

Tavarakuljetusten seuranta

TASKU

Jani Granqvist, VTT/RTE

Antti Permala, VTT/RTE

Johan Scholliers, VTT/TUO

Harri Rauhamäki, TTKK/LIKU

Juha Laakso, SCC Viatek

Mika Varjola, SCC Viatek

Tavarakuljetusten seuranta

TASKU

Jani Granqvist, VTT/RTE, Antti Permala, VTT/RTE, Johan Scholliers, VTT/TUO,
Harri Rauhamäki, TTKK/LIKU, Juha Laakso, SCC Viatek,
Mika Varjola, SCC Viatek

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tutkimusraportti RTE 4059/02

Espoo 2002

TIIVISTELMÄ

TASKU (Tavarakuljetusten seuranta) –projekti on osa VALO (Verkostojen ajantasainen logistiikka) -ohjelmassa tehtävää logistiikkatutkimusta. Sen tavoitteena on keskittyä kollitason seurantaan ja siihen soveltuviin tekniikoihin ja järjestelmiin.

Sidosryhmähaastattelujen perusteella kollitason tavaranseuranta on nykyisin vielä vähäistä ja se toteutetaan lähinnä manuaalisesti. Vain suurimmilla logistiikkatoimijoilla on käytössään kehittyneempiä, mutta toisaalta usein asiakaskohtaisesti räätälöityjä järjestelmiä. Tarpeet ketjujen toiminnan tehostamiseksi edellyttävät kuitenkin laajempien, useita osapuolia ja tavararyhmiä käsittävien järjestelmien kehittämistä.

Suurimmat esteet edellä kuvatun kaltaisen seurantajärjestelmän kehittämislle liittyvät standardien hajanaisuuteen ja osapuolten yhteisten toimintamallien puutteeseen. Myös alan nopea tekninen kehitys lisää epävarmuutta järjestelmien käyttöönotolle. Seurantajärjestelmien käyttöönoton käynnistäjiä ovat todennäköisesti ketjujen suuret toimijat.

Tunnetuimmat seurannan tunnistustekniikat ovat viivakoodi ja RFID (Radio Frequency Identification). Näistä RFID on nopeasti kasvattamassa osuuttaan. Sen etuja ovat tagien luku-/kirjoitusmahdollisuus sekä järjestelmän kestävyys erilaisissa ympäristöolosuhteissa. RFID soveltuu viivakoodia paremmin automatisoituun tunnistamiseen, koska tunnistusetaisyys on pidempi, näköyhteyttä ei tarvita ja kohde voi olla liikkeessä. Pitkän lukuetaisyyden omaavaa, edullista saattomuistia ei ole vielä kuitenkaan saatavilla. Auto-ID Center on asettanut tavoitteeksi 5 sentin hintaisen tagin kehittämisen vuoteen 2005 mennessä.

Jatkossa kollin mukana siirrettäviä tietoja tulee voida lukea useammalla kuin yhdellä tekniikalla. Ratkaisu voi olla esimerkiksi viivakoodin, RF-tagin ja tekstinä esitettävän tiedon yhdistelmä. Osapuolet joutuvat ratkaisemaan tietosisältöön, tietosuojaan ja turvallisuuden liittyvät asiat.

Yrityskonsortiot ja suuret kansainväliset standardointiorganisaatiot ponnistelevat seurannan standardoinnin parissa, jotta tulevina vuosina markkinoille saadaan paremmin liike-elämän tarpeita vastaavia ja yhteentoimivia tuotteita. Nämä ponnistukset näyttävät saavan laajaa kannatusta. Tämä työ on antanut RFID-teollisuudelle uutta potkua ja aktivoinut kilpailijoita tekemään yhteistyötä.

Eräs keskeinen kysymys on, miten yritysten kannattaa tästä eteenpäin edetä seurantajärjestelmien kehittämistyössään. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kaikkien toimialojen hyväksymää yhteistä kansallista näkemystä seurantajärjestelmän määritelmäksi ei ole todennäköisesti saavutettavissa. Selityksenä on toimialojen toisistaan poikkeavat tarpeet ja vaatimukset toimitusketjujen eri vaiheissa. Suosituksena yrityksille esitetään toimialakohtaisten (tai muutamien toimialojen yhteisten) globaalien aloitteiden, standardien ja ratkaisujen seuraamista ja näiden mukaisten järjestelmien käyttöönottoa.

ABSTRACT

The Tracking & Tracing of Freight Transport (TASKU) project is part of a logistics study commissioned for the Real-Time Logistics of Networks (VALO) Programme. Its object is to examine the tracking and tracing of cargo units (e.g. pallets, roller cages, boxes) and the associated technology and systems.

Surveys of interest groups suggest that there is still very little tracking and tracing of cargo units, and the existing systems are mostly manual. Only the largest logistics operators have access to more high-tech systems that are often tailored for individual clients. But the need for more efficient operations within transport chains calls for the development of more extensive systems that can process data on several parties and goods categories.

The main obstacles to the creation of such a tracking and tracing system are the wide range of standards currently in use and the lack of common operating models. Additional insecurity for system implementation is caused by the speed at which technology is advancing in this field. The first parties to implement the new kinds of tracking and tracing systems will most likely be the major transport chain operators.

The most well-known identification technologies used in tracking and tracing are bar codes and RFID (Radio Frequency Identification). Of these two, RFID is rapidly becoming more commonly used. Its advantages are the possibility to read/write in tags and the durability of the system in varying environmental conditions. RFID is more suitable for automated identification than bar codes are, as cargo units can be identified at longer distances, there is no need for visual contact, and the target can be mobile during identification. But tags that are inexpensive and readable at long distances are not yet available. The Auto-ID Center is aiming to develop a tag priced only 5 cents by the year 2005.

In the future, the data included with each cargo unit can be read by a variety of technologies. One possible solution is a combination of bar code, RF tag and written information. The parties involved will have to decide on matters associated with the information content, data security and safety.

Commercial consortiums and large international standardisation organisations are working hard to create standards for cargo tracking and tracing to bring out products that conform better to commercial requirements and that are mutually compatible. Their efforts seem to be highly popular, and have given a new life to the RFID industry and motivated competitors to work together.

A central issue is how corporations should proceed from now on to develop new tracking and tracing systems. The study indicates that it is not likely that operators in all the fields involved can reach a consensus on a common national definition for the tracking and tracing system. The reason for this is that the various fields have different requirements and demands for the system at various points within the delivery chain. It is recommended that the corporations involved monitor global initiatives, standards and solutions in their respective fields (as well as some general solutions), and that they implement systems that correspond to this global framework.

ALKUSANAT

VALO (Verkostojen Ajantasainen Logistiikka) on Liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2001 käynnistämä logistiikkaohjelma. Sen taustalla oli logistiikan asiantuntijoille suunnattu kysely logistiikan jatkotutkimus- ja kehittämistarpeiden kartoittamiseksi. Kyselyn tuloksien mukaan logistiikan kehittämistarpeet ovat vahvasti yhteydessä informaatioteknologian kehittymiseen ja sen vaikutuksesta syntyviin uusiin logistisiin toimintamalleihin ja -tapoihin.

Eräs nopeimmin kehittyvistä tavaraliikenteen osa-alueista on seuranta, jolla tavoitellaan kuljetusvälineiden, kuljetettavien tavaroiden ja kuljetusolosuhteiden parempaa hallintaa ketjun kaikissa vaiheissa. Ajoneuvojen ja kuljetusyksiköiden (kontit, puoliperävaunut, vaihtotilat) seurantaan tarkoitettuja järjestelmiä on jo käytössä ja kasvava mielenkiinto kohdistuu nyt kollitason seurantaan.

VALO-ohjelman puitteissa tehdyn TASKU (Tavarakuljetusten seuranta) -projektin tavoitteena oli selvittää ja analysoida käytössä tai suunnitteilla olevien kollien¹ seurantaan kohdistuvien tekniikoiden ja järjestelmien soveltuvuus maamme kuljetusketjujen asettamiin tarpeisiin. Lisäksi tarkastelu sisälsi liitynnät fyysiseen infrastruktuuriin ja toimintatapoihin ottaen huomioon mm. kaupan ja kuljetusten voimakkaan globalisoitumisen. Tutkimuksessa kartoitettiin myös muualla maailmassa jo käytössä tai voimakkaassa kehitysvaiheessa olevia järjestelmiä.

TASKU –projektin ohjausryhmään ovat kuuluneet Jari Gröhn (Liikenne- ja viestintäministeriö, puheenjohtaja), Sauli Harju (Inex Partners Oy), Erkki Muilu (Atria Oy) ja Pertti Pietikäinen (Taveralinjat ry). Tutkimustyöstä ovat vastanneet Jari Granqvist ja Antti Permala VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka -yksiköstä, Johan Scholliers VTT Tuotteet ja tuotanto -yksiköstä, Harri Rauhamäki TTKK Liikenne- ja kuljetustekniikan laitokselta sekä Juha Laakso ja Mika Varjola SCC Viatek Oy:stä. Lisäksi tutkimuksen aikana haastateltiin useita tavaraliikenteen asiantuntijoita, joita kiitämme antoisasta yhteistyöstä.

Helsingissä joulukuussa 2002

Jari Gröhn

Erikoistutkija, LVM:n tavaraliikenneyksikkö

¹ Kolli on *käsittely-yksikkö* – käsite muuttuu kuljetusketjun eri tasoilla ja käsittelyvaiheissa. Sijoittuu suuryksikön ja yksittäisen tavarän väliin.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	9
1.1	Tausta	9
1.2	Tavoite	10
1.3	Tutkimuksen tehtävät ja raportin sisältö	11
1.4	Tutkimusmenetelmät	12
1.4.1	Sidosryhmähaastattelut	12
1.4.2	Työpajat	13
1.4.3	Kirjallisuustutkimus	13
2	SEURANNAN NYKYTILAN KUVAUS	14
2.1	Toimintatavat	14
2.1.1	Yleinen logistiikkajärjestelmän kuvaus	14
2.1.2	Liiketoimintaympäristön muutokset	15
2.1.3	Yritysten tietojärjestelmät	15
2.1.4	Seuranta- ja tunnistusjärjestelmien sovellusalueet ja merkitys yrityksille	17
2.1.5	Seurantajärjestelmiin kohdistuvat tarpeet ja vaatimukset	18
2.1.6	Seurannan kustannukset	21
2.2	Teknologiakatsaus	23
2.2.1	Tunnistuksen ja paikannuksen teknologiat	23
2.2.2	RFID-teknologiat	27
2.2.3	Käytössä olevat seuranta- ja tunnistusteknologiat	30
2.2.4	Tunnistusteknologioiden markkinaosuuksia	36
2.2.5	Tiedonsiirto ja -välitys	36
2.2.6	Standardit ja standardialoitteita	37
3	KEHITYKSEN MAHDOLLISUUDET JA ESTEET	38
3.1	Toimintamallit	38
3.1.1	Uusien tekniikoiden mahdollistamat toimintamallit	38
3.1.2	Toimintamallien kehittämisen esteitä	40

3.2	Tieto	41
3.2.1	Nykyisten järjestelmien vahvuudet	41
3.2.2	Nykyisten järjestelmien puutteet ja kehittämisen esteet	42
3.3	Teknologia	42
3.3.1	Trendit	42
3.3.2	Ongelmat ja yleistymisen esteet	44
4	TAVOITETILAT JA MAHDOLLISET RATKAISUT	47
4.1.1	Käyttäjien tavoitteita ja vaatimuksia seurantajärjestelmille	47
4.1.2	Tietosisältö ja käyttötavat	48
4.1.3	Järjestelmän rakentamisen vaiheet	49
4.2	Toimialakohtaisia tarpeita	50
4.2.1	Transbox-elintarviketoimitusketju	50
4.2.2	Teknisen tukkukaupan toimitusketju	52
4.2.3	Metsäteollisuuden RFID-projekti	53
4.3	Mahdolliset ratkaisut	54
4.3.1	Toimintatavat	54
4.3.2	Standardointi	57
4.3.3	Tavaraliikenteen telematiikka-arkkitehtuuri	57
5	SUOSITUKSET	59
5.1	Seurantajärjestelmien käyttöönotto	59
5.2	Kehityksen seuraaminen	60
5.2.1	Vaihtoehtoja työkaluksi tai menetelmäksi	61
5.2.2	Suositus käytettävästä työkalusta tai menetelmästä	65
6	YHTEENVETO	66
7	LÄHDELUETTELO	72
LIITE A.	HAASTATTELURUNKO	1
LIITE B.	RFID-TEKNOLOGIA	1
LIITE C.	PAIKANNUSJÄRJESTELMÄT	1

LYHENTEET

ASP	Application Service Provider
AVL	Automatic Vehicle Location
Bluetooth	Langaton viestintäprotokolla
CEN	European Committee for Standardisation
EAN	European Article Numbering
EDI	Electronic Data Interchange
ePC	Electronic Product Code (MIT)
GCI	Global Commerce Initiative
GIS	Geographical Information System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GTAG	Global TAG (UCC.EAN-aloite)
HTML	Hypertext Markup Language
HW	Hardware
ID	Identification code
ISO	International Organisation for Standardization
IST	Information Societies Technology (Euroopan Komission tutkimusohjelma)
IT	Information Technology
ITS	Intelligent Transport Systems
LAN	Local Area Network
LVM	Liikenne- ja viestintäministeriö
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OCR	Optical Character Recognition
OTP	One Time Programmable
R/W	Read-Write
RFID	Radio Frequency Identification
R-O	Read-Only
RPC	Returnable Plastic Container
RTLS	Real Time Locating Systems
SM	Sosiaaliministeriö
SQL	Structured Query Language
SSCC	Serial Shipping Container Code
SW	Software
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
UCC	Uniform Code Council
UHF	Ultra-High Frequency (400-1000 MHz)
WAP	Wireless Application Protocol
WLAN	Wireless Local Area Network
WORM	Write Once Read Many
WWW	World Wide Web
XML	eXtensible Markup Language
YM	Ympäristöministeriö
AI	Application Identifier (EAN)
GTIN	Global Trade Identification Number
GRAI	Global Returnable Asset Identifier

1 Johdanto

1.1 Tausta

Tavaroiden toimitusketjut ovat muuttumassa toimitusverkoiksi – eräkoko pienee, toimijoiden määrä kasvaa, kuljetusmuodot ja toimijat valitaan selkeämmin kuljetusketjun vaatimusten mukaisesti, kuljetusten aikariippuvuudet lisääntyvät ja tiedontarve ketjun kaikissa vaiheissa lisääntyy. Toiminnan tehostaminen edellyttää myös kuljetusvälineiden, kuljetettavien tavaroiden ja kuljetusolosuhteiden parempaa hallintaa ketjun kaikissa vaiheissa.

Nykyiset manuaaliset tunnistus- ja paikannustekniikat eivät riitä enää tulevaisuudessa. Automaattinen tunnistaminen ja paikantaminen voi perustua esim. RFID-, GSM- ja GPS-tekniikoihin tai niiden yhdistelmiin. Seurantajärjestelmiä, jotka perustuvat ajoneuvojen GPS-paikannustietoon on jo otettu käyttöön. Satelliittiseuranta mahdollistaa reaaliaikaisen paikannustiedon saamisen seurattavasta kohteesta. Myös GSM-verkkopaikannuksella saadaan kuljetusten tarpeisiin usein riittävän tarkka sijaintitieto. Halpojen ja yhteentoimivien saattomuistien puute on estänyt tunnistusteknologioiden läpimurron. Älykäs logistiikka vaatii tuekseen myös telematiikan infrastruktuurin ja tarvittavat palvelut.

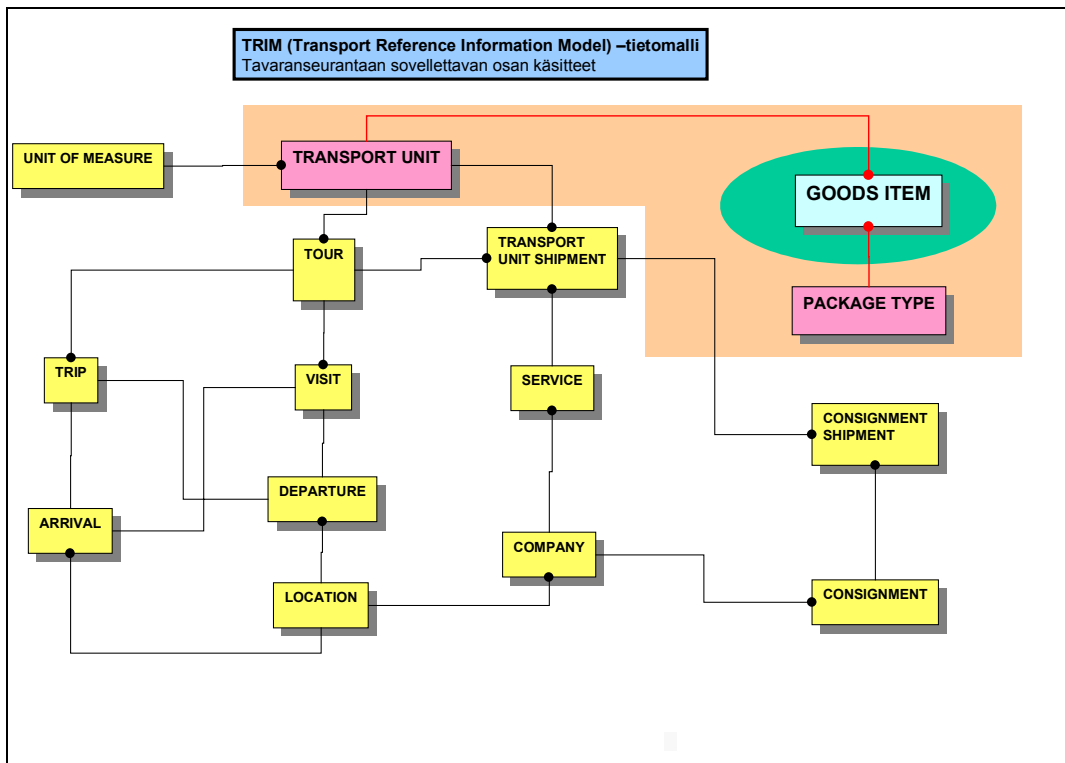
Kuljetusvälineiden ja kuljetusolosuhteiden seuranta on jo pakollista joidenkin tavararyhmien osalta. Suuret kuljetusyrietykset ja kuljetusasiakkaat ovat kehittäneet ja ottaneet käyttöönsä omia, koko kuljetusketjun käsittäviä seurantajärjestelmiä, joissa kuljetettavia tuotteita ja kuljetusolosuhteita seurataan ketjun eri vaiheissa tarvittavalla tarkkuudella.

Kuljetusketjujen tehostamispyrkimyksistä, kaupan kansainvälistymisestä ja globalisoitumisesta johtuen tavarat eivät enää kulje välttämättä yhden järjestelmän, yhden kulkumuodon tai yhden organisaation sisällä. Kehitys edellyttää seurannan osalta standardoitua ja yleisesti käytössä olevia järjestelmiä, jotka mahdollistavat seurannan kuljetusmuodosta, toimijoista ja toiminta-alueesta riippumatta.

1.2 Tavoite

Projektin tavoitteena on selvittää ja analysoida käytössä ja suunnitteilla olevien kollojen² seurantaan kohdistuvien tekniikoiden ja järjestelmien soveltuvuutta maamme kuljetusketjujen asettamiin tarpeisiin sekä liityntöjä fyysiseen infrastruktuuriin ja toimintatapoihin ottaen huomioon mm. kaupan ja kuljetusten voimakas globalisoituminen. Lisäksi huomio kiinnitetään muualla maailmassa, erityisesti päämarkkina-alueillamme jo käytössä tai voimakkaassa kehitysvaiheessa oleviin järjestelmiin.

Tutkimus käsittää kollojen seurantaan tarvittavan tunnistamisen ja paikantamisen koko kuljetusketjussa sekä seurannan liitynnät fyysiseen ja telematiikkainfrastruktuuriin. Ajoneuvojen, kuljetusyksiköiden sekä yksittäisten tavaroiden (pakkausten) seurantaan liittyviä asioita tarkastellaan tarpeen mukaan. Kuvassa 1 on kuljetusten informaatioympäristöä kuvaavan TRIM-tietomallin avulla esitetty TASKU-hankkeen fokusointi pääasiassa kollojen (Goods item) seurantaan sekä seuraavien tarkastelutasojen eli kuljetusyksiköiden (Transport unit) ja pakkausten (Package type) linkitys kollitasoon.



Kuva 1. TASKU-hankkeen tarkastelualue TRIM-tietomallin avulla kuvattuna.

² Kollin on käsittely-yksikkö – käsite muuttuu kuljetusketjun eri tasoilla ja käsittelyvaiheissa. Sijoittuu suuryksikön ja yksittäisen tavarain väliin.

Tutkimuksen hyötyjiä ovat kotimaiset logistiikka-alan toimijat (järjestelmä- ja investointipäätösten tuki), palvelutuottajat ja valmistajat sekä liikenne- ja viestintäministeriö ja muu julkishallinto (päätöksenteon apuväline). Lisääntynyt tieto ja sen hyödyntäminen esimerkiksi järjestelmien kehityksessä parantaa logistiikan hallintaa ja antaa tätä kautta mm. seuraavia hyötyjä :

- Kuljetusvälineiden ja yksiköiden ohjattavuus paranee, kun tiedetään missä ne ovat ja voidaan paremmin ennustaa niiden keräytymistä eri paikkoihin
- Kuljetusyksikkö voidaan yhdistää jakelu- ja keräilyautoon sekä infrastruktuuriin
- Eräissä tavararyhmissä (vaaralliset aineet) turvallisuus paranee ja onnettomuuksien jälkihoito nopeutuu seurannan myötä

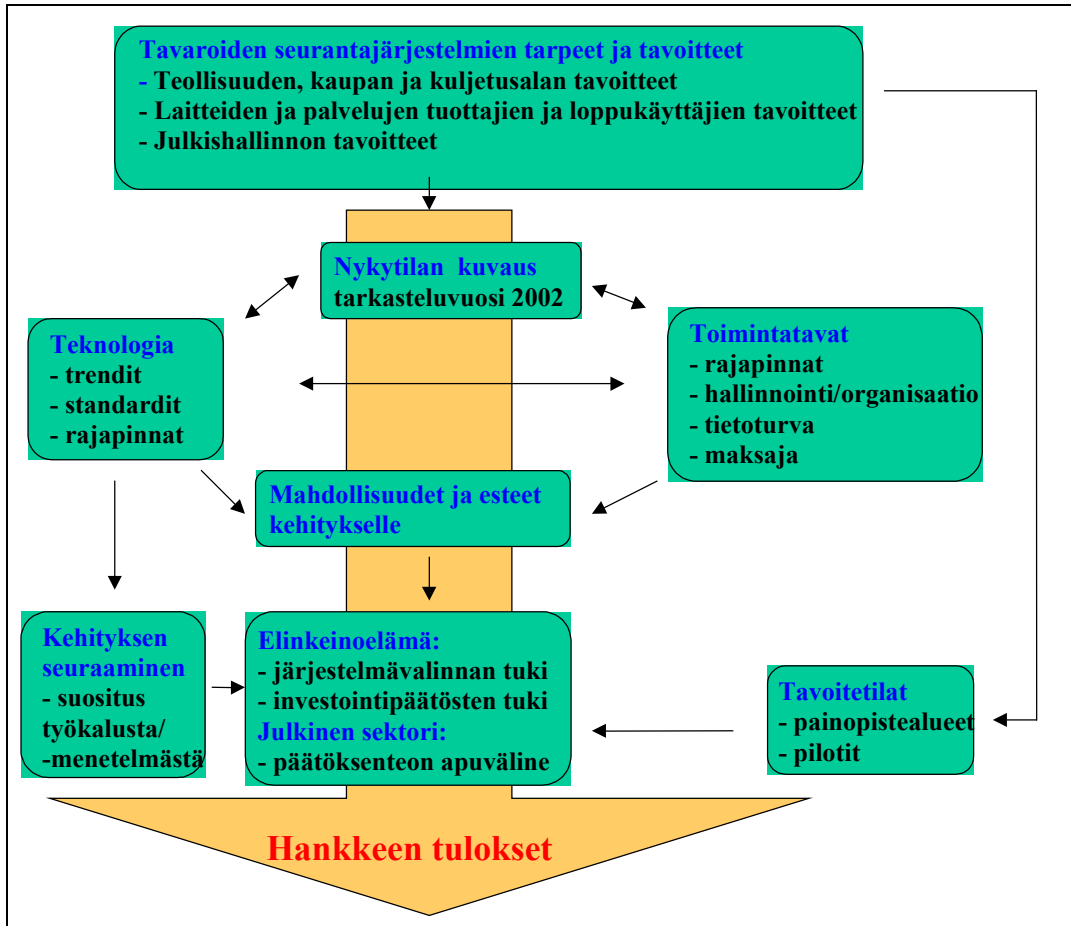
1.3 Tutkimuksen tehtävät ja raportin sisältö

Nykytilan määrittely (luku 2) sisältää seurantajärjestelmien nykytilan analyysin ja teknologiakatsauksen. Lisäksi täsmennetään seurantajärjestelmille ja tekniikoille asetettavia tavoitteita eri näkökulmista (teollisuus, kauppa, kuljetusalan, laitteiden ja palvelujen tuottajat, loppukäyttäjät ja julkishallinto). Nykytilanteen kartoitus sekä tarpeiden ja ongelmien esille tuonti oli yksi Logistiikkaselvitys 2001:n suosituksista.

Kehityksen mahdollisuuksia ja esteitä (luku 3) arvioidaan tavoitteiden ja nykytilan perusteella. Kun järjestelmien käyttö ei ole lakiin tai säädöksiin perustuvaa vaan pohjautuu vapaaehtoisuuteen, eri tahojen on koettava järjestelmät taloudellisesti kannattaviksi (kustannuksia alentaen tai palvelutasoa parantaen) tai muutoin omia tavoitteita tukeviksi.

Mahdolliset tavoitetilat ja ratkaisut (luku 4); Yritysten tavoitetilat muodostuvat liiketaloudellisin perustein. Julkishallinnon tavoitetila muotoutuu mm. sen perusteella, että julkishallinto tarvitsee tietoa ja työkaluja tukemaan päätöksentekoaan.

Suositus kehityksen seuraamiseksi esitetään luvussa 5. TASKU-hankkeen osatehtävät ja niiden linkitys toisiinsa on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. TASKU-hankkeen osatehtävät ja niiden linkitys toisiinsa.

1.4 Tutkimusmenetelmät

1.4.1 Sidosryhmähaastattelut

Tässä hankkeessa tarkasteltujen laajojen, useita tavararyhmiä ja osapuolia sisältävien seurantajärjestelmien kehittäminen ja käyttöönotto edellyttää kaikkien tai ainakin useimpien mukana olevien tahojen hyväksymistä ja aktiivista yhteistyötä. Hankkeessa toteutettujen sidosryhmähaastattelujen tärkeimpänä tarkoituksena oli täsmentää eri tahojen seurantajärjestelmille kohdentamia toiveita, vaatimuksia ja edellytyksiä. Näiden tavoitteiden kirkastamiseksi haastatteluissa keskityttiin alla oleviin pääotsikoihin. (Haastattelujen tarkempi sisältörunko on esitetty liitteessä A)

- Seurantajärjestelmien tarve
- Seurannan sisältö
- Seurantajärjestelmien tekniset vaatimukset
- Järjestelmien kustannukset
- Tietoturva-asiat
- Seurantajärjestelmien käyttöönotto
- Muut tavoitteet

Haastateltavien valinnoilla pyrittiin varmistamaan eri toimijoiden ja osapuolten edustamien käsitysten esilletulo. Haastattelut tehtiin huhti-toukokuussa 2002.

Hankkeen johtoryhmä hyväksyi haastateltavat:

Juhani Salonen, UPM-Kymmene

Sauli Harju, Inex Partners Oy

Erkki Muilu, Atria Oyj

Pertti Pietikäinen, Tavaralinjat ry

Mikko Melasniemi, Teollisuus ja työnantajat

Jari Salo, Tietotekniikan kehittämiskeskus (TIEKE)

Lassi Hilska, Liikenne- ja viestintäministeriö

1.4.2 Työpajat

Nykytilanteen kartoitus sekä tarpeiden ja ongelmien esille tuonti oli myös yksi Logistiikkaselvitys 2001:n suosituksista jatkotoimenpiteiksi seuranta-asioissa. TASKUn yhteydessä yritysten toimintatapoja kollin seurannan suhteen analysoitiin ja tarkennettiin toimitusketjuittain pidetyissä työpajoissa, joihin kutsuttiin sekä elinkeinoelämän että julkishallinnon edustajia. Hankkeessa valittiin yhdessä ohjausryhmän kanssa kaksi toimitusketjua tarkemmin työpajoissa käsiteltäviksi. Lähtökohtana oli tarkastella ketjuja käsittely-yksikön eli kollin seurannan kannalta. Valitut toimitusketjut olivat

- transboxia käyttävä elintarviketoimitusketju
- teknisen tukkukaupan toimitusketju

Lisäksi järjestettiin kolmas työpaja, johon kutsuttiin edustajia eri toimialoilta. Tavoitteena oli keskustella yhteisestä näkemyksestä tavarakuljetusten seurannan edistämiseksi ja käyttöönottamiseksi.

1.4.3 Kirjallisuustutkimus

Hankkeessa tehdyn kirjallisuustutkimuksen tavoitteena oli selvittää seuranta- ja tunnistusjärjestelmien nykytilaa ja etsiä tietoa järjestelmien rakentamiseen ja hyödyntämiseen liittyvistä toimintatavoista ja kokemuksista. Nykytilan selvittämisen lisäksi tavoitteena oli tutkia seurantajärjestelmien kehityksen mahdollisuuksia ja esteitä sekä eri tahojen järjestelmille asettamia tavoitteita ja vaatimuksia.

Kirjallisuustutkimus painottui pääasiassa RFID (Radio frequency identification)-tekniikkaa soveltavaan tunnistukseen ja seurantaan. Lähdetietoina on käytetty eri aikakauslehtiä (Frontline Solutions, RFID innovations, Global id magazine, Logistics Europe), sähköpostijakelulistoja (AIM's RFID News, Frontline Newswire, RFID Journal, Supply Chain Systems Magazine) sekä Internetistä löytynyttä ulkomaista aineistoa. Lisäksi tietoa on saatu sähköpostin välityksellä. Kirjallisuus selvitys toteutettiin kesä–elokuussa 2002.

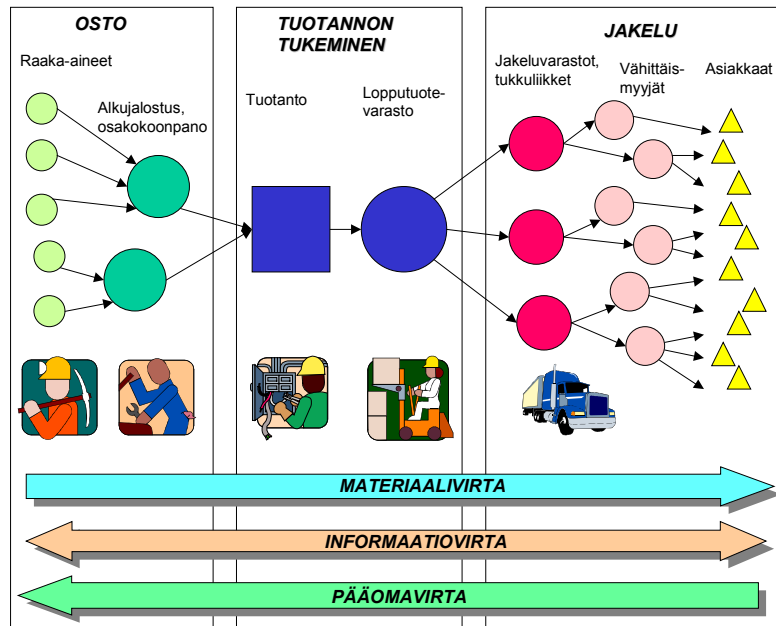
2 Seurannan nykytilan kuvaus

Tämä kappale selvittää seuranta- ja tunnistusjärjestelmien nykytilaa sekä esittelee tietoa järjestelmien rakentamiseen ja hyödyntämiseen liittyvistä toimintatavoista ja kokemuksista. Kappale painottuu pääasiassa RFID (Radio frequency identification)-tunnistukseen ja seurantaan.

2.1 Toimintatavat

2.1.1 Yleinen logistiikkajärjestelmän kuvaus

Logististen prosessien tehokkaampi hallinta on eräs niistä tekijöistä, joiden avulla yritykset kokevat hyötyvänsä kuljetusten seurantajärjestelmistä. Logistiikka voidaan määritellä prosessiksi, jonka avulla hallitaan materiaalivirtaa ja siihen liittyvää palvelua sekä tietovirtaa siten, että toiminnan laatu ja kustannustehokkuus maksimoituvat. Logistiikan tavoite on saada oikea tuote oikeaan paikkaan mahdollisimman pienin kustannuksin halutulla palvelutasolla. Logistinen kokonaisuus käsittää materiaali-, tieto- ja pääomavirrat ja ulottuu materiaalien hankintalähteiltä lopulliselle asiakkaalle asti. [35]



Kuva 3. Yleinen logistinen järjestelmä (lähde: Laakso [35])

Operatiivisesti logistiikka on nähtävä toiminnalliset rajat ylittävänä prosessina eikä erillisenä fyysiset toiminnot käsittävänä osana. Siinä missä logistiikkaa on aikaisemmin pidetty eräänä yrityksen menestyksen avaintekijöistä, se on nykyään nähtävä erittäin merkittävänä kilpailuetuna. Tämän takia logistiikkakysymykset on otettava huomioon jo yrityksen kokonaisstrategiaa laadittaessa. Logistiikka kehittyy yritysten välisen kokonaisuuden hallinnaksi, jossa materiaalivirtaus tapahtuu ketjuun osallistuvien yritysten kannalta optimaalisesti ja päätökset tehdään kokonaisuuden edun kannalta. [35].

2.1.2 Liiketoimintaympäristön muutokset

Yritysten liiketoimintaympäristössä viime vuosina tapahtuneet muutokset ovat käynnistäneet yritysten sisäisen rakenteen ja ulkoisten suhteiden murroksen sekä liiketoimintamallien muuttumisen. Liiketoimintaympäristössä tapahtuneita muutoksia ovat mm. globalisoituminen, Euroopan integraatio, tietojärjestelmien, tietoverkkojen ja Internetin voimakas kehittyminen sekä sähköisen liiketoiminnan laajentuminen [30].

