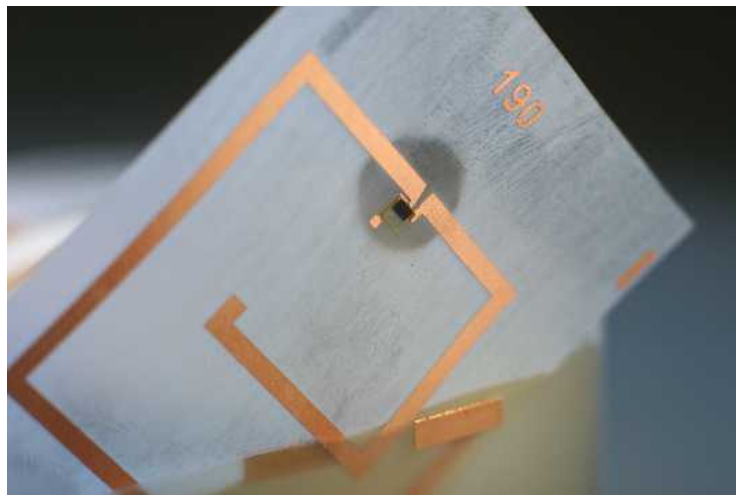


ETÄTUNNISTIMIEN SOVELLUKSET LIKENNETELEMATIIKASSA – ESISELVITYS

Muistio 2.8.2003



ESIPUHE

Etätunnistimien sovellukset liikennetelematiikassa – muistio laadittiin liikenne- ja viestintäministeriön Liikennetelematiikan rakenteiden ja palvelujen tutkimus- ja kehittämissuhteen FITS hankealueelle 1.

Työn tavoitteena oli kartoittaa passiivisten, mikroaaltoalueella toimivien etätunnisteiden soveltuvuus liikennetelematiikan palveluihin ja toimintoihin, tunnistaa niiden sopivimmat ja kannattavimmat sovelluskohteet ja suosittaa Suomen kannalta tärkeimpiä jatko-toimenpiteitä sekä liikenne- ja tietoyhteiskuntapoliittisten tavoitteiden että elinkeino-elämän kilpailukyvyyn kannalta. Lisäksi työssä selvitettiin passiivisten etätunnisteiden laajamittaiseen käyttöön liittyvät mahdolliset rajoitteet ja haasteet (standardointi, patentit, oikeudet yms.).

Muistion ovat laatineet VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta Risto Kulmala, Jani Granqvist, Juuso Kummala ja Anna Schirokoff, VTT Tuotteet ja Tuotannosta Tapani Mäkinen, Henrik Huovila ja Johan Scholliers sekä Heikki Seppä VTT Tietotekniikasta. Työn ohjausryhmänä toimi FITS hankealueen 1 johtoryhmä.

SISÄLTÖ

ESIPUHE	3
LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	7
2 MIKROAALTOALUEELLA TOIMIVA PASSIIVINEN ETÄTUNNISTE.....	8
2.1 Yleistä RFID-teknologiasta	8
2.2 Mikroaaltoalueella toimivan passiivisen etätunnisteen toimintaperiaate	10
2.2.1 PALOMAR.....	10
2.2.2 Muita tuotteita.....	10
2.2.3 Edut ja rajoitteet.....	11
3 ALAN STANDARDOINTI, PATENTIT JA LISENSSIT	13
3.1 Standardointi.....	13
3.2 Patentit ja lisenssit	14
4 MAHDOLLISET LIKENNETELEMATIIKAN SOVELLUSKOHTEET	15
5 EHDOTETTAVAT KOKEILUKOHTEET	19
5.1 Tutkimus tekniikan toimivuudesta liikenteessä.....	19
5.2 Katsastustarra.....	19
5.3 Joukkoliikenne ja matka-aika -sovellus.....	20
5.4 Kevyen liikenteen opastus	21
5.5 Pysäköintipaikan varaus	21
6 PÄÄTELMÄT JA SUOSITUKSET	22
7 LÄHTEET.....	24

LYHENTEET

CMOS = Complementary Metal-Oxide Semiconductor

GTAG = Global Tag

ISO = International Standardisation Organisation

MIT Massachusetts Institute of Technology

PALOMAR = Passive long distance multiple access high radio frequency identification system

RFID = Radio Frequency Identification

TASKU = Tavarakuljetusten seuranta

UHF = Ultra High Fidelity

WORM = Write once/read many

1 Johdanto

Etätunnistin muodostuu mikropiiristä ja siihen liitettävästä antennista. Piiri voi olla aktiivinen, jolloin se tarvitsee erillisen energialähteen, tai passiivinen, jolloin piirin tarvitsema energia saadaan erillisestä lukijasta tai lähettimestä. Energia voidaan lähettää etätunnistimeen magneetti- tai sähkökentän avulla. Toimittaessa suurilla taajuuksilla energiakytkytyminen perustuu sähkömagneettiseen säteilyyn. Etätunnisteen mikropiiri perustuu ns. CMOS-tekniikkaan, ja se sisältää pysyvää muistia ja muistia, jonka sisältöä voidaan tarvittaessa muuttaa. Yleensä muistin määrä on vaatimaton, ja useimmissa sovellutuksissa lisätietoa haetaan piirin tiedon perusteella tietoverkoista. Aktiivisia etätunnistimia sovelletaan jo mm. tienkäyttömaksujen perinnässä ja muissa liikenteen sovelluksissa. Esiselvitys keskittyykin passiivisiin etätunnistimiin, jotka ovat erittäin edullisia mutta joita ei vielä käytetä liikennesovelluksissa. Edullisuutensa vuoksi passiivinen etätunnistin voidaan liittää lähes jokaiseen tuotteeseen, ja täten niiden potentiaalinen merkitys on aktiivisiin etätunnistimiin verrattuna huomattavasti suurempi. Tunnisteen luku-ettäisyys voi hyvissä olosuhteissa olla mikroaltoaueella 4–6 metriä, ja alle 1 kbitin tietomäärä voidaan sopivalla antennijärjestelyllä lukea maantienopeuksilla.

On hyvin mahdollista, että kymmenen vuoden kuluttua etätunnistimia valmistetaan satoja miljardeja kappaleita vuosittain ja lukulaitteita satoja miljoonia kappaleita. Jos etätunnistimien lukulaite muuttuu osaksi matkaviestintä, kuten tällä hetkellä näyttää, on äärimmäisen tärkeää, että Eurooppa ja Suomi ovat tässä kehityksessä uranuurtajia. Tällä hetkellä Suomessa kehitetty passiivinen etätunnistinteknologia edustaa maailman ehdotonta huippua.

