka-ajat jne.) tiedotuspalvelun tuottajan käyttöön. Liikenneministeriön TETRA-ohjelman yhteydessä toteutetussa Standardien rajapintojen määrittely liikennetietojen välitykseen -hankkeessa (Hautala et al 2001) kehitettiin liikennetietokirjasto, jossa on määritelty myös ajantasaisen liikennetiedotuksen tärkeimmät tietolajit ja rajapinnat. Liikennetietokirjaston avulla liikennetietoja välittävät osapuolet voivat yhdessä sopia välitettävistä tiedoista (esim. kuvan 1 tietovirta TAF011 ja kuvan 2 "muokattu liikennetieto") ja tiedonvälityksen muodosta.

Selvityksessä käsiteltävät liikenteen hallinnan tienkäyttäjäpalvelut ovat tiedotus liikenteen sujuvuudesta, tiedotus liikenteen häiriöistä, tiedotus tietöistä ja yksilöliikenteen häiriötilanteiden hoitaminen. Näiden palveluiden tuottamisessa tarvittavia liikenteen tunnuslukuja ovat mm.:

- kokonaisliikennemäärä,
- keskinopeus tai tarvittaessa tasoitettu keskinopeus,
- linkin matka-aika ja matkanopeus ja
- mittauspisteiden tiedoista laskettu keskinopeus tai tasoitettu keskinopeus.

Näiden tunnuslukujen laskemiseksi liikenteestä on voitava mitata ajoneuvon ohitus, ohitusaika ja nopeus sekä tunnistaa ajoneuvo tai siinä oleva laite.

Taulukossa 1 on esitetty hankkeen yhteydessä muokatut liikenteen hallinnan palveluiden tuottamiseen tarvittavat tunnusluvut ja niiden tarkkuusvaatimukset.

Taulukko 1. Liikenteen hallinnan palveluiden sisällöstä johdetut vaatimukset liikenteen seurannalla kerättäville liikennetiedoille.

| TIEDOTUS LIIKENTEEN SUJUVUUDESTA | | | |
|--|---|---|---|
| Tieverkon liikennetilanne ja sen lyhyen aikavälin ennuste (5...60 min). Toiminnon tuloksena liikennetilanneluokka liittymäväleittäin ja matka-aika yhteysväleittäin. | | | |
| Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus | |
| | | E = sallittu mittausvirhe | |
| Muokattu | Tieverkolla mitattava liikennetieto | Seurantalinkin pituus | E |
| Mittauspisteessä kustakin mittausjaksosta kokonaisliikennemäärä ja keskinopeus tai tasoitettu keskinopeus. Linkkikohtaisesti matka-aika, matkanopeus ja mittauspisteiden tiedoista yhdistetty keskinopeus tai tasoitettu keskinopeus. | Mittauspisteessä mitataan kaistakohtaisesti ajoneuvon ohitus, ohitus-aika ja nopeus. Matka-aikamittauksessa mitataan ajoneuvon tai laitteen "sormenjälki". | TY1: 5 – 10 km | 5 % |
| | | TY2: 20 – 100 km | 10 % |
| | | TY3: 1 – 5 km | 5 % |
| | | TY4: 0,5 – 3 km | 5 % |
| | | TY5: 0,5 – 5 km | 5 % |
| | | Toimintaympäristöt TY1 = Moottoriväylät TY2 = Pääteiden runkoverkko TY3 = Päätieverkon ongelma-kohteet TY4 = Pääkaupunkiseutu TY5 = Muut suuret kaupunkiseudut TY6 = Muut tiet | |
| TIEDOTUS LIIKENTEEN HÄIRIÖISTÄ | | | |
| Tieto tieverkon odottamattomista häiriöistä ja tapahtumista (onnettomuudet, tapahtumat jne.). Toiminnon tuloksena häiriö- ja tapahtumatiedotteet sisältäen mm. häiriön kuvauksen, vaikutusalueen ja arvioitun keston. Tiedotus päättyy tilanne ohi -tiedon jakeluun. | | | |
| Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus | |
| Muokattu | Tieverkolla mitattava liikennetieto | Seurantalinkin pituus | E |
| Varmistettu häiriötieto. | Tieverkolla olevien häiriöiden laatu ja sijainti (manuaalinen tai automaattinen havaitseminen). Kamerakuva häiriön varmentamisessa. | Liittymäväli | Seurantalinkin pituus, 2-ajorataisella myös ajosuunta |
| TIEDOTUS TIETÖISTÄ | | | |
| Tieto tien rakennus-, parannus-, hoito- ja päällystystöistä yms. liikennettä haittaavista toimista kuten erikoiskuljetuksista ja vaarallisten aineiden kuljetuksista. Toiminnon tuloksena tietyötiedote tai muu tiedote. | | | |
| Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus | |
| Muokattu | Tieverkolla mitattava liikennetieto | Seurantalinkin pituus | E |
| Varmistettu tieto työmaan sijainnista ja ilmoitusten päivitys tietyötietokantaan. | Ilmoitukset urakoitsijoilta työmaan sijainnista. | 500 m tietyön alku- ja loppupiste erikseen, jos työmaa > 1000 m | < 500 m |
| YKSILÖLIIKENTEEN HÄIRIÖTILANTEEN HOITAMINEN | | | |
| Epätavallisen liikennetilanteen havaitseminen ja tunnistaminen sisältäen onnettomuudet. Toimenpiteisiin ryhtyminen ja liikenteen ohjaus normaalien liikenneolojen palautumiseen saakka. Toiminnon tuloksena mm. häiriötiedotteet, varoitus ja sitä täydentävä viesti tien varressa, liikennevalo-ohjaus ja kaistaohjaus. | | | |
| Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus | |
| Muokattu | Tieverkolla mitattava liikennetieto | Seurantalinkin pituus | E |
| Varmistettu häiriötieto | Samat kuin toiminnossa "Tiedotus liikenteen häiriöistä" | Liittymäväli | Seurantalinkin pituus kuitenkin max. 500 m |

4 PAIKANNUSMENETELMISTÄ

4.1 Sovellettavat paikantamisratkaisut

4.1.1 Yleistä

Paikannusmenetelmien kuvaus perustuu pääosin hankkeen yhteydessä järjestettyihin asiantuntijatyöpajoihin sekä NAVI-ohjelman valmistelun yhteydessä laadittuun selvitykseen (Rainio 2000) ja VTT Tietotekniikan Internet-sivujen esittelyyn paikannusmenetelmistä (<http://location.vtt.fi/>).

Paikantamisella tarkoitetaan yleensä sijainnin määrittämistä tunnetun koordinaattijärjestelmän suhteen, mutta paikantaminen voi rajoittua myös sijainnin määrittelyyn paikallisesti valitun reitin tai tunnettujen kohteiden suhteen. Paikannus voi perustua antureihin, maanpäällisiin radiomenetelmiin tai paikannussatelliittien signaalien havainnointiin. Matkapuhelinpaikannus voidaan toteuttaa hyödyntämällä matkapuhelinverkkoa tai päätelaitepaikannuksena perustuen paikannussatelliittien lähettämän signaalien havainnointiin sekä molempien menetelmien yhdistelmänä. Sovellettaessa matkapuhelinpaikannusta liikenteen seurantaan sopivia paikannusmenetelmiä voi olla useita. Esim. paikannuksen absoluuttinen tarkkuusvaatimus ei välttämättä ole rajoittava tekijä. Olennaista voi olla esim. paikannettavien puhelinten määrä, tiedon ajantasaisuus tai palvelun taso. Karttasovituksen avulla paikannetut puhelimet voidaan sijoittaa esim. seurattavalle tiejaksolle.

4.1.2 Satelliittiperusteiset paikannusmenetelmät

Nykyään on olemassa kaksi maailmanlaajuista satelliittinavigointijärjestelmää: amerikkalainen GPS (Global Positioning System) ja venäläinen GLONASS (Global Navigation Satellite System). GPS tarjoaa maailmanlaajuisesti korkealuokkaisen ja käytännössä ilmaisen paikannuspalvelun, jonka paikannustarkkuutta Yhdysvallat voi tarvittaessa säädellä esim. kriisitilanteissa. Venäläinen GLONASS-järjestelmä on kärsinyt Venäjän taloudellisista vaikeuksista, mikä on paikoin johtanut palvelun heikkenemiseen. Uutena järjestelmänä on suunniteltu vuonna 2008 käyttöönotettavaksi Euroopan unionin GALILEO-paikannusjärjestelmä, joka olisi EU:n omassa hallinnassa ja vastaisi sen tarkkuutta, luotettavuutta ja turvallisuutta koskevia vaatimuksia.

GPS-paikannus perustuu satelliittijärjestelmän satelliittien lähettämän signaalin havainnointiin ja etäisyyksien laskentaan satelliittien ratatietoja hyväksikäyttäen. GPS-järjestelmään kuuluu maata kiertävillä radoilla 24 satelliittia, ja paikanmäärittämisessä on havaittava vähintään neljän (tai kolmen, kun oletetaan havaitsijan olevan maapallon pinnalla) satelliitin ohilento. Järjestelmä perustuu satelliiteissa oleviin tarkkoihin kelloihin ja aikaerojen mittaamiseen.

GPS:n tarkkuutta rajaavat mm. ilmakehän epähomogeenisuus, vastaanottimen tarkkuus ja rakennusten tai muiden esteiden aiheuttamat häiriöt signaalin kulussa. GPS-järjestelmän tarkkuus parani huomattavasti 1.5.2000 jäl-

keen, kun järjestelmän ylläpitäjä, Yhdysvaltojen puolustushallinto, lakkautti paikannuksen tarkkuuden tarkoituksellisen heikentämisen. Tällä hetkellä GPS-paikannuksen tarkkuus on noin 10 metriä.

Satelliittipaikannuslaite on pakattavissa yhä pienempään kokoon ja se on integroitu mm. joihinkin matkapuhelinmalleihin. Paikannuksen vaatimat satelliittisignaalien vastaanotto sekä niiden perusteella tehtävät laskutoimitukset ovat energiaa kuluttavia toimintoja. Lisäksi GPS-vastaanotin lisää jonkin verran puhelimen kokoa, painoa ja hintaa. Nämä tekijät ovat usein merkittäviä kuluttajille. Tämä mahdollisesti hidastaa matkapuhelimeen integroidun GPS:n yleistymistä.

Suhteellinen satelliittipaikannus (DGPS)

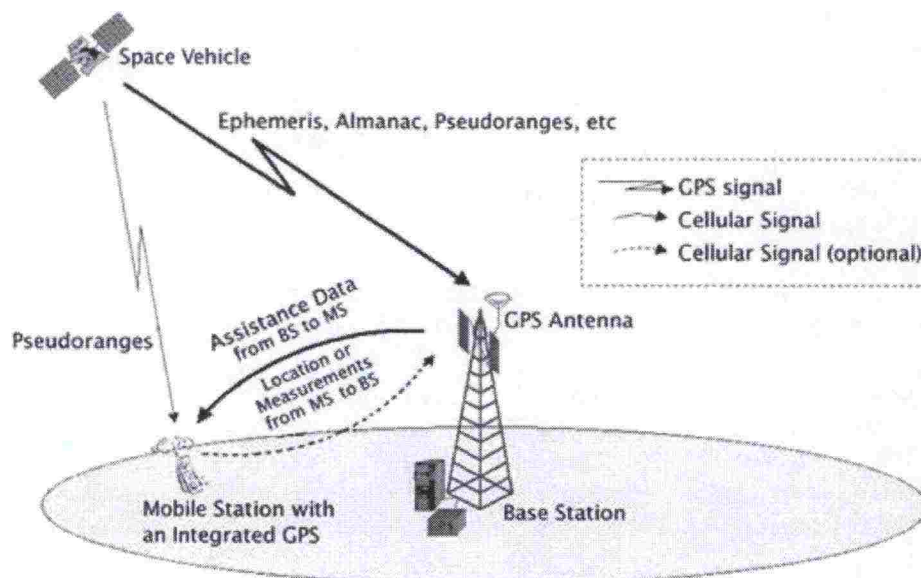
Satelliittipaikannuksen tarkkuutta voidaan parantaa kiinteiden maa-asemien avulla, jotka havaitsevat jatkuvasti satelliittien kulkua ja laskevat paikallisia, hetkellisiä korjauksia. Menetelmää kutsutaan suhteelliseksi satelliittipaikannukseksi (Differential Global Positioning System, DGPS). Paikannuksen korjaustiedot voidaan välittää ajantasaisesti esimerkiksi radiolähetyksenä maa-asemilta, tietoliikennesatelliittien avulla tai matkapuhelinverkon avulla käyttäjän laitteeseen. Näin paikannuksessa saavutetaan muutaman metrin tarkkuus. Tarkoituksellisen häirinnän poistuttua normaali GPS (ilman DGPS:ää) antaa riittävän paikannustarkkuuden moniin käyttötarkoituksiin, mutta DGPS on hyödyksi erityistä tarkkuutta vaativissa sovelluksissa kuten navigoinnissa ja laivojen ohjailussa ahtailla väylillä tai huonoissa olosuhteissa.

Avustettu satelliittipaikannus (AGPS)

Satelliittivastaanottimen paikanmäärittystä voidaan avustaa suhteellisen paikannuksen lisäksi esim. matkapuhelinverkon avulla (Assisted Global Positioning System, AGPS). Satelliittien lähettämä signaali on varsin heikko, eikä sitä juuri havaita paksun kasvillisuuden läpi, ahtaissa kaupunkiloissa tai sisätiloissa, kun satelliittiin ei ole suoraa näköyhteyttä. Kuitenkin suuri osa paikannuspalveluiden käyttäjistä sijaitsee juuri kyseisissä olosuhteissa.

