



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Henri Nyfors

RFID-tekniikan soveltuvuus tavaran- tunnistuksessa Sinebrychoffin jakelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

19.8.2019

Tekijä Otsikko	Henri Nyfors RFID-tekniologian soveltuvuus tavarantunnistuksessa Sinebrychoffin jakelussa
Sivumäärä Aika	54 sivua 19.8.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	Toimitusketjun johtaminen
Ohjaajat	Suunnittelupäällikkö Pekka Soininen Lehtori Harri Hiljanen
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tutkia RFID-tekniologian soveltuvuutta tavarantunnistuksessa Sinebrychoffin jakelussa. Tavarantunnistuksessa pääpainona oli lava- sekä dollykohtainen tunnistaminen. Tavarantunnistus kohdistui lähtevään tavaraan eikä niinkään paluulogiikkaan. Työn tärkeimpänä tavoitteena oli selvittää RFID-tekniologian tuomat hyödyt sekä haasteet Sinebrychoffin lastausprosessissa.</p> <p>Työ tehtiin maaliskuun ja elokuun välisenä aikana. Työ suoritettiin haastatteluiden, mittausten sekä havaintojen avulla. Haastatteluja suoritettiin jakeluautonkuljettajille, Transvalin lastaajille sekä Stora Enson yhteyshenkilölle. Haastattelujen pohjalta luotiin myös kehitysehdotuksia sekä analysoitiin tunnistusprosessin haasteita sekä hyötyjä.</p> <p>Insinööriyössä havaittiin, että RFID-tekniologian myötä, kustannussäästöjä ei niinkään tulla saavuttamaan, mutta laadullinen hyöty olisi merkittävä, mikäli prosessi toimisi 100 %:n varmuudella. Laadullinen hyöty näkyisi yrityksen toimitusvarmuudessa ja näin ollen asiakastyytyväisyys parantuisi merkittävästi. Asiakastyytyväisyys näkyisi myös lisääntyvässä asiakasmäärissä, ja näin ollen yritys kasvattaisi myyntivolyymia.</p> <p>Testit jatkuvat, mutta tutkimusten sekä päätelmien perusteella, mikäli RFID-tekniologia ei soveltuisi Sinebrychoffin nykyiseen lastausprosessiin, tulisi manuaalinen skannausprosessi käyttöön.</p>	
Avainsanat	RFID, etätunnistus, toimitusketju, kustannustehokkuus, laatu

Author Title	Henri Nyfors Suitability of RFID for item identification in Sinebrychoff distribution
Number of Pages Date	54 pages 19 August 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Program	Industrial Management and Engineering
Professional Major	Supply Chain Management
Instructors	Pekka Soininen, Head of Distribution Planning Harri Hiljanen, Senior Lecturer
<p>The aim of this thesis was to investigate the applicability of RFID technology in product identification in Sinebrychoff distribution. Product identification focused on pallet and dollar-specific identification. The identification of the goods concerned mainly outgoing goods and not so much the return logistics. The main goal of this work was to identify the benefits and challenges of utilizing RFID technology.</p> <p>The work was carried out between March and August through interviews, measurements and observations. The interviews were conducted with delivery truck drivers, Transval logistic workers and a Stora Enso contact person. Based on the interviews, development proposals were also made and challenges and benefits of the identification process were analyzed.</p> <p>It was found that with RFID technology cost savings may not be achieved, but the qualitative benefit would be significant if the process were 100 % reliable. Consequently, the quality benefits would be reflected in the company's delivery reliability, and thus customer satisfaction would be significantly improved. Customer satisfaction would also be reflected in the increasing number of customers and thus the company would increase its sales volume.</p> <p>The testing continues, but based on this research and the conclusions made, if the RFID technology turns out to be unsuitable for Sinebrychoff's current loading process, a manual scanning process would become available.</p>	
Keywords	RFID, wireless identification, supply chain, cost efficiency, quality

Sisällys

1	Johdanto	1
	Työn tavoitteet	1
	Tutkimusmenetelmät	2
2	Yritys	3
	2.1 Yrityksen arvot ja vastuullisuus	4
	2.2 Carlsberg-konserni	6
3	RFID-tekniikka	8
	3.1 RFID-tunnisteiden jaottelu	9
	3.2 Taajuudet	11
4	RFID-teknologia logistiikassa ja tavarann tunnistamisessa	12
	4.1 RFID-tietojärjestelmät	13
	4.2 RFID-teknologian vertailu viivakoodiin	14
	4.3 RFID-teknologian hyödyt ja haasteet	17
	4.4 Ympäristövaikutukset	19
5	Tutkimusmenetelmät	20
6	Nykytila-analyysi	21
	6.1 RFID-teknologia Sinebrychoffin jakelussa	25
	6.2 Lastausprosessin haasteet RFID-teknologian myötä	27
7	Testausprosessi	30
	7.1 Tagien tunnistusvarmuus	33
	7.2 Testikuormat Transvalin lastaajan kanssa	34
	7.3 Tagien määrä lavoissa ja dollyissa	35
	7.4 Erilaisen tagin käyttö	35
	7.5 Kolmen erilaisen tagin käyttö	36

8	Tutkimustulokset	38
8.1	Porttien lukuominaisuus	39
8.2	Tagin paikka lavassa tai dollyssa	39
8.3	Dollyt	40
8.4	Manuaalilavat	40
8.5	Lastaustekniikoista johtuvat haasteet	40
8.6	Lavojen tuotemäärät	41
8.7	Erilaisen tagin käyttö	41
8.8	Kolmella erilaisella tagilla testaus	41
9	Kehitysehdotukset	42
9.1	Inventaario	43
9.2	Lava- ja dollykohtainen tunnistaminen	43
9.3	Checkoutin automatisointi	43
9.4	Kuormien monitorointi	44
9.5	Lavasaatelappu	44
10	Kustannukset	45
11	Yhteenveto	47
	Lähteet	50
	Liitteet	

Lyhenteet

APS	Automatic Picking System, Automaattinen keräilyjärjestelmä.
BIB	Manuaalisesti kerätty lava.
B2B	Business to Business, yritysten välistä liiketoimintaa.
Dolly	Rullakko.
HF	High Frequency, korkeataajuinen radioaalto.
JIT	Just In Time, juuri oikeaan aikaan.
KEG	Astialava.
LF	Low Frequency, matalataajuinen radioaalto.
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuinen etätunnistus.
SSCC	Serial Shipping Container code eli sarjatoimitusyksikkökoodi. Käytetään viivakoodeissa.
Tagi	Tunniste jota käytetään radiotaajuisessa etätunnistamisessa.
UHF	Ultra High Frequency, erittäin korkeataajuinen radioaalto.

.

1 Johdanto

Nykypäivän toimitusketjujen tulisi olla ketteriä, kustannustehokkaita sekä joustavia, jotta ne säilyttävät asemansa markkinoilla sekä parantavat omaa kilpailukykyään. Tämä vaatii merkittäviä parannuksia toimitusketjuihin, sillä asiakkaiden tarpeet muuttuvat jatkuvasti.

Asiakkaat vaativat JIT-periaatteen (Just In Time), juuri oikeaan aikaan, mukaisesti tuotteensa. Tämä tuo etenkin logistiikkaan haasteita, sillä pienikin ongelma saattaa aiheuttaa mittavia tuotteiden viivästymisiä sekä lisäkustannuksia. Jotta toimitusketjut pystyvät vastaamaan asiakkaan vaatimuksiin, tulee yrityksen jokaisen organisaation kyetä tekemään tiivistä yhteistyötä ja kehittää yrityksen liiketoimintaa.

Asiakastyytyväisyys on nykypäivänä erittäin suuressa ja tärkeässä roolissa, ja yritykset pyrkivätkin kehittämään prosessejaan jatkuvasti, jotta asiakastyytyväisyys parantuisi. Toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi ja parantamiseksi yrityksissä tuotteiden seuranta on yhä merkittävämmässä roolissa. Tuotteiden seurannalla ja tunnistamisella varmistetaan lähtevien tuotteiden toimitusvarmuus asiakkaille.

