

Esa Rinta-Runsala, Markus Tallgren

## RFID-tekniikan hyödyntäminen asiakkuudenhallinnassa

## Yhteystiedot

Esa Rinta-Runsala  
VTT Tietotekniikka  
PL 1201, FIN-02044 VTT  
Katuosoite: Tekniikantie 4 B, Espoo  
Puh. (09) 4561, fax (09) 456 6027  
Sähköposti: Esa.Rinta-Runsala@vtt.fi  
Web: <http://www.vtt.fi/datamining/>

---

Copyright © VTT Tietotekniikka 2004. Kaikki oikeudet pidätetään.

VTT Tietotekniikka pidättää oikeuden muuttaa dokumentin sisältöä ilman etukäteisilmoitusta. Dokumentin tekstin tai kuvien luvaton levittäminen, kopioiminen tai julkaiseminen missään muodossa on kielletty.

---

**Avainsanat** RFID, radiotaajuustunnistus, radiotaajuustunnistaminen, CRM, asiakkuudenhallinta, analyttinen asiakkuudenhallinta, analyttinen CRM, sähköinen tuotekoodi, EPC

## Tiivistelmä

Radiotaajuustunnistus, Radio Frequency IDentification (RFID) on nousemas- sa oleva tekniikka, jolla on sovellusmahdollisuuksia monilla eri aloilla. Näistä vähittäiskaupat ovat eturintamassa soveltamassa tekniikkaa erityisesti jakelu- ketjun seurantaan. Asiakkuudenhallinta on kuitenkin myös merkittävä sovel- luskohde RFID:n mahdollisuuksille.

Radiotaajuustunnistuksessa lukijalaitteella voidaan matkan päästä havaita ja tunnistaa pieni, helposti hyödynnettävä RFID-tunniste, johon voidaan liittää tietoja ja tapahtumia. Jopa metrien päästä tapahtuvan etälukemisen ja -kirjoit- tamisen lisäksi RFID:n merkittäviä erityispiirteitä ovat kyky yksilöidä tunnis- teet, mahdollisuus tallentaa tunnisteseen tietoja sekä usean tunnisteen lähes yhtäaikainen lukeminen. Yksilöintikyky tuo mukanaan mahdollisuuden luoda ”esineiden internet”, tietoverkko, jossa esineillä on oma identiteettinsä verkon osana. Tulevaisuudessa myös esimerkiksi lämpötila- tai paineanturiin yhdis- tetty tunniste avaa paljon uusia sovellusmahdollisuuksia.

RFID-tunnistuksen haasteita ovat tällä hetkellä yhtenäisten kansainvälisten standardien luominen sekä sovellusten vaatiman suorituskyvyn, kuten luku- etäisyyden ja -ajan parantaminen. Tekniikkaa asiakkuudenhallintaan hyödyn- tävien on lisäksi otettava huomioon kuluttajien yksityisyydestä tulevat rajoi- tukset.

Nykyiset RFID:n hyödyntämistavat keskittyvät jakeluketjun hallintaan ja ta- varoiden seurantaan sekä tiketöinnin sovelluksiin. Näistä jakeluketjuissa hyö- dynnettävä sähköinen tuotekoodi on ensimmäisenä leviämässä massamarkki- noille. Asiakkuudenhallinnan käyttökohteet ovat kuitenkin lisääntymässä tek- niikan kypsyessä.

Jotta kuluttajatkin hyväksyisivät RFID:n käytön asiakkuudenhallinnassa, pi- tää sen täyttää tietyt ehdot. Tunnisteiden käyttö pitää olla kuluttajalle riittävän halpaa, helppoa, ja luotettavaa, eikä se saa vaarantaa heidän yksityisyyttään.

Näiden ehtojen täytyessä RFID:llä voidaan tehdä osto- tai palvelutapahtu- masta kuluttajalle elämyksellisempi kokemus. Esimerkkeinä hyvistä kohteista hyödyntää RFID:tä elämyksellisemmässä asiakkuudenhallinnassa ovat fyysi- sesti rajatut ympäristöt, kuten huvipuistot, hiihtokeskukset ja myymälät. Eri- tyisesti on mahdollista tarjota lisäpalveluita rekisteröityneille kanta-asiak- kaille.

**Key Words** RFID, radio frequency identification, CRM, customer relationship management, analytical customer relationship management, EPC, electronic product code

## Abstract

Radio Frequency IDentification (RFID) is a rising technology that has possible applications on a wide range of areas. Of these areas the retail sector is pioneering RFID especially in supply chain management. However, customer relationship management is another significant application for the possibilities of RFID.

In the radio frequency identification a reader device can detect and identify a small, easily usable RFID-tag even from a distance of several meters. The tag can be attached with data and event information. In addition to the distance reading and writing, RFID is characterized by its ability to uniquely identify the tags, the possibility to store information to the tag and to read multiple tags at once. The ability to uniquely identify tag brings also the possibility to create "internet of things", a network, where things have their own identities as parts of the network. In the future also e.g. thermal and pressure sensors combined with tags give a lot of new applications.

The challenges of RFID are the creation of international standards and the improvements of the performance, e.g. reading distance and time, required by the applications. Moreover, the usage in customer relationship management requires the privacy of the consumer to be taken into account.

The utilization of RFID today is focused on supply chain management, tracking of things, and ticketing applications. The electronic product code used in the supply chain is the first one to spread to the mass market. However, the number of applications in the customer relationship management is increasing as the technology matures.

To be accepted by the consumers, RFID usage in customer relationship management has to fulfill certain conditions. The use of tags has to be cheap, easy and reliable enough for the consumer, and it must not endanger their privacy.

If these conditions are fulfilled, RFID can improve the purchase or service experience of a consumer. An example of a good place to utilize RFID for experiential customer relationship management is a physically bounded environment, like an amusement park or a skiing center.

## Alkusanat

Tämä raportti tehtiin VTT:n rahoittamassa Rafla-projektissa tarkoituksena selvittää RFID-tekniikan hyödyntämistä ja mahdollisuuksia asiakkuudenhallinnassa, sekä tähän liittyviä mahdollistajia, esteitä ja avoimia kysymyksiä.

Projektissa haastateltiin RFID-tekniikkaan liittyen Stockwayn Timo Nurmista, UPM Rafsecin Samuli Strömbergiä, Vilant Systemsin Ville Kauppista sekä VTT:n Timo Varpulaa. Kuluttajan näkemyksiä RFID-tekniikan käytöstä ja hyväksyttävyydestä kertoivat VTT:n Kaisa Rentto, Valteri Pirttilä ja Pasi Väykkynen. Tekijät esittävät kiitokset kaikille haastatelluille.

## Sisällysluettelo

Yhteystiedot .....	1
Tiivistelmä.....	2
Abstract .....	3
Alkusanat.....	4
Sisällysluettelo .....	5
1 Johdanto .....	7
2 Tekniikka .....	8
2.1 RFID-tagien tyypit ja ominaisuudet.....	8
2.1.1 Taajuus .....	8
2.1.2 Aktiivisuus/passiivisuus .....	10
2.1.3 Koko .....	11
2.1.4 Tallennuskyvyt .....	11
2.1.5 Hinta .....	12
2.2 Lukijat.....	12
2.2.1 Rakenne .....	12
2.2.2 Kiinteät ja käsilukijat.....	12
2.2.3 Hinta .....	13
2.3 Mahdollisuuksia.....	13
2.3.1 Tunnistaminen .....	14
2.3.2 Muisti.....	14
2.3.3 Anturit.....	14
2.3.4 Linkitys internetiin .....	14
2.4 Haasteita .....	15
2.4.1 Standardit.....	15
2.4.2 Tunnistintörmäys.....	16
2.4.3 Lukijatörmäys.....	16
2.4.4 Materiaalit.....	16
2.4.5 Salaus.....	17
2.4.6 Kuluttajien yksityisyys.....	17
3 Nykyisiä hyödyntämistapoja.....	18
3.1 Vähittäiskauppa .....	18
3.1.1 EPC-jakeluketjun seuranta .....	18
3.1.2 Metro Future Store .....	19
3.2 Seuranta .....	21
3.2.1 Tuhottavan aineiston seuranta .....	21

3.2.2	Ajanotto urheilukilpailussa.....	21
3.2.3	Lentomatkatavaran tunnistus.....	22
3.2.4	CD-levyjen kuljetusseuranta.....	22
3.3	Tiketöinti.....	23
3.3.1	Lentomatkustajien check-in.....	23
3.3.2	Pääkaupunkiseudun matkakortti.....	23
3.3.3	Jääkiekkoseuran kausikortti.....	24
3.4	Asiakkuudenhallinta.....	24
3.4.1	Käyttäytyminen kirjakaupassa.....	24
3.4.2	Virtuaalinen asiakaspalvelija kanta-asiakkaille.....	25
3.4.3	RFID-tunniste kännykässä.....	25
3.4.4	Tietojen tallentaminen museossa.....	25
3.4.5	Design-vaatekauppa.....	25
3.5	Antureita.....	26
3.5.1	Auton renkaiden paineenseuranta.....	26
3.5.2	Kylmäketjun seuraaminen.....	27
4	Hyväksyttävyyteen ja käyttökelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä.....	28
4.1	Yleistä.....	28
4.2	Kustannukset.....	28
4.3	Helppokäyttöisyys.....	29
4.4	Luotettavuus.....	29
4.5	Tietosuoja.....	29
5	Ideoita RFID:n käyttöön asiakkuudenhallinnassa.....	30
5.1	Kanta-asiakkuusohjelma ja palvelut myymälässä.....	30
5.2	Messut.....	30
5.3	Huvipuisto.....	31
5.4	Hiihtokeskus.....	32
	Sanasto.....	33
	Lähdeluettelo.....	35

# 1 Johdanto

Asiakkuudenhallinnan (Customer Relationship Management, CRM) tavoite on palvella asiakkaita parhaalla mahdollisella tavalla yrityksen tavoitellessa voittoa. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi yritykset pyrkivät tehostamaan ja parantamaan palvelujaan ja toimintojaan, kehittämään asiakkuuksiaan sekä ymmärtämään paremmin asiakkaita ja heidän tarpeitaan. Teknologioiden kehittyminen vaikuttaa myös asiakkuudenhallintaan. Puhelin, webbi tai tiedonlouhinta ovat esimerkkejä teknologioista, jotka ovat muokanneet käsitystä asiakkuudenhallinnasta ja tavasta hoitaa sitä.

Radiotaajuustunnistus (Radio Frequency IDentification, RFID) on yksi yleistymässä oleva teknologia, jolla on monia sovellusmahdollisuuksia. Ajatus fyysisiin tuotteisiin kiinnitettävistä tunnistuksista, joiden avulla tuotteet voidaan kytkeä mukaan tietoverkkoon ja luoda ”internet of things”, esineiden internet, on täysin uusi. Parhaimmillaan RFID:n vaikutukset voivatkin olla mullistavia. Tilanne, jossa tietokone voi ”nähdä” kaikki tunnistella varustetut tuotteet muuttaa esimerkiksi varastokirjanpidon täysin. Viime aikoina radiotaajuustunnistus onkin herättänyt kiinnostusta erityisesti kauppohen jakeluketjunhallinnassa ja logistiikassa.

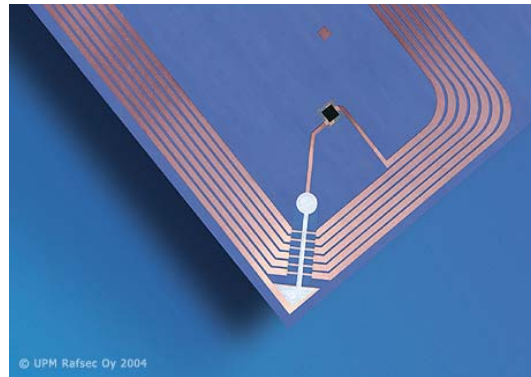
Jakeluketjunhallinta ei kuitenkaan ole ainoa ala, jolla RFID:n tulo voi muuttaa totuttuja käytäntöjä. Esineet, jotka voivat olla yhteydessä toisiinsa tai internetiin voivat helpottaa monin tavoin päivittäistä elämää [Kaasinen et. al 2004] ja vaikutukset ulottuvat myös asiakkuudenhallintaan. Millä tavoin CRM sitten hyötyisi RFID:stä? Mahdollisuudet ovat monet ja niihin liittyy sekä helpottavia että haittaavia tekijöitä. Yksi tärkeimmistä huomiointotavista seikoista on saada kuluttajien hyväksyntä RFID:n käytölle ja sen avulla tarjottaville palveluille. Kuluttajan pitää kokea, että hän hyötyy tämän uuden tekniikan käytöstä ja että se tuo hänelle lisäarvoa.

Tämän raportin tarkoitus on valottaa RFID:n tekniikkaa, mahdollisuuksia ja rajoituksia asiakkuudenhallinnassa sekä esittää joitakin jo käytössä olevia tai esitettyjä sovelluskohteita RFID:lle. Näiden toivotaan osaltaan antavan yrityksille tietoa tekniikasta ja toisaalta ruokkivan mielikuvitusta mietittäessä uusia RFID:tä hyödyntäviä tuotteita, palveluja tai liiketoimintatapoja asiakkuudenhallinnan piirissä. Toinen luku esittelee tarkemmin RFID:n tekniikkaa, tunnistusta, lukijoita ja sekä yleisesti tekniikkaan liittyviä mahdollisuuksia ja haasteita. Kolmannessa luvussa esitellään erilaisia käyttötapoja, joita Suomessa ja maailmalla RFID:hen liittyen on kokeiltu tai esitetty. Neljäs luku esittää kuluttajan kannalta joitain RFID:n käytettävyyteen ja hyödynnettävyyteen liittyviä seikkoja ja viides luku joitakin ideoita RFID:n käyttöön.