Jos huomioimme etätunnistimien tarvitsemat järjestelmät ja ohjelmistot, on mahdollista, että niiden ympärille rakentuu satojen miljardien eurojen liiketoiminta lähimmän kymmenen vuoden kuluessa. On vielä huomattava, että tätä tekniikkaa ei käytetä ainoastaan tuotetietojen lukemiseen, vaan etätunnistimiin liitetään antureita tai niitä käytetään turvallisuuden lisäämiseen esim. tietokoneissa ja postilähetyksissä. Tällöin etätunnistimien lukulaitteita ei ole vain teollisuudessa ja matkaviestimissä, vaan myös tietokoneissa, autoissa, koneissa jne. Etätunnisteita voidaan laittaa tien sisään, jolloin autot saavat ajantasaisesti liikennemerkkitiedot, tien kuntoon liittyvät tiedot, paikkatiedot senttimetrin tarkkuudella jne. Samoin etätunnisteita voidaan upottaa radalle junien luettavaksi. Lentoasemilla, rautatieasemilla tai yleensä kaupungissa teissä ja rakennuksissa olevat etätunnistimet auttavat löytämään kohteita ja palveluita. Jokaisen auton kylkeen tai ikkunaan voidaan liimata 5 cm x 5 cm:n suuruinen tarra, joka sisältää yksiselitteisen tunnisteen. Tunnistetieto voidaan haluttaessa yhdistää tiettyyn tunnistettavissa olevaan autoon. Tarran sisältävä tunniste voidaan lukea edullisella lukulaitteella tien viereltä. Sovelluksia on valtavia määriä myös liikenteen alueella.

2 Mikroaalloalueella toimiva passiivinen etätunniste

2.1 Yleistä RFID-teknologiasta

RFID (Radio Frequency Identification) -järjestelmät koostuvat lukulaitteesta, antennista ja saattomuistista. Saattomuisti kiinnitetään tai sulautetaan tunnistettavaan esineeseen. Saattomuistin tärkein komponentti on puolijohdesiru, joka on liitetty antenniin. Sirussa on muistialue, jonne voidaan tallentaa tietoja. Saattomuisteja on tarjolla eri kokoisina ja muotoisina.

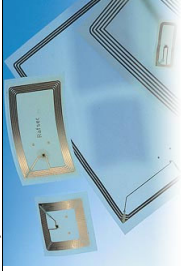

RFID-teknologian tyypillisiä sovelluksia ovat mm. tuotannonohjaus, kulunvalvonta ja elektroninen tietullinkeruu. RFID-järjestelmien ominaisuuksia on koottuna taulukossa 1.

Passiivinen saattomuisti saa energiansa lukulaitteen viestistä. Passiiviset saattomuistit ovat aktiivisia saattomuisteja pienempiä, kevyempiä sekä halvempia, ja niillä on rajaton käyttöaika. Passiivisen etätunnisteen etuna on myös sen ympäristöystävällisyys. Paristottomana se on helppo hävittää ja se on vaaraton terveydelle.

Passiivisia saattomuisteja käytetään mm. älykorteissa, kulunvalvonnassa, matkalaukkujen tunnistuksessa ja kierrättävien laatikoiden tunnistuksessa. Euroopassa tällä hetkellä käytetyin teknologia on induktiivinen teknologia (125 kHz ja 13,56 MHz). Suurin saatutettava lukuetaisyys on yleensä alle 2 metriä porttilukijan avulla. Lukuetaisyys on samaa luokkaa kuin lukijan antennin koko.

Aktiivinen saattomuisti saa energiansa litiumparistosta. Aktiivisilla saattomuisteilla on pidempi lukuetaisyys samalla tehotasolla. Varjopuolina ovat suurempi hinta ja rajattu käyttöikä. Useimmissa saattomuisteissa paristo on saattomuistin kiinteä osa, eikä sitä voida vaihtaa. Paristo voi myös rajoittaa käytettävää lämpötila-aluetta. Uusi kehityssuunta on litteä paristo, joka voidaan sulauttaa älytarraan. (TASKU 2002.)

Taulukko 1: RFID-järjestelmien ominaisuuksia (TASKU 2002).

esimerkki saattomuisti	Induktiivinen 125 kHz, 134,2 kHz 	Induktiivinen älytarra 13,56 MHz 	UHF älytarra 868 MHz (2,45 GHz) 	UHF akt. saattomuisti 868 MHz (433 MHz) 	Mikroaalto akt. 2,45 GHz, 5,8 GHz 	Siruttomat saattomuisti	
passiivinen / aktiivinen	Tiris saattomuisti passiivinen	Rafsec älytarra passiivinen	Intermec Intellitag älytarra passiivinen	Identec ILR tag aktiivinen	Amtech saattomuisti aktiivinen	Checkpoint tag passiivinen	
luketäisyys	< 1 m	< 1,5 m (porttilukija)	3-4 m (USA) 0,7 m (Eurooppa, tulevaisuudessa 3-4 m)	4 - 100 m (IDENTEC) 250 m (R-IDENT)	8 - 20 m		
hinta (esimerkki)	0,5 - 20 Euro	0,5 Euro	1 Euro 0,05 Euro (v. 2005)	6 Euro (Technopouce) - 35 Euro	20 - 50 Euro	< 0,10 Euro	
moniluku	yleensä ei	kyllä	kyllä	yleensä	joskus		
tiedonsiirtonopeus	hidas				nopea		
ei-metallisten aineiden läpäisy	hyvä	hyvä	koht.	koht.	huono		
Esimerkkisovellukset	kulunvalvonta eläinten tunnistus	älykortit matkalaukun tunnistus (ei USA); kirjastot; vaatteet (pesula) laatikoiden tunnistus	palettien tunnistus	tuotannon ohjaus yard management	konttien tunnistus autojen kulunvalvonta tietulli (5,8 GHz)	ruoka/pääsylippuja turvallista tulostamista	

2.2 Mikroaaltoalueella toimivan passiivisen etätunnisteen toimintaperiaate

2.2.1 PALOMAR

VTT Tietotekniikka on PALOMAR-tutkimushankkeessa (Passive long distance multiple access high radio frequency identification system) kehittänyt CMOS-tekniikkaan perustuvan UHF- ja mikroaaltoalueen etätunnistinjärjestelmän. Se koostuu etätunnistinpiiristä, sille optimoidusta antennista sekä lukulaitteesta. Järjestelmälle kehitettiin uusi kommunikointiprotokolla, joka minimoi tehonkulutuksen ja maksimoi signaalikohinasuhteen. Tunnistimen muisti voidaan lukea neljän metrin etäisyydeltä puolen watin lukutehoa käyttäen. Tämä on selkeästi paras tulos mitä maailmalla on tällä alalla saavutettu. Piirin muistiin voidaan kirjoittaa jopa kolmen metrin päästä.