Työn tavoitteet

Tämän insinööriyön tavoitteena oli tutkia RFID-tekniikan hyötyjä ja haasteita Sinebrychoffin jakelussa. Työn painopiste oli tuotteiden tunnistamisessa yrityksen jakelussa, jotta toimitusvarmuus sekä asiakastyytyväisyys parantuisivat. Insinööriyössä keskityttiin vain lähtevän tavaran tunnistamiseen eikä paluulogistiikkaan ollenkaan. Tutkimus tehtiin empiirisenä tutkimuksena sekä teoriaosiossa käytettiin apuna eri lähdemateriaaleja internetistä sekä kirjallaisista.

Työn rajaus

Insinööriytyö oli rajattu tutkimaan, mitä hyötyjä ja haasteita RFID-teknologia tuo Sinebrychoffin logistiikkaan. Työssä keskityttiin yrityksen jakelun laadulliseen tehostamiseen RFID-teknologian avulla. Rajaus painottuu lähtevään tavaravirtaan eikä niinkään paluu-logistiikkaan.

Tutkimustyö kohdistui paikallisjakelun kuormiin sekä Postin ja INEX-terminaalien siirto-kuormiin. Kehityksellä halutaan varmistaa lähtevän tavarankuorman tehokkuus ja minimoida hukset, kuten ylimääräiset ajokilometrit. Lisäksi työn laadullisena mittarina pyritään saamaan asiakastyytyväisyyttä paremmaksi RFID-teknologian avulla, jolloin tuotteiden lähtövirtaa pystyttäisiin tehokkaammin monitoroimaan sekä toimitusvarmuutta parantamaan.

Tutkimusmenetelmät

Tässä insinööriytyössä testattiin RFID-teknologian soveltuvuutta Sinebrychoffin jakelussa tavarankuorman tunnistuksessa. Työssä hyödynnettiin verkkolähteistä sekä kirjallisuuslähteistä saatua tietoa. Havainnointia käytettiin myös työssä esimerkiksi testausprosessin aikana. Insinööriytyön aikana haastateltiin Stora Enson henkilöstöä, jakeluauton kuljettajia sekä Transvalin lastaajia. Stora Enson henkilöstöä haastateltiin RFID-tageihin sekä porttiin liittyvistä asioista. Jakeluauton kuljettajia haastateltiin lastausprosessiin liittyvistä asioista, kuten miten he lastaavat kuorman kyytiin sekä mitkä mahdolliset seikat tulisi ottaa huomioon, kun huomioidaan esimerkiksi tagin kiinnityskohta. Transvalin lastaajia haastateltiin myös lastaukseen liittyvissä asioissa.

Insinööriyön rakenne

Insinööriyö on jaettu kahteen pääosaan. Ensimmäisessä pääosassa on RFID-teknoologiaan liittyvää teoriaa ja toisessa osassa on Stora Enson ohjaamana tehty testaus ja sen kuvaus, analysointi sekä raportointi.

2 Yritys

Sinebrychoff Oy on Suomen johtava panimoalan yritys. Se on yksi Suomen vanhimmista yrityksistä. Yritys täyttää 200 vuotta vuonna 2019.

Yrityksen liikevaihto oli noin 295 miljoonaa euroa, sekä tulos oli noin 25 miljoonaa euroa vuonna 2017. Yritys koostuu kahdesta erillisestä yhtiöstä. Toinen on Oy Sinebrychoff AB, joka vastaa yrityksen tuotteiden markkinoinnista sekä myynnistä. Lisäksi toinen on Sinebrychoff Supply Company Oy, joka vastaa yrityksen tuotteiden valmistuksesta, varastoinnista sekä jakelusta. (Sinebrychoff 2019.)

Yrityksellä on pitkä historia, joka ulottuu aina perustamisvuoteen 1819, jolloin Nikolai Sinebrychoffin voitti huutokaupassa kymmeneksi vuodeksi yksinoikeuden oluen valmistukseen ja myyntiin Helsingissä. Yritys perustettiin Helsingin Hietalahteen, mutta vuonna 1992 uusi tehdas rakennettiin Keravalle, jossa nykyinen Sinebrychoff toimii edelleen. Keravalla sijaitsee myyntiorganisaatio, logistiikkakeskus sekä hallintorakennus. (Sinebrychoff 2019.)

Sinebrychoff on osa tanskalaista Carlsberg-konsernia, joka osti määräamisoikeuden eli yli 50 % Sinebrychoffista vuonna 1999. Tällä hetkellä Carlsberg-konserni omistaa 100 % Sinebrychoffista. Vuonna 1819 perustettu Sinebrychoff valmistaa ja jakelee oluita, virvoitusjuomia, energiajuomia sekä kivennäisvesiä. Sinebrychoff työllistää noin 700 henkilöä Keravalla sijaitsevalla tehtaalla sekä pääkonttorillaan. (Sinebrychoff 2019.)

Sinebrychoffin merkittävimpiä ja tunnetuimpia tuotteita ovat Karhu, Koff, Battery, Coca-Cola sekä Sommersby. Sinebrychoff alkoi valmistamaan ja jakelemaan Coca-Colaa, kun

yrittäminen alkoi tekemään yhteistyötä eli tuotteiden valmistusta, myyntiä sekä jakelua Coca-Cola Companyn kanssa vuonna 1999. (Sinebrychoff 2019.)

Sinebrychoffin asiakaskuntaan kuuluu noin 16 000 asiakasta ympäri Suomea. Lisäksi yritys toimittaa vientikuormia ulkomaille muutamaa eri maahan. Sinebrychoffin asiakkaat on kategorisoitu kahteen segmenttiin: On Trade -myyntiin sekä Off Trade -myyntiin. On Trade -myyntiin lukeutuu anniskelumyyjiä eli käytännössä pelkkiä ravintoloita. Off Trade -myyntiin kuuluu puolestaan päivittäistavara-kaupat. Päivittäistavara-kauppojen myyntivolyymi onkin huomattavasti suurempi kuin ravintola-asiakkaiden myyntivolyymi. (Sinebrychoff 2019.)

2.1 Yrityksen arvot ja vastuullisuus

Yhä muuttuvammassa maailmassa eteen tulee muitakin ongelmia ja haasteita kuten esimerkiksi kuinka saada toimitettua asiakkaan tilaamat tuotteet oikeaan aikaan, oikeaan paikkaan ja oikean kokoisina. Ilmastoasiat vaikuttavat monen yrityksen toimintaa. Sen avulla yritykset yrittävät myös viestiä asiakkaille, että he yrittävät hillitä ilmastonmuutosta. Ilmastonmuutokseen vaikuttavat etenkin teollisuuden aiheuttamat tuotannolliset päästöt, mutta myös liikenne on yksi merkittävistä päästöjä aiheuttavista tekijöistä. Lisäksi on myös monia muita tekijöitä, jotka vaikuttavat ilmastonmuutokseen.

Useimmat yritykset ovat luoneetkin uudenlaista strategiaa, jossa vahvasti on esillä ympäristöasiat. Yritykset pyrkivät muun kehitystoiminnan ohella jatkuvasti kehittämään toimintaa sekä miettimään, kuinka saada pienennettyä hiilijalanjälkeään. Yritykset pyrkivät myös vaikuttamaan asiakkaiden ostopäätöksiin valmistamalla mahdollisimman ympäristöystävällisiä tuotteita. Nykypäivänä onkin varsin tärkeää, minkälaiset ovat yrityksen arvot. Hiilijalanjäljen pienentäminen on myös välttämätöntä, jotta kilpailukyky säilyy, sillä varsinkin uusiutumattomien raaka-aineiden hinnat alkavat nousta merkittävästi. Uusiutuvista raaka-aineista tulee näin ollen entistä kilpailukykyisempiä. (Sinebrychoff 2019.)

