



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Rikke Kujala

RFID-tekniikan käyttö sisälogistiikassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

07.02.2019

Tekijä(t) Otsikko	Rikke Kujala RFID-tekniikan käyttö sisälogistiikassa
Sivumäärä Aika	29 sivua 07.02.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Automaatiotekniikka
Ohjaaja(t)	Tuomo Heikkinen
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia, miten RFID-tekniikkaa hyödynnetään tällä hetkellä sisälogistiikassa ja mitä mahdollisia hyötyjä tekniikkaa käyttämällä saavutetaan. Lisäksi työssä selvitettiin RFID-tekniikan komponentit, yleiset standardit ja eri taajuusalueiden eroja toiminnassa. Työssä käytiin läpi tärkeimmät tiedot RFID-järjestelmän toiminnasta ja rakenteesta.</p> <p>Opinnäytetyö on toteutettu kirjallisuuteen perustuvana, ja siinä on tutkittu useampia eri lähteitä ja niiden pohjalta on kerätty tietoa mahdollisimman kattavasti. Työssä havaittiin, että vaikka RFID-tekniikan edut ovat kiistattomat, on käytännön sovellusten yleistymisen ollut silti hidasta. Logistiikassa RFID:n yleistymistä on hidastanut standardoinnin puutteellisuus, järjestelmän korkea hankinta- ja käyttöönottokustannukset, tekniikan kehittymättömyys, luku- ja tarkkuuden puute ja investoinnin takaisinmaksun epävarmuus.</p> <p>Opinnäytetyön pohjalta voidaan todeta, että logistiikka-alan yritykselle on huomattavasti turvallisempaa valita vanhempi viivakoodin lukuun perustuva järjestelmä, josta on olemassa käyttökokemuksia useammalta vuosikymmeneltä eri yrityksissä ja eri ympäristöissä. Vanhemman järjestelmän valitsemalla yrityksellä on paremmat mahdollisuudet arvioida järjestelmän käyttöönotto- ja käyttökustannukset. Lisäksi teknologiariski yritykselle pienenee, sillä jo pitkään käytössä olevan järjestelmän standardointi on vahvaa ja merkittävin kehitys on jo takana päin.</p>	
Avainsanat	RFID, radiotaajuustunnistus, logistiikka, tunnistus

Author(s) Title	Rikke Kujala Utilizing RFID-technology in In-house Logistics
Number of Pages Date	9 pages 7 February 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Specialisation option	Automation Engineering
Instructor(s)	Tuomo Heikkinen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to investigate how RFID technology is currently being used in in-house logistics and what potential benefits will be achieved by using this technology. In addition, the components of RFID technology, general standards and differences in frequency bands in operation were investigated. The most important information on the operation and structure of the RFID system was reviewed.</p> <p>The study was carried out based on literature and several different sources were studied. It was found that, while the benefits of RFID technology are undeniable, the widespread adoption of practical applications has been slow. In logistics, the widespread adoption of RFID has been hampered by the lack of standardization, the high cost of acquisition and deployment of the system, the lack of technology, the lack of readability and the uncertainty of return on investment.</p> <p>Based on the study it can be claimed that, it is much safer for a logistics company to choose an older barcode-based system that has several years of experience in different companies and environments. In addition, the technology risk for the company diminishes as the standardization of the system that has been in use for a long time is strong and the most significant development is already behind.</p>	
Keywords	RFID, radio frequency identification, logistics, tag,

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Radiotaajuustunnistus	2
2.1	RFID-järjestelmän rakenne	3
2.2	RFID-tunnisteiden tyypit ja ominaisuudet	4
2.3	Lukijat	10
2.4	Standardit	14
2.5	Tietoturva	15
3	RFID sisälogistiikassa	16
3.1	Logistiikan määritelmä	16
3.2	Sisälogistiikka	17
3.3	Tulologistiikka	18
3.4	Lähtölogistiikka	20
3.5	RFID:n käyttökohteet sisälogistiikassa	21
4	Yhteenveto	25
	Lähteet	27

Lyhenteet

EPC	Electronic Product Code, sähköinen tuotekoodi
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
HF	High Frequency, korkeat taajuudet; viittaa taajuusalueeseen 3–30 MHz
IPR	Intellectual Property Rights, aineettoman omaisuuden oikeudet
ISO	International Organization for Standardization, kansainvälinen standardisointiorganisaatio
LF	Low Frequency, matalat taajuudet; viittaa taajuusalueeseen 30–300 kHz
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuustunnistaminen
UHF	Ultra High Frequency, taajuusalue; viittaa taajuusalueeseen 300 MHz–3GHz
WMS	Warehouse Management System, varastonhallintajärjestelmä

1 Johdanto

Viime vuosikymmenen aikana RFID-tekniikan (Radiotaajuuteen perustuva tunnistaminen) kehitys on ollut nopeaa, ja sen käyttö on lisääntynyt merkittävästi eri toimialoilla useissa eri sovelluksissa. RFID-tekniikka on nykyään tavalla tai toisella osana yhä useamman ihmisen jokapäiväistä elämää ja tekniikan odotetaan yleistyvän vielä merkittävästi lähitulevaisuudessa. RFID-tekniikan yleisiä käyttökohteita tällä hetkellä ovat erilaiset kulunvalvontajärjestelmät, autojen käynnistys- ja varkaudenestojärjestelmät sekä eläimien tunnistamiseen käytettävät ihon alle asennettava tunnistimet. Tekniikan kehittyessä ja kustannuksien laskiessa RFID-tekniikalle keksitään jatkuvasti uusia mahdollisia käyttökohteita ja sovelluksia.

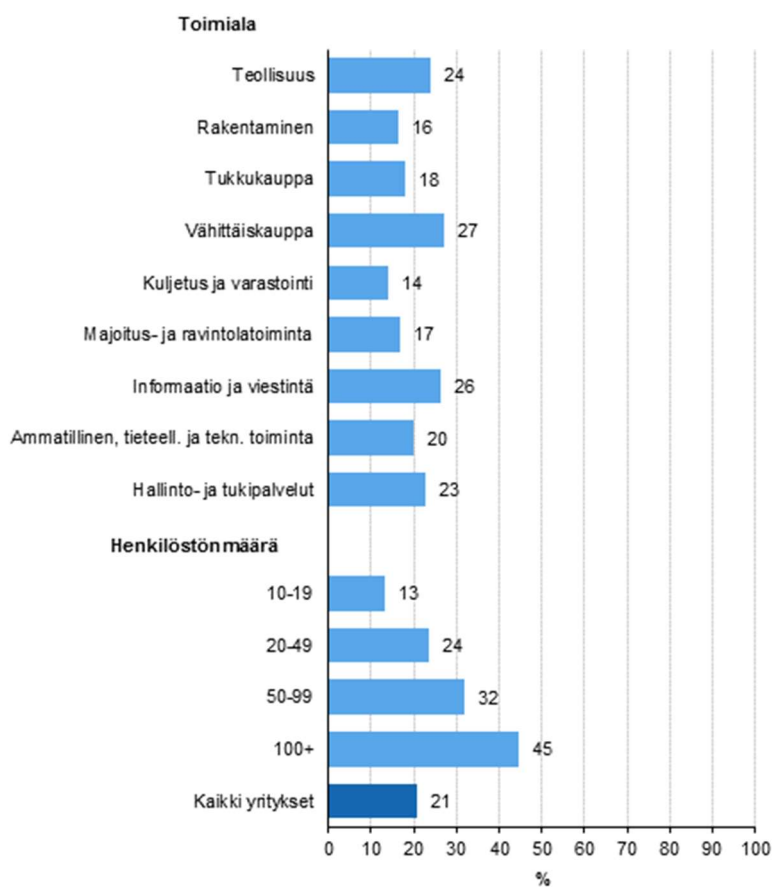
Logistiikassa lähetyksien sisään kirjaamiseen, seurantaan ja uloskirjaukseen on perinteisesti käytetty EAN-viivakoodeja. RFID-tunnisteita pidetään usein EAN-viivakoodin korvaajana, koska RFID-tunniste voi sisältää sähköisen tuotekoodin (EPC, Electronic Product Code), ja sen avulla voidaan saavuttaa muitakin tärkeitä etuja viivakoodiin verrattuna. Esimerkiksi RFID-tunnistetta käyttämällä voidaan tunnistamisen lisäksi paikantaa liikkuvia RFID-tunnisteella varustettuja kohteita varastoissa, joissa on käytössä RFID-järjestelmä. Tämä vähentää huomattavasti mekaanisen työn määrää.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten RFID-tekniikkaa hyödynnetään tällä hetkellä sisälogistiikassa ja mitä mahdollisia hyötyjä tekniikkaa käyttämällä saavutetaan. Lisäksi työssä selvitettiin RFID-tekniikan komponentit, yleiset standardit ja eri taajuusalueiden eroja toiminnassa. Työssä käydään läpi tärkeimmät tiedot RFID-järjestelmän toiminnasta ja rakenteesta. Opinnäytetyö on toteutettu kirjallisuuteen perustuvana, ja siinä tutkitaan useampia eri lähteitä ja niiden pohjalta on kerätty tietoa mahdollisimman kattavasti.