Hanke tehtiin yhteistyössä Atmelin, Idescon ja Rafsecin kanssa. Aluksi hankkeeseen osallistui myös Gemplus. Nämä yritykset jatkavat toimintaansa tahoillaan ja VTT jatkaa yhteistyötä antenninen kehittämiseksi eri sovellutuksiin. (<http://www.vtt.fi/tte/>)

Järjestelmän pääominaisuudet ovat:

- taajuus 868/915 MHz ja 2.45 GHz
- piirin muistin koko 1 kbit
- lukuetaisyydet neljään metriin asti (868 MHz ja 500 mW ERP)
- Järjestelmä tukee nopeita ”anticollision” proseduureja. Antikollisio on suunniteltu sadalle etätunnisteelle. (anticollision tarkoittaa tässä yhteydessä kykyä hallita useiden saattomuistien signaaleja samanaikaisesti)

2.2.2 Muita tuotteita

Euroopassa saattomuistisovelluksien käyttöön tuli vasta muutamia vuosia sitten UHF-alue (862–870 MHz). Yhdysvalloissa käytetään 902–928 MHz:n taajuusaluetta, mutta Euroopassa kyseinen alue ei ole sallittu. UHF-älytarrat ja 2,45 GHz -älytarrat käyttävät samaa teknologiaa, joten tuotteille on saatavana useimmiten sekä UHF- ja 2,45 GHz -vaihtoehdot. MIT (Massachusetts Institute of Technology) Auto-ID Centerin kehittämä ePC (electronic Product Code) -teknologia vauhdittaa isoimpia RFID-valmistajia kehittämään tuotteita tällä alueella. (TASKU 2002.)

Ensimmäinen markkinoilla oleva UHF-älytarrat on **Intermec Intellitag**. Yhdysvalloissa Intermec:illa on 915 MHz:ssa toimiva saattomuisti, joka on suunniteltu erityisesti

RPC:hin (Returnable Plastic Container). Tämän saattomuistin muisti on 1024 bittiä ja fyysiset mitat 83*19*8 mm. Euroopassa Intermecc Intellitagia ei ole saatavana UHF-versiona, vaan tarjolla on vain 2,45 GHz -versio noin 0,6 metrin lukuetaisydellä. (TASKU 2002.)

Philips on kehittänyt EAN.UCC GTAG -yhteensopivan I.CODE HSL -sirun, joka on yhteensopiva ISO 18000-4 ja -6 -standardien kanssa sekä UHF- että 2,45 GHz -alueella. I.CODE HSL soveltuu pitkän kantaman sovelluksiin, kuten konttien ja palettien seurantaan. (TASKU 2002.)

Alien Technologies on kehittänyt ensimmäisen Auto-ID Centerin spesifikaation mukaisen RFID-mikropiirin. Sirun avulla voidaan valmistaa saattomuisteja, joilla on alustavasti WORM (write once/read many) -ominaisuus. Niissä on 64 bittiä muistia ja lukuetaisyys on 1–4 metriä USA:ssa sallitulla lukuteholla 4 W. **Rafsec**:illa on yhteistyötä Alien Technologies:in kanssa. Rafsec liittää siruun antennin. (TASKU 2002.)

Hitachi on kehittänyt maailman tähän mennessä pienimmän (0,4 mm * 0,4 mm) RFID-sirun, joka voidaan mahdollisesti upottaa pankkiseteleihin. Sirulla on vain R/O-, ei monilukumahdollisuutta ja enintään 25 cm:n lukuetaisyys. (www.hitachi.com).

2.2.3 Edut ja rajoitteet

Passiivinen UHF-teknologia on tällä hetkellä erittäin lupaava ja mielenkiintoinen teknologia, ja se saa myös tukea kansainvälisistä organisaatioista kuten EAN.UCC. Aktiivisen tunnisteen teknologia on ollut olemassa jo kauan ja sen mahdollisuudet tunnetaan. Passiiviseen teknologiaan on luotu siksi korkeat odotukset, ja sen odotetaan avaavan todelliset massamarkkinat RFID-teknologian käytölle.

Tällä hetkellä Euroopassa sallittu lähetysteho (0,5 W) on matalampi kuin Yhdysvalloissa (4 W), ja nykyisten passiivisten saattomuistien lukuetaisyys on alle metrin. Yhdysvalloissa saavutetaan jo yli 3 metriä, ja siellä teknologiaa pilotoidaan mm. kuormalavojen ja laatikoiden tunnistamiseen. PALOMAR-teknologia mahdollistaa optimaalisissa tilanteissa noin 4 metrin lukuetaisyden. MIT Auto-ID centerin tulevaisuuden visio on, että kaikissa kulutusesineissä on halpa passiivinen saattomuisti.

Saattomuisteilla katsotaan olevan seuraavia etuja (TASKU 2002):

- Saattomuistien lukeminen ei edellytä näköyhteyttä, ja ne voidaan lukea ei-metallisten materiaalien läpi.
- RFID antaa paljon enemmän vapauksia saattomuistin asentoon verrattuna esim. viivakoodiin.
- Useita saattomuisteja voidaan lukea yhtäaikaaisesti.

- RFID:n avulla tunnistaminen voidaan tehdä langattomasti ja automatisoidusti ilman erillisvalaistusta, kun viivakoodien lukemiseen tarvitaan valoa ja usein myös manuaalista työtä.
- Saattomuistit kestävät hyvin lämpötilan ja muiden ympäristötekijöiden muutoksia.
- Saattomuisteja voidaan lukea ja niille voidaan kirjoittaa, eli saattomuistin tietojen voidaan tarvittaessa muokata.
- Aktiivisten saattomuistien avulla lukuetaisyys (tunnistusetäisyys) voi olla maksimissaan jopa 100 metriä, kun viivakoodeja käytettäessä suurin etäisyys on noin 12 metriä.

Mitä pienempi on käytettävä taajuus, sitä helpommin järjestelmä lukee ei-metallisten aineiden läpi. Toisaalta taajuuden pienentäminen vähentää lukuetaisyyttä. Pientaajuiset järjestelmät eivät vaadi näköyhteyttä, ja ne kykenevät lukemaan ei-metallisten aineiden kuten rasvan, pölyn, lian, paperin, puun ja betonin läpi. Saattomuistit voidaan upottaa nesteisiin, ja niitä voidaan käyttää kaikissa sääolosuhteissa. (TASKU 2002.)