Varustamalla matkapuhelinverkko GPS-vastaanottimella, joka on sijoitettu häiriöttömään näkyvyyteen taivaalle, voidaan matkapuhelinverkon välityksellä lähettää päätelaitteelle tarvittavaa informaatiota paikannuksen suorittamiseksi (kuva 3). Matkapuhelinverkon avulla voidaan välittää myös DGPS-korjauksia. Matkapuhelinverkon avulla voidaan AGPS-menetelmää soveltaa myös sisätilapaikannukseen. (Syrjärinne 2001a)

Raportoitujen tulosten mukaan avustetun satelliittipaikannuksen avulla pystytään määrittelemään sijainti parinkymmenen metrin tarkkuudella ahtaissa kaupunkitiloissa ja jopa tavanomaisissa, kevytrakenteisissä toimisto- ja asuinrakennuksissa.



Kuva 3. AGPS-paikannusmenetelmän periaatekuva (Syrjärinne 2001b).

4.1.3 Paikantaminen matkapuhelinverkon avulla

Matkapuhelinverkossa päätelaite on aina jonkin solun ja tukiaseman piirissä, mistä saadaan karkea tieto matkaviestimen sijainnista. Kehittyneemmät verkkopaikannuksen menetelmät perustuvat matkapuhelinverkon signaalien kulkuajan ja suunnan mittaukseen tukiasemalla tai kulkuajan mittaukseen matkaviestimessä.

Matkapuhelinverkot tarjoavat infrastruktuurin ja keinon paikannukseen, vaikka niitä ei alunperin siihen tarkoitukseen ole suunniteltukaan (Syrjärinne 2001a). Operaattorit ja palveluntarjoajat panostavat erilaisiin paikannukseen perustuvien kaupallisten palveluiden toteuttamiseen. Hallitusten ja toimielinten säädökset sekä mandaatit kuten United States Federal Communications Commission'in (FCC) E911 päätös hätäpuhelinpaikannuksesta Yhdysvalloissa ja Euroopan Unionin mahdollinen E112 päätös edistävät tarkkojen ja luotettavien paikannusmenetelmien kehittämistä ja toteuttamista.

Verkkoperusteisissa paikannusmenetelmissä operaattorit ovat ratkaisevassa roolissa. Palveluiden toteutus on operaattoreiden kiinnostuksen lisäksi riippuvainen verkkoihin tehtävien investointien suuruudesta. Voimakkaasta kiinnostuksesta ja tulevaisuuden odotuksista huolimatta paikannukseen liittyvissä palveluissa on useita avoimia kysymyksiä. Lopulliset toimintamallit eivät ole vielä selvillä ja tulevaisuuden markkinatilanne on epäselvä. Useita teknisesti ja tieteellisesti mielenkiintoisia paikannussovelluksia on pohdittu sekä esitelty jo muutaman vuoden ajan. Kyseiset menetelmät vaatisivat usein kuitenkin operaattoreilta suuria lisäinvestointeja. Tämän takia solupaikannusmenetelmän (Ci), jota on täydennetty signaalin voimakkuuden (Rx) ja/tai kulkuajaväijyvyyden (Ta) mittauksella, tarjoama tarkkuus koetaan riittäväksi moniin kaupallisiin sovelluksiin. Lisäksi käyttäjää kiinnostaa sovelluksen avulla saatavat hyödyt ja palvelut eikä se, onko kyseessä mahdollisesti markkinoiden tarkin paikannusmenetelmä.

Verkkopaikannusratkaisut voidaan luokitella monin eri tavoin. Päätelaitteen ja verkon toimintaan sekä rooliin perustuen ratkaisut voidaan luokitella seuraavasti:

- kokonaan verkkoperusteinen,
- päätelaiteavusteinen verkkoperusteinen ja
- päätelaiteperusteinen verkkoavusteinen menetelmä.

Toisaalta kyseinen jaottelu ei kuitenkaan ole yksiselitteinen, vaan on menetelmiä, jotka voivat kuulua esim. kahteen eri luokkaan.

Kokonaan verkkoperusteisissa paikannusmenetelmissä verkko suorittaa kaiken paikannustoiminnan, käsittäen mm. mittaukset ja paikannuslaskelmat. Päätelaitte ei ole paikannuksessa aktiivisessa roolissa eikä tarvitse muunnoksia. Verkko saattaa kuitenkin tarvita joitakin muunnoksia ja/tai lisälaitteita mittauksen ja paikannuslaskelmien suorittamiseksi. (Syrjärinne 2001a)

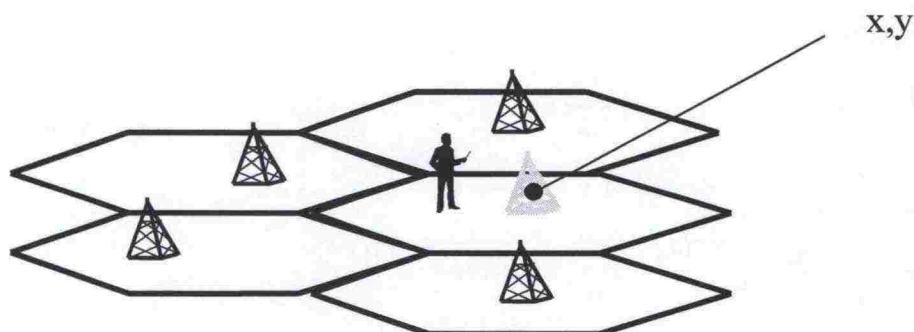
Päätelaitteavusteisessa verkkoperusteisessa paikannuksessa päätelaite on jollakin tavalla aktiivisessa roolissa. Päätelaitte voi ottaa osaa mittaukseen tai suorittaa muita paikannukseen liittyviä osioita, mutta suurin osa paikannukseen liittyvästä toiminnasta tapahtuu edelleen verkossa. (Syrjärinne 2001a)

Päätelaitteperusteisessa verkkoavusteisessa menetelmässä roolit ovat vastakohtaiset edelliseen verrattuna. Verkon roolina on vain avustaa päätelaitetta, sen suorittaessa paikannukseen tarvittavat määritykset. Verkon tarjoama apu voi olla esim. lähettää tukiaseman koordinaatit tai aikaeron arvot päätelaitteelle laskelmien suorittamiseksi. (Syrjärinne 2001a)

Solupaikannus (Cell id, Ci)

Yksinkertaisin menetelmä paikantaa matkapuhelin matkapuhelinverkon avulla on solupaikannus. Määrittämällä palveleva solu voidaan kyseisen tukiaseman koordinaatteja käyttää karkeana arviona päätelaitteen sijainnista (kuva 4). Koska tämä tieto on helposti saatavilla verkosta, nykyisiin järjestelmiin tarvittavat muutokset ovat pieniä. Toinen menetelmän etu on, ettei sijaintitiedon tuottamiseksi erillisiä laskelmia ja algoritmeja tarvita. Menetelmän rajoitteena on tarkkuus. Puhelin voidaan paikantaa vain solun tarkkuudella. Etenkin kaupunkialueiden ulkopuolella solut ovat suuria. Lisäksi palveleva tukiasema ei välttämättä sijaitse lähimpänä päätelaitetta. Tarkkuus on kaupunkialueen keskustoissa parhaimmillaan muutama sata metriä, mutta maaseudulla se voi pahimmillaan olla vain 30 kilometriä. Puhelimen ollessa passiivinen (puhelu ei ole käynnissä) sijainti tiedetään ainoastaan sijaintialueen tarkkuudella (sijaintialue koostuu useista soluista) ja puhelin paikantuu ainoastaan location update (sijainnin päivittäminen kotirekisteriin) yhteydessä. Menetelmän tarkkuutta voidaan parantaa muilla myöhemmin esiteltävillä ratkaisuille ja se voi toimia taustatukena muille tarkemmille paikannusmenetelmille. Etuna on myös se, että operaattorit ovat jo soveltaneet menetelmää käytännön ratkaisuisissa.

Israelissa on toteutettu sovellus, joka hyödyntää Ci-tietoa liikennetiedon keruussa ja edelleen liikennetiedottamisessa (MLW 2001). Sovellus hyödyntää matkapuhelinoperaattorin laskutusaineiston tietoja puhelinten paikantamiseksi ja edelleen liikennetilanteen kuvaamiseksi.

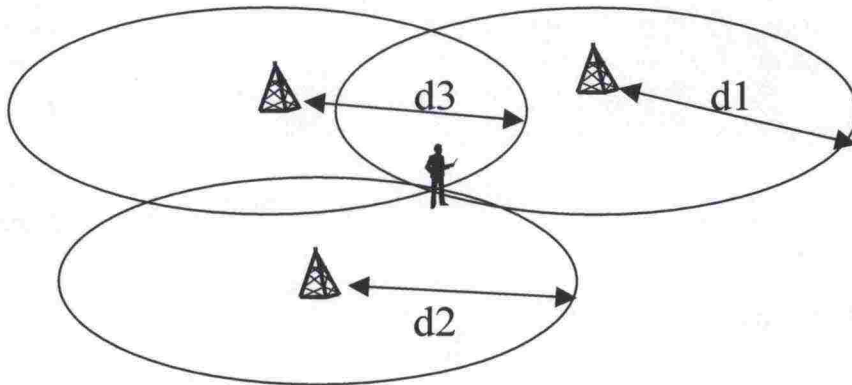


Kuva 4. Cell id -paikannusmenetelmän periaatekuva (Lähteenmäki 2001).

Signaalin voimakkuus (Signal level, Rx-level)

Menetelmä perustuu matkapuhelimen tukiasemilta vastaanottamien signaalivoimakkuuksien mittaamiseen. Signaalivoimakkuudet vastaavat karkeasti päätelaitteen ja tukiasemien välistä etäisyyttä. Arvio etäisyydestä tukiasemille saadaan käyttämällä yksikertaista radioaaltojen etenemismallia. Kun vähintään kolmen tukiaseman signaalivoimakkuudet havaitaan yhtä aikaa, voidaan sijainti laskea kolmen ympyrän leikkauspisteeseen (kuva 5). Käytännössä signaalin voimakkuus käyttäytyy monimutkaisemmin. Jos signaalivoimakkuuksista voidaan laatia malli tai ne voidaan selvittää etukäteen käytännön mittauksin, voidaan signaalihavaintojen perustella määrittellä sijainti edellistä luotettavammin. Käytännössä kaikki ympäristömuutokset, matkaviestimen käyttäjä itse mukaan lukien, aiheuttavat muutoksia havaitussa signaalin voimakkuudessa. Menetelmän avulla saavutettava tarkkuus on kaupunkioiloissa jonkin verran solutietoa parempi ja maaseudulla suurissa soluissa huomattavasti solupaikannusta parempi. Menetelmän etuna on, että GSM-järjestelmässä jokainen päätelaite automaattisesti mittaa signaalitason lähiympäristön tukiasemilta.

Rx-menetelmä voidaan toteuttaa myös päätelaiteperusteisena. Tässä tapauksessa tukiasemien sijaintitiedot tulee lähettää päätelaitteelle laskelmien tuottamiseksi. Verkkoperusteinen menetelmä on kuitenkin parempi soveltu- en olemassa oleviin puhelimiin. (Syrjärinne 2001a)



Kuva 5. Signaalin voimakkuus-menetelmän periaatekuva (Lähteenmäki 2001).

Signaalin kulkuviive (Timing Advance, Ta)

Ci-menetelmän tarkkuutta voidaan parantaa mm. hyödyntämällä signaalin kulkuviivemittausta (Round Trip Delay, RTD). GSM-järjestelmässä RTD tunnetaan nimellä Timing Advance (Ta) ja 3G-järjestelmässä nimellä Round trip time (RTT). Kuten Rx-menetelmässäkin RTD-mittauksessa muodostuu tukiaseman ympärille ympyrä, jonka säde vastaa mitattua aikaviivettä. Ympyrän ja Ci:n avulla voidaan rajoittaa päätelaitteen mahdollista sijaintialuetta. Menetelmän tarkkuus on riippuvainen solun koosta ja tukiaseman sekä päätelaitteen välisestä etäisyydestä. (Syrjärinne 2001a)

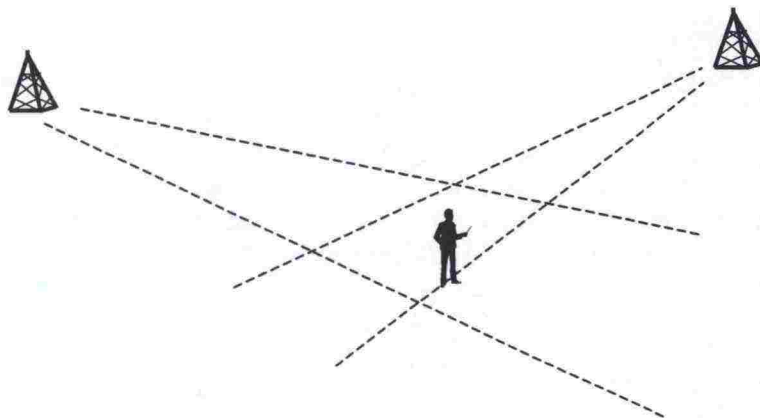
Paikannusmenetelmän hyödynnettävyys, luotettavuus ja soveltuvuus ovat hyviä sekä toteutuskustannukset pieniä. Menetelmä on sisäänrakennettuna GSM-järjestelmään ja se soveltuu olemassa oleviin puhelimiin. Ci+Ta-menetelmään perustuvia kaupallisia paikannuspalveluita on jo olemassa.

Signaalin saapumissuunta (Angle Of Arrival, AOA)

Saapumissuuntamenetelmässä tukiasema havaitsee päätelaitteesta saapuvan signaalin suunnan antenniryhmän avulla. Päätelaitteen sijainti määritetään vähintään kahden tukiasemalla havaitun suunnan risteämiskohdassa sekä tuntemalla antenniryhmän koordinaatit (kuva 6). Koska menetelmä edellyttää antenniryhmää, se on hyödynnettävissä vain tukiasemalla.

Menetelmän rajoituksina ovat sen edellyttämät tietynlaiset antennit ja edellytys signaalin suoralle esteettömälle saapumiselle päätelaitteesta eikä heijastumalla. Vaatimus on vaikea toteuttaa erityisesti kaupunkioiloissa. Käytännössä menetelmä tulee kysymykseen lähinnä maaseudulla ja esikaupunkialueilla, kun saatavilla on ylipäätään vain kaksi tukiasemaa, jolloin aikaviivemittauksiin perustuvat algoritmit eivät toimi ollenkaan tai antavat huonoja tuloksia.