2 Radiotaajuustunnistus

RFID on lyhenne sanoista Radio Frequency Identification. Lyhennettä käytetään yleisnimityksenä radiotaajuuksilla toimiville tekniikoille, joita käytetään asioiden ja tuotteiden tunnistamiseen, havainnointiin ja yksilöintiin. RFID:n toiminta perustuu tiedon tallentamiseen erilliseen RFID-tunnisteeseen ja sen langattomaan lukemiseen lukijalla radioaaltojen välityksellä. [1, s.8]

Yksinkertaistettuna voidaan todeta, että RFID-tunnisteet ovat langattomia muistilaitteita, joihin tallennetaan haluttu tietosisältö, jonka jälkeen tunnisteet kiinnitetään haluttuihin kohteisiin. RFID-lukijan avulla tunnisteelle tallennettu tieto saadaan välitettyä taustajärjestelmien käytettäväksi. Lukijan avulla on myös mahdollista päivittää tunnisteiden tietoja tarvittaessa. Radiotaajuustunnistuksen suurimmat käyttökohteet ovat nykyisin liikenteessä, logistiikassa ja kulunvalvonnassa. [1, s.8] (Kuva 1)



Kuva 1. RFID käytössä yrityksessä [2]

2.1 RFID-järjestelmän rakenne

Radiotaajuustunnistuksen tyypillinen rakenne koostuu tunnisteesta, lukijalaitteesta, väliohjelmistosta ja taustajärjestelmästä. Tunnisteesta käytetään toisinaan nimitystä saattomuisti, koska se toimii pienenä tietovarastona. Radiotaajuuslukijaa on mahdollista käyttää tunnistetietojen lukemisen lisäksi, myös tietojen muokkaamiseen, poistamiseen ja lukitsemiseen. Lukijalta tieto välitetään taustajärjestelmään, joka on yleensä tietokone (kuva 2) [1; 2, s. 2]



Kuva 2. RFID-järjestelmän kuvaus Phoenix Contact [3].

2.2 RFID-tunnisteiden tyypit ja ominaisuudet

RFID-tunnisteet voidaan jakaa eri ryhmiin niiden teknisten ja fysikaalisten ominaisuuksien perusteella. Tällaisia ominaisuuksia teknillisellä puolella ovat tunnisteiden aktiivisuus/passiivisuus, luku/kirjoitus ja muistin koko. Fysikaalisella puolella tunnisteiden voidaan jakaa eri ryhmiin tunnisteiden koon ja taajuuden ja sen tuoman rajoituksen perusteella. Jokainen ominaisuus tuo omat piirteensä tunnistimen käyttöön, ja etsittäessä parasta tunnistintyyppiä tiettyyn käyttöön on nämä kaikki otettava huomioon valintaa tehdessä. Seuraavissa kappaleissa esitetään eri ominaisuuksien rajoitukset ja mahdollisuudet. [1, s.8]

Taajuus

Lukija ja tunniste viestivät keskenään radioaaltojen avulla. Radioaallot läpäisevät kiinteää ainetta paremmin kuin näkyvä valo, minkä takia RFID-tunnisteiden ja lukijan välillä ei tarvitse olla suoraa näköyhteyttä. Tämä onkin merkittävin ero verrattuna viivakoodien käyttöön tunnistamisessa, koska viivakoodin lukemiseen vaaditaan aina suora näköyhteys lukijan ja tunnisteiden välille. [1, s.8]

RFID-tunniste viestii lukijan kanssa aina tiettyä taajuusaluetta hyödyntäen. Erilaisiin käyttötarpeisiin valmistetaan erilaisia, eri taajuuksia käyttäviä tunnisteita. Nykyisin käytössä on neljää eri taajuusaluetta: 1) alle 135 kHz, 2) 13,56 MHz 3) UHF (Ultra High Frequency) -alue (860–930 MHz) ja 2,45 GHz. [1, s.8]

Jokaisella taajuusalueella on omat erityispiirteensä, jotka vaikuttavat mm. läpäisykykyyn ja lukuetaisytyteen. Yhteenvedo eri taajuusalueiden ominaisuuksista taulukossa 1. Koska tunniste ja lukija käyttävät kommunikointiin radioaaltoja, on molemmissa oltava oma antenni. Tarvittavan antennin koko riippuu käytettävästä taajuudesta, mikä osaltaan rajoittaa tunnisteiden ja lukijan fyysistä kokoa. [1, s.8]

Taulukko 1. Yhteenveto eri taajuusalueiden ominaisuuksista [1, s.9]

Taajuus	Lukuetäisyys	Käyttökohteet	Rajoitteet	Hyödyt
2,45 GHz	1–5 metriä	Ajoneuvojen etätunnistus	Signaali vaimenee nopeasti vedessä tai vettä sisältävissä aineissa.	Vapaa taajuuskaista. Tunniste on mahdollista tehdä hyvin pienikokoiseksi.
UHF 860 – 930 MHz	1–5 metriä	Sähköisten tuotekoodien (EPC) taajuus. Käytetään jakeluketjujen hallinnassa.	Ei ole olemassa yhtä maailmanlaajuista standarditaajuutta. Signaali vaimenee nopeasti vedessä tai vettä sisältävissä aineissa	Pitkä lukuetäisyys. Kasvussa oleva kaupallinen käyttö.
13,56 MHz	n. 1–1,5 metriä	Käyttökohteina ovat mm. matka- ja kirjastokortit, kulunvalvonta ja erilaiset logistiikka-sovellukset.	Ei toimi metallin lähellä. Lyhyt lukuetäisyys. Tunnisteen fyysinen koko	Yleisesti käytössä oleva tekniikka, saatavissa useita erilaisia tunnisteita.
< 135 kHz	Lyhyt	Käyttökohteita laajasti mm. varkaudenesto-järjestelmät.	Lyhyt lukuetäisyys.	Toimii metallin lähellä.

RFID-tekniikan pienin käytössä oleva taajuusalue on alle 135 kHz. Tällä alueella olevia tunnisteita käytetään mm. autonavaimen varkaudenestojärjestelmissä. Auton ajonestojärjestelmä tunnistaa avaimen liitetyn tunnisteen ja sallii käynnistyksen vasta, kun tunniste on onnistuneesti tunnistettu. [1, s.8]

Euroopassa yleisimmin käytössä oleva RFID-tunnisteen taajuus on 13,56 MHz. Tätä taajuusaluetta käyttävän tunnisteen lukuetäisyys on lyhyt, alle metrin luokkaa. Lukuetäisyyttä on kuitenkin mahdollista kasvattaa lukijan antennin kokoa kasvattamalla. Mikäli lukuetäisyys halutaan pitää järkevänä, ei tunnisteen kokoa voida merkittävästi pienentää nykyisestä. [1, s.9]

Nykyisin 13,56 MHz:n tunnisteita on saatavilla mm. tarroina, erikokoisina nappeina ja luottokorttikoossa. Tarraversiota käytetään esimerkiksi kirjastoissa kirjojen tunnisteissa.