Sinebrychoff on myös panostanut huomattavasti ympäristöä kuormittavien tekijöiden pienentämiseen, etenkin hiilijalanjäljen pienentämiseen. Teollisuudessa päästöjä syntyy

varsin runsaasti, mutta prosesseja kehittämällä niitä saadaan vähennettyä merkittävästi. Ilmastonmuutos vaatii nopeita toimenpiteitä monellakin saralla. Sinebrychoffin tavoitteena onkin toimia niin, että päästöjä ei synny tai että niitä syntyy vain minimaalinen määrä. NykYTEknologian avulla se on mahdollista, esimerkiksi uusiutuvan energian käytön myötä. (Sinebrychoff 2019.)

Sinebrychoffilla on monia yhteistyökumppaneita, joiden kanssa yritys tekee tiivistä yhteistyötä, jotta kilpailukykyä, kustannustehokkuutta sekä toimitusvarmuutta saadaan parannettua parempaan suuntaan. Sinebrychoffin suurimmat yhteistyökumppanit logistiikan puolella ovat Posti Oy sekä INEX Partners Oy. Ne kehittävät jatkuvasti toimintamalleja yritysten rajapinnassa. Kaikki osapuolet hyötyvät tästä merkittävästi, ja myös hiilijalanjälki pienenee koko arvoketjussa.

Sinebrychoffilla on muun muassa tehtaan katto täynnä aurinkopaneeleita, jotka tuottavat etenkin kesällä huomattavan määrän energiaa. Aurinkovoimalla tuotettua energiaa hyötykäytetään muun muassa tuotannossa, juomia valmistettaessa. Lisäksi yrityksen vedenkulutus on minimoitu, jolla saadaan myös merkittäviä vaikutuksia ympäristön kannalta. Veden kulutus näkyy myös kustannustehokkuudessa, kun vettä tuotettua litraa kohden kuluu entistä vähemmän. (Sinebrychoff 2019.)

Suomen ja jopa yksi maailman moderneimpiin panimoihin kuuluva lähes 200-vuotias Sinebrychoff on myös edelläkävijä kestävän kehityksen toiminnassa. Yhtä tuotantolitraa varten tarvitaan vain 2,5 litraa vettä. Konsernilla on myös monia muita säästötavoitteita esimerkiksi pakkauksien suhteen. Konserni valmistaakin yhä enemmän ympäristöystävällisempiä pakkauksia, joissa on käytetty vähemmän muovia. Esimerkiksi Sinebrychoff muutti muovipullojen muotoa lyhentämällä pullojen kaulaa neljä millimetriä vuonna 2017. Pullojen korkit pienenevät myös hieman, minkä vaikutuksesta muovin määrä väheni noin 490 000 kiloa vuonna 2018. (Sinebrychoff 2019.)

Vuonna 2016 Sinebrychoffin tuotantolaitoksella alkoi lämmönkeruu. Tämä luo tuotteiden valmistuksesta entistä ympäristöystävällisempää sekä lisää tehokkuutta energiankäyttöön. Lisäksi lämmönkeruu luo lisää kilpailukykyä kustannustehokkuudellaan. Lämmityskustannukset ovat satojentuhansien eurojen luokkaa vuositasolla. Lisäksi hiilidioksidi kierrätetään takaisin juomiin kupliksi sekä lämpö kerätään talteen. (Sinebrychoff 2019.)

RFID-teknologia lisäsi uusia mahdollisuuksia Sinebrychoffin varastointiin sekä jakeluun. Vaikutukset näkyisivät myös ilmastonmuutoksen vastaisessa työssä, sillä teknologian avulla pystytään parantamaan muun muassa toimitusvarmuutta, mikä vähentää ylimääräisten ajokilometrien muodostumista. Näin ollen myös hiilijalanjälki pienentyisi.



Kuva 1. Sinebrychoffin hiilijalanjäljen pienentäminen (Sinebrychoff 2019).

2.2 Carlsberg-konserni

Vuonna 1847 perustettu Carlsberg-konserni on tällä hetkellä maailman neljänneksi suurin panimoalan konserni. Konserni työllistää yhteensä noin 42 000 henkilöä. Carlsbergin

pääkonttori sijaitsee Tanskassa, Kööpenhaminassa. Yhtiön tunnetuin tuote on nimensäkin mukainen Carlsberg, mutta yhtiö valmistaa myös Tuborgia ja muita paikallisia olutmerkkejä. (Carlsberg group 2019.)

Carlsberg-konsernin omistaa Carlsberg-säätiö 70 %:n osuudella sekä 30 % osakepääomasta. Vuonna 2016 yrityksen liikevaihto oli noin 63 miljardia Tanskan kruunua. Samana vuonna yrityksen liikevoitto oli noin 8 miljardia Tanskan kruunua. Tilikauden tulos oli noin 4 miljardia Tanskan kruunua. (Carlsberg group 2019.)

Liiketoiminta ulottuu aina Euroopasta Aasiaan, jossa Carlsbergilla on merkittävät omistajuudet eri panimoihin. Carlsberg omistaa Sinebrychoffin lisäksi eurooppalaisista panimoista muun muassa Iso-Britanniassa, Puolassa sekä Ruotsissa toimivat Carlsberg panimot. Lisäksi konserni omistaa norjalaisen panimon Ringnesin, sveitsiläisen panimon Feldschlösschen sekä virolaisen panimon Saku Õlletehas. Carlsbergilla on myös liiketoimintaa Venäjän, Ukrainan ja Baltian markkinoilla. Näiden lisäksi Carlsberg omistaa panimoita myös Aasiassa ja Afrikassa. (Carlsberg group 2019.)



Kuva 2. Carlsberg-konsernin liiketoiminta-alueet vuonna 2019 (Carlsberg group 2019).

3 RFID-tekniikka

RFID (Radio Frequency IDentification) on radiotaajuuksilla toimiva etätunnistusteknologia. RFID-teknologia ei ole niinkään uusi keksintö, sillä sitä on käytetty jo toisessa maailmansodassa omien joukkojen lentokoneiden tunnistamiseen. RFID-tekniikka perustuu radiotaajuuden etätunnistamiseen tagin ja lukijan avulla. (Riffid 2019.)

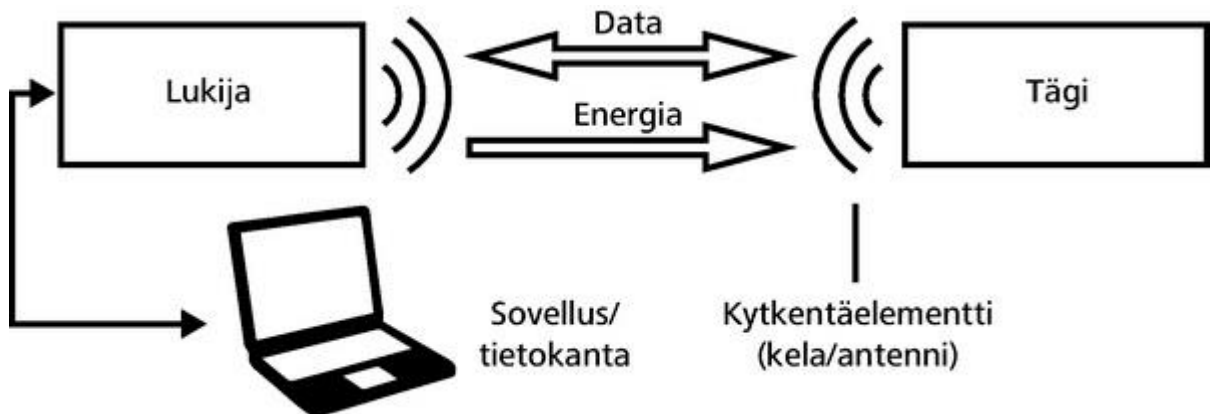
Yksinkertaisimmillaan tähän toimivaan teknologiaan tarvitaan tunniste eli tagi, joka toimii lukijalaitteelle taajuuksien vastaanottajana ja johon pystyy syöttämään tarvittavan määrän tietoa. Lukijalaite vastaanottaa samaisen radiotaajuuden, minkä aiemmin lähetti tunnisteelle. Antenni mahdollistaa taajuuksien lähettämisen ja vastaanottamisen pitkiltäkin välimatkoilta sekä mahdollinen taustajärjestelmä, jonka avulla on mahdollista hyödyntää saatua dataa tunnisteelta, esimerkiksi tuotetietoja tarkasteltaessa. Tietojen vastaanottaminen toiseen järjestelmään vaatii kuitenkin erillistä ohjelmistoa saatujen tietojen vastaanottamiseen ja käsittelyyn. (Rfidlab 2019.)

