



Eetu Pilli-Sihvola, Heidi Auvinen, Mikko Tarkiainen &
Raine Hautala

Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut

| Palveluiden nykytila

ISBN 978-951-38-7516-9 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)
ISSN 1459-7683 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2011

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 4374



Tekijä(t) Eetu Pilli-Sihvola, Heidi Auvinen, Mikko Tarkiainen & Raine Hautala		
Nimeke Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut Palveluiden nykytila		
Tiivistelmä Tutkimuksessa selvitettiin liikenteen paikkasidonnaisten palveluiden kansainvälinen tilanne ja tunnistettiin erityisesti ajoneuvojen eurooppalaisten viranomaispalveluiden eCall-hätäviestijärjestelmän ja sähköisen tienkäyttömaksujärjestelmän EETS:n kannalta olennaiset palvelut ja konseptit. Työ oli osa laajempaa PASTORI-projektia, jossa kehitettiin nykyaikaista teknologiaa hyödyntävien liikenteen paikkasidonnaisten palveluiden liiketoimintamalleja ja toteutusratkaisuja. Jos Suomeen halutaan toteuttaa koko maan tieverkon kattava EETS-yhteensopiva tienkäyttömaksujärjestelmä maksujen keräämiseksi myös ulkomaisilta tienkäyttäjiltä, on satelliittipaikannuspohjainen ratkaisu ainoa realistinen teknologiavaihtoehto. Sen sijaan kaupunkiympäristössä pelkkään satelliittipaikannukseen perustuvia maksujärjestelmiä on vaikea toteuttaa paikannuksen tarkkuuden ja toimivuuden heiketessä merkittävästi rakennusten keskellä. Tässä tapauksessa tarvitaan myös avusteisia paikannusjärjestelmiä. Viranomaispalveluita kehitettäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota yksilönsuojaan ja tietoturvaan. Valittavat toteutusratkaisut on testattava avoimesti ja läpinäkyvästi, jotta palveluiden käyttäjille muodostuu oikea käsitys siitä, mitä tietoja palvelut keräävät, mihin näitä tietoja käytetään, kuka niitä saa käyttää ja kuinka kauan niitä säilytetään. Niin eCall- kuin EETS-viranomaisperuspalvelunkin ympärille on suunniteltu yhdistettävän lisäarvoa tarjoavia palveluita houkuttelevan kokonaisuuden aikaansaamiseksi. Kaupallisten palveluiden ja älypuhelinien suosion nopea nousu on kuitenkin saanut aikaan sen, että järjestelmiin järkevästi yhdistettävien palveluiden määrä on rajallinen. Kyseen voisivat lähinnä tulla erilaiset säätelyalaiset palvelut, kuten ajotapaan ja -määrään pohjautuvat vakuutusmaksut, kalustonhallintaratkaisut sekä ajoneuvolaitteen käyttäminen maksuvälineenä. Myös pysäköintipalvelut vaikuttavat lupaavilta.		
ISBN 978-951-38-7516-9 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Working Papers 1459-7683 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinumero 32426
Julkaisu-aika Heinäkuu 2011	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivu- 59 s.
Projektin nimi PASTORI	Toimeksiantaja(t) TEKES	
Avainsanat ITS, location-based services, LBS, eCall, EETS, value-added services, Pastori	Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4520 Faksi 020 722 4374	



Series title, number and
report code of publication

VTT Working Papers 174
VTT-WORK-174

Author(s) Eetu Pilli-Sihvola, Heidi Auvinen, Mikko Tarkiainen & Raine Hautala		
Title Traffic-related location-based services State-of-the-art		
Abstract <p>The state-of-the-art of traffic-related location-based services was mapped out in the study, and services and concepts relevant to the Pan-European in-vehicle emergency call (eCall) and European Electronic Toll System (EETS) were identified. The work was carried out as a part of the larger PASTORI project that focused on developing business models and implementation solutions for traffic-related location-based services utilizing the latest technology.</p> <p>Solutions based on satellite positioning are the only realistic options for implementing a national EETS-compatible toll system in Finland. In urban environments assisted and hybrid positioning solutions have to be used to achieve the accuracy and functionality required by toll systems.</p> <p>When developing services administered by authorities special attention needs to be paid to privacy and information security. The implementations that are chosen should be tested openly and transparently so that service users can get a clear picture of what information the services collect, what this information is used for, who has access to the information and for how long the information is stored.</p> <p>There have been plans to combine value-added services to both the eCall and EETS services to make them more appealing. However, the explosive growth in the popularity of commercial services and smartphones has limited the kind of services that could sensibly be combined with eCall and EETS. Regulated services like insurances fees based on driven kilometres and driving behavior, fleet management solutions and using the on-board unit as a method payment are examples of these kinds of services. Parking services also show some potential.</p>		
ISBN 978-951-38-7516-9 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Series title and ISSN VTT Working Papers 1459-7683 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Project number 32426
Date July 2011	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 59 p.
Name of project PASTORI	Commissioned by TEKES	
Keywords ITS, location-based services, LBS, eCall, EETS, value-added services, Pastori	Publisher VTT Technical Research Centre of Finland P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 20 722 4520 Fax +358 20 722 4374	

Alkusanat

Paikkasidonnaisten liikenteen palveluiden nykytilan selvitys tehtiin osana Tekesin, Elisän, Indagonin, Logican, Mediamobile Nordicin, Semelin, Tapiolan, liikenne- ja viestintäministeriön, Liikenteen turvallisuusvirasto TraFin ja VTT:n rahoittamaa PASTORI-tutkimusprojektia. Projektin keskeisinä lähtökohtina olivat palveluiden kustannustehokkaan paketoinnin ja monipalveluratkaisun mahdollistamat avoimet ratkaisut, yritysten ja viranomaisten väliset uudet innovatiiviset yhteistyömallit sekä paikannustapahtumien hyödyntäminen useassa eri palvelussa ja sovelluksessa.

PASTORIssa kehitettiin nykyaikaista teknologiaa hyödyntävien liikenteen paikkasidonnaisten palveluiden liiketoimintamalleja, kuvattiin palveluiden arkkitehtuurit yleisellä tasolla ja tarkemmalla tasolla avainpalveluiden (eurooppalainen ajoneuvojen hätäviestijärjestelmä eCall ja sähköinen tienkäyttöjärjestelmä EETS) toiminnalliset arkkitehtuurit ja vaatimukset sekä standardointitilanne. PASTORIn rinnalla toteutettiin yritysveltoinen SUNTIO-projekti, jossa todennettiin konkreettisten pilottien avulla PASTORIssa tuotettujen liiketoimintamallien ja teknisten ratkaisujen toimivuutta.

Tämän PASTORI-projektin osaraportin tavoitteena on antaa yleiskuva liikenteen paikkasidonnaisten palveluiden nykytilasta sekä tunnistaa erityisesti eCallin ja EETS:n kannalta olennaiset nykyiset palvelut ja konseptit suunniteltaessa uusien kaupallisten lisäarvopalveluiden mahdollista integrointia näihin viranomaispalveluihin.

Projektin johtoryhmään kuuluivat liikenne- ja viestintäministeriöstä Seppo Öörni (puheenjohtaja), Tekesistä Janne Peräjoki, Elisasta Kim Tikkanen, Indagonista Matti Lankinen, Logicasta Sami Sahala, Mediamobile Nordicista Jussi Kiuru, TraFista Juhani Intosalmi sekä VTT:stä Heikki Kanner, Armi Vilkmán ja Raine Hautala.

Kesäkuussa 2011

Teknologian tutkimuskeskus VTT, Espoo

Raine Hautala, projektipäällikkö

Sisällysluettelo

Alkusanat.....	5
Käsitteet ja lyhenteet.....	8
1. Johdanto	10
2. Paikkasidonnaiset palvelut	12
2.1 Sijaintitieto.....	12
2.2 Päätelaitte.....	13
2.3 Tiedonsiirto.....	13
2.4 Kontekstittietoisuus.....	14
2.5 Palveluiden luokittelu	15
2.5.1 Pakolliset ja säätelyalaiset palvelut.....	15
2.5.1.1 Häätäpalvelut	15
2.5.1.2 Tienkäyttömaksut	16
2.5.1.3 Liikenteen hallinta.....	17
2.5.1.4 Kuljettajan ja ajamisen tuki.....	18
2.5.1.5 Liikenneturvallisuuden parantaminen tasoristeyksissä.....	18
2.5.2 Kaupalliset palvelut.....	19
2.5.2.1 Navigointi ja reitinopastus	19
2.5.2.2 Palveluiden ja kohteiden haku.....	20
2.5.2.3 Liikenne- ja säätiedot.....	20
2.5.2.4 Paikkasidonnainen mainonta.....	21
2.5.2.5 Logistiset sovellukset.....	22
2.5.2.6 Ajopäiväkirja.....	22
2.5.2.7 Käyttöön perustuvat vakuutukset.....	22
2.5.2.8 Ajoneuvojen jäljitys	23
2.5.2.9 Autojen huoltopalvelut.....	23
2.5.2.10 Muut palvelut.....	23
3. Palveluiden nykytila	25
3.1 Tienkäyttömaksut	25
3.1.1 Kaupunkien tienkäyttömaksut, ruuhkamaksut	25
3.1.2 Tieverkoston, siltojen ja tunneleiden tienkäyttömaksut.....	27
3.2 Ajoneuvovalmistajien palvelupaketit	29
3.2.1.1 Ford Sync.....	29
3.2.1.2 OnStar	29
3.2.1.3 BMW ConnectedDrive	30
3.2.1.4 Mercedes mbrace.....	30
3.3 Muut palvelut.....	30
3.3.1 Mobile Millennium	31
3.3.2 IM@GINE IT.....	32
3.3.3 City Car Club.....	32
3.3.4 VICS	32
3.3.5 Digitraffic	33

4. Tulevaisuuden avainpalvelut	35
4.1 EETS	35
4.2 eCall	37
4.3 Lisäarvopalvelut.....	38
5. Erityishuomiota vaativat kysymykset	40
5.1 Keskitetty käyttäjätili	40
5.2 Ajoneuvolaite.....	40
5.3 Tietojen kerääminen ja yksityisyydensuoja.....	42
5.4 Maksaminen.....	44
5.5 Tienkäyttömaksujärjestelmien erityiskysymyksiä.....	45
5.5.1 Sopimus- ja liiketoimintamallit.....	45
5.5.2 Asenneilmapiirin vaikutus.....	48
6. Yhteenveto	50
Lähdeluettelo	52

Käsitteet ja lyhenteet

3G	Kolmannen sukupolven (3 rd Generation) matkapuhelin-tekniologiat, mm. CDMA ja HSPA
4G	Neljännän sukupolven (4 th Generation) matkapuhelintekniologiat, mm. WiMAX ja LTE
ANPR	Automaattinen rekisterikilven tunnistaminen (Automatic Number Plate Recognition)
ASECAP	Association Européenne des Concessionnaires d'Autoroutes et d'ouvrages à Péage (Euroopan maksullisten moottoriteiden, siltojen ja tunnelien yhdistys)
CESARE	Common electronic fee collection system for a road tolling European service
COMPASS	Kiinan satelliittipaikannusjärjestelmä
DATEX I/II	Liikennetiedon esitysformaatti
DSRC	Lyhyen kantaman tiedonsiirtotekniologia (Dedicated Short-Range Communications)
eCall	Eurooppalainen ajoneuvojen hätäviestijärjestelmä (Pan-European in-vehicle emergency call)
EETS	Eurooppalainen sähköinen tienkäyttömaksujärjestelmä (European Electronic Toll Service)
EU	Euroopan unioni
FSD	eCall-järjestelmään liittyvä laajempi tietopaketti ajoneuvon ja onnettomuuden tiedoista (full set of data)
GALILEO	Euroopan avaruusjärjestön ja Euroopan unionin kehittämä satelliittipaikannusjärjestelmä
GLONASS	Maailmanlaajuinen venäläinen satelliittipaikannusjärjestelmä
GNSS	Maailmanlaajuisista paikannusta tarjoava satelliittijärjestelmä (Global Navigation Satellite System)
GPRS	Langaton tiedonsiirtotekniologia (General Packet Radio Service)

GPS	Maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä (Global Positioning System), joka on kehitetty Yhdysvalloissa
GSM	Matkapuhelinteknologia (Global System for Mobile Communications)
LBS	Paikkasidonnainen palvelu (location-based service) – palvelu, joka hyödyntää tietoa käyttäjän sijainnista tarjoamassaan sisällössä tai toiminnallisuuksissa
LTE	Neljännän sukupolven matkapuhelinteknologia (Long Term Evolution)
MPS	Mobiili paikannusjärjestelmä (Mobile Positioning System)
MSD	eCall-järjestelmään liittymä vähimmäistietopaketti onnettomuuden ja ajoneuvon tiedoista (minimum set of data)
NFC	Lyhyen kantaman RFID-tiedonsiirtoteknologia (Near Field Communication)
NORITS	Pohjoimaiden alueella yhteensopivat tiemaksujärjestelmät (Nordic interoperable tolling systems)
PND	Henkilökohtainen navigointilaite (personal navigation device) – laite, jota käytetään ensisijaisesti ajoneuvossa tai kävellessä reitin etsimiseen haluttuun kohteeseen
PPP	Liiketoimintamalli, jossa julkinen ja yksityinen sektori toimivat yhteistyössä rahoittajina (Public Private Partnership)
RCI	Tiemaksujärjestelmien yhteensopivuus (Road Charging Interoperability)
UCPI	Verkkopaikannusmenetelmä, solutunnistus (Unique Cell Point Identification)
WiMAX	Neljännän sukupolven matkapuhelinteknologia (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
WLAN	Langaton keskipitkän kantaman tiedonsiirtoteknologia (Wireless Local Area Network)

1. Johdanto

Tieto- ja tietoliikennetekniikan sekä paikannusteknologioiden kehittyminen ovat mahdollistaneet paikkasidonnaisten palvelujen syntymisen ja kehittymisen. Keskeisessä asemassa näissä palveluissa on tieto käyttäjän sijainnista. Paikkasidonnaisilla palveluilla on useita viranomaissovelluksia, kuten automaattinen hätäkutsu ja tienkäyttömaksut. Kaupallisista palveluista yleisimpiä ja tunnetuimpia ovat navigointi ja reitinopastus sekä erilaisten kohteiden paikantaminen.

Mahdollisuus paikantaa laitteita ja niitä käyttäviä ihmisiä teknologian keinoin on avannut kokonaan uuden pelikentän erilaisten sijaintiin pohjautuvien sovellusten ja palveluiden kehittämiseen. Matkapuhelinverkossa tapahtuvalla verkkopaikannuksella voidaan selvittää matkapuhelimen käyttäjän sijainti parhaimmillaan kymmenien tai satojen metrien tarkkuudella. Satelliittipaikannus mahdollistaa paikannuksen jopa metrien tarkkuudella olosuhteiden ja paikan ollessa suotuisia. Katvealueilla, kuten laaksoissa, kaupunkien keskustoissa ja rakennusten sisällä, tarvitaan puolestaan vaihtoehtoisia paikannusmenetelmiä, jotta sijainti voidaan määrittää riittävällä tarkkuudella.

Tietoliikenneteknologia on kehittynyt viimeisten vuosien aikana hurjaa vauhtia. 1980- ja 1990-lukujen NMT-verkot ovat vaihtuneet GSM-verkoiksi, ja uudet 3G-verkotkin ovat lähivuosina vaihtumassa 4G-teknologiaa hyödyntäviksi. Internetin langaton käyttö joko kannettavalla tietokoneella tai älypuhelimella on jo arkipäivää, joten internet on tekemässä tuloaan myös ajoneuvoihin.

Paikkatietoa hyödynnetään jo liikennealan sovelluksissa navigoinnista joukkoliikenteeseen. Monessa eri hankkeessa on laadittu arkkitehtuureja paikkatiedon ja paikannuksen hyödyntämiseen liittyen, mutta näiden hyödyllisyys ja yhteensovittaminen eri sovellusalueilla on hankalaa.

Tämän raportin tarkoitus on antaa yleiskuva paikkasidonnaisista palveluista ja niiden nykytilasta erityisesti liikenteessä. Erityisesti raportissa pyritään kartoittamaan yleiseurooppalaisten autojen hätäviestijärjestelmä eCallin ja sähköisen tienkäyttöjärjestelmä EETS:n kannalta olennaiset nykyiset palvelut ja konseptit. Tämä tarkoittaa perehtymistä tunnistettujen palveluiden liiketoimintamalleihin, toteutuksiin, kehittämistarpeisiin ja muihin kokemuksiin.

Raportti jakautuu neljään osaan. Toisessa luvussa esitellään paikkasidonnaiset palvelut käsitteenä ja kuvataan lyhyesti niiden erilaisia sovelluksia. Kolmannessa luvussa kuvataan tunnistettujen palveluiden nykytila, ja neljännessä luvussa esitellään suunnitellut tulevaisuuden palvelut eCall ja EETS. Viimeisessä, viidennessä luvussa nostetaan esille selvityksen pohjalta poimittuja avainaiheita ja pulmakysymyksiä, jotka on koettu olennaisiksi paikkasidonnaisten liikenteen palveluiden kannalta.

Tunnistetut palvelut koostuvat erityyppisistä tienkäyttömaksuista, ajoneuvovalmistajien tarjoamista merkkikohtaisista palvelupaketeista sekä muista paikannusta hyödyntävistä liikenteen palveluista. Tienkäyttömaksut ovat tyypillisimmillään joko tieinfrastruktuurin rahoitusinstrumentti tai kaupunkien ruuhkautumisen hallintatyökalu. Ajoneuvovalmistajien kaupalliset palvelut taas keskittyvät hyvin monipuolisiin turvallisuus-, viihde-, reitti- ja navigointipalveluihin. Muista palveluista tunnistettiin muun muassa Mobile Millennium -hanke, jossa ajoneuvojen paikannustietojen perusteella tuotetaan ja välitetään liikennetietoja tienkäyttäjille.

Hätäviestijärjestelmä eCall ja sähköinen tienkäyttöjärjestelmä EETS ovat Euroopan unionin ajamia paikannustietoja hyödyntäviä tulevaisuuden palvelukokonaisuuksia. Yhteiseurooppalaisten järjestelmien käyttöönotto vaatii kuitenkin laajaa taustatyötä yhteisten pelisääntöjen sopimiseksi, mikä onkin hidastanut näiden palveluiden suunniteltuja käyttöönoton aikatauluja. Mahdollisuuksien, vaatimusten ja rajoitteiden tunnistaminen on juuri nyt ajankohtaista myös näiden viranomaispalveluiden rinnalla toimivien, mahdollisesti samaa toiminta-alustaa hyödyntävien lisäarvopalveluiden kehitystyön kannalta.

Selvityksen pohjalta nousseita avainaiheita ovat muun muassa teknologiavalinnat ja tunnistetut uudet teknologiaratkaisut. Näitä teknologiaan liittyviä aiheita ja paikkasidonnaisten palveluiden tulevaisuudennäkymiä käsitellään yksityiskohtaisemmin PASTORI-projektin raportissa Teknologia ja arkkitehtuurit. Keskeisiä pulmakysymyksiä on nostettu esiin liittyen esimerkiksi käyttäjätietojen hallinnoimiseen, yksityisyydensuojakysymyksiin ja liikenteen palveluiden eri osapuolten välisiin rooleihin.

Raportin aineistona on käytetty liikenteeseen ja palveluiden käyttämiseen liittyvää lainsäädäntöä (direktiivit, lait ja asetukset), tieteellisiä artikkeleja, konferenssiesitelmiä, tekniikan alan uutisia, markkinatutkimuksia ja asiantuntijoiden tietämystä. Käytetty aineisto on eritelty raportin lähdeluettelossa.

Menetelmänä raportin kirjoittamisessa käytettiin ensisijaisesti kirjallisuusselvityksiä sekä asiantuntijahaastatteluja. Raportissa on hyödynnetty myös alan asiantuntijoiden työpajojen keskusteluista saatua palautetta.

2. Paikkasidonnaiset palvelut

Paikkasidonnaiset palvelut, englanniksi *location-based services* (LBS), perustuvat niimensä mukaisesti tietoon palvelun käyttäjän sijainnista. Paikkasidonnaisia palveluita voidaan luokitella monella eri tavalla. Ne voivat siirtää tietoa tietoliikenneyhteyden ylitse ja ottaa sitä myös vastaan tai käsitellä sitä vain paikallisesti.

Palvelut voivat toimittaa tietoa automaattisesti tai vain sitä erikseen pyydettyä. Ne voivat hyödyntää ajantasaista tai historiatietoa, ja ne voidaan suunnata joko yksityishenkilöille tai yritysasiakkaille. Palveluiden käyttötarkoituksen mukaan ne voidaan myös jakaa pakollisiin, säätelynalaisiin tai kaupallisiin palveluihin.

2.1 Sijaintitieto

Paikkasidonnaiset palvelut rakentuvat tiedolle käyttäjän sijainnista. Tämä sijaintitieto saadaan paikantamalla käyttäjän päätelaite jollain käytettävissä olevalla paikannusmenetelmällä tai useamman menetelmän yhdistelmällä. Paikannusmenetelmistä ja -teknologioista kerrotaan tarkemmin PASTORI-projektin raportissa Teknologia ja arkkitehtuurit [81].