## 2 Tekniikka

RFID on nimensä mukaisesti tekniikka radioaaltojen välityksellä tapahtuvaan tunnistamiseen. Tunnistuksen kaksi osapuolta ovat tunniste, eli tagi, ja lukijalaite. Tunnistuksessa lukija lähettää antenninsa kautta signaalin, jolla pyytää lähellä olevia tageja lähettämään tietonsa lukijalle. Tagi vastaanottaa signaalin oman pienen antenninsa kautta, hakee mikrosiruunsa tallennetuista tiedoista tarvittavat ja lähettää ne antenninsa avulla edelleen lukijalle. Lukija vastaanottaa tagin lähettämät tiedot ja tunnistaa niiden perusteella mistä tagista on kysymys. Tunnistetietojen lisäksi tagissa voi olla tallennettuna myös muuta tietoa ja joidenkin tagien tapauksessa tuota tietoa voidaan tarvittaessa myös uudelleenkirjoittaa samalla tavalla etänä kuin lukeakin.



*Kuva 1. RFID-tagin taajuusalueelle 13,56 MHz. Tagissa on musta mikrosiru ja kuparinvärinen antenni.*

### 2.1 RFID-tagien tyypit ja ominaisuudet

Radiotaajuustunnisteet, eli RFID-tagit (Radio Frequency IDentification) voidaan jakaa eri ryhmiin niiden fysikaalisten (taajuus ja sen tuomat rajoitukset, tagin koko) ja teknisten (aktiivinen/passiivinen, luku/kirjoitus, muistin koko) ominaisuuksien perusteella. Kukin ominaisuus tuo omat piirteensä tunnisteiden käyttöön, ja etsittäessä parasta tunnistetyypistä tiettyyn käyttötarkoitukseen pitää niitä kaikkia miettiä. Seuraavissa kappaleissa esitellään eri ominaisuuksien tuomat mahdollisuudet ja rajoitukset.

#### 2.1.1 Taajuus

Tunniste ja lukija viestivät keskenään radioaaltojen välityksellä. Koska radioaallot läpäisevät kiinteää ainetta paremmin kuin näkyvä valo, pystyvät RFID-tekniikkaa käyttävät tunniste ja lukija olemaan yhteydessä toisiinsa ilman suoraa näköyhteyttä. Tämä on merkittävin ero verrattuna viivakodeihin, jotka vaativat aina suoran näköyhteyden koodin ja lukijan välille.

RFID-tagin viestii lukijan kanssa aina tietyllä radioaaltojen taajuudella. Eri tarpeisiin valmistetaan eri taajuuksia käyttäviä tageja. Käytössä on neljää eri taajuusalueita: 1) alle 135 kHz, 2) 13,56 MHz, 3) UHF-alue (860-930 MHz), sekä 4) 2,45 GHz. Kullakin taajuusalueella on omat erityispiirteensä, jotka vaikuttavat mm. luku- ja kirjoitusnopeuteen ja läpäisykykyyn. Yhteenveto eri taajuusalueiden piirteistä on alla (Taulukko 1). Koska tunniste ja lukijan välinen kommunikaatio toimii radioaaltojen välityksellä, vaatii sekä tunniste että lukija antennin. Tarvittavan antennin koko riippuu käytetystä taajuudesta, ja tämä rajoittaa mahdollisuuksia pienentää sekä tunnisteiden että lukijain fyysistä kokoa (ks. Luku 2.1.2).

Taulukko 1. Eri taajuuksien RFID-tagien ominaisuuksia.

Taajuus	Lukuetäisyys	Käyttö	Mahdollisuuksia	Rajoitteita
Alle 135 kHz	Lyhyt	Käytössä laajalti mm. varkaudenestojärjestelmissä.	Toimii metallin lähellä.	Lukuetäisyys.
13,56 MHz	Lyhyt, parhaimmillaan 1-1,5 m	Käytössä monissa matkakortti-, kirjasto-, kulunvalvonta ja teollisuuslogistiikkasovelluksissa.	Hyvin monenlaisia tajeja saatavissa, käytetty tekniikka.	Tunnistetta ei voi pienentää merkittävästi. Lyhyt lukuetäisyys. Ei toimi metallin lähellä.
UHF (860-930 MHz)	1-5 m	Sähköisten tuotekoodien (EPC) taajuus ja sitä kautta todennäköisesti tulossa käyttöön jakeluketjujen hallinnassa. EPC sisältää tosin mahdollisuuden myös 13,56 MHz käyttöön [EPCglobal 2004b].	Pitkä lukuetäisyys, kasvava kaupallinen käyttö.	Vaimenee vedessä tai vettä sisältävässä aineessa. Ei yhtä maailmanlaajuista standarditaajuutta.
2,45 GHz	1-5 m	Ajoneuvojen etätunnistus.	Tunniste on mahdollista tehdä erittäin pienikokoiseksi. Lukija ehkä kännyköihin. Vapaa taajuuskaista.	Vaimenee nopeasti vedessä tai vettä sisältävässä aineessa.

Matalin RFID-tekniikan käyttämä taajuusalue on alle 135 kHz. Tuolla alueella olevia tajeja käytetään mm. autoteollisuudessa autojen avaimissa varkaudenestoon. Sytytysjärjestelmä tunnistaa avaimen liitetyn tagin ja sallii käynnistyksen vasta, kun tagi on onnistuneesti tunnistettu [Texas Instruments 2004].

Yleisin Euroopassa käytetty RFID-tagien taajuus on 13,56 MHz. Tällä taajuudella tunnisteiden lukuetäisyys on melko lyhyt, alle metrin luokkaa. Lukuetäisyyttä voidaan kuitenkin kasvattaa kasvattamalla lukijan antennin kokoa, ja yleisesti voidaan sanoa, että lukuetäisyys on samaa luokkaa kuin antennin suurin dimensio. Jotta lukuetäisyys kuitenkin säilyisi järkevänä, ei itse tunnistetta pystytä merkittävästi nyky-

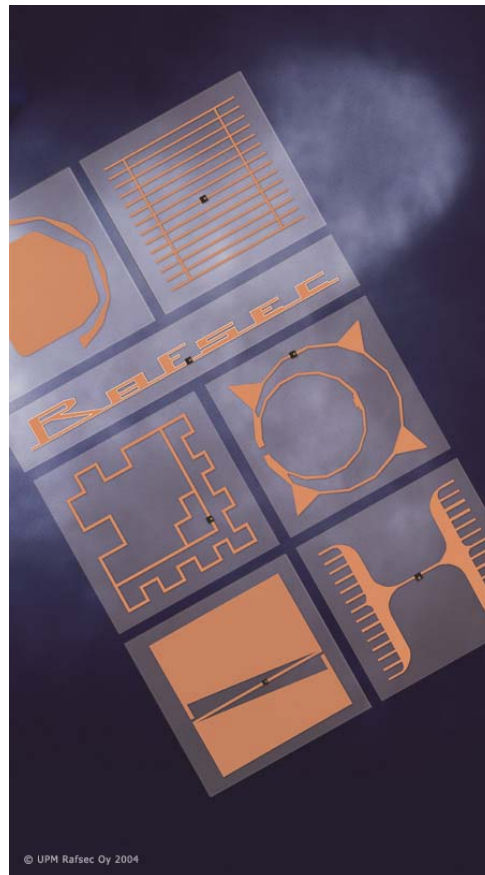


Kuva 2. Auton avaimen kytetty RFID -varkaudenestojärjestelmä. Kuva: Texas Instruments Inc.

sestä pienentämään. Nykyään 13,56 MHz tunnisteita on saatavilla mm. tarroina, luottokorttikoossa sekä erikokoisina nappeina. Tarraversioita käytetään maailmalla esimerkiksi kirjastojen kirjojen tunnisteissa. Luottokorttikokoista RFID-tagia käytetään mm. Finnairin eGate-palvelussa (Kappale 3.3.1).

Kolmas RFID:n käyttämä taajuusalue on UHF (Ultra High Frequency) -alue 860 MHz:stä 930 MHz:iin. Tämän alueen tagien etuna on pidempi lukuetaisyys, mutta toisaalta UHF-aallot vaimenevat nopeammin kulkiessaan vettä sisältävien kohteiden, kuten ihmisten läpi, mikä rajoittaa lukuetaisyyttä. Standardi sähköisistä tuotekoodeista (Electronic Product Code, EPC) on suunniteltu käyttämään UHF-taajuutta. Ongelmia voi kuitenkin aiheutua siitä, että joissain maissa UHF-alue on jo matkapuhelinten käytössä ja esimerkiksi USA:ssa ja Euroopassa RFID:n käyttämä UHF-taajuus on eri.

Korkein taajuus, jota tällä alueella hyödynnetään, on 2,45 GHz. Tällä taajuudella signaalin vaimeneminen vettä sisältävässä aineessa on nopeampaa kuin UHF-alueella ja rajoittaa näin ollen tunnisteiden käyttöä enemmän. Esimerkiksi jo paksu kerros paperia vaimentaa signaalin lukukelvottomaksi. Taajuusalueen hyötynä on mahdollisuus tehdä tunniste erittäin pienikokoiseksi. Taajuuden 2,45 GHz tagit ovat nykyään yleisessä käytössä Japanissa, koska paikallinen lainsäädäntö ei ole vielä sallinut UHF-alueen tagien käyttöä.



Kuva 3. UHF-taajuusalueen tageja.

### 2.1.2 Aktiivisuus/passiivisuus

Tunnisteen viestintään ja laskentaan käyttämä energianlähde jakaa ne passiivisiin, semi-passiivisiin ja aktiivisiin tunnisteisiin. Yksinkertaisimmat, passiiviset tunnisteet eivät sisällä omaa virtalähdettä. Ne toimivat ainoastaan lukijan lähettämän tehon varassa, eli kaikki laskenta ja viestintä on mahdollista vain, kun lukija lähettää signaalia tunnisteeseen ja tunniste on lukuetaisyyden sisällä. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi tietoa ei pystytä kirjoittamaan tunnisteeseen jatkuvasti, ellei tunniste ole koko ajan lukijan kentässä. Kun passiivisten tunnisteiden hinnat ovat minimissään parissa kymmenessä sentissä, liikkuvat aktiivisten tunnisteiden hinnat vähintään euroissa. Näin ollen passiiviset tunnisteet ovatkin käytännössä ainoita riittävän halpoja tunnisteita laitettavaksi kulutushyödykkeisiin suuressa mittakaavassa.

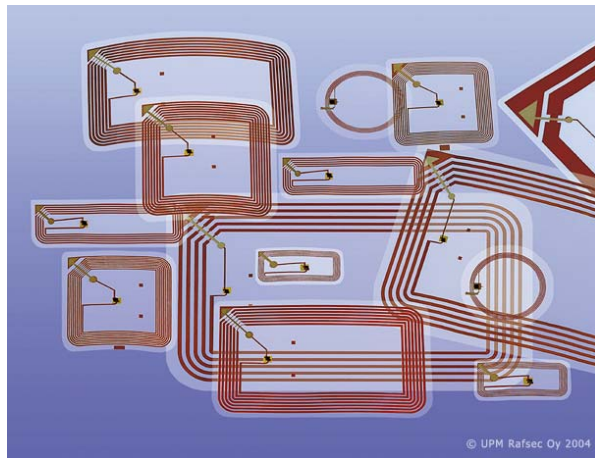
Semi-passiivisissa tunnisteissa on oma virtalähde, mutta sitä käytetään vain tietojen lähettämiseen lukijalle, kun ensin on vastaanotettu lukijan lähettämä signaali. Tämä mahdollistaa passiivista tunnistetta pidemmän lukuetaisyyden, mutta muuten semi-passiivinen tunniste toimii kuten passiivinen tunniste. Semi-passiivisia tunnisteita käytetään esimerkiksi autojen tuulilaseihin kiinnitettävissä tietullin keräämiseen tarkoitetuissa tunnisteissa. Tällöin tietullin lukija lähettää tunnisteelle lukusignaalin ja signaalin vastaanotettuaan

tuulilasiin kiinnitetty semi-passiivinen tunniste lähettää oman virtalähteensä voimalla tietonsa lukijalle. Tagin oman virtalähteen ansiosta tietulli voidaan periä, vaikka auto liikkuu ja on useamman metrin etäisyydellä lukijasta.

Aktiivisessa tunnisteessa omaa virtalähdettä voidaan käyttää myös tunnisteiden laskennan virtalähteenä. Tällöin esimerkiksi kirjoittaminen tunnisteeseen on mahdollista myös silloin, kun tunniste ei ole lukijan lukuetaisyydellä. Mikäli tunnisteeseen on liitetty jokin anturi, esimerkiksi lämpöanturi, voi aktiivinen tunniste mitata lämpötilaa tietyin väliajoin ja lähettää keräämänsä tiedot eteenpäin saavuttuaan lukuetaisyydelle. Aktiivisesta tunnisteesta esimerkkejä ovat auton renkaiden paineenseuranta (ks. kappale 3.5.1) ja kylmäketjun seuranta (kappale 3.5.2).