Tagi on yksinkertainen lähetin-vastaanotin, jonka sisällä on siru, jossa on tarvittavia tietoja esimerkiksi tuotetiedot. Tagi sisältää myös mikroprosessorin sekä antennin. Tuotteisiin ja esineisiin kiinnitettävä tagi on useimmiten tarra, jota kutsutaan älytarraksi. Nykypäivän RFID-tagit ovat ulkomuodoltaan varsin samanlaisia kuin viivakoodit. Molemmat ovat tarroja, jotka ovat hyvinkin ohuita. Tunnistettavuus näiden kahden välillä on kuitenkin merkittävä ja eroavaisuuksia löytyy. (Riffid 2019.)

RFID-tunniste on kehittynyt sen alkuajoista huomattavasti, etenkin ulkomuodon ja tallennuskapasiteetin suhteen. Lisäksi RFID-tagien hinnat ovat laskeneet merkittävästi niiden alkuajoista, mikä on lisännyt kyseisen teknologian käyttöä viimeisten vuosien aikana etenkin teollisuudessa. Nykypäivänä RFID-tunniste on hyvinkin ohut, esimerkiksi papeariarkkiakin ohuempi, ja se voidaan kiinnittää minkälaiseen esineeseen tahansa. Tunnisteen avulla tietty esine tai kokonainen lavallinen tiettyjä esineitä, johon tagi on kiinnitetty, voidaan tagin avulla tunnistaa, jäljittää tai seurata. (Riffid 2019.)

Etätunnistuksen toimiessa pelkillä radiotaajuuksilla nesteiden sekä metallien läheisyydessä toimiminen luo haasteita. Nykypäivänä RFID on kehittynyt paljon, joten pienet häiriötekijät eivät ole este RFID-teknologian toiminnalle. (Riffid 2019.)

Kuvasta 3 käy ilmi RFID-tekniikan peruseräite, jossa tagi vastaanottaa tiedon lähettimeltä, josta tieto menee tietokoneella olevaan taustajärjestelmään. Tietokoneelta voidaan hyödyntää saatua dataa eri tilanteisiin.



Kuva 3. RFID-tekniikan toiminta (Hellermanntyton 2019).

3.1 RFID-tunnisteiden jaottelu

RFID-tunnisteet voidaan jaotella kolmeen eri kategoriaan: aktiivisiin, puolipassiivisiin ja passiivisiin. Näistä kolmesta yleisin käytetty tunnistemuoto on passiiviset tunnisteteet. Erot näiden kolmen tunnisteteiden välillä eivät ole merkittäviä, mutta suurimmat erot syntyvät niiden hinnassa, lukuetaisyysyksissä ja tunnisteteiden muistikapasiteetista. (Riffid 2019.)

Passiivisella RFID-tunnisteella ei ole omaa virtalähdettä, vaan sähkövirta indusoituu, jossa muuttuva magneettikenttä indusoi sähköiseen johteeseen sähkömotorisen voiman. Tämän myötä lähetin lähettää radiosignaalia lukijaan, joka vastaanottaa signaalin ja lähettää samalla taajuudella olevan signaalin takaisin lukijaan eli tässä tapauksessa vastaanottimeen. (Rfidlab 2019.)

Passiiviset RFID-tunnisteet ottavat siis tarvittavan sähkövirran signaalin takaisin lähettämiseen lukijalaitteesta. Passiivisessa RFID-tunnisteessa oleva antennin pitäisi kyetä keräämään riittävä määrä tehoa sisäänsä lähettimen lähettämästä signaalista ja lähettämään signaali takaisin lähettimen vastaanottajaan. Lisäksi saatua tietoa pitäisi kyetä tallentamaan oikeassa ja hyödynnettävässä muodossa taustajärjestelmään. Tallennettua tietoa voi hyödyntää esimerkiksi tuotteiden seurannassa. (Rfidlab 2019.)

Virta- ja hintavaatimusten myötä passiivisen RFID-tunnisteen lähettämä ja vastaanotettava signaali on varsin lyhyt, tyypillisesti ID-numeron pituinen. Passiivisten tunnisteiden lukuetaisydydet vaihtelevat 10 mm:n ja 5 metrin välillä. (Rfidlab 2019.)

Aktiivisissa RFID-tunnisteissa on sisäisen virtalähteen lisäksi oma muistikapasiteetti sekä lähetin. Virtalähteenä käytetään usein litiumparistoja. Näiden ominaisuuksien myötä, aktiiviset tunnisteet ovatkin passiivisia tunnisteita isompia, joten ne eivät ole niin käytännöllisiä jokaiseen esineeseen. Lisäksi useamman ominaisuuden myötä aktiivinen tunniste on kalliimpi verrattain passiivisiin tunnisteisiin. (Rfidlab 2019.)

Aktiiviset RFID-tunnisteet ovat kestävämpiä ja toimintavarmempia kuin passiiviset tunnisteet. Aktiivisten tunnisteiden virtalähde voi kestää jopa 10 vuotta. Oman virtalähteenensä vuoksi aktiiviset tunnisteet toimivatkin suuremmalla teholla, mikä mahdollistaa tunnisteiden toimimisen haastavimmissakin radio-olosuhteissa. Suuremman tehonsa vuoksi aktiivisten tunnisteiden toimintasäde on merkittävästi suurempi kuin passiivisten. Parhaimmillaan optimiolosuhteissa toimintasäde voi olla jopa satoja metrejä. Muistikapasiteettikin on passiivisiin tunnisteisiin nähden huomattavasti suurempi, mikä johtuu aktiivisten tunnisteiden suuresta koosta ja omasta muistikapasiteetista, johon mahtuu paljon enemmän tietoa kuin esimerkiksi passiivisiin tunnisteisiin. (Riffid 2019.)

Puolipassiiviset RFID-tunnisteet ovat aktiivisten ja passiivisten RFID-tunnisteiden sekoitus. Puolipassiivinen RFID-tunniste käyttää omaa virtalähdettä, mutta sillä ei ole omaa lähetystehoja. Omalla virtalähteellä saavutetaan kuitenkin passiivista tunnistetta suurempi toimintasäde ja mahdollistetaan laajennettu toiminnallisuus, mukaan lukien tietojen säilyttäminen tunnisteiden omassa muistissa. Puolipassiiviset tunnisteet käyttävät siis omaa paristoaan signaalin lähettämiseen saavuttaen paremman signaalin ja pidemmän toimintasäteen. (Rfidlab 2019.)

3.2 Taajuudet

Pääsääntöisesti RFID-tekniikassa on käytössä neljää eri taajuusalueetta, matalan taajuuden tunnistet eli Low Frequency (LF), jonka toimintataajuus on 125 kHz – 134 kHz sekä 140 kHz – 148 kHz. Korkeantaajuuden tunnistet eli High Frequency (HF) toimivat 13,5 MHz:n taajuusalueella. Erittäin korkean taajuuden tunnistet eli Ultra High Frequency (UHF) toimivat 865 MHz – 928 MHz:n taajuusalueella. Lisäksi mikroaaltotaajuudella toimivat RFID-tunnistet toimivat 2,45 GHz:n taajuusalueella. Eri maanosissa tai maissa saattavat taajuuksien standardiarvot olla erilaiset kuin toisessa. (Lehto 2006; 81-83.)