Paikantamalla saatu sijaintitieto voi olla eri muodossa menetelmästä riippuen, joten se voidaan joutua vielä muuttamaan palvelun vaatimaan muotoon. Satelliittipaikannus (esimerkiksi GPS) antaa sijaintitiedon koordinaatteina, jotka voidaan käyttötarkoituksesta riippuen joutua vielä yhdistämään esimerkiksi katuosoitteeseen (*geolocation*). Päinvastaista prosessia, eli tieosoitteen muuttamista koordinaateiksi, kutsutaan puolestaan osoitehauksi (*geocoding*).

Koordinaatteihin perustuvan sijainnin määrittelyä yksiselitteisesti on huomioitava, mitä koordinaattijärjestelmää koordinaatit noudattavat. Koordinaattijärjestelmiä on monia erilaisia: GPS-järjestelmä käyttää WGS-84-koordinaattijärjestelmää, kun taas Suomessa on perinteisesti käytetty EUREF-FIN- ja kartastokoordinaattijärjestelmiä (lyhennettynä KKJ). Nykyään WGS-84-koordinaattijärjestelmää käytetään yleisesti Suomessa. Halutun sijainnin koordinaatit voidaan tarvittaessa muuttaa toiseen koordinaattijärjestelmään suorittamalla niille koordinaattimuunnos.

Koordinaateilla ilmaistava sijainti on tyypiltään absoluuttinen. Sijainti voi olla myös suhteellinen, jos paikka ilmoitetaan suhteessa valittuun koordinaatistoon: esimerkiksi tutkan havaitsema kohde on tietyllä etäisyydellä ja tietyssä suunnassa auton koordinaatistossa.

2.2 Päätelaite

Paikkasidonnaisten palveluiden käyttäminen vaatii käyttäjältä jonkinlaista päätelaitetta, joka voidaan paikantaa käyttäjän sijainnin selvittämiseksi. Tällaisena päätelaitteena voi toimia niin auton ajoneuvotietokone, navigointilaitte, älypuhelin kuin erillinen ajoneuvo-laittekin. Päätelaite voi myös olla useamman toistensa kanssa keskustelevien laitteiden yhdistelmä. Eri päätelaitteita käsitellään tarkemmin PASTORI-raportissa Teknologia ja arkkitehtuurit [81].

Perusominaisuuksiltaan päätelaitteen tulee voida esittää käyttäjälle tietoa ja pystyä vastaanottamaan komentoja käyttäjältä. Nämä toiminnallisuudet voidaan tarjota joko visuaalisesti tai auditiivisesti tai molemmilla tavoilla. Liikenteen paikkasidonnaisissa palveluissa tulee huomioida se, että palveluita käytetään usein liikenteessä. Tämä asettaa omat vaatimuksensa tiedon esittämisen ja laitteen hallinnan häiritsevyydelle ja monimutkaisuudelle.

2.3 Tiedonsiirto

Paikkasidonnaisten palveluiden käyttäminen vaatii lähes aina tiedon siirtämistä laitteiden välillä. Laitteen paikantaminen edellyttää tiedonsiirtoa päätelaitteen ja joko satelliittien tai matkapuhelin- tai lähiverkkotukiasemien kesken. Sijaintitieto voidaan käsitellä päätelaitteessa paikallisesti, tai sitten se voidaan lähettää puhelinverkon ylitse palvelinkoneelle jatkokäsittelyä tai varastointia varten.

Nykyisin tiedonsiirto päätelaitteen ja palvelimen välillä tapahtuu useimmiten kolmannen sukupolven GSM-verkossa, mutta jatkossa neljännen sukupolven LTE- ja WiMAX-verkot tulevat yleistymään tähän tarkoitukseen. Tiedonsiirto voi myös olla kantamaltaan lyhyttä. Handsfree-kuuloke voidaan yhdistää puhelimeen Bluetooth-teknologiaa hyödyntämällä, ja älypuhelin voidaan integroida autoon erilaisia sovittuja protokollia käyttäen. WLAN-yhteydet yleistyvät vauhdilla kannettavissa tietokoneissa ja älypuhelimissa. Myös edustusautoissa alkaa olla WLAN-tukiasemat, joista tiedonsiirto eteenpäin on toteutettu mobiiliverkon kautta. Tiedonsiirtoa ja siihen liittyvää teknologiaa käsitellään tarkemmin PASTORI-raportissa Teknologia ja arkkitehtuurit [81].

2.4 Kontekstitietoisuus

Paikkasidonnaisten palveluiden pohjakivenä on tieto käyttäjän sijainnista käyttöhetkellä. Sijainti muodostaa täten keskeisen osan paikkasidonnaisten palvelujen käytön asiayhteydestä eli kontekstista. Tämän vuoksi niitä voidaan kutsua kontekstitietoisiksi palveluiksi (*context-aware services*). Kontekstitietoiset palvelut tarjoavat käyttäjälle erilaista sisältöä ja erilaisia toiminnallisuuksia riippuen tilanteesta, jossa palvelua käytetään. [91]

Kontekstin eli asiayhteyden määritelmiä on monia erilaisia. Nivalan ja Sarjakosken [72], [86] erityisesti mobiileille karttapohjaisille palveluille kehittämää kontekstiluokittelua voidaan soveltaa myös paikkasidonnaisiin palveluihin. Tämä luokittelu koostuu yhdeksästä erilaisesta kontekstityypistä, jotka kuvataan lyhyesti alla.

Käyttäjän ikä, sukupuoli, henkilökohtaiset kiinnostuksen kohteet sekä hänen ystävänsä ja työtoverinsa vaikuttavat palvelun toimintaan esimerkiksi kohdennettaessa tarjottavaa sisältöä lapsille, nuorille tai aikuisille. Sosiaalisia vuorovaikutusmahdollisuuksia sisältävät palvelut tarvitsevat myös tiedon käyttäjän lähipiiristä pystyäkseen toimimaan tarkoituksenmukaisesti.

Sijainti on yleisin kontekstiksi mielletävä ominaisuus. Se voidaan ilmoittaa joko absoluuttisesti (koordinaatit) tai suhteellisesti (huone rakennuksessa).

Aika voi viitata joko tarkkaan kellonaikaan tai halutulla tavalla määriteltyihin ajanjaksoihin. Päivän voi esimerkiksi jakaa aamupäivään, päivään, iltaan ja yöhön tai vuoden kuukausiin tai vuodenaikoihin. Palvelut voivat esimerkiksi räätälöidä sisältöään vuorokauden- ja vuodenaajan mukaan tarjoten eri palveluita työpäivän aikana ja vapaa-aikana.

Suunta kertoo, mihin suuntaan käyttäjä etenee tai katsoo. Tieto suunnasta on erityisen tärkeä navigointipalveluissa ja interaktiivisissa turistioppaissa.

Käyttötarkoitus määräytyy tarvittavien toimintojen, tavoitteiden, tehtävien ja roolin mukaan. Eri käyttötarkoitukset voivat vaatia erityyppistä tietoa, erilaisia esitysmuotoja ja vuorovaikutusmenetelmiä.

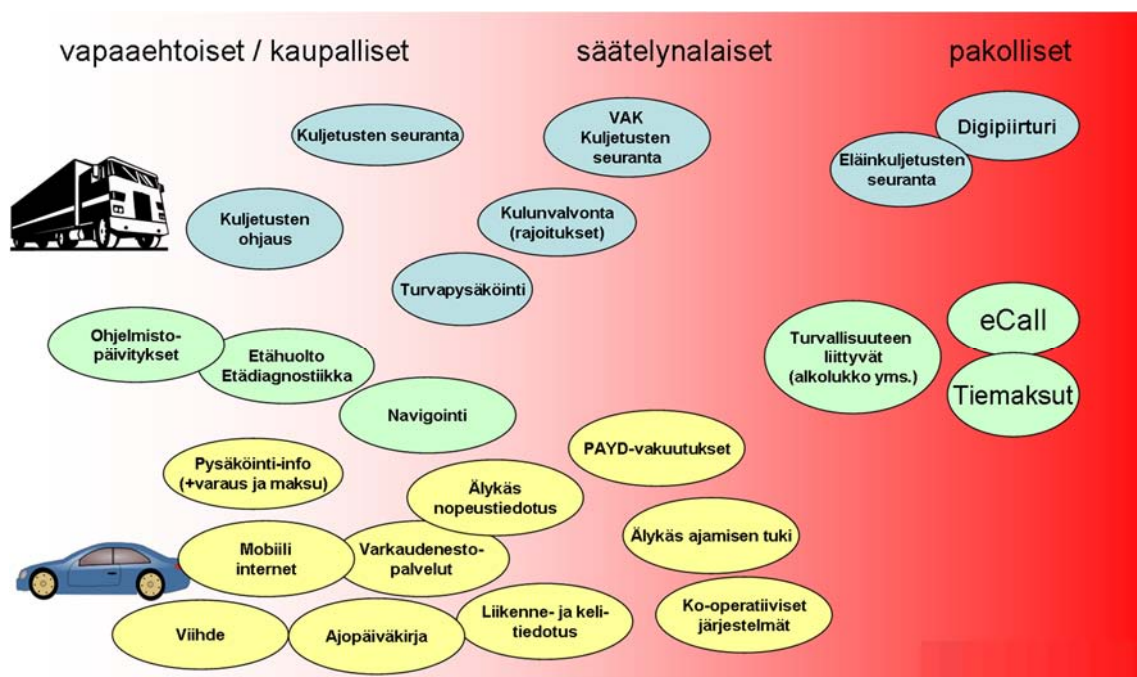
Sosiaalinen ja kulttuurinen tilanne riippuu käyttäjän läheisyydestä toisiin ihmisiin, hänen sosiaalisista suhteistaan sekä mahdollisista yhteistyötä vaativista tehtävistä. Joissain tilanteissa käyttäjä voi haluta löytää suosittuja kohteita väenpaljouden perusteella tai toisaalta hakeutua paikkaan, jossa on vähän ihmisiä.

Fyysinen käyttöympäristö koostuu esimerkiksi valaistusolosuhteista ja melutasosta. Kirkas auringonvalo voi vaatia näytön ominaisuuksien muuttamista, ja samoin meluisassa ympäristössä voi olla tarpeellista säädellä äänen voimakkuutta.

Järjestelmän ominaisuudet käsittävät käytössä olevan laitteen ominaisuudet, kuten näytön laadun, internet-yhteyden nopeuden ja luotettavuuden sekä paikannustiedon tarkkuuden.

2.5 Palveluiden luokittelu

Paikkasidonnaisia palveluita voi luokitella monella eri tavalla. Ne voivat olla kohdistettu ensisijaisesti henkilöliikenteelle tai raskaalle liikenteelle, ja osa palveluista voi olla pakollisia ja osa kaupallisia ja vapaaehtoisia. Käytännössä mikään palvelu ei kuitenkaan kuulu yksiselitteisesti mihinkään yhteen luokkaan, vaan palveluilla on useiden eri luokkien piirteitä ja ominaisuuksia. Kuva 1 esittää yhden mahdollisen luokittelun erityyppisille liikenteen paikkasidonnaisille palveluille. Tässä aluvuossa kuvataan paikkasidonnaisia palveluita luokiteltuina viranomaispalveluihin ja kaupallisiin palveluihin.



Kuva 1. Erityyppiset liikenteen paikkasidonnaiset palvelut.

2.5.1 Pakolliset ja säätelynalaiset palvelut

Pakollisten ja säätelynalaisten palveluiden toteuttamisessa on kiinnitettävä erityistä huomiota paikkatiedon oikeellisuuteen, sen saatavuuteen sekä sen kiistämättömyyteen. Paikkatiedon oikeellisuus ja sen saatavuus ovat tärkeitä erityisesti hätäpalveluissa. Tienkäyttömaksujen keräämisessä näiden lisäksi myös paikkatiedon kiistämättömyys, eli se, että voidaan jälkeenpäin osoittaa käyttäjän olleen jossain paikassa, on tärkeää.

2.5.1.1 Hätäpalvelut

Yleiseksi hätänumeroksi on Euroopan unionissa säädetty numero 112. Myös GSM-standardi määrittelee kyseisen numeron hätänumeroksi, joten siihen voi soittaa myös

2. Paikkasidonnaiset palvelut

Euroopan ulkopuolella hätäpalveluita tarvittaessa. Pohjois-Amerikassa numeroon soitetut puhelut ohjautuvat paikalliseen hätänumeroon 911 ja Australiassa vastaavasti hätänumeroon 000. [1]

Vuonna 2003 Euroopan unioni säätöi direktiivin E112, joka velvoittaa matkapuhelinverkkojen operaattorit toimittamaan hätäkeskuksiin kaiken saatavissa olevan tiedon matkapuhelimella soitetun puhelimen sijainnista. Direktiivi pohjautuu Yhdysvaltain viestintäviraston (FCC) päätökseen vuodelta 2001, jossa yleiseen hätänumeroon matkapuhelimesta soitetut puhelut pitää voida yhdistää fyysiseen sijaintiin riittävällä tarkkuudella. Käytetystä paikannustekniikasta riippuen vaadittu tarkkuus on 50–300 metriä. [27], [28]

Käytännössä sijaintiin yhdistäminen ei vielä nykyisin toimi ongelmattomasti. Esimerkkinä tästä [20] on Kalifornian Oaklandin poliisin suositus siitä, ettei kenenkään tulisi soittaa hätänumeroon matkapuhelimesta, koska kaikki matkapuhelut ohjautuvat automaattisesti Kalifornian liikkuvalla poliisille (California Highway Patrol). Liikkuvan poliisin pitää ohjata puhelu vielä soittajan alueen hätäkeskukseen, jolloin hätätilanteissa voidaan menettää hyvinkin kriittistä aikaa.

Automaattinen hätäkutsujärjestelmä eCall on Euroopan unionin jäsenmaiden ja auto-teollisuuden yhteinen hanke, joka pohjautuu E112-direktiiviin. eCall-järjestelmä käyttää satelliittipaikannuksella hankittua sijaintitietoa hyödykseen välittäessään onnettomuuden sattuessa onnettomuuteen joutuneen ajoneuvon sijainnin automaattisesti tai käyttäjän pyynnöstä hätäkeskukseen. Sijainnin, tapahtuma-ajan ja ajoneuvon tyyppin välittämisen lisäksi järjestelmä avaa ääniyhteyden hätäkeskukseen.

eCall-järjestelmän käytännön toteuttamista varten eri standardointiorganisaatiota ovat laatineet sitä koskevia standardeja. Näitä mm. CENin, ETSIn ja 3GPP:n standardeja sekä muita järjestelmän vaatimuksia ja toiminnallisuuksia käsitellään yksityiskohtaisemmin PASTORI-projektin arkkitehtuurikuvauksissa [79].

2.5.1.2 Tienkäyttömaksut

Tienkäyttömaksujen taustalla on usein varojen kerääminen infrastruktuurin ja joukkoliikenteen rahoittamiseksi sekä kysynnän hallinta. Tienkäyttömaksuilla pyritään tehostamaan olemassa olevan liikenneinfrastruktuurin käyttöä, vähentämään haittoja, hillitsemään kysyntää sekä ohjaamaan liikkujien kulkutavan valintaa.

Tienkäyttömaksut voivat olla alueellisia, erilliskohteita tai määriteltyä tieverkkoa koskevia tai kilometripohjaisia. Alueellista tienkäyttömaksua maksetaan tietyllä alueella olemisesta tai määritellyn alueen rajan ylittämisestä. Erilliskohteiden maksut ovat yleisimmin siltojen, lauttojen tai tunneleiden käytöstä perittäviä tullimaksuja. Käyttömaksun perusteena voi myös olla määritellyn tieverkon (esimerkiksi moottoritiet ja keskeisimmät päätiet) käyttäminen. Kilometripohjaiset maksut puolestaan peritään ajetun kilometrimäärän mukaan, jolloin alueita, kohteita tai tieverkkoa ei tarvitse erikseen määritellä.

Elektronisia tiemaksujärjestelmiä otettiin 1990-luvulla käyttöön eri puolilla Eurooppaa. Monet järjestelmistä perustuvat ajoneuvossa olevaan laitteeseen (*on-board unit*). Eri maissa ja joskus jopa maan sisällä eri alueilla käytössä olevat järjestelmät ovat kuitenkin tekniseltä toteutukseltaan hyvin erilaisia, ja niiden keskinäinen yhteentoimivuus on tämän vuoksi huonoa tai olematonta. Järjestelmien laaja kirjo aiheuttaa haittaa erityisesti maiden väliselle maaliikenteelle. Euroopan halki liikkumiseen voi pahimmillaan tarvita useita eri ajoneuvolaitteita.

Elektronisten tiemaksujärjestelmien yhtenäistämiseksi Euroopan unioni sääti vuonna 2004 niiden yhteentoimivuutta koskevan direktiivin [30], [31]. Syyskuussa 2009 Euroopan unioni hyväksyi päätöksen EETS:n (*European Electronic Toll Service*) tarkasta määritelmästä [32]. EETS-määritelmän mukaisen tiemaksupalvelun tulisi olla saatavilla raskaille ajoneuvoille (yli 3,5 tonnia painavat tai yli yhdeksälle henkilölle rekisteröidyt) syksyllä 2012 ja kaikille ajoneuvoille viimeistään syksyllä 2014.

Paikannukseen perustuvia tienkäyttömaksujärjestelmiä kehiteltäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota paikkatiedon oikeellisuuteen ja sen saatavuuteen. Tämän vuoksi tulisikin käyttää vähintään kahta erillistä, toisistaan riippumatonta paikannusmenetelmää, jotta pystytään varautumaan vikatilanteisiin. Useamman paikannusmenetelmän käyttöä puoltaa myös satelliittipaikannuksen heikko toiminta kaupunkiympäristössä ja muilla katvealueilla.

Tienkäyttömaksujärjestelmän kohdalla on huomioitava myös väärinkäytösten mahdollisuus. Käytettävien laitteiden tulee mahdollisuuksien rajoissa myös pystyä tunnistamaan, onko niitä muokattu tai käsitelty siten, että niiden tuottaman sijaintitiedon oikeellisuus ei ole taattu.

EETS-järjestelmä voidaan toteuttaa vaihtoehtoisesti myös lyhyen kantaman mikroaalto-tekniologiaa (DSRC) hyödyntäen. Tällöin ajoneuvojen sijainnin määrittäminen perustuu ajoneuvoissa oleviin lähettäjiin ja niiden havaitsemiseen maksualueiden rajoille sijoitettujen porttien avulla.

2.5.1.3 Liikenteen hallinta

Tieliikenteen hallinnassa ajoneuvojen sijaintitietoja voidaan käyttää reaaliaikaisen liikenteen tilannekuvan luomiseen ja sitä kautta tehokkaampaan liikenteen ohjaukseen. Ajoneuvojen tarkan sijaintitiedon kerääminen mahdollistaa myös entistä tarkempien liikennetilastojen keräämisen, mikä puolestaan tehostaisi liikenne- ja liikennejärjestelmäsuunnittelua. Esimerkiksi Tampereen taksit tuottavat liikenteen sujuvuustietoa, jota yhdistetään muihin tietolähteisiin ja käytetään liikenteen ohjaukseen.

Rautatieliikenteessä sijaintitietoa voidaan käyttää niin liikenteen ohjaamiseen kuin matkustajainformaation tuottamiseen. Suomessa rautatieliikenteen ohjaus on Liikenneviraston Rataliikennekeskuksen vastuulla. Rataliikennekeskus toimii ympäri vuorokauden valvoen rautatieliikenteen sujumista ja ratkaisee tarvittaessa häiriötilanteita ja tiedottaa

2. Paikkasidonnaiset palvelut

ilmenevistä häiriöistä. Nykyisessä rautatieliikenteen ohjausjärjestelmässä junien sijainti rataverkolla tiedetään ratavälin tarkkuudella [56]. Junien sijaintitieto on siis suhteellista.

IBM ja Ruotsin kuninkaallinen teknillinen korkeakoulu olivat keväällä 2010 kehittämässä Tukholman alueelle uutta älykkään liikenteen liikenteenhallintaratkaisua, joka toteutuessaan vähentäisi ruuhkia ja helpottaisi kaupungissa liikkumista [111]. Ratkaisu perustuu IBM:n analytiikkaohjelmistolle, joka pystyy käsittelemään reaaliaikaisesti valtavan määrän tietoa ja arvioimaan sen pohjalta tulevia muutoksia.

Järjestelmän on tarkoitus seurata noin parin tuhannen taksin ja tavarankuljetusauton sijaintitietoja, julkisen liikenteen etenemistä, liikennevalojen toimintaa, säätietoja sekä liikennekameroiden välittämiä kuvia. Kaikkea tätä tietoa yhdistelemällä ja analysoimalla järjestelmän pitäisi pystyä antamaan kaupungissa liikkujille ajantasainen ja tarkka ehdotus parhaasta reitistä haluttuun päätelaitteeseen.

Tukholmaan kehiteltävä järjestelmä perustuu IBM:n InfoSphere Streams -analytiikkaohjelmistoon, ja siinä hyödynnetään kiinteiden tietokantojen sijaan reaaliaikaisia, jatkuvia tietovirtoja.

2.5.1.4 Kuljettajan ja ajamisen tuki

Kuljettajan ja ajamisen tukipalveluita ovat esimerkiksi etäisyyteen mukautuva vakionopeudensäädin, kaistalla pysymisen avustus sekä törmäysten välttämiseen pyrkivä automatiikka. Myös erilaiset vuorovaikutteiset järjestelmät, joissa ajoneuvot vaihtavat tietoja keskenään tai infrastruktuurin kanssa, tarjoavat erilaisia kuljettajaa ja ajamista tukevia toimintoja.