### 2.1.3 Koko

Merkittävä tagien lukuetaisyyteen vaikuttava tekijä on niiden koko. Yleisesti voidaan sanoa, että suurempi tagi tuo suuremman lukuetaisyyden. Koon vaikutus lukuetaisyyteen riippuu myös käytetystä taajuudesta ja esimerkiksi tagin orientaatiosta. Tietyille käyttötarkoitukselle ja lukuetaisyydelle voidaan räätälöidä juuri riittävän kokoinen tagi, mutta tämä vaatii, että tagi luetaan aina tietyistä paikasta ja tietyistä suunnista. Mikäli esineen ja siihen kiinnitetyn tagin orientaatio voi olla mielivaltaisen, tällainen koon optimointi ei onnistu. Optimointi olisi kuitenkin kannattavaa, sillä suuremmat tarratagit maksavat pieniä enemmän.



Kuva 4. Erikokoisia passiivisia 13,56 MHz taajuusalueen tageja.

### 2.1.4 Tallennuskyvyt

Tunnisteissa on vaihteleva määrä muistia, eli tallennuskapasiteettia. Lisäksi osa tunnisteista on vain luettavia, osa kerran kirjoitettavia ja osa useasti kirjoitettavia. Tunnisteiden muisti vaihtelee kymmenistä biteistä pariin kilotavuun. Minimissään tagiin on tallennettu vain sen yksikäsitteinen tunnistenumero.

Halvimmat tunnisteet ovat kerran kirjoitettavia, jolloin informaatio kirjoitetaan muistiin heti tehtaalla tai tunnistetta asetettaessa, ja tuon jälkeen tietoa voidaan pelkästään lukea. Uudelleenkirjoitettaviin tageihin voidaan kirjoittaa tietoa luku- ja kirjoituslaitteella myöhemminkin. Kirjoitusetäisyys on yleensä 0-50% lukuetaisyyttä lyhempi. Tyypillinen tunnisteeseen kirjoitettava yksilöllinen tieto on sähköinen tuotekoodi (Electronic Product Code, EPC).

Tageille on myös määritelty erityinen KILL-komento, jolloin oikean salasanan antamalla tagi inaktivoituu pysyvästi. Itsetuhokomennon suorittanut tagi ei enää vastaa lukijan signaaleihin eikä sille voida enää kirjoittaa. Tällä tavoin voidaan esimerkiksi suojella kuluttajan yksityisyyttä inaktivoimalla tagit hänen ostamistaan tuotteista.

### 2.1.5 Hinta

RFID-tagien hinnan merkittävin tekijä on tilattavien tagien määrä. Suurilla, yli miljoonan tagin tilausmäärillä tarjoajat voivat pudottaa kirjoitettavien passiivisten tagien hinnan nykyään jopa alle 17 sentin kappaleelta [Alien Technology 2004]. Pienemmällä määrällä EPC-yhteensopivan passiivisen tagin hinta liikkuu 30-40 sentin tienoilla. Semi-passiiviset ja aktiiviset tagit ovat näitä selvästi kalliimpia. Aktiivisten tagien hinnat voivat nousta jopa kymmeneen euroihin.

## 2.2 Lukijat

RFID järjestelmän toinen osa tagien lisäksi on luku- tai luku/kirjoituslaite, jolla tunnisteen tiedot voidaan lukea ja jolla tunnisteseen voidaan kirjoittaa uutta tietoa. Yleisesti ottaen lukijan on toimittava samalla taajuudella kuin luettava tagi ja sen on oltava yhteensopiva tagin kanssa. Monet lukijat pystyvät lukemaan saman taajuusalueen sisällä erilaisia tageja, mutta useammalla eri taajuusalueella tageja lukevat laitteet ovat vielä kokeiluasteella. Näinollen esimerkiksi sellaisia lukijoita, jotka lukisivat kaikkia tageja kaikilla käytössä olevilla taajuuksilla, ei vielä ole.

### 2.2.1 Rakenne

RFID-lukijalaitteet koostuvat kahdesta osasta, antenn(e)ista ja itse lukijasta. Antenni on se osa, joka lähettää ja vastaanottaa tunnisteen signaaleja. Joissain tapauksissa samaan lukijaan voi olla yhdistettynä useampi antenni esimerkiksi paremman lukualueen saavuttamiseksi. Antennit voivat olla monen muotoisia ja näköisiä, esimerkiksi kahdesta levystä koostuva portti, tai maahan levitetty matto.

Varsinainen lukija vastaanottaa antenneilta tulevat tiedot, varastoi niitä tarvittaessa ja lähettää sitten kaapelin tai langattoman verkon välityksellä eteenpäin hyödynnettäväksi.

### 2.2.2 Kiinteät ja käsilukijat

Lukijoita on kahta eri tyyppiä, kiinteitä ja mobiileja. Kiinteitä lukijoita ovat esimerkiksi ovelle asennetut portit, jäteauton perään tai kaupan hyllyyn asennetut lukijat. Tällaiset lukijat voivat sijainnistaan riippuen olla kookkaitakin, sillä suurempi koko tuo 13,56 MHz ja matalemmilla taajuuksilla mukanaan myös pidemmän lukuetaisyyden. Pidempi lukuetaisyys saattaa kuitenkin lisätä tunnistintörmäyksiä, eli tilanteita, joissa lukija lukee samaan aikaan useampaa kuin yhtä tunnistinta. Esimerkiksi jos tarkoituksena on rekisteröidä portin läpi kävelevä asiakas, olisi suotavaa, että lukija lukee vain tuon yhden asiakkaan tunnistimen eikä kaikkien hänen takanaan jonottavien. Toisaalta on kehitetty myös hyvin pienikokoisia, jopa kolikon kokoisia lukijoita [Innovision R&T 2004].



Kuva 5. Lukija varaston ovella Extra-kaupassa. Kuva: Metro Group.

Mobiileja lukijoita ovat erilaiset kannettavat käsilukijat. Ne voivat olla yhteydessä tietojärjestelmiin joko langattomasti tai ne voivat päivittää tietonsa eräajotyyppisesti. Pienen kokonsa vuoksi kannettavien lukijoiden lukuetaisyydet ovat kiinteisiin lukijoihin verrattuna lyhyitä. Tällä hetkellä käsilukijoita on lähinnä vain 13,56 MHz tageille, sillä esimerkiksi UHF-alueen käsilukijoiden kehitys on standardien puutteen takia ollut toistaiseksi vielä vähäistä.



Kuva 6. Käsilukija lukee 13,56 MHz tunnisteeseen muutaman senttimetrin päästä. Kuva: Nordic ID.

### 2.2.3 Hinta

Lukijoiden hinnat vaihtelevat, mutta voidaan sanoa, että ne ovat RFID-järjestelmän kalkein osa. Tällä hetkellä staattisen, EPC-standardin mukaisen lukijan hinta on halvimmillaan noin 600 euroa ja suurehkojen, trukkien läpiajettavien porttilukijoiden hinnat ovat yli 10 000 eurossa. Yksinkertaisimmat, langalliset käsilukijat ovat muutama sata euroa, mutta useimmiten niissä on myös muita ominaisuuksia, kuten langaton wlan-tiedonsiirto, ja nämä nostavat käsilukijan hinnan 2000-2500 euroon. RFID:n yleistyessä lukijoidenkin hinnat tulevat laskemaan ja esimerkiksi jo nyt on esitelty lukija, joka pudottaisi hintaa jopa kymmenekseen nykyisestä [Innovision R&T 2004].

## 2.3 Mahdollisuuksia

RFID-tagit nähdään monesti viivakoodien korvaajina. Tageilla onkin paljon etuja viivakoodeihin verrattuna (Taulukko 2), mutta nämä edut avaavat myös monia uusia käyttömahdollisuuksia ja -kohteita. Tässä kappaleessa käydään tältä kannalta läpi joitakin tärkeimpiä RFID:n ominaisuuksia.

Taulukko 2. Viivakoodin ja RFID-tunnisteen vertailua.

	<b>Viivakoodi</b>	<b>RFID-tunniste</b>
Luku	Vaatii suoran näköyhteyden.	Ei vaadi suoraa näköyhteyttä.
Tunnistus	Tuotteet tunnistetaan tuotekoodilla.	Tuotteet tunnistetaan yksilöllisellä koodilla.
Muisti	Sisältää kerran kirjoitetun informaation.	Informaatio voidaan kirjoittaa tarvittaessa uudestaan, voi sisältää muutakin kuin tunniste-koodin.
Massaluku	Voidaan lukea vain yksi viivakoodi kerrallaan.	Voidaan lukea monia tunnisteita lähes samaan aikaan.
Hinta	~ 0,001 €	~ 0,2 €

### 2.3.1 Tunnistaminen

RFID-tekniikan käytön kannalta tärkein mahdollisuus on sen avulla tapahtuva tunnistaminen ilman suoraa näköyhteyttä. Tagia voidaan lukea niin kauan, kun se on lukijan kentässä. Kentän laajuus riippuu käytettävien tagien ja lukijoiden tyypistä, mutta se voidaan määrittellä sovelluskohtaisesti juuri tiettyyn tarpeeseen sopivaksi.

Toinen tunnistamiseen liittyvä mahdollisuus on kyky yksilöidä tagit ja sitä kautta tuotteet. Tagien avulla on siis esimerkiksi mahdollista seurata, miten juuri jokin tietty tuote on kulkenut jakeluketjussa, kuinka tuore se on, missä se on valmistettu, jne.

### 2.3.2 Muisti

Minimissään tageissa on yksilöivä koodi, kuten valmistajan sarjanumero tai EPC-koodi. Niihin mahtuu kuitenkin myös muuta tietoa, minkä vuoksi niitä kutsutaan joskus myös saattomuisteiksi. Parhaimmillaan muuta tietoa mahtuu muistiin useita satoja merkkejä, ja tätä muistia voidaan uudelleen kirjoittaa sisältämään monenlaista informaatiota. Informaatio voi olla joko suoraan tuotteeseen liittyvää, kuten käsittelyohjeita, valmistusaika ja -paikka, tai tieto voi olla linkki www-sivulle tai muuhun tietolähteeseen, josta voi hakea tuotetta koskevia lisätietoja.

### 2.3.3 Anturit

Tagien ei välttämättä tarvitse olla pelkästään langattomasti luettavia saattomuisteja, vaan niiden yhteyteen voidaan liittää myös erilaisia antureita. Anturiin liitetty aktiivinen tagi voi esimerkiksi mitata lämpötilaa, painetta tai kosteutta, tallentaa tuon tiedon myöhemmin tarkasteltavaksi tai välittää sen suoraan lukijaan analysoitavaksi. Tällainen anturin ja tagin yhdistelmä on esimerkiksi kappaleen 3.5.1 autonrenkaiden seurantajärjestelmä. Visioita anturien ja tagien yhteiskäytöstä löytyy mm. MIMOSA-projektin raportista [Kaasinen et al. 2004].

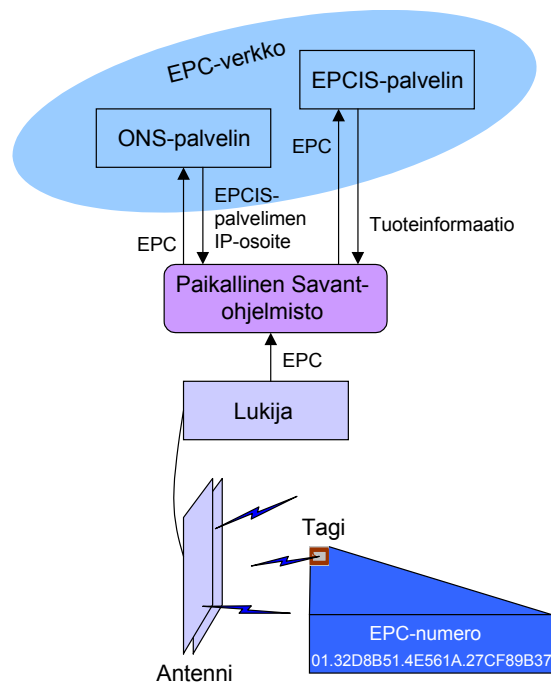
### 2.3.4 Linkitys internetiin

Yksi RFID:n mahdollisuus liittyy sen linkittämiseen internetiin ja tuote tai muun lisätiedon hakemiseen sitä kautta. Itse tagiin mahtuu edelleen melko rajattu määrä tietoa, mutta internetin ja muiden tietoverkkojen kautta sitä voidaan hakea moninkertainen määrä lisää. Esimerkki tällaisesta linkittämisestä on AutoID Centerin visio tuotepakkausten tai yksittäisten tuotteiden merkitsemisestä RFID-tagilla ja tagiin liittyvän tuoteinformaation tallentamisesta tietoverkkoon.