Luottokorttikokoista RFID-tunnistetta käytetään mm. kulunvalvonnassa sekä kirjasto- ja matkakorteissa. [1, s.10]

Kolmas käytössä oleva RFID-tunnisteen taajuusalue on UHF-alue 860–930 MHz. Tätä taajuusaluetta käyttävien tunnisteen etuna on pidempi lukuetaisyys. Haittana voidaan mainita UHF-aaltojen vaimentuminen niiden kulkiessa vettä sisältävien kohteiden, kuten ihmisen läpi, joka osaltaan rajoittaa lukuetaisyttä. Sähköisten tuotekoodien standardi on suunniteltu käyttämään UHF-taajuutta. Tämä voi kuitenkin aiheuttaa ongelmia maissa, joissa UHF-alue on varattu matkapuhelimien käyttöön esimerkiksi Yhdysvalloissa. Euroopassa matkapuhelimien ja RFID-tunnisteen käyttämä UHF-taajuus on eri. [1, s.10]

2,45 GHz on korkein käytössä oleva taajuus, jota RFID-tunnisteissa hyödynnetään. Tätä taajuutta käytettäessä signaalin vaimeneminen vettä sisältävissä aineissa on nopeampaa kuin UHF-alueella. Tämä aiheuttaa enemmän rajoituksia tunnisteen käytölle. Korkea taajuus aiheuttaa muitakin rajoitteita tunnistimen käytölle, koska esimerkiksi paksu kerros paperia vaimentaa signaalin lukukelvottomaksi. Korkean taajuusalueen käytön etuna on mahdollisuus tehdä tunnistesta erittäin pienikokoinen. 2,45 GHz:n taajuudet ovat yleisesti käytössä Japanissa, koska paikallinen lainsäädäntö ei ole sallinut UHF-alueen tunnisteen käyttöä. [1, s.9–10]

Puolipassiivinen tunniste sisältää oman virtalähteen, mutta sitä käytetään ainoastaan tietojen lähettämiseen lukijaan, kunhan ensin on vastaanotettu lukijan signaali. Tällä tavalla saadaan tunnisteelle pidempi lukuetaisyys, mutta muuten puolipassiivinen tunniste toimii kuten passiivinen tunniste. [1, s.10–11]



Kuva 4. Puolipassiivinen RFID-tunniste [5].

Aktiivinen tunniste (kuva 5) sisältää oman virtalähteen jota voidaan käyttää myös tunnisteiden laskennan virtalähteenä. Tämä mahdollistaa tunnisteiden tietojen muokkaamisen silloinkin, kun tunniste ei ole lukijan lukuetaisyysdellä. Tunnisteeseen voidaan liittää erilaisia antureita esimerkiksi lämpötila-anturin. Tällöin aktiivinen tunniste voi mitata lämpötilaa tietyin väliajoin ja lähettää kerätyt tiedot eteenpäin saavuttuaan lukijan lukuetaisyysdelle. Aktiivista tunnistetta käytetään esimerkiksi auton renkaiden paineenseurannassa. [1, s.10–11]



Kuva 5. Aktiivinen RFID-tunniste Omni-ID Power 115 [6].

Tallennuskyky

Tunnisteiden tallennuskapasiteetti vaihtelee kymmenistä biteistä pariin kilotavuun. Pienimmillään tunnisteeseen on tallennettu vain sen yksikäsitteinen numero. Tunnisteita on olemassa kolmea eri tyyppiä, vain luettavia, kerran kirjoitettavia ja useasti kirjoitettavia.

Kerran kirjoitettavat tunnisteet ovat tunnisteista halvimpia. Näissä informaatio kirjoitetaan muistiin jo tehtaalla tai tunnisteiden asennusvaiheessa. Tämän jälkeen tunnisteen on mahdollista ainoastaan lukea lukijalla. Useasti kirjoitettaviin tunnisteesiin voidaan kirjoittaa tietoa myöhemminkin. [1, s.11]

Tunnisteiden kirjoitettavuus on lukuettavuutta pienempi, tyypillisesti maksimissaan noin puolet lukuettavuudesta. Tyypillisin tunnisteesiin kirjoitettava tieto on sähköinen tuotekoodi EPC (Electronic Product Code). [1, s.11]

Tunnisteelle voidaan määrittää myös erillinen KILL-komento, jolloin oikean salasanan antamalla tunnisteen deaktivoituu pysyvästi. Tämän jälkeen tunnisteen ei enää vastaa lukijan signaaliin, eikä sen tietoja voida enää muokata. Toiminto auttaa suojelemaan kuluttajan yksityisyyttä deaktivoimalla tunnisteen hänen ostamistaan tuotteista. [1, s.11]

Hinta

RFID-tunnisteiden kappalehintaan vaikuttaa tilattavat määrät. Suurilla (>1 miljoona) tilausmäärillä halvimman passiivisen tunnisteen hinta on mahdollista saada lähelle 10 senttiä kappaleelta.

Pienemmällä tilausmäärillä EPC-yhteensopivan yksittäisen tunnisteen hinta on 30–40 sentin välillä. Aktiiviset ja puolipassiiviset tunnisteen hinta ovat huomattavasti kalliimpia kuin yksinkertaiset passiiviset tunnisteen hinta. Yksittäisen aktiivisen tunnisteen hinta pienillä tilausmäärillä voi nousta jopa kymmeneen euroihin. [1, s.12; 7, s. 20]

Logistiikassa tyypillisesti käytetään joko UHF tai 13,56 MHz:n taajuuden RFID-tunneteita.

Isoja määriä (+50 000 kpl) kerralla tilattaessa UHF -taajuuden pelkälle tunnisteen hinta jää hintaa noin 8 sentin verran. 13,56 MHz perustunnisteen hinta alkaa n. 25 sentistä.

[1, s.12; 7, s. 20]

2.3 Lukijat

RFID-lukijalla on kolme eri tehtävää: ottaa vastaan tunnisteen lähettämä tieto ja prosessoida se, tuottaa puolipassiiviselle tunnisteele tarvittava energia tiedon lähettämistä varten ja tuottaa sähkömagneettinen kenttä passiiviselle tunnisteele tiedon lukemista varten. Lukuetaisyteen vaikuttaa tunnisteen ja lukijan antennin koko ja lukija lähettämän sähkömagneettisen kentän voimakkuus. [8]

Antennin koolla on mahdollista vaikuttaa siihen, kuinka pienenä tunniste voidaan pitää. Mitä suurempi antenni, sitä pienempää tunnistetta voidaan lukea. Lukijan kentän voimakkuutta säädellään maakohtaisilla rajoituksilla, jonka takia eri maissa käytetyt RFID-järjestelmät eivät ole välttämättä yhteensopivia keskenään. [8]

Lukijan nimitys on osittain harhaanjohtava, sillä sitä on mahdollista käyttää lukemisen lisäksi myös tunnisteen tietojen muokkaamiseen, poistamiseen ja lukitsemiseen. Sekä tunniste että lukija molemmat sisältävät antennin. [8]

Antennin avulla tietoa siirretään tunnisteeosta lukijalle sekä päinvastoin. Antennin sijoittelulla ja rakenteella on mahdollista vaikuttaa tiedonsiirron tarkkuuteen ja lähetysalueen ulottuvuuteen ja suuruuteen. Tunnisteeossa lineaarisesti polarisoitu antenni on huomattavasti epätarkempi tiedonsiirron suhteen verrattaessa sitä pyöreään anteeniin, tilanteessa, jossa lukijan ja tunnisteen antennit eivät ole kohdistettu toisiinsa. Käyttötarkoituksesta riippuen lukijan antenni voi olla integroituna itse lukijaan tai esimerkiksi isossa varastohallissa yhden lukijan antenneja voi olla sijoitettuna ympäri varastoa.