2.5.1.5 Liikenneturvallisuuden parantaminen tasoristeyksissä

Autossa toimiva junavaroitusjärjestelmä [112] varoittaa kuljettajaa, kun tämä lähestyy ajoneuvollaan tasoristeystä, jota lähestyy parhaillaan juna. VTT:n, Tekesin, alan yritysten sekä rautatieviranomaisten rahoittaman JUNAVARO-hankkeen tavoitteena on luoda edellytyksiä tällaisen autossa toimivan junavaroitusjärjestelmän kaupalliselle ja yhteiskunnalliselle hyödyntämiselle tuottamalla tietoa järjestelmän käyttövarmuudesta ja luotettavuudesta, käyttäjien kokemuksista, hyödyistä ja kustannuksista sekä järjestelmän muista mahdollisista sovellusalueista. Hanke käynnistyi vuonna 2008, ja se on edelleen käynnissä.

Järjestelmään liitetyt junalaitteet tuottavat sijaintitiedon kaikista rataverkolla liikkuvista yksiköistä. Järjestelmään kuuluva palvelin tuottaa rataverkolla liikkuvien junien sijaintitietojen perusteella jokaiselle tasoristeykselle tilatiedon (ei merkintöjä / lähestyy / hälytys / ohittanut). Järjestelmään liitetty autolaite (älypuhelin) tunnistaa tasoristeysten koordinaattien ja satelliittipaikannuksen tuottaman sijaintitiedon perusteella tilanteet,

joissa ajoneuvo lähestyy tasoristeystä. Autolaite kysyy taustajärjestelmästä kyseisen tasoristeysten tilan ja varoittaa tai hälyttää kuljettajaa tarvittaessa.

2.5.2 Kaupalliset palvelut

Kaupalliset paikkasidonnaiset palvelut sisältävät erityyppisiä sovelluksia navigoinnista ja pysäköinti- sekä liikennetiedosta erilaisiin viihderatkaisuihin. Osa kaupallisista palveluista on osittain säätelynalaisia, ja lähes kaikkiin palveluihin liittyy jonkinlaisia lainsäädännöllisiä rajoituksia ja vaatimuksia.

2.5.2.1 Navigointi ja reitinopastus

Navigointi- ja reitinopastuspalvelut auttavat käyttäjiä löytämään haluamaansa kohteeseen. Perinteisesti näitä palveluita on käytetty henkilökohtaisilla navigointilaitteilla, mutta viimeisten vuosien aikana navigointipalvelut ovat yleistyneet myös älypuhelimissa.

Matkapuhelinvalmistaja Nokia osti karttayritys NAVTEQin vuonna 2008. Vuoden 2010 alusta alkaen Nokia on tarjonnut Ovi Maps -navigointipalveluaan [78] ilmaiseksi aina tuoreimmilla kartoilla uudempien älypuhelimensa käyttäjille syöden näin muiden navigointipalveluntarjoajien liiketoimintamahdollisuuksia. Esimerkiksi TomTom on pitkään myynyt ja myy edelleen (kesäkuu 2011) karttoja ja karttapäivityspalvelua navigointilaitteisiinsa. Google Maps Navigation [89] tarjoaa ilmaisen navigoinnin Android-käyttöjärjestelmää käyttäville matkapuhelimille aina ajantasaisilla karttapohjilla. Nokian ja Googlen tarjoamat, ilmaisilla kartoilla toimivat navigointipalvelut vievät osaltaan pohjaa perinteisten navigointipalveluntarjoajien (mm. TomTom) maksulliselta mallilta.

Suurimmat erot Googlen ja Nokian palveluiden välillä ovat liittyneet laajuuteen ja riippuvuuteen verkkoyhteydestä [53]. Google Maps Navigation toimi kesäkuussa 2011 noin parissakymmenessä maassa (ei vielä Suomessa), kun taas Nokian Ovi Maps tarjosi kartat ja reitinopastuksen reiluun 70 maahan. Erona oli pitkään myös se, että Googllella kartat olivat bitti- ja Nokialla vektorimuodossa. Lisäksi Google Maps Navigationissa kartat pitää aina hakea verkkoyhteyden ylitse, jos karttanäkymää siirretään tai zoomataan. Nokian Ovi Mapsin kartat voi ladata puhelimeen jo etukäteen, jolloin kartan käyttö ei ole riippuvainen verkkoyhteydestä. Erityisesti ulkomailla tämä on merkittävä etu, koska tiedonsiirtomaksut vierasverkoissa (data roaming) ovat vielä merkittäviä. Google Maps Navigation kuitenkin kuroi näitä eroja kiinni siirtymällä vektorimuotoisten karttojen käyttöön joulukuussa 2010 ilmestyneen version 5.0 myötä [68]. Karttoja tallennetaan uudessa versiossa myös rajoitetusti puhelimen muistiin offline-käyttöä varten, mutta käyttäjä ei vielä voi hallita, mitä karttoja puhelimelle ladataan. Laajemman offline-käytön mahdollisuuden arvellaan tulevan Google Maps Navigationiin vuoden 2011 aikana.

Myös joukkoliikennepuolella on jo käytössä paikannukseen perustuvia reitinopastuspalveluita. Yksi esimerkki tällaisesta palvelusta on Tampereen yliopiston ja Tekesin

2. Paikkasidonnaiset palvelut

yhteisessä MOKOMO-projektissa kehitetty Matkakumppani [64]. Matkapuhelimella käytettävä Matkakumppani-palvelu tarjoaa opastusta reitinvalintaan ja tarjoaa myös tietoa matkan etenemisestä. Kohteiden paikannimien syöttö voidaan tehdä näppäimistöllä, puhumalla tai gps-laitteen antaman paikkatiedon avulla.

Tiedot aikatauluista ja reiteistä palvelu hakee Tampereen joukkoliikenteen reittioppaasta, pääkaupunkiseudun YTV:n reittioppaasta tai matka.fi-palvelusta. Puhelimelta palvelun käyttö vaatii (muutamain poikkeuksin) tuen Java-sovelluksille.

2.5.2.2 Palveluiden ja kohteiden haku

Ihmisiä kiinnostavien kohteiden ja palveluiden (Points of Interest, POI) hakeminen on ollut kiinteä osa navigointi- ja reitinopastuspalveluita jo pidemmän aikaa. Tällaisia etsittäviä kohteita ovat yleisesti esimerkiksi hotellit, huoltamot, ravintolat, kaupat, julkiset palvelut sekä nähtävyydet. Viime aikoina pelkkien kohteiden hakua on täydennetty myös ajantasaisilla tiedoilla kyseisten kohteiden tarjouksista.

Yksi esimerkki tällaisesta laajennetusta reitinopastus- ja hakupalvelusta on VTT:n kehittämä AdFore Technologies Oy:n Tässä.fi-palvelu [48], joka yhdistää julkisen liikenteen reitinopastuksen kiinnostavien kohteiden ja tapahtumien hakuun ja ajantasaisiin tarjouksiin. Tässä.fi yhdistää samaan palveluun myös mainittavat sää- ja kelitiedot (ks. 3.5.2.3).

Sähköiseen pysäköintitunnisteeseen perustuva sähköinen pysäköinti [96] puolestaan tarjoaa hyötyjä niin ajoneuvon kuljettajille, pysäköinninvalvojille, pysäköintioperaattoreille kuin palveluntarjoajillekin. Ajoneuvo voidaan tunnistaa joko sen sisältä tai ulkopuolelta lyhyen tai pitkän matkan päästä sekä sen liikkuessa.

Googlen Android-puhelimille suunnattu Open Spot -pysäköintipalvelu [39] yhdistää sosiaalisen elementin perinteiseen POI-ratkaisuun. Palvelun käyttäjät ilmoittavat puhelimellaan aina, kun he lähtevät omalta pysäköintipaikaltaan jättäen sen vapaaksi. Näin muut käyttäjät saavat hälytyksen heti paikan vapautuessa. Mitä aktiivisemmin omista vapautuvista paikoista ilmoittaa, sitä luotettavammaksi ja arvostetummaksi palvelun käyttäjä luokitellaan.

2.5.2.3 Liikenne- ja säätiedot

Mediamobile Nordic (entinen Destia Traffic) [66] välittää Suomessa reaaliaikaista liikennetietoa TMC-antennilla varustettuihin navigaattoreihin. Navigaattoreihin välitettävän tiedon laatu ja määrä on rajoitettua. Liikennetietoa voidaan lähettää vain suurimmille teille ja eniten liikenteeseen vaikuttavista häiriöistä ja tapahtumista. Koska viestien lähetys tapahtuu koodeja käyttäen, ovat viestisisällöt myös rajoitettuja. Suomessa välitetään ajantasaista liikennetietoa mm.

- onnettomuuksista, isoista tietöistä ja muista liikenteen sujuvuuteen vaikuttavista tapahtumista, kuten kulkueista tai lauttojen liikenteen keskeytyksistä
- ruuhkista
- yllättävistä keliolosuhteiden muutoksista, kuten tiellä olevasta mustasta jäästä tai lumimyrskystä.

NuStats-tutkimusyhtiön karttoja ja liikenne- sekä sijaintitietoja tuottavalle NAVTEQille tekemän tutkimuksen [55] mukaan ajantasaisia liikennetietoja hyödyntävää navigointilaitetta käyttävät kuljettajat käyttävät matkoihinsa keskimäärin 18 prosenttia vähemmän aikaa kuin ilman navigointilaitetta ajavat kuljettajat. Tutkimus suoritettiin Saksassa Münchenin ja Düsseldorfin kaupunkialueilla.

Tutkimuksessa kuljettajille, jotka eivät aiemmin olleet käyttäneet navigointilaitetta, asennettiin autoon ajantasaista liikennetietoa hyödyntävä navigointilaitte ja heidän ajokäyttäytymistään verrattiin ennen laitteen asentamista ja sen jälkeen. Tutkimuksen aineisto koostui yli 2 100 matkasta, yli 20 000 ajokilometristä sekä noin 500 ajotunnista.

Waze-palvelu [37] tarjoaa ilmaista navigointia ajantasaisen liikennetietojen pohjalta. Palvelun käyttäjät tuottavat näitä tietoja ajaessaan liikenteessä, joten palvelun tietojen ajantasaisuus ja kattavuus riippuu täysin käyttäjien määrästä ja aktiivisuudesta. Käyttäjien tuottamaan liikennetietoon perustuu myös TrafficTweet-palvelu [99]. Sen avulla voi tarkastella reaaliaikaista liikennekuvausta, joka on muodostettu käyttäjien omien, Twitterissä tekemien ilmoitusten perusteella.

TrafficTalk -palvelu [98] puolestaan mahdollistaa liikennehäiriöistä ilmoittamisen ja liikennetilanteen tarkastamisen täysin ääniohjaukseen perustuen. Kaikki komennot palvelua käytettäessä annetaan puhumalla, ja myös vuorovaikutus muiden palvelun käyttäjien kanssa tapahtuu puhuen. TrafficTalkin voisikin ajatella olevan kehittyneempi ja laajempi versio perinteisistä liikenne-radioista, joihin liikenteessä liikkuvat voivat soittaa havaintojaan häiriöistä liikenteessä. Aha Radio [4] on TrafficTalkin kaltainen ääniohjattava palvelu, jonka saa toistamaan muiden muassa liikennetietoja ääneen puhuttuna.

Tämä on liikenneturvallisuuden kannalta parempi vaihtoehto kuin laitteen näprääminen ajon aikana. On tosin huomioitava, että myös pelkän puhelimeen puhumisen on todettu alentavan kuljettajan havaintokykyä [13], [19].

2.5.2.4 Paikkasidonnainen mainonta

Mobiililaitteiden paikantaminen mahdollistaa myös mainosten kohdentamisen käyttäjän sijainnin mukaan. Mobiililaitteen käyttäjä voi esimerkiksi saada laitteeseensa mainoksia lähellä olevista liikkeistä, kaupoista ja hotelleista ja niiden tämänhetkistä tarjouksista.

Paikkasidonnainen mainonta [58] voi olla joko automaattista (push-tyyppistä) tai manuaalista (pull-tyyppistä). Automaattisessa mainonnassa mainoksia lähetetään käyttäjän mobiililaitteeseen käyttäjän sijainnin mukaan ilman erillistä pyyntöä tai varmistusta.

2. Paikkasidonnaiset palvelut

Manuaalisessa mainonnassa käyttäjä puolestaan erikseen pyytää saada mainoksia laitteeseensa. Automaattinenkin mainonta kuitenkin edellyttää käyttäjän suostumuksen mainosten lähettämiseen.

2.5.2.5 Logistiset sovellukset

Paikannuksen ja erilaisten antureiden avulla voidaan seurata kuljetusten etenemistä ja tilaa (mm. lämpötila) kuljetuksen aikana. Tällä tiedolla voidaan tehostaa kuljetusketjun hallintaa ja valvontaa sekä optimoida tavaravirtoja. Lisäksi kuljetuksiin käytettävän kaluston seuranta on paikannustietojen avulla mahdollista suorittaa hyvinkin tarkasti.

Vuonna 2010 alkaneessa EU:n rahoittamassa e-Freight-projektissa [25] pyritään hyödyntämään paikannus- ja tunnistamisteknologioita tavaroiden toimitusketjun parantamiseksi ja siihen liittyvän tiedon yhdenmukaistamiseksi.

2.5.2.6 Ajopäiväkirja

Automaattisella paikannukseen perustuvalla ajopäiväkirjalla voidaan tehostaa työmatkojen dokumentointia ja korvausten maksamista. Työntekijän kannalta palvelu vähentää matkoihin liittyviä kirjaustöitä ja helpottaa matka- ja kilometrikorvausten hakemista. Työnantajan osalta palvelu puolestaan tarjoaa tarkan dokumentoinnin työntekijöiden tekemistä matkoista ja vähentää väärinkäytösten mahdollisuutta korvausten hakemisessa ja maksamisessa.

Sähköisiä ajopäiväkirjapalveluita tarjoavat ainakin Aspicore [59], Movenium [70], MaxTech [9] sekä Active GPS [3]. Näistä Aspicoren ja Moveniumin palvelut käyttävät päätelaitteenaan matkapuhelinta, kun taas MaxTechin ja Active GPS:n palvelut perustuvat erillisen paikantavan lisälaitteen käyttöön.

2.5.2.7 Käyttöön perustuvat vakuutukset

Käyttöön perustuvat ajoneuvovakuutukset eli PAYD (Pay As You Drive) -vakuutukset [103] määrittelevät vakuutusmaksujen suuruuden suhteessa ajettuun aikaan, matkaan ja ajotapahtuman paikkaan. Tällaiset vakuutukset pyrkivät palkitsemaan riskittömämpää ja turvallisempaa ajotapaa pienemmillä vakuutusmaksuilla.

Käyttöön perustuvia vakuutuksia on käytössä kaupallisina tai kokeellisina palveluina jo ainakin Yhdysvalloissa, Kanadassa, Isossa-Britanniassa, Etelä-Afrikassa, Japanissa ja Australiassa. Etelä-Amerikassa vakuutuksia testataan Kolumbiassa ja Brasiliassa, ja suunnitelmissa on laajentaa testausta muualle Etelä-Amerikkaan.

2.5.2.8 Ajoneuvojen jäljitys

Ajoneuvon sijaintitietoa voidaan käyttää myös ajoneuvojen jäljittämiseen mahdollisissa varkaus- tai kaappaustapauksissa. Tällöin jäljityspalvelua tarjoava yritys voi toimittaa ajoneuvon sijaintitiedon viranomaisille edesauttaakseen sen löytämistä ja takaisinsaamista.

Yksi tunnetuimmista jäljityspalvelujen tarjoajista on LoJack, jonka palvelua voi käyttää ilmoituksen mukaan yli 30 maassa. LoJack-järjestelmän [60] toiminta perustuu ajoneuvoon asennettavaan huomaamattomaan lähettimeen ja auton valmistenumeroon, jotka molemmat kirjataan LoJack-tietokantaan. Tämä tietokanta tarjoaa rajapinnan viranomaisten käyttämään tietojärjestelmään: varkaustapauksessa viranomaisen syöttäessä varastetun auton valmistenumeron järjestelmään ajoneuvossa oleva laite aktivoituu ja mahdollistaa ajoneuvon sijainnin selvittämisen.

2.5.2.9 Autojen huoltopalvelut

Automaattinen huoltopuhelu eli bCall tarjoaa tarvittaessa suoran yhteyden autonvalmistajan merkkihuoltoon, josta voi kysellä tarkemmin ongelmasta. Auto voi myös lähettää huoltokeskukseen tietopaketin, jonka perusteella huoltohenkilökunta voi tehdä tarkempia arvioita mahdollisen vian vakavuudesta ja korjauksen kiireellisyydestä.

2.5.2.10 Muut palvelut

Urheilu- ja kuntoilusovellukset

Paikkasidonnaiset palvelut ovat lyöneet itsensä läpi myös kuntoilussa. Satelliittipaikannusta hyödyntävät kuntoilupalvelut tallentavat käyttäjän kävely-, juoksu- tai pyöräilylenkin tiedot myöhempää tarkastelua varten. Tällaisia palveluita ovat esimerkiksi SportsTracker, Endomondo sekä RunKeeper. Palvelut mahdollistavat myös kuntoilutietojen jakamisen muiden palvelun käyttäjien kanssa lisäten mukaan myös sosiaalisen vuorovaikutuksen.

Pelit

Paikannus on synnyttänyt myös monia sijaintitietoon pohjautuvia pelejä. Yksi suosittu pelimuoto on geocaching eli geokätköily [38]. Siinä pelaajat pyrkivät löytämään paikannuksen avulla eri puolille maailmaa piilotettuja geokätköjä. Kätköt ovat tyypillisesti säänkestäviä säiliöitä, joissa oleviin lokikirjoihin löytäjä voi merkitä päivämäärän, jona kätkön löysi.

Sosiaaliset sovellukset

Sijaintitietoa hyödynnetään nykyisin myös sosiaalisissa palveluissa. Oman sijainnin jakaminen ystäväpiirin kesken onnistuu ainakin Facebookin Places-toiminnolla sekä

2. Paikkasidonnaiset palvelut

Foursquare-palvelulla. Perusajatuksena molemmissa on, että käyttäjä ilmoittaa olevansa (checks in) tietyssä paikassa tiettyyn aikaan älypuhelimien tai tietokoneiden avulla. Käyttäjä kertoo näin sijaintinsa ystävilleen ja näkee vastaavasti myös palvelua käyttävien ystäviensä sijainnit.

3. Palveluiden nykytila

Tässä luvussa esitellään paikannukseen perustuvien liikenteen palveluiden ja erityisesti eCallin sekä EETS:n kannalta olennaiset nykyiset palvelut. Kirjallisuuskatsauksen perusteella nämä olemassa olevat palvelut jakautuvat erilaisiin tienkäyttömaksuihin (ruuhkamaksut, silta-, tunneli- ja tieverkkomaksut), ajoneuvovalmistajien tarjoamiin palvelupaketteihin (häätä-, turvallisuus- ja viihdepalvelut) sekä muihin yksittäisiin palveluihin.

3.1 Tienkäyttömaksut

Tienkäyttömaksuilla tarkoitetaan ajoneuvon tieinfrastruktuurin käyttämisestä veloitettavaa maksua. Tässä raportissa tienkäyttömaksut on käsitelty kahdessa osassa infrastruktuurin tyyppin mukaan: ensin käsitellään kaupunkien ja sitten muiden alueiden tienkäyttömaksut kattaen muun tieverkon, sillat ja tunnelit.

Suomessa ei toistaiseksi ole tienkäyttömaksukohteita, mutta pääkaupunkiseudulla on tehty alustavia selvityksiä mahdollisesta ruuhkamaksujärjestelmästä.

3.1.1 Kaupunkien tienkäyttömaksut, ruuhkamaksut

Kaupungeissa toteutettavat tienkäyttömaksut ovat yleisimmin ruuhkamaksuja, joskin tavoitteista riippuen kyseessä voi olla myös esimerkiksi ympäristömaksu tai infrastruktuurin ylläpitomaksu. Maksujärjestelmä rakennetaan yleensä tukemaan yhtä päätavoitetta, mutta niiden hyväksyttävyyttä tuetaan myös rinnakkaistavoitteilla.

Tienkäyttömaksut eri sovelluksineen ja toteutusratkaisuineen edesauttavatkin usein monen positiivisen tavoitteen saavuttamista samanaikaisesti. Mahdollisia tavoitteita ovat esimerkiksi liikennemäärien ja ruuhkien vähentäminen, matka-aikojen lyhentäminen, julkisen liikenteen käytön lisääminen (siirtyminen yksityisautoilusta joukkoliikenteeseen tai kevyeen liikenteeseen), liikenneturvallisuuden parantaminen, päästömäärien vähentäminen (infrastruktuurin säilymis-, ympäristö- ja terveystaloudelliset) ja varojen kerääminen infrastruktuurin ylläpitoon tai parannuksiin [93].

3. Palveluiden nykytila

Ruuhkamaksujärjestelmiä tai muita kaupungeissa ylläpidettäviä tienkäyttömaksujärjestelmiä on otettu käyttöön niin Euroopassa kuin muuallakin maailmassa. Toisaalta moni suunniteltu hanke on keskeytynyt ja hylätty, kun poliittinen tai yleison tuki ei ole riittänyt. Järjestelmien tekniseen toteutukseen on toistaiseksi olemassa kolme vaihtoehtoista sähköiseen tunnistamiseen perustuvaa teknologiaa:

- Tarkastuspisteen ohittaessaan ajoneuvo voidaan tunnistaa rekisterikilvestä otetun kuvan perusteella (ANPR, automatic number plate recognition).
- Tunnistus voidaan suorittaa mikroaaltotekniikalla (DSRC, dedicated short-range communications) ajoneuvon kiinnitettyä elektronista tunnistetta lukemalla.
- Ajoneuvon kulkua maksualueella voidaan seurata ajoneuvon asennetun satelliittipaikannuslaitteen paikkatietojen perusteella.