Logistiikan kehityssuunnista ehkä olennaisin on yritysten keskittyminen ydinosaamiseensa, jolloin yhteistyösuhteiden lisääntymisen myötä yritykset verkottuvat toimitusverkoiksi. Toimitusverkossa tehokkaan toiminnan edellytyksiä tulevat olemaan tiedonsiirron ja joustavuuden kehittäminen sekä tiiviiden yhteistyösuhteiden hyödyntäminen. Kuljetusten seurannan kannalta yritysten logistinen ajattelu on laajentunut ja laajentumassa oman yrityksen ulkopuolelle. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan tilalle on tulossa toimitusverkkoajattelu (Supply Web).[30]

2.1.3 Yritysten tietojärjestelmät

Suomalaisten **kauppa- ja teollisuusyritysten** käyttämät toiminnanohjausjärjestelmät ovat varsin erilaisia. Käytössä olevista tietojärjestelmistä mainittakoon esimerkkeinä IBM:n OS/400, SAP ja ESS (IBM:n Enterprise Storage Server). Käytössä on usein myös muita järjestelmiä esimerkiksi varaston hallintaan. Rahtikirjat ovat lähestulkoon aina fyysisiä, ja usein rahtikirja on käytännössä lähetysluettelo. Ne tulostetaan useimmiten yritysten tietojärjestelmistä ja toimitetaan kuljetusyrityksille yleensä paperilla. Eräs syy tähän on kuittauksen ottaminen edelleen allekirjoituksella tavaran ja vastuun vastaanottajalta. [39]

Tieliikenteen kuljetusyritysten ajoneuvotietokonejärjestelmät voivat sisältää esimerkiksi viivakoodilukijan, kämmentietokoneen ja GSM-datayhteyden. Täl-

löin rahtikirjatietoja voidaan siirtää sähköisesti. Viivakoodi luetaan esimerkiksi tavaraa luovutettaessa ja tieto siirtyy tietojärjestelmään. Monien yritysten autoissa on toimeksiantajan ajoneuvopäätte, joka voi sisältää esimerkiksi karttaohjelman ja GPS-paikannuksen. Suomessa on kuitenkin paljon kuljetusyrityksiä, joiden autoissa ei ole lainkaan tietotekniikkaa. Ajoneuvojen ajantasaiset paikannusjärjestelmät eivät Suomessa ole vielä kovin yleisiä. Kehittyneimpien seuranta- ja reitinopastusjärjestelmien voidaan yleisesti sanoa olleen jo jonkin aikaa raakapuukuljetuksia suorittavissa ajoneuvoissa. Eräällä kappaletavaraa kuljettavalla yrityksellä on tietyille asiakkaille suunnattu lähetyksen seurantapalvelu, jolla asiakas voi seurata Internetin kautta lähetystensä etenemistä kollitasolla. Paikannus ei ole reaaliaikainen, vaan kyseessä on statustieto periaatteella "runkokuljetuksessa / terminaalissa / jakelussa / toimitettu". [39]

Rautatieliikenteessä RailTrace on mm. VR Cargon käyttämä, kansainvälinen lähetyksen ja vaunujen seurantajärjestelmä, jonka avulla voidaan seurata logistista ketjua. Järjestelmä kattaa lähes kaikki Euroopan maat sekä Venäjän. RailTrace on Internetin yli toimiva avoin seurantajärjestelmä, joka yhdistää vaunu- ja lähetystiedot toisiinsa. Se tehostaa lähetyksen seurantaa yhdistämällä eri osapuolilta saatavat ajantasaiset tilatiedot. Järjestelmä tuottaa poikkeamaraportteja lähetyksen myöhästyessä sovitusta aikataulusta sekä nopeuttaa kuljetuksia ja lisää kuljetusten luotettavuutta. Järjestelmän avulla käyttäjät voivat tehostaa toimintojen ja rahtiliikenteen suunnittelua. Palvelu toteutetaan yhteistyössä eurooppalaisten rautatieyhtiöiden sekä logistiikkapalveluyritysten kanssa. (www.railtrace.com)

Vesiliikenteessä Euroopan eri satamatietojärjestelmien päälle on kehitetty yleinen portaali-ratkaisu, jonka avulla satamien ja näiden sidosryhmien väliset tietovirrat standardoidaan sekä välitetään sähköisesti joko XML-sanomina tai käyttämällä www-käyttöliittymää. Eri satamissa toimivien Intermodal Portal:ien tehtävänä on yksinkertaisesti välittää lähtösatamasta määrämuotoisena sanomana aluksen matka- tai lastitietoja seuraavaan satamaan, jotta tieto seuraavaan satamaan saadaan alusta edustavalle yritykselle nopeasti ja tehokkaasti. Suomessa Intermodal Portal rakennetaan nykyisen Port@Net-järjestelmän päälle, jolloin mahdollistetaan erityyppisten tietojen vaihto muiden Itämeren ja Pohjanmeren satamien välillä elektronisesti. (www.intermodalportal.com)

Lento- ja pikarahtiyhtiöiden toimintaa määrittelevät IATA:n (The International Air Transport Association) standardit siltä osin kun yritykset kuuluvat IATA:an. Myös tietojärjestelmät pohjautuvat IATA:n standardeihin. Yhtiöt kehittävät järjestelmiä itse tai yhteistyössä yhteistyökumppaneidensa kanssa. Esim. Finnair Cargon asiakkaat voivat seurata kuljetuksiensa tilannetta rahtikirjan numeron

avulla. Reaaliaikaista tietoa kuljetuksen tilasta ei saada, vaan kyseessä on status-tieto. [39]

Pikarahtiyhtiöt ovat jo kauan tarjonneet asiakkailleen palvelun, jonka avulla voi seurata lähetysten etenemistä seurantajärjestelmien avulla. Suurien yhtiöiden järjestelmät kattavat koko maailman ja niitä voi käyttää milloin tahansa. Tiedot syötetään järjestelmiin kuriirien kannettavilla viivakoodilukijoilla ja lähetyksiä seurataan lähetyslomakkeen numeron avulla. Seuranta voidaan tehdä asiakaspalvelun, tekstiviestin, sähköpostin, WAP-yhteyden tai Internetin avulla.

2.1.4 Seuranta- ja tunnistusjärjestelmien sovellusalueet ja merkitys yrityksille

Järjestelmien sovellusalueet ja käytön laajuus

Sidosryhmähaastattelujen perusteella kolli-tasoinen tavaranseuranta Suomessa on nykyisin vähäistä ja menetelmät ovat pääasiassa ”manuaalisia” ja ”käsityönä” toteutettavia. Perinteinen rahtikirjaan perustuva tavaroiden käsittely on edelleen yleisintä niin kuljetuksissa kuin terminaalitoiminnoissakin. Automaatio ja telemaatiikan hyväksikäyttö ovat edelleen harvinaisia. Arvioiden mukaan vain noin 10 % tavaroista käsitellään viivakoodi-tekniikkaa hyödyntäen. Suurilla logistiikkaketjujen toimijoilla on kuitenkin käytössään myös kehittyneitä tavaranseurantajärjestelmiä, joissa hyödynnetään myös uusinta teknologiaa. Nämä suljetut ja asiakaskohtaisesti räätälöidyt järjestelmät ovat useimmiten vain harvojen osapuolten käytössä ja järjestelmien yhteensopivuus on heikko. Tavaroiden seurantaan liittyvää yksittäistä tietoa arvioidaan nykyiselläänkin olevan kohtuullisen paljon – tietojen laajempi integrointi ja niiden tehokas hyväksikäyttö puuttuvat.

Logistiikkaselvityksen mukaan tunnistus-, seuranta- ja jäljitystekniikalle on olemassa useita sovellusalueita, kuten [30]:

- reaaliaikainen tuotteiden ja kuljetusyksiköiden seuranta
- jäljitettävyyden läpi koko toimitusketjun (tuotteet ja kuljetusapuvälineet)
- myynti- ja kassatason seuranta ja jäljitys
- palautuvien kuljetusyksiköiden seuranta
- puolivalmisteiden seuranta kokoonpanoprosessissa
- toimitusdokumenttien hallinta, sähköinen alustakohtainen kuormakirja
- kierrätyksen hallinta
- toimitusvarmuuden tarkkailu ja sen nostaminen
- resurssien käytön optimointi (esim. kuljetuskalusto ja varastot)
- tuotteen mukana kulkevan tiedon sähköistäminen.

Kuljetuksen tarkan fyysisen sijainnin merkitystä yliarvioidaan usein. Kauppa- ja teollisuusyritysten edustajien mielestä perustieto kuljetusten kulkusuunnasta on yleensä olemassa ja kuljettajalle voi tarvittaessa soittaa. Ongelmatapauksissa, esimerkiksi tavaran kadotessa, tarkasta paikannuksesta saattaisi olla hyötyä. Näitä sattuu kuitenkin melko harvoin ja tässäkin tapauksessa kuljettaja tavoitetaan puhelimitse. Sijaintia tärkeämpi tieto on yleensä kuljetustehtävän tilanne, eli onko tavara esimerkiksi varastossa, kuormattavana, kuljetettavana, perillä ja luovutettu jne. [39]

Järjestelmien merkitys yrityksille

Logistiikkaselvityksen mukaan materiaalien sijainnin ja sen liikkeiden sähköinen tunnistaminen sekä tämän tunnistetiedon mahdollisimman reaaliaikainen jakelu toimitusketjun toimijoille on perusvaatimus toiminnoiltaan läpinäkyvälle toimitusketjulle. Materiaalien tunnistamisen ja seurannan sekä tunnistetiedon käsittelyn ja jakelun tulisi tapahtua mahdollisimman automaattisesti ja virheettömästi koko toimitusketjun alueella oli kyse sitten Suomen, Euroopan tai globaalisti kattavista toimitusketjuista. [30]

Langattomat ajoneuvon paikannus- ja seurantajärjestelmät, elektroniset karttajärjestelmät, reitinvalinnan optimointijärjestelmät sekä erilaiset tiedonsiirtojärjestelmät ja kämmentietokoneiden hyödyntäminen ovat tärkeitä logistiikan palveluyrityksille. Järjestelmät mahdollistavat toiminnan läpinäkyvyyden ja paremmat suunnittelu- ja ohjausmahdollisuudet. [30]

2.1.5 Seurantajärjestelmiin kohdistuvat tarpeet ja vaatimukset

Käyttäjien vaatimukset ja tavoitteet

Seurantajärjestelmän hankintaa harkittaessa olennaista on, mahdollistaako järjestelmän avulla saatava informaatio uusien tai parempien päätösten tekemisen, ja jos mahdollistaa, niin saavutetaanko näillä päätöksillä tiedon hankintakustannusta suurempi säästö tai tulojen kasvu. Lisäksi käyttäjät ovat ensisijaisesti kiinnostuneet siitä milloin kuljetukset ovat perillä ja ovatko ne aikataulussa, eivät niinkään siitä missä kuljetukset kullakin hetkellä sijaitsevat. Käyttäjien tavoitteena on myös tuottaa järjestelmän avulla parempaa palvelua ja lisäarvoa asiakkailleen sekä näin saavuttaa kilpailuetua. [34]

Järjestelmän ominaisuuksiin liittyen tiedon keruun ja sen välittämisen nopeus on erittäin tärkeä. Nopeus on edellytys sille, että käyttäjät voivat saavuttaa järjestelmän avulla tavoittelemansa asiat. Lisäksi tiedon välityksen ja järjestelmästä saata-

van tiedon tulee olla tarkkaa ja yksikäsitteistä, siten että ei ole epäselvyyttä mitä kuljetusta / tavaraerää kyseinen tieto koskee.

EU-projekti SITS:n (Simple Intermodal Tracking and Tracing) loppuraportissa seurantajärjestelmille asetettavat vaatimukset on jaettu neljään ryhmään seuraavasti [26]:

- Yksinkertainen kuljetuksen paikkatieto asiakkaan ja kuljettajan käyttöön
- Tavarankorjauksen, turvallisuuden ja kunnon seuranta
- Edellisten lisäksi kuljetuskaluston seuranta: esim. kuljettajan tehokkuus, reitinvalinta ja ohjaus, jarrujen, renkaiden ym. tila
- Kaikkien edellisten yhdistäminen siten, että niitä voidaan hyödyntää mm. EDI:n yhteydessä.

Raportissa todetaan lisäksi, että kuljetettavan tavarankorjauksen arvolla on selvä vaikutus seurantajärjestelmille asetettaviin vaatimuksiin. Arvokkaista kuljetuksista halutaan tarkempaa tietoa (sijainti, poikkeamat ym.) asiakkaalle välitettäväksi, kun taas halvempien tuotteiden kohdalla tiedon tarve on vähäisempi.

Tiedonsiirto ja tietoturva

Yrityksillä on mm. seuraavia vaatimuksia tiedonsiirtoon ja tietoturvallisuuteen liittyen:

- Tiedonsiirron luotettavuus: On oltava varmuus siitä, että tieto menee perille
- Tiedonsiirron nopeus: Riittävä nopeus kuhunkin tarpeeseen
- Tietojen oikeellisuus: Virheellisestä tiedosta ei ole mitään arvoa
- Tietoturvallisuus: Taattava tiettyjen tietojen luottamuksellisuus
- Automaattisuus: Ei saa aiheuttaa merkittävästi lisätyötä.

Yritysten nykyiset tietojärjestelmät ja tiedonsiirtotavat eivät kaikissa tapauksissa mahdollista tietojen siirtoa sähköisesti. Järjestelmiä ollaan kuitenkin kehittämässä. Investointien edellytyksenä on kuitenkin sataprosenttinen luottamus järjestelmään, sillä tiedot eivät saa joutua väärin käsiin. Arkaluontoisinta tietoa ovat yleensä asiakas-, aine-, määrä- ja kohdetiedot. [39] On tärkeää määrittää, kenellä on oikeus lukea järjestelmän tietoja ja mitkä tiedot ylipäättään kulkevat kollin mukana. Myös tietosuojan on oltava riittävän hyvä. Kuljetuksia valvovilla tahoilla (mm. Tulli ja Rajavartiolaitos) tulee olla mahdollisuus valvoa kuljetusten sisältöä myös uusilla tekniikoilla.

Tietoturvaongelma liittyy erityisesti ajantasaisen paikkatiedon siirtoon, joka mm. ParcelCall-projektissa on toteutettu Internetin välityksellä. Em. projektin raportissa esitellään seuraavat, mahdolliset turvallisuusriskit:

- Tavaroiden varastaminen: paikkatiedon avulla voidaan selvittää ja seurata tavaroiden liikettä ja hyödyntää tietoa ”täsmärikollisuuteen”.
- Tiedon varastaminen ja väärinkäyttö: kolmas osapuoli, esimerkiksi kuljettajayrityksen kilpailija voi hankkia tietoa liiketoimintaprosesseista, asiakkaista, tuotteista jne.
- Liiketoiminnan häirintä: esimerkiksi hyökkäykset kotisivuille. Vastaavanlaisia häirintätoimia voidaan kohdistaa myös seurantajärjestelmiin (tiedonvälitys) ja sitä kautta muuhunkin liiketoimintaan.
- Sabotaasi eli kaikenlaiset fyysiset hyökkäykset kuljettajaa, asiakasta tai muita osapuolia kohtaan.
- Huijaus / väärennös: asiakas voi esim. yrittää tehdä kuljettajasta syyllisen tavaroiden vaurioitumiseen silloin kun ne olivat asiakkaan omalla vastuulla.

Tietoturvan parantamisen ja ratkaisemisen pääperiaatteena on, että käyttäjällä on käyttö- ja katseluoikeudet vain siihen tietoon, joka liittyy hänen kuljetuksiinsa. ParcelCall:in toteutuksessa käyttäjät jaetaan kahteen tasoon: pitkän- ja lyhyenajan partnereihin. Tähän perustuen järjestelmässä on kaksitasoinen turvallisuusjärjestelmä sisäänkirjautumisessa. [17] Tiedon suojauksen lisäksi ParcelCall:issa hyödynnetään tiedon ”suodatusta” (filtering) eli käyttäjälle ei tarjota kuljettajan kanalta liian tarkkaa tietoa liiketoiminnasta ja kuljetuksen yksityiskohdista. Suodatusmenetelmänä käytetään ”todennäköisyyteen perustuvaa sekoittamista” (probabilistic blurring). [22]

Myös Auto-ID Center:in kehitystyössä tietoturvan merkitystä korostetaan. Turvallisuusratkaisu perustuu siihen, että tagiin talletetaan vain tuotteen tunnistuskoodi (ePC). Varsinainen tieto on talletettu Internetiin, jossa tietoihin pääsy on tarkoin rajattu ja seurattu. Lisäksi tageja ei voida lukea seinien läpi eikä kauempaa kuin viiden jalan etäisyydeltä. [25]

NTRU Cryptosystems on esitellyt uuden GenuID:n, joka tarjoaa aiempia edullisemmän tietoturvaratkaisun RFID-tageille. Yrityksen mukaan heidän salaustekniikka on 2000 kertaa nopeampi ja vaatii huomattavasti vähemmän muistia kuin nykyiset tekniikat. Järjestelmä perustuu julkisen avaimen infrastruktuuriin. Järjestelmässä yksityinen avain tallennetaan tagiin, toisin kuin nykyisissä järjestelmissä, joissa yksityinen avain tallennetaan lukijaan. GenuID:n pieni muistin ja virran tarve tekee siitä RFID-tageihin sopivan. Lisäksi nykyisissä ratkaisuissa, joissa yksityinen avain on talletettu lukijaan, hakkeri voi vaikuttaa koko järjestelmään jos onnistuu saamaan avaimen selville. Avaimen tallentaminen tagiin pienentää hakkerin toimintamahdollisuuksia [27].

2.1.6 Seurannan kustannukset

Seurannan kustannukset

Tavaranseurannassa kustannuksia aiheuttavat mm. laiteinvestoinnit, laitteiden käyttö- ja huoltokustannukset, tiedonsiirtokustannukset sekä tagit. Uusien toimintatapojen käyttöönoton myötä voidaan kuitenkin saavuttaa säästöjä, jotka kompensoivat investointien aiheuttamia kustannuksia. VALO-ohjelmassa tehdyn "Tracking" -hankkeen (vaatetusalan toimitusketjun seurantajärjestelmän luominen) joidenkin laitteiden yksikkökustannukset olivat [40]:

- Tiedon tallentava tulostin 7 000 eur/kpl
- Porttilukija 6 000 eur/kpl
- Käsilukija myymälässä 1 000 eur/kpl

Kyseisessä järjestelmässä oli neljä porttilukijaa sekä yksi tulostin ja käsilukija. Muita investointikustannuksia aiheuttivat ohjelmisto- ja muut tietotekniikkakustannukset tehtaalla ja logistiikkakeskuksessa, joten hankkeessa toteutetun järjestelmän kokonaishinnaksi muodostui noin 52 000 euroa. Lisäksi tiedonsiirtokustannukset ovat noin 1 000 euroa vuosittain. Kustannuksia aiheuttavat myös vaatteiden RFID-riippulaput. Työvoimakustannuksiksi hankkeessa arvioitiin keskimäärin 21 100 euroa/hlö/vuosi (osa tuotannosta tapahtuu Virossa, jossa työvoimakustannukset ovat Suomea edullisemmat). [40] Seurantajärjestelmien aiheuttamat kustannukset ovat kuitenkin varsin yritys- ja tapauskohtaisia, ja onkin syytä muistaa että yllä mainitut kustannukset koskevat tätä pienehköä Tracking -esimerkkijärjestelmää.

Laskemalla investoinnit viiden vuoden poistoilla ja RFID-riippulaput eri hypoteettisilla hinnoilla, voidaan järjestelmän kustannukset määrittää toimintavolyymin funktiona. Merkittävin kustannuserä on kuitenkin itse riippulappu. Työvoimakustannusten säästömahdollisuuksia ei pilotin perusteella voida tarkasti arvioida. Säästöt ovat kuitenkin yrityskohtaisia ja jakautuvat koko hankintaketjun alueelle. [40]

RFID-tekniikan avulla voidaan säästää aikaa ja kustannuksia sekä vähentää riskejä ja parantaa luotettavuutta. Säästöjä voidaan saavuttaa esimerkiksi lajittelukeskuksiin tulevien kollien skannaamisessa: USA:n postin (USPS, United States Postal Service) mukaan kollin asemointi siten, että se on visuaalisesti luettavissa, maksaa noin 0,04 euroa. RFID-tekniikkaa käytettäessä kolleihin ei tarvita suoraa näköyhteyttä, jolloin niitä ei tarvitse asemoida. Koska vuodessa lähetyksiä on noin

50 miljoonaa ja kollit täytyy prosessissa lukea ainakin kolmesti, voidaan RFID-tekniikan avulla saavuttaa vuosittain jopa 6 miljoonan euron kustannussäästöt.

Kustannusten jako

Useat kuljetusyritykset tarjoavat asiakkailleen mahdollisuuden seurata kuljetusten etenemistä esim. Internetin välityksellä. Yleisesti ottaen palvelu on asiakkaalle maksuton, joskin palvelun aiheuttamat kustannukset on todennäköisesti sisällytetty kuljetuspalvelun hintaan ainakin osittain.

Useiden osapuolten toimintaan liittyvien seurantajärjestelmien investointien yhteydessä kustannusten jakoa ei yleensä ole kerrottu julkisuuteen. Voidaan kuitenkin olettaa, että kukin toimija vastaa kustannuksista siltä osin, kuin ne liittyvät suoranaisesti heidän omaan infrastruktuuriinsa ja kalustoonsa (tuotantolaitokset, ajoneuvot). Saatavat hyödyt ja aiheutuneet kustannukset eivät kuitenkaan välttämättä kohdistu ketjun samoille osapuolille.

Kustannusten merkitys

RFID:n kustannuksia ja menetelmän kustannustehokkuutta pidetään tärkeänä kysymyksenä ja tekijänä menetelmän yleistymistä arvioitaessa. RFID:n kustannukset koostuvat seuraavista elementeistä [17]:

- Tagi, jonka hinta riippuu käytetystä teknologiasta ja taajuudesta, mahdollisesta paristosta, sirusta, antennin koosta, ympäristönsuojausta, muistin määrästä ja uudelleenkirjoitusmahdollisuudesta (vaihtoehtona "kertakäyttöinen" tagi)
- Lukijan antenni, jonka hinta riippuu teknologiasta, antennin koosta ja ympäristönsuojausta. Jos lukijan antenni on integroitu lukijan elektroniikan kanssa, kustannukset ovat matalampia.
- Lukija/kirjoittaja, jonka kustannus riippuu toimintojen monimutkaisuudesta (complexity) tehokkuudesta (alemmat taajuudet edullisempia)
- Järjestelmän integrointi, joka voi olla suurin kustannus, riippuen yhteensopivuudesta muiden standardien kanssa.

Margie Semilof:in mukaan tagin hinnan edellytetään olevan korkeintaan 5 senttiä ja mieluiten lähempänä yhtä senttiä. [24]

Rafsec ja Alien Technologies pyrkivät yhteistyössä valmistamaan edullisia passiivisia UHF saattomuisteja ja pyrkivät saavuttamaan tavoitteeksi asetetun viiden

sentin hinnan. Alien valmistaa tagissa käytettävät sirut, joiden hinta on tällä hetkellä noin 20-25 senttiä kappale ja suuremmissa erissä huomattavasti edullisempi.

Sirun ja älytarran liittymällä on suuri merkitys älytarran hintaan. Rafsec on kehittänyt uuden valmistustavan UHF-antenneille, joiden hinnan odotetaan suurilla tuotantomäärillä olevan alle sentin kappaleelta. Muilla antennitekniikoilla hinta on ollut tähän asti noin 5-15 senttiä kappaleelta.[37] Rafsecin toimitusjohtajan Timo Lindströmin mukaan viiden sentin hinta olisi saavutettavissa vuoteen 2005 mennessä. [22]. Lukuetaisyys on minimissään metrin ja maksimissaan neljä metriä [20].

Muista asiantuntijoista esim. Spectra Consultingin Philip Calderbank [8] ei usko 10 sentin hintaisen saattomuistin toteutumiseen ja arvioi hinnaksi jäävän noin 30 senttiä kappaleelta suurilla määrillä. Auto-ID Centerin johtaja Kevin Ashton näkee ongelmana myös RFID-tagien ja -lukijoiden tuottajien ja myyjien vähäisen määrän, minkä seurauksena kilpailu on melko vähäistä. Ashton epäilee, että kilpailun puuttuessa tagien ja lukijoiden hinnat eivät laske riittävän alas käyttäjien vaatimalle tasolle [6].

E. Resisin mukaan vuonna 2002 on ollut paljon kiinnostusta RFID:hin, mutta investointeja ei ole tehty. Yritykset epäröivät investoinneissaan, koska he ovat kuulleet halvemmista viiden sentin saattomuisteista [21].

2.2 Teknologia katsaus

2.2.1 Tunnistuksen ja paikannuksen teknologiat

Tämä kappale kuvaa lyhyesti kuljetusketjussa käytettäviä tunnistus- ja paikannusteknologioita. RFID teknologiaa on esitelty erikseen kappaleessa 2.2.2.

Viivakoodi ja kaksiulotteiset symbolit

Viivakoodi on tällä hetkellä eniten käytetty tunnistusteknologia. Viivakoodi voi olla lineaarinen, kaksiulotteinen tai yhdistetty (composite). Viivakoodi tai kaksiulotteinen koodi voidaan tulostaa paperitarraan, mutta myös merkitä suoraan pintaan käyttämällä esim. laser-etsausta tai kemikaallista etsausta.

Viivakoodi vaatii näköyhteyttä lukijan ja koodin välillä. NASA on kehittänyt tekniikan, joka sallii viivakoodin luvun maalikerroksen läpi [4] käyttämällä esim.

magneto-optista tai ultraäänitekniikkaa. Tämä uusi teknologia mahdollistaisi myös monitasoisten merkkien generoinnin [4].

Lineaarisia viivakoodeja käytetään eniten koska niiden valmistaminen on halpaa ja standardointi on kehittynyt (mm. erilaiset EAN-koodit).

Kaksiulotteiset symbolit ovat viivakoodeja, joihin voidaan tallentaa jopa 2000 merkkiä pieneen tilaan. Kaksiulotteisuus tarkoittaa, että tieto tallennetaan sekä horisontaaliseen että vertikaaliseen suuntaan. Pakkaustasolla valmisteluvaiheessa oleva ISO 22742 standardi sallii lineaarisen viivakoodin rinnalla seuraavat 2D-teknologiat: PDF417, Data Matrix ECC 200 ja QR Code. Näistä mahdollisesti tullaan suosittelemaan PDF417:aa [15]. Yhdysvalloissa avaruus- ja autoteollisuudessa kaikki yksittäiset tuotteet merkataan 2D Data Matrix koodilla. Tällä tavalla tietoa voidaan välittää valmistusketjuissa nykyistä paremmin [14]. Kaksiulotteiset symbolit sietävät paremmin virheitä kuin lineaariset koodit ja niitä voidaan vielä lukea, vaikka ne olisivat melko pahasti vaurioituneita.

OCR (Optical Character Recognition)-tekniikat

OCR tekniikalla voidaan tunnistaa selväkielistä tekstiä. Tekniikkaa käytetään esim. autojen rekisterikilven tai kontin numeron tunnistamiseen. Tekniikka vaatii kalliin lukijan ja käsittelyohjelmiston ja siksi käyttö on vähäistä.

Radiotaajuus

RFID kuvataan erikseen kappaleessa 2.2.2.

Bluetooth on tiedonsiirtomenetelmä, joka käyttää 2,45 GHz:n taajuutta. Bluetooth on halpa, matalatehoinen ja lyhyen kantaman tiedonsiirtotapa äänelle ja datalle. Bluetooth:n herätysaika on muutamia sekunteja, mikä hankaloittaa sen käyttöä tunnistustehtävissä. Uusi kevyempi versio on "Bluetooth™ Lite", joka sallii nopeampia herätysaikoja ja matalampia tehoja. Ainoa kaupallinen tuote, joka käyttää tätä uutta teknologiaa, on All Set Tracking'in sähköinen sinetti [10].

Muita tunnistusteknologioita:

- **Contact Memory** (iButton): tämä on siru, joka on kapseloitu metalliseen nappiin. Tieto välitetään kosketuksella lukijan ja napin välillä. (www.ibutton.com)
- **Infrapunaa** käytetään mm. henkilöiden tunnistukseen ja paikannukseen. Infrapuna vaatii näköyhteyttä eikä se pääse pölyn tai ei-metallisten aineiden läpi. Infrapuna ei häiritse muita laitteita.

- Muita teknologioita, joita käytetään henkilöiden tunnistukseen ovat mm. magneettijuovakortti, älykortti, biometriset tekniikat (esim. sormenjälki) ja äänen tunnistus.

Paikannusteknologiat

Paikannusta käytetään paljon ajoneuvojen ja arvokuljetusten seuraamiseen. Liite C esittää tarkemmin eri paikannusteknologioita.

Satelliittipaikannuksen perustana ovat maata kiertävät, radioaaltoja lähettävät satelliitit ja maassa sijaitsevat radioaaltojen vastaanottimet. Sijainti lasketaan eri satelliiteista lähtöisin olevien signaalien kulkuajojen erojen perusteella. Eniten käytetty on amerikkalainen GPS-järjestelmä, jonka tarkkuus on avoimessa maastossa n. 10 metriä. Satelliittipaikannus vaatii näköyhteyttä satelliitteihin eikä siksi toimii sisätiloissa. Monitorointisovellukset vaativat, että paikannustieto lähetetään langattomasti eteenpäin tietojärjestelmään, GSM-, GPRS tai satelliittikommunikaatiolla (esim. Orbcomm, Globalstar). GPS/GSM-tekniikoita aiotaan käyttää tietullien keruuseen Saksassa.

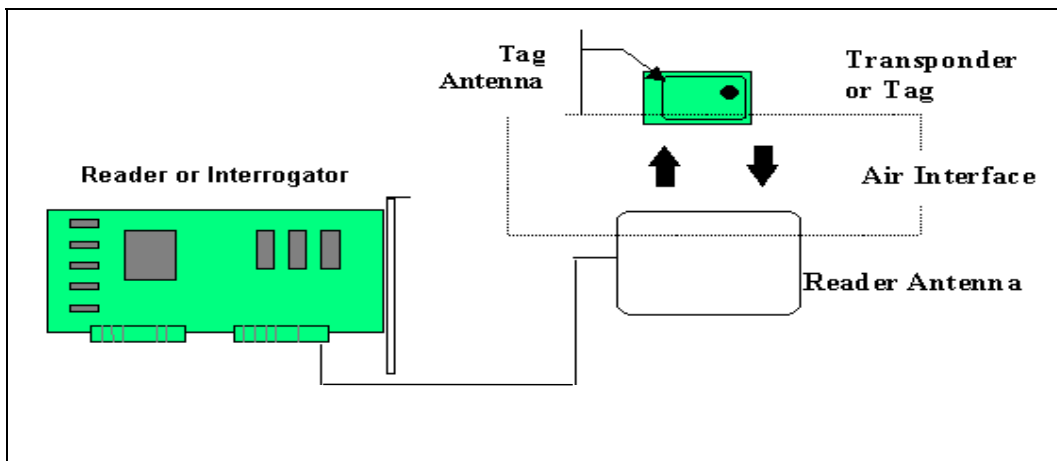
Matkapuhelinpaikannus. Eri tekniikoita on käytössä ja kehitteillä matkapuhelinpaikannukseen. Tarkkuus riippuu käytetystä tekniikasta ja solujen tiheydestä (200 m–30 km). Teknologiat voivat perustua ainoastaan verkon ominaisuuksiin ilman puhelimen lisäominaisuuksia (esimerkiksi Cell ID). GPS-vastaanotin voidaan integroida päätelaitteeseen (A-GPS). Matkapuhelinpaikannuksen laitekustannukset ovat matalia, mutta kommunikointikulut korkeimpia kuin GPS-paikannuksessa.

Real Time Locating Systems (RTLS). Tämä teknologia käyttää antenniverkostoa, joka on asennettu määrätylelle alueelle. Laitteisiin kiinnitetään lähettimiä, joka lähettävät säännöllistä pulssia. Tietojärjestelmä laskee saapuneista viesteistä laitteiden sijainnin. Tarkkuus on yleensä noin 2 metriä. Teknologia on RFID:lle sukua. Siinä missä RFID voi vain määrittää laitteiden statusta (onko laite mennyt portin läpi vai ei), tämä teknologia pystyy – määrätylellä alueella – laskemaan myös sijainnin.

2.2.2 RFID-teknologiat

RFID-järjestelmän komponentit

RFID (Radio Frequency Identification) järjestelmät koostuvat seuraavista komponenteista: **lukulaitteesta** (interrogator, reader), **antennista**, **saattomuisteista** (transponder tai tag) ja tietokoneesta tai muusta tiedonkäsittelyjärjestelmästä. Saattomuisti kiinnitetään tai sulautetaan tunnistettavaan esineeseen.



Kuva 4. Radiotaajuinen tiedonsiirto.

Tuotannonohjaus, kulunvalvonta ja elektroninen tietullinkeruu ovat RFID-teknologian tyypillisiä sovelluksia.

Saattomuistin tärkein komponentti on puolijohdesiru, joka on liitetty antenniin. Sirussa on muistialue, jonne tunnusnumero ja muut tiedot tallennetaan. Muistin sisältö lähetetään lukulaitteeseen sirua aktivoitaessa. Saattomuisteja on tarjolla eri kokoisina ja muotoisina.

RFID-lukulaitteissa on elektronisia komponentteja, jotka lähettävät viestin ja vastaanottavat saattomuistien palauttamia viestejä; mikroprosessori, joka tarkistaa ja tulkitsee vastaanotetun viestin; sekä muisti, joka tallentaa tiedon seuraavaa lähetystä varten. Varmistuskoodaus varmistaa erittäin korkean käyttövarmuuden luku- ja kirjoitusprosessien aikana. Tiedot siirretään lukulaitteesta tietokoneeseen tai taustajärjestelmään. Lukulaitteen **antenni** voi olla integroitu lukulaitteen elektronikan kanssa yhteen tai ne voivat olla erillään.

Etäisyys, jossa lukulaite tunnistaa saattomuistin, riippuu käytetystä taajuudesta ja lähetystehosta, saattomuistin ja lukulaitteen antennien koosta. Lukuetaisyys riippuu myös lukulaitteen ja saattomuistin välisestä suuntauksesta.

RFID-järjestelmien teknologiat

RFID-teknologia ja järjestelmien ominaisuudet ovat selitetty yksityiskohtaisemmin Liitteessä B.1. RFID-järjestelmät voidaan jakaa eri ominaisuuden perusteella:

- käytetty **taajuus**: 125 kHz ja 13,56 MHz (induktiivinen), 433 MHz ja 868 MHz (UHF), 2,45 GHz ja 5,8 GHz.
- **aktiivinen** tai **passiivinen** saattomuisti. Aktiivisessa saattomuistissa on paristo, passiivinen saattomuisti käyttää ainoastaan lukijan lähettämää energiaa.
- saattomuistilla voi olla pelkästään luku-ominaisuus (**Read-Only**), luku- ja kirjoitusominaisuus (**Read-Write**), tai mahdollisuus ohjelmoida saattomuisti erikoislaitteen avulla (**WORM**, Write Once Read Many).
- **moniluku**: monet RFID-järjestelmät voivat lukea vain yhden saattomuistin kerrallaan, uudemmat voivat lukea 100 tai useampia saattomuisteja kerrallaan.