Low Frequency taajuudella olevia tunnisteita käytetään pääsääntöisesti kulunvalvontajärjestelmissä, varkaudenestojärjestelmissä, autojen käynnistyksessä sekä eläinten tunnistamisessa. LF-taajuudella olevat tunnistet sopivat näihin, koska lukuetaisyys ei tarvitse olla pitkä. Esimerkiksi auton ovia avatessa tai autoa käynnistäessä avaimet ovat koko ajan muutaman sentin päässä tunnistetesta, jolloin RFID-tunniste toimii hyvin. (Lehto 2006; 81-83.)

Kyseisellä taajuudella käytettävissä tageissa metallit ja nesteet eivät vaikuta suuresti signaalin tehokkuuteen. Esimerkiksi korkeampia taajuuksia käytettäessä vaikutus on suurempi. Tiedonsiirtonopeus on kuitenkin verraten hitaampaa kuin korkeammassa taajuuksissa olevien tunnistetiden. (Myerson 2006; 18-19.)

High Frequency -taajuudella toimivia tunnisteita käytetään myös suuressa osin kulunvalvonnan lisäksi esineiden tunnistamisessa kuten logistiikassa kuormalavojen tunnistamisessa tai yleisesti kirjastoissa kirjojen tunnistamiseen. Lisäksi HF-taajuudella olevia tunnisteita käytetään myös vaatteiden jäljittämiseen. (Myerson 2006; 1-5.)

HF-tunnistet mahdollistavat pidemmän lukuetaisyyden kuin esimerkiksi LF-tunnistet. HF-tunnistetiden lukuetaisyys on noin 1,5 metriä, tunnistetiden antennin ja tagissa olevan sirun myötä. Kyseiset tunnistet ovat myös verraten parempia kestämään erilaisia häiriöitä, kuten nesteitä, kuin esimerkiksi UHF-taajuudella toimivat tunnistet. Paremman häiriösietokyvyn takia HF-tunnistet soveltuvat hyvin esimerkiksi teollisuusympäristöön. (Lehto 2006; 81-83.)

Ultra High Frequency -taajuuksilla toimivat tunnistet ovatkin erilaiset eri maanosissa ja eri maissa. UHF-tekniikka on myös yleisesti käytetty etenkin logistiikassa ja toimitusketjuissa. UHF-tunnisteiden pitkän kantaman sekä suuren signaalitehon myötä teollisuudessa käytetään kyseisellä taajuuksilla toimivia tunnisteita, etenkin tavaroiden tunnistamisessa sekä reaaliaikaisessa seurannassa. (Lehto 2006; 81-83.)

Mikroaaltotunnisteita käytetään kansainvälisesti ympäri maailmaa, etenkin tulli käyttää tietullissa automaattiseen autojen tunnistamiseen kyseisiä tunnisteita. Mikroaaltotunnisteiden tiedonsiirtokyky on edellä mainituista taajuuksista nopein, mutta niiden käyttö paikoissa, joissa on nesteitä sekä metallia on huonoa. Tästä johtuen kyseinen taajuus ei sovellu esimerkiksi teollisuuteen. (Myerson 2006; 1-5.)

Nimitys / Taajuusalue	Standardi	Tyypillinen lukuetaisyys	Sovelluskohteita
LF / 125 kHz	ISO 18000-2	< 1 metri	Kulunvalvonta
HF / 13,56 MHz	ISO 14443 A/B	Käytännössä kosketuksesta	Lähimaksaminen, tilaaminen, kulunvalvonta
HF / 13,56 MHz	ISO 15693	< 1 metri	Logistiikka, kirjastot
433 MHz	ISO/IEC 18000-7	< 200 metriä	Konttien seuranta, RFID-paikannus
UHF / 865-956 MHz	Gen2	< 10 metriä	Logistiikka
UHF / 2,45 GHz			Tietullit, ajoneuvotunnistus

Kuva 4. RFID-taajuudet. (Aksulit 2019).

4 RFID-tekniikka logistiikassa ja tavarantunnistamisessa

Nykyään kilpailu on eri aloilla erittäin kovaa, ja se kiristyy jatkuvasti, joten yritykset yrittävät tehostaa olemassa olevia prosesseja tai luomaan uusia parempia toimintamal-

leja. RFID-teknologia on hyödynnetty jo pitkään eri yrityksissä, mutta varsinaista läpimurtoa kyseinen tekniikka ei ole vielä saavuttanut. Tähän ovat vaikuttaneet muun muassa RFID-teknologian suhteellisen kovat kustannukset sekä teknologian toimintavarmuus erilaisessa ympäristössä. (Tivi 2004.)

Logistiikassa RFID-teknologiaan on käytetty jo kauan erilaisissa tarkoituksissa. Teknologian kustannusten pienentyessä sekä tekniikan kehittyessä RFID:stä tulee yhä yleisempää eri toimialoilla. Etenkin varastoinnissa, kuljetuksissa sekä tuotteiden jäljittämisessä ja seurannassa RFID-tekniikkaa käytetään paljon. Lisäksi sen käyttö vain lisääntyy. Teknologian myötä yritykset saavat merkittäviä hyötyjä sekä onnistuvat tehostamaan toimintaan esimerkiksi paremman tuoteseurannan ja läpinäkyvyyden myötä. (Tivi 2004.)

Varastoinnissa RFID-teknologian avulla voidaan tunnistaa tuotteita, tiedostaa tuotteiden sijainti, sekä selvittää niiden määrä. Esimerkiksi maailman suurimpia yrityksiä liikevaihdossa mitattuna on yhdysvaltalainen päivittäistavarakauppa Walmart, joka käyttää RFID-tekniikkaa tuotteittensa tunnistamiseen. Kun tuote on loppumassa, hyllyssä oleva tuote lähettää viestin taustajärjestelmään, josta yrityksen henkilöstö näkee, että tuote on loppumassa, joten sitä täytyy tilata lisää. (Tivi 2004.)

RFID-teknologiaa hyödynnetään päivittäistavarakaupoissa myös, kun asiakas tekee ostoksia. Teknologiat kehittyvät kovaa vauhtia, mikä on näkynyt lisääntyvällä automaatiolla sekä robotiikalla. Ihmisen työtä on vähennetty, toisin sanoen ulkoistettu roboteille. Tästä hyvänä esimerkkinä on päivittäistavarakauppa Yhdysvalloissa, jossa ei ole kassahenkilökuntaa ollenkaan. Kauppa on täyteen asennettu erilaisia RFID-tunnisteita, joiden avulla kauppa tunnistaa mitä tuotteita asiakas ottaa hyllystä ja laskuttaa asiakasta ostosten perusteella. (Tivi 2004.)

4.1 RFID-tietojärjestelmät

RFID-teknologian kiihtynyt kasvu on vauhdittanut myös tietojärjestelmäyhtiöitä kehittämään omia järjestelmiään, jotta muun muassa RFID:n datasta saadaan kaikki mahdollinen hyöty irti. Monet tietojärjestelmät tukevatkin RFID-tekniikkaa. Etenkin yksi maailman

suurimmista tietojärjestelmiä valmistavasta yrityksistä SAP kehitti heidän toiminnanohjausjärjestelmäänsä, jotta RFID-tekniikan hyödyntäminen olisi vaivatonta ja tehokasta. (Hosang Jung; 289 – 308.)