Tässä visiossa tuotteilla on sähköinen tuotekoodi, Electronic Product Code (EPC), joka yksilöi tagit. EPC-numero vastaa nykyisin käytössä olevia viivakodeja, mutta mahdollistaa jokaisen tuotteen yksilöllisen numeroinnin toisin kuin viivakoodi. RFID-lukijan havaitessa tagin se välittää tagin EPC-numeron Savant-ohjelmistolle, joka toimii lukijan ja muiden tietojärjestelmien välissä. Saatuaan EPC-numeron Savant-ohjelmisto ottaa yhteyden EPC-verkon objektien nimipalvelimeen (Object Name Service, ONS), joka kertoo tuotteen tarkemmat tiedot sisältävän palvelimen IP-osoitteen. Tuo palvelin, EPC -tietopalvelin (EPC Information Service, EPCIS) sisältää tunnistettua EPC-numeroa vastaavan tuotteen kuvauksen, esimerkiksi valmistusajan, koon, painon tai tiedon siitä, missä tuote on edellisen kerran havaittu. Saatuaan EPCIS-palvelimen osoitteen ONS-palvelimelta, Savant hakee osoitteen perusteella nuo tiedot (Kuva 7) [Global Commerce Initiative/IBM 2003]. Tiedot Savant luovuttaa tarvittaviin taustajärjestelmiin, kuten varastonhallintaan. Tällä hetkellä Savant-tekniikalla on tehty erilaisia kokeiluja (ks. esim. kappale 3.4.1),

mutta laajassa mittakaavassa Savant-ohjelmistoja, ONS-, tai EPCIS-palvelimia ei ole vielä hyödynnetty. Ajatus EPC:stä ja siihen liittyvästä infrastruktuurista on alun perin lähtöisin MIT:n vetämästä Auto-ID Centeristä. Auto-ID Center lopetti toimintansa 2003 ja nykyisin EPC:n liittyviä standardeja hallinnoi ja kehittää EPC-global -niminen yritysten yhteishanke. Aiheen yliopistotutkimusta jatkaa kuusi Auto-ID Labs -tutkimusryhmää ympäri maailmaa [Auto-ID Center 2004].

EPC-visio osoittaa, että tagit ja tuotteet voidaan kytkeä tietoverkkoon ja hakea sitä kautta lisää tietoa. Haettavan tiedon muoto riippuu käyttötarkoituksesta. Ensimmäisessä EPC:tä hyödyntävässä sovelluskohteessa, jakeluketjun seurannassa (ks. kappale 3.1.1) tiedot liittyvät jakeluketjussa liikkuvaan tuotteeseen ja sille tehtäviin operaatioihin, mutta yleisesti esimerkiksi DVD-levyn tagi voidaan linkittää vaikka levyn sisältämän elokuvan traileriin tai soundtrackiin.



Kuva 7. Tuotetta vastaavien tietojen hakeminen EPC-verkosta.

## 2.4 Haasteita

Tekniikkana RFID on vanhaa. Se juontaa juurensa toiseen maailmansotaan, jossa liittoutuneet käyttivät lentokoneisiinsa asennettuja RFID-moduleita erottamaan omat ja vihollisen koneet toisistaan. Tuon jälkeen RFID on hitaasti yleistynyt muihinkin sovelluskohteisiin, mutta sen laajamittainen käyttö ja uudet käyttötavat vaativat siltä kuitenkin hieman aikaisempaa enemmän. Tässä kappaleessa käydään läpi näitä haasteita.

### 2.4.1 Standardit

RFID-tekniikan yleistymistä kansainvälisellä tasolla on hidastanut puute yhteisestä käytettävästä taajuusalueesta. Tämä on ollut ongelma erityisesti UHF-alueella, sillä osassa maista tuon taajuusalueen osia on varattu jo mm. matkapuhelimille. USA:ssa ja Kanadassa UHF-alueen RFID:t käyttävät 915MHz taajuutta, Euroopassa tähän on suunniteltu 868-868 MHz aluetta ja Japanissa 950-956 MHz aluetta [Global Commerce Initiative/IBM 2003]. Brittiläisen e.centre -standardointitahon mukaan Euroopan ja USA:n standardien erot eivät kuitenkaan enää hidasta RFID-tekniikan käyttöönottoa [Jaques 2004].

Toinen maiden välinen ero RFID:tä koskevissa rajoituksissa on sallituissa tehoissa. Aikaisemmin Euroopassa lukijat ovat saaneet käyttää vain 0,5 W tehoa, kun USA:ssa vastaavat tehot ovat olleet moninkertaisia. Tästä johtuen lukuetaisyys onkin ollut Euroopassa vastaavasti paljon USA:ta lyhyempi. Vuonna 2004 ollaan Euroopassa kuitenkin sallittua tehoa nostamassa 2 wattiin, jolloin lukuetaisyudet pääsevät USA:n tasolle [Computer-Weekly 2004].



### 2.4.2 Tunnistintörmäys

Tunnistintörmäys (tag collision) on tilanne, jossa lukijan kentässä on useampi kuin yksi tunnistin. Ongelmallinen tilanne on siksi, ettei lukija pysty erottamaan tietojaan samaan aikaan lähettäviä tageja toisistaan. Tagien tulisi siis lähettää tietonsa hieman eri aikoihin, jotta lukija pystyisi ne onnistuneesti lukemaan. Tähän on kehitetty erilaisia ratkaisuja, joiden avulla pystytään lukemaan 20-1000 tagia sekunnissa. Lisäksi tarvitaan kuitenkin vara-aikaa, jotta voitaisiin varmistaa, että kaikki kentässä olleet tunnistimet on varmasti luettu. Monissa reaali maailman sovelluksissa vaatimukset ovat kuitenkin niin kovia, että aihe on edelleen tutkimuksen alla. Esimerkiksi tilanne, jossa satoja tuotteita (ja tunnistimia) sisältävä lava kuljetetaan portista läpi vauhtia hidastamatta, on vielä utopiaa, sillä jotta kaikki tunnistimet varmasti ehdittäisiin lukemaan, pitää vauhdin olla edelleen hyvin hidas, tai lava joudutaan pysäyttämään hetkeksi lukijan kohdalla.



*Kuva 8. Useiden korien samanaikainen tunnistaminen on tyypillinen tunnistintörmäysten kannalta haastava tilanne. Kuva Stockwayn pilotoimasta ratkaisusta toukokuulta 2003.*

Yksi lukijatörmäyksiä hyödyntävä sovellus on blocker tag, joka lähettää yhtäjaksoisesti hälysignaalia ja estää siten lukijaa lukemasta muita lähistöllä olevia tageja [Juels et al. 2003]. Blocker tagia on esitetty ratkaisuksi RFID-tagien tuomaan yksityisyyden uhkaan, jolloin kuluttaja voisi valita, mitä tageja hän haluaa hallinnassaan olevista esineistä luettavan. Ratkaisu on toistaiseksi kuitenkin esitetty vain teoriassa.

### 2.4.3 Lukijatörmäys

Lukijatörmäyksessä (reader collision) kaksi tai useampi lukijaa lukee saman tunnistimen tietoja. Ongelmallinen tilanne on, jos tunnistimen pitäisi olla vain jomman kumman lukijan kentässä, esimerkiksi paikannussovelluksessa. Ongelmaa voidaan ratkoa esimerkiksi lukijoiden sijaintia, tehoa (ja siten myös lukuetaisyyttä) tai muita fyysisiä olosuhteita muuttamalla.

### 2.4.4 Materiaalit

Materiaaleista erityisesti metallit ja nesteet hankaloittavat tunnistinten lukemista. Käytystä taajuudesta riippuen esimerkiksi tunnistimen asettaminen metallipinnalle voi estää sen lukemisen kokonaan. Toisaalta suuret määrät nesteitä absorboivat tiettyjä taajuuksia ja estävät signaaleja kulkemasta. Alalla tehdään kuitenkin jatkuvaa tutkimusta näiden ongelmien ratkomiseksi, ja esimerkiksi VTT on kehittänyt prototyyppitagin, joka voidaan asettaa mille tahansa pinnalle metalli mukaanlukien [Hirvonen et al 2004].

### 2.4.5 Salaus

RFID-tunnisteiden luku- ja kirjoitusominaisuudet ovat niiden käytön kannalta olennaisia. Joissain käyttötapauksissa on kuitenkin tärkeää, että luku- ja kirjoitusoperaatioita voidaan rajoittaa ja vain valtuutetut lukijat voivat niitä tehdä. Lisäksi erityisesti tagin itsetuhokäskey pitäa olla vain valtuutetun lukijan saatavilla. Näitä seikkoja on pyritty ratkomaan lisäämällä tagiin myös salanasuojaus, mutta toistaiseksi se on melko heikko verrattuna muun tietotekniikan käyttämiin suojauksiin. RFID-tunnistuksen yleistyessä tähän tulee kiinnittää lisää huomiota ja tarkistaa, mihin sovelluksiin nykyinen suojaustaso riittää ja missä sovelluksissa sitä pitäisi parantaa.

### 2.4.6 Kuluttajien yksityisyys

Mahdollisuus lukea tageja langattomasti ja huomaamattomasti ei ole aina pelkästään hyvä asia. Kun RFID-tageja suunnitellaan liitettäväksi yhä useampiin tuotteisiin ja tavaroihin, on kuluttajajärjestöissä ja kansalaisaktiivien keskuudessa noussut esiin huoli ihmisten yksityisyydensuojasta. Pelätään, että tuotteissa olevien tagien avulla muut voisivat tarkistaa, paljonko maksoit kengistäsi tai että valmistaja voisi seurata milloin olet käyttänyt ostamasi partakoneenterät loppuun. Vaikka huolet olisivatkin aiheettomia, on kauppiaan tai kenen tahansa muun RFID-tekniikkaa hyödyntävän otettava ne huomioon sekä miettiessään mahdollisia sovelluksia että niistä tiedottamista. Esimerkiksi EPCglobal kertoo web-sivustollaan kuluttajille RFID:n käytöstä ja esittelee tarroja, jotka tuotteissa tai pakauksessa kertovat käytettävästä RFID-tagista [EPCglobal 2004].



*Kuva 9. RFID-tagien deaktivaattori Metron Extra-kaupassa. Halutessaan asiakkaat voivat deaktivoida tuotteissa olevat tagit lähtiessään kaupasta. Kuva: Metro Group.*

## 3 Nykyisiä hyödyntämistapoja

Tässä luvussa esitellään joitakin RFID:n nykyisiä käyttötapoja. Koska RFID:tä ei toistaiseksi käytetä vielä paljoa asiakkuudenhallintaan liittyvissä sovelluksissa, ei kappaleessa ole rajoitettu pelkästään näihin. Esimerkit on jaettu sovellustapansa mukaan vähittäiskauppaan, seurantaan, tikeistöintiin, asiakkuudenhallintaan ja anturisovelluksiin. Esimerkkien jakauma antaa myös yleiskuvan RFID-toiminnan aktiivisuudesta eri aloilla.

### 3.1 Vähittäiskauppa

#### 3.1.1 EPC-jakeluketjun seuranta

[Global Commerce Initiative/IBM 2003]

Laajamittaisimmat suunnitelmat RFID-tekniikan hyödyntämisestä liittyvät jakeluketjun seurantaan. Ajatuksena on, että alkuvaiheessa tuotteiden kuljetuslavat, -laatikot ja rullakot varustettaisiin RFID-tageilla, joita pystyttäisiin seuraamaan läpi koko logistiikkaketjun. Myöhemmin tunnistaminen ja seuraaminen ulotettaisiin yksittäisiin tuotteisiin (kuva 10) ja myös ne varustettaisiin RFID:llä. Tunnistaminen perustuu tagissa olevaan yksikäsitteiseen sähköiseen tuotekoodiin, EPC-koodiin (Electronic Product Code).

Tuotteen seuraaminen läpi koko jakeluketjun toimisi seuraavasti. Tehtaalla, meijerissä, panimossa tai muussa tuotantolaitoksessa tuote tai laatikko, johon tuotteet pakataan, varustetaan RFID-tagilla. Tehtaan lastausovella on RFID-lukija, joka tunnistaa sen kenttään tulevat tuotteet ja laatikot. Tieto siitä, että tuotteet ovat poistuneet tehtaalta ja lastattu rekkaan, tallennetaan langattomasti ja ilman manuaalisia työvaiheita varastojärjestelmiin. Kun rekka saapuu jakelukeskukseen, keskuksen ovella on toinen lukija, joka tunnistaa saapuvat tuotteet ja laatikot. Tieto siitä, että tuotteet ovat saapuneet jakelukeskukseen, tallennetaan varastojärjestelmiin ja samalla verrataan saapuneiden tavaroiden listaa tilattuihin. Mahdolliset poikkeamat havaitaan heti ja voidaan huomioida jatkotoimenpiteissä. Lastattaessa jakelukeskuksesta vähittäiskauppaan menevää rekkaa ovella on jälleen lukija, jonka avulla tunnistetaan lähtevät tuotteet ja päivitetään varastokirjanpito. Myös kaupan varaston ovella on lukija, joka päivittää kaupan varastokirjanpidon saapuneita tuotteita vastaavasti. Nyt kauppa tietää tarkasti, mitä tuotteita sillä on varastossa, miten tuoreita ne ovat, mitä täytyy tilata lisää, jne. Ensimmäisessä vaiheessa jakeluketjun seuranta RFID:n avulla päättyy, kun



Kuva 10. RFID-tunniste shampoopullossa.  
Kuva: Metro Group.

tuotelaatikko viedään kaupan varastosta itse myymälään. Väliovella oleva viimeinen lukija siirtää tuotteet kirjanpidossa varaston puolelta myymälään. Tuotteen matka tehtaalta myymälään tallennetaan tällaisessa RFID-pohjaisessa jakeluketjun seurannassa ilman työlaita viivakoodien lukuja nopeasti ja tehokkaasti.