AOA-menetelmä voi olla hyödyllinen käytettäessä sitä tukemaan jotakin toista paikannusmenetelmää sekä kolmannen sukupolven (3G) matkapuhelinverkossa, joissa mahdollisesti käytetään älykkäitä tukiasemia. Tällöin tulokulman mittausta varten tarvittava antennijärjestelmä on valmiina.



Kuva 6. Saapumissuunta-paikannusmenetelmän periaatekuva (Lähteenmäki 2001).

Signaalin saapumisaikaero (Time-Difference Methods)

Paikannuksessa signaalin kulkua voidaan hyödyntää eri tavoin, kuten signaalin voimakkuuden, signaalin saapumisajan (Time Of Arrival, TOA) tai useiden signaalien saapumisaikojen erotusten mittauksella (Time Difference Of Arrival, TDOA). ETSI (European Telecommunications Standards Institute) on sisällyttänyt GSM-standardeihin satelliittipaikannukseen (GPS) ja signaalin saapumisaikaan (TOA ja E-OTD) perustuvat menetelmät. Monitieeteneminen ja erityisesti suoran yhteyden (ei heijastumia) saaminen kaikille tukiasemille kaupunkiolosuhteissa on heikkoutena kaikille aikamittaukseen perustuville paikannusmenetelmille.

TDOA-menetelmässä päätelaitteen sijainti määritetään vastaanottamalla puhelimen lähettämä signaali vähintään kolmella eri tukiasemalla. Tukiasemalla on tarkka kello, jonka aikaeroa muiden tukiasemien kelloihin nähden monitoroidaan erillisten mittavastaanottimien avulla. Signaalien saapuessa tukiasemille verrataan näiden saapumisaikoja keskenään. Kahden tukiaseman saapumisaikojen erotuksista voidaan laskea tukiasemakeskiset hyperbelit, joilla puhelin sijaitsee. Puhelimen paikka saadaan vähintään kahden hyperbelin leikkauspisteen määrittelyllä, johon tarvitaan siis kolme tukiasemaa. TDOA-menetelmä on mukana GSM-standardoinnissa, missä siihen kuitenkin viitataan lyhenteellä TOA, mikä aiheuttaa jonkin verran sekaannusta.

Menetelmä edellyttää tukiasemien tarkkaa aikasykronointia tai tukiasemien kellojen aikaerojen tuntemista. Käytännössä aikaero selvitetään erillisten mittavastaanottimien (Location Measurement Unit, LMU) avulla. Kulkuaikaan ja samalla menetelmän tarkkuuteen vaikuttavat myös mahdolliset signaalien heijastumiset. Mittaustarkkuutta rajoittavat mm. radiosignaalien monitieeteneminen ja maaston esteet.

Eri tukiasemilta tulevien signaalien kulkuaikaerot voidaan havaita myös matkaviestimessä (Observed Time Difference, OTD ja Enhanced Observed Time Difference, E-OTD). Havainnot voidaan lähettää verkon paikannuspalvelimeen sijainnin määrittelyä varten. Käytännössä menetelmä edellyttää ohjelmistopäivityksiä olemassa oleviin puhelimiin.

Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)

Enhanced Observed Time Difference (E-OTD) nähdään lupaavana paikannusvaihtoehtona ja se on otettu mukaan GSM-standardointiin. Menetelmässä päätelaite suorittaa TDOA-mittauksen ja joko lähettää tiedot takaisin verkolle paikannuslaskelmia varten (pätelaiteavusteinen) tai suorittaa laskelmat itse (pätelaiteperusteinen). Molemmat vaihtoehdot vapauttavat kuitenkin verkon synkronoiduilta TOA-mittauksilta säästäten sekä verkon kapasiteettia että vaatimatta ohjelmistopäivityksiä. Synkronoimattomissa verkoissa on kuitenkin edelleen tunnettava tukiasemien välinen aikaero (Real Time Difference, RTD). RTD:n mittaus edellyttää erillisiä mittavastaanottimia, kuten TDOA-menetelmän. Ohjelmistopäivitykset nykyisiin puhelimiin ja tukiasemien yhteyteen vaadittavat lisälaitteet luonnollisesti kasvattavat investointikustannuksia. E-OTD ei ole siis sovellettavissa suoraan olemassa oleviin puhelimiin. (Syrjärinne 2001a)

Yhdistetyt paikannusmenetelmät

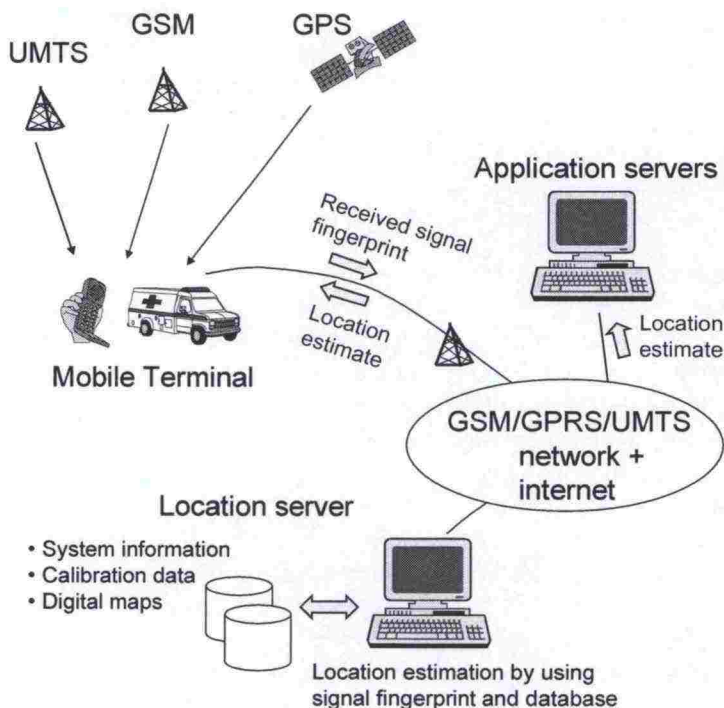
Kaikilla paikannusmenetelmillä on joitakin rajoituksia, kuten suorituskyky tietyissä radioaaltojen etenemisolosuhteissa. Yksi vaihtoehto saattaa olla eri menetelmien ja tekniikoiden sopiva yhdistely optimaalisen paikannustuloksen saavuttamiseksi. Esimerkiksi yhdistämällä solupaikannus, signaalin voimakkuus sekä saapumisaika ja -suuntahavainnot sekä satelliittipaikannustekniikka päästään huomattavasti parempaan lopputulokseen kuin yksittäisillä menetelmillä. Lisäksi näin voidaan hallita eri menetelmin tuotettua informaatiota (vanhat, uudet, GPS:llä varustetut matkaviestimet jne.).

Tietokantakorrelaatio (Database Correlation Method, DCM)

Database Correlation Method (DCM) menetelmä perustuu vastaanotetun signaalitiedon ja tietokannan sisältämän tiedon väliseen korrelaatioon (kuva 7). Menetelmässä matkapuhelin lähettää tukiasemilta mittaamansa signaalitiedot paikannuspalvelimelle. Jos puhelimesta on GPS-valmius, se voi myös lähettää GPS-vastaanottimen tekemät signaalihavainnot. Pienimuotoisissa kokeiluissa kelpaa tiedonsiirtokanavaksi SMS (Short Message Service), mutta operatiivisessa järjestelmässä on syytä hyödyntää päätelaitteen verkkoon lähettämiä mittausraportteja suoraan, jolloin ei tarvita erillistä tiedonvälitysmekanismia. Paikannuspalvelimen paikannusalgoritmi tuottaa arvion päätelaitteen sijainnista vastaanotetun signaalitiedon ja tietokantaan tallennetun tiedon avulla. Tietokantainformaatio voi sisältää mm. digitaalisia karttoja (DIGIROAD-tietojärjestelmä valmistuu vuonna 2003) sekä järjestelmän tietoja (tukiasemien koordinaatit) sekä etukäteen mitatun tai lasketun kalibrointitiedon. Paikannuspalvelin palauttaa arvioidun sijainnin takaisin sovellukselle. Sijaintitieto voidaan sovelluksesta riippuen hyödyntää joko palvelimella tai välittää edelleen kyseiselle päätelaitteelle.

GSM-järjestelmässä signaalitieto voi sisältää Cell id:n, signaalin voimakkuuksia, kulkuaikaviiveen ja OTD-arvot, jos puhelin kykenee ne mittaamaan. Jos RTD on käytettävissä, voidaan myös sitä hyödyntää. Sijainti arvioidaan vertaamalla signaalitietoa tietokannan tunnettuun signaalitietoon. Vertailussa voidaan käyttää yksinkertaisia korrelaatioalgoritmeja tai kehittyneempiä mallinsovitusalgoritmeja.

Menetelmä edellyttää mitatun tai ennustetun signaalitiedon sisältävän tietokannan luomista ja ylläpitämistä. Toisaalta menetelmää voidaan soveltaa aluksi kriittisimmillä alueilla kuten kaupunkien keskustoissa tai tässä tapauksessa esim. jollakin tiejaksolla.



Kuva 7. DCM-paikannusmenetelmän periaatekuva (Lähteenmäki 2001).

U.S. Wireless Corporation – Location fingerprinting

U.S. Wireless Corporation'in rakentaman paikannusverkon pyrkimyksenä on tarjota nopeata, tarkkaa ja luotettavaa paikannusaineistoa verkkooperaattoreille ja palvelun tarjoajille. Paikannusteknologia hyödyntää patentoitua *Location Pattern Matching* -tekniikkaa. Tekniikka perustuu tukiasemilla vastaanotetun signaalin yksilöllisten ominaisuuksien analysointiin ja määritettyyn "sormenjälkeen" (fingerprint). RadioCamera™ tunnistaa yksilölliset ominaisuudet, kuvion tai "sormenjäljen" ja vertaa sekä sovitaa tätä keskustietokantaan tallennettuun vastaavaan kuvioon. (USW 2001)

Menetelmä on samankaltainen kuin edellä esitelty DCM-menetelmä. Tarkkuus ja hyödynnettävyys ovat riippuvaisia tietokannan koosta ja resoluutiosta. Paikannusta rajoittavat etukäteistyö ja verkon peittoalue. Tietokanta vaatii myös jatkuvaa päivitystä. Menetelmä on hyödynnettävissä nykyisissä puhelimissa, eikä se myöskään vaadi suoraa yhteyttä useisiin tukiasemiin, mikä on kaupunkioaloissa eduksi. (Syrjärinne 2001a, USW 2001)

Ranskan kokeilu 2001

Ranskassa on tehty aiheeseen liittyvä tutkimus (Travel Time Estimates on the Rhone Corridor Network Using Cellular Phones as Probes), jossa selvitettiin tiellä liikkuvien matkapuhelimien soveltuvuutta käytettäväksi anturiajoneuvoina. Hankkeessa etsittiin ja tarkasteltiin soveltuvaa paikannustekniik-

kaa sekä suoritettiin simulointi, joka osoitti saavutettavat matka-aika arviot riittäviksi. Olettaen, että vähintään 5 %:lla väylällä liikkujista on päällä oleva matkapuhelin linkin matka-ajat voidaan arvioida 95 % tarkkuudella.

Lisäksi alan toimijoille kohdistetulla kyselyllä kartoitettiin erilaisia paikannus-sovelluksia, joista valittiin asetetut ehdot parhaiten täyttänyt menetelmä. Ongelmana oli mm. paikannustekniikoiden soveltuvuus/soveltumattomuus nykyisiin järjestelmiin, mahdolliset tulevaisuuden sovellukset, alan standardointi jne. Kokeilussa käytettävä paikannusmenetelmä perustuu A-bis-rajapinnassa tapahtuvan signaalin vaihdon hyödyntämiseen. Rajapinta välittää signaalitietoa tukiaseman ja tukiasemahajaimen välillä.

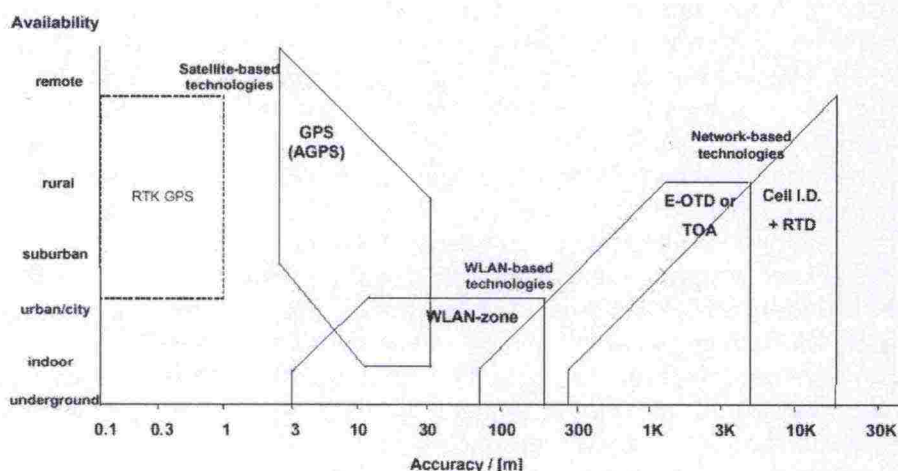
4.2 Paikantamisen laatu

Paikantamisen laatu ja tarkkuus riippuvat monista eri tekijöistä. Paikannusteknologiat ja käytetty tekniikka määrittävät karkeat rajat saavutettavalle tarkkuudelle. DGPS:n avulla päästään parhaimmillaan 2–5 metrin tarkkuuteen, GPS:n avulla noin 10 metrin tarkkuuteen ja DCM-tekniikalla 50–100 metrin tarkkuuteen. Solupaikannuksella voidaan joutua tyytymään jopa parinkymmenen kilometrin tarkkuuteen. Käytetyn teknologian lisäksi paikannustarkkuuteen vaikuttavat mm. olosuhteet ja ympäristö. Esimerkiksi kaupunkialueen korkeiden rakennuksien aiheuttamat katvealueet muodostavat ongelman GPS-paikannukselle, kun taas verkkopaikannusmenetelmät ovat herkkiä mm. erilaisille signaalien heijastuksille tai suurille soluille. Taulukossa 2 ja kuvassa 8 on esitetty eri menetelmien vertailutietoja. Vertailut ovat suuntaa antavia, koska eri mittausten olosuhteista ei ole tarkkaa tietoa.