[8]

Lukijatyypit

Lukijoita on olemassa kahdenlaisia: kiinteitä (kuva 6) ja mobiileja (kuva 7). Kiinteitä lukijoita ovat esimerkiksi erilaiset oville asennetut portit, kaupan hyllyyn asennetut lukijat tai matkakortinlukija. Kiinteästi asennetut lukijat voivat sijainnista riippuen olla huomattavan isokokoisia, sillä 13,56 MHz:n ja matalammilla taajuuksilla suuremmalla lukijalla saadaan pidempi lukuetaisyys. Pidemmässä lukuetaisyysissä ongelmaksi saattaa kuitenkin muodostua useamman tunnisteen yhtäaikainen lukeminen ns. tunnistetörmäys. Esimerkiksi

jos tarkoituksena on rekisteröidä jokainen portin läpi kuljetushihnalla kulkeva lähetys, olisi suotavaa, että lukija lukee vain tuon yhden portin läpi kulkevan lähetyksen, sen sijaan että se lukisi kaikki hihnalla olevat lähetykset. [1, s. 12]



Kuva 6. Porttilukija Jamison [9]

Mobiililukijoita on useampia erilaisia, ne voivat mallista riippuen olla jatkuvassa langattomassa yhteydessä tietojärjestelmiin tai ne voivat päivittää tietonsa eräajotyyppisesti. Pienestä koosta johtuen mobiililukijoiden lukuetaisyys on kiinteisiin lukijoihin verrattuna huomattavasti lyhyempi. [1, s. 12]



Kuva 7. Mobiililukija Nordic ID [10]

Hinta

Staattisen EPC-standardin mukaisen lukijan lähtöhinta on noin 600 euroa. Suurimpien porttimallisten lukijoiden hinnat voivat olla yli 10 000 euroa. Yksinkertaisimmat käsilukijat ovat muutaman kymmenen euron hintaisia. Lukijoissa kuitenkin tapahtuu jatkuvaa kehitystä, mikä laskee ja on jo laskenut niiden hintoja. [1, s. 12]

RFID:n mahdollisuudet

RFID-tunnisteilla pyritään monesti korvaamaan vanhanaikaiset viivakoodit. Taulukossa taulukko 2 on lyhyt vertailu RFID-tunnisteen ja viivakoodin ominaisuuksista. [1, s. 12; 5]

Taulukko 2. Vertailu RFID-tunnisteen ja viivakoodin ominaisuuksista. [1, s. 13; 5]

RFID-tunniste	Viivakoodi
Ei vaadi suoraa näköyhteyttä lukijan ja tunnisteen välillä. Lukuetaisyys jopa 10 metriä (Passiivinen UHF-tunniste)	Vaatii suoran näköyhteyden lukijan ja tunnistimen välille. Lukuetaisyys 20 -30cm
Tunnisteen informaatiota on mahdollista muokata kirjoittamisen jälkeen. Tunnisteessa on mahdollista olla muitakin informaatiota kuin pelkkä tunnistenumero.	Sisältää kerran kirjoitetun numero/kirjain sarjan.
Mahdollista lukea useampia tunnisteita lähes samanaikaisesti.	Mahdollista lukea vain yksi viivakoodi kerralla.
Tunnistus on automaattinen, ei vaadi manuaalista työtä.	Tunnistus vaatii yleensä myös manuaalista työtä.
Toimintavarmempi, toimii myös likaisissa ja pölyisissä ympäristöissä.	Altis naarmuille, lialle ja kulumiselle.
RFID-tunnistimien hinta vaihtelee 10 sentistä useampaan euroon. Viivakoodiin verrattuna hinta on moninkertainen.	Viivakoodin on halpa käyttää. yhden viivakoodin hinta on tyypillisesti n. 0,001€
Laajemmat käyttömahdollisuudet, voidaan liittää mm. erilaisia antureita tuottamaan mitausdataa.	Voidaan käyttää vain tunnistamiseen.
Yksittäiseen tunnisteseen kohdistettu tiedon lukeminen voi aiheuttaa haasteita, mikäli useampia tunnisteita on lähekkäin.	Helppo tähdätä lukijalla haluttuun viivakoodiin.

2.4 Standardit

RFID-standardeilla pyritään varmistamaan EPC-tunnisteiden yhteensopivuus eri valmistajien ja toimintaperiaatteiden välillä. RFID-standardointia on kehitetty kansainvälisen standardisointijärjestön ISO:n (International Organization for Standardization) toimesta määrittelemällä ISO 18000 -ilmarajapintastandardisarja ja jokaiselle käytössä olevalle RFID-taajuudelle oma ilmarajapintaprotokolla. ISO 18000-6c (UHF) -standardi on hyväksytty vuonna 2006, ja se perustuu EPC Gen2 -standardiin. EPC-koodi (Electronic Product Code) on olennainen osa RFID-teknologiaa. EPC on kansainvälinen numerointistandardisarja, jolla varmistetaan, että jokainen EPC-koodattu RFID-tunniste on yksilöllinen. [8]

Vuodesta 2003 lähtien RFID-teknologian standardoinnista on vastannut voittoa tavoittelematon EPCGlobal -organisaatio, joka vastaa myös viivakoodien käyttämän EAN-koodien hallinnoinnista. EPCGlobalin toimesta on viime vuosien aikana luotu maailmanlaajuiset EPC-teknologiastandardit, joista yhtenä merkittävimpänä mainittakoon tunnisteen ja lukijan toiminnan määrittelevä Gen2-standardi (EPCglobal's second-generation EPC protocol). Tämän standardin avulla parannetaan lukijoiden keskinäisistä häiriöistä aiheutuvia ongelmia. [8]

Standardin avulla mahdollistuu se, että siihen perustuvat RFID-lukijat ja -tunnisteet toimivat myös tulevaisuudessa RFID-sovellusten komponentteina. EPC-visiossa jokaisella tuotteella on oma yksilöllinen koodi, joka sisältää yksilöllistä tietoa kyseisestä tuotteesta. Näin jokaisesta EPC-koodatun tuotteen liikkeestä voitaisiin kerätä tietoja EPC-tietojärjestelmän käyttöön. [8]

RFID-teknologia kehittyi edelleen nopeasti, mikä voi osaltaan jossain määrin lisätä teknologiariskiä yrityksille, mikäli investoidaan sellaiseen olemassa olevaan teknologiaan, joka ei odotuksista huolimatta tule standardiksi, tai jossa yhteensopivien tuotteiden kehitys vähenee tai loppuu kokonaan. Teknologiariskiä kasvattaa myös RFID-ekosysteemin hajanaisuus ja nopea kehitys. Useat RFID-tuotteita kehittävät yritykset ovat kehittäneet suljettuja, standardisoimattomia tuotteita, joiden IPR-oikeudet (Intellectual Property Rights) ovat ainoastaan yrityksillä itsellään. Tuotteet voivat olla jopa standardoituja tuotteita parempia omaamalla esimerkiksi pidemmän lukuetaisyuden tai paremman lukuvarmuuden. Järjestelmää valitessa tulee kuitenkin huomioida, että standardisoimattoman

tuotteen valitsemalla teknologiariskin todennäköisyys kasvaa moninkertaiseksi, joka pahimmillaan voi johtaa siihen, että yritykselle jää käyttöön muutamassa vuodessa käyttökelvottomaksi muuttuva järjestelmä. [8]

2.5 Tietoturva

Luottamuksellisia tietoja yrityksistä, ihmisistä ja esineistä pitää pystyä suojaamaan varkauksilta, väärinkäytöksiltä tai kolmannen osapuolen vahingonteoilta. RFID-järjestelmään kuuluu neljä eri suojattavaa osa-aluetta: tunnisteessa säilytettävä tieto, lukijan muistissa oleva tieto, lukijan ja järjestelmän välinen tiedonsiirto ja tietoja käsittelevän järjestelmän tiedot. Tunnisteessa olevaan tietoon voi ulkopuolinen päästä käsiksi kahdella eri tavalla, joko lukijan luvottomalla käyttöönotolla tai lukijan vääräntämisellä. Tunnisteessa olevan tiedon väärinkäyttöä voidaan rajoittaa käyttämällä vain luku -tyyppisiä tunnisteita. On myös kehitetty erilaisia ratkaisuja, joilla voidaan suojata tunnisteelle tallennettuja tietoja, mutta nämä vaativat tunnisteelta kehittyneempiä muistiominaisuuksia, joka osaltaan nostaa RFID-järjestelmän hintaa. [8]

Tunnisteesta lukijalle siirrettävä tieto on myös vaarassa häirinnälle ja hyväksikäytölle, Tieto voidaan esimerkiksi siepata ilmasta väärinnetyn lukijan avulla tai lukijoille voidaan siirtää vahingollista tai väärinnettyä tietoa. Myös tiedonsiirron häirintä on mahdollista esimerkiksi palvelunestohyökkäyksellä sähkömagneettikkaa hyväksikäyttäen. [8]

Myös muut mahdolliset häiriöitä aiheuttavat tekijät kannattaa ottaa huomioon RFID-järjestelmän tietoturva suunniteltaessa. Häiriöitä aiheuttavia tekijöitä voivat olla mm. erilaiset nesteet, metallit, ilmankosteus, ääriämpötilat, moottorit, langattomat laitteet, kuten matkapuhelimet, langattomat verkot ja sähkömagneettiset kentät. [8]