Amerikkalainen kauppaketju Wal-Mart on voimakkaimmin ajamassa RFID:hen perustuva jakeluketjun seurantaa. Se vaatii vuoden 2005 alkuun mennessä 100 suurimmalta tavaranomittajaltaan EPC-numeron sisältäviä RFID-tageja kuormalavoihin ja laatikoihin [RFID Journal 2003], [RFID Journal 2004]. Huhtikuusta 2004 lähtien Wal-Mart on jo testannut EPC-järjestelmää jakelukeskuksessaan Sangerissa, Texasissa. Kahdeksan toimittajaa tuo EPC-merkittyjä lavoja ja laatikoita jakelukeskukseen ja Wal-Mart käyttää EPC-tageja seurataksien niiden lähtöä seitsemään Wal-Mart -markettiin. Tuotteita kokeilussa on mukana vasta 21, mutta tulokset ovat olleet odotusten mukaisesti positiivisia [RFID Journal 2004].

Pisimmälle viedyssä EPC-visiossa myös itse tuotteissa on RFID-tagit ja lukijoita on myös myymälän puolella. Lukijat olisivat osa ns. älyhyllyjä (kuva 11), jotka pystyisivät tagien avulla tietämään reaaliaikaisesti, paljonko tiettyä tuotetta on hyllyssä ja ilmoittamaan hyllyn täydennystarpeesta henkilökunnalle [Global Commerce Initiative/IBM 2003]. Älyhyllyt ja tagit mahdollistaisivat myös väärissä paikoissa olevien tuotteiden automaattisen havaitsemisen.



Kuva 11. Älyhylly ja sen lukija Extra-kaupassa.  
Kuva: Metro Group.

Mikäli jokainen tuote olisi RFID-tagattu, olisi myös mahdollista toteuttaa ostosten nopea maksaminen ilman henkilökuntaa. Asiakkaan työntäessä ostoskärryt myymälän portin läpi lukija lukisi kärryissä olevien tuotteiden tunnisteen, tarkistaisi, mitkä niistä ovat maksamatta, laskisi kokonaissumman, antaisi sen asiakkaalle kuitattavaksi ja muuttaisi sitten tagien tilan maksamattomasta maksetuksi.

### 3.1.2 Metro Future Store

[<http://www.future-store.org/>], viitattu 30.7.2004.

[[http://www.metrogroup.de/servlet/PB/menu/1009117\\_12/index.html](http://www.metrogroup.de/servlet/PB/menu/1009117_12/index.html)], viitattu 30.7.2004.

Metro-ryhmä kokeilee monia uusia teknologioita Extra ”tulevaisuuden kaupassaan” Saksassa lähellä Duisburgia. Kauppa aloitti toimintansa huhtikuussa 2003 ja yksi kokeiltavista teknologioista on RFID, jota käytetään paljon siten, kuin EPC- ja jakeluketjujen hallinnan visiot esittävät (kappale 3.1.1). RFID:n käyttötavat ovat pääasiassa logistiikan ja varastonhallinnassa, sekä yksittäisten tuotteiden riittävyden seurannassa.

Tuotteet on varustettu RFID-tagilla, joka sisältää sähköisen tuotekoodin (Electronic Product Code, EPC). Tagien ja varastossa olevien lukijoiden avulla voidaan seurata

- Milloin tuotteet saapuvat varastoon ja vastaavtko saapuvat tuotteet lähetyslistaa
- Mitä tuotteita on kulloinkin varastossa
- Mitkä tuotteet viedään varastosta kaupan puolelle.

Lisäksi itse kaupassa on kolmen tuotteen (Philadelphia-juuston, Panthene-shampoon ja Mach 3 Turbo -partakoneenterien) hyllyillä lukijat, joiden avulla voidaan seurata, paljonko tuotteita on hyllyssä ja milloin hyllyä pitää täydentää.

Kaupan multimediatekniikalla DVD- ja CD-levyissä sekä videoissa olevien RFID-tagien avulla asiakkaat voivat katsella elokuvien traileriteita ja kuunnella näytekappaleita (kuva 12). RFID:t toimivat osastolla myös varkauksenestona tavallisten varashälyttimien tapaan.



*Kuva 12. Extra-kaupassa CD:itä voi kuunnella näytekappaleen näyttämällä tunnisteella varustettua CD:tä lukijalle. Kuva: Metro Group.*

Aikaisemmin kaupassa käytettiin myös kanta-asiakaskorttiin liitettyä RFID-tagia. Asiakaskortin pystyi saamaan vain vähintään 16-vuotias asiakas ja korttia käytettiin video-osastolla tarkastamaan, että asiakas on riittävän vanha ostamaan K12- ja K16-elokuvia. Aiheen tiimoilta nousseen kohun vuoksi käytännöstä kuitenkin luovuttiin ja nykyään elokuvat luovutetaan lukemalla asiakaskortissa oleva viivakoodi.

Kaupan ulkopuolella tuotteissa olevia RFID-tageja ei käytetä, ja kassan jälkeen asiakkaalla on mahdollisuus halutessaan pyyhkiä tuotteissa oleva tuotekoodi pois erityisellä deaktivaattorilla. Metro-ryhmä pyrkii myös informoimaan asiakkaitaan RFID:n käytöstä ja saatavilla on tietoa asiasta sekä sähköisesti, että esitteinä.

Tulokset ”tulevaisuuden kauppa” -kokeilusta ovat olleet positiivisia ja Metro kokee RFID:stä olevan hyötyä sekä kauppiaille että asiakkaille. ”Tulevaisuuden kauppa” -kokeilu jatkuu.

## 3.2 Seuranta

### 3.2.1 Tuhottavan aineiston seuranta

[[http://www.prosec-security.fi/rfid\\_html](http://www.prosec-security.fi/rfid_html)], viitattu 27.7.2004.

[[http://www.vilant.com/Tuote/vil\\_3\\_prosec.php](http://www.vilant.com/Tuote/vil_3_prosec.php)], viitattu 27.7.2004.

Prosec Tietoturvapalvelu noutaa ja tuhoaa luottamuksellista aineistoa. Prosec vastaa aineistosta sen keräämisestä tuhoamiseen asti, joten aineiston tarkka seuranta on ensiarvoisen tärkeää. Seurannassa käytetään hyväksi RFID-tageja, joilla kirjataan, mikä säiliö jätettiin millekin asiakkaalle, kuka säiliön luovutti ja haki, sekä miten paljon missäkin säiliössä oli tuhottavaa aineistoa.

Järjestelmä perustuu turvasäiliöiden tunnistetarroihin (kuva 13), kuljettajien käsipäätteisiin sekä asiakkaiden asiakaskortteihin. Turvasäiliöiden tunnisteidien avulla kuljettajat voivat rekisteröidä säiliöiden viennit, tarkastukset ja noudot, sekä niiden tapahtuma-ajat. Asiakkaat kuittaavat säiliöiden noudon ja muut palvelutapahtumat omalla RFID-kortillaan. Tuhoamisyksikössä säiliöt tunnistetaan ja punnitaan RFID-lukijalla varustetulla vaa'alla, mikä mahdollistaa asiakkaalta noudetun aineiston tarkan kilomääräseurannan ja raportoinnin.

Ratkaisua on pilotoitu Oulussa huhtikuusta 2004 ja se on tarkoitus laajentaa vuoden 2004 aikana valtakunnalliseksi. Kokonaisjärjestelmän toteuttaja on Vilant Systems, ja se hyödyntää UPM Rafsecin RFID-tarroja ja Nordic ID:n käsipäätteitä.

### 3.2.2 Ajanotto urheilukilpailussa

[<http://www.championchip.com/>], viitattu 7.6.2004.

[<http://www.championchipus.com/home.html>], viitattu 7.6.2004.

[<http://www.ti.com/tiris/docs/solutions/sports.shtml>], viitattu 8.6.2004.

Suurissa urheilutapahtumissa, kuten maratoneilla ja triatloneissa, haasteena on ottaa aikoja ja väliaikoja suurelle määrälle kilpailijoita lyhyen ajan sisällä. Tähän on kehitetty RFID:llä toimiva ChampionChip-teknologia. Järjestelmän tärkeimmät osat ovat urheilijan mukanaan kantama tunniste, ns. ChampionChip, sekä kilpailureitin alkuun, loppuun sekä väliaikapaikoille sijoitetut erikoisvalmisteiset matot. Ennen kilpailua urheilija rekisteröi tunnistensa ja kiinnittää sen esimerkiksi kenkäänsä tai nilkkaansa. Kilpailun aikana matot, jotka toimivat antennina (lukijoina) tunnistavat, milloin urheilija tunnistuneen ohittaa paikan. Näin saadaan nopeasti mitattua ajat suurelle joukolle urheilijoita. Lisäetuna



*Kuva 13. Prosecin turvasäiliö. RFID-tunniste on kannen sisäpuolella sinisen tarran kohdalla.*

pystytään mittaamaan nettoaika, eli ajanotto alkaa vasta urheilijan ylittäessä lähtöviivan, eikä lähtölaukauksen ampumisesta.

ChampionChip-tekniikka esiteltiin Berliinin maratonilla 1994, ja se perustuu Texas Instrumentsin RFID-tunnisteisiin ja Seven Hill Runin aloitteeseen. Tunniste on passiivinen, ja kestää kosteutta, kuivuutta, kuumuutta ja kylmyyttä. ChampionChip-tekniikan suorituskyvystä kertovat mm. Bostonin maraton 2000, jolloin lähdössä, maalissa sekä 9 väliaika-paikalla mitattiin yhteensä 175 000 aikaa, sekä New Yorkin maratonin lähtö, jossa 36m leveällä matolla mitattiin noin 5000 juoksijan ajat minuutissa.

### 3.2.3 Lentomatkatavaran tunnistus

[<http://www.ti.com/tiris/docs/applications/airbagid.shtml>], viitattu 29.7.2004.

British Airways on kokeillut lentomatkatavaroiden tunnistamista RFID:n avulla. Kokeilussa käytettiin 75 000 tagia matkustajien laukkujen merkitsemisessä (kuva 14) Heathrow'n lentokentällä. Käytettävät tagit olivat Texas Instrumentsin Tag-it™ -tunnisteita. Kokeilun tulokset olivat hyviä, ja kansainvälinen lentoliikenteen järjestö IATA onkin suosittelemassa 13,56 MHz RFID-tageja matkatavaran sähköiseen tunnistamiseen.



*Kuva 14. Matkatavaran RFID-tunniste. Kuva: Texas Instruments Inc.*

### 3.2.4 CD-levyjen kuljetusseuranta

[[http://www.storaenso.com/CDAvgn/main/0,,1\\_-5531-12183-en~pack,00.html](http://www.storaenso.com/CDAvgn/main/0,,1_-5531-12183-en~pack,00.html)], viitattu 30.8.2004.

[<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/932/1/1/>], viitattu 30.8.2004.

StoraEnso otti RFID-tagit käyttöön CD- ja DVD-levyjen laatikoissa keväällä 2004. Taustalla oli tarve seurata StoraEnsolta heidän asiakkaalleen CD-Linjalle lähteneiden levyjen matkaa ja vähentää hävikkiä. Lisäksi haluttiin parantaa asiakaspalvelua.

StoraEnso tarjoaa CD-Linjalle palvelua, jossa CD-Linja toimittaa datan sisältävät CD-aihiot StoraEnsolle ja StoraEnso huolehtii automaattisella tuotantolinjallaan levyjen etiketöinnistä, pakkaamisesta pahvisiin levykoteloihin sekä edelleen 25-30 levyn kuljetuslaatikoihin. Yksittäisen levyn arvo on n. 20€, joten levyjen seurattavuus, lähteneiden ja saapuneiden määrien vertailu sekä hävikin pienentäminen olivat myös taloudellisesti tärkeitä.

Pilotoidussa ratkaisussa CD- ja DVD-levyjen pahvisiin kuljetuslaatikoihin kiinnitetään RFID-tagit, laatikot punnitaan niiden lähtiessä StoraEnsolta ja tieto talletetaan tietokantaan. CD-Linjalla laatikot tunnistetaan RFID-tagin avulla, laatikon lähtöpaino haetaan kannasta ja sitä verrataan CD-Linjalla tehdyn punnituksen tulokseen. Mikäli painoissa on eroa, tiedetään, että CD:itä on kadonnut matkalla. Myöhemmin talletettaviin tietoihin otettiin mukaan laatikoiden painon lisäksi muita lähetykseen liittyviä papereita, mm. rahetikirjat. Ratkaisun tietoturva hoidettiin siten, että laatikon tagissa on ainoastaan yksilöintikoodi ja kaikki muu tieto löytyy palvelimelta, josta vain digitaalisella allekirjoituksella sertifioitu lukija pystyy niitä hakemaan. Yksilöintikoodina käytettiin yritysten omaa nu-

merointia, mutta EPC-mahdollisuus on otettu ratkaisussa huomioon. Pilotoinnissa käytettiin 13,56 MHz tageja ja RFID-kohtaisten tietojen tallentamiseen Stockwayn Trackway-palvelimia.

### 3.3 Tiketöinti

#### 3.3.1 Lentomatkustajien check-in

[<http://www.sysopen.com/default.asp?c=158&p=67,215,158&id=158>], viitattu 3.6.2004.

[<http://www.sysopen.com/default.asp?c=133&p=67,215,133&id=133>], viitattu 3.6.2004.