Metalli kuitenkin vaikuttaa RFID-tunnistuksessa käytettävään signaaliin, minkä vuoksi RFID:n käyttö metallituotteiden tai -pakkausten yhteydessä on yleensä vaikeaa tai jopa mahdotonta. Alemmilla taajuuksilla (125 kHz - 13,56 MHz) metalli heikentää tai vaikeuttaa signaalia ja korkeammilla taajuuksilla (mm. 869 MHz, 915 MHz ja 2,45 GHz) metalli vaikuttaa signaaliin. Saattomuistin sirua ei siksi voida kiinnittää suoraan metalliin, vaan saattomuistin ja metallin väliin tarvitaan suojakalvo tai ilmaväli¹.

Mikroaaltoalueella toimivat passiiviset etätunnistimet ovat herkkiä ympäristövaikutuksille, kuten heijastuksille ja esineille kentän lähellä. Optimaalisia tuloksia varten saattomuistin antenni kannattaa suunnitella erityisesti käyttöympäristöä varten. Lisäksi antennien suuntaamalla voidaan parantaa lukutapahtuman onnistumista ja pidentää lukuetaisyyttä.

Passiivisten etätunnistimien hinnat ovat hyvin edullisia, eli niitä voidaan tulevaisuudessa pistää ”mihin tahansa”. Lukulaitteiden hinta onkin ilmeisesti taloudellisessa mielessä ainoa merkittävämpi rajoite passiivisten etätunnistimien yleistymiselle.

Säädösmielessä tärkein rajoite passiivisten etätunnistimien käytölle Euroopassa on tällä hetkellä lukutehon rajoittaminen 0,5 W:iin 869 MHz:n taajuudella. Euroopassa ollaan kuitenkin parhaillaan korottamassa lukutehoa ainakin 2 W:iin. Näillä näkymin 2 W:n lukuteho on EU-maissa sallittu vuonna 2005. Jos tehoaluetta ei voida kasvattaa ylöspäin, lukuetaisyyden pienuus voi oleellisesti rajoittaa liikennetelematiikan sovelluksia.

3 Alan standardointi, patentit ja lisenssit

3.1 Standardointi

RFID-tekniikan standardointi on edennyt hitaasti. Standardeja on olemassa vain muutamille sovelluksille. Yleisimmin käytetty standardi (vuonna 2002) on ISO 15693, joka on kehitetty älykorteille (13,56 MHz taajuusalueella). Standardit eivät aina kata kaikkia RFID:n näkökohtia. Vaikka järjestelmät ovat tietyn standardin mukaisia, ei tämä automaattisesti takaa yhteentoimivuutta. Useimmat nykyiset järjestelmät perustuvat siksi suljettuihin järjestelmiin, joissa lukulaite ja saattomuisti käyttävät valmistajan omaa protokollaa ja näin ollen muiden valmistajien saattomuistien lukeminen ei onnistu. (TASKU 2002)

Alla luetellaan RFID-järjestelmiä koskevia standardointihankkeita

- Taajuudet ja lukutehot: ETSI käsittelee taajuusalueita ja sallittuja tehotasoja. UHF-alueen sallittu lukuteho on tällä hetkellä 500 mW ERP (869,4–896,65 MHz) mutta Yhdysvalloissa 4 W. Teollisuus ja kauppa haluavat nostaa tehorajoja Euroopassakin 2 tai 4 wattiin. Keski-Euroopassa tätä vastustetaan muiden palvelujen häiritsemismahdollisuuksiin vedoten. ETSI WGSE24 (Spectrum Engineering Working Group) on laatimassa raporttia "Compatibility study of SRDs vs. other services in the 862–870 MHz band", jossa tutkitaan 2W:n käyttöä muiden kyseisen taajuusalueen palveluiden kanssa. Raportti "Compatibility study of SRDs vs. other services in the 862–870 MHz band" valmistuu lokakuussa 2003.
- Ilmarajapinnat: ISO-18000 -standardisarja määrää fyysiset saattomuistin ja lukijan vuorovaikutukset, ilmarajapinnan ja komennot. Sarjaan kuuluu 6 standardia, yksi kutakin taajuusaluetta varten. ISO 18000 -standardit (1–7) ovat edenneet, ja osat 1–4 ovat keväällä 2003 menossa "FDIS" (Final Draft International Standard) -äänestykseen, osat 6–7 menevät "FCD" (Final Committee Draft) äänestykseen. UHF-alueella kilpaileva standardi on MIT Auto-ID Centerin kehittämä ja Auto ID Inc:in markkinoima "ePC" (electronic Product Code) -standardi, joka käyttää ISO-esitystä yksinkertaisempaa protokollaa. Ensimmäiset tuotteet, jotka perustuvat ePC-koodiin, ovat tulossa markkinoilla ja saavat paljon tukea kaupasta ja teollisuudesta. Onkin mahdollista, että ePC:stä tulee "de-facto"-standardi. ISO 18000-6 -yhteensopivia siruja on tulossa v. 2003 markkinoille esim. Philipsilta ja EM Marinilta. PALOMAR ei tällä hetkellä tue mitään näistä standardeista. Atmel kuitenkin ajaa PALOMARIA standardiksi.

- Tiedonsiirto-protokolla: ISO Joint Working Group. Kaikkia logistisia sovelluksia ei voida hoitaa yhdellä taajuusalueella. Käytettävien eri teknologioiden ja standardien pitäisi olla häiritsemättömiä ja mahdollisesti yhteentoimivia. ISO:ssa on aloitettu ISO TC 104 (Freight Containers) ja ISO TC 122 (Packaging) yhteistyö ISO Joint Working Group:ssä. Tämän työryhmän tavoite on kehittää standardeja ISO/IEC 15691 ja ISO/IEC 15692, jotka määrittävät protokollan tiedonsiirtoon sovelluksen ja lukijan (ISO/IEC15691) ja toisaalta lukijan ja saattomuistin välillä (ISO/IEC 15692). Tiedonsiirron protokolla on taajuusalueesta riippumatonta ja kunkin taajuusalueen ilmarajapinta on määritelty ISO/IEC 18000 standardeissa. Protokolla ei itse määrää sovellusstandardia, mutta viittaa eri sovellusstandardeihin, kuten EAN.UCC, UPU, IATA, ANSI.
- Sovellusstandardeja: Erilaisia sovellusstandardeja on kehitteillä, esim. EAN.UCC:n GTAG (Global Tag) -spesifikaatiot, jotka on huomioitu ISO 18000-6 standardissa. GTAG:n tulevaisuus näyttää kuitenkin tällä hetkellä epämääräiseltä, kun UCC on ottanut vetovastuun Auto ID Inc:sta, ja alkaa markkinoida ePC-teknologiaa.