Taulukko 1 esittää erilaisten RFID-järjestelmien ominaisuuksia.

Taulukko 1: RFID-järjestelmien ominaisuuksia.

	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
esimerkki saattomuisti	 Tiris saattomuisti	 Rafsec älytarra	 Intermec älytarra	 Intellitag	 Identec ILR tag	 Amtech saattomuisti
pass / akt	passiivinen	passiivinen	passiivinen	aktiivinen	aktiivinen	passiivinen
lukuetäisyys	< 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

RFID-tekniikan edut

RFID-tekniikan merkittävimpiä etuja verrattuna muihin tunnistekniikoihin ovat [11]:

- Saattomuistien lukeminen ei edellytä näköyhteyttä, ja ne voidaan lukea ei-metallisten materiaalien läpi. Mitä pienempi taajuus, mitä paremmin luetaan ei-metallisten esineiden läpi.
- Viivakoodin lukeminen edellyttää, että luettava kohde (viivakoodi) on tietyssä asennossa. RFID antaa paljon enemmän vapauksia saattomuistin asentoon.
- Useita saattomuisteja voidaan lukea yhtäaikaaisesti, esim. kuormalava sisältäen 100 saattomuistilla varustettua pakettia.
- RFID:n avulla tunnistaminen voidaan tehdä langattomasti ja automatisoidusti, kun viivakoodien lukemiseen tarvitaan valoa ja usein myös manuaalista työtä. [17]
- Saattomuistit kestävät hyvin lämpötilan ja muiden ympäristötekijöiden muutoksia
- Saattomuisteja voidaan lukea ja niille voidaan kirjoittaa, toisin kuin viivakoodoja
- Luku/kirjoitusominaisuus mahdollistaa saattomuistin tietojen muokkaamisen kuljetusketjun aikana. Esimerkkeinä voidaan mainita reitityksen tai hinnan muutokset.
- RFID:n avulla lukuetaisyys (tunnistusetäisyys) voi olla maksimissaan jopa 100 metriä, kun viivakoodeja käytettäessä suurin etäisyys on noin 12 metriä.

Kuljetusketjussa RFID:n avulla voidaan saavuttaa seuraavia etuja [13]:

- tehokkuus paranee: pienemmät operointikulut; suurempi output.
- joustavampi aikataulutus: Just in time (JIT), pienemmät varastot
- kokonaisnäkyvyys kuljetusten liikkumisesta: parantunut palvelu, luotettavia toimituksia, automaattinen laskutus
- hävikin ja varkauksien estäminen

2.2.3 Käytössä olevat seuranta- ja tunnistusteknologiat

Tällä hetkellä käytetään manuaalisesti luettavia selväkielisiä etikettejä/leimoja sekä yleisemmin erilaisia automaattisia tunnistusmenetelmiä, joista yleisimpiä (RFID:n lisäksi) ovat viivakoodit sekä optiset tunnistusmenetelmät (OCR, optical character recognition).[5] Kaikkia vaihtoehtoja (viivakoodit, RFID, OCR ja manuaalinen tunnistaminen) voidaan käyttää kohteiden tunnistamiseen, mutta mitään

”ylivoimaista” ratkaisua ei ole olemassa. Manuaalisesti luettavissa ratkaisuisa heikkona puolena on tarvittava työvoima. Viivakoodien käyttö vaatii näköyhteyttä eikä niiden sisältämää tietoa voida lukea ilman oikeanlaista lukijaa. OCR:n voi lukea manuaalisestikin, mutta automaattiseen tunnistamiseen tarvitaan monimutkaisia ohjelmistoja. Paikannustekniikat, kuten GPS ja RTLS tuottavat reaaliaikaista tietoa luettavan kohteen sijainnista. Satelliittipaikannus on jo käytössä ajoneuvojen seurannassa ja tulee yleistymään muissa sovelluksissa. Kalliin vastaanottimen ja tiedonsiirtokustannusten johdosta tämä tekniikka soveltuu ainoastaan ajoneuvoihin ja arvokuljetuksiin. RTLS on jossain määrin jo käytössä jakelukeskuksissa siellä liikkuvien käsittely-yksiköiden seurannassa.

Viivakooditeknologia ja sen käyttö on hyvin standardisoitua. RFID:tä on taas standardien puutteen takia käytetty tähän asti eniten suljetuissa järjestelmissä. Jos standardit kehittyvät ja RFID:n kustannukset putoavat rajusti, niin RFID:n käyttö laajenee ja sille tulee runsaasti uusia sovelluksia. Liite B.3 sekä Taulukko 2 esittävät tämän hetkisiä RFID-pilotteja ja -tutkimusprojekteja.

Tällä hetkellä ISO, CEN, EAN.UCC ja yritysperustaiset ryhmät tekevät työtä standardien luomiseksi niin, että RFID-tekniikkaa voidaan tulevaisuudessa käyttää esimerkiksi kuljetusketjussa. Standardointia käsitellään enemmän kappaleessa 2.2.6 ja liitteessä B.2.

Euroopassa tällä hetkellä käytetyin teknologia on induktiivinen teknologia (125 kHz ja 13,56 MHz). Sovelluksia on mm. rullakoita käyttävässä kukkatukussa ja jakelukeskuksissa. Marks & Spencer on ottanut käyttöön 13,56 MHz älytarrat yhteensä 3,5 miljoonan kierrettävän käsittely-yksikön tunnistamiseen. Euroopassa muutamat valmistajat markkinoivat jo laatikoita (Allibert, SCN Containers) ja kuormalavoja (Paul Craemer GmbH), joihin saattomuisti on valmiiksi integroitu. Induktiivisen teknologian suurin haita on rajallinen lukuetaisyys. Teknologia sopii hyvin niille aloille joissa käsittely-yksiköt liikkuvat määrättyillä poluilla (esim. laatikot kuljettimilla). Jos toimintatapoja pitää muuttaa, esim. laatikko pitää työntää kapean lukijan läpi, teknologian hyväksymistä ei voida taata.

Passiivinen UHF–teknologia on tällä hetkellä lupaavin teknologia, ja se saa myös tukea kansainvälisistä organisaatioista kuten EAN.UCC. Tällä hetkellä Euroopassa sallittu lähetysteho on matalampi kuin Yhdysvalloissa, niin että nykyisten saattomuistien lukuetaisyys on alle metrin. Yhdysvalloissa saavutetaan jo yli 3 metriä, ja siellä teknologiaa pilotoidaan kuormalavojen ja laatikoiden tunnistamiseen. Muutamat yritykset tarjoavat jo käsittely-yksiköitä, jotka ovat varustettu UHF-saattomuisteilla. Iso-Britanniassa Home Office on myös aloittanut suuren tutkimusohjelman ja siellä on 8 pilottia eri toimialoilta, jossa tätä teknologiaa pilotoidaan [2],[3]. MIT Auto-ID centerin tulevaisuuden visio on, että kaikkiin kulutusesineisiin tulee halpa passiivinen saattomuisti. Tähän liittyen he ovat kehittäneet älykkään arkkitehtuurin, jonka avulla kaikki esineet voivat kommunikoida keskenään.

Taulukko 2: Pilottien yhteenveto.

Kappale	Sovellus	Teknologia	Yksiköt	Rakenne	Status
B.3.1.1.1	Marks & Spencer - pakasteruoka	13,56 MHz	laatikko, alusvaunu,	Porttilukija (1,5 m max)	alkanut 4/02
			rullakko	Lattialla upotettu lukija; saattomuisti rullakon alla	
B.3.1.1.2	Lynx Express	125 kHz	rullakko	Oven yläpuolella riippuva silmukka; saattomuisti rullakon yläpuolella	käytössä
B.3.1.1.3	Naaldwijk	134,2 kHz	rullakko	Lattialla upotettu lukija; saattomuisti kotelossa rullakon alla	käytössä
B.3.1.1.4	Ruotsi	13,56 MHz	palletti	Lattialla upotettu lukija; 2 saattomuistia per paletti	alkanut 2001
B.3.1.1.5	Sainsbury	13,56 MHz	laatikko	Porttilukija	lopetettu
B.3.1.1.6	Lionor/Allibert	13,56 MHz	laatikko	Ketjun viereinen lukija; saattomuisti upotettu laatikkoon	käytössä
B.3.1.1.7	Paul Craemer GmbH	13,56 MHz	palletti		käytössä
B.3.1.1.8	SCN Containers	13,56 MHz	laatikko	Luku sivulta	käytössä
B.3.1.2.1	Chep	UHF pass	RPF palletti	2 tag/paletti; lukija: conveyor, ovi, käsilukulaite	pilotti (US)
B.3.1.2.2	Georgia Pacific	UHF pass	laatikko (RPC)	Ovella... (3-5 m lukuetäisyys)	käytössä
B.3.2.2	Matkpuhelinlähetykset (Nokia)	UHF akt + GPS	palletti, laatikko		demo
Error! Reference source not found.	Alkoholi (Allied Domecq)	2D-koodi+ viivakoodi + UHF pass	pullo - laatikko - palletti	Pulloon 2D data matrix - laatikkoon EAN-128 viivakoodi - CHEP-paletin UHF saattomuisti	demo
B.3.2.5	Woolworths	UHF dual-range act.	rullakko, ajovaunu, laatikko	2 eri lukijaa: Signpost-majakka; Echo Point lukija	demo
B.3.2.7	ecentre (CD)	UHF	CD-kotelo		demo
B.3.3.1	Vaatteet (VALO - Tracking)	13,56 MHz	vaatteet	Vaatteiden riippu-laput ja kuljetuslaatikoiden konttitarrat;	testit

				portti ja käsilukija	
--	--	--	--	----------------------	--

2.2.4 Tunnistusteknologioiden markkinaosuuksia

Eri teknologioiden markkina-osuuksia on vaikea määrittää tarkasti. Eräät saattomuistityypit, kuten matkalaukkutunnistukseen käytettävät älytarrat, ovat kertakäyttöisiä ja niillä on lyhyt elinkaari. Esimerkiksi eläintunnistussaattomuistien käyttöikä on paljon pidempi. Supply Chain Management (SCM) on tällä hetkellä vain yksi pieni sovellusalue (1 % kaikista saattomuistien toimituksista). SCM:n osuus kasvaa Allied Business Intelligencen mukaan 46 %:iin vuonna 2007, kun tarpeeksi edullisia saattomuisteja tulee markkinoille. [5].

RFID-markkinoiden kasvuennuste on noin 25 % vuodessa. Saattomuistien toimitusten on (lähteestä riippuen) ennustettu kasvavan vuoden 2002 200–300 miljoonasta aina 1600–15000 miljoonaan kappaleeseen vuoteen 2006 mennessä [5],[32]. Nämä ennusteet eivät sisällä Gilletten 15.11.2002 ilmoittamaa 500 miljoonan saattomuistin suunniteltua tilausta [33]. Tämä kauppa olisi melkein yhtä suuri kuin tämänhetkinen käytössä oleva saattomuistien määrä [33]. Tarkemmin RFID-teknologioiden markkinaosuuksia ja ennusteita eri toimialoilla on tutkittu Allied Business Intelligence Inc:n (www.alliedworld.com) raportissa "RFID: Technology Evolution, Market Segmentation Analysis and Player Profiles".

2.2.5 Tiedonsiirto ja -välitys

OpenID (SysOpen) on esimerkki rajapintaohjelmistosta, jota voidaan käyttää automaattisen tunnistuksen ja tiedonkeruun yhteydessä. Sen avulla RFID- ja viivakoodijärjestelmät sekä näiden lukijat voidaan yhdistää muihin tietojärjestelmiin. OpenID:tä voidaan käyttää myös ympäristöissä, joissa vaaditaan usean erilaisen tunnistusmenetelmän yhdistämistä. SysOpenin mukaan OpenID:n etuja ovat [29]:

- skaalautuvuus
- virheiden sieto, joka perustuu sovellusten ja laitteiden rinnakkaiseen toimintaan, jossa yhden järjestelmän häiriöt eivät välttämättä vaikuta muiden osien toimintaan
- helppous yhdistää olemassa oleviin järjestelmiin

OpenID tukee useita standardoituja tietokantoja. OpenID voidaan liittää olemassa oleviin tietojärjestelmiin, kuten varastohallintaan ja laskutukseen. XML-rajapinta mahdollistaa OpenID:n suoran liittämisen olemassa oleviin e-bisnesratkaisuihin.

Toinen esimerkki on Stockway Oy, joka tarjoaa ohjelmistoa kuljetusten seurannan sovelluksiin (www.stockway.fi).

2.2.6 Standardit ja standardialoitteita

RFID -teollisuuden standardointi on tähän asti edennyt hitaasti. Standardeja on olemassa vain muutamille sovelluksille, kuten eläintunnistukselle (ISO 11784, ISO 11785). 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 se 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.

Tiivistelmä hyväksytyistä ja työn alla olevista standardeista automaattisen tunnistuksen alalta löytyy osoitteesta:

http://www.autoid.org/standards/project_summary.htm

3 Kehityksen mahdollisuudet ja esteet

Kehityksen mahdollisuudet ja esteet arvioitiin projektiryhmän toimesta tavoitteiden ja nykytilan perusteella tehdyllä synteessillä. Tekniikka on nähtävä mahdollisuutena; työkaluna, jonka avulla eri intressiryhmien tarpeet voidaan tyydyttää. Seurantajärjestelmien käyttöönottamiselle suurimmat esteet ovat yleensä organisatorisia ja taloudellisia. Kun järjestelmien käyttö ei ole lakiin tai säädöksiin perustuvaa vaan pohjautuu vapaaehtoisuuteen, eri tahojen on koettava järjestelmät taloudellisesti kannattaviksi (kustannuksia alentaen tai palvelutasoa parantaen) tai muutoin omia tavoitteita tukeviksi.

Tässä osiossa otetaan kantaa myös teknologian kehitystrendeihin ja kartoitetaan näköpiirissä olevat käyttökelpoisimmat tekniikat. Arvioitaessa toimintamallien tai tekniikkojen käyttökelpoisuutta olennainen seikka yritysten kannalta on se, kuinka vahvasti tiettyyn toimintatapaan tai tekniikkaan voidaan sitoutua jopa useiksi vuosiksi. Teknisen edistyskellisuuden ja lyhyen tähtäimen taloudellisuuden lisäksi on varmistettava vuosiksi eteenpäin esimerkiksi laajennettavuus volyymien ja sovelluskohteiden suhteen sekä yhteensopivuus nykyisten ja tulevien kumppaneiden - ja sisäistenkin – menetelmien ja toimintatapojen kanssa.

3.1 Toimintamallit

3.1.1 Uusien tekniikoiden mahdollistamat toimintamallit

Uudet tekniikat mahdollistavat mm. tietojen tallennuksen ja langattoman tiedonsiirron. Järjestelmien toiminta-alueet voidaan jakaa lyhyen ja pitkän kantaman sovelluksiin. Uusien tekniikoiden käyttöönoton on todettu mahdollistavan tulevaisuudessa useita toimintoja. Maailma nähdään paikaksi, jossa kuluttajat, yritykset ja tuotteet kommunikoivat dynaamisessa, tietokonebittien ja fyysisten atomien muodostamassa ympäristössä. Kuluttajan näkökulmasta uusien sovellusten tuomia mahdollisuuksia ovat mm. [37]:

- **Tuotteiden uudet ominaisuudet:** Tuotteet jotka kommunikoivat kodin laitteiden kanssa, esimerkiksi tuottamalla keitto-ohjeet mikroaaltouunille, pesuohjeet pesukoneelle tai tarjontatiedot jääkaapille.
- **Kysyntäohjattu ostaminen:** Ruokaa hankitaan automaattisesti sen loputtua kommunikoimalla kodinkoneiden kanssa.

- **Turvallisuuden parantaminen:** Vaaralliset lääkeaineyhdistelmät poistuvat, kun lääkkeet varoittavat automaattisesti haitallisista kombinaatioista. Ruokatarvikkeiden käyttö muuttuu turvallisemmaksi automaattisten testien myötä.

Uusien tekniikoiden kehittäminen ja implementointi on yrityksille suuri mahdollisuus. Yritysten toimintaan sekä ympäristöasioihin vaikuttavia asioita ovat mm.[37], [36]:

- **Tuotteiden autenttisuuden varmistaminen:** Saadaan nopeasti tarkka tieto tuotteen alkuperästä (mm. valmistaja, valmistuspaikka ja -ajankohta) tuotteeseen liitetystä tai sisällytetystä tagista. Tageihin voidaan sisällyttää myös tuotteiden takuutiedot.
- **Tehokkuuden parantuminen:** Tuotanto- ja jakeluprosessien automatisointi sekä varaston minimointi parantavat tehokkuutta. Joistakin aikaa vievistä ja kalliista työvaiheista voidaan luopua. Käyttökohteita voivat olla mm. logistiikkaketjun hallinta, posti, kirjasto- ja vuokrauspalvelut sekä matkalaukkujen tunnistus.
- **Kysyntäohjattu tuotanto:** Tiedetään milloin ja kuinka nopeasti tuotteet poistuvat omasta ja asiakkaiden varastoista jolloin varaston ennakoimattomalta loppumiselta voidaan välttyä. Tuotteiden tuotannon, lähettämisen, jakelun ja varastoinnin tarkkuus paranee.
- **Parantunut asiakaspalvelu:** Voidaan valmistaa räätälöityjä tuotteita tehokkaasti kysynnän mukaan ja hallita myös erikoistoiveet. Tuotteiden jakelussa markkinoille voidaan säästää aikaa ja rahaa.
- **Jätteen vähentyminen:** "Älykkäiden tuotteiden" uudelleenkäytön lisääntyessä syntyy aiempaa vähemmän jätettä. Kierrätyksen myös kuluu vähemmän valmistusmateriaaleja sekä energiaa, jolloin teollisuuden riippuvaisuus raaka-aineista vähenee. Tulevaisuudessa kierrätys voi tehostua myös siksi, että valmistajat tunnistavat omat tuotteensa niiden käyttöiän päätyttyä ja käyttävät ne uusien tuotteidensa raaka-aineina.
- **Hävikin vähentyminen:** Esimerkiksi hyllyttämällä pilaantuvat tavarat oikeassa järjestyksessä. Myös kierrätettävien yksiköiden hävikin minimointi.
- **Turvallisuusnäkökohdat:** Tagien uudelleenkirjoitettavuutta voidaan hyödyntää esimerkiksi matkatavaroiden turvatarkastuksen yhteydessä, jolloin nähdään onko laukku tarkastettu vai ei. RFID-teknologiaa voidaan käyttää

lentoasemilla myös matkustajien etenemisen seurantaan ja näin vähentää myöhässä portille saapuvien matkustajien määrää.

Uusia teknologioita tehokkaasti hyödyntämällä voidaan siis ainakin teoriassa vaikuttaa useisiin asioihin. On yritysten asia, kuinka ne mahdollisuuksia käyttävät ja kuinka realistisia lupaukset ja odotukset ovat.

Seurantajärjestelmien käyttöönoton todennäköisempiä käynnistäjiä ja ”pelinavaajia” ovat ketjujen merkittävimmät toimijat kuten suuret logistiikkaoperaattorit, kuljetusyritykset ja kuljetusasiakkaat. Muita käyttöönoton ja kehitystyön kannalta aktiivisia tahoja voivat olla alan järjestöt ja seurantaan liittyvän teknologian tuottajat ja kehittäjät.

3.1.2 Toimintamallien kehittämisen esteitä

Sidosryhmähaastattelujen perusteella suurimpia esteitä laajojen seurantajärjestelmien kehittämiseksi ja käyttöönotolle ovat standardien ja toimintamallien puute. Tilanne on johtanut moniin suppeampiin kahdenkeskisiin järjestelmiin ja sovelluksiin, jotka ovat toistensa kanssa yhteensopimattomia. Suurilla toimijoilla käytössä olevia kehittyneitä sovelluksia ei myöskään olla kovin halukkaita vaihtamaan mahdollisesti kehitettäviin laajempiin ”yleisjärjestelmiin” mm. taloudellisista syistä.

Seurantajärjestelmien käyttöönotossa ja hyödyntämisessä on kysymys myös yritysten kokonaisprosessien kehittyneisyydestä. Seurantajärjestelmät voivat tuottaa runsaasti tietoa mm. yritysten toiminnanohjauksen tarpeisiin. Näiden toimintojen kehittyneisyysaste vaihtelee eri yrityksissä. Mikäli tavaroiden seurannasta saatava informaatiota ei pystytä käyttämään tehokkaasti, halukkuus myös seurantajärjestelmien käyttöönottoon voi olla vähäinen.

Seurantajärjestelmien käyttö edellyttää uusia toimintatapoja, jotka yhdistävät useita osapuolia. Näihin toimintatapoihin sisältyy myös paljon vastuukysymyksiä, joiden ratkaisu yhdessä tietoturva-asioiden kanssa on ehdottoman tärkeää.

Seurantajärjestelmiin liittyvät investoinnit ovat yritysten normaalia päätöksentekoa. Tavoitteena ja ehtona on, että järjestelmien tuottamat hyödyt ovat kustannuksia suuremmat. Useissa tapauksissa järjestelmien hyödyt konkretisoituvat vasta tilanteessa, jossa on mukana suuri joukko toimijoita. Pääosan järjestelmien investoinneista ja käytöstä maksavat ketjun osapuolet – kustannusten jako muilla menetelmillä voi olla vaikeaa. Olennaista on, että laajempiin järjestelmiin ollaan

halukkaita investoimaan vasta sitten, kun järjestelmien rakenteet on standardisoitu ja toimintatavoista sovittu.

Yhteisen seurantajärjestelmän kehittymistä ja käyttöönottoa hidastavat myös eri tahojen toisistaan poikkeavat vaatimukset ja toiveet. Yhteisen, tai ainakin riittävän laajaa kannatusta nauttivan, tahtotilan saavuttaminen edellyttää vielä asian tarkempaa käsittelyä ja yhteistyötä.

3.2 Tieto

3.2.1 Nykyisten järjestelmien vahvuudet

Saattomuisteihin voidaan tallentaa paljon tietoa ja ne voidaan lukea ilman suoraa näköyhteyttä muistin ja lukijalaitteen välillä. Näin ollen toiminta esim. logistiikkaketjun lajitteluvaiheissa voi nopeutua merkittävästi.

Jos tieto tallennetaan saattomuistiin, tieto on aina saatavilla mikä vähentää eri taustajärjestelmien välisen tiedonsiirron tarvetta. Jos tieto säilytetään tietoverkossa, voidaan käyttää halvempia ja nopeampia saattomuisteja, järjestelmä on joustavampi muutosten aikana ja tietosuoja-asiat voidaan hoitaa paremmin.

Koska eri organisaatioissa on käytössä erilaisia järjestelmiä, yksi mahdollisuus on yhdistää etäluettava saattomuisti, selväkielisenä "manuaalisesti" luettava teksti ja viivakoodi, jolloin saadaan kaikissa organisaatioissa toimiva tunnistamismenetelmä. [38]

Seurantajärjestelmällä pyritään tuottamaan monenlaista ja varsin kattavaa tietoa. Esimerkiksi ParcelCall-projektissa tageissa olevien sensorien avulla tuotetaan kuljetuksen paikkatiedon lisäksi mm. seuraavia tietoja [16]:

- Ympäristöolojen (lämpötila, kosteus jne.) jatkuva seuranta
- Hälytykset reitin, ympäristöolojen ym. poiketessa alkuperäisestä ja suunnitellusta
- Kuljetuksen historiatietojen keruu esim. erilaisten vastuukysymysten seuraamiseksi ja selvittämiseksi

Satelliittipaikannuksen avulla voidaan saada reaaliaikaista tietoa kuljetuksen sijainnista. Käyttäjät eivät kuitenkaan ole ensisijaisesti kiinnostuneita tarkasta sijainnista, vaan kuljetuksen aikataulusta eli siitä milloin kuljetus on perillä. Järjes-

telmien kehittyessä toivotaan lisäksi informaatiota kuljetusolosuhteista sekä kuljetustapahtumasta.

3.2.2 Nykyisten järjestelmien puutteet ja kehittämisen esteet

Seurantajärjestelmät sisältävät paljon tietoa. Näiden tietojen omistajuuteen ja erityisesti tietojen luovuttamiseen sekä itse seurantaan liittyy joukko ratkaistavia ongelmia. Yksinkertaistaen seurantajärjestelmissä on kuitenkin kysymys vain kehittyneemmästä tavasta kommunikoida. Suuret tietomäärät ja useat osapuolet ketjussa edellyttävät joka tapauksessa selkeitä sopimuksia eri tahojen kesken.

Suurempi tietomäärä saattomuistissa pidentää yleensä myös lukuun tarvittavaa aikaa ja näin pienentää lukunopeutta. Siksi esimerkiksi GCI suosittelee pitämään saattomuistissa säilytettävän tiedon niin pienenä kuin mahdollista [28].

Suurten tietomäärien käsittelyyn ja tiedonsiirtoon liittyy myös kuljetusturvallisuuden kohdistuvia epäilyjä. Vääriin käsiin joutuessaan tiedot esimerkiksi arvokuljetuksista voivat mahdollistaa uudentyyppisen ”täsmärikollisuuden” lisääntymisen. Myös EU:n SITS-hankkeessa (Simple Intermodal Tracking and Tracing) tehdyissä tutkimuksissa merkittäviksi seurantajärjestelmien kehittämisen esteiksi mainittiin tietoturvallisuus ja luotettavuustekijät [26].

Lisäksi tagin linkittäminen tietoverkkoon nähdään suurena haasteena. MIT Auto ID-center:in ratkaisussa saattomuisti sisältää vain tunnusnumeron (electronic Product Code) ja kaikki lisätieto tallennetaan Internetiin (katso liite B.3.4). Tällaisen toimivan ja luotettavan tietojärjestelmän rakentaminen ja ylläpitäminen on haastava tehtävä.

3.3 Teknologia

3.3.1 Trendit

Keskeisimpiä suuntauksia seurantateknologioiden osalta on listattu seuraavassa:

- Saattomuistien koko ja hinta laskevat jatkuvasti. Markkinoille on tulossa uusia UHF-saattomuisteja, jotka ovat aikaisempia halvempia ja joilla on kuitenkin suurempi (muutaman metrin) lukuetaisyys (Palomar, Alien, PENI, Trolleyponder).

- Suurin kysymys tällä hetkellä on pystyykö UHF saavuttamaan läpimurtoa Euroopassa. Kollien tunnistusta varten tarvitaan vähintään 2 metriä lukuetaisyyttä, mutta nykyisillä passiivisilla tuotteilla ja eurooppalaisilla viranomaismääräyksillä on saavutettavissa vain 1 metrin lukuetaisyys. Jos pian markkinoille tulevat tuotteet täyttävät lupauksensa, tai jos viranomaiset sallivat tehon noston Euroopassa, UHF–teknologian käyttö tulee kasvamaan nopeasti.
- Markkinoille tulee lukijoita, jotka pystyvät käsittelemään eri protokollia, esimerkiksi Samsys.
- Älytarrat sallivat RFID:n ja viivakoodin rinnakkaiselon.
- Pallettien valmistajat tarjoavat tuotteissaan RFID–saattomuistin lisäarvoinaisuutena asiakkailleen (esim. Georgia Pacific Yhdysvalloissa).
- Kehitteillä on litteitä ja paperipohjaisia edullisia paristoja. Niiden avulla on mahdollista saavuttaa suurempi lukuetaisyys.

Kendra Mayfield arvioi, että kestää ainakin kolme vuotta ennen kuin RFID-tagit leviävät laajasti liiketoimintaan. Vielä kauemmin kestää, että asiakkaat omaksuvat teknologian käyttöönsä ja koteihinsa. ”En olisi yllättynyt, jos käyttäisimme viivakoodeja vielä 30 vuoden päästä”, toteaa Auto-ID Centerin johtaja Ashton. ”Toisaalta en olisi yllättynyt, jos ePC:tä ja RFID–tunnistusta käytettäisiin kaikkialla 30 vuoden päästä” [19].

Allied Business Intelligence uskoo, että RFID–markkinoiden kehitys noudattaa viivakoodien kehitystä. Nykyään viivakoodeja käytetään kaikkialla ja viivakoodeja voidaan tehdä tietokoneiden ja tulostimien avulla, vaikka kymmenen vuotta sitten viivakoodit olivat harvinaisia ja käytöltään rajatumpia. Vastaavasti RFID-sovelluksia käytetään tällä hetkellä rajoitetusti ja teknologia on vielä melko kaukana loppukäyttäjistä [5]. Allied Business Intelligence vertaa RFID:n kehitystä myös Internetiin ja pitää mahdollisena, että RFID leviää kuluvan vuosikymmenen lopussa yhtä nopeasti ja voimakkaasti kuin Internet teki 90-luvun lopussa. RFID:n leviämistä laajempaan yritysten käyttöön pidetään varmana asiana. Tämä kuitenkin edellyttää RFID–markkinoiden yhtenäistämistä (mm. standardien ja teknologioiden osalta) [5].

3.3.2 Ongelmat ja yleistymisen esteet

Nykyisten järjestelmien heikkoudet ja puutteet

SITS-projektissa haastatellut käyttäjät nimesivät nykyisten järjestelmien heikkouksiksi seuraavat asiat [26]:

- Ei koko kuljetusketjun kattavaa järjestelmää
- Järjestelmät kattavat vain oman alueensa eli liittymät muihin ohjaus- ja seurantajärjestelmiin puuttuvat.
- Seurannan kustannukset liian suuret ”halvoille” tuotteille
- Järjestelmien yhteensopimattomuus, joka vaikeuttaa integrointia
- Rajattu lukuetaisyys (lähettimien/tagien virtarajoitteista johtuen) vaikeuttaa käyttöä ja menetelmän yleistymistä

Järjestelmien kehittämisen esteet

Tavaranseurantajärjestelmissä on nykyisin käytössä useita eri tekniikoita ja seurauksena on tilanne, jossa järjestelmät ovat toistensa kanssa yhteensopimattomia. Tekniikat ja järjestelmät myös kehittyvät nopeasti kukin omien kehittäjä- ja käyttäjätahojensa tavoitteiden mukaisesti ja eri standardien ohjaamina. Potentiaalisten uusien käyttäjien kannalta tilanne on ongelmallinen ja luo epävarmuutta ja haluttomuutta seurantajärjestelmien käyttöönotolle.

Tavaranseurantajärjestelmissä on nykyisin käytössä useita eri tekniikoita ja seurauksena on tilanne, jossa järjestelmät ovat toistensa kanssa yhteensopimattomia. Nämä tekniikat ja järjestelmät myös kehittyvät nopeasti kukin omien tavoitteidensa mukaisesti ja eri standardien ohjaamina. Potentiaalisten käyttäjien kannalta tilanne on ongelmallinen ja luo epävarmuutta ja haluttomuutta seurantajärjestelmien käyttöönotolle.

SITS-projektissa tehdyissä tutkimuksissa ja Logistiikkaselvitys 2001 -hankkeen haastatelussa merkittävimmit seurantajärjestelmien kehittämisen esteiksi mainittiin [26], [30]:

- Järjestelmien käyttöönottokustannukset sekä riski laitteiston (tai kontin johon laitteisto on liitetty) vaurioitumisesta tai katoamisesta ja tästä aiheutuvasta kustannuksesta
- Järjestelmien välinen yhteensopimattomuus, epävarmuus tulevasta teknologiasta ja vaikeus valita tarjolla olevien teknologioiden välillä.

- Standardien puuttuminen vaikeuttaa teknologian valintaa ja ”kaventaa” teknologian käyttömahdollisuutta.
- Saavutettavien hyötyjen epätasainen jakautuminen: laitteistoon investoiva organisaatio ei välttämättä saavuta taloudellista hyötyä sijoituksestaan.
- teknologian riittämätön luotettavuus
- kattavan ratkaisun puute

RFID:n yleistymisen esteinä ovat järjestelmän kustannukset sekä epävarmuus teknologian kehityksestä sekä yhteensopivuuksista, jotka ainakin osittain liittyvät standardoinnin puuttumiseen. Standardien puutetta pidetään useissa lähteissä merkittävänä ellei merkittävimpänä esteenä ja hidasteena RFID–tekniikan yleistymiselle. Toisaalta standardien huonona puolena pidetään rajoittumista tiettyihin ratkaisuihin ja teknologioihin, jonka seurauksena RFID–tekniikan kehitys saattaa hidastua ja rajoittua liikaa. FITS-ohjelman (Liikennetelematiikan rakenteiden ja palveluiden t&k-ohjelma) julkaisussa todetaan, että pyrkimys standardien käyttöönottoon ohjaa myös telematiikan kehitystä. Käyttäjät haluavat eri järjestelmien toimivan samalla tavoin ja ennustettavasti. Viranomaisten kannalta standardeja tarvitaan päällekkäisten infrastruktuuri-investointien välttämiseksi, tiedonkulun varmistamiseksi eri järjestelmien välillä ja toisaalta turvallisuussyistä. ([31]).

Kuitenkin, standardien ja RFID markkinoiden kansainvälisen tuen puute johtaa siihen, että suljetut (closed-loop) järjestelmät tulevat yleistymään useiden organisaatioiden tukea vaativia avoimia järjestelmiä nopeammin [5]. Ilman yhtenäisiä standardeja avoimet järjestelmät eivät tule koskaan menestymään. Standardien puute ei vaikuta suljettuihin järjestelmiin, koska niissä tajeja käytetään vain yhden yrityksen sisällä eikä yritysten välistä yhteensopivuutta vaadita [5]. Kuitenkin, liike-elämän konsortiot (GCI) ja kansainväliset organisaatiot (ISO, EAN.UCC) ovat tekemässä suurta ponnistusta saadakseen standardointia eteenpäin niin, että seuraavina vuosina markkinoille tulisi liike-elämän tarpeita vastaavia tuotteita. Nämä standardit näyttävät saavan laajaa liike-elämän kannatusta. Standardointia käsitellään kappaleessa 2.2.6 ja liitteessä B.2.

Todennäköisesti yksi taajuus- ja sovellusstandardi ei riitä kaikkien kohteiden tunnistamiseen. Eri tunnistustasoilla kuljetusketjussa (kuluttajapakkaus, kuljetuspakkaus, käsittely-yksikkö, kuljetusyksikkö) on erilaisia vaatimuksia esimerkiksi luetäisyyteen liittyen. Erilaisten RFID–laitteistojen, eri taajuuksien ja protokollien käyttö voi aiheuttaa ongelmia tiedon siirtämisessä. Kansainvälisesti kattavan ja yhteensopivan järjestelmän luomisen esteenä voivat olla säädökset ja rajoitukset, jotka poikkeavat toisistaan alueellisesti.