Lukija voi käsitellä tunnisteessa olevaa tietoa muistissaan ennen eteenpäin lähettämistä. Näin ollen lukijaa pitää käsitellä tietoturvan kannalta kuin tietokonetta ja sen sisältö pitää myös suojata. Lukijan ja tietokoneen, kuten myös tietokoneen ja palvelimen tiedonsiirron turvaamiseen pätee samat säännöt kuin esimerkiksi yrityksen sisäverkon suojaamiseen. [8]

3 RFID sisälogistiikassa

3.1 Logistiikan määritelmä

Logistiikka-termiä käytetään yleisesti puhuttaessa tavaroiden kuljetuksesta ja varastoinnista, jotka ovat yleensä organisaation näkyvimmit logistiset toiminnot. Logistiikka voidaan kuitenkin jakaa eri osa-alueisiin, joihin voidaan lukeutua kuuluvaksi mm. jakelutoiminta, toiminnanohjaus, ostotoiminta, kuljetukset, toimitusketjun hallinta, organisaatioiden toiminta sekä logistisen ketjun hallintaan liittyvä tietohallinto, esim. toiminnanohjausjärjestelmä. [11]

Hyvin toimivalla logistiikalla on mahdollista parantaa merkittävästi yrityksen kilpailukykyä, sillä koko logistiikan vaikutus teollisuuden yritysten kilpailukykyyn on 35% kokonaisuudesta ja keskimäärin 12 % teollisuuden kaikista kustannuksista muodostuu logistiikasta. Logistiikkaa pidetäänkin nykyisin yhtenä yrityksen tärkeimpänä toimintona, jonka avulla voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä tai kilpailuetua kilpaileviin yrityksiin nähden. [11]

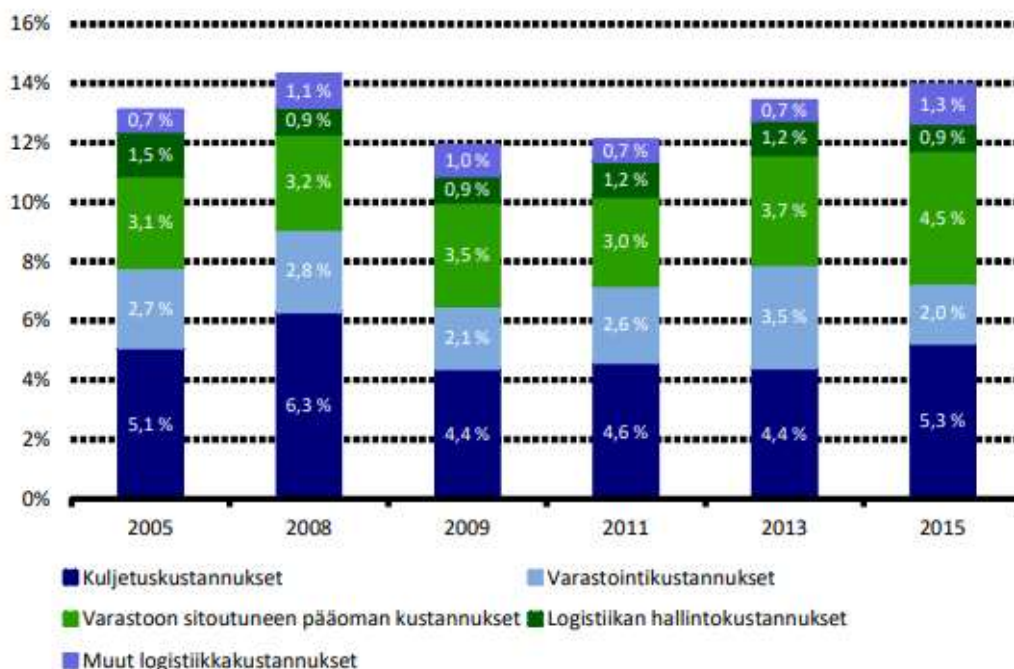
Logistiikka onkin usein ulkoistettu kolmannen osapuolen hoidettavaksi, yrityksen itse keskittyessä omaan ydinliiketoimintaansa. Logistiikan kustannukset ovat keskimäärin 11,5% suomalaisten yritysten liikevaihdosta, ja 17% bruttokansantuotteesta. [11] (taulukko 3.)

Taulukko 3. (Teollisuuden ja kaupan alan yritysten logistiikkakustannuksien vertailua Suomen bruttokansantuotteeseen.) [12, s.18]

	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2011	2013	2015
Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset, mrd € (vanha laskentatapa)	13,7	13,3	18,0	26,4	34,7	29,9			
Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset, mrd € (nykyinen laskentatapa) ml. ulkomaiset toiminnot				29,2	40,1	34,7	33,1	37,8	37,0
BKT markkinahintaan, mrd. €	89,3	96,0	132,1	157,3	184,2	171,3	191,6	201,3	209,1
Ulkomaisten tytäryhtiöiden osuus suomalaisyritysten liikevaihdosta		20,3%	42,6%	46,5%	49,6%	49,6%	50,0%	39,2%	36,5 %
Logistiikkakustannukset suhteessa BKT:een (vanha laskentatapa)	17-18%	14-15%	14-15%	17 %	19 %	17,5%			
Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset mrd € vain Suomen osalta	13,7	10,6	10,3	15,6	20,2	17,5	16,6	22,9	23,4
Logistiikkakustannukset suhteessa BKT:een (nykyinen laskentatapa)	12,2 %*	11,1 %*	7,8 %*	9,9 %	10,9 %	10,2 %	8,6 %	11,4 %	11,2 %

* kustannusten laskutapa muuttunut

Edellä mainitusta noin puolet ovat varastoinnista ja varastoihin sidotun pääoman kustannuksia. Logistiikkakustannukset ovat kasvaneet vuodesta 2009 lähtien. [11] (Kuva 9).



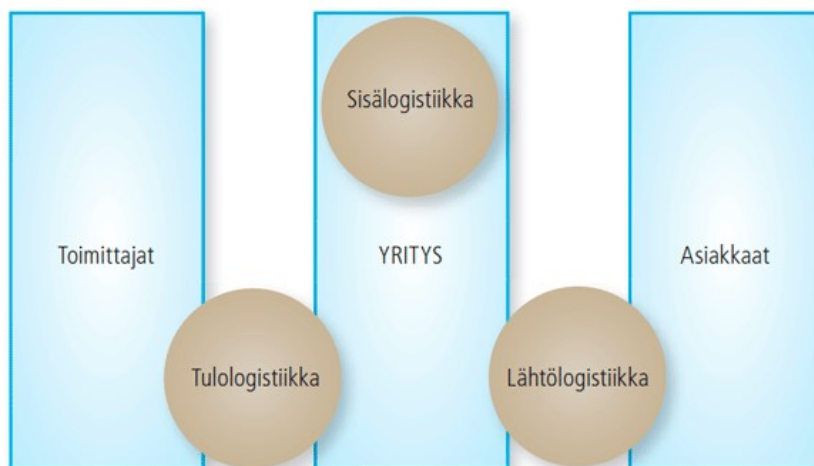
Kuva 9. Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset % liikevaihdosta yritysten ja toimialojen liikevaihdolla painotettuna 2005–2015 [12, s.16]

Logistiikan viedessä merkittävän osan suomalaisten yritysten liikevaihdosta, pyritään logistiikkaprosessia parantamaan jatkuvasti tuomalla perinteisten teollisten tuotantoprosessien piirissä olleita toimintoja mukaan logistiikkaprosesseihin. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi laadunvalvonta ja erilaiset kokonaisvaltaiset toiminnanohjausjärjestelmät. [11]

3.2 Sisälogistiikka

Määritelmällä sisälogistiikka kuvataan logistiikkakeskuksien toimintaan ja ylläpitoon liittyvää kokonaisuutta. Sisälogistiikkaan luetaan kuuluvaksi logistiikkakeskuksen suunnittelu, rakenteet ja operatiivinen toiminta kokonaisuudessaan. Operatiivisia toimintoja sisälogistiikassa ovat materiaalien ja tavaroiden vastaanotto ja tunnistaminen, keräily, hyllytys, lähetysten yhdistely, pakkaaminen ja lähetysten sekä materiaalien siirto kuljetusvälineeseen loppukuljetettavaksi tai varastosiiirrettäväksi. [16]