3.2 Patentit ja lisenssit

VTT Tietotekniikalla on patenttihakemukset, jotka kattavat oleellisin osin PALOMAR-hankkeessa kehitetyn tekniikan. VTT Tietotekniikka on perustamassa ko. tekniikkaan perustuvia tuotemerkkejä. (Touch me ja Point me).

Suunnitelmissa on ollut erillisen RFID-center:in perustaminen Suomeen, jonka jäsenille jäsenmaksua vastaan luovutetaan menetelmän oikeudet ja lisenssit. Tähän mennessä monet maailman suurimmista matkapuhelinvalmistajista ovat ilmoittaneet halustaan liittyä tällaiseen yhteistyöhön. On luultavaa, että alan suurten toimijoiden mukaan tuleminen mahdollistaa järjestelmien ja lukulaitteiden nopean yleistymisen koko maailmassa, jolloin PALOMAR-teknologiasta voisi muodostua ns. de facto-standardi esimerkiksi 2,4 GHz:n alueen sovelluksille.

4 Mahdolliset liikennetelematiikan sovelluskohteet

Passiivisten saattomuistien tulevaisuuden käyttökohteet ovat usein riippuvia koko RFID-tekniikan yleistymisestä. Sekä aktiivisen että passiivisen tekniikan kannalta merkittävässä osassa ovat saattomuistien ja lukijalaitteiden yleistyminen ja niiden hinnat. Jos kehitys tapahtuu suljettujen yksittäisten järjestelmien kautta on massamarkkinoiden avautuminen vaikeaa. Jos taas tulevaisuudessa esimerkiksi matkapuhelimiin on yhdistetty (de facto-) standardin mukainen passiivisen tunnisteen lukijalaite, jolla voidaan lukea ja havainnoida ympäristöä rajattomasti, niin sovellusalueita löytyy lukuisia.

Mahdollisia liikennetelematiikan sovellusalueita pohdittiin VTT:n työryhmän sisäisessä työpajassa. Liikenteen, liikkumisen ja logistiikan käyttökohteita RFID-tekniikan ympärille voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Saattomuisti tai lukijalaite voivat olla ajoneuvossa, tienvarressa, tiessä, matkapuhelimessa, kuljetusvälineessä, pakkauksessa jne. RFID-tekniikka tarjoaa esim. sovelluksia perustuen ajoneuvojen ja tienvarren laitteiden vuorovaikutukseen. Lukutapahtuma näiden välillä voidaan toteuttaa joko ajoneuvosta tienvarseen tai tienvarresta ajoneuvoon kulloiseenkin sovellukseen soveltuvimalla tavalla. Tulevaisuudessa kussakin ajoneuvossa voisi olla passiivinen tunniste ja kussakin matkapuhelimessa lukijalaite. Tienvarseen voitaisiin asentaa sekä tunnisteita että lukijalaitteita.

Mielenkiintoinen lähitulevaisuuden sovellus voisi olla ajoneuvon katsastus- tai käyttömaksutarran toteuttaminen passiivisella RFID-menetelmällä. Suomessa on arvioitu joka kymmenennen ajoneuvon olevan katsastamaton ja niistä suurimman osan olevan kuitenkin liikenteessä. Sovelluksessa auton rekisterikilpeen tai tuuli- tai sivulasiin kiinnitetäisiin etätunniste kertomaan, milloin katsastus on tapahtunut ja mitä korjaustoimenpiteitä on esim. vaadittu. Poliisi voisi etäluettavasta tunnistesta myös todeta, onko ajoneuvon verot ja liikennevakuutus maksettu. Ajoneuvon sähköisen tunnistuksen käyttömahdollisuuksia tutkitaan Euroopan komission (DG TREN) rahoittamassa EVI (Feasibility Study for an EU-wide Electronic Vehicle Identification System) -projektissa.

Taulukossa 2 on listattu mahdollisia liikennetelematiikan sovelluksia toiminnoittain.

Taulukko 2. Passiivisen mikroaaltoluueella toimivan etätunnisteen mahdolliset liikennetelematiikan sovellukset

Liikennetelematiikan toiminto	Palvelun sisältö	Toteutettavuus	Haasteet
TIEDOTUS			
Tiedotus vaihtoehtoisista kulkumahdollisuuksista	Tieto kännykkään tai ajoneuvopääätteeseen (lukijalaitteeseen) tunnistesta tievarrassa, huoltoasemalla, pysäkkikatoksessa yms.	Voidaan toteuttaa sekä ajoneuvossa olevan passiivisen tunnisteen tai tienvarren tunnisteen avulla. myös Bluetoothia voidaan soveltaa palvelun toteutuksessa.	Miten liikkuvan ajoneuvon ja tienvarren lukijalaitteen välinen toiminta onnistuu
Tiedotus säästä ja kelistä	Pysäköintipaikalle opastaminen /paikan varaaminen etukäteen.		
Tiedotus reiteistä, palveluista, matkailupalveluista	Kunkin linjan viimeisen ohittaneen bussin tiedot pysäkillä kännykän lukijalaitteella tai ”köyhän miehen” ELMI. Tieto välitettäisiin edelleen esim. GPRS:llä ohjauskeskukseen.	Tunniste pysäkkikatoksessa, johon kirjoittuu kunkin linjan bussin viimeisin ohitusajka. Ajat luettavissa esim. kännykän lukijalaitteella.	
Tiedotus sen hetkisestä pysäköintipaikkojen tarjonnasta.			
Tiedotus joukkoliikennematkustajille			
KYSYNNÄN HALLINTA			
Liityntäpysäköinnin järjestäminen	Vapaa/Varattu ilmoitus/ pysäköintipaikalle opastaminen paikan varaaminen etukäteen.		Varaamisen toteutus. Varauksen pitävyys/valvonta
Kutsujoukkoliikenteen järjestäminen	ei erityisiä sovelluskohteita		
Matkojen yhdistäminen	ei erityisiä sovelluskohteita		
Henkilöautojen yhteiskäyttö	ei erityisiä sovelluskohteita		
Yleisten tienkäytönmaksujen käyttöönotto	Mahdollista, mikäli kaikissa ajoneuvoissa ajoneuvot yksilöivä etäluettavissa oleva "SOTU". Muuten maksujärjestelmät toteutettaneen nykyisillä ja jo kehitteillä olevilla tekniikoilla.	Toteutetaan aktiivisella RFID-tekniikalla.	
Ruuhka- tai muiden aluemaksujen käyttöönotto			
Pääsyn säätely (access control)	Pysäköinnin valvonta, maksaminen, vapaalle paikalle opastaminen, Tiettyä koodilla omaavat ajoneuvojen pääsyn salliminen.	Pääsyn säätelyyn menetelmä soveltuu erityisen hyvin	
Joukkoliikenteen maksujärjestelmät	Standardit menetelmät ovat jo olemassa		
Usean palvelun integroidut maksujärjestelmät.	Standardit menetelmät ovat jo olemassa		
LIIKENTEEN OHJAUS	Palvelun sisältö	Toteutettavuus	Haasteet