Sinebrychoff implementoi vuonna 2014 SAP-toiminnanohjausjärjestelmän, mikä on tehostanut yrityksen toimintaa kauttaaltaan. SAP:n käyttö mahdollistaa paremman hyödyn RFID-tekniikasta, sillä SAP:iin liitettynä yritys pystyy tehokkaammin monitoroimaan lähteviä kuormia. Kaikki tietojärjestelmät eivät kykene käsittelemään RFID:stä muodostuvaa suurta datan määrää. Väliohjelmisto on kuitenkin mahdollista asentaa olemassa olevaan tietojärjestelmään. Väliohjelmiston avulla se muokkaa RFID:stä saatavan datamäärän oikeaksi ja integroi sen olemassa olevaan tietojärjestelmään. (Sinebrychoff 2019.)

Tietojärjestelmien käytännöllisyyksiin muodostuu myös haasteita. RFID-tagien tuottaman valtavan datamäärän myötä taustajärjestelmä joutuu kommunikoimaan jatkuvasti RFID-lukijoiden kanssa, ja näin ollen suuri datamäärä saattaa aiheuttaa katkoksia tai hitautta taustajärjestelmässä. (Hosang Jung; 289 – 308.)

4.2 RFID-tekniikan vertailu viivakoodiin

Viivakoodeja käytetään RFID-tunnistuksen tavoin esineiden ja asioiden tunnistamiseen. Norman Joseph Woodland ja Bernard Silver kehittivät viivakoodit morseaakkosia venyttämällä ohuiksi sekä paksuiksi viivoiksi. Vuonna 1952 Woodland sekä Silver saivat patentin kyseiselle keksinnölle. Tuotteiden tunnistamisessa viivakoodeja alettiin käyttää 1970-luvulla, kun lukulaitteet alkoivat tulla markkinoille ensimmäistä kertaa. (Gs1 2019.)

Viivakoodit ovatkin olleet varsin kätevä ja suhteellisen kustannustehokas ratkaisu tunnistaa tuotteita ja tavaroita. Viivakoodeja käytetään esimerkiksi päivittäistavarakaupoissa. Kuten RFID-tagin, viivakoodin itsessään ei riitä tunnistamiseen vaan tarvitaan viivakoodinlukija. Suomessa yleisin käytetty viivakoodi on EAN. (Optiscan 2019.)

Viivakoodeissa on mustien ja valkoisten viivojen muodostama lineaarinen yhdistelmä, jossa tietoalkiot on koodattu optiseen koneellisesti luettavaan muotoon. Nykypäivänä on olemassa myös erilaisia viivakoodeja, muun muassa QR-koodit, joissa on sama periaate kuin tavallisissa viivakoodeissa, mutta jotka ovat muodoltaan hieman erilaisia. Perinteiset viivakoodit sopivat nimenomaan tuotteiden tunnistamiseen, mutta etälukumahdollisuus ei viivakoodien myötä ole mahdollinen, sillä viivakoodi täytyy lukea lukijan avulla noin 10 cm:n päästä. RFID-tekniikan myötä etätunnistus kauempaakin on mahdollinen, mikä nopeuttaa tuotteiden tunnistamista. (Trail 2018.)

RFID-tunnisteet ja viivakoodit eroavat hyvin paljon toisistaan niiden toiminnollisuuksien ja käytännöllisyyksien suhteen. Vaikkakin molemmissa on sama periaate: tuotteiden tunnistaminen. Molemmissa on yhtäläisyyksiä, mutta eroavaisuuksia löytyy kuitenkin jonkin verran. Lisäksi viivakoodit ja RFID-tunnisteet toimivat eri toimintaympäristöissä paremmin kuin toinen. (Trail 2018.)

Viivakoodille ominaista on sen mustan ja valkoisen värin muodostamat lineaariset viivat, joihin on koodattu tietoja. Tästä syystä viivakoodien pitää olla ehjiä, niissä ei saa olla ryppyjä eikä niissä saa olla juuri minkäänlaisia tahroja, jotta ne voidaan lukea lukijan avulla. RFID-tunnisteiden toimintaperiaate on käytännössä sama: tunnistaminen lukijalaitteen avulla. RFID-tagit on kuitenkin tehty usein muovista tai jostain vastaavasta kestävästä materiaalista, joka on kestävämpi kuin paperinen viivakoodi. Näin ollen tagien toimintakunto säilyy paremmin huonommissakin olosuhteissa kuin viivakoodien. (Optiscan 2019.)

RFID-tagin kastuessa lukija tunnistaa tagin tästä huolimatta. Viivakoodi menee pahimassa tapauksessa niin huonoon kuntoon kastuessa, että sitä ei voi enää käyttää. RFID-tagit kestävät kolhujakin suhteellisen hyvin, joten ne ovat hyödyllisiä etenkin teollisuudessa. Viivakoodit puolestaan helposti repeytyvät tai menevät rypyyn, eikä lukija pysty tunnistamaan niitä niin helposti. Etätunnistusominaisuuden myötä RFID-tagit ovat käytännöllisiä, koska ne voidaan sijoittaa suojaiseen paikkaan. Lukijalaite tunnistaa tagit tästä huolimatta. Viivakoodeja ei voi puolestaan tunnistaa kaukaisilta etäisyyksiltä. (Optiscan 2019.)

Luentaominaisuuksiltaan RFID-tagejä pystytään tunnistamaan useita tageja kerralla, kun esimerkiksi viivakoodeja pystytään tunnistamaan vain yksi kerrallaan. Lisäksi tageissa olevaa tietoa voidaan salata tietoturvamurron ehkäisemiseksi tai tietoa pystytään myös muokkaamaan helposti tarpeen vaatiessa. Viivakoodien koodattua alkioita ei pystytä muokkaamaan, pois lukien kaksiulotteisten QR-koodien. RFID-tagien tieto on vaikeasti väärennettävissä, kun puolestaan viivakoodeja pystyy väärentämään. Tallennuskapasiteetti on huomattavasti suurempi RFID-tageissa kuin viivakoodeissa. QR-koodeissa puolestaan on myös suuri tallennuskapasiteetti. (Logistiikan maailma 2019.)

Mikäli RFID-tekniikan tuomat hyödyt eivät sovellu Sinebrychoffin lastausprosessiin, on mahdollista implementoida manuaalisesti skannattava lastausprosessi. Tässä prosessissa kuljettajat manuaalisesti skannaisivat lavoissa ja dollyissa olevat lavasaatelaput, joissa on viivakoodit, jotta tuotteiden tunnistaminen toteutuisi parhaalla mahdollisella tavalla. Manuaaliskannaamisessa on omat haasteensa, sillä se olisi edelleen kuljettajan varassa, muistaako skannata kaikki lavat ja dollyt. Lisäksi viivakoodit saattavat olla viallisia tai menneet rikki, jolloin skannaaminen vaikeutuu. Lastausprosessista tulisi hitaampaa, mikäli kuljettajien ja lastaajien tulisi skannata manuaalisesti jokainen dolly ja lava erikseen. Tämä toimintamalli saattaisi vaikuttaa osaltaan negatiivisesti jakelun tehokkuuteen.

RFID	VIIVAKOODIT
Ei tarvita näköyhteyttä	Näköyhteys välttämätön
Kestävä	Hajoaa helposti
Tiedon tallentaminen mahdollista	Ei voida tallentaa tietoa
Monen tagin samanaikainen tunnistaminen mahdollista	Tunnistaa vain yhden viivakoodin kerrallaan
Tietomurron mahdollisuus rajallinen	Helpompi väärentää
Kalliimpi	Halvempi
Käytännöllisempi	Epäkäytännöllinen

Kuva 5. RFID-tekniikan vertailu viivakoodeihin.

4.3 RFID-tekniikan hyödyt ja haasteet

RFID-tekniikka luo uusia mahdollisuuksia yrityksille. RFID-tekniikan käyttö on yleistynyt eri toimialoilla varsin nopeasti. Nykypäivänä lähes jokaisessa yrityksessä on käytössä RFID-tekniikkaa, esimerkiksi ovien avaamista varten. Lisäksi lukuisat yritykset ovat kehittäneet liiketoimintaa RFID-tekniikan myötä, ja onnistuneet saamaan laadullisia sekä kustannushyötyjä. (Toptunniste 2019.)