Sisälogistiikkaprosessi on jokaisessa varastossa uniikki prosessi, johon vaikuttavat varastoitavat tavarat, varaston toiminnan luonne, varastoteknologia sekä mahdolliset varastossa tapahtuvat lisäarvopalvelut. Tämän takia mitään yleispätevää sisälogistiikka-prosessin kuvausta ei ole saatavilla, mutta karkeasti jaotellen prosessi voidaan jakaa kolmeen eri osa-alueeseen: tulologistiikkaan, varastointiin ja lähtölogistiikkaan (kuva 10). Sisälogistiikan voidaan katsoa alkavan siitä, kun tavara puretaan lastauslaiturille ja loppuvan siihen, kun tavara lastataan kuljetusyksikköön jatkokuljetettavaksi. [11]



Kuva 10. Tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka [17]

3.3 Tulologistiikka

Tavaran vastaanotto ja tarkastus

Tavaraa vastaanotettaessa ensimmäinen prosessin vaihe on tavaran siirto varastotilaan sekä lähetyksen kunnon visuaalinen tarkastus. Mikäli lähetyksessä havaitaan vaurioita tai puutteita, on näistä tehtävä varauma rahtikirjaan tai mobiilipäätteeseen. Oikeaoppisesti tehty varauma vapauttaa vastaanottajan korvausvastuusta, kun varastoon vastaanotetaan jo valmiiksi vaurioituneita lähetyksiä. On erityisen tärkeää, että rahtikirjaan tai mobiilipäätteeseen kirjataan mahdollisimman tarkasti vaurion laatu ja missä vaiheessa kuljetusketjua vaurio on havaittu. Lähetyksen kollitunniste luetaan tavaran vastaanoton yhteydessä, josta järjestelmä saa tiedon lähetyksen saapumisesta varastoon. Vastaanotetut tavarat kirjataan varastokirjanpitoon. Kirjanpito voi tapahtua välittömästi, kun tavara siirretään varastotilaan tai myöhemmässä vaiheessa kun tavara siirretään varasto-

paikalle. Siirtokuormattavaa tavaraa ei yleensä kirjata varastokirjanpitoon, vaan siitä voidaan pitää erillistä kirjanpitoa, mutta tästäkin on olemassa erilaisia käytäntöjä varaston toimintamallista riippuen. [15]

Sisäänkirjaus voi tapahtua joko manuaalisesti mekaanisena työnä tai kollitunnisteista lukijalla lukemalla. Manuaalisesti tehtävässä kirjanpidossa saapuva tavaramäärä tarkastetaan ja kirjataan varastokirjanpitoon varaston käytännön mukaisesti mekaanisena työnä. [15]

Sähköisessä sisäänkirjauksessa saapuvista tavaroista luetaan niiden kollitunnisteet, jotka yleisimmin ovat joko EAN-viivakoodeja tai RFID-tunnisteita. Lukeminen voi tapahtua kannettavalla lukijalla tai vaihtoehtoisesti kiinteällä lukijalla, jonka ohi tavara kuljetaan varastoon. Lukija lähettää saapuvien tavaroiden tunnistetiedot automaattisesti varastokirjanpitojärjestelmään ja kirjaa tavarat vastaanotetuksi varastoon. Tämän avulla sisääntuloprosessia voidaan nopeuttaa merkittävästi, koska jokaista lähetystä ei tarvitse ihmisen toimesta yksitellen kirjata järjestelmään. [15]

RFID-tekniikan avulla sisäänkirjaus nopeutuu huomattavasti viivakooditunnisteisiin verrattuna. RFID-lukijan avulla on mahdollista lukea kaikkien pakkausten tunnistetiedot samalla kertaa, ilman suoraa näköyhteyttä tunnisteen ja lukijan välillä. Suurten volyymien varastoissa RFID-järjestelmä on tehokkain ja sen avulla voidaan vähentää virheitä ja saada merkittäviä säästöjä ajankäytössä. [15]

Ajan tasalla oleva varastokirjanpito on varaston toiminnan kannalta erityisen tärkeää. Varastokirjanpidon on oltava ajan tasalla saapuvien ja lähtevien tavaroiden suhteen ja kirjausten on perustuttava todelliseen tavaramäärään, eikä esim. tilauksista saataviin tavaramääriin. Varastokirjanpidon tietoja hyödynnetään myös tilinpäätöksessä, jossa ilmoitetaan vaihto-omaisuuden arvo ja muutos vuoden aikana. [15]

Varastointi

Varastointi eli tavaroiden säilytys ei yleensä vaadi toimenpiteitä. Joitakin lisäarvotoimintoja voi tapahtua myös varastoinnin yhteydessä, mutta yleensä nämä kannattaa ajoittaa tavaroiden muun käsittelyn yhteyteen esimerkiksi vastaanoton tai siirtämisen yhteyteen. Tä-

män avulla voidaan välttyä ylimääräisiltä siirtelyiltä ja käsittelyiltä, sillä jokainen käsittelykerta lisää kustannuksia. Varastoinnissa pyritään siihen, että kun tavara on siirretty varastopaikalle, sitä liikutellaan seuraavan kerran vasta kun tavara on lähdössä varastosta. Tavarankäsittelykerrat pyritään minimoimaan varastoinnin aikana, jotta prosessi pysyy mahdollisimman tehokkaana ja läpimenoajat lyhyinä. [15]

Varastossa varastointiolosuhteiden pitää vastata tuotteiden vaatimuksia esimerkiksi lämpötilan tai kosteuden suhteen. Varastoissa on oltava erilliset osastot, mikäli varastoidaan erilaisia varastointiolosuhteita vaativia tuotteita. Tyypillisin erityisolosuhte on kylmävarasto. [15]

3.4 Lähtölogistiikka

Keräily ja siirto lähettämöön

Keräily voi tapahtua manuaalisesti tai automaattisesti. Keräily on yleensä varastossa eniten resursseja kuluttava toiminto, ja jotta varasto voi toimia kustannustehokkaasti on keräily oltava mahdollisimman tehokasta. Keräily on oltava tehokkuuden lisäksi myös tarkkaa, sillä se on ratkaisevia tekijöitä varaston palvelukyvyyn kannalta. Keräilyntehokkuuteen on mahdollista vaikuttaa monella eri tavalla esimerkiksi tuotteiden sijoittamisella, mahdollisimman hyvällä keräilytiedon hallinnalla ja suunnittelemalla jo suunnitteluvaiheessa keräily mahdollisimman sujuvaksi. [15]

Nykypäivänä toimiva keräilyjärjestelmä on toimivan keräilytyön edellytys, kun volyymit ja keräilymäärät ovat suuria. Tehokkuuden ja tarkkuuden kannalta on ensisijaisen tärkeää, että keräilytieto pystytään käsittelemään mahdollisimman virheettömästi ja nopeasti. Manuaalisen keräilyntueksi on kehitetty erilaisia IT-pohjaisia järjestelmiä esimerkiksi puheohjaus, jonka avulla keräilijän molemmat kädet jäävät vapaiksi keräilytyötä varten. Myös visuaalinen älylasitekniikkaan perustuva järjestelmä on jo kehitetty toimivaksi. [15]

Lisäksi manuaalisen keräilyntuoksi voidaan tuoda automaattitrukki, joka yhdistetään puhe- tai näköohjaukseen, jonka jälkeen trukki kulkee automaattisesti tarpeen mukaan keräilypaikalle tai lähettämöön. Keräilijän työ nopeutuu, kun hänen ei tarvitse enää käyttää aikaa varastossa suunnistamiseen tai keräilypaikan ja lähettämön välisen matkan kulkemiseen. [15]

Automatisoidut ja osittain automatisoidut järjestelmät ovat hyvin kalliita ja siksi niitä ei käytetä kuin vain suurissa varastoissa. Pienissä ja yksinkertaisissa varastoissa manuaalinen järjestelmä voi olla aivan toimiva ja kaikkein tehokkain. [15]

Uloskirjaus

Uloskirjaus voi tapahtua erivaiheissa varastointia, esimerkiksi keräilyn, lähetyksen siirtämisen tai pakkaamisen yhteydessä tai vasta kun tavara poistuu varastosta. Tämä riippuu varaston käytännöstä ja käytettävissä olevasta teknologiasta, sekä siitä tehdäänkö tavaramalle vielä jotain lisäarvotoimintoja keräilyn jälkeen. [15]

Lähtevä toimitus ja tilaus eivät aina vastaa toisiaan, joten uloskirjauksen tulee perustua todelliseen lähtevän tavaran määrään eikä tilaukseen. Varastoinnin aikana tai varastossa pilaantuneet tai rikkoutuneet tuotteet pitää kirjata pois varastokirjanpidosta. Hävikistä pidetään yleensä erikseen lukua. [15]