Liittymien ja väylien ohjaaminen liikennevaloin	Induktiosilmukoiden korvaaminen lukijalaitteella ja auton etätunnistimella.	Perinteiset keinot lienevät kilpailukykyisiä	Useakaistaiset tiet
Verkon ohjaaminen liikennevaloin	Induktiosilmukoiden korvaaminen lukijalaitteella ja auton etätunnistimella.		
Liikennevalojen etuustoiminnot	Pitkäsilmukoiden korvaaminen lukijalaitteella ja auton etätunnistimella		
Paikallinen varoittaminen muuttuvin opastein	Ohjaustiedon tiedottaminen ajoneuvoon (ajoneuvopääte)		Miten liikkuvan ajoneuvon ja tienvarren lukijalaitteen välinen toiminta onnistuu
Olosuhteiden mukaan muuttuva nopeusrajoitus			
Vaihtoehtoisille reiteille opastaminen			
Kaistankäytön ohjaaminen	ei erityisiä sovelluskohteita		
KALUSTON JA KULJETUSTEN HALLINTA			
Joukkoliikennekaluston hallinta	Matkan, sijainnin ja ohitusajankohdan seuranta terminaaleissa ja pysäkeillä	pysäkkikatoksessa tai terminaalissa lukijalaitte, johon kirjautuu ko. ajoneuvon viimeisin ohitusajaka.	Liikkuvan ajoneuvon ja tienvarren lukijalaitteen välisen toiminnan onnistuminen.
Kuljetuskaluston hallinta	Terminaalien saapuminen, tunnisteportilla (ajoneuvo, perävaunu, kontti, muu kuormatila)	Tämä aika on luettavissa kääntökäytännön lukijalaitteella	Kaluston hallinta tiereivillä toteutettaneen muilla paikannusmenetelmillä esim. GPS
Riskikuljetusten hallinta	Lastin tiedot / kuljetusketjun seuranta	Kirjoitettuna tunnistukseen tai poimittavissa netistä	
Tavarakuljetusten hallinta	Sähköinen rahtikirja (saattomuisti kalliin; automaattiluku tai käsiluku viivakoodi/RFID lukijalla)	Edullisuus suhteessa aktiivisiin saattomuihin	Haasteena tietoturvakysymykset
Kunnossapitokaluston ja toimintojen hallinta	Saattomuisti tuotteeseen (esim paperirulla, varaosa)	Tuotetiedot ja "historia" netin kautta	
	ei erityisiä sovelluskohteita		Toteutettaneen muilla paikannusmenetelmillä esim. GPS
HÄIRIÖHALLINTA			
Yksilöliikenteen häiriötilanteen havaitseminen	Hyödyt mahdollisten seurantajärjestelmien kautta		
Yksilöliikenteen häiriötilanteen hoitaminen	vrt. Häiriötiedotus		
Joukkoliikenteen häiriötilanteen havaitseminen	Hyödyt mahdollisten seurantajärjestelmien kautta		
Joukkoliikenteen häiriötilanteen hoitaminen	vrt. Häiriötiedotus		
KULJETTAJAN TUKIJÄRJESTELMÄT			
Vakionopeuden pitäminen	ei erityisiä sovelluskohteita ja jos on, on voimakkaasti ajoneuvoteollisuuden toimialuetta.	Ajoneuvoteollisuus kehittää ja ongelmana esim. pitkät ajoneuvoteollisuudet vs. lyhyt lukuetaisyys.	
Dynaaminen maksiminopeuden säätäminen			
Turvavälistä opastaminen			
Riittävän ajoetaisyuden automaattinen ylläpito			
Törmäyksien esto (mi. kevyt liikenne ja eläimet)			
Kaistalla pysymisen tukeminen			
Näkemisen parantaminen			
Kuljettajan tilan tarkkaileminen			
KULJETTAJAN TUKIJÄRJESTELMÄT	Palvelun sisältö	Toteutettavuus	Haasteet

Suunnistus- ja reitinopastus	Uudenlaisen paikannusmenetelmän toteuttaminen (jalkankulku/pyöräily) paikannus esim. keskustoissa.	Tietojen/sijaintitiedon lukeminen esim. kännykällä kadunkulmauksissa	Liimattavien tunnisteiden hinta/ määrä.
Hätäpalvelut (esim. onnettomuus ,autoliija hälyttää pelastuspalvelun)	ei erityisiä sovelluskohteita		
VALVONTAJÄRJESTELMÄT			
Automaattinen nopeusvalvonta	Yhdistetty nopeusvalvonta ja matka-ajan seuranta	Ajoneuvossa oltava SOTU	
Automaattinen liittymävalvonta (punaista päin ajaminen)	ei erityisiä sovelluskohteita		
Vaarallisten aineiden kuljetusten valvonta	Ajoneuvon ja lastin tekniset tiedot kirjoitettuna ajoneuvon/lastin tunnisteeseen.	Soveltuu viranomaisvalvontaan	takäsiteisyys?
Kuljetusten painon valvonta (WIM)			
Automaattinen kaistan käytön valvonta	Bussikaistan valvonta	Ajoneuvon SOTU	
Katsastus/huolto/verotus yms. järjestelmät	Tekniset viat/korjausten toteutuksen seuranta		
Ajotapa valvonta			
TIEDON KERUU- JA HALLINTAJÄRJESTELMÄT			
Liikenteen seuranta	Ajoneuvon tunnisteiden ja tienvarren lukijalaitteen yhteistoiminta, liikenteen laskenta esim. syrtäteillä (koko yleiställä tienverkolla). Matka-aikojen seuranta. ajoneuvotyyp- pien seuranta.		Liikkuvan ajoneuvon ja tienvarren lukijalaitteen välisen toiminnan onnistuminen
Sään ja kelin seuranta	Liikenne- ja tavaravirtojen seuranta tienverkolla		Liikkuvan ajoneuvon ja tienvarren lukijalaitteen välisen toiminnan onnistuminen
Ympäristöolosuhteiden seuranta	Floating car – floating car ajoneuvosta tiedonsiirto suoraan tienvarren lukijalaitteeseen ja tienvarresta ajoneuvoihin.		Liikkuvan ajoneuvon ja tienvarren lukijalaitteen välisen toiminnan onnistuminen
Liikenteen ohjaus- ja tiedotuskeskukset	Floating car – floating car ajoneuvosta tiedonsiirto suoraan tienvarren lukijalaitteeseen ja tienvarresta ajoneuvoihin.		Liikkuvan ajoneuvon ja tienvarren lukijalaitteen välisen toiminnan onnistuminen
Keskusten operaattorien tukijärjestelmät	ei erityisiä sovelluskohteita		
Muita palveluajatuksia	Palvelun sisältö	Toteutettavuus	Haasteet
Katsastus ja huolto toiminnan yhdistäminen katsastustarra	Erläuettable tai kirjoitettava tarra liimattuna ajoneuvon.		
Kaistamerkkien toteuttaminen tunnistella	Ajoneuvossa lukijalaitte, joka lukee tiemerkkintöjä		
Matkatavaran hallinta.	Viivakoodin korvaaminen RFID-tunnisteella		
Lentoliikenteen maaliikenteen ohjaus	Tunnisteet kiitoteillä ja rullausradalla yms.		
Junien järjestely ratapihoilla?	Tunnisteet radoissa		
Junse 2 (tarkennus liikenneaikailla)	Tunnisteet radoissa		
Junien vaunujen järjestyksen ja kassassa pysymisen seuranta ja ohjaaminen	Tunnisteet junavaunussa ja lukijalaitte ohjaajalla/järjestelijällä		