Eri menetelmien soveltuvuutta arvioitaessa tulee mittaustarkkuuden lisäksi tarkastella myös muita tekijöitä. Merkittäviä tekijöitä ovat mm. menetelmän peittoalue, riippuvaisuus operaattorista, verkkoon tai nykyisiin puhelimiin vaadittavat laitteisto- tai ohjelmistopäivitykset, riippuvaisuus näkyvistä satelliiteista tai tukiasemista tai menetelmän soveltuvuus massapaikannukseen. Samakin tekniikka voi tarvita toteutustavasta riippuen (verkko- vs. päätelaitteperusteinen) vaihtelevasti ohjelmisto- tai laitteistopäivityksiä. Ohjelmistopäivityksiä matkapuhelimeen tarvitaan, jos sillä lähetetään esim. mittaustietoa verkolle. Ci-, AOA-, TDOA-menetelmiä voidaan soveltaa ilman matkapuhelimen ohjelmistopäivityksiä, jos paikannusestimointi tapahtuu verkossa. TDOA-menetelmä voi kuitenkin hyötyä ohjelmistopäivityksistä. Laitteistohankintoja tukiasemilla edellyttävät AOA-menetelmä (antenniryhmät) ja aikaan perustuvat menetelmät TDOA ja E-OTD (synkronisaatio).

Taulukko 2. Eri menetelmien vertailu (Lähteenmäki 2001).

| | Time table | Typical accuracy (rural), m | Typical accuracy (city), m | Coverage | Suitability for mass-location | Dependability from operator | Initial cost | Usage cost | Standardisation |
|-------------------|------------|-----------------------------|----------------------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------|--------------|------------|-----------------|
| Cell ID | available | 2000-8000 | 200-1000 | excellent | excellent | small | small | small | yes |
| Signal level | available | 500-3000 | 100 - 500 | moderate | moderate | small | small | small | no |
| Correlation (DCM) | 2-3 years? | 250-1500 | 50 - 200 | moderate | moderate | small | moderate | moderate | no |
| Time difference | 2-3 years? | 200-1000 | 100 - 200 | moderate | low | high | high | high | yes |
| GPS | available | 10-30 | 30 - 100 | good | low | none | none | none | yes |
| A-GPS | 2-3 years? | 10-30 | 30 - 100 | good + | low | high | high | moderate | yes |



Kuva 8. Eri menetelmien vertailu (Syrjärinne 2001a).

4.3 Paikannus ja matkapuhelinverkon kuormittuminen

Paikannusmenetelmät kuormittavat matkapuhelinverkkoa. Kuormituksen määrä riippuu sovellettavasta paikannusmenetelmästä. Verkon kuormittamiseen vaikuttavat esim. signaali-informaation mittaaminen, tietojen välittäminen päätelaitteelta verkolle tai päinvastoin sekä joissakin menetelmissä ”pakottavat” puhelun siirtymiset solusta toiseen (handover) tai sijainnin päivitykset kotirekisteriin (location update).

4.4 Teknologian kehitysnäkymät

Langattomien viestimien ja niihin liittyvien oheispalvelujen käyttö on laajentunut nopeasti viime vuosina. Uusien teknologioiden myötä kehityksen voidaan olettaa vain kiihtyvän. Perinteisen GSM-tekniikan laajennus GPRS-tekniikkaan (General Packet Radio Service) tarjoaa käyttäjille paremman tiedonsiirtonopeuden ja sen myötä parempia palveluja.

Markkinoille tulevat kolmannen sukupolven matkapuhelintekniikat (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS) sekä mahdolliset neljännen sukupolven (4G) verkot ja päätelaitteet ovat tulevaisuuden alustoja mobiilien Internet- ja multimediapalveluiden tuottamiseksi.

Suomessa Valtioneuvosto myönsi ensimmäiset UMTS-toimiluvat 18. maaliskuuta 1999 Oy Radiolinja Ab:lle, Sonera Oy:lle, Suomen 3G Oy:lle ja Telia Mobile Ab:lle. Kaikki luvat ovat valtakunnallisia (LVM 1999).

Uuden sukupolven matkapuhelinverkkojen myötä itse paikannustekniikat eivät merkittävästi muutu. GSM-verkossa käytössä tai ainakin periaatteessa sovellettavissa olevat paikannusmenetelmät ovat esillä myös 3G:n yhteydessä. Laajempi kaistanleveys parantaa kuitenkin tarkkuutta etäisyyden mittauksessa, joten etu GSM:ään on olemassa. Monitie-etenemisen takia etäisyyden mittauksen tarkkuus ei kuitenkaan ole suoraan verrannollinen saavutettavaan koordinaattitarkkuuteen.

Paikannussovellusten edistymistä parantane se, että 3G-järjestelmät on suunniteltu tukemaan pakettimuotoista tiedonsiirtoa. Tämä mahdollistaa joustavan ja kustannustehokkaan tiedonsiirron paikannusprosessin vaatimille viesteille ja komennoille. GSM-järjestelmän käyttämä SMS on liian hidas monille sovelluksille ja sallii ainoastaan rajoitetun määrän tietoa siirrettäväksi.

3G tuo mukanaan myös joitakin ongelmia, kuten WCDMA:n (Wideband Code Division Multiple Access) yhteydessä havaittavan kuuluvuusongelman. Ongelma esiintyy, kun päätelaite on lähellä tukiasemaa ja kyseisen tukiaseman voimakkaat signaalit estävät päätelaitteen signaalien vastaanottamisen toiselta tukiasemalta. Ongelma esiintyy myös uplinkissä (lähetysuunta päätelaitteelta tukiasemalle): kaukana olevat tukiasemat eivät kykene vastaanottamaan päätelaitteen lähettämää signaalia. Kuuluvuusongelman ratkaisuksi on ehdotettu Idle Slot Forward Link (IS-FL) -menetelmää. Menetelmässä jokainen tukiasema kytkeytyy "pois päältä" aika ajoin lyhyeksi aikaa, jolloin päätelaite voi vastaanottaa signaalin toisilta tukiasemilta. Lisäksi ongelman poistamiseksi voidaan käyttää väliaikaisesti korkeampia voimakkuuksia tai multiuser detectionia ("monen käyttäjän ilmaisu" tarkoittaa tyypillisesti tukiasemapuolella tapahtuvaa vastaanottotekniikkaa, jossa usean päätelaitteen signaalit ilmaistaan samanaikaisesti).

3G:n toinen rajoite on, etteivät tukiasemat ole synkronisoituja FDD-moodissa (Frequency Division Duplex), joka näyttäisi olevan hyödynnettävä tekniikka ainakin 3G-verkkojen ensimmäisessä vaiheessa. Synkronisoidut TDD-verkot (Time Division Duplex) astunevat kuvaan vasta myöhemmin. FDD-moodissa tukiasemien välisen aikaeron mittaaminen tapahtuu kuten GSM:ssä, mikä tekee paikannusjärjestelmän käyttöönoton monimutkaisemmaksi.

4.5 Alan standardointi

GSM:ään ja paikannukseen liittyvää standardointityötä tehdään yhteistyössä sekä Yhdysvalloissa että Euroopassa. Vuoden 1998 lopussa perustettu Third Generation Partnership Project (3GPP) on tällä hetkellä elin, johon standardointityö pääosin keskittyy. Kolme eri paikannusmenetelmää jotka standardoidaan GSM:ään ovat TOA, E-OTD ja GPS.

Myös kolmannen sukupolven matkapuhelinverkkojen standardointi on jo käynnissä. Esimerkiksi WCDMA on yksi 3G-standardiin liitettävistä tekniikoista. Paikannustekniikat sisältyvät työryhmään TSG RAN WG2. ETSI (European Telecommunications Standards Institute) on jäsenenä 3GPP:ssä.

Tällä hetkellä 3GPP:n UMTS-standardoinnissa on mukana paikannustekniikoista Cell id, AGPS ja OTDOA, joka on periaatteeltaan hyvin samanlainen kuin E-OTD.

Aihepiiriin liittyvää esistandardointia ja standardointia laativat myös WAP forum ja ISO. ISO/TC 211 Geographic Information / Geomatics on kehittänyt mm. seuraavia standardeja: Multimodal location based services for routing and navigation sekä Geographic information - Location based services tracking and navigation.

LIF (Location Interoperability Forum) on suurimpien matkapuhelinvalmistajien Nokia, Ericsson ja Motorola perustama yhteenliittymä, jonka tarkoituksena on kehittää matkapuhelimien paikannuspalveluita sekä erilaisten langattomien paikannusjärjestelmien maailmanlaajuisuutta yhteensopivuutta. Omien sovellustensa lisäksi LIF aikoo julkistaa suosituksia paikannuspalveluiden standardeiksi.

5 LAINSÄÄDÄNNÖLLISIÄ NÄKÖKOHTIA

5.1 Yleistä

Kuten toteutettava paikannusteknologia tai toteutettavat palvelut, myös monet sen hyödyntämiseen liittyvät pelisäännöt ovat vielä avoimia. Sekä viranomaiset että lainsäätäjät ovat epävarmoja siitä, missä määrin paikannuspalveluita tulisi säädellä. Mobiilipalveluita koskevat pelisäännöt ovat Suomessa vasta hahmottumassa. Niiden muokkautumiseen vaikuttanevat kokemukset käyttöönotettavista sovelluksista ja palveluista sekä osaltaan valmisteilla oleva EU:n uusi tietosuojadirektiivi.

Paikannustieto on oikeudellisesti uusi ilmiö eikä sitä koskevaa lainsäädäntöä ole varsinaisesti olemassa. Nykyistä lainsäädäntöä voi olla jossain määrin vaikea soveltaa paikantamiseen liittyviin oikeudellisiin kysymyksiin. Epävarmuutta lisää se, että paikannustietoon liittyviä ennakkotapauksia ei vielä ole (Navi 2001b).

Merkittäviä oikeudellisia kysymyksiä liittyy muun muassa yksityisyyden suojaan, telemarkkinalainsäädäntöön, kilpailulainsäädäntöön, immateriaalioikeuksiin ja julkisten aineistojen käyttömahdollisuuksiin. Lisäksi paikannuspalveluiden tarjoamiseen liittyy mutkikkaita sopimus- ja vahingonkorvausoikeudellisia kysymyksiä, joita joudutaan jonkin verran pohtimaan myös yleisemmin sähköiseen kaupankäyntiin liittyen. (TEKES 2001).

NAVI-ohjelman Säädospuitteet-tukiprojektin tavoitteena on tutkia henkilökohtaiseen navigointiin ja paikannusteknologian hyödyntämiseen liittyviä oikeudellisia kysymyksiä. Projekti pyrkii löytämään vastauksia erilaisiin paikannusteknologiaan liittyviin oikeudellisiin kysymyksiin ja tukemaan teknologiaa ja palveluita kehittäviä yrityksiä. Projekti informoi ja opastaa NAVI-ohjelman osapuolia henkilökohtaisen navigoinnin palveluiden kehittämistä, toteuttamista ja hyödyntämistä koskevien säädösten soveltamisessa, arvioi markkinoille tuotavia palvelukonsepteja ja kerää palautteen mahdollisista lainsäädännön epäkohdista ja muutostarpeista sekä seuraa säädösten kehittymistä kansallisesti ja kansainvälisesti. (HIIT 2001)

Tukiprojekti selkeyttää tämänhetkistä, paikoin sekavaa tilannetta. Myös lainsäädäntöön liittyvät teknologiapuitteet kaipaavat tarkennusta ja selvennystä. Tiehallinnon palvelukokeilun toteutuksen kannalta välttämätöntä on määrittää selkeästi mitä tutkitaan, miten ja miksi? Ennen kokeilun toteutusta on käytävä vaihe vaiheelta ja prosessi prosessilta läpi mm. mitä, missä muodossa ja mihin tallennettuna tieto on ja kuinka kauan. Tämän pohjalta on verrattava nykyistä lainsäädäntöä ja sen tulkintaa. Kysehän on lopulta siitä, miten paikannukseen liittyvää aineistoa käsitellään ja miten palvelu teknisesti toteutetaan.

Esimerkiksi matka-ajan osalta palvelukokeiluhanketta voisi mahdollisesti toteuttaa esim. jonkin aikaa voimassa olevan tunnisteiden (session-id) avulla. Paikannetulle puhelimelle annettaisiin tunniste, joka poistetaan tai poistuu automaattisesti tietokannasta matka-ajan laskennan jälkeen.

5.2 Yksityisyyden suoja

Ehkä kaikkein keskeisimpiä paikannusteknologiaan liittyviä oikeudellisia kysymyksiä ovat lukuisat yksityisyyden suojaan liittyvät ongelmat. Tietoa henkilön sijainnista voidaan pitää varsin arkaluonteisena tietona. Henkilön sijaintia koskevan tiedon eli sijaintitiedon oikeudellinen luonne ei vielä ole täysin täsmentynyt. EU ja monet valtiot ovat parhaillaan luomassa lainsäädäntöä, joka ottaa paremmin huomioon paikannusteknologian yksityisyyden suojalle asettamat haasteet (TEKES 2001).

Vielä ei olla yksimielisiä muun muassa siitä, mitä normistoa sijaintitietoihin kulloinkin tulisi soveltaa. Yleinen tietosuojalaki eli henkilötietolaki tulee luonnollisesti sovellettavaksi silloin kun muu normisto ei tule kyseeseen, mutta esimerkiksi teletoimintaa koskevan tietosuojanormiston soveltamisala on vielä epäselvä (TEKES 2001).