4 Tavoitetilat ja mahdolliset ratkaisut

4.1.1 Käyttäjien tavoitteita ja vaatimuksia seurantajärjestelmille

Kehittyneiden seurantajärjestelmien tarve on sidosryhmähaastattelujen perusteella ilmeinen. Kehitystarpeet perustuvat koko logistiikkaketjun tai sen osien toiminnan tehostamiseen. Selkeänä tavoitteena on, että seurantajärjestelmien tulee tuottaa taloudellisia hyötyjä toimijoille ja parantaa niiden kilpailukykyä. Osapuolten tavoittelema tai kokema hyöty määrittelevät seurannan ulottuvuudet ketjussa. Käsitukset seurantajärjestelmän laajuudesta ja sisällöstä kuitenkin vaihtelevat. Laajimmillaan se voi olla kaikki tavararyhmät ja toimijat kattavana yksi yhtenäinen valtakunnanlaajuinen järjestelmä, jonka toimintatavat, tietosisällöt, teknologiat ja toteutus perustuvat hyväksytyihin standardeihin ja yhteisiin sopimuksiin. Järjestelmässä seuranta ulottuu koko logistiseen ketjuun.

Suppeimmassa mallissa seuranta kohdistetaan vain riittävän arvokkaisiin tai muuten ”kriittisiin” tavararyhmiin. Seurannan piiriin kuuluvat myös tavararyhmät, joiden logistiikkaketjuissa on paljon toimijoita ja selkeä tarve ketjun tehokkaampaan hallintaan. Myös lainsäädäntö edellyttää joidenkin tavararyhmien seurantaa.

Haastattelujen tuloksena esille tulleista eroavistakin käsityksistä huolimatta voidaan esittää myös joukko yhteneviä järjestelmään kohdistuvia tavoitteita ja ominaisuuksia. Kehitettävän järjestelmän tulee olla joustava ja tukea ketjun toimijoiden erilaisia tarpeita. Olennaista on, että seurantajärjestelmän tulee sisältää myös muuta tietoa kuin vain kollin tunnistamiseen käytettävää tietoa. Näistä tiedoista lähinnä vain ID-tieto kulkisi kollin mukana ja muu informaatio taustajärjestelmässä.

Järjestelmän tulee soveltua koko palveluketjun valvontaan minimiyhteystarpeilla. Tämä edellyttää järjestelmältä hierarkkista rakennetta, jossa seuranta kohdistuu kullakin hetkellä vain ketjun ”ylimmän” tason kuljetusyksikköön. Tämä periaate edellyttää eri tason kuljetus-/käsittely-yksiköiden välistä kytkentää. Seurannan osalta tiedonsiirtotarpeet minimoituvat. Edellä mainitut kytkentä- ja muut tiedot sijaitsevat taustajärjestelmässä, josta ne esimerkiksi poikkeustilanteissa voidaan hakea. Järjestelmää voidaan hyödyntää myös ketjun ”paikallisessa” valvonnassa esimerkiksi kuormaustapahtumien yhteydessä, jolloin voidaan varmistua, että kaikki lavat tulevat lastatuiksi oikeaan kuljetusvälineeseen.

Seurantajärjestelmälle asetettavat reaaliaikaisuusvaatimukset vaihtelevat tapauskohtaisesti. Useimmissa tapauksissa kuitenkin status-tieto riittää – olennaista on,

että tiedetään tavaran ohittaneen ketjun jonkin tarkastuspisteen. Poikkeus- ja häiriötilanteissa reaaliaikaisuusvaatimukset kuitenkin kasvavat – esimerkiksi myöhästymisiin liittyvien tietojen tulee olla käytettävissä mahdollisimman nopeasti.

Kehitettävien seurantajärjestelmien tulee olla mahdollisimman yhteensopivia jo käytössä olevien järjestelmien ja sovellusten kanssa. Seurantajärjestelmien tulee toimia koko ketjun kattavasti ja kaikissa olosuhteissa. Kehitystyössä standardointi on avainasemassa ja tavoitteena tulee olla vähintäänkin EU-alueella toimiva järjestelmä. Kehitystyön ensimmäinen vaihe on mahdollisen kotimaisen tahtotilan määrittäminen, jonka jälkeen pyritään vaikuttamaan EU:n alueella toteutettaviin ratkaisuihin ja viimekädessä myös globaaleihin päätöksiin.

Mielipiteet seurantajärjestelmien kehittämisen aikataulusta vaihtelevat. Joidenkin käsitysten mukaan järjestelmiä pitäisi olla jo käytössä – teknologia on jo riittävän valmista. Toisaalta uskotaan, että laajempien järjestelmien kehittäminen ja käyttöönotto voi tapahtua vain suurempien toimijoiden ja ketjujen asiakkaiden muiden järjestelmien (-tuotannonohjaus,...) kehittämisen ja tarpeiden sanelemassa aikataulussa. Aika-arviot vaihtelevat viidestä kymmeneen vuoteen. Ratkaisevassa asemassa voi olla seurantajärjestelmiin liittyvän infrastruktuurin kehittäminen – nykyisin tämä infrastruktuuri puuttuu.

Järjestelmän ominaisuuksiin liittyen tiedon keruun ja sen välittämisen nopeus on erittäin tärkeä. Nopeus on edellytys sille, että käyttäjät voivat saavuttaa järjestelmän avulla tavoittelemansa asiat. Lisäksi tiedon välityksen ja järjestelmästä saatavan tiedon tulee olla tarkkaa ja yksikäsitteistä siten, että ei ole epäselvyyttä mitä kuljetusta tai tavaraerää kyseinen tieto koskee.

4.1.2 Tietosisältö ja käyttötavat

Haastattelujen mukaan kuljetettavaan tavaraan liittyvistä tiedoista vain ID-tiedon tulee kulkea kollin mukana. Muut tiedot sisällytetään taustajärjestelmään, johon ketjun osapuolilla on pääsy sovittujen toimintatapojen ja sopimusten mukaisesti. Menettelyn etuna on, että tiedot ovat kaikkien tahojen käytettävissä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Kollin mukana kulkevat tiedot tulee voida lukea useammalla kuin vain yhdellä tekniikalla. Tiedot tulee esittää myös selkeänä kirjoitettuna tekstinä. Todennäköisiä toteuttamistapoja ovat viivakoodi- ja erityisesti RF-tekniikat. Kollin mukana kulkevien tietojen lukuetaisyysvaatimukset vaihtelevat tapauskohtaisesti ja

ovat 1-10 m. Suurimmat vaatimukset liittyvät usein tavaroiden käsittelyyn terminaaleissa ja varastoissa.

SITS-projektin loppuraportissa seurantajärjestelmille asetettavat vaatimukset on jaettu neljään ryhmään seuraavasti [26]:

1. Yksinkertainen kuljetuksen paikkatieto asiakkaan ja kuljettajan käyttöön
2. Tavarankorauksen, turvallisuuden ja kunnon/tilan (condition) seuranta
3. Edelliset vaatimukset sekä lisäksi kuljetuskaluston seuranta esim. kuljettajan tehokkuus, reitin valinta ja ohjaus, jarrujen, renkaiden ym. tila
4. Kaikkien edellisten yhdistäminen siten, että niitä voidaan hyödyntää mm. EDI:n yhteydessä.

Raportissa todetaan lisäksi, että kuljetettavan tavarankorauksen arvolla on selvä vaikutus seurantajärjestelmille asetettaviin vaatimuksiin. Arvokkaista kuljetuksista halutaan tarkempaa tietoa (sijainti, poikkeamat ym.) asiakkaalle välitettäväksi, kun taas halvempien tuotteiden kohdalla tiedon tarve on vähäisempi.

4.1.3 Järjestelmän rakentamisen vaiheet

Artikkelissaan “RFID improves process measurement” Paul Sereiko ja Jay Werb ehdottavat tunnistus ja seurantamenetelmän käyttöönottoon vaiheittaista ja lyhyen tähtäimen tavoitteisiin perustuvaa toteutusta:

Vaihe 1. Otos: Liitä tagi tuoteotokseen (5–10 % tai vähemmän) liiketoimintaprosessien seuraamiseksi. Otosta voidaan käyttää väliaikaisesti tai jaksottaisesti.

Vaihe 2. Prosessin seuranta: Jaksoittainen tai väliaikainen järjestelmä otetaan jatkuvaan käyttöön.

Vaihe 3. Järjestelmän laajentaminen: Alkuperäisen järjestelmän laajentaminen ja liittäminen muihin järjestelmiin.

Kirjoittajat ovat hyödyntäneet mallia käytännössä ja ovat havainneet sen toimivaksi RFID -järjestelmien käyttöönotossa ja vastarinnan voittamisessa. Yleissääntönä he toteavat, että kustannukset pysyvät hallituissa mitoissa, kun seurattavien tuotteiden otos pysyy noin 5–10 %:n suuruisena. Lisäksi he toteavat, että on hyvä olla visio siitä, mitä RFID-sovelluksella voidaan saavuttaa tulevaisuudessa, mutta tärkeämpää on määrittää lyhyen tähtäimen tavoitteita, jotka voidaan saa-

vuttaa ja jotka tukevat järjestelmän käyttöönottoa ja laajentamista. Usein toiminnan mittaus ja seuranta on hyvä aloituskohde. [43]

4.2 Toimialakohtaisia tarpeita

4.2.1 Transbox-elintarviketoimitusketju

Elintarviketoimitusketjujen volyymit ovat suuret sekä kappaleiden että massojen osalta. Seurantajärjestelmiä halutaan vastaisuudessa hyödyntää sekä tuotannossa että kuljetuksiin liittyvissä prosesseissa. Erilaiset kierrätettävät kollit (mm. transbox-muovilaatikko) yleistyvät edelleen elintarvikkeiden toimitusketjuissa. Logistiikkaan liittyvän seurannan lisäksi elintarvikealalla on tarvetta parantaa tuotteiden jäljitettävyyttä eli erilaisten seurantajärjestelmien tuottamien tietojen avulla on kyettävä tarvittaessa osoittamaan tietyn tuotteen alkuperä.

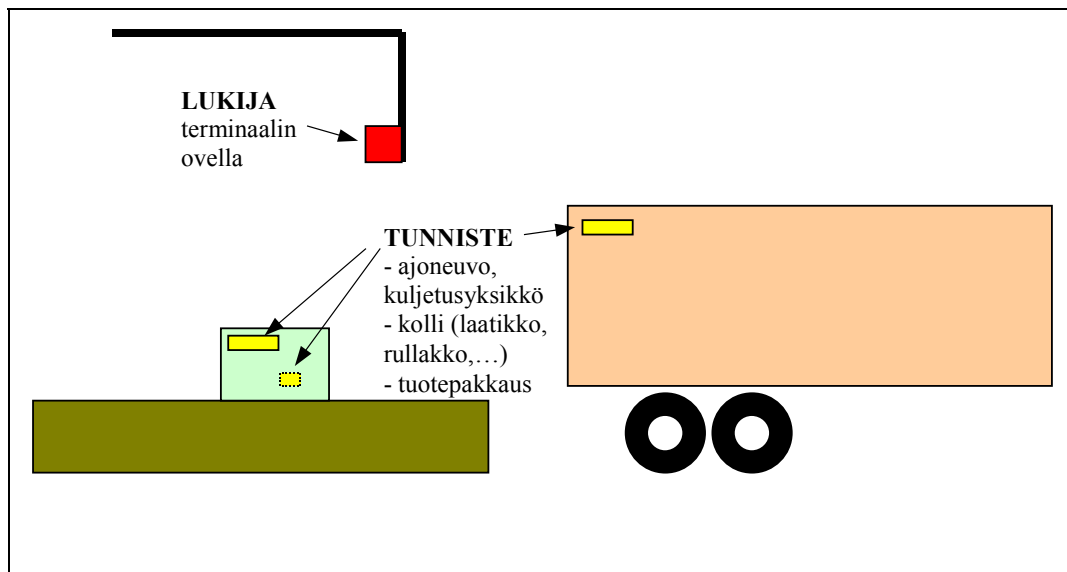
Työpajassa tuli esille paljon erilaisia vaatimuksia kattaen toimintatapoja, tietoa ja teknologiaa. Yksi keskeinen muutos on se, että automatisoidaan nykyiset manuaaliset lukutapahtumat (kuorman lähetys, vastaanotto, oikea auto, kollin sijoitus varastoruutuun, myymälässä purku hyllyyn). Pakkauksen, pakkauslaatikon ja kollin luku tapahtuu sähköisesti ja hierarkkisesti niin, että luetaan aina ylin taso. Sähköinen kolliseuranta mahdollistaa erilaiset tarkastukset, esim. vastaanottotarkastukset, tarkastukset hyllyssä, päiväysseurannan ettei hyllyyn jää vanhoja tuotteita, lämpötilaseurannan jne. Laatikko ja kollinumerot voidaan sitoa myymälänumeroon. Jos lukutilanteessa puuttuu jotain tai jotain tehdään väärin niin järjestelmä kykenee antamaan hälytyksen. Lisäksi mahdollistuu automaattisempi raportointi.

Seuraavassa listattuna keskeisimmät elintarviketoimitusketjuun kuuluvien yritysten esittämät seurantajärjestelmien kehittämisen tavoitteet ja vaatimukset:

- Samalla lukijalla on pystyttävä lukemaan sekä viivakoodeja että sähköisiä tunnisteita
- Miten tunnisteen muistiavaruus jaetaan? Osa tilasta on varattava tunnistekodeille, osa jätetään vapaasti osapuolten käyttöön. Tyhjiä kenttiä voidaan hyödyntää kahdenvälisissä toiminnoissa
- Päivittäistavarassa kaupan ja teollisuuden toimitusprosessit ovat niin samanlaisia, että on pyrittävä yhteiseen määrittelyyn ja standardiin. Standardin pohjalta voidaan sopia kahden osapuolen välinen toiminta

- Operaattoreiden täytyy sopia toistensa kanssa tiedon siirrosta; mitä tietoa, missä muodossa jne.
- Lukuetäisyyttä tarvitaan 4–5 metriä
- Sähköiset tunnisteet on luettava ovella. Kaupalla ei ole mahdollisuuksia muuttaa tilojen sisäistä toimintaa siten, että esimerkiksi kuljettaisiin aina tietyn portin läpi
- Laitteiden on kestävä pesukoneen lämpötila (noin 60 astetta)

Keskeisin investointien este on standardien puute. Kukaan ei voi investoida, kun ei ole varmuutta jatkosta. Yhteensopivuuskysymykset toimijaverkossa ovat keskeisiä. Kuvassa 5 esitetty rajapintaympäristö ja komponentit (lukijat ja tunnisteet) on saatava yhteisesti standardoitua (mm. käytettävä radiotaajuus, tietosisällön minimivaatimukset ja tagin toimialakohtainen tieto). Muut asiat hoituvat toimijoiden välisillä sopimuksilla. Sähköinen tunnistaminen lähtee liikkeelle nykyisistä toimintoista; visuaalisen tunnisteiden tai viivakoodin lisäksi kolliin lisätään sähköinen tunnistus. Siirtymävaiheessa voidaan lukea sekä viivakoodia että tagia samalla lukijalla. Siirtymävaihe jää pienille toimijoille ehkä pysyväksi.



Kuva 5. Sähköisen kuljetusyksikkö- ja ajoneuvotunnisteen luku Transbox-ketjussa.

4.2.2 Teknisen tukkukaupan toimitusketju

Teknisen tukkukaupan alalla suurimmat haasteet liittyvät toimitusketjun viimeisen osan eli (tukku)kaupan ja loppuasiakkaan välisen logistiikan kehittämiseen. Tavarantoimittajien ja tukkukaupan välillä kehittyneitä seurantaratkaisuja on jo otettu osin käyttöön, mutta koko ketjun kannalta loppuasiakkaiden pienuus ja rajalliset kehittämisresurssit ovat ongelma. Tyypillistä teknisen tukkukaupan tavaroille on että virrat ovat ohuita ja lähetysten arvo on pieni. Viivakoodien käyttö toimitusketjuissa on vähäistä vaikka valmiuksia on olemassa, koska viivakoodia hyödynnetään varastotoiminnassa. Työpajassa esitettiin toive viivakoodirahtikirjan käyttöönotosta kuten Ruotsissa.

Ongelmia esiintyy mm. ennakkotietojen siirrossa eli tavara voi olla työmaalla ennen tietoja. Ulkona säilytettävissä tuotteissa ei ole aina viivakoodeja sääolosuhteiden takia. Työmailla ei aina vastaanoteta ja kuitata tuotteita vaan tavarat vain jätetään johonkin. VMI-varastot ovat yksi ratkaisu tavaroiden hallintaan. Erilaisia koodeistoja on käytössä (mm. tuote, asiakas, yrityspohjaisia) mutta ne eivät kata koko ketjua tai kaikkia toimijoita. Kaikissa Pohjoismaissa on käytössä eri RSK-numerot, samoin Keski-Euroopassa on käytössä omat tuotenumerot. Pienet toimijat eivät edes tiedä mikä on radiopääte, isoilla toimijoilla niitä on käytössä. Alalla olisi kysyntää DHL-tyyppisille järjestelmille, joihin asiakas voi liittyä. Tiedonsiirto ei ole ongelma. Kuormatiedot siirtyvät sähköisesti valmistajalta ja toimittajalta tukkukauppaan, mutta eivät ole vielä täysin käytössä jakelussa.

Työpajassa listattuja tavoitteita ja vaatimuksia ovat:

- Ketjun alkupään toimijoilla (tavarantoimittajat, tukkukauppa) sekä isoilla loppuasiakkailla mielenkiintoa kehittää seurantajärjestelmiä
- Isot asiakkaat valmiita rationalisoimaan toimintaa, mm. nykyistä automaattisemman tiedonsiirron avulla
- Toimittajien ja tukkukaupan kesken seuranta toimii jo nyt, ketjun häntä (pienet toimijat) on ongelma. Rakennusalalla urakoitsijat usein pieniä: valtaosa 1–5 työntekijän yrityksiä eli kehitysresurssit ovat pienet
- Toimitusketjun kannalta haasteena on löytää investointi- ja käyttökustannuksiltaan edullinen seurantaratkaisu. Tällä hetkellä kustannukset ovat liian korkeat (RFID); pienimmillä toimijoilla ei ole varaa investoida.
- Seurantajärjestelmä hyödyttäisi lähetysten laadun seuranta (laatuja järjestelmä) esimerkkinä tavaroiden perille menon seuranta

- Ennaltaehkäisevä vaikutus; lähetyksistä aina joku häviää ja aiheuttaa jälkeensä paljon työtä
- Miten yhdistetään tuote ja rullakko?

4.2.3 Metsäteollisuuden RFID-projekti

Metsäteollisuudessa automaattisen tunnistamisen tarve havaittiin käsittely- ja kuljetusautomaatiota kehitettäessä jo 1990-luvun alkupuolella. Konenäköön perustuvat järjestelmät vaativat teknisesti hankalia ratkaisuja. Myöhemmin, vasta 1990-luvun lopulla myös asiakkaat havaitsivat automaattisen tunnistamisen tuomat edut ja ryhtyivät painostamaan paperinvalmistajia kehittämään rullien tunnistukseen soveltuvia tajeja. Asiakkaiden tarve lähtee siitä, että rulla pitää pystyä tunnistamaan vastaanotossa, painokoneessa ajon aikana ja myös sen jälkeen. Tämä merkitsee sitä, että tagin on oltava rullahylsissä eikä etiketissä. Tavoitteena kuitenkin on, että samaa rullatagia voisi käyttää koko käsittely- ja kuljetusketju.

Metsäteollisuuden RFID-projekti toimii IPD:n (Intelligent Paper Delivery) saatevarjon alla Tekes-hankkeena. Projektin vetovastuu on Rafsec Oy:llä. Projektin tavoitteena on kehittää RFID-tagiin perustuva paperirullan tunnistusjärjestelmä, arvioida sen käyttöä rullakäsittelyn eri vaiheissa ja kaupallistaa järjestelmä.

Paperirulla on haastava kohde RFID:lle. Rullien leveydet vaihtelevat muutamasta sentistä neljään metriin ja halkaisijat ovat suurimmillaan lähes kaksi metriä. Lisäksi on erilaisia laatuja, mm. kivipitoisia painopapereita, sanomalehtipaperia, kartonkeja jne. Myös kuljetusketjun vaihtelevat olosuhteet (kosteus, lämpötila yms.) tuovat omat vaatimuksensa järjestelmän toimivuudelle.

Prosesseissa on hyvin erilaisia luku- ja kirjoitustapahtumia. Rullia luetaan kuljetimella, kuljetettaessa ovesta, portista ja yleisimmin trukin siirtäessä rullaa. Erilaiset rakenteet kuten kuljettimet ja rullapihti sisältävät paljon terästä, mikä vaikeuttaa radioaaltojen kulkua.

Tällä hetkellä keskitytään 13,56 MHz:in taajuusalueen tagien pilotointiin. Uudet UHF-taajuudet ovat lupaavia, mutta niiden käyttöönotto ei ole vielä lähivuosina näköpiirissä. Tagien lisäksi oleellisia järjestelmän komponentteja ovat lukijan antenni ja itse lukija, joita kehitellään tarpeita vastaaviksi.

4.3 Mahdolliset ratkaisut

4.3.1 Toimintatavat

The Global Commerce Initiative Intelligent Tagging Model

The Global Commerce Initiative (GCI) perustettiin lokakuussa 1999, tavoitteena tarjota globaaleille yrityksille mahdollisuus kehittää edellytyksiään tyydyttää asiakkaiden tarpeet ja odotukset eri puolilla maailmaa. Lisäksi tavoitteena oli varmistaa johdonmukaisten ja vapaaehtoisten logistiikkaketjun standardien olemassaolo.

GCI-ITAG:n (The Global Commerce Initiative Intelligent Tagging Model) tarkoituksena on realisoida RFID-tekniikan potentiaaliset hyödyt yritysten välisessä toimintaympäristössä (B2B), jossa nopeat investointien tuotot on todettu mahdollisiksi. Ajan myötä RFID-tekniikan laitteet ja tagit muuttunevat huomattavasti nykyistä edullisemmiksi, jolloin järjestelmien laajentuminen yrityksiltä kuluttajille asti (B2C) lienee todennäköistä. Vaikka RFID-tekniikan hyödyt kuluttajille ovat tässä vaiheessa jossain määrin spekulatiivisia, sillä uskotaan olevan merkittävä ja positiivinen vaikutus liiketoimintaan.

GCI:n ITAG -työryhmä pyrkii luomaan malleja kuvaamaan generisiä sovelluksia RFID-tekniikkaan ja seuraaviin logistisen ketjun elementteihin liittyen:

- Valmistus (Manufacturing)
- Jakelu (Fulfilment, Distribution)
- Kauppa (Store)
- Kuluttaja (Consumer).

Mallit on esitetty raportissa The GCI Intelligent Tagging Model. Malleissa esitetään kuvaukset prosessin tai sovelluksen toiminnallisuudesta, teknisistä vaatimuksista, toimintaolosuhteista, ergonomiasta sekä tietosisällöstä ja tietoturvasta. Asioita käsitellään suuryksikkö-, palletti-, kolli- ja kuluttajapakkaustasolla. TASKU-projektin kannalta olennaisimpia logistiikkaketjun elementtejä ovat valmistus ja jakelu ja niissä toiminnan tarkastelu kollitasolla.

Valmistus

Valmistukseen liittyen GCI on listannut toiminnan tärkeimmät osa-alueet ja kuvannut niiden merkittävimmät toiminnot. RFID-tekniikan käytön tulee tukea näitä toimintoja ja toimintaa yleisesti. Valmistuksessa toiminnan osa-alueet ovat:

- Tulevien toimitusten hallinta
- Varastointi
- Valmistusprosessi
- Valmiiden tuotteiden varastointi ja lähettäminen
- Paluutoimitukset
- Sähköinen kaupankäynti
- Tuotteiden autentikointi ja jäljitettävyys
- Omaisuuden hallinta
- Turvallisuus.

Lisäksi GCI esittää vaadittavia edellytyksiä mm. tekniikan, operointiolosuhteiden, ergonomian ja tietosisällön suhteen.

Teknisiä vaatimuksia ovat mm. UCC.EAN -tietorakenteiden hallinta, muistin koko ja muoto (esim. Read-Write tai Write Once Read Many), tiedonsiirtoprotokollat sekä paikallisten lakien ja säädösten aiheuttamat vaatimukset mm. taajuuksiin ja tehoihin liittyen.

Operointiolosuhteissa tulee huomioida mm. lämpötila, kosteus, varaston rakenne, kuljetusmuoto, tavaran sijainti, nopeus ja suunta lukijan sijaintiin nähden, luku- ja kirjoitusetäisyydet sekä muut vastaavat asiat.

Ergonomiaan liittyen normitilanteessa tulisi käyttää kiinteitä lukulaitteita. Mikäli esimerkiksi toimintatapojen takia joudutaan käyttämään käsilukijoita, huomiota tulee kiinnittää erityisesti lukulaitteen käytön helppouteen sekä tagin sijaintiin kollissa.

Tyypillisesti logistiikkaketjussa tulisi voida käyttää UCC.EAN -tietosisältöä, jotta voidaan käyttää eri tunnistusjärjestelmiä ja jotta tietosisältö on yksiselitteisesti tulkittavissa. Tietomäärä tulee minimoida, jotta tagien lukemiseen kuluva aika on mahdollisimman lyhyt. Tämä on erityisen tärkeää mikäli tavara liikkuu suurella nopeudella lukuvaiheessa tai jos monta tagia tulee voida lukea samanaikaisesti. Tietomäärää voidaan lisätä, mikäli se on ulkopuolisen viranomaisen määräys, logistiikkaketjun suorituskyvyn kannalta välttämätöntä tai jos sillä pystytään tuottamaan tarvittavaa lisäarvoa ketjun osapuolille.

Tiedon kirjoittamiseen liittyen on tärkeää muistaa, että suurin mahdollinen kirjoitusetäisyys on yleensä huomattavasti suurinta mahdollista lukuetaisyyttä lyhyempi ja kirjoitusaika huomattavasti lukuaikaa pidempi. Tietosisällön käytön tulee olla kontrolloitua, jotta virheellisiä päivityksiä ei voida tehdä. Virheellisen tiedon kirjoitus tagiin tulee pystyä estämään.

Jakelu

Saapuvan tavaran toimintoja on mallinnettu suuryksikkö-, palletti- ja kollitasolla. Kuhunkin yksikköön liittyen on esitetty tarkka toimintaohje. Lisäksi standardialoitteessa on käsitelty teknisiä vaatimuksia, pakkausmateriaaleja, tavaran fyysistä kuormitusta, ergonomiaa, kierrätystä ja tietoa.

RFID-tagien sijoittaminen kierrätettäviin yksiköihin mahdollistaa niiden käytön koko yksikön elinkaaren ajan, jopa kymmenen vuotta. Lisäksi kertakäyttöisiä, "yhden suunnan" tageja voidaan käyttää tuotteiden kierrätyksen tehostamiseen, sillä ne voivat sisältää esimerkiksi tiedon tuotteesta käytetystä materiaalista.

Ergonomiaan ja tietosisältöön liittyvät asiat ovat jakelussa samat kuin valmistuksessa (katso yllä). Lisäksi mainittakoon, että jos tagia ei pystytä syystä tai toisesta lukemaan, tästä tulee saada tieto jotta korjaaviin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä heti.

Kauppa ja kuluttaja

Kauppaan ja kuluttajaan liittyvät asiat on myös käsitelty GCI:n aloitteessa. Ne ovat kuitenkin hieman sivussa TASKU-projektin aiheesta, joten ne on jätetty raportissa käsittelemättä. Lisätietoa niistä löytyy mm. osoitteesta <http://www.globalcommerceinitiative.org>.

MIT

MIT:hen (Massachusetts Institute of Technology) on perustettu Auto-ID Center. Auto-ID Center on globaali, teollisuusrahoitteinen tutkimusohjelma, jonka päätaavoite on kehittää "Internet of Things". Tämä tarkoittaa mahdollisuutta linkittää kaikki fyysiset kohteet Internetiin. Älykäs infrastruktuuri osaa verkottaa kohteet ilman ihmisen tai koneen toimenpiteitä. Jokaiseen yksittäiseen tavaraan liitetään erittäin halpa saattomuisti, joka sisältää tuotteen ePC:n (electronic Product Code). Kaikki muu tavaraan liittyvä tieto löytyy Internetistä, johon ePC toimii avaimena.

Lisäämällä saattomuisteja kollitason lisäksi laatikko- ja kuluttajapakkaustasolle voidaan koko toimitusketjun automaatiotasoa nostaa valmistuksesta aina kaupan kassalle asti. Lisäämällä lukijoita kaikkiin käsittelypaikkoihin tapahtumat voidaan rekiströidä. Tämä mahdollistaa manuaalisten toimintojen optimoinnin, esimerkiksi tuotteiden keräämisen jakelukeskuksessa. Älykkään infrastruktuurin käyttö parantaa myös tiedonkulkua sekä toimitusketjun osapuolten välillä että loppuasiakkaiden kanssa.

4.3.2 Standardointi

RFID-standardointi on tähän asti edennyt hitaasti. Erilaisia tahoja ovat ISO (International Standards Organization), EAN (European Article Numbering) ja UCC (Uniform Code Council). EAN.UCC on julkaissut elokuussa 2002 GTAG-saattomuistijärjestelmän määritelmäluonnokset. GTAG perustuu EAN.UCC:n numerointi- ja koodausjärjestelmään [9] ja käyttää UHF-taajuutta. Tämä aloite on saanut tukea liike-elämältä (GCI), antanut RFID-teollisuudelle uutta vauhtia ja stimuloinut kilpailijoita tekemään yhteistyötä, jotta nekin saisivat globaalin standardin käyttöönsä. Suurimmat siruvalmistajat tukevat GTAG-aloitetta ja on odotettavissa, että GTAG-yhteensopivia saattomuisteja tulee lähitulevaisuudessa markkinoille.

Toimitusketjun eri vaiheessa on erilaisia vaatimuksia seurannalle ja tunnistukselle. Esimerkiksi kuluttajapakkausihin tarvitaan erittäin halpa saattomuisti, konttien tunnistamiseen terminaalissa halutaan taas saattomuisti, joka voidaan lukea 100 metrin päästä. Siksi eri kohteille (palletti, laatikko, kuluttajapakkaus) tarvitaan eri teknologioita. ISO:oon on vuoden 2002 alussa perustettu TC122/TC104 Joint Working Group, jonka päätavoitteena on kehittää RFID-standardeja eri kohteille [1]. Tämä standardisetti, jonka pitäisi valmistua 3 vuoden sisällä, mahdollistaisi kaikille kohteille yhteentoimivien RFID-järjestelmien kehittämisen kuluttajatuotteista kontteihin.

4.3.3 Tavaraliikenteen telematiikka-arkkitehtuuri

Liikenne- ja viestintäministeriö teetti TETRA-tutkimusohjelmassa (Liikennetelematiikan rakenteiden tutkimus- ja kehittämisohjelma) TelemArk-selvityksen (henkilöliikenteen telematiikan kansallinen järjestelmäarkkitehtuuri). TelemArk kuvaa henkilöliikenteeseen painottuen liikenteen telematiikan ja tulevaisuuden palvelut Suomessa, palveluita tuottavat, välittävät ja käyttävät toimijat sekä näiden väliset suhteet. Liikennetelematiikan toiminnot on järjestelmäarkkitehtuurissa kuvattu prosesseina ja niiden välisinä yhteyksinä. [39]

Koska TelemArk on ensisijaisesti henkilöliikenteen telematiikka-arkkitehtuuri, ei se sellaisenaan ole riittävä tavaraliikenteen tarpeisiin. LVM:n FITS-ohjelmassa ollaan määrittelemässä myös kansallinen tavaraliikenteen telematiikan järjestelmäarkkitehtuuri rajapintatasolla.

Tutkimuksen tavoitteena on määritellä ja kuvata tavaraliikenteen telematiikan tavoitetilan arkkitehtuuri. Tavoitetilanne kuvataan prosesseittain: logistiikkapalve-

lujen hankinta, ohjaus, toimitus, seuranta- ja jäljitys sekä laskutus. Toimijoiden sisäisiä tietojärjestelmiä ja kuljetusmuotokohtaisia erityispiirteitä ei tarkastella.

Työ koskee logistiikkaketjun kaikkia osapuolia kuten palvelujen käyttäjiä sekä kuljetus- ja logistiikkapalveluyrityksiä. Tuloksena saadaan suosituksia eri organisaatioiden välisten tietojärjestelmien rajapinnoista ja yhteensovittamisesta. Prosessikuvausten pohjalta syntyvä arkkitehtuuri sisältää kuvaukset tietojärjestelmäpalveluista, tietovirroista, tietojoukoista ja tietojärjestelmäalueista.

Laadittavaa arkkitehtuuria voidaan hyödyntää oman toiminnan nykytilan arviointiin vertaamalla nykyistä toimintatapaa kansalliseen käsitykseen tavoitetilasta. Tämä voi olla lähtökohta yrityksen toiminnan tai yksittäisen järjestelmän telematiikka-arkkitehtuurin kehittämiseksi. Telematiikka-arkkitehtuuria voi käyttää hyödyksi myös toimitusketjun palvelujen ja palvelutason kehittämisessä, missä keskeisessä asemassa on tietojärjestelmäintegraatio. Työ valmistuu helmikuussa 2003 ja se on jatkoa tavaraliikenteen telematiikka-arkkitehtuurille laaditulle esiselvitykselle, missä on kartoitettu arkkitehtuurin kehittämisen painopistealueita ja laadittu suositus jatkossa toteutettavista hankkeista.

5 Suositukset

5.1 Seurantajärjestelmien käyttöönotto

Eräs keskeinen kysymys tämän projektin aikana oli, miten yritysten kannattaa tästä eteenpäin edetä seurantajärjestelmien kehittämistyössään. Haastatteluissa ja työpajoissa käydyn keskustelun perusteella voidaan todeta, että kaikkien toimialojen hyväksymää yhteistä kansallista näkemystä seurantajärjestelmän määritelmäksi ei ole todennäköisesti saavutettavissa. Yksinkertaisena selityksenä on toimialojen huomattavastikin toisistaan poikkeavat tekniset yms. tarpeet ja vaatimukset toimitusketjujen eri vaiheissa, vaikka yhteisiäkin näkemyksiä tietyistä osioista on löydettävissä. Lisäksi eri toimialojen tavoitteet voivat olla vielä osin täsmentymättä.