5 Ehdotettavat kokeilukohteet

5.1 Tutkimus tekniikan toimivuudesta liikenteessä

Ennen kuin ajoneuvon ja tienvarren mahdollisia sovelluksia kannattaa lähteä tarkemmin tutkimaan ja kehittämään, täytyy selvittää, kuinka lukutapahtuma käytännössä tapahtuu ja onnistuu maantieolosuhteissa. Haasteina ovat mm. ajoneuvojen nopeudet, vaihtelevat olosuhteet sekä antennien sijainti ja suuntaus. Kokeiluissa olisi syytä tarkastella molempaa perusratkaisua: 1) etätunnistimet ajoneuvoissa ja lukijat väylien vierellä, päällä tai sisällä ja 2) etätunnistimet väylärakenteissa ja lukijat ajoneuvoissa.

Ensimmäisessä osassa asennetaan VTT:n tutkijoiden autoihin tarrat sivuikkunaan, tuulilasiin ja rekisterikilpiin. Lukulaitteet sijoitetaan tien (pysäköintialue, vähäliikenteinen maantie) varteen 1 m, 2 m ja 3 m etäisyydelle ajokaistan reunasta. Autot ajavat 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ja 100 km/h:n nopeuksilla lukijalaitteen ohitse esimerkiksi 10 kertaa kussakin tilanteessa. Jos tulokset ovat kelvolliset 100 km/h:n nopeudella, tehdään vastaavat kokeet myös 110, 120 ja 130 km/h:n nopeuksilla moottoritiellä.

Toisessa osassa tiehen (samat koepaikat kuin ensimmäisessä osassa) upotetaan kolmelle eri syvyydelle kolmella eri antennityypillä varustetut etätunnistimet. Lukijalaite asennetaan VTT:n instrumentoituun autoon, jolla ajetaan koepaikan yli 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ja 100 km/h:n (optio 110, 120 ja 130 km/h) 30 kertaa, joista 10 kertaa auton keskilinja lukulaitteen päältä, 10 kertaa keskilinja 1 m etätunnistimen sivusta ja 10 kertaa keskilinja 2 m etätunnistimen sivusta.

Mukana olevat toimijat:

- VTT Tietotekniikka, Tuotteet ja Tuotanto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Lukijalaitteen valmistaja ? (Idesco)
- Passiivisen saattomuistin valmistaja? (Rafsec)
- Tiehallinto
- LVM

5.2 Katsastustarra

Tehdään yhteistyössä Ajoneuvohallintokeskuksen ja jonkun katsastusyhtiön kanssa pilottiympäristö, jossa ajoneuvon katsastustiedot ja mahdolliset muut hallinnalliset (käyttömaksu, autovakuutus yms.) tiedot tallennetaan ajoneuvoon liimattavaan RFID-etätunnistetarraan. Tarran tulee olla luettavissa katsastusasemalla sekä esimerkiksi poliisin kannettavalla lukulaitteella. Kokeilussa auton rekisterikilpeen, tuuli- tai sivulasiin kiinnitetään etätunniste kertomaan, milloin katsastus on tapahtunut ja mitä korjaustoi-

menpiteitä on vaadittu. Poliisi voi todeta etäluettavasta tunnisteesta myös, onko ajoneuvon verot ja liikennevakuutus maksettu.

Miksi tiedot RFID-tarraan:

- Suomessa on paljon katsastamattomia ajoneuvoja ja niiden valvonta vaikeaa.
- Katsastustiedot olisivat helposti etäluettavissa (poliisi, katsastaja).
- Katsastustoiminta tehostuu (tiedon lukeminen/kirjoittaminen katsastusasemalla).
- Tarra mahdollistaa monia muita sovelluksia kuten liikenteen seurannan.
- Tarraan voitaisiin kirjoittaa myös vaadittavat korjaustoimenpiteet, jotka voidaan lukea esim. huoltamolla tai poliisin ratsiassa.
- Vakuutusyhtiöt voisivat kiinnostua ja antaa kuluttajalle alennusta, jos tarra käytössä.
- Lainsäädännön mahdollisen muuttumisen myötä ajoneuvokohtaiset maksut ovat käytössä.

Kokeilussa mukana olevat toimijat:

- VTT Tietotekniikka, Tuotteet ja Tuotanto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Lukijalaitteen valmistaja? (Idesco)
- Passiivisen saattomuistin valmistaja? (Rafsec)
- Ajoneuvohallintokeskus
- Katsastusliike
- LVM
- Poliisi
- LVK (Liikennevakuutuskeskus)

Kokeilussa hyödynnettäisiin myös EVI-projektin tuloksia.

5.3 Joukkoliikenne ja matka-aika -sovellus

Kokeilussa muutamalle linja-autopysäkeille sijoitetaan lukijalaite ja muutamaan kymmenen kyseisiä pysäkkejä käyttävään linja-autoon etätunnistin. Kokeilun avulla selvitetään tekniikan soveltuvuutta esim. joukkoliikenteen ja yleensä liikenteen seurantaan. Laitteistolla kokeillaan kahta eri palvelua: linjan viimeisimmän vuoron ohitusajan seuranta ja pysäkkien välisiä matka-aikaoja.

Ensimmäisessä palvelussa linja-autoa odottava matkustaja voi kannettavalla lukulaitteellaan (matkapuhelin) lukea pysäkkilaitteesta kunkin pysäkkiä käyttävien linjojen viimeisimmän linja-auton ohitusajankohdan. Palvelun avulla matkustaja voi pysäkillä tehdä tarvittaessa uuden reittisuunnitelman.