Lähtevä tavara vaatii usein pakkaamista. Pakkaaminen voi tapahtua yksittäispakkauksiin tai ryhmä- ja kuljetuspakkauksiin pakkaamalla tai kaikkiin näistä. Lavakuormat tulee pakata, niin että ne kestävät kuljetuksen läpi kuljetusketjun. Tähän käytetään useimmiten muovi- tai kutistekalvoa. [15]

Lähtevälle toimitukselle laaditaan tarvittavat dokumentit tarpeen mukaisesti. Sisäisissä toimituksissa on erilaisia yksityiskohtaisia käytäntöjä ja usein mitään erillistä dokumenttia ei tarvita. [15]

Ulkoisissa toimituksissa vaaditaan useimmiten rahtikirja. Rahtikirjan avulla voidaan todistaa kuljetussopimuksessa sovitut ehdot ja sen että rahdinkuljettaja on ottanut tavaran vastaan. Rahtikirja on nykyään useimmiten sähköinen. Sähköisen rahtikirjan avulla on mahdollista vähentää virheitä, kun tietoja ei tarvitse kirjata useaan kertaan. [15]

3.5 RFID:n käyttökohteet sisälogistiikassa

Logistiikassa RFID:tä hyödynnetään samoissa kohteissa kuin perinteistä viivakoodia, usein rinnakkain viivakoodin kanssa. RFID:llä on mahdollista tehostaa kuljetuksen valvontaa, lähetysten tunnistamista ja omaisuuden valvontaa. [16]

RFID:n käyttö säästää tavaran tunnistamiseen kuluvaan aikaan ja parantaa keräilytarkkuutta. RFID:n myötä kustannustehokkuus paranee, kun valvontaprosessia on mahdollista seurata automaattisesti. Esimerkiksi sekalavan kollitunnisteiden lukeminen voi lyhentyä 30 sekunnista 3 sekuntiin RFID:n ansiosta. RFID:n avulla on mahdollista tehostaa logistiikkaprosesseja, parantamalla operatiivista tehokkuutta ja tehostamalla tiedonkulkua. Näiden lisäksi läpimenoaika lyhenee huomattavasti ja RFID:n avulla on mahdollista tukea muita toimintoja esimerkiksi varastohallintaa ja laadunvalvontaa. [16]

Logistiikkakeskusympäristöissä RFID:tä voidaan hyödyntää tavaran tunnistamisen lisäksi myös keskuksen ympäristössä liikkuvien ihmisten ja koneiden tunnistamiseen. [16]

Saapuvan ja lähtevän tavaran tunnistaminen ja seuranta logistiikkakeskuksessa tapahtuu usein eri tasoissa. Yleisimmät seurattavat tasot ovat kuljetusyksikkötaso (esim. kontti), kollitaso (esim. kuormalava) ja kappaletaso (esim. paketti) Tunnistus voi tapahtua useassa eri vaiheessa, keskeisimpänä ovat saapuvan ja lähtevän tavaran tunnistus. Tunnistamista voidaan tehdä myös muissa vaiheissa esimerkiksi hyllytyksen ja keräilyn aikana. RFID seurannan avulla on mahdollista tehostaa varastohallintaan liittyviä prosesseja, kuten inventointia tai automaattisen täydennyksen hoitamista. Teknologia avulla on mahdollista automatisoida varaston tapahtumakirjanpito ja tiedonsiirto eri järjestelmiin esimerkiksi varastohallintajärjestelmään tai toiminnanohjausjärjestelmään. [17 s.2]

RFID-teknologiaa on mahdollista käyttää hyväksi myös työkoneiden ja ajoneuvojen tunnistamiseen logistiikkakeskuksen alueella. Teknologian avulla voidaan tunnistaa alueelle saapuvia tai alueelta lähteviä ajoneuvoja, paikantaa ajoneuvoja ja ohjata ajoneuvo oikealle paikalle purkamaan tai lastaamaan. Lisäksi järjestelmän avulla voidaan seurata ja tunnistaa alueella olevia työkoneita ja tarpeen mukaan ohjata niitä sinne, missä tarvetta on. [17 s.2]

RFID:tä käytetään usein myös henkilö- ja kulunvalvonnassa logistiikkakeskusympäristöissä. Kulkuoikeuksia ja kulunvalvontaa voidaan parantaa RFID:tä käyttämällä minkä lisäksi henkilön paikantaminen ja kohdentaminen helpottuu. [17 s.2]

RFID-tekniikan yleistymistä logistiikassa on hidastanut standardoinnin puuttuminen, mutta viime vuosina standardointiin on alettu panostamaan paljon. Vuodesta 2003 lähtien RFID-teknologian standardoinnista on vastannut voittoa tavoittelematon EPCGlobal

-organisaatio, joka vastaa myös viivakoodien käyttämisen EAN-koodien hallinnoinnista. EPC-koodi on maailmanlaajuinen numerostandardi, jonka avulla varmistetaan, että jokainen EPC-koodattu RFID-tunniste on yksilöllinen. EPC-koodiin tallennetaan valmistajan, tuotteen ja sarjanumeron tiedot. EPC-koodi on mahdollista tallentaa myös 2D-viivakoodiin, joten sen käyttämiseen ei välttämättä vaadita RFID-tunnistetta. [17]

Kansainvälisen standardointityön etenemisestä huolimatta perustuu silti useat jo käytössä olevat RFID-järjestelmät yritysten omiin sisäisiin koodijärjestelmiin. Monet RFID-tekniikkaa tuottavat yritykset tuottavat edelleen suljettuja standardoimattomia tuotteita. [17]

RFID-tekniikan edut ovat kiistattomat, mutta käytännön sovellusten yleistymisen on silti hidasta. Tähän ovat syynä standardoinnin keskeneräisyys, järjestelmän korkeat hankinta- ja käyttöönottokustannukset (lukijoiden ja tunnistajien hankinta, käyttösovellukset, integrointi muihin järjestelmiin, koulutus jne.), tekniikan kehittymättömyys, lukutarkkuuden puute ja investoinnin takaisinmaksun epävarmuus. [17]

Useimmiten käyttöönotto etenee suurten yritysten aloitteesta, jotka vaativat omilta toimittajiltaan erilaisiin kuljetusyksikköihin ja kuormalavoihin RFID-tunnisteen. [17]

Tunnistustekniikkaa voidaan käyttää kehityksen työkaluna, jonka avulla on mahdollista tavoitella prosessiin parempaa tehokkuutta tai korkeampaa laatua. Prosessista ja prosessiolosuhteista riippuen voidaan valita käytettäväksi joko RFID-tunniste tai viivakoodi. Tunnistustekniikan tyypillisimmät käyttökohteet ovat tavaran vastaanotto, keräily ja erilaisten kiertopakkausten seuranta esim. lavojen ja rullakoiden seuranta. [17]

RFID-järjestelmän avulla on mahdollista automatisoida varaston täydennys. Kun järjestelmä havaitsee, että RFID-tunnisteilla varustettuja nimikkeitä on viety RFID-portin läpi ulos varastosta tietty ennalta määritetty määrä voi järjestelmä tehdä automaattisesti tilauksen tavaran toimittajalle, ennen tavaran loppumista varastosta. Näin voidaan varmistaa, että kyseistä tuotetta on aina saatavilla varastosta. Kun tilattu lähetys on saapunut varastolle, kuljetetaan tilaus RFID-portin läpi, jolloin järjestelmä automaattisesti lisää saapuneen tilauksen varastokirjanpitoon. [17] (Kuva 11.)