Tietosuojanormiston epäselvyys ja epävarmuus tulevasta normistosta vaikeuttaa palveluiden ja teknologian kehittämistä, sillä kehitystyössä tulisi pystyä ottamaan huomioon oikeusnormien asettamat puitteet – lainvastaista teknologiaa tai palvelua ei kannata kehittää. Jos käy ilmi, että kehitetty palvelu tai teknologia ei täytä tietosuojalainsäädännön vaatimuksia, tuotekehitystyöpanostuksia on haaskattu. (TEKES 2001)

Hallitusmuodon 8. §:ään on kirjattu periaate, jonka mukaan jokaisen yksityiselämä, kunnia ja kotirauha on turvattu. Henkilötietojen suojasta säädetään tarkemmin lailla. Yksilön perusoikeuksiin kuuluu myös itsemääräämisoikeus, jonka mukaan yksilöllä on oikeus tietää ja päättää itseään koskevien henkilötietojen käytöstä. Kesäkuun alussa 1999 voimaan tullut henkilötietolaki (L 523/1999, "HetiL") pyrkii toteuttamaan hallitusmuotoon kirjattuja periaatteita ja perusoikeuksia henkilötietoja käsiteltäessä sekä edistämään hyvän tietojenkäsittelytavan kehittämistä ja noudattamista (Rainio 2000).

Heinäkuun alussa 1999 tuli voimaan laki yksityisyyden suojasta televiestinnässä ja teletoiminnan tietoturvasta (L 565/1999, "Tietosuojal"). Laki pyrkii edistämään yleisen teletoiminnan tietoturvaa ja tilaajien ja käyttäjien yksityisyyden ja oikeutettujen etujen suojaa televiestinnässä. Lakia tulee noudattaa yleisessä teletoiminnassa, yleisiä telepalveluita käyttäen harjoitetussa televiestinnässä sekä tilaajaluetteloiden tarjoamisessa (2 §) (Rainio 2000).

Lainsäädännölliset ja oikeudelliset kysymykset matkapuhelinpaikannuksen käytöstä liikenteen seurannassa eivät kaikilta osin vastaa henkilökohtaisen navigoinnin yhteydessä esiin tulleita kysymyksiä. Henkilökohtaisessa navigoinnissa on kyse etäviestimien sijaintitietojen käyttämisestä sisältö- tai muiden palvelujen tarjoamisessa tai henkilön tai tämän käytössä olevan kaluston seurannassa (Rainio 2000). Paikannuspyyntö voi olla lähtöisin käyttäjältä, jolloin käyttäjältä ei tarvita erityistä lupaa paikannukseen. Palvelu voi olla esim. "paikanna minut ja anna minulle lähin huoltoasema." Liikenteen seurannassa puhelimen käyttäjällä tai tunnistettavan käyttäjän sijainnilla ei ole merkitystä. Kiinnostavaa on ainoastaan paikantaa jokin puhelin esim. jossakin liittymässä ja se sama puhelin toisessa liittymässä tai mahdollinen ns. "epätavallinen solukäyttäytyminen" (samalla paikalla tai tietyllä alueella on keskimääräistä selvästi enemmän puhelinliikennettä).

Tunnistamistiedolla tarkoitetaan Tietosuojal:ssa "tilaajan tai käyttäjän liittymän numeroa tai teleyhteyden toteuttamisessa syntynyttä tai tallentunutta muuta tunnistetta tai tietoa". Voidaan lähteä siitä, että sijaintitieto on Tietosuojal:n mukainen tunnistamistieto silloin, kun sijaintitieto on syntynyt tai tallentunut matkapuhelimen ja tukiaseman välisen varsinaisen viestien lähettämisen tai vastaanottamisen yhteydessä. Näin on esimerkiksi, kun käyttäjä lähettää viestin saadakseen tietyn palvelun, ja käytettävä sijaintitieto on syntynyt tähän tilaukseen liittyvän viestinnän tuloksena. Esimerkiksi teleyhteyden toteuttamisen aikana syntynyt solutunniste on Tietosuojal:n mukainen tunnistamistieto. On epäselvää, mitkä muut sijaintitiedot voivat olla Tietosuojal:n mukaisia tunnistamistietoja. Sijaintitietojen käytön yleistymisen saattaa edellyttää lainsäädännön täsmentämistä (Rainio 2000).

Henkilötietolaissa henkilötiedolla tarkoitetaan "kaikenlaisia luonnollista henkilöä taikka hänen ominaisuuksiaan tai elinolosuhteitaan kuvaavia merkintöjä, jotka voidaan tunnistaa häntä tai hänen perhettään tai hänen kanssaan yhteisessä taloudessa eläviä koskeviksi".

Henkilötietolaki tulee sovellettavaksi aina, kun sijaintitieto viittaa tunnistettavaan henkilöön tai tämän perheeseen. Laki koskee kaikkia henkilötietoja, mutta laki on kuitenkin yleislaki, joka syrjäytyy, jos muussa lainsäädännössä on toisin säädetty. Näin ollen esimerkiksi tunnistamistietoihin sovelletaan ensisijaisesti Tietosuojal:n normistoa (Rainio 2000).

Henkilötietojen käsittelyä koskevia yleisiä periaatteita ovat huolellisuusvelvoite, hyvä tietojenkäsittelytapa ja henkilötietojen käsittelyn suunnittelu. Henkilötietoja saa käyttää tai käsitellä vain tavalla, joka on suunnitellun käyttötarkoituksen mukainen. Tietojen on oltava virheettömiä ja määritellyn tietojenkäsittelyn tarkoituksen kannalta tarpeellisia (Rainio 2000).

On syytä muistaa, että jos sijaintitiedot eivät ole liitettävissä kehenkään tunnettuun henkilöön, henkilötietolaki ei koske tietoja lainkaan. Jos esimerkiksi on mahdollista kerätä tietoja tietyllä alueella liikkuvista matkapuhelimista ilman, että näitä tietoja voitaisiin liittää kehenkään tunnistettavaan henkilöön, ei laki lähtökohtaisesti koske tietoja (Rainio 2000).

5.3 Oikeudet sijaintitietoihin

Yksittäinen sijaintitieto ei täytä tekijänoikeussuojan kriteereitä eikä myöskään luettelonsuojan tai tietokantojen suojan kriteereitä. Matkaviestimien sijaintitiedoista voi muodostua suojattava luettelo tai tietokanta. Oikeudet luetteloon tai tietokantaan kuuluvat lähtökohtaisesti tiedon kerääjälle tai käsitteijälle, joskin tiedon keräämiseen pitää olla lupa tai peruste (Rainio 2000).

Tekijänoikeuslain perusteella lähtökohtana on, että jos tietoja kerää paikannuspalvelua tarjoava yritys, esimerkiksi teleyritys, syntyvän luettelon tai tietokannan oikeudet kuuluvat tietoja keräävälle yhtiölle, vaikka tiedot kuvaavat yksittäisen käyttäjän liikkeitä. Toisaalta jos tiedot kerätään käyttäjän omalle päätelaitteelle, esimerkiksi satelliittipaikannusta käyttävään laitteeseen, oikeudet tietoihin kuuluvat lähtökohtaisesti käyttäjälle. Oikeudet voidaan siirtää sopimuksella (Rainio 2000).

Mikäli esimerkiksi teleyritys kerää sijaintitietojen tietokantaa, joka ei sisällä tunnistettavia henkilöitä koskevia tietoja, henkilötietolaki ei koske tällaisen tietokannan keräämistä. Tällaisen tiedon keruu olisi sallittua ja tietokantaa voitaisiin käyttää esimerkiksi ihmis- ja liikennevirtojen seuraamiseen ja tilastointiin. Oikeudet tietokantaan kuuluisivat lähtökohtaisesti tiedot keräävälle osapuolelle (Rainio 2000).

On muistettava, että sijaintitietojen kerääminen henkilötietolain tai Tietosuojalain vastaisesti on rikosoikeudellisesti sanktioitu. Jos kerättäviä sijaintitietoja ei voida liittää tunnistettavaan henkilöön, ja jos tiedot eivät ole Tietosuojalain mukaisia tunnistamistietoja, eivät kyseiset lait kuitenkaan koske tietojen keräämistä. Jos tällaista toimintaa ei olisi sanktioitu rikoslainsäädäntö kiellä tällaista toimintaa. Näin ollen esimerkiksi tietyllä alueella liikkuvien tunnistamattomien henkilöiden seuraaminen ilman henkilöiden suostumusta olisi sallittua. (Rainio 2000)

6 MATKAPUHELINPAIKANNUKSEN SOVELTUVUUS LIIKENNETIETOJEN TUOTTAMISEEN

6.1 Yleistä

Yhteenveto matkapuhelinpaikannuksen mahdollisuuksista tiedon tuottamiseen on tiivistetty liitteessä 2 olevaan työpajoissa laadittuun taulukkoon.

Nykyisin käytävissä olevilla matkapuhelinpaikannusmenetelmillä voidaan havaita ajoneuvon (matkapuhelimen) ohitus ja ohitusaika sekä tunnistaa puhelin tai varustaa se tunnisteella (session-id) niin, että voidaan havaita milloin sama laite ohittaa toisen seurannan kannalta mielenkiintoisen pisteen. Ohitus tarkoittaa tällöin matkapuhelimen saapumista havaintoalueelle, jonka koko riippuu käytettävän paikannusmenetelmän tarkkuudesta. Ohitusaika tarkoittaa alueelle saapumisaikaa.

Havaintoalue muodostuu käytetyn paikannusmenetelmän tarkkuuden mukaan. Havaintoalue on maaseutuolosuhteissa solupaikannusmenetelmällä vähimmilläänkin useita kymmeniä neliökilometrejä ja GPS-paikannuksella muutamia satoja neliömetrejä. Muiden menetelmien aluekoot vaihtelevat näiden välillä. Alueet peittävät osin toisiaan ja niiden välinen "rajakohta" saattaa muuttua jatkuvasti ympäristön olosuhteiden mukaan. Kaupunkialueilla solupaikannuksen aluekoko pienenee huonoimmillaankin pariin neliökilometriin ja GPS-paikannuksen alue kasvaa maaseutuun verrattuna noin kymmenkertaiseksi.

Matkapuhelinpaikannuksen tuottama mittaustieto soveltuu parhaiten liikenteen sujuvuudesta (linkkikohtainen liikennetilanneluokka ja matka-aika) ja tietöistä tiedottamiseen (työmaan sijainti tieverkolla). Sujuvuustiedottamista varten voidaan mittaustulosten perusteella laskea kahden pisteen (alueen) välinen matka-aika ja matkanopeus. Tietöistä tiedottaminen edellyttää urakoitsijan ilmoitussoittoa, joka voidaan paikantaa, ja työkoneissa olevia laitteita, joiden avulla voidaan seurata työn etenemistä.

Myös liikenteen häiriöitä voidaan periaatteessa seurata samojen tunnuslukujen perusteella. Tässä raportissa käsitelty liikenteen häiriöiden havaitseminen matkapuhelinpaikannuksella perustuu kuitenkin paikan päällä olevien henkilöiden tai laitteiden aktiivisiin ilmoituksiin ja ilmoittavan puhelimen paikannukseen.

6.2 Linkkitiedot: matka-aika ja -nopeus

Matka-aika- ja -nopeustiedon tuottamiseen tarvittavat seurantatiedot, ajoneuvon (matkapuhelimen) ohitus ja ohitusaika sekä matkapuhelimen "sormenjälki", ovat tuotettavissa matkapuhelinpaikannuksella. Tietoja voidaan käyttää sekä tielinkeittäin että laajemmassa tie- ja katuverkossa. Tiedon käyttökelpoisuuteen vaikuttavat sovellettavan menetelmän tarkkuus ja liikenteen hallinnan eri toimintaympäristöille asetetut tarkkuusvaatimukset (taulukko 3).

Taulukko 3. Liikenteen hallinnan toimintaympäristöt, sujuvuustiedotuksessa käytettävät linkkipituudet ja mittaustiedon tarkkuusvaatimukset.

| Toimintaympäristö | Seurantalinkin pituus | Mittaustarkkuus |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------|
| TY1 = Moottoriväylät | 5 – 10 km | 5% |
| TY2 = Pääteiden runkoverkko | 20 – 100 km | 10% |
| TY3 = Päätieverkon ongelmakohteet | 1 – 5 km | 5% |
| TY4 = Pääkaupunkiseutu | 0,5 – 3 km | 5% |
| TY5 = Muut suuret kaupunkiseudut | 0,5 – 3 km | 5% |
| TY6 = Muut tiet | Ei automaattista seurantaa | |

Pääteiden runkoverkolla (toimintaympäristö 2) voitaneen käyttää solupai-
 kannusmenetelmää sellaisenaan, mutta luotettavampiin tuloksiin päästään
 käyttämällä sitä täydentäviä menetelmiä (Cell-id + Rx, Ta tai molemmat).

Moottoriväylillä (toimintaympäristö 1) tarvittaneen käytännössä aina solupai-
 kannusmenetelmän tehostettuja menetelmiä, jotta tavoitteena oleva 5%
 mittaustarkkuus voidaan saavuttaa (tarkoittaa esim. 5 kilometriä pitkällä seu-
 rantalinkillä 250 metriä).

Päätieverkon ongelmakohteissa ja suurilla kaupunkiseuduilla (toimintaympä-
 ristöt 3–5) tarvitaan tarkempia paikannusmenetelmiä, esimerkiksi GPS-
 paikannusta. Kuitenkin matkapuhelintekniikan kehityksen tässä vaiheessa
 näissä toimintaympäristöissä ovat muut kuin matkapuhelinpaikannukseen
 perustuvat seurantamenetelmät vielä nykyään hyvin kilpailukykyisiä.