Toisessa kokeilussa selvitetään tässä vaiheessa vain tekniikan soveltuvuutta matka-aikojen seurantaan. Sitä ei ole perusteltua toteuttaa laskentaa ajantasaisesti, vaan manu-

aalisesti tutkitaan löytyvätkö samat ajoneuvot eri pisteissä ja millä tarkkuudella (prosentilla).

Mukana olevat toimijat:

- VTT Tietotekniikka, Tuotteet ja Tuotanto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Lukijalaitteen valmistaja? (Idesco)
- Passiivisen saattomuistin valmistaja? (Rafsec)
- Joukkoliikenne operaattori/muut tutkimusryhmään kuuluvat koeajoneuvot
- Kaupunki
- LVM

5.4 Kevyen liikenteen opastus

Kokeillaan järjestelmää, jossa jalkakäytävillä upotetut ja rakennusten seiniin liimatut etätunnistintarrat sisältävät sijaintitiedon. Jalankulkijalla oleva päätelaite, esimerkiksi matkapuhelin, sisältää navigointijärjestelmän karttoineen. Navigointijärjestelmä perustuu satelliittipaikannukseen, jota tarkennetaan päätelaitteella luettavilla etätunnistintiedoilla. Päätelaite voi hälyttää saavuttaessa kohdetta merkitsevän etätunnistimen kohdalle.

Kokeilu järjestetään pienessä mittakaavassa yhdessä mahdollisen palveluntarjoajan kanssa.

Mukana olevat tahot:

- VTT Tietotekniikka, Tuotteet ja Tuotanto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Lukijalaitteen valmistaja ? (Idesco)
- Passiivisen saattomuistin valmistaja? (Rafsec)
- Matkailun edistämiskeskus
- Kaupunki
- LVM

5.5 Pysäköintipaikan varaus

Kokeillaan järjestelmää, jossa pysäköintilaitoksen pysäköintipaikoille ja kulkuteille upotetaan etätunnistimet. Kuljettaja varaa pysäköintilaitoksesta etukäteen paikan haluamallaan ominaisuuksilla matkalla ollessaan tai lähtöpaikastaan käsin (esim. GSM, Internet jne.) ja saa samalla tiedon paikan numerosta tai sijainnista. Tiedot syötetään ajoneuvolaitteelle. Pysäköintilaitokseen saavuttaessa ajoneuvon lukulaite viestittää laitoksen portilla sisään päästääkseen varaustietonsa, joiden avulla auto päästetään laitokseen. Opastus tapahtuu laitoksen ajoväylillä olevien etätunnistimien avulla, ja varaus varmistuu lopuksi saavuttaessa varattuun paikkaan. Maksu hoidetaan elektronisesti lu-

kulaitteen tai matkapuhelimen Bluetoothin välityksellä. Kokeilu järjestetään pienessä mittakaavassa.

Mukana olevat tahot:

- VTT Tietotekniikka, Tuotteet ja Tuotanto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
- Lukijalaitteen valmistaja? (Idesco)
- Passiivisen saattomuistin valmistaja? (Rafsec)
- Pysäköintilaitos
- Kaupunki
- LVM

6 Päätelmät ja suositukset

Passiiviset etätunnistimet ovat hyvin vähän käytössä toistaiseksi ympäri maailmaa, mutta niiden suosio ja niihin perustuvien sovellusten määrä on kasvussa. Passiivisten etätunnistimien erittäin alhainen hinta ja ympäristöystävällisyys takaavat niille mittavan menekin tulevaisuudessa useilla yhteiskunnan osa-alueilla.

Kun EU mahdollistaa etätunnistimien lukutehon nostamisen vähintään 2 wattiin nykyisestä 0,5W:sta, mikroaaltoalueella toimivat etätunnistimet, kuten PALOMAR-hankkeessa kehitetty, soveltuvat ilmeisesti hyvin liikennetelematiikan sovelluksiin. Suurien matkapuhelinvalmistajien kiinnostus mikroaaltoalueen RFID-lukijan lisäämisestä lähitulevaisuuden kaikkiin matkapuhelimiin myös mahdollistaa erilaisia palveluja, myös liikennetelematiikan alueella.

Voidaankin päätellä, että Suomen kannattaisi nyt olla aktiivinen etätunnistimien ja niiden erilaisten sovellusten kokeiluissa. Ensimmäisenä asialla oltaessa suomalaiselle ja EU-maiden elinkeinoelämälle saadaan kilpailuetua ja lisätään Suomen kiinnostavuutta tietoyhteiskuntateknologioiden ja -palveluiden kehitysympäristönä.

Ennen erilaisten sovellusten kokeilua olisi mahdollisimman nopeasti selvitettävä teknisen ratkaisun toimivuus maantieoloissa. Kokeiluissa olisi syytä tarkastella molempaa perusratkaisua: 1) etätunnistimet ajoneuvoissa ja lukijat väylien vierellä, päällä tai sisällä ja 2) etätunnistimet väylärakenteissa ja lukijat ajoneuvoissa.

Jos tekniikka osoittautuu toimivaksi liikenteelle tyypillisissä oloissa, kannattaa käynnistää erilaiset sovelluskokeilut. Lupaavimmat ovat monia palvelusovelluksia mahdollistavat autojen katsastustarrat, joukkoliikenteen seuranta, kevyen liikenteen opastus, pysäköintipaikkojen varaus ja opastus sekä rautatieliikenteen sovellukset.

Joka tapauksessa Suomen viranomaisten ja elinkeinoelämän on syytä aktiivisesti ajaa etätunnistimien lukutehojen pikaista nostamista EU:ssa kahteen tai mieluiten 4 W:iin, jotta Yhdysvallat ei saa etätunnistimien alueella pitkäaikaista kilpailuetua.

VTT:n tulee yhdessä Suomen viranomaisten kanssa pyrkiä mahdollisimman nopeasti käynnistää mikroaaltoalueen etätunnistimien RFID-centerin toiminta, jotta suomalainen innovaatio saataisiin mahdollisimman laajaan käyttöön ja toivottavasti alueen de facto -standardin perustaksi.

7 Lähteet

TASKU (2002). Tavarakuljetusten seuranta. Jani Granqvist , Antti Permala, Johan Scholliers, Harri Rauhamäki, Juha Laakso, Mika Varjola. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Tutkimusraportti RTE 4059/02.

UCC Ready to Commercialise EPC, RFID Journal, 23.5.2002,
www.rfidjournal.com/article/articleprint/432/-1/1/

EVI-hanke (Feasibility Study for an EU-wide Electronic Vehicle Identification System):
<http://www.ertico.com/activiti/projects/evi/home.htm>

<http://www.etsi.org/>