Finnair testaa liikematkustajien RFID-teknoologiaan perustuvaa automaattista check in-järjestelmää. Tässä eGate järjestelmässä matkustajan ei tarvitse näyttää lippuaan check in:iissä tai portilla, vaan hän voi kävellä suoraan koneeseen. Ensimmäisessä vaiheessa 13,56 MHz RFID-tunnistin on liikematkustajan MultiFLYe-kortissa. Matkustajan kulkiessa eGaten läpi järjestelmä tunnistaa hänet automaattisesti, vertaa tietoja matkustajatietoihin ja päästää hänet kävelemään koneeseen. Lähtöselvitykseen tässä tapauksessa kuluu n. 3 sekuntia. Palvelun ovat toteuttaneet SysOpen ja Ideos, ja sitä testataan Helsinki-Oulu -reitillä.

#### 3.3.2 Pääkaupunkiseudun matkakortti

[<http://www.buscom.fi/suomi/uutiset/1kaupalykort.html>], viitattu 3.6.2004.

[<http://www.ytv.fi/matkakortti/yleista.html>], viitattu 3.6.2004.

[<http://www.idesco.fi/news/helsinki.htm>], viitattu 3.6.2004.

Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten alueella on vuodesta 2002 ollut käytössä etälukukortteihin perustuva julkisen liikenteen rahastusjärjestelmä. Kortti käy maksuvälineenä kaikissa julkisissa liikennevälineissä: busseissa, ratikoissa, metroissa, lähijunissa sekä Suomenlinnan lautalla. Kortti luetaan liikennevälineeseen astuttaessa muutaman sentin etäisyydeltä lukulaitteesta. Päivittäin matkustusta-pahtumia kertyy noin 1,2 miljoonaa, kortteja tätä varten on yli miljoona ja kortinlukijoita 3000 laitetta sekä 100 käsilukijaa tarkastajille. Järjestelmän kokonaisintegraattorina on toiminut Eterra Oy, ajoneuvojärjestelmän laitetoimituksista on vastannut Buscom Oy ja korteista Idesco Oy.



*Kuva 15. Pääkaupunkiseudun luottokorttikokoinen matkakortti.*

Buscom Oy:n toimitusjohtajan Kauko Suhosen mukaan haasteena on ollut kehittää lukijoita vandalismin kestäviksi, jotta niitä voitaisiin käyttää myös vartioimattomissa paikoissa, kuten metroasemilla.



### 3.3.3 Jääkiekkoseuran kausikortti

[[http://www.stockway.fi/template\\_page1.asp?lang=1&s=23&sua=1](http://www.stockway.fi/template_page1.asp?lang=1&s=23&sua=1)], viitattu 1.9.2004.

Esimerkki asiakkuudenhallintaan liittyvästä RFID-tiketöintisovelluksesta on Lippupalvelun pilotoima hanke, jossa JYPin kausikorttiin liitettiin RFID-tagin. Tunnisteen sisältävän kausikortin avulla fanit pääsevät jäähallin portista sisään nopeasti ja jonottamatta. Muita kokeiltuja käyttötapoja oli juomalippujen lataaminen yritysvieraiden kortteihin sekä arvontoihin osallistuminen korttia näyttämällä. Pilotin kokeilujen jälkeen tarkoituksena on yhdistää korttiin palveluita myös mm. jäähallin ravintoloihin ja kioskeihin liittyen. RFID-kortin tärkein tavoite oli saada lippuväärennökset kuriin ja se saavutettiin. Myös fanien palaute kortista on ollut hyvää. Kausikorttilaiset kokivat, että heidät huomioidaan, ja heille tarjotaan lisäarvopalveluita, joita muut eivät saa.



*Kuva 16. JYP Hockey Teamin kausikorttilaisten kortit luetaan jäähallin portilla. Stockwayn toteuttama ratkaisu on ollut käytössä vuodesta 2003.*

Kausikortti on 13,56 MHz tunniste, joka luetaan portilla ja lukijat varmistavat Bluetooth-yhteyden kautta palvelimelta, onko kortti voimassa. Tietosuojasyistä korttiin ei haluttu kirjoittaa omistajan nimeä tai muita tunnisteita kuin kortin oma numero. Järjestelmän toteutti Stockway.

## 3.4 Asiakkuudenhallinta

### 3.4.1 Käyttäytyminen kirjakaupassa

[[http://bizns.nikkeibp.co.jp/cgi-bin/asia/frame-asia.pl?NSH\\_KIJIID=245469&NSH\\_CHTML=asiabiztech.html](http://bizns.nikkeibp.co.jp/cgi-bin/asia/frame-asia.pl?NSH_KIJIID=245469&NSH_CHTML=asiabiztech.html)] Viitattu 28.5.2004.

Japanissa Tokyo International Book Fair 2003:ssa esiteltiin RFID-tagien käyttöä kirjakaupan asiakkaiden käyttäytymisen tutkimiseen. Järjestelmä perustui kirjoihin asetettuihin RFID-tageihin ja hyllyihin asennettuihin RF-lukijoihin. Tämä mahdollisti analyysit kirjojen selailuajasta, selailujen määrästä sekä hyllyjen ja kirjojen läpikäyntijärjestyksestä ennen ostopäätöstä. Lisäksi esiteltiin sovellus myymälävarkauksien estosta. Jos kaupassa-olija otti suuren määrän kirjoja samalla kertaa, häntä muistutettiin kaupassa olevasta valvonnasta. Samalla myymälähenkilökuntaa varoitettiin mahdollisesta myymälävarkaudesta.

Järjestelmän arkkitehtuuri perustuu Auto-ID Centerin EPC-määrittelyyn ja ne tietokannan vastaaviin tietoihin yhdistävästä Savant-protokollasta. Käytetyt tunnisteet ovat Phillips Semiconductorin tekemiä 13,56 MHz -alueen tunnisteita.

### 3.4.2 Virtuaalinen asiakaspalvelija kanta-asiakkaille

[<http://www.informationweek.com/story/showArticle.jhtml?articleID=20800056>], viitattu 28.5.2004.

Sprint esitteli Retail Systems 2004 messuilla Chicagossa kanta-asiakkaille ja RFID-varustetuille kanta-asiakaskorteille perustuvaa sovellusta. Ensimmäisessä asiakas tunnustetaan kanta-asiakaskortin perusteella hänen liikkuaan kaupassa alle 2,4 m päässä lukijasta. Tunnistuksen jälkeen lähellä olevaan ruutuun ilmestyy kolmiulotteinen virtuaalihahmo, joka toivottaa asiakkaan tervetulleeksi kauppaan. Asiakkaan ostohistoriaan perustuen hän saa tekstiviestillä alennuskuponkeja Sprint-puhelimeensa.

Toinen sovelluskohde on hotelliin kirjautuminen. Asiakas voisi kirjautua hotelliin kiosista, jossa avatar voisi tarjota lisäpalveluita ja antaa kuponkeja asiakkaan käytettäväksi.

### 3.4.3 RFID-tunniste kännykässä

[<http://ubiks.net/local/blog/jmt/archives3/001212.html>]

[<http://www.telecomasia.net/telecomasia/article/articleDetail.jsp?id=106487>], viitattu 27.7.2004.

Japanilainen mobiilioperaattori DoCoMo on esitellyt puhelimeen yhdistetyn RFID-tunnisteen. Tunnistetta voidaan käyttää matkalippuna, sähköisenä lompakkona ja tunniste-korttina. FeliCa-palvelussa käyttäjä voi käyttää kännykkäänsä mobiilina lompakkona, kunhan ovat ensin ladanneet puhelimeensa tarvittavat sovellukset. Ensimmäisessä vaiheessa 39 yritystä, mm. McDonald's, lentoyhtiö ANA ja Japanin rautatiet, on sitoutunut tarjoamaan palveluita kännykän kautta.

### 3.4.4 Tietojen tallentaminen museossa

[<http://www.exploratorium.edu/guidebook/technology2.html>]

[[http://www.exploratorium.edu/guidebook/eguide\\_exec\\_summary\\_02.pdf](http://www.exploratorium.edu/guidebook/eguide_exec_summary_02.pdf)]

San Franciscossa interaktiivisessa tiedemuseossa Exploratoriumissa RFID:tä on kokeiltu 1998 lähtien tallentamaan kävijöiden mielestä mielenkiintoisimpien kohteiden tietoja. Vierailunsa alussa kävijät pystyivät rekisteröitymään ja saivat käyttöönsä RFID-tunnisteella varustetun kortin. Museossa näyttelykohtien luona oli RFID-lukijoita ja viemällä korttinsa lukijan luo käyttäjä pystyi tallentamaan mielenkiintoisena pitämänsä kohteen muistiin ("kirjanmerkki"). Vierailunsa jälkeen kävijä sai luettavakseen personoidun web-sivun, johon oli koottu lisätietoa hänen näyttelyssä mielenkiintoisimpina pitämistään kohteista.

### 3.4.5 Design-vaatekauppa

[[http://www.ideo.com/case\\_studies/prada.asp](http://www.ideo.com/case_studies/prada.asp)], viitattu 6.8.2004.

[<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/272>], viitattu 6.8.2004.

[<http://afr.com/articles/2003/10/20/1066631355534.html>], viitattu 6.8.2004.

Italialainen design-vaatettaaja Prada otti RFID-tagit monipuoliseen käyttöön epätavallisessa Epicenter-myymälässään New Yorkissa joulukuussa 2001. Myymälä on suunniteltu

kokonaisvaltaiseksi kokemukseksi asiakkaalle, ja tähän kuuluu sekä uusia trendejä ja ideoita huokuva sisustus että uuden teknologian monipuolinen hyödyntäminen. Yksi osa tätä konseptia on RFID:n hyödyntäminen asiakaspalvelun parantamiseksi.

Myymälän jokaiseen tuotteeseen on kiinnitetty selvästi havaittava RFID-tagi ja ympäri myymälää on käsilukijoita, joilla esimerkiksi puku voidaan tunnistaa ja sitten esittää myymälän videonäytöllä videota puvusta muotinäytöksessä, valokuvia, suunnittelijan luonnoksia, tai muuta lisätietoa puvun materiaalista, väreistä tai leikkauksesta.

Jos asiakas haluaa sovittaa pukua, hän menee sovituskoppiin ja ripustaa puvun älykaappiin, jonka RFID-lukija tunnistaa puvun. Nyt sovituskoppi voi näyttää kosketusnäytöllään juuri sovittavaan pukuun liittyvää tietoa, muita väri vaihtoehtoja, tai puvun kanssa sopivia muita vaatteita Pradan mallistosta. RFID-tagit on kytketty mukaan ajantasaiseen varastohallintaan, joten asiakkaalle näytetään vain väri- tai vaatevaihtoehtoja, jotka löytyvät varastosta. Pradan RFID-järjestelmä on brittiläisen KTP-yhtiön käsialaa ja RFID-tagit Texas Instrumentsilta.

Myymälän tuotteisiin kiinnitettyjen tagien lisäksi Pradan kanta-asiakkailta on mahdollisuus käyttää asiakaskorttia, johon on myös liitetty RFID-tunnistin. Halutessaan asiakas voi antaa myyjän lukea kortin, jolloin asiakas tunnistetaan ja hänen mieltymyksensä voidaan ottaa heti huomioon. Jos asiakkaalla on suosikkimyyjä, tälle voidaan kertoa asiakkaan saapumisesta, ja asiakas saa palvelua juuri suosikkimyyjältään. Jos suosikkimyyjää ei ole, voi kortin lukenut myyjä käydä nopeasti läpi asiakkaan preferenssejä ja ostohistoriaa, ja suositella esimerkiksi juuri saapuneista tuotteista juuri asiakkaalle sopivia. Tavoitteena olisi antaa asiakkaalle lähes sovittuihin tapaamisiin perustuvaa palvelua.

Suunnitelmissa on myös palvelu, jossa myyjä voi luoda asiakkaalle ”digitaalisen sovituskopin”, johon kaikki sovituskopissa tunnistetut ja asiakkaan sovittamat tuotteet tallennetaan. Tämän jälkeen asiakas voisi katsella sovittamia tuotteita myöhemmin kotona, etsiä Pradan sivustolta lisää kiinnostavia tuotteita ja sopia uudesta käynnistä myymälässä. Asiakas ei kuitenkaan voisi tilata tuotteita suoraan webin kautta, sillä Pradan konseptissa pyritään edesauttamaan henkilökohtaisen asiakkuuden syntymistä myyjän kanssa ja asiakas haluttaisiin tämän takia käymään myymälässä verkosta tilaamisen sijaan.

Pradan Epicenter-myyvälän konsepti on monipuolinen ja hyvin RFID-tekniikkaa hyödyntävä. Sen käytännön toteutus ei kuitenkaan lähteiden mukaan ollut täysin loppuun asti viety, sillä esimerkiksi myyjät eivät puoli vuotta myymälän avaamisen jälkeen osanneet käyttää RFID-käsilukijoita, joten konseptiin tottuminen vaatisi aikaa sekä asiakkailta että myyjiltä. Myöhemmin Prada joutui kuitenkin luopumaan RFID-tunnistuksesta myymälän naisasiakkaiden antaman palautteen takia. Asiakkaat hyväksyivät sen, että heidän ostamansa tuotteet ja ostoajankohdat tallennettiin Pradan järjestelmiin, mutta he eivät sulattaneet sitä, että Prada tietäisi heidän käyttämänsä vaatekoon.

## 3.5 Antureita

### 3.5.1 Auton renkaiden paineenseuranta

[<http://www.roadsnoop.com/>], viitattu 27.7.2004.