Tehty tutkimus osoittaa, että vastaavanlainen tilanne seurantajärjestelmien käyttöönotossa on myös ulkomailla eli Suomi ei tässä suhteessa ole poikkeuksellisessa tilanteessa. Käytössä ja suunnitteilla on erilaisia ratkaisuja, mikä lisää jatkossa hajaantuneisuutta käytettävien järjestelmien suhteen.

Suosituksena yrityksille esitetään toimialakohtaisten (tai muutamien toimialojen yhteisten) globaalien aloitteiden, standardien ja ratkaisujen seuraamista ja näiden mukaisten järjestelmien käyttöönottoa. Esimerkiksi GTAG-aloite on päivittäistavarakaupan kannalta mielenkiintoinen vaihtoehto. Lisäksi ratkaisua voidaan hakea toimialan suurten toimijoiden käynnistämällä yhteistyöllä, kuten kotimaisen pape-riteollisuuden RFID-hanke osoittaa.

Seurantajärjestelmän hankkivan yrityksen kannalta sen toteuttamisessa on kolme tasoa: toimintatavat, tieto ja teknologia. Toimitusketjuissa ja -verkoissa yritysten on ensin sovittava yhteisistä toimintatavoista ja pelisäännöistä tehokkaan ja sujuvan toiminnan takaamiseksi. Tietotekniikan ja -liikenteen nopea kehittyminen ja kattava käyttöönotto nostavat tietoasiat (mm. tietosisältö, sanomamuodot, tietoturva) keskeiseen asemaan. Näiden asioiden ratkaiseminen ja sopiminen mahdollistaa erilaisten tekniikoiden käyttämisen itse seurantajärjestelmissä. Yritykset voivat odottaa heille mahdollisesti paremmin sopivaa seuraavaa seurantateknologian sukupolvea, mutta tulevat toimeen nykyiselläkin ratkaisulla perusasioiden ollessa kunnossa.

Ajankohtaisen tiedon saaminen käyttöönotetuista ratkaisuista ja käytöstä saaduista kokemuksista helpottaa yritysten päätöksentekoa. Mahdollisimman pitkälti stan-

dardeihin perustuvat best practise –ratkaisut ovat kaikkien osapuolten kannalta suositeltavia, joten seurantajärjestelmien kehityksen seuraamiseen tulee panostaa sekä yksityisen että julkisen sektorin voimin.

5.2 Kehityksen seuraaminen

Seurantajärjestelmien kehittämisestä on tarjolla paljon tietoa eri medioissa. Yksittäisen toimijan on kuitenkin hankalaa löytää hallitusti luotettavaa tietoa itseään kiinnostavasta aiheesta, koska ala kehittyy erittäin nopeassa tahdissa. Tämän hankkeen yhtenä tavoitteena oli miettiä ratkaisua kehityksen seuraamiseksi ja antaa suositus siihen soveltuvasta työkalusta tai menetelmästä.

Missioksi määritettiin kehityksen seuraaminen ja siitä tiedottaminen kotimaisen teollisuuden ja toimijoiden kilpailukyvyyn vahvistamiseksi

- perusajatuksena on, että tietoa on paljon saatavissa, mutta sitä pitää järjestää ja suodattaa
- yhteydenpito ulkomaille on tehtävän yksi keskeisimmistä osista
- menetelmän ja työkalun pitää tehdä jatkuvaa seurantaa
- seuraajan on oltava tietoinen siitä, mitä alalla oikeasti tapahtuu ja saattaa asiat muiden tietoon
- seuraaja ei ohjaa vaan kirjaa toteutuneita käytäntöjä ja edistää käyttöönottoa

Toiminnan kohde on kollin / käsittely-yksikön seuranta tavarakuljetuksissa ja sovellusalueina ovat toimintamallit, tiedon hallinta (tietosisältö, tiedonsiirto, tietoturva), teknologiat ja standardit. Kotimaiset kohderyhmät intresseineen ja tarpeineen jaoteltiin seuraavasti

- kauppa ja teollisuus – tiedon suodattaminen toimijoille
- järjestelmä-, laite- ja ohjelmistotoimittajat – suositusten ja standardien noudattaminen
- julkishallinto – päätöksenteon tuki, sovellusalueet, vaikuttaminen (sääntelyt, rahoitus, verotus)
- tutkimus ja koulutus – osallistumismahdollisuus.

5.2.1 Vaihtoehtoja työkaluksi tai menetelmäksi

Mahdollisia kehityksen seuraamisesta vastaavia organisaatioita sekä erilaisia toimintatapoja tehtävän täyttämiseksi on esitelty seuraavassa.

Seminaarien ja workshopien järjestäminen antaa eri tutkimusprojekteille mahdollisuuden esittäytyä aiheesta kiinnostuneille yrityksille. Lisäksi se on foorumi laite- ja järjestelmätoimittajien konkreettiselle esittäytymiselle esimerkiksi näyttelyn muodossa. Tutkimustulosten ja laitekehityksen lisäksi osallistujien on mahdollista saada tietoa standardien kehityksestä, katsauksia alan yleiseen kehitykseen, pilotteja ja best practice -integraattoreista.

ITS Finland on mahdollinen tuleva organisaatio, joka edistää liikenteen ja logistiikan telematiikan käyttöönottoa Suomessa. Esiselvitys organisaation tarpeesta, toiminta-ajatuksista, tehtävistä, rahoituksesta ja muista keskeisistä kysymyksistä on parhaillaan käynnissä. Tämän hetkisen alustavan näkemyksen mukaan ITS Finland voisi edistää telematiikan toimijoiden välistä yhteistyötä ja verkottumista siten, että

- kaupallisten toimijoiden telematiikkaan liittyvät liiketoimintamahdollisuudet paranevat
- Suomeen syntyy koko yhteiskuntaa hyödyttäviä liikenteen ja logistiikan telematiikan palveluja.

Lisäksi ITS Finland -organisaation odotetaan valvovan jäsenkuntansa etuja kansallisissa telematiikan kehittämis- ja edistämishankkeissa sekä koko Suomen etuja telematiikan kansainvälisessä kehittämistyössä. ITS Finland edistäisi alan osaamisen kasvattamista ja vientiä. Organisaatio toimisi liikenteen ja logistiikan telematiikan palveluiden, tuotteiston ja alan sääntelyn aktiivisena kehittäjänä ja suuntaajana osallistumalla, keskustelemalla, tiedottamalla, toimimalla asiantuntijana ja tarjoamalla asiantuntijapalveluita. ITS Finlandin tarve, toiminta-ajatus, tehtävät, potentiaaliset osallistujatahot, käytännön organisointi yms. keskeiset kysymykset tarkentuvat esiselvityksen valmistuttua vuoden 2002 lopussa.

LOGYn (Suomen Logistiikkayhdistys) tarkoituksena on materiaalien ja palvelujen hankinnan ja oston sekä fyysisen logistiikan eli kuljetusten, varastoinnin ja materiaalinkäsittelyn aseman ja kaikkien alalla työskentelevien ammattitaidon kehittäminen suomalaisen elinkeinoelämän ja yhteiskunnan parhaaksi. Suomen Logistiikkayhdistys toimii kaikkien näiden kysymysten piirissä työskentelevien sekä niistä kiinnostuneiden henkilöiden, yhteisöjen ja säätiöiden aatteellisena yhdyssiteenä. Erilaisia tiedonlevitykseen soveltuvia kanavia ovat koulutus- ja kurssitoi-

minta, alueosastojen järjestämät yritysvierailut ja Logistiikka-lehti. LOGYn koulustoiminnasta huolehtii Logistiikan Koulutuskeskus ECL Oy Ab. Logistiikan Koulutuskeskus ECL:n omistavat Suomen Logistiikkayhdistys ry (LOGY) sekä Inköp & Logistik, joka on Ruotsissa toimiva vastaava organisaatio. ELC:n tarjontaan kuuluu oston ja logistiikan eri aihealueita käsitteleviä ajankohtaispäiviä. Näissä tilaisuuksissa alan asiantuntijat perehdyttävät kuulijat yksittäisen aihepiirin tämän hetken tilanteeseen ja tulevaisuuden näkymiin. ”Kuljetusten seuranta” tai RFID-vuosiseminaari on potentiaalinen ELC:n ajankohtaispäivän teema.

Artikkelit/Newsletterit

Alan ammattilehdissä (kuten Logistiikka) julkaistavat artikkelit ovat tehokas tapa levittää tietoa ajankohtaisista aiheista. Tavarakuljetusten seurannan osalta vastuu artikkeleiden ja tiedotteiden tuottamisesta olisi oltava jollakin nimetyllä osapuolella, mikä edellyttää resurssivarauksia.

Demot

Demostraatioiden ja pilottien järjestäminen on yksi mahdollisuus kehityksen seuraamiseksi. Mahdollisia ovat mm.

- Yrityspuolen integraattorit esimerkkinä Rafsec ja Finnair -case
- Tutkimusohjelmat ja -laitokset, esimerkkeinä ELO-ohjelman hankkeet, VALO-ohjelman Tracking -hanke, TKK/Dialog -projekti jne.
- Muiden seminaarien yhteydessä järjestettävät sessiot
- Yritysvierailut suurille toimijoille, joilla on käytössä tai pilotoitavana ratkaisuja. Mm. Logistiikkayhdistyksen piirit järjestävät yrityskäyntejä.
- Pysyvä demotila.

Internet

Tällä hetkellä yksi suosituimmista medioista tiedonjakamiselle on Internet ja sinne perustettavat sivustot. Ongelmana on kuitenkin säännöllisen ylläpidon ja päivityksen järjestäminen lukijoiden mielenkiinnon ylläpitämiseksi. Internetin käyttäminen kehityksen seuraamisen työkaluksi vaatii seuraavien asioiden huomioimista ja ratkaisemista:

- Tiedotus muutaman rivin e-maililla ja linkki www-sivulle
- Acrobat –tiedote (pdf) on hyvä, mutta ei sovellu mobiililaitteisiin
- Sivujen on oltava hyvät ja houkuttelevat: suuri työ tehdä ja ylläpitää

- Sivuille tarvitaan selityksiä sisällöstä ja tapahtumista
- Kokemuksien mukaan pelkät mainosrahat eivät riitä toiminnan ylläpitoon, portaalit eivät ole kannattavaa liiketoimintaa
- Yksi mahdollisuus on kaupallinen portaalit, jolla on ”puolivirallinen” status?
- PPP-mallilla (Public Private Partnership) voisi toimia

Osaamiskeskukset, logistiikkakeskukset

Otaniemen teknologiakylä osana Uudenmaan osaamiskeskusta on valmistellut kansallisen RFID-foorumien perustamista. Osaamiskeskus auttaa kaupallistamaan teknologiaohjelmien tuloksia ja tukee uuden erikoistuneen liiketoiminnan syntymistä. RFID-suunnitelma sisältää mm. portaalin ja teemoittaisia työryhmiä. Ryhmien ajatuksena on hajauttaa vastuuta portaalin eri osaamisalueista.

Useita logistiikkakeskuksia on toiminnassa tai vireillä. Logistiikkakeskuksilla on erilaisia toimintamalleja ja toimintatapoja; yhteinen tila (rakennus), alue tai virtuaalinen toimintatapa. Keskuksilla on joukko toimijoita ja sidosryhmiä, mikä mahdollistaa tehokkaan tiedon levittämisen. Vahvuutena on paikallisuus ja alueellinen kattavuus.

Suuret toimijat

RFID-toimialalla on toistaiseksi vain muutamia valmistajia maailmanlaajuisesti. Nämä yritykset ovat keskeisessä asemassa järjestelmien kehittämisessä. Lisäksi on erilaisia järjestötasoisia toimijoita kuten TT, YTL yms. järjestöt.

ID-center /tutkimuslaitos

Yksi toimintamalli on keskittää alan kehittäminen ja seuranta erityiseen tutkimusyksikköön:

- Tavoitteena kehittää visiota, teknologioita, standardeja jne.
- Jäsenten rahoittama
- Malleja Auto-ID Center MIT:n yhteydessä, Cambridge

Muita mahdollisia työkaluja ovat sähköpostijakelut, tutkimusohjelmat, erilaiset e-hankkeet kuten eTampere tai Oulun alueen Pro Telio, koulutus, projektit ja messut.

Taulukko 3 esittää edellä kerrotut menetelmät ja työkalut vastuutahon, toiminnan aktiivisuuden sekä mahdollisten rahoituslähteiden mukaan.

Taulukko 3. Vaihtoehtoisia tapoja seuranta-alan kehityksen seuraamisen toteuttamiseksi.

Toimija	Toimintatapa	Aika, frekvenssi	Kattavuus	Rahoitustapa
ELO-, VALO- ja FITS -ohjelmat	Seminaarit ja workshopit. Ohjelmille tarjotaan vuoden 2003 vuosiseminaarin järjestelyä ja optioita 2 seuraavaan vuoteen. Tavoitteena ei-kaupallinen tapahtuma (vrt. LOGY)	Vuosi-seminaari	Avoin / kutsutut	Ko. ohjelma
ITS Finland	Seminaari, Internet, newsletterit	Säännöllinen	Avoin	Jäsenet, julkinen sektori
LOGY / ECL	Ajankohtaispäivä	1-2 krt/vuosi	Avoin	Osallistumismaksut
Artikkelit, tiedotteet	Kirjoittaminen säännöllisesti ammattilehtiin	Säännöllinen	Lehtien lukijakunta	Kirjoituspalkkio, oma rahoitus
Nimetty vastuullinen taho	Internet	Säännöllinen päivitys (esim. 2 krt/kk)	Globaali (kieli?)	Mainostus, rahoitusta voisi tulla mainostajilta esim. suomalainen RFID-teollisuus
Logistiikka-keskukset, osaamiskeskukset	Uudenmaan Osaamiskeskuksen/ Otanien Teknologiakylän portaali, teemapäivät	Säännöllinen	Koko RFID alue	Oma rahoitus, yritykset, julkinen sektori
Suuret toimijat	Tiedotteet, uutisointi eri medioissa, demot	Jatkuva	Potentiaalinen asiakaskunta, kutsutut	Oma rahoitus
ID Center	Tiedotteet, uutiset	Säännöllinen	Jäsenet ja potentiaalinen asiakaskunta	Jäsenmaksu

5.2.2 Suositus käytettävästä työkalusta tai menetelmästä

Sidosryhmähaastattelujen perusteella alan kehitystä tulee seurata sen kaikilla osa-alueilla. Teknologisen kehityksen lisäksi seuranta tulee ulottaa käytössä tai kehittämissä olevien järjestelmien ja niistä saatavien kokemusten kirjaamiseen ja analysointiin. Mainittu tehtävä edellyttää seurannan toteuttajilta laajaa kokemusta ja aihealueeseen liittyvää tietotaitoa, jotka yhdessä mahdollistavat havaintojen tulokinnan kotimaisten toimijoiden tarpeista lähtien.

Oleennaista on, että analysoitu tieto leviää mahdollisimman laajasti alan toimijoille, palvelujen tuottajille, ohjelmistotaloille ja viranomaisille. Tiedonlevitys tulee suunnata ainakin yritysjohdolle ja muille päättäjille. Seurannan tulosten välittäminen kotimaisille alan toimijoille voidaan toteuttaa useilla tavoilla kysynnän mukaan. Seuraavassa on listattu TASKU-työryhmän suositus vaihtoehtoisiksi toimintatavoiksi kehityksen seuraamiselle:

- Kaupallinen koulutus- ja teemapäivä, jonka järjestäjänä esimerkiksi LOGY/ECL. Liiketaloudellisin perustein tapahtuva tiedonjakaminen on kannatettavaa, jos kiinnostus aiheeseen on riittävää kohderyhmän keskuudessa.
- ITS Finlandin tavoitteisiin tulisi kirjata vastuu aihepiirin seuraamisesta ja tiedottamisesta kotimaisten toimijoiden tarpeita ajatellen. Vaihtoehtoisia tapoja ovat esimerkiksi seminaarit, Internet ja lehtiartikkelien kirjoitus.
- Julkis- ja mainosrahoitteinen Internet-sivusto sisältäen uutisia, referenssejä ja linkkejä. Sivustojen ylläpito ei kaupallisista mainoksista huolimatta ole useinkaan kannattavaa liiketoimintaa, joten toiminta vaatii tuekseen julkista rahoitusta esimerkiksi Tekesin tai LVM:n tutkimusohjelmista.

6 Yhteenveto

Tarve

Logistiikka on yritysten ja toimitusverkkojen keskeinen kilpailutekijä. Globalisoitumisesta, Euroopan integraatiosta sekä tietoteknisten järjestelmien kehitymisestä johtuen sähköisen tiedonsiirron, tietojärjestelmien ja -verkkojen sekä materiaalin tunnistus- ja seurantateknologian tehokas soveltaminen ovat keskeisessä asemassa logistiikan kehitystyössä.

Kuljetusten seurantajärjestelmien käyttäjät pitävät tärkeimpänä aikataulutietoa eli tietoa siitä milloin kuljetus on perillä. Ainakin toistaiseksi kuljetuksen reaaliaikaisella paikkatiedolla on aikataulutietoa pienempi merkitys. Järjestelmien kehityksessä paikkatiedon lisäksi pyritään keräämään monipuolisempaa tietoa kuljetusoloista. Seurantajärjestelmän avulla pyritään parantamaan palvelua, luomaan lisäarvoa asiakkaalle sekä tehostamaan yrityksen omaa toimintaa. Tiedonsiirtoon ja välitykseen käytetään sekä tietoverkkoja että matkapuhelinverkkoja. Joissain projekteissa satelliittipaikannuksen yhteydessä on hyödynnetty myös satelliittien mahdollistamaa kommunikaatiota. Internetin etuna pidetään tiedon helppoa saatavuutta sekä asiakkaiden että oman organisaation käyttöön. Matkapuhelinverkon etuna on laaja olemassa oleva infrastruktuuri sekä laitekanta.

Sidosryhmähaastattelujen perusteella kolli-tason tavaranseuranta on nykyisin vähäistä ja se toteutetaan lähinnä manuaalisesti. Vain suurimmilla logistiikkatoimijoilla on käytössään kehittyneempiä, mutta toisaalta usein asiakaskohtaisia järjestelmiä. Tarpeet ketjujen toiminnan tehostamiseksi edellyttävät kuitenkin laajempien, useita osapuolia ja tavararyhmiä käsittävien järjestelmien kehittämistä. Käsitteet seurantajärjestelmän laajuudesta ja sisällöstä kuitenkin vaihtelevat. Laajimmassa muodossaan järjestelmä kattaisi koko ketjun ja kaikki tai lähes kaikki tavararyhmät ja ketjun toimijat. Seurantajärjestelmän pitäisi sisältää kolloidien ID-tiedon lisäksi myös tavaroiden ominaisuustietoja ja ketjun toimintaa ohjaavaa tietoa. Näistä ainoastaan ID-tieto voisi siirtyä tavarana mukana – muut tiedot tulisi sijoittaa taustajärjestelmään.

Suurimmat esteet edellä kuvatun kaltaisen seurantajärjestelmän kehittymiselle liittyvät standardien hajanaisuuteen ja toimintamallien puutteeseen. Myös alan nopea tekninen kehitys lisää epävarmuutta järjestelmien käyttöönotolle. Tästä huolimatta järjestelmien kehittäminen tulisi käynnistää.

Teknologia

Tärkeimmät ja yleisimmin käytetyt seuranta- ja tunnistustekniikat ovat viivakoodi ja RFID (Radio Frequency Identification). Viivakoodi on yleisin menetelmänä, mutta RFID on yleistymässä. Sen etuja ovat tagien luku/kirjoitusmahdollisuus sekä se, että järjestelmä kestää hyvin ympäristötekijöiden muutoksia ja jopa tagien vaurioita. RFID soveltuu viivakoodia paremmin automatisoituun tunnistamiseen, koska tunnistusetaisyys on pidempi, näköyhteyttä ei tarvita ja kohde voi olla liikkeessä.

Pitkän lukuetaisyyden omaavaa, halpaa saattomuistia ei ole vielä saatavilla. Lisäksi standardien puute on haitannut RFID:n käyttöönottoa erityisesti kuljetusketjuissa. Jos toimintatapoja voidaan muuttaa siten, että alle metrin lukuetaisyys on mahdollinen, voidaan käyttää induktiivisia järjestelmiä (lattiaan upotettavia lukijoita tai katosta riippuvia lukijoita; kollit ovat joko kuljettimella tai ne viedään kapean oven läpi).

Suljetuissa järjestelmissä, joissa korkeampi tagien hinta on mahdollinen, voidaan käyttää aktiivisia saattomuisteja. Riippuen ympäristöstä, RTLS-järjestelmä (Real Time Locating Systems) voi olla RFID:tä parempi vaihtoehto: RTLS-järjestelmässä kolleja ei tunnisteta lukijoilla vaan paikallisen antenniverkon avulla.

Euroopassa on tiukemmat taajuus- ja tehorajoitukset kuin USA:ssa. UHF -taajuusalueella saadaan sallitulla teholla nykyisillä tuotteilla vain alle metrin lukuetaisyys, kun taas USA:ssa saadaan 3–4 metriä lukuetaisyyttä. Ensimmäiset käytännön sovellukset ovat siksi odotettavissa USA:sta.

EAN.UCC ja RFID-teollisuus pyrkivät nostamaan sallittua tehorajaa UHF-alueella. Ensimmäinen yritys ei kuitenkaan onnistunut, ja tällä taajuusalueella on kova kilpailu muiden sovellusten kanssa. Kuitenkin passiivisia UHF tuotteita, jotka tarjoavat pidempää lukuetaisyyttä nykyisten määräysten puitteissa, on tulossa markkinoille. Tulevaisuudessa myös litteitä ja halpoja paristoja voi tulla markkinoille. Nämä mahdollistavat kertakäyttöiset aktiivitagit ja pidemmät lukuetaisyydet.

Kierrettävät laatikot ja rullakot kuuluvat passiivisten pitkä-kantaman RFID-tunnistusjärjestelmien ensimmäisiin kiinnostuksen kohteisiin. Amerikassa poolifirmat tarjoavat jo nyt laatikoita ja kuormalavoja joihin saattomuisti on sulautettu. Näiden avulla ne tarjoavat lisäarvoa asiakkailleen.

Tulevaisuudessa tavoite on tuoda RFID-saattomuisti kaikkiin kulutustuotteisiin (kuten viivakoodi nykyisin). MIT:n Auto-ID centren visio on "Internet of Things" eli kaikissa esineissä on upotettuna Internet-osoite ja esineet pystyvät yhteisen kielen myötä keskustelemaan keskenään. Tämä vaatii erittäin halpaa saattomuistia. Nykyisin saattomuistin hinta on vielä noin 30 senttiä, mutta 5 vuoden päästä hinta pyritään saamaan alle 5 sentin.

Standardointi

Seuranta- ja tunnistusjärjestelmien yleistymisen ja kehityksen merkittävimpiä esteitä ovat koko kuljetusketjun kattavien järjestelmien puuttuminen, järjestelmästä aiheutuvat kustannukset sekä standardien puuttuminen. Järjestelmän kustannuksen ja sen avulla saavutettavan hyödyn merkitys on kasvanut kilpailun kiristyttyä ja kuljetuskustannusten noustua.

Arviot järjestelmän ja tagien kustannuksista vaihtelevat melko paljon. Tagien hintatavoitteeksi on esitetty viittä senttiä, jonka saavuttamiseen toiset uskovat ja toiset eivät. Liike-elämän konsortiot (GCI, the Global Commerce Initiative) ja suuret kansainväliset organisaatiot (EAN.UCC) ponnistelevat saadakseen standardointia eteenpäin, jotta tulevana vuosina markkinoille saataisiin liike-elämän tarpeita vastaavia tuotteita. Nämä standardit näyttävät saavan laajaa kannatusta.

EAN.UCC:n GTAG -aloite (Global Tag) ja ohjelmat kuten UK:n Home Office Chipping of Goods -aloite ovat antaneet RFID-teollisuudelle uutta potkua ja stimuloineet kilpailijoita tekemään yhteistyötä, jotta ne saisivat käyttöönsä globaalin standardin ja yhteentoimivat järjestelmät.

Tieto

Tietosisällöstä on olemassa erilaisia näkemyksiä. Yksinkertaisimmassa ratkaisussa välitetään vain luku/kooditieto, jolloin tagiin tarvitaan vain kohteen yksilöivä tunnistekoodi. Osa logistiikan toimijoista haluaa tagiin lisäksi käyttäjäkohtaista muistikapasitettia jota voidaan lukea ja kirjoittaa tarpeen mukaan. Toisessa ääripäässä järjestelmältä vaaditaan monipuolista tietoa mm. ympäristöoloista, jolloin tagin tietosisältöä on laajennettava ja siihen on liitettävä erilaisia tietoja kerääviä laitteita. Saattomuistiin tallennettavan tiedon määrä vaikuttaa lukuun tarvittavaan aikaan. Minimitiedoilla saadaan paras lukunopeus.

Seuranta- ja tunnistusjärjestelmien tietoturvaratkaisujen avulla pyritään välttämään tiedon väärinkäyttö. Todennäköisimpinä uhkina pidetään kuljetukseen kohdistuvaa varkautta tai vahingoittamista sekä tiedon käyttöä kuljettaja- tai asiakas-

yrityksen liiketoimintaprosessien selvittämiseen. Tietoturvan parantamiseen käytetään salaamenetelmiä seurantajärjestelmissä (tageissa ja lukijoissa) sekä käyttäjien käyttöoikeuksien rajaamista salasanojen avulla.

Kustannukset

RFID–tekniikan avulla voidaan säästää aikaa ja kustannuksia sekä vähentää riskejä ja parantaa luotettavuutta. USPS (United States Postal Service) on esimerkiksi saavuttanut säästöjä lajittelukeskuksiin tulevien kollien skannaamisessa, koska RFID–tekniikkaa käytettäessä kolleihin ei tarvita suoraa näköyhteyttä ja manuaalista työtä vaativaa kollin asemointia on näin voitu vähentää.

Useiden osapuolten toimintaan liittyvien seurantajärjestelmien investointien yhteydessä kustannusten jakoa ei yleensä ole kerrottu julkisuuteen. Voidaan kuitenkin olettaa, että kukin toimija vastaa kustannuksista siltä osin, kuin ne liittyvät suoranaisesti heidän omaan infrastruktuuriinsa ja kalustoonsa (tuotantolaitokset, ajoneuvot). Saatavat hyödyt ja aiheutuneet kustannukset eivät kuitenkaan välttämättä kohdistu ketjun samoille osapuolille.

Vaatimukset ja jatkotoimenpiteet

Kollin mukana siirrettäviä tietoja tulee voida lukea useammalla kuin yhdellä tekniikalla. Ratkaisu voi olla viivakoodin, RF–tagin ja tekstinä esitettävän tiedon yhdistelmä. Järjestelmän tietosisällöt, tietosuojaan ja turvallisuuteen liittyvät asiat tulee ratkaista osapuolten tarkemmin määriteltävien tarpeiden perusteella. Seurantajärjestelmän käyttöönoton käynnistäjiä ovat todennäköisesti ketjujen suuret toimijat.

RFID–tekniologia on jo nykyisellään kohtuullisen pitkälle kehittyntä. Tavarank seurantaan kohdistuvat pilottihankkeet ovat kuitenkin osoittaneet, että tämäkään tekniologia ei ole vielä täysin valmis laajamittaisiin käytännön sovelluksiin, joissa korostuvat luotettavuusvaatimukset, virheetön tiedonsiirto ja riittävä lukuetaisyys. Kysymys on niin RF–tagien kuin niiden lukijalaitteidenkin toiminnasta ja yhteensopivuudesta. Em. alueilla toimivien yritysten tulisikin jatkaa tuotteidensa kehitystä kohti toimivampia käytännön ratkaisuja. Myös Suomessa on näiden alojen osaamista ja mahdollisuuksiin taloudellisestikin kannattavista vientinäköymistä tulisi suhtautua positiivisesti.

Suositus seurantajärjestelmien toteuttamiselle

Eräs keskeinen kysymys tällä hetkellä on, miten yritysten kannattaa tästä eteenpäin edetä seurantajärjestelmien kehittämistyössään. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kaikkien toimialojen hyväksymää yhteistä kansallista näkemystä seurantajärjestelmän määritelmäksi ei ole todennäköisesti saavutettavissa. Yksinkertaisena selityksenä on toimialojen huomattavastikin toisistaan poikkeavat tekniset yms. tarpeet ja vaatimukset toimitusketjujen eri vaiheissa. Suosituksena yrityksille esitetään toimialakohtaisten (tai muutamien toimialojen yhteisten) globaalien aloitteiden, standardien ja ratkaisujen seuraamista ja näiden mukaisten järjestelmien käyttöönottoa. Esimerkiksi päivittäistavarakaupan kannalta GTAG-aloite vaikuttaa mielenkiintoiselta ja mahdolliselta ratkaisulta.

Suositus kehityksen seuraamiseksi

Seurantajärjestelmien kehittämisestä on tarjolla paljon tietoa eri medioissa. Yksittäisen toimijan on kuitenkin hankalaa löytää hallitusti luotettavaa tietoa itseään kiinnostavasta aiheesta, koska ala kehittyy erittäin nopeassa tahdissa. Lisäksi eri toimijoiden tiedotteista, raporteista ja muusta tarjonnasta on vaikea saada testattua ja luotettavaa tietoa.

Internetistä löytyvät seurantajärjestelmien toteutukseen liittyvät tiedot ovat pääasiassa projektien yleiskuvauksia, joissa ei kuvata projektin kulkua kovin tarkasti. Seurantajärjestelmien ja näihin liittyvien projektien hallintaan, organisointiin, rajapintoihin, tietoturvaan, maksajiin jne. liittyvää tietoa on siten vaikea kerätä pelkästään Internet-lähteiden avulla ja sen vuoksi raportin tavoitteeksi asetettu toimintatapojen selvittäminen ei onnistunut täysin toivotulla tavalla. Toimintatapojen selvittämiseksi tulisi luultavasti olla yhteydessä suoraan seurantajärjestelmien toteuttajiin ja käyttäjiin. Internet-lähteistä löytyi kuitenkin useita erilaisia projekti- ja tuotekuvauksia, jotka tarjoavat tietoa käytetyistä tekniikoista ja seurannan tavoitteista. Tämän lisäksi projektikuvausten ja artikkelien avulla pystyttiin selvittämään seurantajärjestelmille asetettavia tavoitteita ja vaatimuksia sekä kehitysnäkymiä.

Sidosryhmähaastattelujen perusteella alan kehitystä tulee seurata sen kaikilla osaluilla. Teknologisen kehityksen lisäksi seuranta tulee ulottaa käytössä tai kehiteillä olevien järjestelmien ja niistä saatavien kokemusten kirjaamiseen ja analysointiin. Mainittu tehtävä edellyttää seurannan toteuttajilta laajaa kokemusta ja aihealueeseen liittyvää tietotaitoa, jotka yhdessä mahdollistavat havaintojen tulkinnan kotimaisten toimijoiden tarpeista lähtien.

Tämän hankkeen yhtenä tavoitteena oli miettiä ratkaisua kehityksen seuraamiseksi ja antaa suositus siihen soveltuvasta työkalusta tai menetelmästä. Vaihtoehtoisia toimintatapoja ovat:

- Vuosittaiset ajankohtaispäivät, potentiaalinen järjestäjä Logy / ECL
- Pysyvä seurantavastuu allokoituna sopivalle organisaatiolle. Potentiaalisimmat ovat valmisteluvaiheessa oleva ITS Finland ja Uudenmaan osaamiskeskus (seurantavastuu, portaali, lehtiartikkelit, muu tiedotus, kansainvälinen vaikuttaminen)
- Julkis- ja mainosrahoitteinen Internet-sivusto sisältäen uutisia, referenssejä ja linkkejä. Julkinen rahoitus tutkimusohjelmasta, joka keskittyy RFID:n eri osa-alueisiin (teknologioiden kehitys, Tekes, logistiikkasovellukset, LVM)

7 Lähdeluettelo

- [1] A Business Case – Revised as submitted with NPs, ISO TC 122 (Packaging) and ISO TC 104 (Freight Containers) Joint Working Group – Supply Chain Applications for Radio Frequency Identification
- [2] Adams C., Hartley R., The Chipping of Goods Initiative – Property Crime Reduction through the use of electronic tagging systems - A Strategic Plan, Home Office, Police Scientific Development Branch, 23/00, 2000
- [3] Adams C., Hartley R., The Chipping of Goods Initiative - Property Crime Reduction through the use of electronic tagging systems - An Interim Review, Home Office, Police Scientific Development Branch, 13/01, 2001
- [4] Albright B., New technology reads "hidden" bar codes, Frontline Newswire, 11.9.2002
- [5] Allied Business Intelligence Inc. 2002. RFID white paper. [viitattu: 4.7.2002] <http://www.alliedworld.com/pdfs/RFID02WP.pdf>
- [6] Ashton, Kevin. 2002. Haastattelu RFID Journal. [viitattu: 5.7.2002] http://www.rfidjournal.com/news/autoidcenter/ashton_interview.html
- [7] Brock D.L., The Electronic Product Code (ePC), A Naming Scheme for Physical Objects, MIT Auto-ID Center, January 2001
- [8] Calderbank, Philip (haastattelu). 2002. RFID Journal. [viitattu: 5.7.2002] <http://www.rfidjournal.com/news/june02/spectra62402.html>
- [9] EAN.UCC Global Tag GTAG™ Technical Specification, Draft, V0.2 for Industry Reference, August 2002, UCC and EAN
- [10] Electronic Sealing of Freight Containers, A white paper from All Set Tracking, Stockholm, September 2002
- [11] Holmström, Jan, Kämäräinen, Vesa, Winquist Christoffer. Wireless identification revolutionizes the supply chain?. ECOMLOG projektin julkaisuja. [viitattu 5.6.2002] <http://www.tai.hut.fi/ecomlog/publications/wireless.html>
- [12] Information Technology — Radio Frequency Identification (RFID) for Item Management — Part 6: Parameters for Air Interface Communications at 860-930 MHz, ISO/IEC CD 18000-6, ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4, 2002-04-15
- [13] Intelligent Tagging, White Paper by the GCI Working Group on Intelligent Tagging, April 2002
- [14] Intermec Poised to take the Fast Lane in RFID and Parts Marking Technology for the Automotive Industry, www.intermec.com

- [15] ISO/TC 122/WG 7 N 036, Convenor's Report of the 5 June 2002 Meeting of the ISO TC 122/WG 7 held at DIN, Berlin, DE
- [16] Kreller, Birgit, Hartman, Jens. The field trial scenario of an intermodal, end-to-end and real-time tracking and tracing system. ParcelCall julkaisu- ja. [viitattu: 14.6.2002] <http://www.parcelcall.com/publications/its.pdf>
- [17] Kreller, P., Pils, C., Wallbaum, M. 2001. The ParcelCall Security Ap- proach: A Security Concept for Multi-Carrier Real-Time Tracking and Tracing, ParcelCall projektin julkaisut. [viitattu: 18.7.2002] <http://www.parcelcall.com/publications/ist2001-security.pdf>
- [18] Kämäräinen, Vesa. 2000. TAG 2000. ECOMLOG projektin julkaisu- ja. [viitattu: 10.6.2002] <http://www.tai.hut.fi/ecomlog/texts/tag2000.html>
- [19] Mayfield, Kendra. 2002. Radio ID Tags: Beyond Bar Codes. [viitattu: 5.7.2002] <http://www.wired.com/news/print/0,1294,52343,00.html>
- [20] Quinn P., Cheap RFID Chips: Tiny Foot Soldiers in the Supply Chain Re- volution, Supply Chain Systems, July/August 2002
- [21] RFID Market: Interest Rises, Sales Fall, RFID Journal, 9.10.2002
- [22] RFID's key role in "the next 50 years of computing", Frontline Solutions, June 2002, p. 20
- [23] Schramm F., Direct Part Marking Spray-on circuits, Automotive Industry Action Group, Detroit, 23.4.2002
- [24] Semiloff, Marge. 2001. Bar Codes in a Chip. Internetweek.com [viitattu: 13.6.2002] <http://www.internetweek.com/newslead01/lead111901.htm>
- [25] Sereiko, Paul, Werb, Jay. 2002. Small-scale RFID systems can achieve big benefits. Frontline Solutions. [viitattu: 20.6.2002] <http://www.frontlinetoday.com/frontline/article/articleDetail.jsp?id=18178>
- [26] SITS Final Report. 2002 [viitattu 11.7.2002] www.phys.uu.nl/~durr/sits/SITSDeliv5part2.pdf
- [27] Startup Offers New RFID Encryption Scheme. 2002. RFID Journal. [vii- tattu: 5.7.2002] <http://www.rfidjournal.com/news/march02/ntru.html>
- [28] The GCI Intelligent Tagging Model, An examination of product and supply chain opportunities, GCI Intelligent Tagging Working Group, 2001
- [29] OpenID. 2002. SysOpen. [viitattu: 8.8.2002] http://www.sysopen.fi/default.asp?m=2&cnt_id=92
- [30] Kanerva, Kari, Purola Jukka. 2001. Logistiikkaselvitys 2001. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu- ja 52/2001, Liikenne- ja viestintäministeriö. 190 s.
- [31] Kummala, Juuso, Luoma, Juha. 2002. Ajoneuvoissa käytettävien tieto ja viestintäjärjestelmien sääntely turvallisuuden kannalta. FITS-julkaisu- ja 1/2002, Liikenne- ja viestintäministeriö. 69 s.