Toistaiseksi Euroopan kaupungeissa, esimerkiksi Lontoossa ja Isossa-Britanniassa, toteutetut maksujärjestelmät hyödyntävät lähinnä ANPR-tekniikkaa, jossa ei tarvita erityistä ajoneuvolaitetta. DSRC-tekniikkakin on osin otettu käyttöön, ja myös satelliittipaikannukseen perustuvia ratkaisuja on testattu ja hahmoteltu. Esimerkiksi Lontoossa toteutetun satelliittipaikannukseen perustuvan pilottihankkeen tulokset kuitenkin osoittivat satelliittipaikannuksen tarkkuuden liian heikoksi kaupunkiolosuhteisiin [107]. ANPR- ja DSRC-tekniikat edellyttävät kadunvarsilaitteistoa, ja maksut määräytyvät käytetyn ajan tai ohitusten perusteella. Satelliittipaikannus taas mahdollistaa matkan pituuteen perustuvan hinnoittelun. Kärjistäen kolmea vaihtoehtoa voidaan kuvata seuraavasti:

- ANPR: suoraviivainen ja varsin toimiva ratkaisu.
- DSRC: edullinen ja tarkka, hyvin kaupunkiolosuhteisiin sopiva ratkaisu, joka kuitenkin vaatii ajoneuvolaitteen.
- Satelliittipaikannus (GNSS): vaatii vielä kehitystyötä ja kustannusten alenemista, mutta on kuitenkin mahdollinen tulevaisuuden ratkaisu, koska mahdollistaa matkaperusteisen veloituksen.

Nykyisillä tekniikoilla (ANPR ja DSRC) toteutetut kaupunkien tienkäyttömaksut voidaan hinnoitella maksualueella käytetyn ajan, päiväkohtaisen tariffin tai tarkastuspisteiden ohituskertojen perusteella. Maksun määrä voi myös vaihdella ajankohdan tai vaikkapa suoraan vallitsevien liikennemäärien mukaan. Mahdolliset tulot käytetään yleensä infrastruktuurin ylläpitoon tai parannuksiin tai julkisen liikenteen parantamiseen, mutta tuloja voidaan ohjata muuallekin.

Kaikkiin tienkäyttömaksuihin, erityisesti kaupungeissa toteutettaviin, liittyy vahvasti neljä näkökulmaa: poliittinen, sosiaalinen, taloudellinen sekä tekninen [76]. Jotta hanke voi toteutua menestyksekkäästi, täytyy näistä jokaisen näkökulman tulla huomioiduksi. Erityisesti kaksi ensimmäistä ovat haasteellisia.

3.1.2 Tieverkoston, siltojen ja tunnelien tienkäyttömaksut

Muiden kuin kaupungeissa toteutettujen tienkäyttömaksujen päätarkoitus on lähes poikkeuksetta rahoittaa infrastruktuurin rakentamista, ylläpitoa ja parantamista. Tienkäyttömaksut ovat tällöin vaihtoehtoinen tai rinnakkainen rahoituskeino esimerkiksi tie-, polttoaine- tai ajoneuvoverotukselle. Tyypillisesti etenkin yksityisomisteiset tiet, sillat ja tunnelit rahoitetaan tienkäyttömaksuilla. Kuten kaupungeissakin, myös muilla tienkäyttömaksuilla voi olla rinnakkaisia päämääriä, kuten ympäristöön liittyvien ulkoisten vaikutusten kohdentaminen niiden aiheuttajille eli tienkäyttäjille. Erityisesti matkaperusteinen tienkäyttöjärjestelmä soveltuu hyvin myös hiilidioksidipäästöihin perustuvaan maksusysteemiin.

Moottoriteiden, siltojen ja tunnelien tienkäyttömaksut ovat Euroopassa, kuten muualakin maailmassa, varsin yleisiä. Tienkäyttömaksu voi koskea kaikkia tienkäyttäjryhmiä tai keskittyä johonkin erityisryhmään, tyypillisesti raskaaseen liikenteeseen. Elektronisissa, ajoneuvolaitetta hyödyntävissä tienkäyttömaksujärjestelmissä on käytännössä kaksi teknologiaratkaisuvaihtoehtoa: DSRC-tekniikka tai satelliittipaikannustekniikka. Matkaperusteisen laskutuksen mahdollistava satelliittipaikannustekniikka on käytössä ainakin kahdessa tiemaksukohteessa: Saksassa (raskaalle liikenteelle) [90] ja Slovakiassa [84]. Satelliittipaikannukseen perustuvia järjestelmiä on kuitenkin suunnitteilla muun muassa Ruotsiin ja Alankomaihin [17], [26]. Alankomaiden suunnitelma olisikin varsin uraauurtava tapaus, sillä vuodesta 2011 alkaen portaittain käyttöön otettava järjestelmä tulisi kattamaan kaiken liikenteen koko valtion alueella ja matkaperusteinen maksu syrjäyttäisi siten ajoneuvon ostoveron ja tieveron [26]. Satelliittipaikannukseen perustuvan järjestelmän etuja ovat muun muassa sen joustavuus: maksut ja maksualueiden muutokset voidaan toteuttaa nopeasti, vain tietokantaa päivittämällä, sillä erillistä tienvarsilaitteistoa ei tarvita.

Monet maat ovat toteuttaneet alueellaan kansallisesti tai naapurimaidensa kanssa yhteentoimivan tienkäyttömaksujärjestelmän, ja moni EU-maa on myös valmistautunut Euroopan laajuiseen yhteentoimivuuteen. Ranskassa 2007 käyttöön otettu TIS PL -tienkäyttömaksu raskaalle liikenteelle on ensimmäinen järjestelmä, joka toteuttaa yhteiseurooppalaista sähköistä tienkäyttömaksujärjestelmälle valmisteltuja ratkaisuja [67]. Vuoden 2009 kesäkuusta lähtien TIS PL onkin liitetty yhden elektronisen DSRC-tunnisteen, yhden sopimuksen ja yhden laskun keinoin yhteentoimivaksi kokonaisuudeksi espanjalaisen tienkäyttömaksujärjestelmän Via-T:n kanssa [62]. Ranskan ja Espanjan yhteentoimivan systeemin palveluntarjoajana toimii Eurotoll, ja tähän raskaan liikenteen palvelukokonaisuuteen on myös liitetty seitsemän pysäköintialuetta Ranskassa. Eurotoll kaavailee palvelutarjonnan laajentamista sekä maantieteellisesti että muidenkin lisäarvopalvelujen tuottamiseen tienkäyttömaksujärjestelmien rinnalla.

Toinen esimerkki kansallisesti ja sittemmin Skandinavian tasolla integroiduista järjestelmästä on Norjan AutoPASS. DSRC-tekniikkaan perustuva järjestelmä kattaa 22 ope-

3. Palveluiden nykytila

raattorin teitä, siltoja ja tunneleita Norjan alueella, jotka ovat kaikki käyttäjän ulottuvilla yhden sopimuksen kautta. Teknisestä yhteentoimivuudesta huolimatta Norjassa on törmätty erinäisiin ongelmiin. Vaikka käytettävyyden kannalta tienkäyttäjän ei tarvitse olla yhteydessä kuin yhteen operaattoriin, esimerkiksi alennusten saaminen on silti edellyttänyt kääntymistä muidenkin operaattorien puoleen. Yhteisen palvelukanavan puute on myös johtanut varsin vaihtelevaan palvelutasoon. Tiedon ja toimintojen pirstaloituminen on hidastanut palvelun laajentumista estäen esimerkiksi pysäköintipalveluiden liittämisen järjestelmään. Näihin ongelmakohtiin etsitäänkin ratkaisuja, ja myös organisaattiorakennetta ollaan mahdollisesti uudistamassa siten, että olennaiset palvelun osat voitaisiin hoitaa keskitetysti. AutoPASS-järjestelmää pyritään laajentamaan sekä julkisilla palveluilla, kuten liittämällä siihen verot ja ajoneuvomaksut, että kaupallisilla sovelluksilla liittyen esimerkiksi pysäköintiin ja lauttaliikenteeseen. [106]

Ensimmäiset pilottiluonteiset kokeiluvuodet lauttaliikenteen liittämiseksi AutoPASS-järjestelmään Trondheimin edustalla ovatkin olleet rohkaisevia [80]. Lauttayhteys hyödyntää AutoPASS-järjestelmän elektronista tunnistetta, jolloin ajoneuvon ei tarvitse pysähtyä erillistä maksusuoritusta varten. Näin jonottaminen vähenee ja käyttäjäystävällisyys yhteentoimivien järjestelmien ansiosta paranee [80]. Toistaiseksi tunnisteen lukemisen lisäksi tarvitaan ajoneuvon pituuden (lauttaliikenteen maksuperuste) mittaamista erikseen lasermittaustekniikalla, mutta tulevaisuudessa myös tämänkaltaiset tiedot toivotaan pystyttävän lukemaan ajoneuvolaitteesta [80]. Toinen jo varsin pitkälle suunniteltu AutoPASS-tunnistetta hyödyntävä lisäpalvelu on eräisiin Norjan kaupunkeihin kaavailtu Low Emission Zone -aluerajoite, joilla raskaita ajoneuvoja voitaisiin veloittaa ajoneuvokohtaisten päästötasojen mukaan erityisesti NO₂-päästöjen vähentämiseksi [85].

Eräs mielenkiintoinen toteutusratkaisu on Kaliforniassa kahdelle moottoritieosuudelle rakennettu tienkäyttömaksujärjestelmä, jossa kulkee rinnan ilmaisia ajokaistoja ja maksullisia kaistoja. Tienkäyttömaksu on siis vapaaehtoinen, ja sen maksamalla saa edun sujuvammasta liikennevirrasta. Maksun suuruus voi riippua ajankohdasta ja ruuhkatilanteesta. Järjestelmässä hyödynnetään samaa elektronista FasTrak-maksujärjestelmää kuin alueella sijaitsevilla maksullisilla silloilla. [35]

Sähköinen tienkäyttömaksujärjestelmä voidaan toteuttaa myös ilman ajoneuvolaitteita, kuten Benelux-maat, Tanskan ja Ruotsin kattava Eurovignetten elektroninen vaihtoehto eVignette. Tässä järjestelmässä raskaan liikenteen tienkäyttölupa ostetaan ennakoon ja luvat tallennetaan elektroniseen tietokantaan. Valvonta tapahtuu vertaamalla ajoneuvojen rekisterinumeroa tähän elektroniseen lupatietokantaan. [57]

Sekä kaupungeissa että muualla toteutetuissa tienkäyttömaksujärjestelmissä tulee seurata ja valvoa tienkäyttäjien sääntöjen noudattamista. Riippuen valitusta teknologiasta voidaan turvautua räätälöityihin valvontamenetelmiin, kuten lähettää kyselysignaali ajoneuvolaitteeseen maksutapahtumista. Eräs käytetyimmistä valvontatekniikoista on kuitenkin ANPR, sillä se soveltuu jotakuinkin minkä vain systeemin rinnalle valvontatyökaluksi. ANPR-tekniikalla kuvattuja rekisterinumeroita verrataan tietokantaan, jossa

ylläpidetään tienkäyttömaksun suorittaneiden listaa, ja näin voidaan seuloa järjestelmää noudattamattomat ajoneuvot. [40]

3.2 Ajoneuvovalmistajien palvelupaketit

Eräät ajoneuvovalmistajat ovat rakentaneet omille automerkeilleen erilaisia älykkäitä, paikannusta hyödyntäviä palvelupaketteja koostuen muun muassa hätä- ja turvallisuuspalveluista, navigointipalveluista sekä viihdepalveluista. Esimerkiksi General Motorsin OnStar, BMW:n ConnectedDrive ja Mercedes-Benzin mbrace ovat tällaisia palvelupaketteja, joissa satelliittipaikannus on olennaisessa roolissa. Toisaalta Fordin ja Microsoftin yhteistyön tuloksena on rakennettu Ford Sync. Se perustuu laite- ja ohjelmistoalustaan, johon käyttäjä voi liittää kannettavan laitteen, kuten puhelimen tai musiikkisoittimen. Ajoneuvovalmistajien palveluita varten vaadittava laitteistoalusta on tyypillisesti asennettu tehtaalla kiinteäksi osaksi ajoneuvoa.

3.2.1.1 Ford Sync

Fordin ja Microsoftin Sync on alun perin viihdetarkoitukseen kehitetty järjestelmä, joka käsittää tehdasasennetun laitteisto- ja ohjelmistoalustan. Näiden avulla käyttäjä voi kytkeä matkapuhelimensa tai musiikkisoittimensa Bluetooth-yhteydellä tai USB-kytkennällä laitteistoon ja ohjata sitä äänellään ajoneuvoa käyttäessään. Järjestelmä on siis työkalu muiden laitteiden synkronoimiseksi ajoneuvoon. Sitten palvelu on laajennettu sisältämään eCall-tyyppisen hätäkutsun suoraan hätäkeskukseen sekä säännöllisen ajoneuvon kuntoraportin. Lisäoptioina käyttäjä voi hankkia muita lisäpalveluita, kuten sää- ja uutistiedotteita tai reitti- ja navigointiohjeita. [94]

3.2.1.2 OnStar

OnStar on autonvalmistaja General Motorsin telematiikkapalvelu, joka on laajasti käytössä Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Viime vuosina se on laajentunut myös Kiinan markkinoille. OnStar-palveluita käytetään pääasiassa soittamalla palvelukeskukseen ajoneuvon päätelaitteella tai puhelimella. OnStar sisältää nykyisin turvallisuuteen liittyviä palveluita, kuten tiepalvelun, automaattisen hätäpuhelun OnStar-keskukseen kolari-tilanteessa, varastetun ajoneuvon paikannuksen, hidastamisen ja käynnistysneston sekä ovien etäavauksen ja auton löytämistä isolla parkkipaikalla helpottavan valojen tai äänimerkin etäohjauksen. Muita palveluita ovat mm. auton etädiagnostiikka, hands free -puhelut ja reitinopastus. Uusina ominaisuuksina OnStar-järjestelmässä on otettu käyttöön reitin siirto Google Mapsista auton järjestelmään [51]. OnStar toi vuoden 2010 lopulla myös mahdollisuuden hallita auton järjestelmiä omalla iPhone- tai Android-älypuhelimella [36].

3. Palveluiden nykytila

Palvelut perustuvat pitkälti satelliittipaikannuksen sijaintitietojen hyödyntämiseen. Suuria ongelmia on kuitenkin ilmennyt yksityisyydensuojan suhteen ja siinä, kuinka lainsäädäntöä tulee tällä uudella alueella soveltaa. Esimerkiksi poliisin oikeuksia sala-kunnella laitteiston välityksellä tapahtuvaa viestintää on jouduttu käsittelemään oikeudessa. OnStar-järjestelmää on hyödynnetty jonkin verran myös vakuutustoiminnassa, esimerkiksi tarjoamalla alennuksia asiakkaille, joilla OnStar on käytössä. [75]

3.2.1.3 BMW ConnectedDrive

BMW:n ConnectedDrive [16] tarjoaa kuljettajille älykkäitä turvallisuutta ja ajomukavuutta edistäviä palveluita. BMW Assist -palvelu sisältää mm. automaattisen ja manuaalisen hätäpuhelun, ajantasaiset liikennetiedot, hakupalveluita puhelimitse sekä ovien lukituksen etäohjauksella. Muita ConnectedDrive-palveluita ovat esimerkiksi internet autossa, varastetun auton seuranta ja etähuolto.

BMW kehittää myös omaa, Pathfinderiksi nimeämäänsä navigointijärjestelmää, joka tukee auton omaa GPS-pohjaista paikannus- ja reitinopastusjärjestelmää [2]. Pathfinder täydentää navigointijärjestelmän karttatietoja tarjoamalla tarkempia, erikseen ladattavia karttoja kohteista, kuten pysäköintialoista ja moottoriteiden kaistoista ja rampeista. Nämä kartat voi tarvittaessa siirtää matkan päätyttyä myös älypuhelimeen tai muuhun mobiililaitteeseen loppumatkaa varten. Pathfinder-järjestelmän toimivuus ja laajempi käyttöönotto edellyttävät näiden tarkempien microMaps-karttojen luomista eri kohteista. Nykyisten karttavalmistajien kiinnostus microMaps-karttojen laatimiseen on vielä epäselvää.

3.2.1.4 Mercedes mbrace

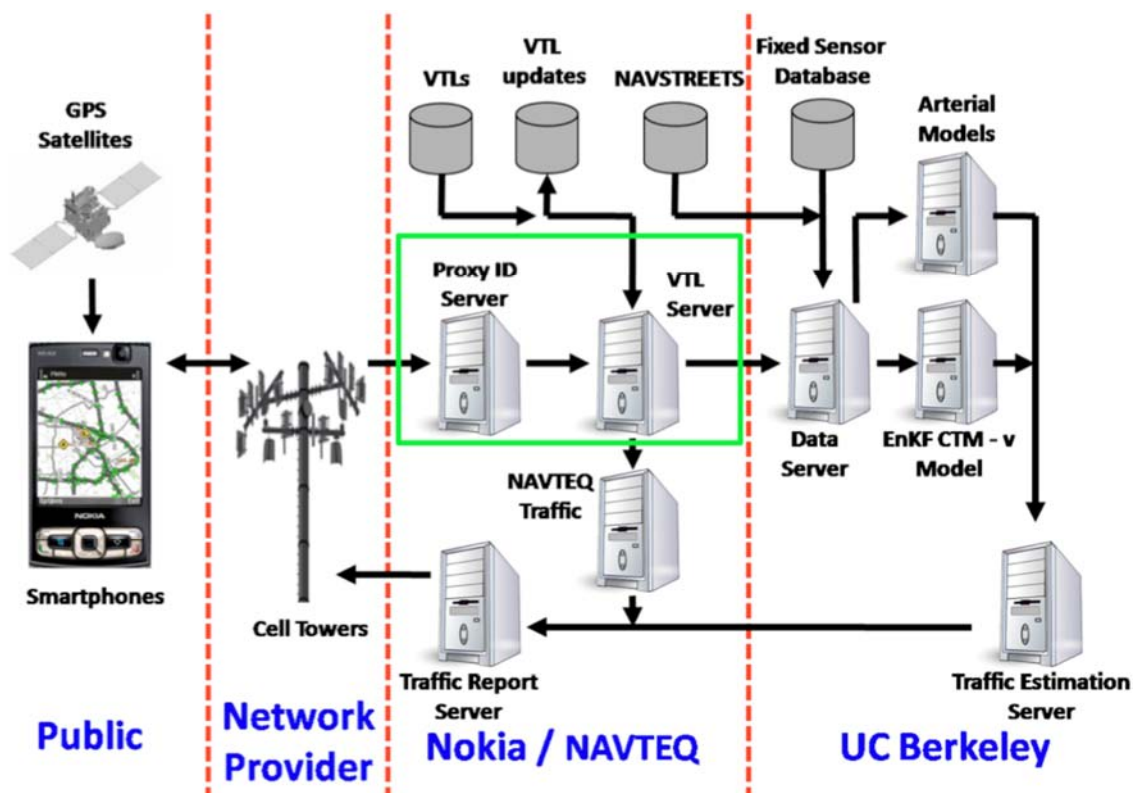
Mercedes mbrace [65] tarjoaa Yhdysvalloissa vastaavia navigaatio-, turvallisuus- ja ajomukavuuspalveluita, kuten muutkin edellä mainitut autonvalmistajat. iPhone- ja BlackBerry-älypuhelimille on saatavana sovellus, jolla osa palveluista on käytettävissä myös auton ulkopuolella.

3.3 Muut palvelut

Erilaisia paikkasidonnaisia liikenteeseen liittyviä palveluita on toteutettu eripuolilla maailmaa. Yhdysvalloissa seurattiin liikenteen sujuvuutta Mobile Millennium -hankkeessa, ja Japanissa on jo pitkään ollut käytössä paikkasidonnaista liikennetietoa kohdennetusti välittävä VICS-järjestelmä.

3.3.1 Mobile Millennium

Mobile Millennium on Pohjois-Kaliforniassa 2008 käyttöönotettu mobiiliteknologiaan perustuva liikenteen seurantajärjestelmäpilotti. Mobile Millennium perustuu älypuhelimien kaksisuuntaiseen vuorovaikutukseen liikennetietojen keräämiseksi ja välittämiseksi hyödyntäen puhelimen GPS-paikannustekniikkaa: tienkäyttäjän asennettua Mobile Millennium -ohjelman puhelimeensa puhelin lähettää ajoneuvon nopeus- ja paikkatietoja sekä vastaavasti vastaanottaa käyttäjien ja muun liikenneseurantatiedon perusteella koostetut reaaliaikaiset tiedot liikenteestä. [109]



Kuva 2. Mobile Millennium -pilotihankkeessa käytetty järjestelmäarkkitehtuuri [92]. Ruuhkamaksujen kerääminen toteutettaisiin vihreällä merkityssä osassa arkkitehtuuria.