Auton renkaiden painetta on hyvä seurata sekä turvallisuuden että taloudellisuuden takia. Nokian Renkaat on kehittänyt RoadSnoop järjestelmän, jossa renkasiin asennetaan aktiivitagit, joihin on liitetty paineanturit. Auton liikkeessä tagit lähettävät säännöllisesti tietoa

renkaiden paineesta auton sisällä olevaan lukijaan, joka ilmoittaa kuljettajalle mahdollisesta renkaiden paineen laskusta.

Järjestelmässä kussakin renkaassa olevassa tagissa on oma paristo, ja ne lähettävät tietoa renkaista 14 s välein 433,92 MHz taajuudella. Aktiivitagien eliniäksi on ilmoitettu noin 150 000 km.

### 3.5.2 Kylmäketjun seuraaminen

[[http://www.stockway.fi/template\\_page1.asp?lang=3&sua=1&s=22](http://www.stockway.fi/template_page1.asp?lang=3&sua=1&s=22)], viitattu 1.9.2004.

Joitakin tavaroita, kuten elintarvikkeita, täytyy kuljettaa riittävän kylmässä pilaantumisen ehkäisemiseksi. Kuljetuksen aikaisen riittävän alhaisen lämpötilan seuraaminen onkin hyvä sovelluskohde RFID-tageihin liitetyille lämpötila-antureille. Tällaiset tagit ovat aktiivisia, ja ne voidaan asettaa seuraamaan ja kirjoittamaan lämpötilaa muistiinsa jatkuvasti, vain tietyin väliajoin tai vain annettujen raja-arvojen ylittyessä. Tagin muistin täytyessä tiedot voidaan hakea lukijalla ja tallettaa käyttöä varten palvelimelle.

Tällaisia ratkaisuja on pilotoinut Stockway käyttäen saksalaisen KSW Microtechin tageja. Tagien luku tapahtuu kosketusetäisyydeltä ja seuraamisen ja tallentamisen aktiivisuudesta riippuen tagi kestää 72 h – 0,5 vuotta. Yhden lämpötila-anturin sisältävän aktiivitagin hinta muutaman euron luokkaa. Toistaiseksi ratkaisun hyödyntäminen on ollut kuitenkin vähäistä.

## 4 Hyväksyttävyyteen ja käyttökelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä

Sovellettaessa RFID-tekniikkaa asiakkuudenhallintaan käyttötavan hyväksyttävyyden ja käyttökelpoisuus asiakkaan näkökulmasta on ensiarvoisen tärkeää. On säilytettävä asiakkaan yksityisyys, kuten kappaleessa 2.4.6 todetaan, vaikka käyttöön otetaan uusia tapoja kerätä ja hallinnoida asiakkaaseen liittyvää tietoa. Mikäli tekniikka halutaan asiakkaankin puolelta aktiiviseen käyttöön, on sen kuitenkin täytettävä muitakin vaatimuksia. Tärkein kriteeri RFID:n käytölle, kuten monelle muullekin palvelulle, on siitä saatava hyöty ja lisäarvo. Hyöty voi olla esimerkiksi odotustilanteessa saatava lisätekeminen, rutiinimaisten toimintojen helpottaminen tai jokin täysin uusi palvelu. VTT:llä on MIMOSA-projektissa [Kaasinen et al. 2004] tutkittu kuluttajien asenteita RFID-sovellusten hyväksyttävyyteen ja käyttökelpoisuuteen. Tässä esitetään MIMOSA-projektin kuluttajien haastatteluissa esiin nousseita tekijöitä RFID-tekniikan käytössä.

### 4.1 Yleistä

Useimmat MIMOSA-projektissa käsitellyistä käyttötapauksista ovat sellaisia, joissa kuluttajalla on käytössään lukija, jolla lukea ympäristössään, kuten tavaroissa, julisteissa, aikatauluissa, ym. olevia tageja. Pääasiassa tageja on MIMOSAssa ajateltu käytettävän joko suoraan tai välillisesti tietolähteinä tai anturiin yhdistettynä ”älykkäiden” urheiluvälineiden tms. osana. Tietolähteenä RFID voisi joko itsessään sisältää halutun informaation tai sitten linkin internetiin, josta haettu tieto latautuisi automaattisesti käyttäjän lukulaitteeseen. Lähtökohtana oli, että tilanne, jossa käyttäjä katsoo www-osoitteen tuotteesta, kirjoittaa osoitteen kännykkään ja hakee sitten tiedon webistä, on liian monimutkainen houkutellakseen käyttäjiä sitä hyödyntämään.

MIMOSA-projektin haastatteluissa ei sinänsä otettu kantaa tekniikkaan tai sen rajoituksiin, vaan oletettiin, että esimerkiksi tagien lukuetaisyys tai käytettävissä oleva muistimäärä eivät ole rajoittavia tekijöitä.

### 4.2 Kustannukset

Ensimmäinen kynnys RFID:n käyttämiseen on pelko tekniikkaa ja siitä koituvia lisäkustannuksia kohtaan. Kuluttaja pelkää, että RFID:n käyttäminen ja tagien lukeminen tuo hänelle odottamattomia kustannuksia, kuten on ollut esimerkiksi joidenkin mobiilipalvelujen yhteydessä. Tästä syystä käyttäjät haluavat pitää lukemisen suhteen kontrollin itsellään. Kontrolliin liittyy, että palvelun mahdollinen maksullisuus pitää ilmoittaa selkeästi, ja että lukeakseen tagin käyttäjän tulisi antaa jokin selvä signaali, kuten koskettaminen tai osoittaminen. Kustannusten pelossa myös lapsien lukumahdollisuuksia haluttaisiin pystyä rajaamaan, jotteivät he lataisi paljon turhaa ja mahdollisesti kallista informaatiota RFID:n kautta.

### 4.3 Helppokäyttöisyys

Päästäkseen laajaan käyttöön RFID-tekniikan tulisi olla helppokäyttöistä. Käytännössä tämä asettaa vaatimuksia sekä laitteiden koolle että niiden suorituskyvyille. Tagit ovat jo nyt riittävän pienikokoisia, jotta niitä voi kantaa mukanaan, mutta lukulaitteiden pitäisi vielä pienentyä tähänastisesta. Lisäksi lukijan pitäisi olla osa jotain aina mukana olevaa laitetta, kuten kännykkää, tai tulevaisuudessa kenties rannetietokonetta tai vastaavaa.

Suorituskyvyssä tärkein seikka on lukuetaisyys. Tagin lukeminen pitäisi onnistua esimerkiksi kadun toiselta puolelta osoittamalla toisella puolella näkyvän julisteen tagia. Tosin ainakin vielä osoittelu koetaan hieman noloksi: ”Mitä muut ajattelevat, jos kuljen kadulla osoittelemassa ympäriinsä?”

Toisenlaisessa tilanteessa, kuten kaupassa haluttaisiin kuitenkin kosketusta vaativia tajeja, ja kosketuksesta haluttaisiin jonkinlainen palaute.

### 4.4 Luotettavuus

Luottamus uuteen tekniikkaan on aina alussa vähäistä. RFID ei ole tässä suhteessa poikkeus. Käyttäjät haluavat, että esimerkiksi RFID:n kautta luettava informaatio on saatavilla myös muualta tavallisena versiona. Jos esimerkiksi bussien pysäkkiaikataulu olisi luettavissa RFID-tagista, pitäisi pysäkillä olla kuitenkin myös aikataulun paperiversio.

### 4.5 Tietosuoja

Tietosuojan suhteen kuluttajat olivat odotetun varovaisia ja halusivat säilyttää oman kontrollin tietojensa luovuttamisen suhteen. Merkittävää kuitenkin oli, että ajatus siitä, että kaikki henkilökohtainen tieto olisi samassa paikassa, esimerkiksi kännykässä, oli kuluttajien mielestä hyväksyttävä.

RFID-tagien selkeää merkintää pidettiin tärkeänä. Haluttaisiin, että tuotteissa olisi selkeä logo, joka kertoisi tuotteesta olevasta tagista. Lisäksi jos henkilö itse kantaisi tagia, pitäisi hänen olla mahdollista estää sen lukeminen, vaikka tagi olisikin anonyymi. Ylipäätään henkilöllä olevan tagin lukemisen haluttiin olevan mahdollista vain kosketusetäisyydeltä. Lisäksi tagiin liittyvät tiedot pitää voida haluttaessa poistaa. Esimerkiksi jos vaatteissa oleviin tageihin on kirjattu omistajan nimi, pitää nimi voida poistaa, kun vaate viedään kierrätykseen.

Paikantamisen suhteen ihmiset olivat yleisesti kielteisiä. Paikantamista ei haluttu kuin korkeintaan hyvin rajatuissa ympäristöissä ja tilanteissa. Yksi tällainen ympäristö on esimerkiksi laskettelurinne, jossa oli hyväksyttävää, että perheenjäsenet saisivat tietää missä rinteissä muut ovat.

## 5 Ideoita RFID:n käyttöön asiakkuudenhallinnassa

RFID mahdollistaa monia aikaisemmissa luvuissa esitettyjä käyttötapoja paljon monipuolisemmatkin palvelut. Tärkeimmät tekijät, joita asiakkuudenhallinnassa voidaan hyödyntää, ovat yksilökohtainen tunnistaminen ja tagin muistiin tallennetut tiedot. Pitkä luku-ettäisyys mahdollistaa lisäksi monen tagin lukemisen yhtä aikaa, mutta sovelluksia, joissa ihmisten kantamia tageja tunnistetaan kosketusetäisyyttä kauempaa ja kenties heidän tietämättään, pitää harkita eettiseltä puolelta tarkasti ennen toteuttamista.

Yksi mahdollinen sovelluskohde RFID-tagille asiakkuudenhallinnassa on fyysisesti rajatun alueen, kuten huvipuiston, laivan, messujen, yksittäisen myymälän, tai kauppa- tai laskettelukeskuksen, asiakkuudenhallinta. Tällaisella rajatulla alueella kuluttajat toisaalta hyväksyvät RFID:n käytön helpommin ja toisaalta sinne on helpompaa tehdä lisäarvoa tuottavia palveluita. Seuraavassa käydään läpi muutamia mahdollisuuksia kanta-asiakkuusohjelmiin ja myymälöihin, messuihin, huvipuistoihin sekä laskettelukeskuksiin liittyen.

### 5.1 Kanta-asiakkuusohjelma ja palvelut myymälässä

Yritys, jolla on kanta-asiakasohjelma, voisi lisätä RFID-tunnisteen kanta-asiakaskorttiin. Kortin ja tunnisteen avulla yritys voisi tarjota esim. seuraavanlaisia palveluita asiakkailleen:

- Kanta-asiakaskorttiin voisi ladata henkilökohtaisia "tarjouskuponkeja". Nämä tarjoukset voisivat perustua asiakkaan segmenttiin ja aikaisempaan ostohistoriaan.
- Kortin avulla asiakas voisi helposti tunnistautua myymälässä saaden näin henkilökohtaisia tarjouksia/muistutuksia esim. tekstiviestinä.
- Myymälässä olisi helppo järjestää erilaisia arvontoja, jolloin osallistuminen ja voiton tarkistaminen kanta-asiakaskortin avulla olisi helppoa.
- Asiakkaan suostumuksella kaupalla olisi parempi mahdollisuus seurata asiakkaiden käyntitiheyksiä ja viipymisaikoja, mitä tietoja voisi käyttää esim. markkinoinnin suunnittelussa.
- Käyttää suoramarkkinoinnin osana (anonyymia) RFID-tunnistetta esim. kilpailu- tai kahvilipukkeena, jolloin kampanjan tehoa olisi helpompi seurata.

### 5.2 Messut

Messujen osallistujakortin viivakoodin voisi korvata RFID-tunnisteella, jolloin messujen onnistumisen seuranta ja olisi helpompaa:

- Kävijöiden rekisteröinti eri esityksissä helpompaa, kun ei tarvitse skannata viivakoodia lapusta.

- Osallistuja voisi helposti jättää sähköisen yhteystiedon eri osastoille, jos esimerkiksi haluaisi lisätietoa jostain asiasta. Esimerkiksi esitteiden lähettämisen sähköpostilla voisi automatisoida erittäin helpoksi palveluksi.
- Kävijäkorttiin olisi ladattu kaikki messuilla (tai etukäteen) ostettavat palvelut, esim. lounaat.
- Järjestäjä pystyisi seuraamaan paitsi saapumis- ja poistumisaikoja ja esityksien seuraajia, myös tarkemmin mitkä osastot ovat kutakin kävijää kiinnostaneet. Tässä ei välttämättä tarvitse mennä yksilötasolle, vaan kävijät voitaisiin segmentoida ja käyttää tätä segmentointitietoa hyväksi esim. uusien tilaisuuksien suunnittelussa tai jälki-markkinoinnissa.
- Antaa paikannusopastusta esim. tietyn osaston tai salin löytämiseen.