DCM-paikannuksen (korrelaatiomenetelmä) ja aikaeromenetelmän tarkkuu-
 det voivat olla riittäviä ainakin toimintaympäristöihin yksi ja kaksi sekä mah-
 dollisesti neljä ja viisi. Näiden menetelmien kohdalla toteutusta rajoittavat
 tässä vaiheessa kuitenkin sovellettavuusaikataulu sekä erityisesti aikaero-
 menetelmissä päivitykset ja lisälaitteistovaatimukset nykyisiin järjestelmiin ja
 näiden myötä kasvavat investointikustannukset. Menetelmät vaikuttavat
 kuitenkin käyttökelpoisilta tulevaisuudessa.

Matka-aika- ja -nopeushavainto perustuu siihen, että samaksi tunnistettu
 matkapuhelin havaitaan ja sen saapumisaika rekisteröidään kahdessa si-
 jainniltaan tunnetussa paikassa (alueella), jolloin niiden välinen matka-aika
 voidaan laskea. Linkillä ja etenkin pitkällä linkillä, mittauksen voidaan enna-
 koida toimivan luotettavasti, koska ajoreitti mittauspisteiden välillä on yksikä-
 sitteinen ja huomattavat poikkeamat, esimerkiksi taukojen pitämisestä ai-
 heutuvat, voidaan matka-aikaa määriteltäessä suodattaa käsittelystä pois.
 Verkossa tilanne muuttuu monimutkaisemmaksi, koska käsiteltävien ha-
 vaintojen määrä moninkertaistuu (myös poikkeamien), havaittavat ajoneuvot
 voivat käyttää kahden pisteen väliseen matkaan useita reittejä, linja-autot ja

taksit ajavat ruuhkassa omia nopeampia kaistojaan tai ohitusväyliään (voi päteä myös linkeillä) jne. On myös mahdollista, että matkapuhelin vaihtaa solupaikannuksessa sijaintiaan edestakaisin kahden tai jopa useamman solun välillä ja kulloinkin palveleva solu ei ole välttämättä lähin solu.

Matka-ajan ja matkanopeuden laskentaa vaikeuttaa se, että seuranta ei mittaa ajoneuvojen sijaintia vaan matkapuhelimien sijaintia. Erityyppisissä ajoneuvoissa voi paikannusmenetelmästä riippumatta olla vaihteleva määrä päällä olevia matkapuhelimia. Henkilöautossa on ehkä vain kuljettaja ja hänellä puhelin, kun taas linja-autossa puhelin voi olla päällä useilla kymmenillä matkustajilla.

Myös tieverkon rakenteesta voi aiheutua virheitä matka-aikaan. Havaintoalueen ollessa laaja voi esimerkiksi pelkkää solupaikannusta käytettäessä linkille oletettu tilanne koostua usean rinnakkaisen väylän havainnoista. Näin voi käydä esimerkiksi moottoritien ja sen rinnakkaistien/-teiden havaintojen suhteen. Tie ja rautatie kulkevat myös usein pitkiä matkoja rinnakkain, esimerkiksi rantarata ja Turuntie-vt1-Kehä III-kt51 tai Lahti-Kouvola-Joensuu ja vt12-vt6. Nämä ja muut mahdolliset seikat on osattava ottaa laskennassa huomioon. Matkapuhelinpaikannus saattaakin antaa selkeämmän kuvan liikennekäytävän (transport corridor) kokonaisliikenteestä kuin yksittäisen väylän liikenteestä.

6.3 Liikennevirran pistekohtaiset tiedot

Matkapuhelinpaikannus ei nyky menetelmillä käytännössä sovellu pistekohtaisten liikennevirran ominaisuuksien (liikennemäärät, aikavälit, nopeudet jne. tietyssä tienkohdassa) mittaamiseen, joten menetelmällä ei voida korvata Tiehallinnon LAM-järjestelmän mittauspisteitä. Matkapuhelinpaikannuksella voidaan mitata vain ajoneuvossa olevan puhelimen ohitus ja ohitus aika, mutta ei sen pistenopeutta. Myös ajoneuvojen luokittelu matkapuhelimen perusteella on mahdotonta. Ajoneuvon käyttämää ajorataa ei voitane varmasti havaita kuin GPS-paikannuksella ja silloinkin vain poikkileikkauksen ollessa riittävän leveä esim. moottoriväylillä (toimintaympäristö 1). Ajosuunnan havaitseminen yksiajorataisella tiellä edellyttää käytännössä lyhyen seurantalinkin muodostamista. Tällöin voitaisiin periaatteessa mitata myös ajoneuvon pistekohtaisia (hyvin lyhyen linkin) nopeuksia. GPS-paikannuksella varustettuja puhelimia lienee kuitenkin tulevaisuudessakin hyvin harvoissa ajoneuvoissa, koska GPS:n yleistyminen massapuhelimissa vienee aikaa. Muut nykyiset paikannusmenetelmät eivät ole huonon havaintotarkkuuden takia käyttökelpoisia liikennevirran ominaisuuksien mittaamiseen.

Liikennetiedon samoin kuin matka-ajan mittaamista vaikeuttaa myös se, ettei seuranta mittaa ajoneuvojen sijaintia vaan matkapuhelimien sijaintia. Havaintotarkkuuden rajoissa ei voitane tunnistaa yhden ajoneuvon, vaikkapa linja-auton, tuottamia puhelinkasautumia saman ajoneuvon tuottamaksi eikä edes tilastollisin menetelmin kovin suurella tarkkuudella arvioida ajoneuvojen määrää havaittujen matkapuhelimien perusteella. Rinnakkaisten väylien ja kuljetusmuotojen erottelutarve tuottaa myös lisäongelmia.

6.4 Liikenteen häiriötiedot

Liikenteen odottamattomia häiriötilanteita aiheutuu onnettomuuksista, yllättävistä esteistä (tielle kaatunut puu, ajoneuvorikko, tienvarren tapahtuma jne.) Näiden havaitseminen matkapuhelinpaikannuksella voi perustua joko tienkäyttäjien ilmoitussoittoihin ja niiden paikantamiseen (GPS tai jokin verkko paikannusmenetelmä) tai automaattiseen häiriön havaitsemiseen. Paikannukseen liittyvät kaikki samat ongelmat kuin liikennevirran mittaukseen eli häiriintyneen suunnan ja ajoradan havaitseminen voi olla hankalaa ja paikannus muutenkin epätarkkaa. Parhaiten matkapuhelinpaikannus soveltuu pääteiden runkoverkon häiriöiden havaitsemiseen (toimintaympäristö 2).

Koska paikannustieto ei yleensä kerro ajosuuntaa eikä ajorataa, on kuljettajan se ilmoitettava. Häiriön laadusta riippuneen, onko autoilijoilla riittävää motivaatiota tai kykyä siitä ilmoittamiseen tai voidaanko hänen edes edellyttää ryhtyvän siihen? Kuljettaja joutuu häiriötilanteessa kiinnittämään huomionsa liikenteen sijasta muihin toimintoihin. Tämän takia ilmoituksia saadaan eniten häiriöistä, joiden takia ajoneuvot joutuvat pysähtymään (onnettomuus, este, tms.). Aktiivisia kuljettajan tekemiä ilmoituksia varten tulee joka tapauksessa luoda oma järjestelmä ja autoilijoita motivoiva käytäntö.

Automaattinen häiriönhavaitseminen edellyttää uusien tunnuslukujen mittaamista ja tulkittamista. Nämä mahdollisuudet täytyy erikseen selvittää.

Häiriön varmennus ei matkapuhelinpaikannuksella ole mahdollista vaan edellyttää esim. erillistä kamerajärjestelmää tai manuaalista varmistusta.

Viranomaisten ilmoitussoitot kyetään paikantamaan olettaen, että viranomaisilla on käytössään GPS-paikannuksen mahdollistavat laitteet ja he myös ilmoittavat ajoradan ja ajosuunnan. Viranomaiset kuitenkin yleensä saapuvat häiriöpaikalle vasta, kun tieto häiriöstä on saatu muuta kautta. Viranomaisilmoitusten voidaankin olettaa koskevan lähinnä vakavia häiriöitä, joista on ensin ilmoitettu viranomaisille ja ovat edellyttäneet viranomaisten kutsumista paikalle.

Tilanne ohi -tiedon saanti tienkäyttäjien ilmoitusten avulla on melko epätoivottavaa. Motivaatio tilanteen kuittaamiselle lienee vielä pienempi kuin häiriöstä ilmoittamiselle. Viranomaisilta voidaan edellyttää tilanne ohi-tiedotusta.

6.5 Ennalta tiedossa olevien tapahtumien seuranta

Ennustettavia häiriötilanteita aiheutuu eniten säännöllisesti toistuvasta ruuhkautumisesta. Lisäksi niitä aiheutuu tietöistä, erikoiskuljetuksista, yleisötilaisuuksista tms. Jälkimmäiset voivat olla luonteeltaan erityyppisiä: jatkuvia rakennustöitä, lyhytaikaisia tapahtumia tai paikallisesti ja ajallisesti liikkuvia häiriöitä kuten erikoiskuljetuksia, sotilaskolonnia tai liikkuvia tien kunnossapitotöitä.

Matkapuhelinpaikannuksen käyttöä säännöllisesti toistuvien ruuhkien havaitsemiseen koskevat samat rajoitukset kuin häiriöiden havaitsemista. Kuljettajien ilmoitukset ja niiden paikantaminen ovat varma ja käyttökelpoinen menetelmä. Säännöllisistä ruuhkatilanteissa soittelu ei kuitenkaan ole suositel-

tavaa. Häiriöiden toistuvan luonteen takia ne voidaan paikantaa luotettavammin perinteisillä keinoilla ja näin ollen matkapuhelinpaikannuksen kehittäminen erityisesti niiden havaitsemiseen ei ole tarpeen.

Matkapuhelinpaikannus soveltuu erittäin hyvin muiden ennustettavissa olevien lyhytaikaisten tai liikkuvien häiriöiden seurantaan. Erikoiskuljetusajoneuvoilta tai tien kunnossapitokoneilta voidaan edellyttää GPS-laitteistoa sekä työn aloitus- ja lopetusilmoituksia, jolloin häiriön sijainti ja kesto voidaan havaita tarkasti. GPS-paikannuksen eri menetelmiä lukuun ottamatta ajoradan ja etenemissuunnan automaattinen havaitseminen on hankalaa. Ilmoitussoitolta tulee edellyttää myös tietoja ajoradasta, suunnasta ja suunnitellusta etenemisreitistä.

Yleisötilaisuuksista voidaan edellyttää ilmoitussoittoja silloin, kun niiden järjestämisestä on ilmoitettava viranomaisille. Maksullisten tilaisuuksien (esim. urheilukilpailujen) järjestäjät voivat palvelunsa parantamiseksi sitoutua ilmoittamaan niiden alkamisesta ja päättymisestä. Paikallisten alkuajaltaan ja kestoltaan ennakolta tunnettujen yleisötilaisuuksien osalta ei matkapuhelinpaikannuksella voitane tuottaa huomattavaa lisäinformaatiota. Tilaisuuksien alku- ja päättymisajankohta voi olla havaittavissa.

Matkapuhelinpaikannuksesta voi olla hyötyä saattueiden tai kulkueiden seuraamisessa ja niistä tiedottamisessa. Tilanne on verrattavissa erikoiskuljetuksiin. Järjestäjiltä ei kuitenkaan kaikissa tapauksissa voi edellyttää esimerkiksi GPS-laitteiden käyttöä.

Olettaen että huomattava osa raskaan tavaraliikenteen ajoneuvoista on jo nyt varustettu GPS-paikannuslaitteilla voitaisiin niitä mahdollisesti käyttää hyväksi sellaisten ennustettavien, mutta epäsäännöllisesti toistuvien häiriöiden, kuten rajanylitysalueille ja niille johtaville teille kasautuvien kuorma-autojonojen havaitsemiseen ja siitä aiheutuvien häiriöiden tiedottamiseen.

6.6 Uudet tunnusluvut

Matkapuhelinpaikannus voi antaa mahdollisuuden tuottaa kokonaan uusia, esimerkiksi poikkeaviin paikallisiin puhelin- ja puhelukasaumiin perustuvia tunnuslukuja.

Puhelin- ja puhelukasaumien havaitsemista voidaan mahdollisesti käyttää esimerkiksi automaattisen häiriönhavaitsemisen lähtötietoina. Puhelimien poikkeuksellinen kasauma saattaa merkitä ajoneuvojen vastaavaa kasaumaa ja siten liikennehäiriötä. Muiden satunnaisten kasaumien vaikutus on kuitenkin voitava eliminoida, joten sellaisista pitäisi periaatteessa olla tieto ennakkoon. Jos oletetaan, että käytettävissä on kameravalvontajärjestelmä, voisi kasaumatieto toimia kameroiden suuntaamisen ohjeena.

Kasaumiin perustuvan varsinaisen automaattisen häiriöiden havaitsemisen edellytyksenä olisi, että puhelimet voidaan paikantaa tarkasti tiealueelle ja että poikkeava käyttäytyminen voidaan havaita riittävän nopeasti. Nykytekniikoista tulisi silloin kysymykseen vain GPS-paikannus. Lisäksi tarvittaisiin kasaumien automaattiseen tulkintaan sopivia algoritmeja. Liikennehäiriön aiheuttama kasauma on voitava erottaa muiden ilmiöiden aiheuttamista puhelinten kasautumisista. Häiriötiedon varmentaminen matkapuhelinkasaumien

avulla silloin, kun häiriöilmoitus saadaan varmentamattomasta lähteestä esim. tienkäyttäjältä, tuntuu houkuttelevalta mahdollisuudelta, jota kannattaa jatkossa selvittää. Myös häiriötilanteen purkautumisen (tilanne ohi) varmentamisessa saattaa olla mahdollista hyödyntää matkapuhelinpaikannusta havaitsemalla puhelukasauman poistuminen ja matka-aikojen normalisoituminen.

Samanaikaisesti puhelinkasauman kanssa kasautuvat puhelut voivat vahvistaa häiriötietoa. Aktiivinen häiriöistä ilmoittaminen puutteineenkin on todennäköisesti kuitenkin käytännöllisempi ratkaisu. Käytännössä häiriötieto tietä aina voida varmistaa luotettavasti.