Mobile Millennium -projektissa käyttäjän yksityisyysuojaan on pyritty kiinnittämään erityishuomiota. Paikkatietojen keruumäärät on optimoitu ja järjestelmässä kerättävästä tiedosta poistetaan tunnistetiedot, joista yksittäinen käyttäjä voitaisiin jäljittää [73]. Mobile Millenniumissa hyödynnetään myös virtual trip lane -tekniikkaa (VTL), jossa paikkatiedot kerätään vain strategisesti merkittävissä paikoissa, ei jatkuvasti tai kohteista, jotka voisivat olla arkaluonteisia [43]. Pilotissa on pyritty niin sanottuun hajautettuun arkkitehtuuriin, jossa millään yksittäisellä toimijalla ei ole saatavilla niitä kaikkia tiedonkappaleita, joilla voitaisiin selvittää tietyn käyttäjän yksityisyyttä vaarantavat tiedot,

3. Palveluiden nykytila

kuten reaaliaikainen sijainti [43]. Mobile Millennium -pilotissa käytetty järjestelmäarkkitehtuuri on esitetty kuvassa 2. Mobile Millennium -hankkeen pilottivaihe loppui marraskuussa 2009 oltuaan käynnissä 12 kuukauden ajan [69]. Pilotin aikana yli 5 000 käyttäjää latsi Mobile Millennium -ohjelmiston matkapuhelimeensa, ja heidän avullaan saatiin arvokasta tietoa liikennetiedon keräämisestä sekä paikkasidonnoista palveluista.

Pilottivaiheen jälkeen Mobile Millennium -hankkeen painopiste on siirtynyt valtavan suuren tietoaineiston yhdistämiseen, datafuusioon [12]. Hanke saa kumppaneiltaan tietovirtoja, joista kertyy vuorokaudessa jopa 60 miljoonaa eri havaintoa. Nämä havainnot pyritään yhdistämään uudeksi, merkitseväksi liikennetiedoksi datafuusion ja koneoppimisen menetelmin.

3.3.2 IM@GINE IT

IM@GINE IT on vuosina 2004–2006 toiminut EU-rahoitteinen tutkimus- ja kehitysprojekti, jossa tavoitteena oli edesauttaa saumatonta ja personoitua matkustamista Euroopassa. Ajatuksena oli saada eri palveluille yhteisen toiminta-alustan kautta käyttäjälle personoitua, paikkaan perustuvaa, staattista ja dynaamista tietoa esimerkiksi liikenteestä, kartoista, reiteistä ja navigoinnista Euroopassa. Projektin tavoitteena oli tuottaa palvelu erilaisilla mobiililaitteilla, kuten matkapuhelimilla, kannettavalla tai pöytä- tai kämmen-tietokoneella, käytettäväksi. Projektissa oli Suomesta mukana liikenne- ja viestintäministeriö ja MMI Tietoverkot Oy. Projektin osana toteutettiin laaja Euroopan laajuinen pilotti IM@GINE ITin verifioimiseksi ja demonstroimiseksi. [14]

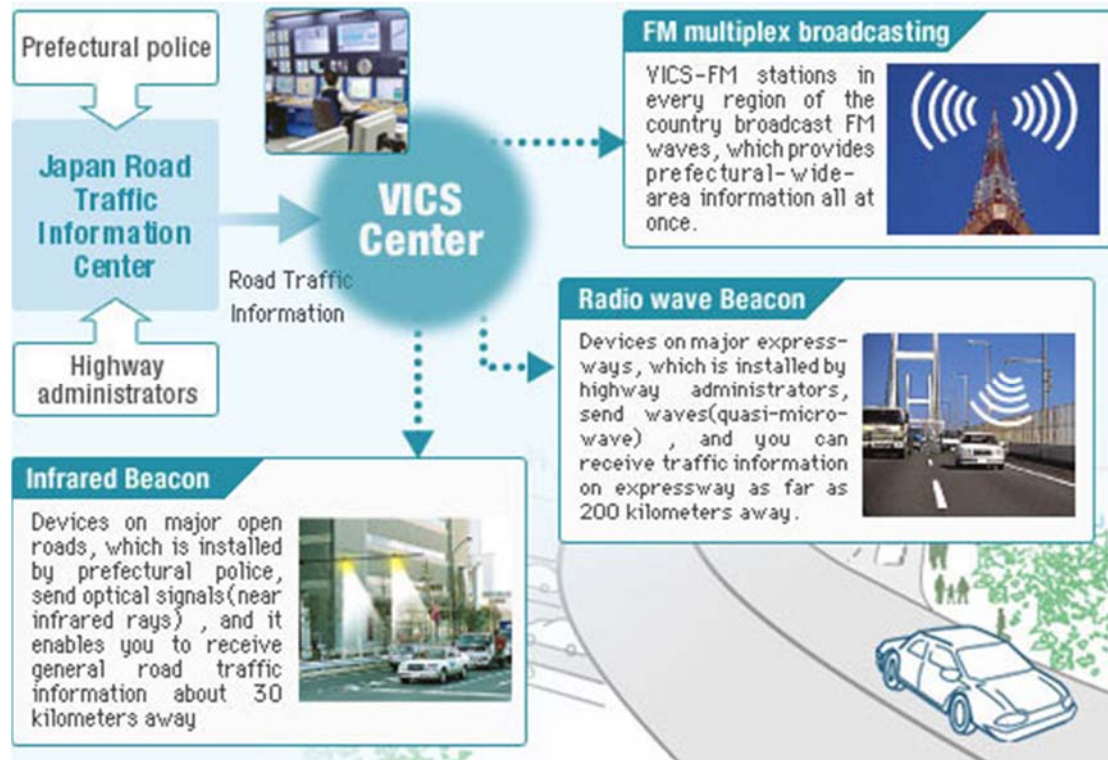
3.3.3 City Car Club

City Car Club on Suomessakin pääkaupunkiseudulla ja Kirkkonummen alueella toimiva itsepalveluautovuokraamo. Palvelussa rekisteröitynyt käyttäjä varaa ajoneuvon käyttöönsä etukäteen ja noutaa sen sitten halutusta paikasta haluttuun aikaan. Yhteiskäytössä olevien ajoneuvojen käytöstä veloitetaan käytetyn ajan ja ajettujen kilometrien perusteella. Palvelussa ei toistaiseksi hyödynnetä paikannukseen perustuvaa tietoa esimerkiksi laskutuksessa, mutta paikannuksen mahdollistava laitteisto on asennettu jokaiseen ajoneuvoon ja City Car Clubin sääntöjen mukaan palveluntarjoajalla on tarvittaessa oikeus seurata auton liikkumista. Säännöissä myös ilmoitetaan, ettei ajoneuvon paikannustietoja missään tapauksessa luovuteta kolmansille osapuolille, pois lukien poliisiviranomainen. [23]

3.3.4 VICS

Japanissa käytössä oleva VICS (Vehicle Information and Communication System) [44] on järjestelmä, jossa välitetään erilaista paikkasidonnoista liikennetietoa kohdennetusti,

kyseisellä alueella liikkuvien ajoneuvojen navigointilaitteissa hyödynnettäväksi. Liikennetiedot välitetään autoihin joko erillisten majakoiden tai FM-lähetinten avulla. Majakat käyttävät tiedon lähettämiseen joko radioaaltoja tai infrapuna-aaltoja; näiden menetelmien kantavuudet ovat noin 70 ja 3,5 metriä tienvarren lähettimestä. FM-lähettimien tieto kulkee radiolähetysten kanssa samalla taajuudella, ja se koskee laajempaa aluetta kuin majakoiden lähettämät, täsmällisemmät tiedot.



Kuva 3. VICS-järjestelmän toimintaperiaate [44].

VICSissäkin sovellettava PPP-malli (Public Private Partnership) toimii siten, että tiedonkerääjäosapuolena ovat eri viranomaistahot, jotka myyvät tietoja yksityisten palveluntarjoajien käyttöön. Järjestelmään suunnitellaan laajennuksia, kuten esimerkiksi tiedon keräämistä myös suoraan ajoneuvoista. [74], [44]

3.3.5 Digitraffic

Aiemmissa alaluvuissa esiteltyjen liikennetietoja hyödyntävien palveluiden kaltaisten palveluiden tuottamisen Suomessa mahdollistaa esimerkiksi Liikenneviraston (aiemmin Tiehallinto) ylläpitämä liikenteen ajantasaisten tietojen tietovarasto Digitraffic. [24]

Digitraffic on palvelukokonaisuus, joka tarjoaa liikenteen sujuvuustietoa Suomen tietoverkolta. Ensisijaisesti palvelu on tarkoitettu liikennealan toimijoille, kuten tietopalveluiden tuottajille sekä liikenteen hallinnan ja liikennesuunnittelun ammattilaisille.

3. Palveluiden nykytila

Digitraffic toimittaa niin ajantasaista tietoa kuin historiatietoakin. Tietopalveluiden tuottajat saavat halutessaan valmista dataa web service -rajapintojen välityksellä. Muut käyttäjät voivat mm. seurata ajantasaista liikennetilannetta erillisen verkkopalvelun avulla. Web service -rajapintojen kautta palveluntuottajille on saatavissa seuraavat tiedot:

- ajantasaiset matka-aikatiedot
- ajantasaiset sujuvuustiedot
- edellisen päivän sujuvuuden historiatiedot
- edellisen viikonpäivän päivittäiset sujuvuustiedot (12 viikon keskiarvo)
- ajantasaiset mittaustiedot liikenteen automaattisilta mittauspisteiltä (LAM)
- ajantasaiset vapaat nopeudet linkeillä.

Tietojen hyödyntäminen edellyttää sopimuksen tekemistä Kaakkois-Suomen ELYn VALTTI-yksikön kanssa tietojen luovuttamisesta. Digitraffic-palvelun tietoja hyödyn-tävät tällä hetkellä ainakin VTT, Infotripla, Mediamobile Nordic (entinen Destia Traffic), Aamulehti, Aachenin yliopisto, Ramboll, FastROI, Sito, Promethor, Aalto-yliopisto, ViaMedia, Foreca, Tilannehuone.fi, Oulun yliopisto ja Cubolahead.

4. Tulevaisuuden avainpalvelut

Tässä luvussa käsitellään tiiviisti PASTORI-projektin avainpalveluiksi määritellyt yhteiseurooppalainen sähköinen tienkäyttömaksujärjestelmä EETS sekä automaattinen hätäviestijärjestelmä eCall. Kirjallisuuskatsaukseen pohjautuvassa tarkastelussa on pidetty mielessä mahdollisuus näiden järjestelmien ja niihin liitettävien lisäarvopalveluiden muodostamasta palvelupaketista.

4.1 EETS

Euroopan unioni on ottanut tavoitteekseen kytkeä Euroopan alueen tienkäyttömaksujärjestelmät yhteentoimivaksi järjestelmäksi. Yhteiseurooppalaisen sähköisen tienkäyttömaksujärjestelmän (EETS, European Electronic Toll Service) tavoitteena on, että tienkäyttäjän tarvitsee tehdä vain yksi sopimus yhden valitsemansa palveluntarjoajan kanssa pystyäkseen käyttämään mitä tahansa maksualuetta Euroopassa. Lisäksi tienkäyttäjän tulee pystyä pärjäämään yhdellä ajoneuvolaitteella millä tahansa maksualueella. Nämä tavoitteet on kirjattu Euroopan komission direktiiviin. [30], [31]

Yhteiseurooppalainen tienkäyttömaksujärjestelmä EETS pyrkii avoimuuteen, tehokkuuteen ja tasapuolisuuteen. Elektronisten järjestelmien haluttaisiin myös kattavan vähintään 50 % kunkin tiemaksualueen liikennevirrasta. Jo olemassa olevien ja suunnitteilla olevien tienkäyttömaksuhankkeiden yhteensovittamista on kuitenkin hidastanut yhteisten pelisääntöjen hidas kehitystyö: sekä teknisen toteutuksen että organisatoristen ratkaisujen suhteen on olemassa vielä merkittäviä epäselvyyksiä. [26] EETS:n toteuttamisen kannalta merkittäviä vaatimuksia ja reunaehtoja selvitetään ja ratkotaan seuraavilla kolmella työkalulla [8]:

1. lainsäädäntö (direktiivit, kansallinen lainsäädäntö)
2. EU-määrittelytyö (erilaiset projektit ja asiantuntijaryhmät)
3. standardisointi (ISO, CEN).

Päälinjauksena käytettäviksi tekniikoiksi on kuitenkin valittu DSRC, GNSS sekä GSM/GPRS. Toimijakenttä taas tullaan rakentamaan seuraavista kolmesta toimijaryh-

4. Tulevaisuuden avainpalvelut

mästä: EETS-palveluntarjoajat, EETS-operaattorit sekä EETS-käyttäjät. Palveluntarjoaja tekee sopimukset kaikkien operaattorien kanssa, ja käyttäjä puolestaan solmii sopimuksen yhden valitsemansa palveluntarjoajan kanssa. Näiden kolmen osapuolen toimintaa valvomaan ja ohjaamaan tarvitaan omat koneistonsa, muun muassa jäsenvaltiokohtainen sovintoelin, jossa mahdolliset kiistakysymykset operaattoreiden ja palveluntarjoajien välillä tullaan ratkaisemaan. Lisäksi kunkin jäsenvaltion tulee pitää rekisteriä alueensa toimijoista. [30], [31]

EETS:n valmisteluun liittyy olennaisesti kaksi Euroopan komission rahoituksen alla toimivaa projektia, CESARE (Common Electronic Fee Collection System for a Road Tolling European Service) ja RCI (Road Charging Interoperability). Vuonna 1998 alkaneen CESARE-projektiryhmän taustalla on ASECAP (the European Association of Toll Motorways Operators). Projektin tavoitteena on ollut määrittellä, suunnitella, toteuttaa ja monin muin tavoin edesauttaa yhteentoimivan eurooppalaisen tienkäyttömaksujärjestelmän käyttöönottoa [22]. Vuodesta 2005 lähtien toiminut RCI-projekti taas keskittyy EETS:n yhteentoimivuuskysymyksiin teknisestä näkökulmasta sisältäen erinäisiä pilot-tikokeiluja [29].

Monet eurooppalaiset tienkäyttömaksujärjestelmät ovat jo nyt kansallisesti tai yhdessä naapurimaiden kanssa yhteentoimivia, ja myös EETS-spesifikaatiot, kuten CESARE-projektin suositukset, pyritään täyttämään. Eräs esimerkki naapurimaiden yhteentoimivasta järjestelmästä on NORITS-projektin (Nordic Interoperable Tolling Systems) kautta toteutettu, Skandinavian tienkäyttömaksujärjestelmät yhdistävä Easy-Go-palvelu. Vuonna 2007 käyttöönotettu Easy-Go mahdollistaa kaikkien tienkäyttömaksukohteiden käytön Ruotsin, Norjan ja Tanskan alueella vain yhden ajoneuvolaitteen ja sopimuksen turvin. Tähän yhden laskun järjestelmään on myös liitetty lautta- ja pysäköintipalveluita. NORITS-projektin tulokset ja kokemukset ovat tärkeitä koko Euroopan laajuisen systeemin kehittämisessä, ja RCI-projektissa näitä käsitelläänkin tarkasti. Edelläkävijän haasteita skandinaavisessa Easy-Gossa on havaittu esimerkiksi laskutukseen, arvonlisäveroon ja valuuttamuunnoksiin liittyvissä asioissa sekä rajat ylittävässä valvonnassa. [97]

”EETS-direktiivi” [30], [31] rajaa yhteiseurooppalaisen systeemin, ja siten vaatimuksensa, ulkopuolelle pienet, paikalliset järjestelmät, kuten yksittäiset sillat. Kysymys siitä, kuuluvatko kaupunkien tienkäyttömaksujärjestelmät, esimerkiksi Tukholman tai Lontoon ruuhkamaksualueet, EETS:n piiriin, on jäänyt epäselväksi [21]. Esimerkiksi Lontoon ruuhkamaksualue on varsin laaja, ja myös käyttäjämäärä on merkittävän korkea. Toistaiseksi kaupunkien tienkäyttömaksujärjestelmät tosin hyödyntävät lähinnä ANPR-tekniikkaa, mikä jo yksinään tarkoittaa, ettei direktiivi koske niitä, sillä ajoneuvolaitetta ei tarvita. Kehityksen suunta on kuitenkin kohti DSRC-tekniikkaa ja jopa satelliittipaikannusta hyödyntäviä ratkaisuja, ja tällöin kaupunkien tienkäyttäjärjestelmien kysymys tulee ajankohtaiseksi.

4.2 eCall

eCall on Euroopan tasolla suunnitteilla oleva automaattinen ajoneuvoon asennettu hätäsoittojärjestelmä, jossa GSM-verkon puhe- ja tietoliikenneyhteyksien avulla välitetään onnettomuuden paikka- ja tapahtumatiedot hätäkeskukseen. Hätäviesti lähtee automaattisesti eCall-laitteen sensorien havaittua onnettomuustapahtuman, esimerkiksi katon kautta pyörähtämisen tai turvatyynyjen laukeamisen, tai käyttäjän painaessa hätäkutsunappia. [104]

eCall ei pysty parantamaan liikenneturvallisuutta onnettomuuksia ehkäisemällä; sen sijaan se pyrkii minimoimaan jo tapahtuneen onnettomuuden seurauksia. Olennaista on nopeuttaa avun saamista, mikä voi vähentää kuolemantapauksia – on arvioitu, että Suomessa kuolemantapaukset voisivat vähentyä 4–8 prosenttia. Järjestelmän avulla voitaisiin myös lieventää vammautumisasetta sekä vähentää terveydenhuoltojärjestelmän, vakuutusyhtiöiden ja muiden toimijoiden taloudellisia kustannuksia. Viesti onnettomuudesta lähtee järjestelmän avulla nopeammin hätäkeskukseen, ja eCall-laitteen satelliittipaikannukseen perustuvalla teknologialla keräämät paikkatiedot saadaan nekin hätäkeskukseen samassa viestissä tarkasti. [104]

eCall-järjestelmä koostuu kolmesta osasesta: ajoneuvopäätelaitteesta, hätäkeskuksesta ja päätelaitteesta. Hätäpuhelu ja hätäviesti (MSD, minimum set of data) välittyvät ajoneuvopäätelaitteesta verkko-operaattorin välittämänä hätäkeskukseen. Vähimmäisvaatimukset kattava MSD-hätäviesti sisältää seuraavat tiedot: ajoneuvotunniste, aikaleima, paikkatieto ja suunta, ajoneuvotyyppi, polttoaine ja mahdollisesti myös palveluntarjoaja, tai muita tietoja, kuten nopeus (edelliset paikkatiedot) ja matkustajien lukumäärä. Täydellinen hätäviesti (FSD, full set of data) ohjautuu palvelukeskukseen, josta hätäkeskus saa sen tarvittaessa kyselyllä. Paikkatieto saadaan myös verkko-operaattorikyselyllä. [104]

eCallin viestinvälitysyhteudet nähdään pääasiallisesti GSM-verkossa toimiviksi, mutta myös muita vaihtoehtoja kartoitetaan. Esimerkiksi SISTER-tutkimusprojektissa on menestyksekkäästi testattu satelliittiviestintäyhteyden soveltuvuutta, ja tulokset osoittavat, että satelliittiyhteudet voisivat olla ratkaisu täydentämään GSM-verkon puutteita. [110]

Euroopan tasolla eCallin viranomaisvalmiuksissa, laitekehityksessä, standardoinnissa yms. ilmenneiden viivästysten takia palvelun käyttöönottoaikataulua on jouduttu siirtämään jatkuvasti. Uusimpien arvioiden mukaan käyttöönotto siirtyy vähintäänkin vuoteen 2014. eCall-järjestelmän edistämiseksi vaaditaan neljä seikkaa: 1) standardisoinnin ja sertifiointin valmistuminen 2) jäsenvaltioiden tuki (MoU) 3) ajoneuvovalmistajien sitoutuminen ja 4) liiketoimintamallien kehittäminen. Potentiaalisia ehdotuksia liiketoimintamallien suhteen ovat esimerkiksi eCallilla varustetuille ajoneuvoille myönnettävä vakuutusetu, turvallisuuden markkinoiminen esimerkiksi EuroNCAP-tähtiluokituksessa, eCallin liittäminen osaksi turvallisuuden lisävarustelupakettia sekä eCall-laitteiston hyödyntäminen rinnakkaispalveluissa. [18] Mahdollisia lisäpalveluita, joita voitaisiin liittää eCallin yhteyteen Suomessa, ovat ainakin varastettujen autojen seuranta, Liiken-

4. Tulevaisuuden avainpalvelut

neviraston liikenneseuranta sekä liikenteen häiriö- ja kelitietojen välittäminen autoilijoille [104].

eCall tulee olemaan julkinen 112-hätänumeron päälle rakentuva palvelu, joka ei vaadi erillistä käyttömaksua. Dataa on ehdotettu hätäkeskusten hallinnoitavaksi. [104]

eCall-palveluun liittyvät ongelmakysymykset koskevat teknisiä ratkaisuja sekä lisääntyvän työn määrää: Tulisiko tunnistamisessa käyttää SIM-korttia vai jotain muuta teknistä ratkaisua? Ovatko laitteet tehdas- vai jälkiasennettuja? Miten tietoturvasta tulee huolehtia? Miten hätäkeskusten henkilöstö selviää järjestelmän aiheuttamasta työtaakan kasvusta? [104]

eCall-järjestelmän toteuttaminen edellyttää myös monen eri tahon tehokasta ja sujuvaa yhteistyötä. Näitä tahoja ovat muiden muassa laitetoimittajat, käyttäjät, verkkooperaattorit sekä hätäkeskukset. [104]

4.3 Lisäarvopalvelut

Sekä eCallin että EETS:n ympärille on suunniteltu erilaisia lisäarvopalveluita. Monet näistä ovat osittain tai täysin päällekkäisiä, kuten liikennetietojen välittäminen, jota on kaavailtu molempien palveluiden yhteydessä toteutettavaksi. Lisäksi kaupallisten palveluiden huima kasvuvauhti ja älypuhelin yleistyminen ovat jo aiheuttaneet sen, että lisäarvopalveluita käytetään laajasti kännykällä. Tämä asettaa omat haasteensa sille, millaisia lisäarvopalveluita eCallin ja EETS:n yhteyteen on järkevä suunnitella.