### 5.3 Huvipuisto

Huvipuistossa RFID-tunniste voisi olla esimerkiksi erillinen vaatteisiin liimattava tarra tai laitteisiin oikeuttavaan rannekkeeseen yhdistetty. RFID voisi olla joko anonyymi tai tiettyyn henkilöön yhdistetty ja kävijöille pitäisi toki tarjota myös RFID:tön vaihtoehto. Seuraavissa ajatuksissa on kuitenkin oletettu, että kävijällä on rannekkeessaan ainakin anonyymi RFID-tunnistin ja laitteiden sisäänkäynnissä RFID-lukija. Näiden avulla voitaisiin esimerkiksi:

- Seurata tarkemmin laitteiden käyttöä ja kävijöiden profileja: missä laitteissa kävijät vierailevat, missä järjestyksessä, mihin aikaan ja mitä laitteita sama kävijä käy läpi.
- Helpottaa tuotevalikoiman laajentamista määrittelemällä erilaisille kävijöille suunnattuja rannekkeita: lasten ranneke, vuoristorataranneke, kieputinranneke, jne.
- Kannustaa kävijöitä käyttämään laitteita tasaisemmin, esimerkiksi antamalla tietyn laitteen jälkeen vinkki siitä, mihin toiseen laitteeseen on vähän jonoa.
- Vähentää varkauksien riskiä lataamalla rannekkeeseen arvoa, jota voitaisiin käyttää rahan asemesta huvipuiston peleissä, kilpailuissa ja ravintoloissa.
- Helpottaa kävijämäärien ennustamista mahdollistamalla rannekkeen ostaminen esimerkiksi internetin kautta tietylle päivälle ja jopa tietylle ajalle.
- Järjestää kävijöille erilaisia tehtäväratoja, joissa tietyt laitteet pitää käydä tietyssä järjestyksessä palkinnon saamiseksi.
- Järjestää mahdollisuus osallistua alueella erilaisiin kilpailuihin ja arvontoihin.
- Kertoa lapsensa huvipuistoon kadottaneelle vanhemmalle jälkikasvun olinpaikka.
- Huvipuiston yhteydessä olevassa museossa, akvaariossa, tms. kävijä voisi merkitä mielenkiintoisimmat kohteet ja hän saisi niistä myöhemmin lisätietoja sähköpostiinsa (ks. kappale 3.4.4).



## 5.4 Hiihtokeskus

Samaan tapaan kuin huvipuistossa, myös hiihtokeskuksessa vierailijoille voitaisiin antaa joko vaatteisiin kiinnitettävä RFID-tarra tai muu tunniste, jonka avulla heille voitaisiin tarjota palveluita tai joiden avulla keskuksen toimintaa voitaisiin parantaa.

- Hissiliput voisivat olla RFID:llä. Tämä on jo monissa hiihtokeskuksissa toteutettu.
- Perheenjäsenet voisivat saada tietää missä rinteessä muut ovat.
- Murtomaahiihdossa hiihtäjän aika voitaisiin ottaa RFID:n avulla (ks. maratonesimerkki, kappale 3.2.2).
- Hiihtäjä voisi saada tiedon hiihtämästään kokonaismatkasta RFID-lukijoiden mitausten perusteella.
- Hiihtäjä voisi etukäteen määritellä reittinsä latukartalle internetissä ja latujen risteyksissä olevat automaattiset opasteet voisivat neuvoa hänelle reitin.
- Automaattiset opasteet voisivat myös varoittaa äkillisistä kelimuutoksista.
- Opasteet voisivat myös rekisteröidä hiihtäjän viimeisimmän olinpaikan, jolloin tarvittaessa etsintä voitaisiin järjestää nopeammin.
- Vuokravarusteita voitaisiin seurata varkauksien estämiseksi.
- Tunnisteeseen voitaisiin liittää arvoa tai se voitaisiin kytkeä laskuttamaan suoraan esim. kävijän luottokorttia, jolloin sitä voisi käyttää rahan sijaan laskettelureissun aikana.
- Monoissa oleva RFID-lämpötila-anturi voisi varoittaa varpaiden paleltumisvaarasta.

## Sanasto

AIDC	Automatic Identification and Data Capture, yhteisnimitys RFID, viivakoodi, magneettiraita, biometrisen tunnistuksen, jne. teknologioille.
Aktiivinen tunniste	Tunniste, jolla on oma virtalähde, jonka avulla se voi lähettää tietoja. Toimii ikään kuin radio.
Auto-ID Center	Massachusetts Institute of Technologyn (MIT) johtama tutkimuskeskus, joka tutkii RFID-tunnisteiden käyttöä tavoitteenaan ”Internet of things”, esineiden internet. Nykyään toimii nimellä Auto-ID Labs.
Auto-ID Labs	RFID:hen ja ”esineiden internetin” luomiseen keskittynyt tutkimusyhteisö. Yhteisöön kuuluvat MIT, Cambridgen, Adelaiden, Keion, Fudanin ja St. Gallenin yliopistot ja se on osin EAN.UCC:n, julkisten ja yksityisten tahojen rahoittama.
Blocker Tag	Tagi, joka lähettää yhtäjaksoisesti hälysignaalia ja estää siten lukijaa lukemasta mitään lähistöllä olevaa tagia.
EPC	Electronic Product Code, sähköinen tuotekoodi. Koodi, joka identifioi yksittäisen tuotteen. EPC on tallennettu RFID-tunnisteeseen.
EPCglobal	Organisaatio, joka tukee sähköisten tuotekoodien (EPC) käyttöä ja johtaa niiden standardointia. EAN Internationalin ja Uniform Code Councilin (UCC) yhteishanke. Alunperin EPCglobal Network syntyi Auto-ID Centerin tutkimushankkeesta.
EPC Information Service	EPCIS, tietokonejärjestelmä, joka hallinnoi ja jakaa tuotteiden PML-kuvauksia tiedon hakijoille.
EPC-verkko	Tuotteisiin liittyvien tietojen hakemiseen ja varastointiin käytetty tietoverkko, joka koostuu ONS- ja EPCIS-palvelimista.
Etätunniste	Ks. RFID-tunniste.
GTAG	Global Tag, UCC:n ja EAN Internationalin suunnittelema standardi RFID-tageille. Toimii UHF-alueella ja on suunniteltu toimimaan mm. UPC-12 ja EAN-13 -tuotekoodien kanssa. On myös yhteensopiva EPC:n kanssa.
IP-osoite	IP (Internet Protocol) -osoite on numero, joka yksilöi internetiin liitetyn tietokoneen.
Lukija	Eng. reader, interrogator. Laite, joka pystyy lukemaan tunnisteen tietosisällön. Lukija lähettää signaalin, jonka havaitessaan tunniste lähettää tietosisältönsä lukijalle.
Lukijätörmäys	Engl. reader collision. Tilanne, jossa useampi lukija häiritsee toisiaan siten, että se vaikeuttaa tunnisteen lukemista.
Object Name Service	Internetin nimipalvelimiin (DNS, Domain Name Service) varrattava palvelu, joka yhdistää tietyn tuotteen/pakkauksen/tms. EPC:n internetin URL:ään (Uniform Resource Locator), josta löytyvät ko. tuotteen/pakkauksen/tms. tarkemmat tiedot.
ONS	Ks. Object Name Service.

Passiivinen tunniste	Tunniste, jolla ei ole omaa virtalähdettä. Passiivinen tunniste käyttää lukijan lähettämästä signaalista saamaansa virtaa lähettäessään tietoaan takaisin lukijalle.
Physical Markup Language	PML. Tapa kuvata tuotteita yhtenäisesti ja jäsennellysti. PML on XML:n sanasto, joka on kehitetty fyysisten objektien, sekä niihin liittyvien järjestelmien, prosessien ja ympäristöjen kuvaamiseen.
PML	Ks. Physical Markup Language.
RFID	Radio Frequency Identification, eli saattomuistitekniikka, jossa esineeseen kiinnitettävä tunniste voidaan havaita, lukea ja/tai kirjoittaa sähkömagneettisten aaltojen välityksellä ilman lukijan ja tunnisteiden välistä näköyhteyttä.
RFID-tunniste	Engl. tag, transponder. Tunniste, joka kiinnitetään esineeseen ja joka voidaan havaita, lukea ja joissain tapauksissa myös kirjoittaa ilman näköyhteyttä lukijan/kirjoittajan ja saattomuistin välillä. Tagissa voi olla muistia kymmenistä biteistä useisiin kilotavuihin.
Saattomuisti	Tagi, joka on uudelleenkirjoitettava ja voi pitää sisällään esimerkiksi tuoteinformaatiota. Tietoja voidaan muuttaa prosessin eri vaiheissa.
Savant	Ohjelmisto, joka kontrolloi, aggregoi ja välittää tietoja lukijasta muihin tietojärjestelmiin, kuten yrityksen sisäisiin sovelluksiin tai EPC-verkkoon. Savant voi esim. aggregoida varaston sisääntulon molemmin puolin olevien lukijoiden yhtäaikaan lukemat tagit listaksi, joka viedään edelleen varastokirjanpitoon.
Semi-passiivinen tunniste	Tunniste, jolla on oma virtalähde, mutta jotka käyttävät sitä ainoastaan lähettäessään tunnisteiden tietoja lukijan pyynnöstä. Oma virtalähde mahdollistaa pidemmän lukuetaisyyden, mutta muuten semi-passiivinen tunniste toimii kuin passiivinen aktivoituen vain lukijan aloituksesta. Semi-passiivisia tunnisteita on käytössä esimerkiksi autoihin kiinnitettävissä tunnisteissa, joiden avulla tietulli voidaan periä liikkuva autosta.
Taajuus	Tunniste ja lukija viestivät keskenään tietyllä taajuudella. Monet tagin ominaisuudet, kuten lukuetaisyys ja sopiva käyttökohde riippuvat tagin käyttämästä viestintätaajuudesta.
Tagi	Ks. RFID-tunniste.
Tunniste	Ks. RFID-tunniste.
Tunnistetörmäys	Engl. tag collision, tilanne, jossa useampi tunniste häiritsee toisiaan niin, ettei niiden tietoja pystytä lukemaan. Yksi ratkaisu ongelmaan on tunnisteiden lähettämien tietojen ajoittaminen siten, että vain yksi tunniste lähettää tietonsa tiettyä ajanhetkenä.
UCC	Uniform Code Council, ks. Myös EPCglobal ja GTAG.
UHF	Ultra High Frequency, taajuusalue 860-930 MHz.

## Lähdeluettelo

- [Alien Technology 2004]  
Alien Technology Corporation. Alien Technology Corporation Breaks the Twenty Cent Barrier for Writeable RFID Tags. Lehdistöiedote, 5.3.2004, Morgan Hill, USA.  
[[http://www.alientechnology.com/05\\_newsroom\\_p01\\_040330.html](http://www.alientechnology.com/05_newsroom_p01_040330.html)]
- [Auto-ID Center 2002]  
Auto-ID Center. Technical Report. 860MHz-930MHz Class I Radio Frequency Identification Tag Radio Frequency & Logical Communication Interface Specification Candidate Recommendation, Version 1.0.1. November 2002.
- [Auto-ID Center 2004]  
Auto-ID Center. Www-tiedote, viitattu 5.8.2004.  
[<http://autoidcenter.org/>]
- [ComputerWeekly 2004]  
ComputerWeekly.com. Standards body quashes European RFID fears. 26.5.2004.  
[<http://www.computerweekly.com/Article130826.htm>]
- [EPCglobal 2004]  
EPCglobal Inc. EPCglobal Consumer Information. Www-sivu, viitattu 5.8.2004.  
[<http://www.epcglobalinc.org/consumer/index.html>]
- [EPCglobal 2004b]  
EPCglobal Inc. Version 1.0 Specifications.  
[[http://www.epcglobalinc.org/standards\\_technology/specifications.html](http://www.epcglobalinc.org/standards_technology/specifications.html)]
- [Floerkemeier et al. 2003]  
Floerkemeier, C., Anarkat, D., Osinski, T. & Harrison, M. PML Core Specification 1.0. Auto-ID Center. September 2003.
- [Global Commerce Initiative/IBM 2003]  
Global Commerce Initiative/IBM. EPC Roadmap. November 2003.
- [Hirvonen et al. 2004]  
Hirvonen, M.; Pursula, P.; Jaakkola, K.; Laukkanen, K. Planar inverted-F antenna for radio frequency identification. IEE Electronics Letters , Volume: 40 , Issue: 14 , 8 July 2004. Pp 848 – 849.
- [Innovision R&T 2004]  
Innovision Research & Technology. Innovision R&T launches world's smallest, lowest cost RFID reader. Lehdistöiedote, 25.5.2004.  
[<http://www.innovision-group.com/index.cfm?param=news/details.cfm&cid=156>]
- [Juels et al. 2003]  
Juels, A., Rivest, R.L. & Szydlo, M. The Blocker Tag: Selective Blocking of RFID Tags for Consumer Privacy. In V. Atluri, ed. 8<sup>th</sup> ACM Conference on Computer and Communications Security, pp. 103-111. ACM Press. 2003.

[Jaques 2004]

Jaques, R. European standard won't stop RFID. In NetworkITweek, 26.5.2004.  
[<http://www.networkitweek.co.uk/news/1155390>]

[Kaasinen et al. 2004]

Kaasinen, E., Rentto, K., Ikonen, V. & Välikkynen, P. MIMOSA Initial Usage Scenarios. 2004.

[RFID Journal 2003]

RFID Journal. Wal-Mart Details RFID Requirement. 6.11.2003.  
[<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/642/1/1/>]

[RFID Journal 2004]

RFID Journal. Wal-Mart Details EPC Rollout Plan. 17.6.2004.  
[<http://www.rfidjournal.com/article/articleview/992/1/1/>]

[Schoenberger 2002]

Schoenberger, C. R. The Internet of Things. Forbes.com, 18.3.2002.  
[<http://www.forbes.com/technology/forbes/2002/0318/155.html>]

[Texas Instruments 2004]

Texas Instruments Inc. Www-sivu, viitattu 14.9.2004.  
[<http://www.ti.com/tiris/docs/applications/auto/immobilization.shtml>]