7 JATKOTOIMENPITEET

7.1 Matka-aikapalvelukokeilun toteuttaminen

Paikannustekniikoihin ja niiden sovelluksiin liittyy paljon avoimia tekijöitä sekä liikesalaisuuksia, kenties jopa patenteja. Toimijoilla voi olla tekniikaltaan, kustannuksiltaan ja soveltuvuudeltaan erilaisia palvelukokeilun toteutusvaihtoehtoja. Tämän takia toimijat eivät ole halukkaita toimimaan täysin avoimesti ja paljastamaan kaikkia tietojaan. Myös aikataulullisesti erilaiset mahdollisuudet palvelukokeilun toteutukseen voivat vielä tässä vaiheessa rajata pois potentiaalisia toteuttajia. Hankkeen yhteydessä laaditun kyselyn (Liite 1) vastausten tarkoituksena oli antaa lisätietoja Tiehallinnon suunnitelmaan GSM-paikannusta hyödyntävän matka-aikapalvelun toteuttamiseksi keväälle 2002 sekä tuottaa karkea kustannusarvio. Kysely ei sitonut vastajia mahdollisten tarjouspyyntöjen suhteen.

Alustavasti suunnitellun aikataulun mukaisesti varsinaiset tarjouspyynnöt lähetetään joulukuussa 2001. Tarjoutumisaika on noin 1 kuukausi. Valinta palvelukokeilun toteuttajasta/toteuttajista tehdään tammikuussa 2002. Tiehallinto voi hyväksyä yhden tai useampia tarjouksia palvelukokeilun toteuttamiseen yhdessä tai molemmissa kohteissa. Palvelukokeilun tulisi olla täysin toiminnassa ajanjaksolla 25.3.2002–30.6.2002.

Tiehallinnon saamien vastausten perusteella voidaan syyskuun lopussa 2001 todeta, että kiinnostavia ratkaisuja palvelukokeilun toteuttamiseksi on olemassa. Tiehallinto on käynyt yksityiskohtaisempia keskusteluja kyselyyn vastanneiden kesken, mutta tässä vaiheessa ei ole aiheellista julkaista tietoa ehdotetuista ratkaisuista ja arvioiduista kustannuksista. Palvelukokeilun toteuttaminen näyttäisi kuitenkin olevan teknisesti mahdollista suunnitellussa aikataulussa.

Tienkäyttäjien yleistä hyväksyntää matka-aikapalvelun edellyttämälle matkapuhelimen paikannukselle voidaan lisätä tarjoamalla paikannuksen sallivalle tienkäyttäjälle muita lisäarvopalveluita. Joidenkin erityisryhmien, kuten taksitai linja-autoilijoiden hyödyntäminen on myös mahdollista. Erityisryhmien avulla voidaan esimerkiksi testata eri menetelmiä (GPS-puhelimet linja-autoilijoille). Vaikka GPS todettiin työpajoissa monilta osin soveltuvaksi tekniikaksi, sen yleistymistä massapuhelimissa epäiltiin. GPS:n yleistymiseen tieverkolla vaikuttaa lisäksi GPS-perusteisten palveluiden yleistymisen ajoneuvoissa (navigointisovellukset). DIGIROAD:n myötä myös ajoneuvoihin integroidut GPS-paikantimet lisääntynevät Suomessa. Vaatimuksena näiden ja yleensä GPS-laitteiden hyödyntämiselle on, että laitteen on jollakin tavalla lähetettävä sen hetkinen sijaintinsa järjestelmään.

7.2 Matka-aikapalvelukokeilun arviointi

Palvelukokeilun onnistuminen ja siitä saatavat kokemukset ovat olennaisia suunniteltaessa varsinaista seurantamenetelmän laajamittaista käyttöä. Palvelukokeilukohteiden eräänä valintakriteerinä oli tämän takia vertailtavuus muihin menetelmiin, kuten rekisteritunnusmenetelmään nähden.

Vertailu- ja vaikutustutkimus palvelukokeilun sekä rekisteritunnusmenetelmän välillä toteutetaan seuraavasti:

- Vertaillaan kokeilun avulla tuotetun matka-aikapalvelun ja rekisteritunnusmenetelmän tiedon laatua (oikeellisuus, luotettavuus, palvelutaso).
- Palvelukokeilusta saatujen kokemusten, investointi- ja käyttökustannusten avulla vertaillaan eri menetelmien taloudellisuutta ja tuottavuutta sekä tuotetaan arvio matkapuhelinpaikannuksen kustannustehokkuudesta ja kilpailukyvystä verrattuna liikenteen hallinnan edellyttämän liikenteen seurannan muihin menetelmiin.
- Jos eri palvelukokeilukohteissa on käytetty eri paikannusmenetelmiä vertaillaan näiden soveltuvuutta eri kohteisiin (tarkkuus, luotettavuus, jne)
- Vertailuaineiston ja kustannustarkastelujen pohjalta laaditaan suunnitelma mahdollisen menetelmän laajamittaisemmasta käytöstä.

Arviointitulosten ja palvelukokeilusta saatujen kokemusten perusteella voidaan suunnitella ja päättää mahdollisista jatkotoimista ja mahdollisesta seurantamenetelmän laajentamisesta. Esiselvitystyön aikana todettiin, ettei jatkosuunnitelmien tekeminen ennen palvelukokeilusta saatuja tuloksia ole tarkoituksenmukaista. Matkapuhelinpaikannuksen käyttökelpoisuus liikennetietojen keruussa selviää tarkemmin vasta kokeilemalla sitä käytännössä.

8 LÄHDELUETTELO

Eur-Lex (2001). Euroopan unioni on-line. Komission tiedonanto. Internet-sivut: www.europa.eu.int/ISPO/infosoc/telecompolicy/review99/review99fi.pdf (15.9.2001).

FITS (2001). FITS - Finnish Research and Development Programme on Intelligent Transport Systems Infrastructure and Services. Liikennetelematiikan rakenteiden ja palvelujen tutkimus- ja kehittämisohjelma 2001 – 2004. Ohjelman Internet-sivut: <http://www.vtt.fi/rte/projects/fits/> (15.9.2001).

Hautala R., Lähesmaa J., Kummala J., Bäckström J., Nurmela M., Vesala T. (2001). Standardien rajapintojen määrittely liikennetietojen välitykseen. Liikenne- ja viestintäministeriön mietintöjä ja muistioita B 15/2001. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.

HIIT (2001). NAVI-ohjelma. Säädöspuitteet-tukiprojektin Internet-sivut: <http://www.hiit.fi/de/saadospuitteet/indexfin.html> (15.9.2001)

ITS America. (2000). News. SERTI-Cell Phone as Probes Project. Internet-sivut: [http://www.itsa.org/itsnews.nsf/\\$All/E45A74C1E02DCB3A852569220072FE35?OpenDocument](http://www.itsa.org/itsnews.nsf/$All/E45A74C1E02DCB3A852569220072FE35?OpenDocument) (15.9.2001).

KAREN (2000). European ITS framework architecture. issue 1.0 (CD). European Commission. DG Information Society. Applications relating to transport and tourism.

LVM (1999). Liikenne- ja viestintäministeriön tiedotteita. Viestintä. 18.3.1999. Liikenne- ja viestintäministeriön Internet-sivut: www.mintc.fi (15.9.2001).

Lähteenmäki (2001). Jaakko Lähteenmäen paikannusmenetelmien esittelykalvot projektin työpajassa 1. 17.4.2001.

MLW (2001). Mobile Location Workshop. June, 2001 Espoo. Esitelmäaineisto saatavissa: <http://location.vtt.fi/mlw2001>

Mäkinen P., Ruoti K., Lähesmaa J., Lehtonen M., Oinas J., Ristola T., Appel K. (2000). Liikennetelematiikan kansallinen järjestelmäarkkitehtuuri. Arkkitehtuurikuvaus. Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B 5/2000. Helsinki: Liikenneministeriö.

Navi (2001a). NAVI-ohjelma 2000-2002. Henkilökohtainen navigointi. Ohjelman Internet-sivut: <http://www.vtt.fi/virtual/navi/> (15.9.2001).

Navi (2001b). NAVI-ohjelman teemaseminaari: Henkilökohtaisen navigoinnin oikeudelliset ja eettiset puitteet. 2.10.2001. Samuli Simojoki/ Helsinki Institute for Information Technology.

Rainio A. (2000). Henkilökohtainen navigointi. Markkinat, teknologia ja sovellukset. Espoo: VTT Tiedotteita 2037. Valtion teknillinen tutkimuskeskus.

Syrjärinne J. (2001a). Studies of modern techniques for personal positioning. Thesis for the degree of Doctor of Technology. Tampere: Tampere University of Technology.

Syrjärinne (2001b). GPSWorld Online verkkosivut. Wireless-Assisted GPS. Keeping Time with Mobiles by Jari Syrjärinne:
<http://www.gpsworld.com/0201/0201syr.html> (15.9.2001).

TEKES (2001). TEKES verkkosivut. Teknologiayhteistyöllä maailmalle. Sijainti ja yksityisyys paikannuksessa. Paikannusteknologiassa edelleen avoimia oikeudellisia kysymyksiä:
<http://www.tekes.fi/julkaisut/maailmalle/artikkelit/paikannusteknologia.html> (15.9.2001).

Tiehallinto (2000). Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat. Helsinki: Tiehallinto, Liikenteen palvelut.

Tiehallinto (2001). Liikenteen seurannan valtakunnallinen esiselvitys. Tiehallinnon selvityksiä 19/2001. Helsinki: Tiehallinto, Liikenteen palvelut.

USW (2001). U.S. Wireless Internet-sivut:
<http://www.uswcorp.com/USWCMainPages/our.htm> (15.9.2001).

9 LIITTEET

Kysely: GSM-paikannusta hyödyntävän matka-aikapalvelun pilotointi

1. Kyselyn tarkoitus ja luonne

Tähän kyselyyn lähetettyjen vastausten tarkoitus on antaa lisätietoja päätöksentekoon. Päätös koskee Tiehallinnon suunnitelmaa toteuttaa GSM-paikannusta hyödyntävä matka-aikapalvelu keväällä 2002.

Tähän kyselyyn vastaaminen ei sido vastaajia myöhemmin mahdollisesti lähetettävien tarjouspyyntöjen suhteen.

Kyselyn perusteella ei valita pilotin toteuttajaa.

Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti Tiehallinnossa (ks. kohta 4.).

2. Kyselyn kohde

Kyselyn kohde on pilottiversio GSM -paikannusta hyödyntävästä matka-aikapalvelusta. Pilotit toteutetaan valtatiellä 4 välillä Lahti - Heinola ja Kehä I:llä välillä Otaniemi - Pukinmäki. Yhteysvälit ja seurantalinkit on esitetty liitteinä olevissa kartoissa.

3. Vastaukset

Vastauksien tulisi sisältää vapaamuotoisesti esitettynä seuraavat asiat:

- Kuvaus palvelun teknisestä ratkaisusta, erityisesti käytetystä paikannusmenetelmästä sekä sen tarkkuudesta. Tekniselle kuvaukselle voivat aiheuttaa rajoituksia mahdolliset salassapitovelvoitteet, joita palvelun kehittämiseen saattaa liittyä. Käytetyt menetelmät ja tekniikat voivat osittain kuulua yrityssalaisuuden piiriin.
- Kuvaus palvelun toteuttamiseen osallistuvista organisaatioista sekä yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot.
- Koko pilotin kustannusarvio seuraavien luokkien mukaan: A) < 100 000 mk, B) 100 000 – 300 000, C) 300 000 – 600 000 D) > 600 000.

Vastauksissa tulee eritellä pilottikohteet toisistaan. Vastauksen voi antaa koskien vain toista tai molempia pilottikohteita.

Vastaukset pyydetään toimittamaan perjantaihin 14.9.2001 klo 16.00 mennessä tieinsinööri Timo Karhumäelle osoit-

teeseen: Tiehallinto / Liikenteen palvelut, PL 33, 00521
HELSINKI tai sähköpostilla Timo.Karhumaki@tiehallinto.fi.

4. Vastausten luottamuksellisuus

Vastauksessa tulee ilmoittaa selkeästi, mitkä vastauksen osat ovat julkisuudessa hyödynnettävää avointa tietoa ja mitkä osat ovat luottamuksellista salaista tietoa. Avointa tietoa voidaan hyödyntää esiselvityksen yhteydessä.

5. Pilotin yleiset tavoitteet

Pilotille voidaan tässä vaiheessa määritellä seuraavat tavoitteet:

- Pilotin tulee tuottaa ensisijaisesti luotettava matka-aikaestimaatti pilottikohteissa esitetyillä linkeillä ja yhteysväleillä
- Pilotin tulisi tarjota vertailukohde nykyisille rekisteritunnuksen tunnistamiseen perustuville järjestelmille
- Pilotin pohjalta pitäisi pystyä arvioimaan matkapuhelinpaikannuksen kustannustehokkuutta sekä mittaustuloksia verrattuna nykyisiin järjestelmiin.

Lisäksi hyvä pilotti...

- ... toimii Suomessa käytössä olevissa matkapuhelinoperaattoreiden GSM-verkoissa
- ... tukee käytössä olevaa matkapuhelinkantaa
- ... täyttää liikenteen seurannan tarkkuudelle asetetut vaatimukset
- ... takaa yksityisyyden suojan
- ... on taloudellisesti kannattavalla pohjalla kaikkia osapuolia silmällä pitäen.

6. Pilotin tiedolliset ja laadulliset tavoitteet

Pilottipalvelun pitäisi tuottaa Tiehallinnolle ainakin seuraavia tietoja ajantasaisesti:

- yksittäiset matka-aikahavainnot suunnittain kultakin linkiltä ja yhteysväleiltä (lähtöaika, saapumisaika)
- mittauksiin perustuva keskimääräinen matka-aika sovituilta tieosilta suunnittain (linkit, yhteysvälit)

Tiedonsiirron määrittely tehdään tarkemmin pilottia käynnistettäessä.