Mikäli eCall toteutetaan ajoneuvolaiteratkaisulla, jossa voidaan käyttää myös muita palveluita, tulee eCall ehdottomasti priorisoida järjestelmässä tärkeimmäksi. Tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmän tulee onnettomuuden sattuessa pystyä vapauttamaan tarvittava järjestelmäkapasiteetti ja -valmius eCallin käytettäväksi. Toisaalta eCallin ja muiden palvelujen datan suojaus sekä ulkopuolisilta tahoilta että muilta sovelluksilta voi aiheuttaa ongelmia. [104]

Pisimmälle eCalliin liittyvän lisäarvopalvelukonseptin kehittämisessä lienee päässyt Altea, joka on rakentanut eCall+-liiketoimintamallin. eCall+ on hätäpalvelun ympärille rakennettu palvelupaketti, joka mahdollistaa eCallin kustannustehokkaan toteuttamisen luomalla uutta, erityisesti kaupallista, liiketoimintaa sen rajapintaan. [5]

Altean eCall+ perustuu Evolution OTP (open telematics platform) -nimiseen avoimeen alustaan. Tätä yhteistä toiminta-alustaa hyödyntävät pääpalvelut ovat: 1) peruspalvelut eli hätäpalvelut, kuten eCall 2) autokannan hallintapalvelut 3) vakuutuspalvelut, esimerkiksi pay-as-you-drive-tyyppiset ratkaisut, sekä 4) julkisen sektorin palvelut [1]. eCall+ on periaatteeltaan sopiva malli eCallin, EETS:n ja muut palvelut yhdistäväksi palvelupaketiksi. Altea on myös saanut EU:n kiinnostuksen ja tuen kehitystyössään [105].

Paitsi paikka- ja tunnistetietoja, eCallin ja erityisesti EETS:n suhteen on mahdollista löytää myös muita osa-alueita, joita voitaisiin hyödyntää lisäarvopalveluissa. Eräässä

lähteessä kirjataan seuraavat neljä mahdollisuutta elektronisen tienkäyttömaksujärjestelmän rinnalla toimivista lisäarvopalveluista: [102]

1. Liikennetieto, liikenteen hallinta ja suunnittelu: saman tienvarsi-infrastruktuurin sekä mahdollisesti myös elektronisen tienkäyttömaksujärjestelmässä kerätyn tiedon hyödyntäminen.
2. Turvallisuus: elektronisen tienkäyttömaksujärjestelmän infraa voivat hyödyntää esimerkiksi vaarallisten aineiden kuljetusten seuranta- ja valvontajärjestelmä tai varastettujen autojen tunnistamisjärjestelmä.
3. Palvelut tienkäyttäjälle: ajoneuvolaite voi toimia maksuvälineenä (parkkipaikat, huoltoasemat) tai pääsyoikeuden varmistajana (kulkulupa asuinalueelle).
4. Palvelut teollisuudelle: Reaaliaikainen kuljetusten seuranta (liikennöintiyritykset). Tämä on apukeino toiminnan tehostamiseen ja vaikkapa aikatauluseurantaan, jotta asiakkaalle voidaan tiedottaa mahdollisesta viivästyksestä tms.

Ruotsissa on tehty selvitystä mahdollisuuksista lisätä suunniteltuun raskaiden ajoneuvojen kilometrimaksuun (tienkäyttömaksuun) lisäarvopalveluita. Tällaiset palvelut voisivat hyödyntää tienkäyttömaksujärjestelmän palikoita, kuten paikannusta, viestiyhteyksiä ja ajoneuvojen tunnistusta. Lisäarvopalveluilla maksujärjestelmän sekä siihen liittyvän laitteiston hyväksyttävyyttä mahdollisesti paranee, käyttökustannukset jakautuvat useammalle taholle ja maksujärjestelmästäkin tulee kustannustehokkaampi. Valitut kolme testipalvelua liittyivät vaarallisten tavaroiden kuljetusseurantaan, ajantasaiseen liikennetiedotukseen sekä dynaamiseen ja staattiseen liikennetietoon. Tulokset osoittivat, että näille ja vastaaville palveluille on tilaa, ja muita sovelluksia voidaan löytää raskaaseen liikenteeseen esimerkiksi henkilöstöön, ajoneuvokantaan, liikenteeseen ja kuljetusten hallintaan liittyen. Erityisesti palveluiden paketointi nähtiin mielekkäänä. [101]

5. Erityishuomiota vaativat kysymykset

Tässä luvussa kuvaillaan kirjallisuuskatsauksen ja benchmarking-prosessin pohjalta nousseita avainasioita, pulmakohtia ja muita tutkimuksen kannalta olennaisia huomioita.

5.1 Keskitetty käyttäjätili

Tarkastelluista nykyisistä palveluista moni tarjoaa käyttäjille mahdollisuuden käyttäjätilin luomiseen internetissä. Näissä internet-palveluissa voi rekisteröityä palvelun käyttäjäksi, päivittää tietoja, tilata lisäpalveluita, hallita laskutus- ja maksuasioita ja seurata omaa käyttäjähistoriaa, esimerkiksi omaa liikkumista tienkäyttömaksualueilla.

Internetissä voisi toimia palveluportaali, jossa yhden käyttäjätilin luomalla saisi suoran pääsyn eri palveluihin. Palveluiden käyttäjä voisi näin hallinnoida toimintoja yhdessä kohteessa ja rakentaa haluamansa palvelupaketin, joka koostuisi muun muassa seuraavista osista: EETS, eCall ja muut palvelut. Internetissä tehdyt valinnat välittyisivät sitten ajoneuvolaitteeseen palvelutilauksina ja ohjelmistopäivityksinä. Lontoossa tämän tyylistä ratkaisua onkin jo pilotoitu yhdistämällä lisäarvopalvelut ja ruuhkamaksu [33].

5.2 Ajoneuvolaite

Ajoneuvolaitteet, joita paikannukseen perustuvissa liikenteen palveluissa hyödynnetään, ovat hyvin monimuotoisia. Yksinkertaisimmillaan ajoneuvolaite voi olla tuulilasiin kiinnitettävä ohut elektroninen tunnistetarra (tagi), kun taas monimutkaisimmillaan se voi olla ajoneuvojärjestelmään integroitu tietokone. Ajoneuvolaitteena voi myös toimia ensisijaisesti muuhun käyttötarkoitukseen hankittu laite, kuten älypuhelin tai kannettava tietokone. Päätelaitteita käsitellään tarkemmin PASTORI-projektin raportissa Teknologia ja arkkitehtuurit [81].

Ajoneuvolaitteen hankinnasta vastaa yleensä palvelun käyttäjä, joka ostaa sen suoraan laitteen toimittajalta. Laite voi myös olla osa palveluntarjoajan palvelupakettia, vaikka ikään kuin lainassa asiakkaalla, kuten San Franciscon FasTrak-järjestelmässä [34]. Esimerkiksi tienkäyttömaksujärjestelmissä ajoneuvolaitteen päättelevä on kerätä valitun

teknologian keinoin paikannustiedot ja välittää ne tai niiden perusteella johdetut tiedot eteenpäin käsiteltäviksi. Usein palvelun käyttäjä ja myös käytettävä ajoneuvolaite liitetään palveluun jonkinlaisen käyttäjätilin puitteissa, ja tällöin ajoneuvolaite mahdollisesti käsittelee ja lähettää myös tunnistetietoja. On myös järjestelmiä, jotka mahdollistavat anonyymien käyttäjäprofiilin, kuten eräs Turkin tienkäyttömaksujärjestelmän käyttövaihtoehto [100]. Anonyymiys on kuitenkin merkittävä rajoite palvelun muiden ominaisuuksien kannalta.

Erilaiset tienkäyttömaksujärjestelmien ajoneuvolaitteet voidaan luokitella niiden hyödyntämän paikannusteknologian mukaan tai esimerkiksi niiden hallitseman tiedonkäsittelytason mukaan. Tällöin käytetään termejä *thick*, *thin* ja *adaptive client*. Thick client viittaa ajoneuvolaiteratkaisuun, jossa tiedon käsittely ja prosessointi suoritetaan ajoneuvolaitteessa. Äärimmilleen vietyinä kaikki tiedonkäsittely aina tienkäyttömaksun laskentaan asti suoritetaan ajoneuvolaitteessa, ja vasta loppuun asti jalostettu tieto lähetetään eteenpäin. Thin client -tyyppinen ajoneuvolaite taas toimii ainoastaan paikkatietojen kokoajana ja edelleenvälittäjänä. Tämä mahdollistaakin kehittyneemmät ja monimutkaisemmat tiedonkäsittelyprosessit, kun ajoneuvolaitteen kapasiteetti ei ole rajoittava tekijä. Thick client -ratkaisuun verrattuna tiedonsiirtomäärät ovat suurempia ja yksityisyydensuojakysymykset osin vaikeampia. Toisaalta yhteentoimivuuden toteuttaminen on helpompaa. Adaptive client puolestaan tarkoittaa välimuotoa, jossa osa tietojenkäsittelystä voidaan tehdä ajoneuvolaitteessa. [108]

Thin client -tyyppisen ratkaisun etuja käyttäjän kannalta ovat ymmärrettävyyden lisäksi joustavuus, skaalautuvuus ja ajoneuvolaitteen edullisuus. Myös järjestelmän ylläpitokulut ovat kohtuullisia ja yhteentoimivuuden toteuttaminen ja eri paikannusteknologioita hyödyntävien systeemien yhdistäminen on yksinkertaista. Thin client -systeemi voidaan järjestää esimerkiksi seuraavista neljästä palikasta: ajoneuvolaite, tiedot keräävä taho (tietojen yhdistäminen kartalle), operatiivinen back office (validointi ja seuranta) sekä kaupallinen back office (laskutus ja asiakasyhteydet). Suurimmat kustannukset thin client -ratkaisussa ovat muodostuneet tiedonsiirrosta [50], mutta kiinteähintaisten datayhteyksien yleistymisen on poistanut tämän ongelman.

Kun on kyse ajoneuvolaitetta hyödyntävistä tienkäyttömaksujärjestelmistä, joudutaan aina kohtaamaan myös ajoneuvolaitteettomien tienkäyttäjien joukko. Tällaisten satunnaisten käyttäjien, esimerkiksi turistien, osuus voi olla suurikin. Vaatimusta pakollisesta ajoneuvolaitteesta jollakin tienkäyttömaksualueella on varsin vaikeaa saada läpi, sillä laitteen tulisi tällöin olla hyvin edullinen, helposti ja nopeasti asennettava ja hyvin saatavilla. Ajoneuvolaitteettomien käyttäjien ongelma voidaan ratkaista esimerkiksi etukäteen maksettavilla tienkäyttöluvilla tai erityisen halvoilla lainattavilla ajoneuvolaitteilla. [87]

Paikannukseen perustuvien liikenteen palveluiden hyödyntämät laitteet mielletään pääosin joko kiinteiksi tai ajoneuvoon asennettaviksi laitteiksi. Kun käsiteltä laajennetaan autoilusta koko tieliikenteeseen mukaan lukien julkinen liikenne, ja vielä laajemmaksi koskemaan kaikkea liikennettä, ei kuitenkaan enää ole kyse vain ajoneuvolaitteista.

5. Erityishuomiota vaativat kysymykset

Tällöin päädytään mobiilin laitteen tarpeeseen, joka tosin voisi olla myös liitettävissä tai integroitavissa ajoneuvoon.

Etelä-Koreassa suoritetussa tutkimuksessa on selvitetty mahdollisuuksia hyödyntää langatonta lähiverkkoa (WLAN, wireless local area network) paikannusteknologiana jalan liikkuvan henkilön paikkasidonnaisten palvelujen tuottamiseksi [10]. Satelliittitekniologiaan perustuvan paikannuksen ongelmat tulevat usein vastaan sisätiloissa ja kaupunkiolosuhteissa. Toisaalta juuri näillä alueilla, esimerkiksi julkisissa rakennuksissa ja juna- tai lentoasemilla, on langattomia lähiverkkoja. Myös WLAN-valmiuksilla varustetut mobiililaitteet, kuten matkapuhelimet ja kannettavat tietokoneet, ovat yleistyneet.

Voidaankin sanoa, että nykyiset älypuhelimet ja kannettavat tietokoneet hallitsevat valtaosan sekä liikenteen että liikkumisen paikkasidonnaisten palveluiden potentiaalisista teknologioista.

5.3 Tietojen kerääminen ja yksityisyydensuoja

Sijaintitietojen kerääminen ja mahdollisuus yhdistää ne tunnistetietojen avulla yksittäiseen käyttäjään muodostavat merkittävän uhan yksityisyydensuojalle. Se, kuinka kauan tietoja säilytetään, kuka niihin pääsee käsiksi ja mihin niitä voitaisiin käyttää, kiinnostaa kaikkia toimijaosapuolia, ja pelisääntöjen laatiminen on monimutkaista. Myös lainsäädäntö asettaa omat rajoituksensa, jotka voivat kuitenkin olla riittämättömiä tai vaikeasti tulkittavissa älyliikenteen palveluissa.

Useat tahot ovat esittäneet ratkaisuksi tiedon hajauttamista niin, ettei millään toimijalla olisi käytettävissään sekä sijainti- että yksityisyystietoja. Yksi esimerkki tästä on Mobile Millennium -projekti [43]. Toisena esimerkkinä mainittakoon Lontoon ruuhkamaksualueen vaihtoehtoiseksi ratkaisuksi esitetty malli, jossa tienkäyttömaksutietojen käsittely tapahtuisi ajoneuvolaitteessa ja eri ajoneuvojen välillä sen sijaan, että ajoneuvolaite lähittäisi muun muassa sijaintitiedot erilliseen yksikköön tarkasteltaviksi. Mallissa ajoneuvolaitteet kommunikoivat maksua keräävän tahon kanssa radioyhteydellä, jossa lupien osto ja maksualuetiedot vaihdetaan. Ajoneuvolaite vertaa sijaintitietojaan lataamaansa maksualuetietokantaan, ja näin välttyään arkaluontoisten sijaintitietojen luovuttamiselta eteenpäin. Järjestelmän valvontatyökaluksi ehdotetaan järjestelmää, jossa kukin ajoneuvolaite pystyy lukemaan edellä ajavan ajoneuvon rekisterikilven ANPR-tekniikalla ja sitten tarkistamaan radioyhteydellä, onko kyseinen ajoneuvo maksanut tienkäyttömaksunsa. [42]

Kolmas esimerkki tiedon hajauttavista järjestelmistä on VPriv-niminen malli, jossa yksittäisen käyttäjän kulkemien reittien selvittäminen tehdään mahdolliseksi eräänlaisella salaustekniikalla. Ratkaisu perustuu ajoneuvolaitteen tienvarsilaitteistolle välittämisiin tunnistetietoihin, jotka eivät sisällä käyttäjän henkilötietoja vaan muuttuvan tunnistekoodin. Tietyn asiakkaan ajoneuvolaitteen käyttämille tunnistekoodille kertyneet maksutapahtumat lasketaan yhteen ja niputetaan käyttäjälle vasta loppuvaiheessa. Tietoja

voidaan näin käsitellä yhdistämättä henkilö- ja paikkatietoja. Mallin pohjalta on tehty joitakin kenttäkokeiluja, mutta eräitä ongelma-alueita on vielä ratkaisematta. [82]

Hajautetun tiedon menetelmät ja muut ratkaisut, joissa sijaintitietoja tai tunnistetietoja ei välitetä sellaisinaan tai lainkaan ajoneuvosta eteenpäin, voivat toimia joissakin sovelluksissa, kuten esimerkiksi liikennetietoja keräävässä ja välittävässä Mobile Millenniumissa. Myöskään tienkäyttömaksujärjestelmissä ei järjestelmän toiminnan ja teknisen toteutuksen kannalta ole välttämätöntä, että sijainti- ja tunnistetiedot olisivat millään taholla samanaikaisesti ja yhdistettävissä. Sen sijaan eCallin ja monien lisäarvopalveluiden toiminta perustuu nimenomaan sijainti- ja tunnistetietojen yhdistämisen kautta saatuun hyötyyn. Toisaalta, jos tarkastellaan palvelun toiminnallisten edellytysten sijaan asiakkaan näkökulmaa, niin vaikka yksityisyydensuojan kannalta sijainti- ja tunnistetietojen peittäminen tuottaisi hyötyä, tekisi se läpinäkyvän laskutussysteemin vaikeaksi. Asiakas ei saisi tällöin tarkasti eriteltyä laskua, jolloin myös laskun oikeellisuuden tarkistaminen olisi hyvin vaikeaa.

Mikäli tulevaisuudessa kehitetään yhteinen alusta ja ajoneuvolaite, jolla voisi toimia sekä eCall ja EETS että muita viranomaispalveluita ja kaupallisia palveluita, tulee näiden palveluiden erilaiset luonteet ottaa huomioon. Paikannus- ja sijaintitietojen hallintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota siten, että nämä tiedot ovat niitä palveluita tarvitsevien sovellusten käytössä, mutta peitettyinä tai vain modifioituina tai erillisinä niiden sovellusten käytössä, joiden kannalta ne eivät ole välttämättömiä. Palveluiden tarkoituksen, prioriteetin ja tietojenkäsittelyluotettavuuden mukaan voidaan siis tarvita erilaisia tietosuodattimia. Myös asiakkaalle kulkevan tiedon suodattaminen asiakasprofiiliin, preferensseihin ja sijaintiin liittyen voi olla tarpeen tiedon määrän alati kasvaessa.

Paikannusta hyödyntävät liikenteen palvelut voidaan sijainti- ja tunnistetietojen tarpeiden mukaan jakaa kolmeen luokkaan:

1. palvelut, jotka ehdottomasti tarvitsevat sijainti- ja tunnistetiedot toisiinsa yhdistettynä (eCall)
2. palvelut, joiden ei teoriassa tarvitse yhdistää sijainti- ja tunnistetietoja, mutta muut seikat saattavat sitä edellyttää (tienkäyttömaksut: laskujen erittely)
3. palvelut, joissa sijainti- ja tunnistetietojen yhdistäminen ei ole tarpeen ja siksi yksityisyydensuojakysymys ohjaa eriyttämään näiden tietojen käsittelyt eri tahoille (ajantasaisen liikennetiedon keruu ja monet muut lisäarvopalvelut).

Selvityksessä yksityisyyden huomioivasta arkkitehtuurista [41] on käsitelty varsin kattavasti kompromissia yksityisyydensuojan ja tiedon tarkkuuden ja tason välillä tienkäyttömaksusovelluksissa. Selvityksessä lajitellaan ratkaisuvaihtoehdot viiteen luokkaan, josta ensimmäisessä yksityisyydensuoja on korkeimmillaan ja viidettä vaihtoehtoa lähestyessä se heikkenee, kun tarkkuus ja läpinäkyvyys lisääntyvät. Nämä viisi tietojen tasoluokkaa ovat seuraavat:

5. Erityishuomiota vaativat kysymykset

1. Kerätään (ja siis raportoidaan käyttäjälle laskussakin) vain palvelun hinta, mitään muuta tietoa ei kerätä tallettavaksi.
2. Kerätään tallettavaksi ajatut kilometrit kussakin maksuluokassa.
3. Kerätään aikatiedot ja matkan pituustiedot kussakin maksuluokassa.
4. Kerätään aika- ja paikkatiedot, joista voidaan selvittää kuljettu reitti (esimerkiksi Saksassa).
5. Kerätään aika- ja paikkatiedot esimerkiksi minuutin välein koordinaatteina.

Eräs tienkäyttömaksujärjestelmien yksityisyydensuojaan ja turvallisuusnäkökohtiin liittyvä sovellus on Euroopan komission asettaman asinatuntijaryhmän (Electronic Tolling Committee, Expert Group 12) määrittelemä Trusted Recorder. Trusted Recorder on ajoneuvolaitteen väärinkäytöltä suojaava laitteistonosa (tamper proof hardware element). Sovellus kokoaa jatkuvasti ajoneuvolaitteen keräämää tietoa, kuten paikannusdataa. Kerätty tieto ”jäädyytetään”, eli sen muuttaminen jälkeenpäin ei onnistu, ja tiedot voidaan siten lähettää tunnistenumerolla varustettuna keskusjärjestelmän käyttöön esimerkiksi laskutusta tai valvontaa varten. [47]

Trusted Recorder -toimintoa ajetaan eteenpäin sekä Ruotsin että Alankomaiden satelliittipaikannukseen perustuvassa tienkäyttömaksujärjestelmien suunnittelutyössä, ja ideaa viedään eteenpäin myös kansainvälisessä ISO- ja CEN-standardisointityössä. Yhtenä sovelluksen etuna nähdään tienkäyttömaksuun liittyvän ajoneuvolaitteen luotettavuuden lisääminen ilman tarpeetonta ”lukitsemista”, joka voisi mahdollisesti estää samaa ajoneuvolaitetta ja toimintoja hyödyntävien lisäarvopalveluiden luomisen. [47]

5.4 Maksaminen

Suomen Pankki [54] on tehnyt kattavan selvityksen tulevaisuuden maksutavoista. Tutkimuksessa käsitellään laajasti tulevaisuuden mahdollisuuksia ja haasteita ja pohditaan 2010-luvun näkymiä. Myös asiakkaiden odotukset ja asenteet on selvitetty muun muassa matkapuhelimella maksamisesta sekä sähköisestä laskutuksesta ja maksamisesta.