- [32] Alexander K, Gilliam T, Gramling K, Kindy M, Moogamine D, Schultz M, Woods M, Focus on the Supply Chain: Applying Auto-ID within the Distribution Center, MIT Auto-ID Center, PWC-AUTOID-BC-002, June 1, 2002
- [33] Gillette to Purchase 500 million ePC Tags, RFID Journal, 15.11.2002
- [34] Asset tracking technology gets real. WorldCargo News, May 2002. s. 55-57
- [35] Laakso Juha. Tavarakuljetusten tietojärjestelmien käyttäjälähtöinen suunnittelu, lisenssiaatintutkimus. 2000.
- [36] Open for Smart Business, Rafsec-esite
- [37] Auto-ID Center: Auto-ID Center.
<http://www.autoidcenter.org/applications.asp>]
- [38] Asiaa Älytarroista. Viivakoodi Oy, Viivasuora 2002
- [39] Laakso, Juha, Varjola, Mika, Kanerva, Olli. 2001. Sähköisen tiedonsiirron kehittäminen vaarallisten aineiden kuljetuksissa. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 34/2001, Liikenne- ja viestintäministeriö. 87 s.
- [40] Tampereen teknillinen korkeakoulu. 2002. TRACKING –projektin loppuraportti. Kuitumateriaalinlaitos. http://www.valo-ohjelma.fi/Loppurap_Tracking.doc

Liitteillä B ja C on omat lähdeluettelonsa.

Haastattelut ja henkilökohtaiset tiedonannot:

Juhani Salonen, UPM-Kymmene
 Sauli Harju, Inex Partners Oy
 Erkki Muilu, Atria Oyj
 Pertti Pietikäinen, Tavaralinjat ry
 Mikko Melasniemi, Teollisuus ja työnantajat
 Jari Salo, Tietotekniikan kehittämiskeskus (TIEKE)
 Lassi Hilska, Liikenne- ja viestintäministeriö

Tunnistustekniikkaan liittyviä Internet-linkkejä: [viitattu 29.11.2002]

Aikakausilehdet ja uutiset

AIM Global:n kuukausittainen RFID Newsletter:

<http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/>

Supply Chain Systems Magazine: <http://www.idsystems.com/>

Frontline Solutions: <http://www.frontlinetoday.com> (+ viikottainen tiedote)

Frontline Solutions Europe: <http://www.flseurope.com/fse/>

Global id Magazine: <http://www.global-id-magazine.com/>

RFID Journal: <http://www.rfidjournal.com/> (+viikottainen tiedote)

MIT Auto-ID Center Montly Report: <http://www.autoidcenter.org/news.asp>

RFID-markkinoiden yrityksiä ja tuotteita

AIM Global Member Database: <http://www.aimi.org/buyersguide/default.asp>

Frontline Solutions' RFID Source Book:

<http://www.frontlinemagazine.com/rfidonline/>

Supply Chain Systems Magazine Online Buyer's Guide:

<http://www.idsystems.com/Buyers-Guide/index.htm>

RFID Journal's RFID Vendors:

<http://www.rfidjournal.com/Resources/Vendors/vendorsmain.html>

Standardointi

RFID Standardien linkit:

<http://www.aimglobal.org/standards/rfidstds/RFIDStandard.htm>

Standardointi ja työryhmien dokumentit: <http://www.autoid.org>

RFID Standardien nykytilanteen yhteenveto:

http://www.autoid.org/standards/project_summary.htm

GTAG™ Global Tag: <http://www.ean-ucc.org/gtag.htm>

Global Commerce Initiative (Intelligent Tagging):

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

Liite A. Haastattelurunko

Sidosryhmähaastattelut, aihealueet

Seurantajärjestelmille ja tekniikoille asetettavien tavoitteiden täsmentäminen

Seurantasovellusten tarve

- nykytila
- kehittämistarpeet
- seurannan hyödyt
- esteet

Seurannan sisältö

- mitä tavararyhmiä pitäisi seurata
- seurannan kattavuus
- seurannan ulottuvuudet ja rajaukset
- tietosisällöt
- reaaliaikaisuusvaatimukset
- ajoneuvon ja käsittely-yksikön IDn kytkennän tarve
- käsittely-yksikön ja sen sisällön kytkennän tarve
- millä asteilla seuranta voi vaikuttaa toimintaprosesseihin - jotka eivät suoranaisesti liity tunnistukseen

Seurantajärjestelmien tekniset vaatimukset

- käyttöympäristö / liityntä taustajärjestelmään,...
- lukuetaisyys
- yhteentoimivuus (riittääkö suljettu järjestelmä jossa on yhden valmistajan laitteet)

Järjestelmien kustannukset

- kuka maksaa, kustannusten jako,..
- mitä saa maksaa ?

Tietoturva-asiat

- kuka saa seurata, tietojen luovutus,...

Seurantajärjestelmien käyttöönotto

- käynnistäjät, vastuutahot, organisointi, aikataulu

Muut tavoitteet

Liite B. RFID-teknologia

B.1. RFID-JÄRJESTELMIEN OMINAISUUDET

B.1.1 Aktiiviset ja passiiviset saattomuistit

Passiivinen saattomuisti saa energiansa lukulaitteen viestistä. Passiiviset saattomuistit ovat aktiivisia saattomuisteja pienempiä, kevyempiä sekä halvempia ja niillä on rajaton käyttöaika.

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. Esimerkiksi Power Paper on kehittänyt litteän taipuvan pariston [95] ja Cymbet Corp on kehittänyt litteän litium-ionikennon, joka maksaisi vain noin 10-30 senttiä ja jonka RFID-lukija voi ladata uudelleen [72]. Aktiivinen saattomuisti voi olla heijastava tai sisältää oman lähettimen.

Heijastavat saattomuistit käyttävät lukulaitteen lähettämää energiaa palauttamaan viestin lukulaitteeseen. Paristo virittää virtapiiristön ja muistin. Heijastavilla saattomuisteilla on kyky vastata eri taajuuksiin, joita lukulaite käyttää ilman suunnittelumuutoksia.

Lähetysaattomuisti on aktiivinen saattomuisti, jossa on oma lähetin. Lähetin voi lähettää viestin tasaisin väliajoin tai lukulaitteen lähettämän viestin vastaanoton jälkeen. Lähetysaattomuistilla on heijastavia saattomuisteja pidempi lukuetaisyys. Lähetysaattomuistit voivat käyttää eri taajuuksia vastaanottamaan ja lähettämään viestejä ja näin yhdistää pien- ja suurtaajuusjärjestelmien etuja. Pariston elinikä riippuu lukutoimintojen määrästä ja ajanjakson pituudesta, jolloin saattomuisti on lukukentässä.

"Dual-range active" yhdistää molempien ominaisuuksia: majakka (beacon) voi aktivoida tai deaktivoida saattomuistin lähettimen (esimerkiksi toiminta-alueen porteilla). Mahdollisesti tämä majakka pystyy myös lukemaan tai kirjoittamaan saattomuistia. Jos lähetin on aktivoitu, saattomuisti lähettää signaalin säännöllisesti lukijoille (esimerkiksi toiminta-alueen sisällä) [48].

B.1.2 Read-Only ja Read-Write saattomuistit

Saattomuisti voi olla tyypiltään read-only (luku), one time programmable (ohjelmoitava) tai read-write (luku-kirjoitus):

Read-only (R/O) saattomuisteilla on yksilöllinen muuttamaton koodi, joka on ohjelmoitu saattomuistiin jo tuotantovaiheessa. Täten koodi on paremmin suojattu. R/O saattomuistit ovat muita halvempia.

Write-Once Read Many (WORM) saattomuistit voidaan ohjelmoida erillisen laitteen avulla. Yleisesti ohjelmointi on kontaktillinen. RFID-lukukentässä tietoa ei voida muuttaa.

Read-write (R/W) saattomuistiin voidaan kirjoittaa ilman kontaktia RFID-lukukentässä. R/W saattomuistit ovat yleisesti kalliimpia. Kirjoitusetäisyys on lukuetaisyyttä pienempi (yleensä noin puolet lukuetaisyydestä).

Tiedon määrä saattomuistissa vaihtelee 8 bitistä 32 kilotavuun. 64-bittiseen saattomuistiin voi tallentaa noin 10 merkkiä numerotietoina.

B.1.3 "Anti-Collision Protocols" (Monilukuprotokolla)

Monet RFID-järjestelmät voivat lukea vain yhden saattomuistin kerrallaan. Useamman saattomuistin ollessa lukukentässä vain vahvin luetaan - tai ei yhtään (interferenssien vuoksi). Viime vuosina monilukuprotokollia (**anti-collision** tai "multi-read") on kehitetty ja jotkut järjestelmät pystyvät tunnistamaan yli 100 saattomuistia kerrallaan.

B.1.4 RFID-taajuuksia

RFID-järjestelmät voidaan luokitella käytettävän taajuuden perusteella. Pien- ja välitaajuiset järjestelmät käyttävät magneettista kytkentää; suurtaajuiset järjestelmät käyttävät sähkökenttään perustavaa kytkentää.

B.1.4.1 Induktiivinen

B.1.4.1.1 Induktiivinen, 125-134.2 kHz

Pientaajuisien järjestelmien eniten käytetty taajuus on **125 kHz**. Lukuetaisyys on yleisesti alle yhden metrin ja tiedonsiirtonopeus on alhainen. Pientaajuisia järjestelmiä käytetään sovelluksiin, jotka vaativat lyhyempiä lukuetaisyyksiä ja pie-

nempää kustannuksia, kuten henkilöiden kulunvalvonta, eläintunnistus ja varastonvalvonta.

B.1.4.1.2 Induktiivinen, Älytarra 13,56 MHz

Välitaajuiset järjestelmät käyttävät **13.56 MHz:n** taajuutta. Esimerkkinä ovat älytarrat (esimerkiksi Philips I-Code, Tiris Tag-it). Älytarra voi yhdistää viivakoodin ja RFID:n.

IATA (International Air Transport Organisation) on hyväksynyt 13,56 MHz älytarrat matkalaukkutunnistamiseen lentokentillä.

Älytarrojen enimmäislukuetäisyys käsilukulaitteella on noin 60 cm, porttilukijoilla pääsee noin 150 cm asti. Lisäksi on kehitetty porttilukijoita, jotka pystyvät tunnistamaan kokonaisen pallelin yhdellä kertaa (*Kuva 1*).



Kuva 1: Omron palletilukija (www.omron.com)

Tämä taajuusalue on tällä hetkellä parhaiten standardisoitu (ISO 15693). Valmistajat tuovat markkinoille tätä standardia tukevia tuotteita, joten eri valmistajien laitteista voidaan rakentaa yhteentoimivia järjestelmiä. ISO 15963 määrää kuitenkin vain 2 pakollista kommenttia ja valmistajat voivat määrätä muiden kommenttien rakenteen itse niin, että eri valmistajien saattomuistit eivät aina ole täysin yhteentoimivia [61]. ISO 15693:n yhteensopivan lukijan tiedonsiirtonopeus on maksimissaan 26 kbps, mikä ei ole aina riittävä esimerkiksi matkalaukkutunnistuksessa ja postisovelluksissa. Valmistajista Magellan Technology on kehittänyt lukijan, jonka lukunopeus on maksimissaan 848 kbps. Magellan on vievässä tätä protokollaa standardiksi [61].

B.1.4.2 Korkeimmat taajuudet

Suurtaajuisia järjestelmiä käytetään tarvittaessa suuria lukuetäisyyksiä ja -nopeuksia, kuten elektronisessa tietullinkeruussa ja rautatiekonttien tunnistuksessa. Euroopassa käytetään seuraavia taajuuksia: **UHF** (350-500 MHz, 868-870 MHz) ja **mikroaalto** (2.45 GHz ja 5.8 GHz). Euroopassa on käytetty tähän asti eniten 2,45 GHz taajuutta. Suurtaajuiset saattomuistit vaativat suurempia tehotasoja ja ovat yleensä aktiivisia. Sallitut tehotasot ovat Euroopassa yleisesti Yhdysvaltoja pienempiä.

B.1.4.2.1 Passiivinen UHF saattomuisti/älytarra

UHF-alue (862-870 MHz) tuli vasta muutamia vuosia sitten käyttöön Euroopassa. EAN.UCC on valinnut tämän alueen GTAG-spesifikaatioita varten, mikä vauhdittaa isoimpia RFID-valmistajia kehittämään tuotteita tälle alueelle. Yhdysvalloissa käytetään **902-928 MHz:n** taajuusaluetta mutta Euroopassa kyseinen alue ei ole sallittu.

UHF-älytarra ja 2,45 GHz älytarrat käyttävät samaa teknologiaa, joten tuotteille on saatavana useimmiten sekä UHF ja 2,45 GHz vaihtoehdot.

Ensimmäinen markkinoilla oleva UHF-älytarra on **Intermec Intellitag**. Yhdysvalloissa Intermec:illa on 915 MHz:ssa toimiva saattomuisti, joka on suunniteltu erityisesti RPC:hin (Returnable Plastic Container) (Kuva 2). Tämän saattomuistin muisti on 1024 bittiä ja fyysiset mitat 83*19*8 mm. Euroopassa Intermec Intellitagia ei ole saatavana UHF-versiona, vaan tarjolla on vain 2,45 GHz-versio noin 0,6 metrin lukuetaisyudellä.



Kuva 2: Intermec 915 MHz Intellitag RPC-tag (www.intermec.com)

Euroopan Komission rahoittamassa PALOMAR-projektissa (IST-1999-10339) kehitetään passiivista saattomuistia, joka toimii UHF-alueella tai 2,45 GHz-alueella ja jonka lukuetaisyys on noin 4 metriä. Saattomuisti perustuu VTT:n kehittämään teknologiaan [73].

Philips [77] 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 [77]

Alien Technologies on kehittänyt ensimmäisen Auto-ID Centerin spesifikaation mukaisen RFID mikropiirin. Käyttämällä uutta innovatiivista Fluidic self-assembly (FSA) valmistusprosessia hinta pidetään matalana, aluksi noin 20-25 senttiä [78]. 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). **Rafsec** on yhteistyössä Alien Technologies:in kanssa. Rafsec liittää siruun antennin.

Hitachi on kehittänyt maailman pienimmän (0,4 mm * 0,4 mm) RFID-sirun, joka voidaan mahdollisesti upottaa pankkiseteleihin. Sirulla on vain R/O, ei moniluku mahdollisuutta ja enintään 25 cm lukuetaisyttä (www.hitachi.com). Käyttämällä

fraktaalitekniikkaa voidaan tuottaa antenni, joka on suuruudeltaan kolmasosa tavallisesta dipoli-antennista [45].

B.1.4.2.2 Aktiivinen UHF saattomuisti/älytarran

Useimpien suurtaajuusjärjestelmien lukuetaisyys on 4 metriä, mutta on mahdollista päästä jopa 100 metrin (Identec ILR) tai 250 m (R-IDENT) lukuetaisyysalueeseen, esimerkiksi Identec ILR. Lukukentän muoto on yleensä kapea keila. Järjestelmät käyttävät 868 MHz (esimerkiksi Identec ILR) tai 433 MHz (R-IDENT [46]).

Lukuetaisyys on riippuvainen myös saattomuistin suuntauksesta antennia kohti. Kyky lukea kuiva-aineiden läpi laskee taajuuden kasvaessa. Näköyhteys ei ole välttämätöntä, mutta suositeltavaa. Myös heijastukset voivat tuoda ongelmia. Tiedonsiirtonopeus nousee suuremmilla taajuuksilla. 4 metrin lukuetaisyysalueen pystyvät saattomuistit maksavat yleensä 15 € tai enemmän; lukulaite maksaa yleensä 2 500 € tai enemmän.

Identec ILRn saattomuistissa voi olla 32 KB muistia ja sisäänrakennettu lämpötila-anturi. Käsilukija lukee sekä viivakoodia että RFID:tä.

R-IDENT järjestelmä käyttää 433 MHz:n taajuusaluetta. Saattomuistissa on lähitin, joka lähettää jatkuvasti signaalia sisältäen koodinumeron (ID-tieto) sekä (on/off) anturitietoa, jota voidaan lukea kahdesta lähteestä (input). [46] R-IDENT järjestelmä voidaan liittää esimerkiksi GPS-pohjaiseen ajoneuvojen seurantaan sekä GSM-kommunikointiin. R-IDENT:in avulla ajoneuvon seurantatiedon ohella voidaan saada tietoa kuljetuksen sisällöstä sekä kuljetusolosuhteista tageissa olevan monitorointimahdollisuuden avulla. Tiedot voidaan välittää eteenpäin paikkatiedon yhteydessä [47].

Technopuce on tuonut markkinoille ohuella paristolla varustetun älytarran, joka maksaa noin 6 euroa. Älytarrassa on sekä induktiivinen ja UHF-saattomuisti. Tätä tuotetta käytetään mm. RATP:lla (Pariisin joukkoliikennelaitos).

Savi Technology on kehittänyt dual range -aktiivisen saattomuistin. Yhdysvaltalainen DoD (Department of Defense) käyttää tätä tuotetta tunnistamaan konttien elektronista sinettiä TAV (Total Asset Visibility)-ohjelmassa. Tuote demonstroidaan myös SST (Smart and Secure Tradelanes) aloitteessa, jonka tulisi olla toimintakunnossa vuoden 2002 lopussa seuraavissa satamassa: Seattle, Rotterdam, Singapore ja Hong Kong [56].

B.1.4.2.3 Mikroaalto-saattomuisti (2,45 GHz).

Euroopassa on käytetty tähän asti eniten **2,45** GHz-taajuutta. Valmistajia ovat mm. Tagmaster, Intermec/Amtech, Balogh, Nedap ja Baumer. Nämä laitteet testattiin ja vertailtiin VTT:llä TRACKIDEF-projektissa kuljetusyksiköiden (kuten junavaunun ja kontin) tunnistamisen yhteydessä [76].

Aktiivisia saattomuisteja käytetään eniten konttien tunnistukseen.

B.1.4.3 Monitaajuussaattomuistit ja -lukijat

Eräät valmistajat tarjoavat saattomuisteja, joilla on sekä induktiivinen että korkeataajuusantenni, esimerkiksi Technopuce (125 kHz, UHF) ja Nedap (125 kHz, 2.45 GHz). Tämä sallii käytön sekä lyhyellä (alle 1 metri) ja pidemmällä etäisyydellä (Technopuce 150 m).

Lisäksi eräät valmistajat tarjoavat lukijoita, jotka pystyvät lukemaan eri teknologioilla toimivia saattomuisteja (tai RFID ja viivakoodi). Esimerkiksi SAMsys Technologies Inc. markkinoi lukijaa, joka pystyy lukemaan eri valmistajien saattomuisteja ja on mm. GTAG:in protokollan mukainen [85]

B.1.4.4 Siruttomat saattomuistit

Kehitteillä on uusia järjestelmiä, joissa pyritään poistamaan saattomuistin siru tai antenni kokonaan. IDTechEx mukaan vuonna 2010 siruttomat saattomuistit vastaavat 30 % markkinaosuudesta ja niitä käytetään eniten seuraavissa sovelluksissa: maanalaiset putket, ruoka-/sisäänkäsyliiput, turvallinen tulostaminen ja kieräytys [54].

Siruttomissa saattomuisteissa käytetään seuraavia teknologioita:

- magneettisia materiaaleja (remote magnetics) käyttäen ohuita magneettisia kalvoja tai levyjä. Flying Null (www.flying-null.com) on kehittänyt pienen EMID-saattomuistin RPC:n tunnistusta varten, joka koostuu magneettisesta materiaalista ja joka voidaan upottaa tuotteeseen. Luku- etäisyys on kuitenkin vain 2 cm [52]. Toinen esimerkki on Inkoden 24 GHzn saattomuisti, joka koostuu metallisista kalvoista tai metalloiduista kuiduista, jotka ovat sulautettu paperiin tai alustaan.

- laminaarisia transistorittomia piirejä. Checkpoint Systems (www.checkpointsystems.com) on kehittänyt ExpressTrak:n (Kuva 3). Se on piitön älykäs saattomuisti, joka tarjoaa RFID-mahdollisuuksia alle 10 sentin hinnalla saattomuistia kohden. Nämä saattomuistit voidaan yhdistää tavallisten saattomuistien kanssa, jolloin saadaan uusia sovelluksia.
- laminaarisia transistorillisia piirejä, jotka perustuvat polymeereihin (vasta v. 2005 jälkeen).



Kuva 3: Checkpoint Systems ExpressTrak piitön saattomuisti (www.checkpointsystems.com)

B.1.5 Materiaalin vaikutus

Mitä pienempi taajuus sitä helpommin järjestelmä lukee ei-metallisten aineiden läpi. 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.

Metalli kuitenkin vaikuttaa RFID tunnistuksessa käytettävään signaaliin, jonka vuoksi RFID:n käyttö metallituotteiden tai -pakkausten yhteydessä on yleensä vaikeaa tai jopa mahdotonta. Alemmilla taajuuksilla (125kHz – 13,56MHz) metalli heikentää/vaimentaa signaalia ja korkeammilla taajuuksilla (mm. 868MHz, 915MHz ja 2.45GHz) signaalin taajuus voi muuttua metallin vaikutuksesta. Saattomuistin sirua ei voida kiinnittää suoraan metalliin, vaan tarvitaan suojakalvo tai ilmaväli saattomuistin ja metallin väliin.

MBBS ja Sokymat ovat kehittäneet 125 kHz järjestelmiä, jotka pystyvät lukemaan metallin läpi. Lukuetäisyys on yleensä korkeintaan 0,5 cm. [68] Marconi ja Global ID ovat kehittäneet ratkaisun, jossa metallissa oleva sopiva onkalo toimii antennina. Marconi käyttää tätä ratkaisua esimerkiksi oluttynnyreiden tunnistukseen UHF-tekniikalla, mutta esimerkiksi rullakosta sopivan onkalon löytäminen voi olla mahdotonta.

B.1.6 RFID-markkinoiden yritykset ja tuotteet

Automaattisen tunnistuksen ja RFID -markkinoilla toimivia yrityksiä löytyy mm. seuraavista linkeistä:

<http://www.aimi.org/buyersguide/default.asp>
<http://www.frontlinemagazine.com/rfidonline/>
<http://www.idsystems.com/Buyers-Guide/index.htm>
<http://www.rfidjournal.com/Resources/Vendors/vendorsmain.html>

B.2. STANDARDOINTI

RFID-standardointi on tähän asti edennyt hitaasti. Erilaiset tahot kuten ISO (International Standards Organization), EAN.UCC (European Article Numbering/Uniform Code Council) ja liike-elämänpohjaiset ryhmät kuten GCI (Global Commerce Initiative) ovat viime vuosina panostaneet standardien luontiin, jotta RFID-tekniikkaa voitaisiin käyttää monimutkaisissa kuljetusketjuissa. Vuoden 2002 loppupuolella eri standardeja on työn alla ja useat työryhmät standardointiorganisaatioissa tekevät aktiivisesti työtä. Kattava ja päivitettävä lista hyväksytyistä ja työn alla olevista standardeista automaattisen tunnistuksen alueelta löytyy osoitteesta: http://www.autoid.org/standards/project_summary.htm

B.2.1 RF-emissio: ETSI, Viestintävirasto

RF-emissiosäännöt vaihtelevat maanosittain. Tätä varten maapallo on jaettu 3 eri alueeseen:

- Alue 1 on Eurooppa, Venäjä, Lähi-Itä ja Afrikka
- Alue 2 on Amerikan maaosat
- Alue 3 on Asia-Pasific alue

Alueella 1 ETSI määrää käytettävissä olevat alueet ja sallitut tehot sekä muut ominaisuudet. Euroopassa sallitut tehot ovat yleensä matalampia kuin Amerikassa. Sallitut taajuudet on määrätty dokumentissa "CEPT/ERC 70-03 Recommendation 70-03, relating the use of short range devices (SRD)" [51]. Suomessa Viestintävirasto laatii radiotaajuuksien käyttösuunnitelman (www.ficora.fi), joka seuraa CEPT:n ja ETSI:n suosituksia.

UHF-alueella (868 MHz) sallittu lähetysteho Euroopassa on tällä hetkellä 500 mW (869,4-869,65 MHz, toimintasuhde alle 10%). Tällä tehotasolla nykyisten passiivisten saattomuistien lukuetaisyys on vain metrin, mikä ei riitä kuljetusketjun hallintaan. Siksi EAN pyrkii nostamaan sen 2 W asti. Tapio Penkkala (Viestintävirasto) mukaan Keski-Euroopassa on kuitenkin paljon vastustusta tehon nostoon.

Mikro-aaltoalueella (2,45 GHz) sallittu teho on nostettu 0,5 wattiin asti. Sisätiloissa 4 W on sallittu, jos varmistetaan ettei laitetta viedä ulos. Tehorajan nosto mahdollistaisi passiiviset saattomuistit tällä alueella.

Enemmän tietoa löytyy dokumentista "Määräys luvasta vapaiden radiolähetinien yhteistaajuuksista ja käytöstä" (Viestintävirasto 15S/2002) [69].

B.2.2 ISO 18000 1-7

Vielä standardoinnin alla oleva ISO 18000 -teknologiastandardisarja määrää RFID-ilmarajapinnat eri taajuusalueilla. Seuraavat standardit ovat työn alla:

- Air Interface, Part 1 – Generic Parameters for Air Interface Communication for Globally Accepted Frequencies
- Air Interface, Part 2 – Parameters for Air Interface Communications below 135 kHz
- Air Interface, Part 3 – Parameters for Air Interface Communications at 13.56 MHz

Kaksi rajapintaa määritetään: Mode 1, joka perustuu ISO 15693:hin, ja Mode 2, joka on Magelanin ehdotus. Mode 2 sallisi suurempia (848 kbps) tiedonsiirtonopeuksia [89].

- Air Interface, Part 4 – Parameters for Air Interface Communications at 2.45 GHz
- Air Interface, Part 5 – Parameters for Air Interface Communications at 5.8 GHz
- Air Interface, Part 6 – Parameters for Air Interface Communications at 860-930 MHz
- Air Interface, Part 7 – Parameters for Air Interface Communications at 433 MHz

Standardit määräävät fyysiset saattomuistin ja lukijan vuorovaikutukset, ilmarajapinnan ja komennot. Muisti sisältää uniikin ID:n lisäksi myös AFI (Application Family Identifier) tavun, joka tunnistaa saattomuistin tyyppin, esimerkiksi onko saattomuisti GTAG tai ANSIn yhteensopiva [55]. Osat 1–4 ovat päässeet CD-ballotin läpi, osat 5–6 ovat vielä draft-versiona. Lopullisen standardin julkistamisen odotetaan tapahtuvan vuoden 2003 alkupuolella [42].

MIT- Auto ID centre on ehdottanut uutta "work item" (Part 9) yksinkertaisia saattomuisteja ("Elementary Tag - ET") varten. ET-järjestelmä tunnistaisi vain saattomuistin identiteetin. Ehdotus on, että ID olisi 96-bittinen ePC (katso B.3.4) [92].

B.2.3 GTAG

EAN ja UCC (Uniform Code Council) ovat laatineet RFID Global Tag (GTAG) – aloitteen tavoitteenaan määrittellä maailmanlaajuinen standardi, jota voidaan käyttää kuljetusketjuissa tunnistamaan lähetyksiä ja kierrätettäviä pakkauksia. EAN:n mukaan RFID ei korvaa olemassaolevia tunnistusteknologioita, mutta antaa lisäarvoa kuljetusketjun hallintaan [81]. Se mahdollistaa esimerkiksi yhdellä kerralla tunnistaa pinon tyhjiä palleja ja lisäksi saattomuisti voi sisältää muutettavia tietoja. EAN:n lähtökohdat olivat :

- teknologia on yhteensopiva nykyisten EAN-standardien kanssa.
- teknologiaa pitää käyttää kuten EAN-sovellusten EAN-viivakoodiratkaisuja niin, että yksiselitteisyys ja sama tiedon tulkinta taataan.
- pitää olla yksinkertainen, vastustuskykyinen, varma ja käyttää mahdollisimman paljon valmiita olemassaolevia teknisiä struktuureja.

GTAG käyttää UHF-taajuutta (862–928 MHz) ja ilmarajapintana tulevaa standardia ISO 18000-6. Suurimmat valmistajat tukevat GTAG-aloitetta ja tekevät yhteistyötä UCC-EANin kanssa standardoinnissa. GTAG tuotteet käyttävät EAN.UCC Application Identifier (AI) syntaxia.

"GTAG™ Technical Specification" dokumentti spesifioi lukijan ja saattomuistin vähimmäistoiminnalliset vaatimukset [49]. Spesifikaatiot seuraavat GCI-ITAG:n (Global Commerce Initiative) toiminnallisia vaatimuksia (katso 4.3.1) [93]. Kiinteän lukijan pitäisi:

- lukea 250 GTAG-yhteensopivaa saattomuistia, jotka ovat samalla hetkellä kentässä. Saattomuisteilla ei ole mitään esimäärättyä suuntaa lukijaa kohti.
- lukea 124 bittiä käyttäjätietoa kaikista saattomuisteista
- nopeudella 0 - 2 m/s antennia kohti
- lukea 99,99 % varmuudella alle 5 sekunnissa.
- lukuetaisyttä ei ole määrätty, mutta tavoite minimietäisyys on 2 metriä ideaalisissa tapauksissa.

Saattomuistin muisti koostuu kahdesta osasta: kiinteä osa, joka "poltetaan" saattomuistiin tehtaalla ja vähintään 124 bittiä käyttäjätietoa. Saattomuistin GTAG-yhteensopivuuden identifioiva AFI-tavu ilmaisee myös aliryhmän, joka määrää saattomuistin sisältämän tiedon. Tämä sallii luvun saattomuistien eri ryhmistä (esim. SSCC, GTIN, GRAI - Global Returnable Asset Identifier, SSCC+GRAI).

GTAGn spesifikaatiot [49] määräävät, millä tavalla EANn AI:t (Application Identifier) tallennetaan saattomuisteihin. Valmistajan polttamalla uniikkiID:llä ei ole mitään tekemistä EANn numerointijärjestelmän kanssa.

Yhdessä saattomuistissa voi olla kaikki kuljetusketjun tarvitsemat tiedot. Saattomuisti ei korvaa koko etikettiä, mutta on käsittely-yksikössä ainoa kohde, jolla luetaan ja kirjoitetaan tietokonepohjaisia tietoja. Sen etuja ovat:

- etikettien määrä vähenee
- viivakooditulostimien määrä vähenee
- luku- ja kirjoitusprosessi yksinkertaistuu.

Käyttämällä uniikkitunnistusta, RTIn (Returnable Trade Item) varasto- ja käyttötilannetta voidaan seurata jatkuvasti reaaliajassa, tehdä analyysejä ja allokoida kustannuksia. Tämä johtaa varaston ja hallintokulujen vähentämiseen.

EAN.UCC tarjoaa Global Returnable Asset Identifier:iä (GRAI), joka on UCC/EAN-128 symboliikassa AI 8003. GRAI:n struktuuri on: Asset Identification Number (mandatory) + Serial Number (optional).

RTIn skenaario on seuraava [50]: RTI-valmistaja saa saattomuistinvalmistajalta saattomuistin, joka on joko tyhjä tai sisältää jo GRAI:n. GRAI liitetään RTI:hin. Muille käyttäjille GRAI on avain tietojärjestelmän tietoon, kuten RTI:n tiedot, status ja historia. Tavaroiden lähettäjä voi käyttää RTI-saattomuistia laittamalla siihen lisäksi vastaavan logistisen yksikön SSCC (Serial Shipping Container Code, AI 00). Myös esim. GTIN (Global Trade Item Number), batch number (AI 10), eräpäivä (AI 15), nettopaino (AI 310), tilausnumero (AI 410) ja Postal Code (AI 420) voidaan lisätä.