Keskimääräinen matka-aika halutaan liikenteen hallinnan edellyttämällä laatu-asteella:

- valtatiellä 4 tarkkuus $\pm 5\%$ ja tiedon päivitysväli enintään 5 minuuttia
- Kehä I:llä tarkkuus $\pm 5\%$ ja tiedon päivitysväli enintään 1 minuutti.

7. Pilotin aikatauluun liittyvät tavoitteet

Alustavasti mietityn aikataulun mukaisesti tarjouspyynnöt lähetettäisiin joulukuussa 2001. Tarjousaika on noin 1 kuukausi. Valinta tehdään tammikuussa 2002. Tiehallinto voi hyväksyä yhden tai useampia tarjouksia pilotin toteuttamiseen yhdessä tai molemmissa kohteissa.

Pilottipalvelun tulee olla täysin toiminnassa ajanjaksolla 25.3.2002 - 30.6.2002. Pilottipalvelun mahdollisesta jatkamisesta sovitaan erikseen.

8. Pilotin rahoitus

Tiehallinto on mahdollisen pilotin tilaaja ja päärahoittaja. Pilotit voivat olla liikenne- ja viestintäministeriön FITS -ohjelman palvelupilotteja. Tällöin myös ministeriö voi osallistua hankkeen rahoittamiseen. Yritys voi hakea rahoitusta tuotekehitykseen myös TEKESistä (esim. NETS-ohjelma).

9. Tausta-aineisto

Vastauksen laatimista varten annetaan tiedostomuodossa seuraava tausta-aineisto:

- Raporttiluonnos Tiehallinnon teettämästä esiselvityksestä 'Matkapuhelinpaikannuksen hyödyntäminen liikenteen seurannassa'
- Liikenteen seurannan valtakunnallinen esiselvitys
- Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat
- Tiehallinnon toimittama aineisto pilottikohteiden linkeistä ja liittymäväleistä

Tiehallinnon selvitykset nykyisistä Kehä I:n ja Vt 4: rekisterikilpien tunnistukseen perustuvista matka-aikojen mittausjärjestelmistä.

10. Lisätietoja

Lisätietoja antavat tieinsinööri Timo Karhumäki, puh. 0204 22 448 / Timo.Karhumaki@tiehallinto.fi ja tieinsinööri Sami Luoma 0204 22 2406 / Sami.Luoma@tiehallinto.fi.

LIITTEET

Raporttiluonnos: "Matkapuhelinpaikannuksen hyödyntäminen liikenteen seurannassa" (pdf-tiedosto)

Raportti: "Rekisterikilpien tunnistamiseen perustuva liikenteen automaattinen matkanopeuden seuranta" (pdf-tiedosto)

Raportti: "Vt 4 Lahti-Heinola matka-ajan seuranta- ja informaatiojärjestelmän toiminnan arviointi" (pdf-tiedosto)

Raportti: "Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat" (pdf-tiedosto)

Raportti: "Liikenteen seurannan valtakunnallinen esiselvitys" (pdf-tiedosto)

Kartta Kehä I:n havaintopisteistä (wmf-tiedosto)
Kartta vt 4:n havaintopisteistä (wmf-tiedosto)

JAKELU

| | |
|--------------------|--------------------------|
| Laitinen Heikki | VTT Tietotekniikka |
| Lähteenmäki Jaakko | VTT Tietotekniikka |
| Laitakari Ismo | Benefon Oyj |
| Murto Juhani | Nokia |
| Hakkarainen Harri | DNA Finland Oy |
| Kalliovaara Timo | DNA Finland Oy |
| Pitkänen Kaija | Kuopion Puhelin Oyj |
| Knuuttila Olli | Radiolinja Oy Ab |
| Halttunen Lasse | Finnnet-liitto ry |
| Samuel Salmenlinna | Locus Portal Corporation |
| Tero Heinonen | Locus Portal Corporation |
| Järvi Hannu | Sonera Oyj |
| Jakonen Jari | Sonera Oyj |
| Seija Tiainen | Sonera Oyj |

Liikenteen hallinnan palveluiden sisällöstä johdetut vaatimukset liikenteen seurannalle (laadittu työpajassa 6.6.2001)

| Palvelu / Toiminto | Tiedon sisältö käyttäjäraja- pinnassa | | Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus (E = mittausvirhe) | | Mahdollisesti pilotissa sovellettava paikannusmenetelmä |
|---|--|--|--|---|--|-------------------|--|
| | Loppukäyttäjä | Liikennekeskus | Muokattu (calculated) | Mitattu (measured) | Seurantalinkin pituus | E % | |
| TIEDOTUS LIIKENTEEN SUJUVUUDESTA Tieliikennejärjestelmä n liikennetilanne ja lyhyen aikavälinennuste | <ul style="list-style-type: none"> • Liikennetilanne-luokka linkkikohtaisesti ja/tai yhteysväleittäin nykytilanne ja ennustettu tilanne (5...60 min) • Matka-aika yhteysväleittäin | <ul style="list-style-type: none"> • Liikennetilanne-luokka kuten loppukäyttäjälle • Luokituksen perustana olevat tunnusluvut kuten liikennemäärä, keskinopeus, matka-aika, kuormitusaste, keskinopeuden ja vapaan liikennevirran nopeuden suhde (SPR) • Tunnuslukujen kehityssuunta | Mittauspisteessä kustakin mittausjaksosta (1 min) <ul style="list-style-type: none"> • Kokonaisliikenne määrä • keskinopeus tai tasoitettu keskinopeus Linkkikohtaisesti <ul style="list-style-type: none"> • matka-aika • matkanopeus • mittauspisteiden tiedoista yhdistetty keskinopeus tai tasoitettu keskinopeus | Mittauspisteessä mitataan kaistakohtaisesti <ul style="list-style-type: none"> • ajoneuvon ohitus, ohitusaika ja nopeus • ajoneuvon / laitteen "sormenjälki" matkamittauksessa | TY1: 5 – 10 km TY2: 20 – 100 km TY3: 1 – 5 km TY4: 0,5 – 3 km | 5 10 5 5 | Toimintaympäristöön (TY) 1 ja 2 <ul style="list-style-type: none"> • Cell-id • Cell-id + Rx • Cell-id + Ta • Cell-id + Rx + Ta • Database Correlation Toimintaympäristöön 3 ja 4 <ul style="list-style-type: none"> • Edellisten menetelmien suurena haasteena on vaadittavat lyhyet linkkipituudet • GPS: Erytisryhmien käytössä ja seurannassa mm. ammattiliikenne, koordinaattien lähetys • Database Correlation Seuraavat menetelmät edellyttävät laajassa käytössä vielä investointeja joko infraan tai ohjelmistoihin, mutta ovat kuitenkin vartenotettavia vaihtoehtoja tulevaisuudessa. <ul style="list-style-type: none"> • Mm. A-GPS, TOA, E-OTD |

Toimintaympäristöt

TY1 = Moottoriväylät
 TY2 = Pääteiden runkoverkko
 TY3 = Päätieverkon ongelmakohteet
 TY4 = Pääkaupunkiseutu
 TY5 = Muut suuret kaupunkiseudut
 TY6 = Muut tiet

| Palvelu / Toiminto | Tiedon sisältö käyttäjäraja- pinnassa | | Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus (E = mittausvirhe) | | Mahdollisesti pilotissa sovellettava paikannusmenetelmä |
|---|---|---|--|---|--|--------|---|
| | Loppukäyttäjä | Liikennekeskus | Muokattu (calculated) | Mitattu (measured) | Seurantalinkin pituus | E % | |
| TIEDOTUS LIIKENTEEEN HÄIRIÖISTÄ Tieto tieliikennejärjestelmäs- sä olevista odottamattomista ja muista häiriöistä (onnettomuudet, esteet, tapahtumat...) | <ul style="list-style-type: none"> • Häiriö- ja tapahtumatiedot e, joka sisältää tiedot: häiriön tyyppi, paikka, kesto, vaikutukset, vaihtoehtoiset reitit • Tilanne ohi- tieto | <ul style="list-style-type: none"> • Häiriöilmoitukset • Maastosta saadut tilanneilmoitukset • Kamerakuva • | <ul style="list-style-type: none"> • Varmistettu häiriötieto • | <ul style="list-style-type: none"> • Ilmoitukset tieverkolla olevista häiriöistä • Kamerakuva (image) | <ul style="list-style-type: none"> • Liittymäväli • Ajoina (2- ajorataisilla teillä) | | <ul style="list-style-type: none"> • GPS • Viranomaisen tai tienkäyttäjän puhelimien paikannus, ilmoituksen tapahtuessa, koordinaattien lähetyk- <p>Seuraavat menetelmät sovellettavissa "paikannuspyyntö tapauksissa". Viranomaisen tai tienkäyttäjän paikannus, ilmoituksen tapahtuessa tai pyynnöstä.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cell-id • Cell-id + Rx • Cell-id + Ta • Cell-id + Rx + Ta <ul style="list-style-type: none"> • 112 paikannuksen ja paikannusmenetelmän soveltaminen <ul style="list-style-type: none"> • Database Correlation <p>Jos tavoitteena on saavuttaa tarkka paikka on GPS tällä hetkellä soveltuvin menetelmä.</p> <p>Seuraavat menetelmät edellyttävät laajassa käytössä vielä investointeja joko infraan tai ohjelmistoihin, mutta ovat kuitenkin varteenotettavia vaihtoehtoja tulevaisuudessa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mm. A-GPS, TOA, E-OTD |

| Palvelu / Toiminto | Tiedon sisältö käyttäjäraja- pinnassa | | Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus (E = mittausvirhe) | | Mahdollisesti pilotissa sovellettava paikannusmenetelmä |
|---|--|---|--|--|---|--------|--|
| | Loppukäyttäjä | Liikennekeskus | Muokattu (calculated) | Mitattu (measured) | Seurantalinkin pituus | E % | |
| TIEDOTUS TIETÖISTÄ Tieto tien rakennus-, parannus-, hoito- ja päällystystöistä yms. liikennettä haittaavista toimista Myös erikoiskuljetukset ja VAK kuljetukset | <ul style="list-style-type: none"> • Tietyötiedote, joka sisältää tiedot: paikka, kesto, vaikutukset, haitta vaihtoehtoiset reitit • Tietyökartta (paperi ja internet) | <ul style="list-style-type: none"> • Tietyötietokanta • Tiedotteet • Symbolit karttapohjalla | <ul style="list-style-type: none"> • Varmistettu tieto työmaan sijainnista • Ilmoitusten päivitys tietyötietokantaan | <ul style="list-style-type: none"> • Ilmoitukset urakoitsijoilta työmaan sijainnista • | <ul style="list-style-type: none"> • Tietyön alku ja loppupiste • < 0,5 km | | <ul style="list-style-type: none"> • GPS • Viranomaisen tai tienkäyttäjän puhelimien paikannus, ilmoituksen tapahtuessa, koordinaattien lähetys <p>Seuraavat menetelmät sovellettavissa "paikannuspyyntö tapauksissa". Viranomaisen tai tienkäyttäjän paikannus, ilmoituksen tapahtuessa tai pyynnöstä.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cell-id • Cell-id + Rx • Cell-id + Ta • Cell-id + Rx + Ta <p>• Database Correlation</p> <p>Jos tavoitteena on saavuttaa tarkka paikka on GPS tällä hetkellä soveltuvin menetelmä.</p> <p>Seuraavat menetelmät edellyttävät laajassa käytössä vielä investointeja joko infraan tai ohjelmistoihin, mutta ovat kuitenkin varteenotettavia vaihtoehtoja tulevaisuudessa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mm. A-GPS, TOA, E-OTD |

| Palvelu / Toiminto | Tiedon sisältö käyttäjärajapinnassa | | Tarvittava liikennetieto | | Tarkkuusvaatimus (E = mittausvirhe) | | Mahdollisesti pilotissa sovellettava paikannusmenetelmä |
|--|--|--|---|---|--|--------|---|
| | Loppukäyttäjä | Liikennekeskus | Muokattu (calculated) | Mitattu (measured) | Seurantalinkin pituus | E % | |
| YKSILÖLIIKENTEEEN HÄIRIÖTILANTEEN HOITAMINEN Epätavallisen liikennetilanteen havaitseminen ja tunnistaminen sisältäen onnettomuudet. Toimenpiteisiin ryhtyminen ja liikenteen ohjaus normaalien liikenneolojen palautumiseen saakka. | <ul style="list-style-type: none"> • Häiriötiedote • Varoitus ja sitä täydentävä viesti tien varressa • Liikennevalo-ohjaus • Kaistaohjaus | <ul style="list-style-type: none"> • Häiriöilmoitukset • Maastosta saadut tilanneilmoitukset • Kamerakuva | <ul style="list-style-type: none"> • Varmistettu häiriötieto | <ul style="list-style-type: none"> • Ilmoitukset tieverkolla olevista häiriöistä • Kamerakuva (image) | | | <ul style="list-style-type: none"> • GPS • Viranomaisen tai tienkäyttäjän puhelimen paikannus, ilmoituksen tapahtuessa, koordinaattien lähetyks <p>Seuraavat menetelmät sovellettavissa "paikannuspyyntö tapauksissa". Viranomaisen tai tienkäyttäjän paikannus, ilmoituksen tapahtuessa tai pyynnöstä.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cell-id • Cell-id + Rx • Cell-id + Ta • Cell-id + Rx + Ta <ul style="list-style-type: none"> • 112 paikannuksen ja paikannusmenetelmän soveltaminen • Database Correlation <p>Jos tavoitteena on saavuttaa tarkka paikka on GPS tällä hetkellä soveltuvin menetelmä.</p> <p>Seuraavat menetelmät edellyttävät laajassa käytössä vielä investointeja joko infraan tai ohjelmistoihin, mutta ovat kuitenkin varteenotettavia vaihtoehtoja tulevaisuudessa.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mm. A-GPS, TOA, E-OTD |

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-813-0
TIEH 3200707