Hankkeessa on tunnistettu tiettyjä avainaskeleita tulevaisuuden maksutoiminnan kehittämässä. Sellaisiksi nähdään muun muassa yhteisen standardimallisen laskutustapahtumaviestin kehittäminen eri prosessien väliseen keskusteluun, maksumenettelyn kehittäminen matkapuhelimella maksamiseen, henkilön tunnistaminen luotettavasti ja turvallisesti, standardit sähköiselle laskuttamiselle ja maksamiselle sekä digitaalisen ajantasaisen verkkopohjaisen maksumenettelyn kehittäminen. [54]

Eräs Suomen Pankin selvityksen ajatuksista on matkapuhelimen SIM-kortin eriyttäminen matkapuhelinoperaattorin toiminnasta, jolloin SIM-korttia voitaisiin käyttää matkapuhelinliittymän lisäksi muidenkin palveluiden ja henkilöntunnistuksen alustana. [54]

Erilaiset mobiilimaksamisen keinot ovat nostamassa suosiotaan teknologian ja palveluiden kehittyessä. E-laskut ja maksaminen tekstiviestin avulla (ns. älytekstiviesti) tarjoavat uusia mahdollisuuksia palveluiden maksuratkaisuiksi. Joukkoliikenteessä jo käytössä oleva menetelmä matkan maksamiseen voi tulevaisuudessa siirtyä myös matkapuhelimiin, jos NFC-teknologia yleistyy uusissa puhelinmalleissa. [88]

5.5 Tienkäyttömaksujärjestelmien erityiskysymyksiä

Eräissä lähteissä eritellään edellytykset menestyksekkään tienkäyttömaksun toteuttamiselle seuraavasti [63]:

1. kustannustehokas, luotettava ja tarkka konsepti sekä tekninen toteutus
2. oikea-aikainen ja kustannustehokas valvontamekanismi
3. toimiva sopimus- ja liiketoimintamalli
4. yleisön mielipiteen ja huolien huomioiminen ja hyväksynnän saaminen.

Seuraavissa pohditaan tarkemmin erityisesti kohtien 3 ja 4 asiasisältöjä: sopimus- ja liiketoimintamallien ja asenneilmapiirin merkitystä.

5.5.1 Sopimus- ja liiketoimintamallit

Tienkäyttömaksujärjestelmissä julkisen ja yksityisen sektorin roolijakoon löytyy monta eri ratkaisua lähtien täysin jommankumman hallitsemasta järjestelmästä mitä erilaisimpiin yhteistyökuvioihin. Lähtökohtaisesti tärkeä kysymys on tieinfrastruktuurin omistus: onko tieinfrastruktuuri julkissektorin rakennuttama ja ylläpitämä, julkissektorin rakentama, mutta sittemmin yksityisen omistukseen siirretty vai yksityisen rakentama ja ylläpitämä tieverkko? [11]

Ylipäänsä palvelun rahoituksen ja tuottamisen jakoa julkisten ja yksityisten toimijoiden välillä voidaan kuvata seuraavilla viidellä tapauksella: [49]

- Julkinen palvelu A: palvelun rahoittaa ja sitä ylläpitää julkinen sektori.
- Julkinen palvelu B: palvelun rahoittaa pääosin julkinen sektori, mutta ylläpito on ulkoistettu yksityiselle.
- PP (public-private): investointi- ja liiketoimintariskit jaetaan julkisen ja yksityisen sektorin toimijoiden kesken.
- Yksityinen: palvelun rahoittaa ja sitä ylläpitää yksityinen sektori; markkinavoimien aikaansaama palvelu.
- Voittoa tavoittelematon, ei-julkinen palvelu.

Tulevaisuudessa sekä julkisen sektorin että yksityisten toimijoiden roolit ja vastuut tulevat luultavasti yhtenäistymään jossakin määrin eri järjestelmien välillä, kun kohti

5. Erityishuomiota vaativat kysymykset

EETS-järjestelmää siirryttäessä aletaan noudattaa EU:n esimerkiksi CESARE-projekteissa hahmottelemia toimintamalleja.

Vertailuna CESARE:n roolijakoihin voidaan esitellä Isossa-Britanniassa 2004 esitetty malli, jossa tienkäyttömaksujen toteutuksen osapuolet ”UK Business Model” -systemi-arkkitehtuurissa olisivat: [71]

- Communications gateway entity: ajoneuvolaitteiden kommunikaatioyhteydet, tietojen eteenpäin välittäminen ORSP:lle.
- ORSP (on road service provider): tienvarsilaitteisto.
- PSP (payment service provider): asiakasrekisteri, laskutus, maksujen kerääminen, vastuussa maksujen kertymisestä.
- DCO (data clearing operator): riippumaton taho ORSP:n ja PSP:n välillä; takaa palvelun minimitason riippumatta siitä, minkä PSP:n yksittäinen asiakas valitsee.
- Enforcement agency: valvova taho esimerkiksi julkisen sektorin puolelta, menetelmänä esimerkiksi ANPR-teknologia.

Ison-Britannian mallissa kilpailevia ORSP- ja PSP-toimijoita voisi olla useita. Välissä toimiva DCO voisi poistaa välitettävistä tiedoista sijaintitiedot ja tällöin yhdellä osapuolella olisi sijaintitietoja ja toisella asiakkaan identifiointitietoja, mutta kenelläkään ei molempia eli kukaan ei voisi yhdistää niitä. Saattaa kuitenkin olla, että asiakas haluaa tarkan erittelyn, ja tällöin sijaintitiedot pitää kuljettaa koko ketjun läpi. Mallin mahdollinen toimintaketju on seuraavanlainen: 1) asiakas valitsee PSP:n, tekee sopimuksen ja ajoneuvolaitteen tiedot rekisteröidään 2) ajoneuvolaitteen tunnistetieto ja ajoneuvon rekisteritiedot siirretään PSP:ltä DCO:lle 3) ajotapahtumatiedot kulkeutuvat seuraavasti: ajoneuvolaite → communications gateway entity → ORSP → DCO → PSP → asiakas. [71]

Tienkäyttömaksujärjestelmien toteutuksen roolijakoon olennaisesti liittyviä kysymyksiä ovat muun muassa seuraavat lainsäädäntöä koskevat kohdat: [15]

- Onko kyseessä vero vai muu maksu?
- Kuka on vastuussa ja suorittaa keräyksen?
- Kuka valvoo?
- Ketä järjestelmä koskee?
- Onko toimijoilla pääsy esimerkiksi ajoneuvorekisteritietokantaan?

Toinen ongelmallinen kohta liittyy tienkäyttömaksujärjestelmien hankintaan. Problematiikka alkaa jo kysymyksestä, kenelle hankintaoikeus kuuluu. Järjestelmä voidaan ostaa pelkkänä teknisenä toteutuksena, sisältäen myös ylläpidon, tai esimerkiksi PPP-palvelusopimuksena [15]. Eräät tahot pitävät tehokkaimpana ratkaisuna toimintamallia, jossa viranomaistaho ei puutu teknisen toteutuksen määrittelyyn, vaan listaa tavoitteet ja ostaa parhaan tarjotun ratkaisun laajalta toimijakentältä kilpailuttamalla [61], [83].

Tärkeänä nähdään myös liiketoiminta- ja siis ansaintamahdollisuuksien luominen yrityksille [63].

Yleistäen voidaan sanoa, että mikäli tienkäyttömaksujärjestelmää suunnitteleva ja hankkiva osapuoli on jonkin valtion liikenneministeriö eikä erityisiä tieoperaattoreita ole, päädytään PPP-malliin. Jos taas tiemaksusuuksilla on erityiset operaattorit, päätyvät he usein itse tiemaksutoimijoiksi. Tosin myös jälkimmäisessä vaihtoehdossa PPP-ratkaisu on mahdollinen. [15]

Eräs PPP-ratkaisun ongelmakohdista on se, huolehtiiko järjestelmän valvonnasta poliisi, tulliviranomainen vai jokin muu, vaikkapa yksityinen, taho. Valvonnasta voidaan tehdä oma tarjouspyyntönsä tai se voi olla palvelutarjouspyynnön osa. Suosituttu järjestely on se, että yksi palveluntarjoaja toimittaa teknisen infrastruktuurin valvontalaitteineen ja huolehtii järjestelmän ylläpidosta. Toinen, viranomaisen nimeämä taho, kuten poliisi, taas hoitaa valvonnan toteuttamisen. [15]

Alankomaihin suunnitteilla olevaa, satelliittipaikannukseen perustuvaa tienkäyttömaksujärjestelmää, joka tulee koskemaan sekä raskasta että henkilöliikennettä, pidetään myös toimijoiden roolijaon suhteen kiinnostavana ennakkotapauksena. Suunnitelmien on tarkoitus konkretisoida vuoden 2010 aikana, jolloin lainsäädäntöä, sertifiointia ja tarjouskilpaa koskevat seikat saadaan viimeistelyä ja laajamittainen pilotointi saadaan käyntiin [46]. Jo käynnistyneessä tarjouskilvassa etsitään julkisen sektorin omistukseen ja ylläpidettäväksi muun muassa seuraavia tienkäyttömaksujärjestelmän elementtejä: back office -ratkaisu, valvonta ja ajoneuvolaite [95]. Avoimeksi markkinakentäksi kaikille sertifioiduille palveluntarjoajille taas jäävät asiakasrajapinnan toiminnot sekä tietoliikenne [95]. Epäselvää on vielä se, kenen vastuulle jäävät varsinainen tien käytöstä laskuttaminen ja maksun kerääminen [95].

Erään näkemyksen mukaan satelliittipaikannusta hyödyntävän EETS-toimijakentän roolijakoa palveluntarjoajan ja maksua keräävän osapuolen välillä voidaan kuvata kolmivaiheisena muutosjatkumona: vaiheet A, B ja C (Taulukko 1). Vaiheesta edetään seuraavaan, kun markkinaympäristössä vallitseva asiointitila muuttuu. Näin tapahtuu esimerkiksi standardisointityön edetessä ja toimijoiden määrän kasvaessa. [52]

Vaihe A kuvaa nykytilaa, jossa standardisointityö on vielä keskeneräistä ja satelliittipaikannukseen perustuvia järjestelmiä on käytössä lähinnä kansallisissa raskaan liikenteen sovelluksissa. Tässä vaiheessa tienkäyttömaksua keräävä osapuoli toimii pääasiassa myös palveluntarjoajana, sillä investointikustannusten suuruus standardien suhteen epävarmassa tilanteessa on hyvin riskialtista. Palveluntarjoajat toimivat yksittäisissä maksujärjestelmissä. [52]

Vaiheessa B standardisointi- ja sertifiointityö on valmista ja palveluntarjoajien on mahdollista ostaa tienkäyttäjärjestelmiin liittyvää laitteistoa suoraan teollisuuden toimijoilta tienkäyttömaksua keräävän osapuolen sijaan. Yhteistyökuviot palveluntarjoajien ja maksua keräävän osapuolen välillä jatkuvat, mutta palveluntarjoajien rooli alkaa it-

5. Erityishuomiota vaativat kysymykset

senäistyä, mikä toisaalta ajaa eteenpäin näiden toimijoiden välisen rajapinnan harmonisoitumista. [52]

Vaiheessa C koko EETS-toimintaympäristön standardisointityö on valmista sekä tekni-
sten että operatiivisten ja organisatoristen tekijöiden suhteen. Palveluntarjoajat voivat
ostaa tarvitsemansa standardisoidun laitteiston milältä tahansa teollisuuden toimittajalta,
ja palveluntarjoajilla alkaa olla omia järjestelmiään, joihin sisältyy asiakashallinta- ja
laskutusjärjestelmät. Standardit mahdollistavat täydellisen yhteentoimivuuden, tasaver-
taisen kilpailutilanteen ja innovaatioita ruokkivan toimintaympäristön. Lisäarvopalvelut
toimivat yhtenä kilpailuvalttina eri palveluntarjoajia verratessa. [52]

Taulukko 1. Satelliittipaikkannukseen perustuvaa tienkäyttömaksua keräävän osapuolen (TC, toll
charger) ja palveluntarjoajan (SP, service provider) roolien muutokset markkinaympäristön ke-
hityessä läpi vaiheiden A, B ja C [52].

Vaihe	Laskutusjärjestelmä ja ajoneuvolaitteet		Asiakashallinta ja rahoitusjärjestelmä		Tukijärjestelmät		Valvonta	
	Järjestelmä	Liike- toiminta	Järjestelmä	Liike- toiminta	Järjestelmä	Liike- toiminta	Järjestelmä	Liike- toiminta
A	TC	TC	TC	SP	TC	TC/SP	TC	TC
B	SP	SP	SP	SP	TC/SP	TC/SP	TC	TC
C	SP	SP	SP	SP	SP	SP	TC	TC

5.5.2 Asenneilmapiirin vaikutus

Tienkäyttömaksujärjestelmissä poliittinen ja yleinen ilmapiiri ovat olennaisia tekijöitä hankkeen menestyksen kannalta. Järjestelmän tulee olla ymmärrettävä ja tunnettu, hyvin perusteltu, riittävän yksinkertainen, toimiva ja luotettava. Toteutus ja ylläpito vaativat myös lakkamattoman poliittisen tuen. Kansanäänestys on eräs keino kartoittaa tilannetta ja asenteita, ja äänestyksin on niin hyväksytty kuin kaadettukin hankkeita. Tukholmassa toteutetun ruuhkamaksujärjestelmän menestys perustuu pitkälti suunnitelmalliseen tiedottamiseen, viestintään ja yleisen mielipiteen kuuntelemiseen. Kokeilut, tiedotus ja vaikutusarviot riittivät perustelemaan hankkeen tarpeellisuuden ja yleinen mielipide saatiin tukemaan ratkaisua, mikä todettiin kansanäänestyksessä. [45]

Esimerkki epäonnistuneesta ja siten toistaiseksi toteuttamatta jääneestä tienkäyttömaksuprojektista on Manchesteriin suunniteltu ruuhkamaksu. Suunnitelmat jouduttiin hylkäämään, kun kansanäänestyksessä enemmistö, lähes 80 %, vastusti maksuja. Epäonnistumisen syynä pidetään erityisesti tiedotuksen puutteellisuutta: valtaosa vastustajista vieroksui ruuhkamaksujärjestelmää ymmärtämättä mistä oikeastaan oli kyse ja kuinka ruuhkamaksu oikeastaan vaikuttaisi häneen käyttäjänä. [77]

5. Erityishuomiota vaativat kysymykset

Erityisesti kaupunkien tienkäyttömaksujärjestelmissä tulee ottaa huomioon eräs osapuoli, johon järjestelmän vaikutukset voivat olla hyvin erilaiset kuin muihin käyttäjiin ja osapuoliin: kaupungin elinkeinoelämän ja yritysten kärsimät negatiiviset seuraukset saattavat laajuudessaan ylittää näiden tahojen kokemat hyödyt järjestelmästä [93]. Tienkäyttömaksut voivat aiheuttaa merkittäviä lisäkustannuksia, liiketoimintamahdollisuudet saattavat heikentyä ja asiakasmäärät laskea. Myös tämän käyttäjäjoukon mielipide tulee siis ottaa huomioon.

Eräissä ratkaisumallissa ehdotetaan osin tai kokonaan hyvitettyjä ruuhkamaksuja tienkäyttäjille, jotka eivät ole vain läpikulkumatalla vaan esimerkiksi pysäköivät maksualueen sisällä olevalla pysäköintialueella tai asioivat alueen liikkeissä [6]. Tämä tietysti madaltaisi ruuhkamaksujärjestelmän tehoa muilta osin. Tällaisesta järjestelmästä järjestettiin vuonna 2008 pienimuotoinen kokeiluprojekti Japanissa, ja kokeilun tulokset todella osoittivat toimenpiteen tepsivän nimenomaan läpikulkuliikenteen vähentämiseksi vaikuttamatta muuhun asiointiliikenteeseen [7].

6. Yhteenveto

Tässä raportissa on tarkasteltu erilaisia paikkasidonnaisia liikenteen palveluita ja niiden toteuttamiseen liittyviä kysymyksiä. Erityisesti on käsitelty automaattiseen hätäkutsujärjestelmä eCalliin ja yhteiseurooppalaiseen tiemaksujärjestelmä EETS:iin vaikuttavia asioita.

Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut voidaan luokitella monella tavalla. Yksi luokittelu jakaa ne kaupallisiin, pakollisiin ja säätelynalaisiin palveluihin. Pakollisia palveluita ovat esimerkiksi hätäpalvelut, kuten eCall. Erilaiset ajotapaan ja -määrään perustuvat vakuutusmaksut puolestaan voidaan lukea säätelynalaisiin palveluihin. Kaupallisia palveluita ovat muiden muassa navigointi- ja reitinopastuspalvelut sekä liikenne- ja säätietojen välittäminen.

Tienkäyttömaksujen keräämisen toteuttamiseen on useita eri vaihtoehtoja. Jos maksujärjestelmästä halutaan EETS-yhteensopiva maksujen keräämiseksi myös ulkomaisilta tienkäyttäjiltä, on hyödynnettäviä teknologiavaihtoehtoja kaksi: satelliittipaikannus (GNSS) ja lyhyen kantaman mikroaaltotiedonsiirto (DSRC).

Pelkkään satelliittipaikannukseen perustuvaa järjestelmää on vaikea toteuttaa kaupunkiympäristössä, koska satelliittipaikannuksen tarkkuus ja toimivuus rakennusten keskellä heikkenee merkittävästi. Kaupunkien ulkopuolella sen toimivuus on kuitenkin todettu riittäväksi, ja koko maan tieverkon kattavan EETS-yhteensopivan maksujärjestelmän toteuttamisessa se onkin ainut realistinen vaihtoehto. Mikroaaltoteknologiaa käytettäessä ajoneuvojen tunnistaminen perustuu maksualueiden rajoille sijoitettaviin portteihin ja ajoneuvoissa oleviin lähettäjiin, jotka portit havaitsevat. Automaattiseen rekisterikilpien tunnistamiseen pohjautuva ANPR-tekniikka ei vaadi ajoneuvoon mitään laitetta, mutta se ei ole järjestelmänä EETS-vaatimusten mukainen.

eCall-järjestelmä lähettää automaattisesti perustiedot (minimum set of data) hätäkeskukseen, kun ajoneuvon anturit havaitsevat mahdollisen onnettomuuden. Tämä hätäviesti voidaan lähettää tarvittaessa myös manuaalisesti. Niin kutsutussa TPS-eCall-vaihtoehdossa (Third Party Service eCall) hätäkeskus voi pyytää kaupallisen palveluntarjoajan kautta myös kattavampaa tietopakettia ajoneuvosta, sen matkustajista ja havai-

tusta onnettomuudesta (full set of data). Näillä näkymin Suomessa eCall tullaan toteuttamaan viranomaispalveluna (ei TPS-eCall toteutusta).

Niin eCall- kuin EETS-järjestelmänkin kohdalla on suunniteltu, että peruspalvelun ympärille yhdistetään muita lisäarvoa tarjoavia palveluita houkuttelevan kokonaisuuden aikaansaamiseksi. Kaupallisten palveluiden ja älypuhelinien suosion nopea nousu on kuitenkin saanut aikaan sen, että järjestelmiin järkevästi yhdistettävien palveluiden määrä on rajallinen. Kysymykseen voisivat tulla lähinnä erilaiset säätelyalaiset palvelut, kuten ajotapaan ja -määrään pohjautuvat vakuutusmaksut, kalustonhallintaratkaisut sekä ajoneuvolaitteen käyttäminen maksuvälineenä.

Viranomaispalveluita kehitettäessä erityistä huomiota tulee kiinnittää yksilönsuojaky-symyksiin ja tietosuojaan. Valittavat toteutusratkaisut on testattava avoimesti ja läpinäkyvästi. Tämä edistää palveluiden käyttäjille mahdollisimman aikaisin muodostuvaa oikeaa käsitystä siitä, mitä tietoja palvelut keräävät, mihin näitä tietoja käytetään, kuka niitä saa käyttää ja kuinka kauan niitä säilytetään. Viranomaispalveluiden kohdalla asenneilmapiirin merkitystä palvelun onnistuneelle käyttöönotolle ei voi korostaa liikaa.