B.2.4 ANSI MH 10.8.4

Yhdysvalloissa on kehitetty ANSI MH10.8.4 standardi ("RF Tags for Unit Loads and Transport Packages"). Tämä sovellusstandardi on tarkoitettu kierrätettäville kohteille kuten kaapelikelloille, palleille, kaasusylintereille, yksikkökuormalaitteille (unit load device), alusvaunuille ja erikoiskonteille. Taajuutena käytetään UHF:ää. Standardi on tarkoitettu takaamaan yhteentoimivuus eri tuotteiden välillä. Standardin ilmarajapinta perustuu Intermecin Intellitag:iin, joka on tällä hetkellä ainoa standardia tukeva tuote. Eri poolifirmoja ovat Georgia Pacific (katso B.3.1.2.2), IFCO Pallets ja Chep.

ANSI:ssa on työn alla myös MH.10.8.8 (RF Tag for Shipping, Receiving, and Warehouse Management Applications).

Yhdysvalloissa AIAG (Automotive Industry's Action Group) on laatinut B-11 standardin renkaiden tunnistukseen ANSI MH10.8.4:n perusteella. Päätaavoitteena on seurata paremmin renkaiden valmistuksen, kokoonpanon ja jakelun aikana ja mahdollistaa kutsu takaisin esimerkiksi valmistusvirhetapauksissa. Standardin mukaan jokaisella rengassaattomuistilla on uniikki ID-numero. Saattomuisti on asennettu renkaan sisäpuolelle valmistusvaiheessa. Saattomuisti on UHF, R/W 128 tavua. Saattomuistin ID:n lisäksi rengasvalmistaja kirjoittaa 12-merkkisen DOT-numeron saattomuistiin. DOT (Department of Transportation)-numero identifioi valmistus- tehtaan, rengaskoon, renkaan komponentit sekä rengas- valmistuksen vuoden ja viikon [60].



Kuva 4: Intermec'in B-11 yhteensopiva saattomuisti, jossa lisäksi Data Matrix koodi (www.intermec.com)

Tällä hetkellä Intermec on ainoa standardiin yhteensopi- va saattomuisti (Kuva 4).

B.2.5 ISO Joint Working Group for Supply Chain Applications of RFID

Vuoden 2002 alussa ISO:ssa on alkanut työryhmien ISO TC 104 (Freight Containers) ja ISO TC 122 (Packaging) yhteistyö.

Kuljetusketjusta voidaan tunnistaa eri seurantatasoja, joissa RFID:tä voidaan käyttää: junavaunun/rahtikontin seuranta, pallelin seuranta, yksittäinen tuotteen seuranta, WIP seuranta, Box ID ja paketin toimitus. Käytettävien eri teknologioiden ja standardien pitäisi olla häiritsemättömiä ja mahdollisesti yhteentoimivia. Erilaisilla tasoilla on erillisiä vaatimuksia [41]:

- kulutustuote: erittäin edullinen R/O -saattomuisti, esimerkiksi ePC
- tuotteen pakkaus (supporting): erittäin edullinen R/O, esimerkiksi ePC -saattomuisti ja edullinen R/W -saattomuisti, jossa on lisätietoa kuten esimerkiksi eräpäivä, lot number
- shipping label: erittäin edullinen R/O esimerkiksi ePC -saattomuisti, ja edullinen R/w saattomuisti, jossa on tietoa käsittelyn varten.
- RTI: aika edullinen R/w -saattomuisti, jossa on laatikon tunnus (mm. omistaja), palautuspäivä, seuraava huolto, paino ja tieto sisällöstä.
- isot kontit: R/W -saattomuisti, jossa on konttitietoa (mm. omistaja), palautuspäivä, seuraava huolto, paino ja tieto sisällöstä, mahdolliset anturit

ja muut mahdolliset tiedot riippuen sovelluksista. Saattomuisti voi olla passiivinen (3-5 m lukuetaisyys), aktiivinen (100 m, yard management) tai geo-location (välittää paikannustietoa esimerkiksi satelliittikommunikoinnin avulla).

B.3. PILOTIT JA ALOITTEET

B.3.1 Teolliset järjestelmät

B.3.1.1 Eurooppa

B.3.1.1.1 Marks & Spencer

Marks & Spencer ryhtyy käyttämään TI-RFid:n Tag-it 13,56 MHz (ISO 15693 yhteensopivia) älytarroja laatikoiden, alusvaunujen ja rullakoiden seurannassa. Pakasteruoan kuljetusketjussa kiertää 3,5 miljoonaa kolia [64]. Testeissä aika, joka tarvitaan laatikkopinon lukemiseen laskee noin 80 % viivakoodiin verrattuna. Näin varasto voidaan pitää helpommin optimaalisella tasolla, vähentää hävikkiä, nopeuttaa toimituksia ja vastata nopeammin asiakkaan pyyntöihin. Alusvaunu, jossa on yli 25 laatikkoa voidaan tunnistaa porttilukijan läpi yhdellä kerralla 5 sekunnissa. Lukuetaisyys on alle metrin. Rullakot tunnistetaan antennilla, jotka on upotettu lattiaan.

Saattomuistin kustannus on 0,75 € ja kooltaan puolet luottokortista [62]. Pääomakustannus on J. Hopwoodin (Intellident) mukaan 10 % viivakoodien vuosikustannuksista [83], koska saattomuisti on kierrätettävä ja vaatii vähemmän työtä. David Hysopin (TI) mukaan 13,56 MHz valittiin, koska standardeja ei ole vielä olemassa ja Euroopassa UHF:n sallima teho on liian alhainen [83].

B.3.1.1.2 LynxExpress

Englannissa kuriiriyritys Lynx Express on ottanut käyttöön RFID-järjestelmän, jonka järjestelmäintegraattori KTP on kehittänyt. Järjestelmä käyttää 125 kHz:n taajuutta. Järjestelmässä saattomuisti asennetaan rullakon päälle. Silmukka-antennit on asennettu oven yläpuolelle.

B.3.1.1.3 Kukkatukku

Euroopan suurin kukkatukku (BVH, Naaldwijk, Alankomaat) ottaa käyttöön RFID-järjestelmän rullakoiden tunnistamiseen. Rullakot kulkevat ketjujärjestelmällä. Induktiiviset TIRIS-saattomuistit asennetaan kotelossa rullakoiden alapuolella. Antennit on upotettu lattiaan.

B.3.1.1.4 Palettien tunnistus, Systembolaget

Ruotsissa Systembolaget on juuri ottamassa käyttöön saattomuisteja palettien tunnistamiseen. Tanskalainen Lyngsø Industri on järjestelmän integraattori ja Balluffin Escort Memory Systemsin maahantuoja. Järjestelmässä käytetään 13,56 MHz:n taajuutta. Jokaisessa palletissa on 2 saattomuistia. Järjestelmän antennit on upotettu lattiaan.

B.3.1.1.5 Sainsbury

Brittiläinen Sainsbury-kauppa- ja elintarvikkeiden ketju on testannut 13,56 MHz:n älytarroja palautettavien laatikoiden seurantaan. Laatikot sisältävät jäädytettyjä tuotteita. Saattomuisti on luottokortin kokoinen ja se on kiinnitetty laatikon ulkopuolelle. Saattomuisti perustuu Philipsin I-Code siruun. Omron -porttilukija pystyy tunnistamaan 64 laatikkoa kerrallaan. Järjestelmän avulla Sainsbury vähentää tuotteiden lasketavirheitä ja huonosti luettavien viivakoodien ongelmia. Sainsbury lopetti testit vuonna 2000 [62].

B.3.1.1.6 Lionor–broileriteollisuus / Allibert laatikot

Allibert (Buckborn) (www.allibert-equipement.com) valmistaa kierrätettäviä laatikoita, joihin on upotettu Tagsys 13,56 MHz -älytarra. Laatikot valmistetaan ruiskupuristustekniikalla, jolloin saattomuistin lisääminen on helppoa. Älytarra voi olla R/O (kiinteä ID) tai R/W (kiinteä ID +216 merkkiä).

Lionor, ranskalainen broileriteollisuusfirma on ottanut käyttöön kierrettäviä Allibert-laatikoita, joihin on upotettu Tagsysin 13,56 MHz:n saattomuisti [80]. Lukijat ovat tuotantolinjan varrella sekä toimituksen ja vastaanoton alueel-



la. Laatikoiden vuosittainen hävikki laski 25 %:sta 2 %:iin ja kiertoaika 21 päivästä 11 päivään. Sijoitetun pääoman takaisinmaksuaika oli vähemmän kuin 2 vuotta.

B.3.1.1.7 Paul Craemer GmbH-paletit

Paul Craemer GmbH markkinoi 1200 mm* 800 mm Euro-muovipaletteja, jotka on varustettu kahdella 13,56 MHz:n saattomuistilla (*Kuva 6*) [58]. Schreiner LogiData on integroinut saattomuistit pallettiin ja voi myös huolehtia järjestelmän integroinnista.



Kuva 6: Paul Craemer GmbH muovinen palletti, jossa 2 kpl 13,56 MHz saattomuisteja (www.craemer.de)

B.3.1.1.8 SCN Containers - taitettavat muovilaatikkot

SCN Containers varustaa 1.7.2002 lähtien kaikki Raubox taitettavat muovilaatikkot TIRIS Tag-it 13,56 MHz:n älytarralla (*Kuva 7*) [83]. Älytarrat on upotettu laatikon pohjaan ja ne ovat uudelleenkirjoitettavia.



Kuva 7: SCN Containers Raubox ja lukija (www.scncontainers.co.uk)

B.3.1.2 Yhdysvallat

Ensimmäiset UHF-tuotteet otetaan käyttöön Yhdysvalloissa, koska siellä sallitaan korkeampia tehotasoja UHF-alueella. Erilaiset RPC-poolifirmat (Chep, Georgia Pacific, IFCO) ovat tuomassa lisäarvoa tuotteisiinsa lisäämällä niihin RFID-saattomuistin. RFID:n avulla poolifirmat voivat tarjota asiakkailleen kilpailuetua, jota nämä voivat hyödyntää tehostamalla operaatioitaan [79].

Intermec, McHugh Software Int., Georgia-Pacific, CHEP, Marconi InfoChain ja Unilever ovat perustaneet RFID Centre of Excellence Waukesha:hin Wisconsin'ssa. Partnereilla on useita pilottiprojekteja ja he ovat yhteistyössä MIT Auto-ID Center'in kanssa.

B.3.1.2.1 Chep

CHEP International on kansainvälinen konttien ja kuormalavojen välittäjä (pooling company). **CHEP** pilotoi Intermecin saattomuistia Floridassa. Intermecin Intellitagit upotetaan muovisiin levyihin (leaderboard), jotka kiinnitetään lavaan (Kuva 8). Tagin hinta on \$1 kappaleelta. Kahta GTAG-aloitteen mukaista UHF-saattomuistia käytetään "timber sap":in ja varaston metallisen ympäristön vaikutuksien vähentämiseen. Saattomuistien antennit viritetään lukijoiden signaaliin optimaalinen vastaanoton saavuttamiseksi. Pilotissa on 250 000 pallettia, joka on noin 2 % CHEP:in lavoista. Lavat lähetetään eri asiakkaille Floridassa. Paluu rekisteröidään kolmessa CHEP/Retailer jakelukeskuksessa. Pilotissa testataan kolmea eri lukijatyyppeä: liukuhihna-, portti/ovi- ja käsilukulaite. CHEP käyttää Intermecin ja Savin teknologiaa.



Eräs tärkeimmistä tavoitteista on selvittää, kuinka reaaliaikainen tieto toiminnasta voidaan linkittää muihin ohjelmistoihin ja muokata toiminnassa hyödynnettäväksi informaatioksi. Tavoitteena on myös seurata lavojen liikettä, kehittää kiertoaikojen mittausta sekä selvittää missä ja miten vauriot syntyvät. Pyrkimyksenä on myös löytää tarpeettomat odotusajat (dwell time) ja pyrkiä vähentämään näitä.

Lavojen seuranta toteutetaan reaaliaikaisena lavojen saapuessa ja lähtiessä CHEP:in tiloista. Tiedot välitetään Internetiin, jolloin asiakkailta on mahdollisuus seurata kuljetuksia. Jatkossa järjestelmää pyritään laajentamaan kattamaan myös kuljetusketjun muut osat, erityisesti asiakkaiden toimitilat. [43]

CHEP:in liiketoiminnan kehityspäällikön Andy Robsonin mukaan RFID -tunnistuksella voidaan saavuttaa seuraavia etuja [88]

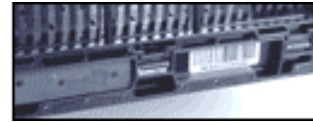
- Apua väärinkäytön ja vaurioiden selvittämisessä
- Tarkempi kustannusten seuranta (häiriöt, odotusaika, hävikki)
- Tarkempi seuranta ja määrätieto lavojen häviämisestä
- Toiminnan tarkempi ajoittaminen ja yhteensovittaminen
- Vähemmän konflikteja asiakkaiden kanssa (vastuukysymykset jne.)
- Mahdollisuus lisäarvopalveluihin tuoteseurannan sovellusten avulla

CHEP ja projektissa mukana olevat yhteistyökumppanit ovat pyrkineet kehittämään järjestelmää siten, että seurantaan liitettäisiin lisäarvoa tuottavia palveluita esimerkiksi yhdistämällä seuranta muihin järjestelmiin. Tavoite voidaan saavuttaa vaiheittain: otoksesta saatavien positiivisten kokemusten myötä luottamus luotuun

teknologiaan kasvaa ja sitä on helpompi laajentaa. Järjestelmää pyritään tämän jälkeen laajentamaan ja tageilla varustettujen lavojen määrää kasvattamaan siten, että lopulta kaikissa lavoissa on tunnistustagi [88].

B.3.1.2.2 Georgia Pacific

Georgia Pacific RPC:hin kiinnitetään Intermecc Intelli-tag 915 MHz saattomuisti (*Kuva 9*). Laatikko tunnisteetaan porteissa, liukuhihnalla ja trukeissa. Yhdysvalloissa liikkuva RPC voidaan lukea 3–5 metristä ja yli 100 kerrallaan (esimerkiksi pinottuja palleja) [82].



Kuva 9: RFID saattomuisti Georgia Pacific RPC:hin (www.gp.com)

Esimerkki: Georgia Pacific toimittaa laatikkopinon palleissa viljelijälle, joka täyttää niitä pelloilla ja toimittaa takaisin kauppoihin. RFID:n avulla toimitukset voidaan automatisoida, koska enää ei ole tarvetta laskea laatikoita. Georgia Pacific saa kilpailuetua ja uutta liikevaihtoa näistä laatikoista. J. Pinton (Intermec) mukaan RPC:n hinta ei ole este eli suurempi kuin mitä viljelijät olisivat halukkaita maksamaan [70].

B.3.1.2.3 Prada

Prada käyttää uudessa luksus-tavaratalossa New Yorkissa TIRIS Tag-it -saattomuisteja kaikissa tavaroissa (vaatteet, kengät, laukut). Käsilukulaitteiden ja videotaulujen avulla asiakas saa lisätietoa tuotteista. Tällä hetkellä saattomuistit kiinnitetään tuotteisiin ennen kuin tuote menee kauppaan.

B.3.2 UK Home Office: Chipping of Goods

Iso-Britanian Home Office, Police Scientific Development Branch on laatinut aloitteen "Chipping of Goods Initiative", jossa kehitetään sähköistä tunnistusta (electronic tagging) tulevaisuuden tapana vähentää rikoksia. Home Officen mukaan harmaan markkinan kautta häviää vuosittain 400 miljoonaa puntaa veroja.

Aloitteessa on 8,5 miljoonaa puntaa rahoitusta erilaisille demonstraatioprojekteille osoittamaan millä tavalla sähköistä tunnistusta voidaan käyttää vähentämään rikoksia. Pilotit loppuvat maaliskuussa 2003.

Kahdeksan demonstraatioprojektia on käynnissä eikä tällä hetkellä varsinaisia tuloksia ole vielä julkistettu. Seuraavat kappaleet kuvaavat lyhyesti aloitteen rahoittamia demonstraatioprojekteja.

B.3.2.1 Veneiden merkintä (Boatmark)

Boatmark on UK:n meriteollisuuden virallinen merkintäjärjestelmä, joka on ollut käytössä 5 vuotta. Boatmark-järjestelmän ydin on tietokanta, joka sisältää veneen ja haltijan tiedot. Nykyinen visuaalinen merkintä on kuitenkin haavoittuva poistamiseen ja peukalointiin, eikä siihen voida liittää muita sähköisiä järjestelmiä.

HPI Limited ja BMF:n (British Marine Federation) pilottiprojektissa RFID-saattomuisti upotetaan veneen runkoon valmistuksen tai maahantuonnin aikana. Saattomuisti sisältää uniikin 14-merkkisen Hull Identification Number:in.

Myös uudet asuntovaunut on Iso-Britanniassa vuodesta 1997 lähtien varustettu piilotetulla saattomuistilla, joka sisältää VIN (Vehicle Identification Number), ja matkailuautot vuodesta 2001 saattomuistilla, jossa on MIN (Motorhome Identification Number). (www.hpicheck.com)

B.3.2.2 Matkapuhelimien lähetykset

CHIEFS -demoprojektissa TRI-MEX, DHL ja Nokia kehittävät teknologiaa matkapuhelinlähetyksien seurantaan. Projektin ensimmäisessä vaiheessa puhelimen myyntipakkauksiin (5-10 puhelinta) kiinnitetään DHL-toimipisteessä Identecin aktiivinen saattomuisti. Kun saattomuistit luetaan, sijainti lähetetään GPS:n kautta Trimexin ohjauskeskukseen. Projektin toisessa vaiheessa yksittäiseen kännykkään upotetaan 13,56 MHz:n älytarra [96].

B.3.2.3 Alkoholi

Allied Domecq, De La Rue Brand Protection, CHEP Int. ja APT Smart Solutions käyttävät RFID -teknologiaa vähentämään rikoksia kuljetusketjussa.

Jokainen viini-/alkoholipullo varustetaan tarralla, jossa on uniikki sarjanumero (2D Data Matrix ECC 200-koodi) [84]. Kun pullo laitetaan laatikkoon, jossa on EAN-128 viivakoodi, nämä numerot liitetään laatikkosarjonumeroon. Laatikkosarjanumero liitetään pallelin passiiviseen UHF RFID-saattomuistiin (katso B.3.1.2.1).

B.3.2.4 Korut

Kauppaketju Argos ja konsultti Integrated Product Intelligence (IPI Ltd) kehittävät saattomuistia korujen seurantaan jakelupisteestä kaappoihin. Pilotti käyttää RFID -teknologiaa yksittäisissä pakkauksissa ja rullakoissa. Saattomuistit luetaan joka kerta kun tuotteita käsitellään

B.3.2.5 Kosmetiikka

Unilever, Lever Fabergé, Safeway -kauppa, logistiikkafirmat Tibbet & Britten ja Wincanton sekä RFID-integraattori Intellident laittavat saattomuistit kosmetiikka- ja hygieniatuotepaketteihin valmistuspisteessä [57]. Esimerkiksi deodorant six-packiin lisätään uniikin ID:n sisältämä saattomuisti valmistuksen aikana. Sen jälkeen 528 pakettia pakataan pallettiin, jolla on oma saattomuistinsa. Tietojärjestelmän kautta tieto linkitetään toisiinsa. Palletti tai paketti tunnistetaan joka kuljetusvaiheessa. Projektin päätavoitteena on vähentää rikoksia kuljetusketjussa.

B.3.2.6 Nopeasti liikkuva kulutustavara

Kauppaketju Woolworths, IPI Ltd, integraattori Microlise ja Savi Technology demonstroivat RFID -teknologiaa vaatteiden, CD-lejyhen ja kännyköiden seurantaan. Woolworths'in päätarkoituksena on vähentää varkauksia.

Woolworths käyttää Savi-järjestelmää [86]. 16 500 aktiivista saattomuistia kiinnitetään rullakoihin, vaunuihin ja laatikoihin. Toimituksia seurataan reaaliajassa Swindownin jakelukeskuksen ja vähittäiskauppojen välillä. Saattomuistin hinta on noin 10\$ (iso tilaus). Järjestelmä käyttää kahta eri lukijakomponenttia: "Signpost" on majakka, joka voi käynnistää rullakon lähettimen lähietäisyydeltä ja välittää paikkatietoa (0,5–4 metriin asti) induktiivisesti (123 kHz) saattomuistiin. Echo Point -lukija vastaanottaa rullakon saattomuistin signaalin mahdollisesti aina 100 metrin asti ja välittää sen taustajärjestelmään. Savi käyttää 433 MHz tai 868 MHz:ä.

B.3.2.7 CD:t

e.centre, EMI Distribution, Handleman UK, ASDA Stores ja Microlise, laittavat saattomuisteja CD:n koteloihin ja seuraavat niitä kuljetusketjun läpi asiakkaalle asti. Saattomuistit ovat EAN.UCC standardin mukaisia ja toimivat UHF-taajuusalueella. Saattomuisteilla on esiohjelmoitu kiinteä ID [67].

B.3.2.8 Kannettavat tietokoneet

Dell Computers, British Telecom ja Marconi Infochain integroivat passiivisen RFID –saattomuistin kannettaviin tietokoneisiin niiden valmistusvaiheessa. Saattomuisti sisältää tietoa niiden omistajasta.

B.3.3 Aktiviteetit Suomessa

B.3.3.1 VALO-ohjelma: Tracking -projekti

TRACKING-projektin tavoitteena oli kehittää vaatevalmistuksen ja kaupan käyttöön ajantasainen logistiikkajärjestelmä [94]. Projektissa testattiin RFID-tekniikkaa käyttäen 13,56 MHz älytarraa, joka kiinnitettiin vaatteisiin riippupahvietiketteinä ja kuljetuslaatikoihin tarroina. Vaatteet riippuvat tangosta tai ne on pakattu laatikoihin. Partnerit olivat TTKK Kuitumateriaalitekniikan laitos, Laitosto Oy, P.T.A. Group oy, Reima-Tutta Oy, Major Blue Company OY, Rafsec Oy, SGS-Polargarment Oy ja VALO-ohjelma.

Testeissä ilmeni teknisiä ongelmia sekä lukunopeuteen että -tarkkuuteen liittyen [94]. Jotta kaikki tuotteet saadaan luettua, älytarrat eivät voi olla liian lähekkäin toisiaan. Erityisesti ongelmia syntyy jos antennit ovat päällekkäin, esimerkiksi vaatteiden ollessa pakattuina laatikossa. Takaisinmaksuaikalaskelmien mukaan hinnan tulisi olla lähellä 0,1 €, jotta henkilösäästöillä saavutetaan järjestelmän kustannukset. Kustannussäästöjen täysimittainen saavuttaminen edellyttää älytarran käyttöä koko hankintaketjun läpi.

B.3.3.2 VALO-ohjelma: MRM -projekti

MRM (Material Realtime Monitoring and Allocation System) -projektissa haluttiin parantaa laatua ja luoda huomattavia säästöjä käsiteltäessä tuoteryhmiä, joiden varastoinnille, jakelulle ja jälleenmyynnille on tyypillistä tietoliikenneyhteyksien puuttuminen ja varastotason tiedon puutteellisuus tai epätasaisuus [65]. Esimerkkikohteena tutkittiin irtomakeisten myyntiä. Logistiseen yksikköön halutaan liittää tunniste, jonka avulla inventointijärjestelmä voidaan automatisoida. Älyhyllyn konsepti, joka perustuu 13,56 MHz saattomuisteihin, testattiin. Tämän ratkaisun todettiin olevan käyttökelpoinen vain arvokkaille tuotteille.

B.3.3.3 eSCID -projekti (TEKES ELO-ohjelma)

Materiaalivirran passiivinen RFID eTunnistus (eSCID)-projektissa kehitetään RFID-malleja ja -menetelmiä ja haetaan ratkaisuja logistiikan tunnistamistarpeisiin. Syvällisesti tutkittavat kohteet kattavat laaja-alaisesti erilaisia logistisia kohteita ja ovat tutkimuksellisesti haasteellisia. Näitä kohteita ovat: huoltotoimien logistiikka, paperirullalogistiikka, elintarvikelogistiikka ja logistiikkapalvelut. Kehitettävät mallit ja menetelmät pilotoidaan todellisessa toimintaympäristössä. Projektissa aiotaan pilotoida uusia UHF-taajuuden passiivisia saattomuisteja eri kuljetusketjuissa.

Projektin osallistujat ovat TTKK Elektroniikan laitos, VTT, Rafsec Oy, Idesco Oy, EAN-Finland, Valio ja Hollming. Projekti käynnistyi 1.9.2002.

B.3.4 MIT Auto-ID Center

MIT:iin (Massachusetts Institute of Technology) on perustettu Auto-ID Center. Auto-ID Center on globaali teollisuusrahoitteinen tutkimusohjelma, jonka päätaavoitteena on kehittää "Internet of Things", i.e. kaikki fyysiset esineet voidaan linkittää Internetiin. Älykäs infrastruktuuri verkottaa esineitä ilman ihmisten tai koneiden toimenpiteitä. Älykkäällä infrastruktuurilla on 4 elementtiä: (1) erittäin edullinen sähköinen tunniste, (2) ePC (electronic Product Code) (3) Physical Markup Language (PML) ja (4) Object Naming Service (ONS). PML on XML-pohjainen kieli, jolla kuvataan tuotteen ominaisuudet. ONS kääntää ePC:n internet-osoitteeseen.

ePC (electronic Product Code) pitäisi olla UPC:n (Universal Product Code) seuraaja. ePC:llä on 96 bittiä, josta 8 bittiä on kiinteä header, 24 bittiä valmistajan tunnus, 24 bittiä tuotteen tunnus ja 40 bittiä sarjanumero.

ePC:n avulla voidaan tunnistaa jokainen yksittäinen tavara; ePC tukee lähetysten hierarkiaa (esimerkiksi pullo - laatikko - palletti - kontti). ePC:n periaate on, että kaikki tiedot tuotteesta löytyvät Internetistä. Auto-ID haluaa vain sisällytettävän ePC:n koodiin tiedon, jota tarvitaan yksittäisen tuotteen tunnistamiseen. Siinä missä GTAG pyrkii tuottamaan heti ratkaisun, ePC on visionäärinen ja onnistuu vain, jos erittäin edullinen saattomuisti saadaan markkinoille [59].

Koska saattomuistin täytyy olla erittäin edullinen, ei haluta sulkea mitään teknologia pois eikä valita vain yhtä taajuutta, mutta "frequency agility"-ominaisuutta suositellaan. Lukuetaisyys olisi alle 1,5 metriä. Internet-tietoa voidaan säilyttää paikallisesti niin, että yhteys Internet-verkkoon ei ole tarpeellinen. Kehitetyt tuot-

teet tällä alueella ovat Alien Technologyn siru ja University of Pittsburgh kehittämä PENI Tag. Tämä saattomuisti on pieni (3 mm läpimitta) "System on Chip", jossa antenni on sisälletty siruun kustannuksien laskemiseksi [66]. Myös Philips kehittää 13,56 MHz:n ePC -sirun.

B.3.5 Muut Projektit

B.3.5.1 PALOMAR

PALOMAR (Passive long distance multiple access high radio frequency identification system, IST-1999-10339 [73]) projektissa pyritään kehittämään kustannustehokkaan pitkän matkan passiivisen RFID -ratkaisun edellyttämää teknologiaa. Ratkaisussa huomioidaan Euroopan alueella voimassa olevat RFID -sovelluksia koskevat UHF- ja mikroaaltorajoitukset.

Systeemin pääominaisuudet ovat:

- taajuus 868/915 MHz ja 2.45 GHz
- Taajuudesta riippumaton IC -ratkaisu. Järjestelmä kattaa kaikkien (Euroopan maiden taajuusrajoitukset adaptiivisen protokollan avulla.
- Järjestelmä kattaa etäisyydet neljään metriin asti (868 MHz ja 500 mW ERP)
- Järjestelmä tukee nopeita "anticollision" proseduureja. Ominaisuus on riippumaton tagien lukumäärästä.

B.3.5.2 ParcelCall

ParcelCall (An Open Architecture for Intelligent Tracing Solutions in Transport and Logistics, IST-1999-10700) –projektin tavoitteena on luoda skaalautuva, reaaliaikainen ja "älykäs" (intelligent) koko kuljetusketjun kattava seurantajärjestelmä kuljetus- ja logistiikkasovelluksiin [74]. Tavoitteena on, että järjestelmä toimii kansainvälisesti kaikilla kuljettajilla ja kuljetusmuodoilla. ParcelCall keskittyy yhteensopivuuteen, avoimiin rajapintoihin sekä standardointiin, jotta saatun koko kuljetusketjun kattava seuranta olisi mahdollista toteuttaa.

ParcelCallin ajatus on, että kaikissa kuljetusyksiköissä (rekka, kontti) on "Mobile Logistic Server" (MLS), joka seuraa kaikkia kuljetusartikkeleita yksikössä. MLS tietää joka hetkellä yksikön sisällön, paikan ja tavaroiden statuksen ja voi välittää tietoa kiinteille palvelimille, haluttaessa tai reaali-ajassa. Tieto tallennetaan GTS (Good Tracing Servers)–verkkoon, joka muodostaa liittymän paikalliseen taustajärjestelmään. ParcelCall aikoo käyttää RFID–saattomuistia tunnistamaan tava-

roita. Tulevaisuudessa saattomuistit voivat olla älykkäitä ("Thinking Tags") ja seurata ympäristöolosuhteita. Projektissa kehiteltiin aktiivisia saattomuisteja, jotka keskustelevat MLS:n kanssa Bluetooth-protokollalla tai Firefly-protokollalla (joka on kehitetty kotiverkkoja varten) [75].

Seuranta- ja kommunikaatiojärjestelmä rakennetaan hierarkkiseksi, jolloin eri järjestelmien välinen yhteensopivuus voidaan toteuttaa rajapintojen avulla kapseloimalla alemman tason toteutus rajapinnan taakse.

B.3.5.3 LAUREL

LAUREL (LAUNDRY Application Using RFID tags for Enhanced Logistics, IST-2000-26199)-projektin tavoitteena on kehittää erittäin pienikokoista RF-tagia hyödyntävä järjestelmä pesula- ja vaatevuokraussovelluksiin, joka on kustannuksiltaan aiempia ratkaisuja huomattavasti edullisempi. Tagin pakkaus, antenni ja siinä käytettävä mikrosiru suunnitellaan massatuotantoon soveltuvaksi. Käytetty taajuus on 13,56 MHz. [63].

B.3.6 Järjestelmät

B.3.6.1 Mobera

Mobera on Kiitolinja-ketjun ja Schenker-BTL Oy:n käytössä oleva ajoneuvoviestintäjärjestelmä, joka mahdollistaa lähetysten reaaliaikaisen seurannan. Järjestelmä on ajoneuvokohtainen, se on asennettu noin 1000:een ajoneuvoon ja sillä on noin 2000 käyttäjää. Järjestelmä mahdollistaa kuljetusketjun hallinnan lähetyksen noudosta jakeluun. Samalla se antaa asiakkaille mahdollisuuden seurata kuljetuksen etenemistä omassa työpisteessään Internetin välityksellä. Ajoneuvolaite muistuttaa käyttöliittymältään GSM-puhelinta ja muistuttaa myös asiakaskohtaisista lisäpalveluista. [98]

Tavoitteet

Järjestelmän tavoitteena on tuottaa asiakkaille lisäarvoa paremman informaation hallinnan ja saatavuuden muodossa. Lisäksi tavoitteena on tehostaa kuljetusyrityksen omia prosesseja. Internetpohjainen seurantajärjestelmä on kokemusten mukaan jo muodostunut yhdeksi asiakkaiden perusvaatimukseksi.

Tekniikat ja toteutus

- Kiitolinjan laitteistoalusta: IBM AS/400
- GSM-data pohjainen ratkaisu
- Tietokone Psion Workabout MX
- Siemens M 20 Terminal -datamodeemi

Moberan toiminta perustuu Psion-kämmmentietokoneeseen ja Siemens GSM-datamodeemiin. Kuljettaja kuittaa lähetyksen noutamisen ja liikkeelle lähdön Psion-kämmmentietokoneellaan. Tiedot siirtyvät GSM-datana Kiitolinjan serverin ja autojen välillä. Serveriltä tiedot ovat nähtävissä internetissä.

Kokemukset

Kiitolinjan prosessien tehostamisen osalta järjestelmän todetaan vaikuttaneen positiivisesti varsinkin ajojärjestelyn työhön. Puhelinliikenne on vähentynyt, koska asiakkaat voivat seurata lähetystä internetistä eikä heidän tarvitse soittaa kysyäkseen kuljetuksen tilasta. Toisaalta ajojärjestelijän ei enää tarvitse soittaa keikkoja kuljettajalle. Järjestelmä on otettu hyvin vastaan myös kuljettajan keskuudessa. Moberan käyttö on ollut lähes ongelmaton ja se on pysynyt lähes muuttumattomana koko käytössäoloajan. Järjestelmästä ei aiheudu kuljetusyrittäjälle juurikaan lisäkustannuksia eikä sen käyttö ole merkittävästi vaikuttanut tehtävien määrään tai vaikeuteen. [98]

B.3.6.2 Cargo Express Net, Cargo Express

Tavoitteet

Cargo Express Net on Cargo Express:in asiakkailleen tarjoama Internet-pohjainen kuljetustenseurantapalvelu. Palvelun tavoitteena on tarjota asiakkaalle mahdollisuus seurata kuljetuksen etenemistä reaaliaikaisesti. Järjestelmän avulla pyritään mahdollistamaan sekä asiakkaan että kuljettajan toiminnan tehostaminen sekä resurssien parempi hyväksikäyttö.

Tekniikat ja toteutus

Kuljetusketju on jaettu osiin, joiden välillä on ns. check point:it, joissa kuljetuksen tiedot luetaan Cargo Expressin järjestelmään. Tiedot välitetään tietokantaan GSM:n lyhytviestinä (SMS). Asiakas voi lukea järjestelmään tallennettuja tietoja ja siten seurata kuljetuksen etenemistä internetin välityksellä. Asiakkaita varten on rakennettu erillinen Extranet-tietokanta, johon kirjautuminen edellyttää omaa käyttäjätunnusta ja salasanaa. Extranetin avulla voidaan siten huolehtia järjestel-

män tietoturvallisuudesta. Tietojen selaaminen on mahdollista joko PC:n tai WAP:in avulla.

Asiakkaalle tarjotaan mm. seuraavia tietoja:

- kellonaika, jolloin lähetys on noudettu
- milloin lähetys on saapunut perille ja kuka on kirjannut sen vastaanotetuksi
- onko lähetys luovutettu Cargo Expressin ajoneuvosta toiseen
- mahdolliset toimituspoikkeamat (checkpoint-koodien avulla), esimerkiksi jos vastaanottaja ei ole ollut paikalle tms.

Asiakas voi suorittaa haut rahtikirjan numeron, tilausnumeron, kohdepaikkakunnan, lähetyspäivämäärän tai vastaanottajayrityksen perusteella.