Kuva 11. Automaattinen tunnistus RFID:n avulla [18]

Tunnistusteknologian avulla voidaan varastoissa manuaalista työtä vähentää merkittävästi. Manuaalisen työn vähennettyä tavaraa voidaan tilata pienemmissä erissä ja näin ollen vähentää varastoon sidottua pääomaa. [17]

Vuonna 2007 Rocla Oyj kehitti VTT:n kanssa yhteistyössä trukin, joka hyödyntää RFID-tekniikkaa. Pilottitrukkia on käytetty Ekokem Oy:n tuotantolaitoksessa Riihimäellä. Käytökokemukset uudesta RFID-trukista ovat olleet positiivisia. Trukki tunnistaa kuormaa nostettaessa kuorman RFID-tunnisteen ja lähettää sen tiedot automaattisesti ERP- (Enterprise Resource Planning) tai WMS- (Warehouse Management System) järjestelmään. RFID-tunnisteiden mahdollistamalla automaattisen kontrollin avulla voidaan vähentää mahdollisia keräilyprosessin virheitä. Lisäksi automaattinen RFID-tunnistus vähentää trukista poistumisen tarvetta ja siten parantaa kuljettajan työergonomiaa ja turvallisuutta. RFID-tunniste voidaan lukea 3–4metrin päästä, vaikka se olisi lian, lumen tai jään peitossa. [19]

Nykyään markkinoilla on tullut myös kilpailevilta valmistajilta RFID-trukkeja (kuva 12).



Kuva 12. Jungheinrich RFID-trukki [20]

4 Yhteenveto

Opinnäyteyön tavoitteena oli tutkia, miten RFID-tekniikkaa hyödynnetään tällä hetkellä sisälogistiikassa ja mitä mahdollisia hyötyjä tekniikkaa käyttämällä saavutetaan. Mielestäni työssä päästiin määriteltyyn tavoitteeseen, ja tuloksena saatiin varsin kattava ja ajantasainen raportti RFID-tekniikan hyödyntämisestä sisälogistiikassa.

Opinnäytetyötä varten tehdyn tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että vaikka RFID-tekniikan edut ovat kiistattomat, on käytännön sovellusten yleistyminen ollut silti hidasta. Logistiikassa RFID:n yleistymistä on hidastanut standardoinnin puutteellisuus, järjestelmän korkea hankinta- ja käyttöönottokustannukset, tekniikan kehittymättömyys, lukutarkkuuden puute ja investoinnin takaisinmaksun epävarmuus. [17]

Viime vuosina standardointiin on alettu panostamaan paljon, mutta siitä huolimatta useat jo käyttöön otetut RFID-järjestelmät perustuvat yrityksiin omiin sisäisiin koodijärjestelmiin. Lisäksi monet RFID-teknologiaa tuottavista yrityksistä tuottavat edelleen markkinoille suljettuja standardoimattomia RFID-järjestelmiä.

Standardisoimattoman tuotteen valitsemalla yrityksen teknologiariski kasvaa merkittävästi ja vaarana on, että yritykselle jää käteen muutamassa vuodessa käyttökelvottomaksi muuttuva järjestelmä. RFID-teknologia kehittyy edelleen nopeasti, mikä osaltaan voi lisätä teknologiariskiä yritykselle, mikäli investoidaan uuteen teknologiaan, joka ei odotuksista huolimatta tule standardiksi, tai jossa yhteensopivien tuotteiden kehitys tai valmistus loppuvat kokonaan. [8]

Yritykselle on huomattavasti turvallisempaa valita vanhempi viivakoodin lukuun perustuva järjestelmä, josta on olemassa käyttökokemuksia useammalta vuosikymmeneltä eri yrityksissä ja eri ympäristöissä. Vanhemman järjestelmän valitsemalla yrityksellä on paremmat mahdollisuudet arvioida järjestelmän käyttöönotto- ja käyttökustannukset. Lisäksi teknologiariski yritykselle pienenee, sillä jo pitkään käytössä olevan järjestelmän standardointi on vahvaa ja merkittävin kehitys on jo takana päin.

Vaikka RFID-tunnisteiden hinta on halventunut merkittävästi kehityksen myötä, on halvimman tunnisteiden hinta silti moninkertainen verrattuna viivakoodiin. Halvimmillaan RFID-tunniste maksaa n.10 senttiä, kun taas viivakoodin hinta on halvimmillaan n.0,001senttiä. [1, s.12; 6, s 20]

Uskon että RFID-järjestelmän käyttöönotto suomalaisissa logistiikka-alan yrityksissä lisääntyy merkittävästi ensi vuosikymmenen aikana, sillä järjestelmästä saatava hyöty ja kustannussäästö logistiikkaympäristössä on huomattava. Useimmiten käyttöönotto etenee suurten yritysten aloitteesta, jotka vaativat omilta toimittajiltaan RFID-tunnisteet erilaisiin kuljetusyksikköihin ja kuormalavoihin.

Lähteet

- [1] VTT. RFID-tekniikan hyödyntäminen asiakkuuden hallinnassa. Verkkodokumentti <<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2004/rfid-raportti.pdf>> Luettu 19.10.2018
- [2] Tilastokeskus. Verkkodokumentti < http://www.stat.fi/til/icte/2014/icte_2014_2014-11-25_kat_005_fi.html> Luettu 9.12.2018
- [3] RFID-järjestelmä Phoenix Contact. Verkkodokumentti <https://www.phoenixcontact.com/assets/images_ed/global/web_content_graph_3col/pic_con3_a_0074318_int.jpg> Luettu 8.11.2018
- [4] Passiivinen RFID-tunniste Universal RFID. Verkkodokumentti <<https://blog.universalrfid.com/passive-rfid-tag-construction>> Luettu 8.11.2018
- [5] Puolipassiivinen RFID-tunniste CAS Dataloggers. Verkkodokumentti. <<https://www.dataloggerinc.com/resource-article/dhl-develops-pharma-cold-chain-service-using-caen-rfid-tags/>> Luettu 8.11.2018
- [6] Aktiivinen RFID-tunniste Omni-ID. Verkkodokumentti <https://cdn2.bigcommerce.com/n-ww20x/ka7ofex/products/2053/images/6340/Omni-ID_Power_100_Active_RFID_Tag_22847.1473972496.1280.1280.png?c=2> Luettu 8.11.2018
- [7] RFID-Logistiikassa. Verkkodokumentti <<https://docplayer.fi/5824622-Rfid-logistiikassa-1-8-2006-mikko-karkkainen.html>> Luettu 8.11.2018
- [8] RFID-Wikipedia. Verkkodokumentti <<https://fi.wikipedia.org/wiki/RFID>> Luettu 8.11.2018
- [9] Porttilukija Jamison. Verkkodokumentti. <http://jamison-door.com/sebin/z/f/MOD3%20Portal%20unit_2_pyramid.jpg> Luettu 8.11.2018
- [10] Mobiililukija Nordic ID. Verkkodokumentti. <https://www.nordicid.com/wp-content/uploads/nordicid_Merlin_uhf_rfid_crossdipole_600-1.png> Luettu 8.11.2018

- [11] Logistiikka-Wikipedia. Verkkodokumentti < <https://fi.wikipedia.org/wiki/Logistiikka>>Luettu 16.11.2018
- [12] Logistiikka selvitys 2016. Verkkodokumentti < <http://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/wp-content/uploads/sites/92/2016/11/Logistiikkaselvitys202016.pdf>> Luettu 9.12.2018
- [13] ESLOGC. Verkkodokumentti <http://www.eslogc.fi/images/stories/rfid_hankekortti.pdf> Luettu 16.11.2018
- [14] Logistiikanmaailma. Verkkodokumentti < <http://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2017/03/Tulo-sisa-lahtologistiikka.png>> Luettu 9.12.2018
- [15] Logistiikan maailma. Verkkodokumentti < <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varaston-toiminnot/>> Luettu 17.11.2018
- [16] Logistiikan maailma. Verkkodokumentti <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>> Luettu 15.11.2018
- [17] Osto ja logistiikka. Verkkodokumentti < <http://www.bonnierpro.fi.ezproxy.metropolia.fi/fi/app/osto-ja-logistiikka/logistiikan-tietotekniikkaa>> Luettu 9.12.2018
- [18] www.sick.com. Verkkodokumentti < <https://www.sick.com/fi/fi/toimialat/varasto-ja-kuljetinjaerjestelmaet/kuormalavojen-kuljetustekniikka/automaattinen-tunnistus-rfidn-avulla-tavarantavastootossa-ja-laehetyksessa/c/p358646>> Luettu 9.12.2018
- [19] STTINFO. Verkkodokumentti < <https://www.sttinfo.fi/tiedote/rfid-trukki-tunnistaa-kuormansa-automaattisesti?publisherId=1642&releaseId=28575>> Luettu 9.12.2018
- [20] JUNGHEINRICH. Verkkodokumentti < <https://www.jungheinrich.fi/logistiikkajaerjestelmaet/prosessien-tehostaminen/rfid-tavarantunnistus/>> Luettu 9.12.2018