RFID-tekniikan lähtökohtainen hyöty on sen peruseräite eli tavaroiden tunnistettavuus. RFID-tekniikan avulla pystytään saamaan paljon muitakin hyötyjä kuin vain tavarantunnistaminen. Tekniikan avulla pystytään tunnistamaan erilaisia esineitä ja asioita. Esineiden tunnistaminen tehostaa yritysten toimintaa, sekä sen avulla esimerkiksi logistiikan laatu ja tehokkuus paranevat. RFID-tekniikka mahdollistaa paljon hyötyjä, mutta se luo myös omat haasteensa. (Toptunniste 2019.)

Tuotteiden tunnistettavuus on RFID-tekniikan keskeinen tehtävä. RFID-tagitkin ovat kehittyneet varsin paljon vuosien saatossa. Tagin tunnistettavuus kauemmilta etäisyyksiltä on merkittävä hyöty, kun ajatellaan tuotteen seuraamisen näkökulmasta. Tagit ovat myös varsin helposti luettavissa, sillä ne eivät tarvitse suoraa näköyhteyttä lukijaan. Tagit ovat nykypäivänä varsin ohuita, jopa paperiarkin ohuisia, älytarroja. Pienen koon ansiosta, ne voidaan sijoittaa tuotteeseen melkein mihin vaan, sillä RFID-tagin lukeminen onnistuu ilman näköyhteyttä. (Hosang Jung; 9 – 14.)

RFID-tunnisteista saadaan myös kattava hyöty, esimerkiksi jos varasto on rakennettu niin, että varastossa on kauttaaltaan RFID-lukijoita. RFID-tunnisteet voidaan lukea lukijalaitteilla ja näistä tiedoista saadaan helposti koottua esimerkiksi varaston inventaario tiedot. RFID-tagit ovat kestävästä materiaalista valmistettuja, joten ne kestävät suhteellisen hyvin kolhuja. RFID-tekniikka käytettynä ja hyödynnettynä oikein, luo tehokkaan toimitusketjun, mikä mahdollistaa ajan keskittämisen muuhun ydinliiketoimintaan. (Hosang Jung; 9 – 14.)

Tuotteita pystytään helposti myös seuraamaan reaaliajassa läpi koko arvoketjun RFID-tekniikan avulla. Tuotteiden reaaliaikaisen seuraamisen avulla muun muassa toimitus-

varmuus paranee. Lisäksi seurannalla pystytään havainnoimaan esimerkiksi tuotevar-kaudet sekä tuotesaldojen tarkkailu on myös helpompaa RFID-tekniikan avulla. Esimerkiksi jos jokin tuote on loppumassa varastosta, järjestelmä pystyy automaattisesti tunnis-tamaan sen RFID-tekniikan avulla, ja näin ollen tilaamaan tuotetta lisää. (Hosang Jung; 9 – 14.)

RFID-tekniikka kohtaa kuitenkin joitakin rajoituksia sekä ongelmia tietyissä olosuhteissa ja paikoissa. RFID-tekniikka kuitenkin kehittyä edelleen, ja tulevaisuudessa nämäkin on-gelmat ovat varmasti ratkaistu. RFID-tekniikan toimintaperiaate perustuu radioaaltoi-hin, minkä toimivuus on vieläkin haasteellista, jos toimintaympäristössä on esimerkiksi nesteitä tai metalleja. Etenkin UHF-taajuuksilla sekä mikroaaltotaajuuksilla toimivat tagit eivät toimi kunnolla edellä mainituissa olosuhteissa. (Hosang Jung; 9 – 14.)

Teollisessa ympäristössä ja etenkin läpi koko toimitusketjun, jossa valmistetaan nesteitä kuten virvoitusjuomia, UHF-taajuuksilla toimivat tagit eivät toimi tuotteen tunnistami-ssa. Tuotteen tunnistamista varten ongelmaksi muodostuu myös tölkit, jotka on val-mistettu metallista. Lisäksi esimerkiksi panimoissa tölkit kerätään dollyalustalle, joka on valmistettu myös metallista. Haasteita syntyy myös lukijan tunnistessa tageja. Esimerkiksi jos tageja on monta samassa paikassa, lukija ei välttämättä tunnistaa tai ehdi rea-goimaan kaikkiin tageihin. On myös mahdollista, että lukijalaite lukisi jonkun tagin kah-teen kertaan. (Hosang Jung; 9 – 14.)

Edellä mainittu useamman RFID-tagin tunnistaminen samanaikaisesti on mahdollista, mutta ongelmia saattaa ilmetä myös tunnistamisessa. Tunnisteita saattaa jäädä tunnis-tamatta, sillä tagi tunnistetaan rajallisella aikavälillä. Lisäksi tunnisteista voimakkaim-malla teholla toimivat tai lähimpänä lukijaa olevat saatetaan tunnistaa, mutta muut tun-nisteet jäävätkin tunnistamatta. Tämä luo haasteita, mikäli lavalla tai dollylla on monta tagia samaan aikaan. (Hosang Jung; 9 – 14.)

4.4 Ympäristövaikutukset

Etätunnistusteknologia on kehittynyt paljon vuosien saatossa, mutta vasta viime aikoina, kun ilmastopoliittiset kysymykset ovat vaikuttaneet yritysten päätöksiin, on alettu luomaan kierrätettäviä RFID-tageja. Tähän päivään asti RFID-tagit onkin valmistettu muovista, ja näin ollen eivät ne ole olleet kierrätettäviä. Koko ajan maailmaa halutaan ajaa siihen suuntaan, että muovia vähennetään enemmän ja enemmän, joten yritystenkin tulee olla tietoisia ja tarkkoja siitä mitä ja miten kehittää toimintaa, jotta se ei vaikuttaisi ympäristöön negatiivisesti. (Ammattilehti 2018.)

Tällä hetkellä kuitenkin Stora Enso on kehittänyt uudenlaisia RFID-tageja, jotka on valmistettu 100 % kuitupohjaisesta paperista ja näin ollen ovatkin helposti kierrätettävissä ja paljon ympäristöystävällisempiä. Nämä kuitupohjaiset paperiset tagit vähentävät hiilijalanjälkeä verrattuna tavallisiin muovisiin tageihin. Hiilijalanjäljen pienentäminen onkin ollut jo viime vuosien trendi eri toimialoilla, mikä johtuu ilmastonmuutoksesta. Yritysten vastuullisuus ympäristöasioissa näkyy myös kuluttajien valinnoissa. Osa kuluttajista ostaakin tuotteensa sen mukaan, kuinka kyseinen yritys panostaa ympäristöystävällisyyteen sekä yrittää kaikin keinoin vähentää omaa hiilijalanjälkeä. (Ammattilehti 2018.)

Kun RFID-tunniste integroidaan paperietikettiin, valmistusprosessista tulee entistä skaalautuvampi ja kustannustehokkaampi – suorituskyvystä ja luotettavuudesta tinkimättä. ECO-tunniste voidaan kierrättää ympäristöystävällisesti paperin ja kartongin kanssa. Lisäksi sillä on erinomainen johtavuus alhaisemmillä kustannuksilla grafeeniantenneihin tai hopeapainettuihin antenneihin verrattuna. ECO-teknologiaa voidaan käyttää monissa meneillään olevissa hankkeissa useilla eri sektoreilla. (StoraEnso 2019.)

Yleisesti ottaen etätunnistuksen mahdollisuuksien myötä, auttaa se muun muassa toimitusketjuja niiden materiaalivirtojen skaalautuvassa seurannassa, ja näin ollen kustannusten, päästöjen sekä toimitusvarmuuden parantuminen paranevat. RFID-tekniikan avulla esimerkiksi toimitusketjujen lähtevän pään materiaaleja voi seurata, mikä pienentää riskejä, että tehtaalle jäisi tuotteita, jotka pitäisi olla kyydissä menossa kohti Oulua. Näin ollen teknologia mahdollistaa ylimääräisten ajokilometrien syntymisen, mikä näkyy myös pienemmässä hiilijalanjäljessä. (StoraEnso 2019.)