Kokemukset

Cargo Tracking helpottaa merkittävästi kaikkien lähetyksen saapumisesta kiinnostuneiden osapuolten työtä. Aikaisemmin, pelkästään puhelimen varassa eletäessä lähetyksen vastaanottaja tiedusteli lähetystä ensinnä lähettäjältä, joka kyseli sitä Cargo Expressiltä. Sieltä soitettiin autoon ja tieto ilmoitettiin lähettäjälle, joka välitti tiedon edelleen vastaanottajalle. Nyt kaikki osapuolet saavat reaaliaikaisen tiedon Internetistä samanaikaisesti. [44],[91].

B.3.6.3 Supply Chain Network

Supply Chain Network on jälleenmyynti-, tuotanto-, kuljetus- ja muiden sektorien yritysten muodostama yhteenliittymä.

Tavoitteet

Yksi projektin päätavoitteista on ymmärtää kuinka/missä teknologian avulla voidaan saada tuottoa siihen sijoitetulle pääomalle. Tämän ohella halutaan selvittää miten yksittäiset kehityksen kärjessä olevat teknologiat toimivat yhdessä tulevaisuuden toimitusketjussa. Yhteistyöllä pyritään selvittämään markkinoilla olevien useiden erilaisten teknologioiden yhteensopivuus. Tätä eivät yksittäiset yritykset kustannuksista johtuen luultavasti pystyisi tekemään.

Tekniikat ja toteutus

Teknologiatoimittajina ovat Savi Technology, joka myy reaaliaikaisia varain-/kalustonhallintajärjestelmiä, Intermec Technologies RFID -teknologiatuottajana ja Application Solutions Inc, joka on varastohallintaan erikoistunut ohjelmistoyritys. Yhteenliittymän jäsenet rahoittavat projektin yhteisesti.

Projektin käytännön kokeet on tarkoitus saada alkuun vuoden 2003 toisella neljänneksellä ja projektin kestoksi arvioidaan noin 4-6 kuukautta. Projektissa seurataan RFID-tagein varustettuja tuotteita. Lisäksi seurannassa hyödynnetään ajoneuvoihin liitettyä GPS:ää. [71]

Supply Chain Network – Projektin ensimmäinen vaihe alkamassa

20.6.2002

Tavoitteena on ensin määritellä ja sitten toteuttaa tulevaisuuden toimitusketjumalli, jossa hyödynnetään tällä hetkellä kehitteillä ja yleistymässä olevia kansainvälisiä standardeja. Tavoite pyritään saavuttamaan yhdistämällä useita kehittyneitä tekniikoita, kuten RFID:tä, Internet paikannus- ja viestintälaitteita, elektronisia katalogeja ja langatonta viestintää. Projektiin on koottu edustajia monilta eri aloilta. Pilottiprojektin toteutussuunnitelman odotetaan olevan valmis syksyllä 2002 ja suunnitelmien toteutus voidaan aloittaa vuoden 2003 toisella neljänneksellä. Supply Chain Network projektin potentiaalisina hyötyinä pidetään ajoneuvojen paikannuksen ja seurannan mahdollistamaan parempaa kuljetusturvallisuutta, tehokkaampaa viestintää sekä kuljetusten seuranta RFID:n avulla. [90].

B.3.6.4 ROLLING STOCK EU/CORDIS

Supply chain visibility by dynamic consolidation of ROLLING STOCK information

Tavoitteet

ROLLING STOCK -projektin tavoitteena on kiihdyttää kuljetushallintajärjestelmien käyttöä. Web-pohjaisen sovelluksen (Rolling Stock Monitor) avulla toimitusketjun ”läpinäkyvyyttä” parannetaan yhdistämällä eri lähteistä tulevaa informaatiota. Monitori mahdollistaa tavaroiden paikantamisen yksittäisen tuotteen tasolla ja tilaajayritys voi seurata tuotteiden kulkua kuljetusketjussa aivan kuin tuotteet kulkisivat yrityksen sisällä. Logistiikkakustannukset pienenevät kuljetuskaluston tehokkaamman käytön, alhaisempien varastotasojen ja saapuvien tavara-virtojen paremman yhdistämisen seurauksena.

Tekniikat ja toteutus

Tavaran kuljettajalta, lähettäjältä ja vastaanottajalta tuleva tieto lähetetään XML-muotoisena web-palvelimelle (Rolling Stock Monitor), jossa lähetykseen ja tavararaan liittyvä tieto linkitetään yhteen tuotetasolla. Kuljetukseen liittyvä paikkatieto

välitetään kuljettajalta Rolling Stock Monitorille, jonka seurauksena kuljetusta voidaan verrata suunniteltuun aikatauluun. Vertailun perusteella voidaan havaita poikkeamat ja toimittaa ilmoitukset eri osapuolille. Rolling Stock Monitoria voidaan käyttää myös mobiilin käyttöliittymän avulla (esimerkiksi GSM/SMS ym.), jonka seurauksena kuljettaja voi suoraan syöttää paikkatiedon autossa olevan laitteen avulla. Hyödynnettävä laitteisto voi olla esimerkiksi GPS paikannuksella varustetut PDA-laitteet (Personal Digital Assistants). Myös ETC (Electronic Toll Collection) laitteita voidaan hyödyntää. (Cordis tietokanta)

B.4. LÄHTEET

- [41] A Business Case - Revised as submitted with NPs, ISO TC 122 (Packaging) and ISO TC 104 (Freight Containers) Joint Working Group - Supply Chain Applications for Radio Frequency Identification
- [42] Ashton, Kevin. 2002. Haastattelu RFID Journal. [viitattu: 5.7.2002] http://www.rfidjournal.com/news/autoidcenter/ashton_interview.html
- [43] Burnell, John. 2002. Pallet tracking pilot will put RFID to the test, CHEP program could boost standards efforts. Frontline Solutions Website. [viitattu: 20.6.2002] <http://www.frontlinemagazine.com/rfidonline/w-p/1047.htm>
- [44] Cargo Express - monipuolista lähetysten seurantaa. [viitattu: 2.7.2002] <http://onepartner.webotek.com/cgi-bin/easy?cid=schenker&sid=3&mid=23&a=show&id=110>
- [45] Cohen N., Hohlfeld R., Moschella D., RFID benefits from fractals, RFID innovations, May/June 2002, pp. 14-16
- [46] Colter Group/Colter Distribution. 2002. [viitattu: 5.8.2002] <http://www.coltergroup.co.uk/homepage/tags>
- [47] Colter Group/Colter Distribution. 2002. [viitattu: 5.8.2002] <http://www.coltergroup.co.uk/homepage/ridentapps1.htm>
- [48] Defeating the Bomb in a Box, Savi Technology White Paper, April 2002.
- [49] EAN.UCC Global Tag GTAG™ Technical Specification, Draft, V0.2 for Industry Reference, August 2002, UCC and EAN
- [50] EAN.UCC White Paper on Radio Frequency Identification, EAN, June 2002
- [51] ERC Recommendation 70/03 (Tromsø 1997 and subsequent amendments) relating to the use of Short Range Devices (SRD), ERC/REC 70-03, 2002
- [52] Flying Null Tough Tag - EMID® Tagging Solutions, Flying Null Ltd
- [53] Harmon C., Liaison Report TC 104 to ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4, 19.4.2002
- [54] Harrop P., Progress in Chipless Smart Labels, RFID innovations, May/June 2002, pp. 20-22.
- [55] Information Technology — Radio Frequency Identification (RFID) for Item Management — Part 6: Parameters for Air Interface Communications

- at 860-930 MHz, ISO/IEC CD 18000-6, ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4, 2002-04-15
- [56] Initiative will improve global cargo safety with automated tracking, Frontline Solutions, July 15, 2002
 - [57] Intellident's RFID system helps to beat supply chain crime, Move-IT, Intellident, Spring 2002
 - [58] Intelligent Pallets for Perfect Logistics, Craemer Pallets and Schreiner ((rfid))-Technology, www.schreiner-online.de
 - [59] Intelligent Tagging, White Paper by the GCI Working Group on Intelligent Tagging, April 2002
 - [60] Intermec Poised to take the Fast Lane in RFID and Parts Marking Technology for the Automotive Industry, www.intermec.com
 - [61] ISO/IEC JTC 1/SC 31/WG 4/SG 3 - Air Interface, Approved Meeting Minutes, 6-7.5.2002, Tokyo
 - [62] Lamb J., Retailers prepare to play tag, Logistics Europe, July 2002, p. 8
 - [63] LAUREL projekti. [viitattu 27.6.2002] http://dbs.cordis.lu/fep-cgi/srchidadb?ACTION=D&SESSION=118512002-6-25&DOC=90&TBL=EN_PROJ&RCN=EP_RCN_A:53645&CALLER=PROJ_IST
 - [64] Marks & Spencer Creates RFID Supply Chain for Refrigerated Goods, Texas Instruments RFID Newsletter, no.8, May 2002, p.1
 - [65] Material Realtime Monitoring and Allocation System, Loppuraportti, CC Logistics and Bonware, 2002
 - [66] Mickle M., Wang M-E, The PENI Tag, Auto-ID 2nd Academic Alliance Meeting, May 2002
 - [67] Microlise RFID cracks down on crime, Frontline Solutions, July 2002, p 20
 - [68] Moore, Bert. 2001. RFID may yet prove its mettle on metal. Frontline Solutions Website. [viitattu: 19.6.2002] <http://www.frontlinemagazine.com/rfidonline/w-p/1032.htm>
 - [69] Määräys luvasta vapaiden radiolähettimien yhteistajuuksista ja käytöstä, Viestintävirasto 15S/2002
 - [70] Navas D., RFID Feeds the Supply Chain, Supply Chain Systems, July 2001.
 - [71] New Consortium To Explore Supply Chain Technologies. 2002. RFID Journal. [viitattu: 5.7.2002] <http://www.rfidjournal.com/news/july02/scnetwork7502.html>
 - [72] New Thin-Film Battery Could Energize RFID, RFID Journal, 18.10.2002
 - [73] PALOMAR Project Abstract. 2000. [viitattu: 5.6.2002] <http://www.atmel-wm.com/upload/doc3b15029a33f97.htm>
 - [74] ParcelCall projekti. [viitattu: 14.6.2002] <http://www.parcelcall.com/>
 - [75] PARCELCALL refined System Architecture, A. Davie (Ed), IST-1999-10700 D06, 2000.

- [76] Permalaa A., Granqvist J., Scholliers J., Kuttila M., Auvinen S., Aspelin E., TRACKIDEF - Kuljetusyksikön automaattinen tunnistus, VTT Yhdyskuntatekniikka, Tutkimusraportti 549/2000
- [77] Philips announces industry's first silicon supporting Global Tagging (GTAG(tm)) for logistics applications, Philips Semiconductors, Press Release, 13.5.2002, [viitattu: 5.6.2002]
http://www.semiconductors.philips.com/news/content/file_844.html
- [78] Quinn P., Cheap RFID Chips: Tiny Foot Soldiers in the Supply Chain Revolution, Supply Chain Systems, July/August 2002
- [79] Radio Frequency Identification Tags for Tracking Plastic Pallets and Reusable Containers, Intermec White Paper
- [80] RFID – For the Birds!, RFID innovations, May/June 2002, p. 30
- [81] RFID and the EAN.UCC System, GTAG Project Team, EAN & UCC, GTAG-G-00-019, 2000
- [82] RFID tag tracks Georgia-Pacific's returnable plastic container, www.intermec.com
- [83] Roberts S., Tag it and save it, Frontline Solutions, July 1, 2002
- [84] Robson A., Mc Arthur, Current Real World Applications, ECR Europe Conference, April 2002, Barcelona
- [85] SAMSys Readers Ready to Support GTag Standard. 2002. RFID Journal. [viitattu: 5.7.2002]
<http://www.rfidjournal.com/news/may02/gtagreader515.html>
- [86] Savi Technology Chosen to automate Woolworths UL's Retail Supply Chain to Enhance Management and Security, Savi Technology, 28.5.2002
- [87] SCN Containers announces industry's first Returnable Pallet Boxes with Built-in RFID Technology from Texas Instruments as Standard, Texas Instruments News Release V0703/TI, [viitattu 2.10.2002]
<http://www.scncontainers.co.uk/main/rfid.htm>
- [88] Sereiko, Paul, Werb, Jay. 2002. Small-scale RFID systems can achieve big benefits. Frontline Solutions. [viitattu: 20.6.2002]
<http://www.frontlinetoday.com/frontline/article/articleDetail.jsp?id=18178>
- [89] Speed merchants make a move, Frontline Solutions, July 2002, p 22
- [90] Supply Chain Network - Phase one underway. 2002. [viitattu: 5.8.2002]
<http://www.canadanewswire.com/releases/June2002/20/c8479.html>
- [91] Sähköistä asiakaspalvelua – CargoExpressNet [viitattu: 2.7.2002]
<http://onepartner.webotek.com/cgi-bin/easy?cid=schenker&sid=3&mid=23&a=show&id=102>
- [92] The Case for a Standard for RFID Elementary Tag (ET) systems, ET Ad Hoc Task Force, July 2002
- [93] The GCI Intelligent Tagging Model, An examination of product and supply chain opportunities, GCI Intelligent Tagging Working Group, 2001
- [94] TRACKING, Loppuraportti, 3.6.2002, Tampereen teknillinen korkeakoulu, kuitumateriaalitekniikka
- [95] New Power Paper Unit Plans to Produce Active Smart Labels, RFID Journal, 29.10.2002

- [96] Nokia Plans to Track Individual Phones, RFID Journal, 29.10.2002
- [97] Tierney S., Progress slow but sure at Philips, Frontline Solutions Europe, November 2002,
- [98] Heikkinen, Petteri, Selkälä, Antti. 2002. Tehokasta kuljetusten tiedonhallintaa Moberalla. Kuljetusyrittäjä 5/2002, SKAL. s. 26-27

Liite C. PAIKANNUSJÄRJESTELMÄT

Paikannusjärjestelmät jaetaan itsenäisiin ja ei-itsenäisiin järjestelmiin. Itsenäisen paikannuksen periaate on se, että laite pystyy itsenäisesti määräämään paikkansa, kuten esimerkiksi inertipaikannus tai GPS-paikannus. Ei-itsenäisissä paikannus (etäpaikannus) –järjestelmissä sijaintitieto lasketaan ulkopuolisten järjestelmien avulla. Menetelmiä ovat mm. radiopaikannus ja yhä enenevässä määrin matkapuhelinverkkopohjainen paikannus. Myös satelliittipaikannuksen ja GSM-paikannuksen yhdistävät sovellukset ovat merkittävä menetelmä jo tällä hetkellä. Matkapuhelinverkkoihin perustuva paikannus tulee olemaan lähivuosina täysin riittävä menetelmä useimpiin kuljetusalan sovelluksiin.

C.1. PAIKANNUSTEKNIIKAT

Paikannusjärjestelmät jaetaan kolmeen luokkaan toteutuksen perusteella: merkkipaalu- (signpost), aaltoperusteinen- (wave based) sekä laskentamenetelmä (dead reckoning). ([101], s. 10–11)

Merkkipaalumenetelmissä kohde tunnistetaan automaattisesti tietyissä pisteissä radio-, valo- tai ääniaaltojen perusteella. Järjestelmän eduiksi mainitaan tarvittavan laitteiston alhainen kustannus sekä järjestelmän kestävyys (robustness). Heikkouksia ovat tarvittavan infrastruktuurin (tunnistuspisteet) korkeat kustannukset, epäsäännöllinen paikkatieto sekä se, että järjestelmä edellyttää melko vakioitujen reittien käyttöä (ellei laajenneta erittäin suureksi). ([101], s. 23–24).

Aaltoperusteisen järjestelmän paikantaminen perustuu aaltoihin sekä referenssipisteeseen/-pisteisiin, joiden suhteen paikantaminen suoritetaan. Esimerkkinä on GPS -järjestelmät. Järjestelmän etuja ovat tarkkuus sekä mahdollisuus jatkuvan paikkatiedon saantiin. Heikkouksia ovat kalliit infrastruktuurikustannukset, häiriöherkkyys, monitie- (multipath) ja tukkeutumisongelmat (occlusion). ([101], s. 24–25)

Laskentaan perustuvassa paikannuksessa ajoneuvon paikka määritetään auton nopeuden, kiihtyvyyden sekä kulkusuunnan perusteella (dead reckoning). Etuja ovat alhaiset kustannukset, itsenäinen ja yksityinen paikannus sekä jatkuva paikanmäärittäminen. Heikkouksina mainitaan se, että järjestelmän toiminta edellyttää lähtöpaikan määrittelyä sekä säännöllistä paikkatiedon päivitystä/tarkistusta. Lisäksi tarkkuus-

den parantaminen (esimerkiksi karttojen ja tarkempien kompassien/gyroskooppien avulla) tekee järjestelmästä kalliin. ([101], s. 25–26)

Tällä hetkellä eniten käytetyt teknologiat ovat satelliittipaikannus ja matkapuhelinverkkoihin perustuva paikannus. Dead reckoning käytetään eniten backup-järjestelmänä satelliittipaikannukseen. RFID-pohjaiset RTLS-järjestelmät antavat uusia mahdollisuuksia paikannukseen määritetyillä alueilla.

C.1.1 Satelliittipaikannus

Satelliittipaikannuksen perustana ovat maata kiertävät radioaaltoja lähettävät satelliitit ja maassa sijaitsevat radioaaltojen vastaanottimet. Sijainti lasketaan eri satelliiteista lähtöisin olevien signaalien kulkuajojen erojen perusteella.

Maailmassa käytetään nykyisin kahta satelliittinavigointijärjestelmää, jotka ovat amerikkalainen GPS ja venäläinen GLONASS. Molemmat on suunniteltu paikantamaan suurella tarkkuudella sotilaallisten yksiköiden, kaluston tai sotilaskohteiden sijainti. Kumpaakin verkkoa on mahdollista käyttää myös siviilitarkoituksiin, mutta tältä kannalta niissä on eräitä suuria puutteita [99]:

- verkon ylläpitäjä ei anna takuita tai kannan vastuuta esimerkiksi palvelun häiriöstä
- niiden luotettavuus ei ole täydellinen: käyttäjät eivät esimerkiksi saa välittömästi tietoa esiintyvistä virheistä
- nopeaa paikannusta edellyttäviä sovelluksia ajatellen niiden tarkkuus on vain keskinkertainen.

Näistä järjestelmistä GPS:ää käytetään eniten. GPS-vastaanottimia on miniaturisoitu ja ne koostuvat nykyään vain muutamista mikropiireista niin, että laitteen hinta on laskenut merkittävästi. GPS on myös jo integroitu puhelimeen ja se on saatavana PDA:n lisälaitteena [106]. Käyttö ei aiheuta erillisiä käyttökustannuksia.

Satelliittipaikannuksen etuja ovat sen käyttöalueen laajuus, tarkkuus ja monipuoliset käyttömahdollisuudet. Satelliittipaikannuksella voidaan nykyään saavuttaa avoimessa maastossa noin 10 metrin tarkkuus, mikä riittää moniin käytännön sovelluksiin. Kolmiulotteisen paikkatiedon lisäksi GPS-signaalista voidaan selvittää nopeus ja aika.

Ongelmana on yhteyden saaminen satelliittiin tunneleissa, korkeissa katukuiluissa ja muissa vastaavissa paikoissa, koska satelliitti vaatii suoran yhteyden vastaan-

ottolaitteeseen [100]. Heikkouksia ovat myös suuri virrankulutus ja käynnistymisen hitaus.

Monitorintisovellukset vaativat, että paikkatieto lähetetään eteenpäin tietojärjestelmään. Tämä voi tapahtua GSM- (tai GPRS) kommunikaatiolla, mutta myös satelliittikommunikaatiolla (LEO kuten Orbcomm tai Globalstar tai GEO). Satelliitti tulee edullisemmaksi, jos laitetta käytetään paljon ulkomailla (roaming costs/ ei kenttää). GPS ja radio pakataan pieneen moduuliin, jossa on lisäksi paristo ja antenni sekä mahdollisesti anturiliittymiä, esimerkiksi lämpötila, kaasumäärä, värähtely ja oven avaus.

Esimerkiksi TRI-MEX (www.tri-mex.com) markkinoi "Electronic Watchdog" palvelua, jonka avulla voidaan kerätä tietoa ajoneuvoista, konteista, perävaunuista tai muista laitteista. Electronic Watchdog kerää tietoa ajoneuvon antureista. Kaapelit ja antennit voidaan piilottaa niin, että laite on vaikea havaita. Tietokommunikointikanavana käytetään sekä GSM:ää, satelliittikommunikointia (sekä LEO ja GEO) ja UHF (paikalliskommunikointi, esimerkiksi laivalla tai terminaaleissa). GSM käytetään tapauksissa, joissa satelliittikommunikointi ei onnistu (GSM-roaming kustannukset ovat korkeita). UHF käytetään laivalla niin, että kontit voivat kommunikoida satelliittikommunikaattorin ja käsilaitteiden kanssa.

Yhdysvalloissa aloitetaan tunnistamaan rekanaluksia, ja myöhemmin palvelua laajennetaan junavaunuihin/alustoihin. Laitteista kerätään paikkatietoa, statustietoa ja se lähetetään tietoa Internetiin.

Saksassa rekkojen tietullijärjestelmä tulee perustamaan GPS/GSM:ään. Näin kaikilla rekoilla pitäisi olla GPS/GSM-laitte. Tätä laitetta voidaan käyttää myös muihin sovelluksiin, kuten fleet management.

Galileo -hanke

Euroopan unioni suunnittelee toteuttavansa vuoteen 2008 mennessä GALILEO-hankkeen avulla järjestelmän, joka olisi sen omassa hallinnassa ja vastaisi sen tarkkuutta, luotettavuutta ja turvallisuutta koskeviin haasteisiin nykyisiä järjestelmiä huomattavasti paremmin [99]. GALILEO-järjestelmässä satelliittijärjestelmän yhdistäminen maanpäällisiin järjestelmiin vastaa nykyisiä järjestelmiä paremmin käyttäjien tarpeisiin riippumatta käyttäjän sijainnista (kaupungissa, äärimmäisille leveysasteilla....) [99]. Euroopan avaruusjärjestön tukeman GALILEO-hankkeen puitteissa on tarkoitus lähettää vähintään 20 satelliittia kiertoradalle noin 20 000 kilometrin korkeuteen. Maailmanlaajuinen kattavuus turvataan maanpäällisten tukiasemien verkolla. [99].

C.1.2 Verkkopohjainen paikannus

Verkkopohjainen paikannus on kokenut merkittäviä kehitysaskelaita aivan viime vuosina. Verkkopohjaisen paikannuksen ratkaisut perustuvat joko signaalin kulke-
keman ajan ja saapumiskulman avulla laskettuun päätelaitteen suhteelliseen si-
jaintiin tukiasemaverkkoon nähden tai tietoon siitä, minkä tukiasemien muodos-
taman ns. solun alueella matkapuhelin sijaitsee [102].

Paikannus voi tapahtua suoraan käyttäjän päätelaitteessa tai verkon palvelimessa. Päätelaitekeskeisessä menetelmässä (esimerkiksi EOTD, Enhanced Observed Time Difference) rakennetaan älyä päätelaitteen sisään, kun taas verkkokeskeises-
sä menetelmässä (esimerkiksi TOA–Time of Arrival) rakennetaan älyä enemmän-
kin matkapuhelinverkon infrastruktuuriin [102].

Ainoa teknologia, joka on tällä hetkellä jo laajalti käytössä langattomissa verkois-
sa on solutietoa hyödyntävä teknologia (COO) (Cell of Origin). Ratkaisu on yk-
sinkertaisin, mutta sen tarkkuus ja kattavuus on kuitenkin melko huono ja hyvin
vaihteleva (tarkkuus 200 m–30 km). Tämä johtuu siitä, että menetelmä perustuu
tietoon siitä mitä tukiasemaa päätelaite käyttää. Tukiasemien tiheys taas vaihtelee
eri maantieteellisillä alueilla [102]. Satelliittipaikannuksen verrattuna etuja ovat
minimaaliset laitekustannukset ja laitteen monipuolinen käyttö. Jokainen paikan-
nus vaatii kuitenkin kommunikointia matkapuhelimen ja verkon välillä, ja kustan-
nukset voivat olla 1–2 SMS per haku.

A-GPS (Assisted GPS) ratkaisussa GPS –vastaanotin integroidaan matkapuhelin-
verkkoa käyttävään päätelaitteeseen. Matkapuhelinverkko antaa alkuparametrit
sijainnille, joten paikantimen ei tarvitse odottaa GPS:n ”käynnistymistä”. GSM –
verkko antaa myös karkean paikkatiedon tilanteissa, joissa GPS –järjestelmä ei ky-
kene sitä antamaan. Eräät yritykset ovat jo tuoneet markkinoille GPS:n ja GSM–
matkapuhelinverkon yhteistoimintaan perustuvaan paikannukseen kykeneviä pää-
telaitteita [103].

C.1.3 Real-Time Locating Systems (RTLS)

RTLS-järjestelmiä käytetään paikantamaan laitteita määrättyillä alueilla. Tarkkuus
on (antennien verkoston riippuen) noin kaksi metriä. Kuten RFID-järjestelmä, lä-
hettimet asennetaan paikannettaviin laitteisiin. Lähetin lähettää normaalisti mää-
rättyin aikaväleihin pulssin. Alueelle asennetaan antenniverkko, joka ottaa lähetti-
mien signaaleja vastaan, ja tietojärjestelmä laskee signaaleista laitteen sijaintia.

RTLS-järjestelmiä valmistavia yrityksiä ovat mm. WhereNet, Pinpoint ja Wireless Mountain.

Tunnistusta porteilla ei voida toteuttaa sellaisenaan. Wherenet:illa on porttilukija, joka pystyy havaitsemaan lähettimiä, laittamaan ne päälle tai pois päältä, muttei tunnistamaan. Wherenet:in järjestelmä toimii myös WLAN-verkkona.

Muut tekniikat, jotka sopivat lähi- tai sisätilapaikannukseen ovat WLAN-fingerprint ja Bluetooth -tekniikoihin perustuvat menetelmät. Virrankulutussyistä Bluetooth on niistä sopivin. WLANia kuitenkin käytetään jo yritysten ja laitosten langattomissa lähiverkoissa ja on siksi edullisessa asemassa [105].

RFID:n sijaan kommunikointi voi myös tapahtua infrapunalla. Infrapuna vaatii kuitenkin näköyhteyttä, mutta ei mene seinien läpi eikä aiheuta interferenssejä esimerkiksi sairaaloissa.

C.2. ESIMERKKISOVELLUKSET

Ajoneuvonavigoinnissa paikannustekniikkoina tulevat kysymykseen lähinnä satelliittipaikannuksen eri sovellukset niiden tarkkuuden ansiosta (GPS, AGPS, DGPS). Viiden vuoden kuluessa sekä paikannus (GPS) että tiedonsiirtoyhteys (GSM) tai niitä vastaavat sovellukset ovat todennäköisesti vakiovarusteina lähes kaikissa uusissa ajoneuvoissa.

C.2.1 AVL (Automatic Vehicle Location) järjestelmiä

Autokannan monitorointia ja hallintaa varten käytetään automaattista seuranta- ja ohjausjärjestelmää (AVL Automatic Vehicle Location). Näissä järjestelmissä ajoneuvoon on asennettu ajoneuvoterminaali, jossa on GPS-paikannus ja (yleensä) GSM-puhelin, joka mahdollistaa lähettää ajoneuvon paikannustiedon ohjauskeskukseen ja välittämään viestiä (esimerkiksi suoritettavan tehtävän reitti) ohjauskeskuksen ja ajoneuvon välillä. Ohjauskeskuksessa on yleensä ohjelma, jossa ajoneuvojen sijainti merkataan kartalle.

Yritykset tarjoavat kokonaisratkaisuja tai palveluja mobiililaitteeseen, joka on usein WAP-laite. Palveluntuottajia ovat esimerkiksi Arbonaut, Siemens, Webraska [106], Vodaphone Passo ja w3logistics [107]. Kokonaisratkaisuja tarjoavat mm. Alcatel C-Track, ICS Datensysteme, IVU, PTV, [107], Technosistemi ja Ericsson.

Saavutettavat edut [108]:

- Kuljettajien ja kuljetusten seuranta: AVL:n avulla voidaan varmistaa, että lähetykset ovat oikeassa paikassa oikeaan aikaan
- Nopeammat ja kohdennetut toimitukset: reaaliaikainen tieto kuljetuskaluston sijainnista sekä tavaratilanteesta mahdollistaa toimitusten tehostamisen ja nopeuttamisen
- Toimitusten ajanmääritys helpompaa: saapumisaika pystytään määrittelemään tarkemmin
- Liikkuva tiedonsiirto, digitaalinen viestintä ja dokumentointi: integroimalla AVL-järjestelmään liikkuvan tiedonsiirron päätteet tai tietokonelaitteet voidaan hyödyntää digitaalista tiedonsiirtoa. Lisäksi AVL:n avulla voi tallentaa ja dokumentoida tiedot tapahtumista kuljetuksen aikana.
- Turvallisuus ja suoja varkauksia vastaan: hätätilanteessa auton/kuorman sijainti voidaan paikantaa nopeasti ja varkaustapauksissa varastetun tavaran jäljittäminen on helppoa

TeleTrafficin [107] mukaan monitorointijärjestelmän avulla voidaan säästää 15–30 % käyttökustannuksissa niin, että investoinnit saadaan takaisinmaksettua 6–18 kuukaudessa.

C.2.2 SKALnet palvelut

Taustaa

SKAL tarjoaa SKALnet palveluita kaikkien kuljetusyrittäjien käytettäväksi. Palvelut tarjotaan ASP-palveluina eli sovellusvuokrausperiaatteella. SKALnet palvelut pitävät sisällään kolme eri palvelua: kuljetustilauspalvelun, kustannusseurannan sekä ajoneuvon tapahtumat ja ajoneuvoviestinnän hoitavan palvelun, joista viimeksi mainittu, SKALnet ISMO liittyy läheisimmin seurantaan.[111]

Tekniikat ja toteutus

Kuljetusyritys käyttää palveluita Internetin välityksellä, jolloin vältetään sovellushankinnoilta. Palvelun on toteuttanut Iocore Suomi Oy ja palvelut voidaan liittää osaksi yrityksen ajojärjestelysovellusta tai muita toiminnanohjaussovelluksia.

- SKALnet ISMO-palvelu sisältää yrityssovelluksen ja ajoneuvo-PC:lle asennettavan autosovelluksen. Seurantatieto perustuu kuljettajan syöttämiin syykoodeihin, jotka tallennetaan ajoneuvon sovellukseen. Tieto päivitetään edelleen palvelimelle, josta kuljetuksen tietoja ja etenemistä voidaan seurata. ISMO-sovellus mahdollistaa myös tiedonsiirron palvelimelta ajoneuvoon.

Näin ajoneuvoon voidaan välittää esimerkiksi asiakastilauksia. Ajoneuvosovellus vaatii toimiakseen PC-tasoisen ajoneuvolaitteen [111].

C.2.3 Toll Collect

Vuodesta 2003 lähtien Saksa alkaa veloittaa kaikilta yli 12 tonnin rekoilta tietulia. Tullimaksut lasketaan ajatun kilometrimäärän perusteella. Järjestelmän toimittaa Toll Collect Consortium, jonka osallistujat ovat Daimler Chrysler Services, Cofiroute ja Deutsche Telekom.

Ajoneuvoon asennetaan ajoneuvolaite, jossa on GSM-vastaanotin ja GSM-modeemi. Järjestelmä antaa mahdollisuuksia tarjota lisä-arvopalveluja, kuten monitorointia ja paikannusta, rahtiliikenteeseen ajoneuvoterminaalien kautta [109]. Esimerkiksi Daimler Chrysler on kehittänyt Truckmatix telematiikkapalvelun TollCollect-järjestelmän pohjalle, joka antaisi myös pienille kuljetusyrityksille mahdollisuuksia käyttää telematiikkapalveluja ilman suuria kustannuksia [110].

C.3. YHTEENVETO

Tärkeimpinä ja toimivimpina paikannusmenetelminä pidetään satelliittipaikannusta sekä matkapuhelinverkkoon perustuvaa paikannusta. Satelliittimenetelmistä yleisin on GPS, jonka rinnalle on kehitetty taikehitteillä muitakin satelliittipaikannusjärjestelmiä kuten GALILEO ja GLONASS. Satelliitti- ja matkapuhelinpaikannuksen tärkeimpiä etuja ovat hyvä tarkkuus sekä olemassa oleva kattava infrastruktuuri. Tulevaisuudessa matkapuhelinverkkoon perustuvan paikannuksen sekä erilaisten yhdistelmien (esimerkiksi satelliitti- ja matkapuhelinpaikannus) merkityksen odotetaan kasvavan.

C.4. LÄHTEET

[99] Valkoinen kirja - Eurooppalainen liikennepolitiikka vuoteen 2010: valintojen aika. Euroopan Komissio, 2001, Luxemburg: Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto. 123 s.

[100] Tietojenkäsittely ja tiedonsiirto kuorma- ja pakettiautokuljetuksissa. Liikenneministeriö 1997. Liikenneministeriön julkaisu 24/97. Oy Edita Ab, Helsinki.

[101] Drane, Chris, Rizos, Chris. Positioning Systems in Intelligent Transportation Systems. Artech House. 1998, 369 s.

- [102] Mobile Positioning. An Introduction to Mobile Positioning By Mobile Lifestreams, Mobile Lifestreams Limited 1999, Issue Date: 1st December 1999.
- [103] Sauna-aho, Jussi. Informaatiotekniikka kuorma- ja pakettiautokuljetuksissa. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 35/2001, Liikenne- ja viestintäministeriö. 72 s.
- [104] Kummala, Juuso, Luoma, Juha. 2002. Ajoneuvoissa käytettävien tieto ja viestintäjärjestelmien sääntely turvallisuuden kannalta. FITS-julkaisuja 1/2002, Liikenne- ja viestintäministeriö. 69 s.
- [105] Wilenius M., Innanen M, NAVIfuture – Henkilökohtaisen Navigoinnin Tulevaisuus selvitys, Väli raporttiluonnos, 20.5.2002
- [106] Personal Navigation Markets in Europe, Pre-study, Navinova Oy, 2002.
- [107] Flottenmarkt, teleTraffic 01/2001, pp. 68-75
- [108] Paikannuksen merkitys tavaraliikenteessä. 2001. Logistiikka 6/2001. s. 36-38
- [109] R. Knubben, I. Stever, Telematik – schneller, sicherer, effizienter Güter transportieren, Daimler Chrysler Services, 18.2.2002
- [110] Truckmatix - The solution to your telematic needs, DaimlerChrysler Services, 2002
- [111] Uudet SKALnet-palvelut, Lisää tehokkuutta ja kannattavuutta. 2001. Kuljetusyrittäjä 8/2001. s. 82-83