Lähdeluettelo

- [1] 112 (emergency telephone number). Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/1-1-2> [viitattu 20.10.2010].
- [2] Abuelsamid, S., 2010. BMW develops microNavigation, augments in-car GPS with downloadable microMaps. Autoblog.com. 17.6.2010. <http://www.autoblog.com/2010/06/17/bmw-develops-micronavigation-augments-in-car-gps-with-downloada> [viitattu 12.8.2010].
- [3] AGPS ajopäiväkirja. ActiveGPS Finland. <http://www.activegps.fi/tuotteet/ajopaivakirja> [viitattu 2.12.2010].
- [4] Aha Radio. <http://ahamobile.com> [viitattu 8.1.2001].
- [5] Altea. www.alteagroup.com [viitattu 6.8.2009].
- [6] Ando, A., Morikawa, T., Miwa, T. & Yamamoto, T. 2008. A study of attitudes to road user charging among business establishments and the effectiveness of a parking deposit system. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [7] Ando, A., Morikawa, T., Miwa, T., Yamamoto, T. & Nakai, Y. 2009. A Pilot Program and Future Prospects of PDS (Parking Deposit System) as an Alternative Road Pricing Scheme. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [8] Appel, K. 2007. Tienkäyttömaksujärjestelmien eurooppalainen viitekehys. Greenbox-hankkeen aikana laadittu muistio.
- [9] Automatic driving journal. Maxtech. http://www.maxtech.fi/index.php?doc=5_products/3_drivers_journal.link.php [viitattu 2.12.2010].
- [10] Bae, M., Choi, K., Lim, J. & Shin, Y. 2009. Evaluation Method of Location Tracking Technology Using Wireless LAN AP for a Pedestrian LBS. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [11] Barton, N. 2008. Road Pricing in Cities: Innovative Financing Options. Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, Geneva, Switzerland, 3–6 June 2008. UK.
- [12] Bayen, A. 2010. Sähköpostikeskustelu 19.9.2010.
- [13] Beede, K. E. & Kass, S. J. 2005. Engrossed in conversation: the impact of cell phones on simulated driving performance. Accident analysis and prevention AAP 2006, 38(2), s. 415–421.
- [14] Bekiaris, E., Panou, M., Mizaras, V. & Petraki, E. 2004. IM@GINE IT D10.2 Project presentation. http://www.imagineit-eu.com/ftp/IM@GINE-IT%20D10_2.pdf [viitattu 10.7.2009].
- [15] Bibaritsch, M. 2008. Implementation of countrywide EFC schemes in Europe, do's and don'ts derived from a number of projects. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA. Austria.
- [16] BMW ConnectedDrive. <http://www.bmw.com/com/en/insights/technology/connecteddrive/overview.html> [viitattu 17.11.2010].

- [17] Boldt, M. & Carlsson, B. 2008. Confidentiality Aspects within Road User Charging Systems: The Swedish Case. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA. Sweden.
- [18] Breyer, L. 2009. How to enforce European eCall. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [19] Caird, J. K., Willness, C. R., Steel, P. & Scialfa, C. 2008. A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 40, Issue 4, July 2008, s. 1282–1293. ISSN 0001-4575. <http://www.sciencedirect.com/science/article/B6V5S-4RXC89N-2/2/6600bc47354a6a5e3580f85ec8ffc2df> [viitattu 30.6.2011].
- [20] Call 911? Maybe not, from a cell phone. CNN.com 8.9.2010. http://articles.cnn.com/2010-09-08/tech/emergency.numbers_1_cell-phone-wireless-carriers-psap?s=PM:TECH [viitattu 9.10.2010].
- [21] Catlin, I. 2008. Genuine cross-border trials a reality at last [Online]. ITSS, Interoperability on the move, January 2008, s. 19–21. http://www.tecmagazine.com/magazine/pdf/Contents/ITSS_Jan_2008_Interoperability.pdf [viitattu 6.8.2009].
- [22] CESARE IV (Common Electronic Fee Collection System for a Road Tolling European Service). www.cesareiv.eu [viitattu 1.7.2009].
- [23] City Car Club. www.citycarclub.net [viitattu 17.7.2009].
- [24] Digitraffic. Infotripla. <http://www.infotripla.fi/digitraffic> [viitattu 1.12.2010].
- [25] e-Freight-projektin kotisivu. <http://www.efreightproject.eu> [viitattu 16.12.2010].
- [26] Eisses, S. 2008. The Distance-Based Charging Project in the Netherlands. Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, June 3–6, 2008, Geneva, Switzerland.
- [27] Enhanced 911. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Enhanced_911 [viitattu 20.10.2010].
- [28] Enhanced 911: Wireless Services. Public Safety and Homeland Security Bureau, Federal Communications Commission. <http://www.fcc.gov/pshs/services/911-services/enhanced911/Welcome.html> [viitattu 20.10.2010].
- [29] ERTICO, ITS Europe. RCI (Road Charging Interoperability). www.ertico.com/en/subprojects/rci [viitattu 1.7.2009].
- [30] Euroopan komissio 2004. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/52/EY sähköisten tiemaksujärjestelmien yhteentoimivuudesta yhteisössä. 29.4.2004. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:166:0124:0143:FI:PDF> [viitattu 15.6.2011].
- [31] Euroopan komissio 2009. Komission päätös eurooppalaisen sähköisen tienkäyttömaksujärjestelmän ja sen teknisten osien määrittelystä. Luonnos.
- [32] Euroopan komissio 2009. The European Electronic Toll service: One vehicle, one contract, one on-board unit. http://ec.europa.eu/transport/publications/doc/2009_eets.pdf [viitattu 10.8.2010].

- [33] Evans, J. & Williams, N. Transport for London's Test of Value Added Services to Support DSRC Road Charging Trials. www.tfl.gov.uk/assets/downloads/TfL-value-added-test.pdf [viitattu July 10, 2009].
- [34] FasTrak, Keeping the Bay Area moving. www.bayareafastrak.org [viitattu 16.7.2009].
- [35] Flamm, B. & Rosston, G. 2005. Traffic Congestion, Congestion Pricing, and the Price of Using California's Freeways. Policy Brief: Stanford Institute for Economic Policy, April 2005, Palo Alto, USA.
- [36] Flatley, J.L. 2010. OnStar announces MyLink smartphone apps, voice-based SMS, Facebook plans. Engadget. 15.9.2010. <http://www.engadget.com/2010/09/15/onstar-announces-mylink-smartphone-apps-voice-based-sms-facebo> [viitattu 9.10.2010].
- [37] Free GPS Navigation with Turn-by-Turn – Waze. <http://world.waze.com> [viitattu 14.10.2010].
- [38] Geocaching. Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Geocaching> [viitattu 3.1.2011].
- [39] Google 2010. Open Spot Home – Find and share parking. <http://openspot.googlelabs.com> [viitattu: 8.12.2010].
- [40] Gschnitzer, M. 2008. Open Road Tolling and Enforcement Strategies and References. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [41] Hamilton, C. J. 2008. A Proposed Architecture for Protecting Driver Privacy When Implementing Distance Based Road User Charging in Europe. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [42] Hard, R & Beresford A. 2005. Keeping Big Brother off the Road: National road pricing schemes aren't necessarily incompatible with the driver's right to privacy. IEE Review, October 2005.
- [43] Hoh, B. et al. 2008. Virtual Trip Lines for Distributed Privacy-Preserving Traffic Monitoring, MobiSys'08, June 17–20, 2008, Breckenridge, Colorado, USA.
- [44] How VICS works. Vehicle Information and Communication System Center. <http://www.vics.or.jp/english/vics/index.html> [viitattu 21.10.2010].
- [45] Höök, B. & Eliasson, J. 2008. The Stockholm Congestion Charging System. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [46] Ivanovna, K. 2009. Dutch road pricing project – Status and progress. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [47] Janusson, U. 2009. The ARENA road user charging concept – Strategies followed for overall flexibility and security. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [48] Karkimo, A. 2010. Uusi suomalaispalvelu kertoo mitä läheltä löytyy. Tietokone.fi. 9.12.2010. <http://www.tietokone.fi/uutiset/uusi-suomalaispalvelu-kertoo-mita-lahelta-loytyy> [viitattu: 12.12.2010]

- [49] Karvonen, I., Leviäkangas, P., Grashoff, P. & Dubbert, J. 2009. Business models for advanced transport information services – A sample of European cases. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [50] Kersten, J. 2008. The Thin Client Approach – A CN/GNSS Based Road Charging Solution Ready for the Future! Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, Geneva, Switzerland, 3–6 June 2008.
- [51] Korzeniewski, J. 2010. Google plays the field, adds maps to OnStar. Autoblog.com. 8.6.2010. <http://www.autoblog.com/2010/06/08/google-plays-the-field-adds-maps-to-onstar> [viitattu 11.11.2010].
- [52] Lamy, B. & Belarbi, F. 2009. Prospective approach for implementation of the EETS business model for GNSS tolling and taxation systems in Europe. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [53] Leino, R. 2010. Navigointi on Nokian timantti. Tekniikka ja Talous. 29.9.2010. <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/article508146.ece?s=r&wtm=-29092010> [viitattu 3.11.2010]
- [54] Leinonen, H. 2008. Payment habits and trends in the changing e-landscape 2010+. Expository studies A111/2008, Suomen Pankki.
- [55] Lieberman, J. 2009. Study – GPS systems with real-time traffic can save drivers four days per year, cut emissions by 21%. Autoblog 27.8.2009. <http://www.autoblog.com/2009/08/27/study-gps-systems-with-real-time-traffic-can-save-drivers-four> [viitattu 23.9.2010].
- [56] Liikenteenohjaus. Ratahallintokeskus. http://www.rhk.fi/radan_kaytto/liikenteenohjaus [viitattu 12.10.2010].
- [57] Linnemann, L. 2008. The New Eurovignette System. Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, Geneva, Switzerland, 3–6 June 2008. Germany.
- [58] Location-based advertising. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Location-based_advertising [viitattu 3.1.2011].
- [59] LogMyDrive – automatic driving log. Aspicore. <http://www.logmydrive.com> [viitattu 2.12.2010].
- [60] LoJack. Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/LoJack> [viitattu 4.1.2011].
- [61] Mackinnon, D. 2008. Time Distance Place Charging Demonstrations: A Different Approach to Procurement. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA. UK.
- [62] Martinez, J. 2009. Groupe sanef and Eurotoll, opening the road to interoperable tolling. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [63] Matheson, D. 2008. Critical Success Factors for Time Distance Place Charging. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA. UK.
- [64] Matkakumppani – Joukkoliikenteen reittiopas kännykkääsi. Tampereen yliopisto. <http://matkakumppani.cs.uta.fi/?p=sovellusesittely> [viitattu 10.11.2010].

- [65] mBrace System Overview. Mercedes-Benz. <http://www.mbusa.com/mercedes/mbrace/overview/src-4376> [viitattu 8.12.2010].
- [66] Mediamobile Nordic. <http://www.mediamobilenordic.com/site/index.php?lan=fi> [viitattu 2.12.2010].
- [67] Mesqui, J. & Malbrunot, F. 2008. Truck Electronic Toll Collection in France and Europe. Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, Geneva, Switzerland, 3–6 June 2008.
- [68] Miller, P. 2010. Google Maps 5.0 hits Android, includes new 3D map view and offline navigation. Engadget.com 16.12.2010. <http://www.engadget.com/2010/12/16/google-maps-5-0-hits-android-includes-new-3d-map-view-and-offli> [viitattu 17.12.2010]
- [69] Mobile Millennium Newsletter. <http://traffic.berkeley.edu/newsletters.html> [viitattu 16.9.2010].
- [70] Movenium Ajopäiväkirja. Movenium. <http://movenium.fi/main.php?page=Palvelut&subpage=Ajop%E4iv%E4kirja> [viitattu 2.12.2010].
- [71] Nash, D., Mackie, P., Shires, J. & Nellthorp, J. 2004. Feasibility study of road pricing in the UK, A report to the secretary of state. Annex I, System Architecture. Department for Transport. UK.
- [72] Nivala, A.-M. & Sarjakoski, L. T. 2003. Need for Context-Aware Topographic Maps in Mobile Devices. Geoinformatiikan ja kartografian osasto, Suomen Geodeettinen laitos, Masala.
- [73] Nokia Research Center 2008. 'Nokia Research Center puts Mobile Millennium in gear to help reduce traffic congestion'. Nokia Press Release, 10 November 2008.
- [74] Oba, T. 2009. Traffic Information Provision Services in Japan. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [75] OnStar.com, Car safety device and vehicle security system. www.onstar.com [viitattu 13.7.2009].
- [76] Opiola, J. & Dorfman, M. 2008. Four Generations of Congestion Charging. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [77] Opiola, J. 2009. Can road user charging be made publicly acceptable? Lessons learnt – Why did the Manchester congestion charging TIF submission fail to win public support. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [78] Ovi Maps. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Ovi_Maps [viitattu 3.11.2010].
- [79] PASTORI-projektin nettisivut. VTT. <http://www.vtt.fi/sites/pastori> [viitattu 30.6.2011].
- [80] Pedersli, P. E. 2009. New areas of application for electronic fee collection: using the AutoPASS tag to pay ferry fares. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [81] Pilli-Sihvola, E., Tarkiainen, M., Vilkinen A. & Hautala R. 2011. Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut – teknologia ja arkkitehtuurit. Espoo: VTT Working Papers 173. 92 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2011/W173.pdf>.

- [82] Popa, R. A., Balakrishnan, H. & Blumberg, A. J. 2009. VPriv: Protecting Privacy in Location-Based Vehicular Services. To appear in the 18th Usenix Security Symposium, August 10–14, 2009, Montreal, Canada.
- [83] Prokkola, R. 2009. Real-time travel time and traffic flow data for service providers – Operation of the system as a Public-Private Partnership. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [84] Renner, A. 2009. GPS-based Mileage Counting. Esityskalvot. Siemens.
- [85] Rosland, P. 2009. The ITS scheme for low emission zone in Norway. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [86] Sarjakoski, L. T. & Nivala, A.-M. 2005. Adaptation to Context: A Way to Improve the Usability of Mobile Maps. Kappale kirjassa Meng, L., Zipf, A. and T. Reichenbacher, (eds.), Mapbased Mobile Services, Theories, Methods and Implementations, Springer, NY. S. 107–123.
- [87] Schüller, M. 2008. Tolling Solutions for non-equipped users. Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, Geneva, Switzerland, 3–6 June 2008. Switzerland.
- [88] Seppälä, A. 2011. Maksaminen älyliikenteessä. Esityskalvot. PASTORI–SUNTIO-infotilaisuus 28.1.2011, Espoo.
- [89] Siliski, M. 2010. Fun on the Autobahn: Google Maps Navigation in 11 more Countries. Google Mobile Blog 9.6.2010. <http://googlemobile.blogspot.com/2010/06/fun-on-autobahn-google-maps-navigation.html> [viitattu 3.11.2010].
- [90] Springer, J. 2008. GNSS based Tolling in Germany, Lessons learned after three years of operation. Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, Geneva, Switzerland, 3–6 June 2008. Germany.
- [91] Steiniger, S., Neun, M. & Edwardes, A. 2006. Foundations of Location Based Services. Luentoesitys. Zürichin yliopisto.
- [92] Stern, S. M. 2010. Can Mobile Millennium Handle Congestion Pricing? Student paper. University of California, Berkeley, USA.
- [93] Suvanto, T., Anttila, S. & Moilanen, P. 2009. Helsingin seudun ruuhkamaksuselvitys. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 30/2009.
- [94] Sync, Hands-free calling, MP3 music, and GPS directions in your car. www.syncmyride.com [viitattu 13.7.2009].
- [95] Tip, A. 2009. Public and private service providers for ABvM, the Dutch road pricing program – A novel way of implementing road charging. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [96] TopTunniste 2010. Sähköisen pysäköinnin harmonisointi – määrittely. <http://www.toptunniste.fi> [viitattu 10.11.2010].
- [97] Tordsen, J. 2007. NORITS – Nordic Interoperable Tolling Systems. i2TERN conference 2007, June 20–21, 2007, Aalborg, Denmark. Norway.

- [98] Traffic Talk: People powered traffic information. http://www.traffictalk.info/how_it_works.html [viitattu 10.11.2010].
- [99] TrafficTweet. <http://www.mobomo.com/work/traffictweet> [viitattu 10.1.2011].
- [100] Türkoglu, U., Bozdog, G. & Oranc, B. T. 2008. Nationwide Full Automatic Tolling in Turkey, Vision 2008. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [101] Udin, C. 2009. ICT for cargo on the road value added services to a road user charging system. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [102] Ummenhofer, P. 2008. ETC-Based Traffic Telematics Utilizing Electronic Toll Collection Systems as Basis for Value Adding Telematics Applications. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA. Austria.
- [103] Usage-based insurance. Wikipedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Usage-based_insurance [viitattu 4.1.2011].
- [104] VTT. eCall. <http://www.ecall.fi> [viitattu 3.7.2009].
- [105] Weiss von Trostprugg, A. 2008. eCall+: A Positive Business Model For Advanced eCall Based Applications. Proceedings of the 7th European Congress and Exhibition on ITS, Geneva, Switzerland, 3–6 June 2008.
- [106] Welde, M. & Boe, R.F. 2008. The AutoPASS strategy. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA. Norway.
- [107] Williams, N. O. & Kowalski, A. M. A. 2008. Results from London's Distance-based Charging Trials. Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [108] Wolfram Tuchscheerer, 2008. CN/GNSS Tolling Solutions – Thin, Thick or Other Clients? Proceedings of the 15th World Congress on ITS and ITS America's 2008 Annual Meeting, November 16–20, 2008, New York, USA.
- [109] Work, D. B., Herring, R., Hofleitner, A. & Bayen, A. M. 2009. Mobile Millennium Demonstration – Participatory Traffic Estimation Using Mobile Phone. Proceedings of the 12th International Conference on Hybrid Systems: Computation and Control and the 2nd Cyber Physical Systems Week, April 13–15, 2009, San Francisco, USA.
- [110] Yanying, L. 2009. Evaluation of use of satellite communication in Emergency Call services. 16th ITS World Congress. Stockholm, Sweden, 21–25 September 2009.
- [111] Älykäs liikenne on nopeuttanut tukholmlaisten matka-aikoja puolella. Autotoday.fi 21.4.2010. http://www.autotoday.fi/page.php?page_id=2&news_id=201003080&rss=all [viitattu 5.5.2010].
- [112] Öörni, R. 2010. JUNAVARO-hankkeen esittelykalvot.

VTT Working Papers

- 161 Sebastian Teir, Toni Pikkarainen, Lauri Kujanpää, Eemeli Tsupari, Janne Kärki, Antti Arasto & Soile Aatos. Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi (CCS). Teknologia-katsaus. 2011. 106 s. + liitt. 6 s.
- 162 Mikael Haag, Tapio Salonen, Pekka Siltanen, Juha Sääsä & Paula Järvinen. Työohjeiden laadintamenetelmiä kappalestavaruotannossa. Loppuraportti. 2011. 40 s.
- 163 Marko Nokkala, Kaisa Finnilä, Jussi Rönty & Pekka Leviäkangas. Financial performance of Finnish technical networks. 2011. 56 p. + app. 90 p.
- 164 Jussi Rönty, Marko Nokkala & Kaisa Finnilä. Port ownership and governance models in Finland. Development needs & future challenges. 2011. 104 p.
- 165 Aira Hast, Tommi Ekholm & Ilkka Savolainen. Suomen kansallisten päästövähennystoimien epävarmuuksien ja riskien arviointi. 2011. 44 s. + liitt. 3 s.
- 166 Mustafa Hashmi. Survey of smart grids concepts worldwide. 2011. 74 p.
- 167 Aimo Tiilikainen, Kyösti Pennanen & Maarit Heikkinen. Tulevaisuuden elintarvikepakkaus. Kvantitatiivinen kuluttajatutkimus pakkausprototyyppien ja kaupallisten verrokkituotteiden eroista. 2011. 36 s. + liitt. 8 s.
- 168 Pekka Leviäkangas, Anu Tuominen, Riitta Molarius & Heta Kajo (Eds.). Extreme weather impacts on transport systems. 2011. 119 p. + app. 14 p.
- 169 Luigi Macchi, Elina Pietikäinen, Teemu Reiman, Jouko Heikkilä & Kaarin Ruuhilehto. Patient safety management. Available models and systems. 2011. 44 p. + app. 3 p.
- 170 Raine Hautala, Pekka Leviäkangas, Risto Öörni & Virpi Britschgi. Perusopetuksen tietotekniikkapalveluiden arviointi. Kauniaisten suomenkielinen koulutoimi. 2011. 67 s. + liitt. 16.
- 171 Anne Arvola, Aimo Tiilikainen, Maiju Aikala, Mikko Jauho, Katja Järvelä & Oskari Salmi. Tulevaisuuden elintarvikepakkaus. Kuluttajalähtöinen kehitys- ja tutkimus-hanke. 152 s. + liitt. 27 s.
- 172 Sauli Kivikunnas & Juhani Heilala. Tuotantosimuloinnin tietointegraatio. Standardikatsaus. 2011. 29 s.
- 173 Eetu Pilli-Sihvola, Mikko Tarkiainen, Armi Vilkmán & Raine Hautala. Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut. Teknologia ja arkkitehtuurit. 2011. 92 s.
- 174 Eetu Pilli-Sihvola, Heidi Auvinen, Mikko Tarkiainen & Raine Hautala. Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut. Palveluiden nykytila. 2011. 59 s.
- 176 Henna Punkkinen, Nea Teerioja, Elina Merta, Katja Moliis, Ulla-Maija Mroueh & Markku Ollikainen. Pyrolyysin potentiaali jätemuovin käsittelymenetelmänä. Ympäristökuormitukset ja kustannusvaikutukset. 78 s. + liitt. 15 s.
- 177 Kim Björkman, Janne Valkonen & Jukka Ranta. Model-based analysis of an automated changeover switching unit for a busbar. MODSAFE 2009 work report. 2011. 23 p.