RFID-tekniologiaa pystytään hyödyntämään myös kuormalavojen kierrätyksessä. RFID-tunnisteella varustettuja lavoja pystytään seuraamaan ja analysoimaan esimerkiksi silloin, milloin niitä pitäisi kunnostaa tai kierrättää uudelleen. Kierrätettävät lavat ovatkin tehokasta kiertotaloutta laadukkaimmillaan. Kierrätetyt ja kunnostetut kuormalavat käytetään uudelleen, mikä vähentää uusien materiaalien käyttöönoton tarvetta merkittävästi. (Messukeskus 2018.)

5 Tutkimusmenetelmät

Tässä insinööriyössä testattiin RFID-tekniologian soveltuvuutta Sinebrychoffin jakelussa tavarantunnistuksessa. Tavarantunnistus kohdistui lava- sekä dollykohtaiseen tunnistamiseen, sillä tuotekohtainen tunnistaminen on tällä hetkellä mahdotonta toteuttaa Sinebrychoffin haasteellisten tuotteiden myötä. Testaus kesti yhden kuukauden aikavälillä 25.6. – 17.7.2019. Testauksen aikana ehdittiin testata 10 eri kuormaa, joissa yhteensä noin 15 tagia, joten yhteensä testattuja tageja kertyi noin 150 kappaletta.

Testausten alussa testattiin porttien toimivuus ajamalla Jungheinrichin lastauskoneella portista läpi edestakaisin noin kymmenen kertaa täydellä lavalla. Ensimmäisessä testiossa porttien parametreja säädettiin niin, että portti tunnistaa tagit kuorma-autoon sisään ja ulos mentäessä. Lisäksi luontaominaisuuksia ja -tehoja säädettiin, jotta tagit tunnistetaan oikealla hetkellä ja tarpeeksi hyvin. Varsinaisissa testikuormissa jokaista paitsi yhtä lukuun ottamatta kuormat lastattiin Transvalin lastaajan toimesta. Yksi kuorma lastattiin jakeluauton kuljettajan toimesta. Jokainen lastaus kesti noin 30 min – 45 min.

Työssä hyödynnettiin verkkolähteistä sekä kirjallisuuslähteistä saatua tietoa. Verkkolähteistä ja kirjallisuuslähteistä hankittua tietoa hyödynnettiin työn teoriaosassa sekä tietoa sovellettiin myös testausprosessissa sekä RFID:n haasteista ja hyödyistä Sinebrychoffin jakelussa. Havainnointia käytettiin myös työssä esimerkiksi testausprosessin aikana. Jokaisen testikuorman aikana jokainen tagitetty lava ja dolly kuvattiin, joista tehtiin analyysi lastauksen päätyttyä. Analyysissä pohdittiin, mikä mahdollisesti aiheutti tagin tunnistamattomuuden. Päätelmien johdosta korjauksia tehtiin tagien sijaintiin sekä portin asetukseen seuraavaan lastaukseen sen mukaisesti.

Insinööriyön aikana haastateltiin Stora Enson henkilöstöä, jakeluauton kuljettajia sekä Transvalin lastaajia. Stora Enson henkilöstöä haastateltiin RFID-tageihin sekä porttiin liittyvistä asioista, kuten tagien tyypistä sekä porttien luentaominaisuuksista. Jakeluauton kuljettajia haastateltiin lastausprosessiin liittyvistä asioista, kuten miten he lastaavat kuorman kyytiin sekä mitkä mahdolliset seikat tulisi ottaa huomioon, kun huomioidaan esimerkiksi tagin kiinnityskohta. Transvalin lastaajia haastateltiin myös lastaukseen liittyvissä asioissa.

6 Nykytila-analyysi

Nykytila-analyysissä keskitytään Sinebrychoffin tämänhetkiseen lastausprosessiin. Analyysissä pohjustetaan myös tuotteiden keräilyä sekä tuotetyyppejä.

Sinebrychoffin tehtaalle kerätään vientikuormia ulkomaille, INEX-kuormia joko suoranou-toja suoratoimituksina Prismoihin tai muutamaan S-Markettiin, INEX-terminaalikuormia, Postin terminaalikuormia sekä paikallisjakelun jakokuormia. Lisäksi tehtaalle kerätään muutamia muita kuormia kuten Lidl:n tai Tokmannin keskusvaraston kuormia.

Tällä hetkellä Sinebrychoff kerää tuotteensa joko dollyjen eli metallirullakoiden tai lavojen päälle. Lavoja on täysiä lavoja, bib-lavoja sekä aps-lavoja. Täydet lavat sisältävät vain yhtä tuotetta, bib-lavat tulevat käsin keräysalueelta, ja niissä voi olla useampaa eri tuotetta sekä useamman asiakkaan tuotteita, mutta bib-lavat ovat usein melko matalia, keskimäärin noin 0,5 – 1 metriä korkeita. Käsin keräilyalueelta tulevat bib-lavat voivat sisältää myös 30 litraisia astioita tai hiilihappopulloja. Aps-lavat tulevat automaation kautta, joihin kerätään useita tuotteita sekä useamman asiakkaan tuotteita, ja ne ovat keskimäärin noin 0,5 – 1,3 metriä korkeita.

Adapterilavan päälle on myös poikkeustapauksissa mahdollista kerätä tuotteita. Adapterilava koostuu panimolavasta, jossa on lavan päällä alusta, johon dollyt mahtuvat ja pysyvät paikoillaan. Adapterilavojen korkeus on keskimäärin noin 1,7 metriä. Jokaisessa lavassa ja dollyssä on lavasaatelappu, josta selviää kyseisen lavan tai dollyn tiedot,

muun muassa asiakas, tuote, tuotteiden määrä, kuormanumero, jakopäivämäärä, paikkakunta, lavanumero sekä paino.

INEX-suoranoutoihin, INEX-terminaalikuormiin, Lidl:n, Tokmannin sekä Postin terminaalikuormille tehdään lähettämössä manuaalisesti uloskuittaus eli checkout. Checkoutilla varmistetaan, että tuotteet ovat lähteneet Sinebrychoffin tehtaalta. Jakeluesimiehet tekevät checkoutin lähettämössä, johon kuskit tulevat ilmoittamaan kuormakohtaisesti, kuinka monta lavaa on lastattu auton kyytiin. Checkoutin myötä kuskeille tulostetaan kuormista rahtikirjat. Paikalliskuormiin kuljettajat merkitsevät itse käsipäätteellä lavamäärät asiakasta kohti. Lavat merkataan myydyiksi asiakkaalle, koska niissä on pantti, joka on noin 50 € lavaa kohden.

Lastaaminen alkaa, kun paikallisjakelun kuljettaja tulee Sinebrychoffin tehtaalle, ja hakee lähettämöstä lastauslistan kuormaansa varten. Osa paikallisjakelun kuskeista lastaa seuraavan kuorman edellisenä päivänä, koska heidän jakelu ulottuu paikallisjakelun raja-alueille. Paikalliskuskiin, jotka lastaavat edellisenä iltana seuraavan päivän kuormansa, lastausajankohta sijoittuu normaalissa rytmissä kello 16 - 17 välille. Poikkeuksia tietenkin on, jolloin lastaus myöhästyy, esimerkiksi sesonkiaikoina suuren myyntivolyymin myötä tai keräilykoneiden teknisten vikojen vuoksi. Lastauslistan saatuaan kuskit käyvät purkupuolella tyhjentämässä auton edellisen kuorman kerryttämistä tyhjöpäällysteistä, kuten dollyistä, panimolavoista, pulloastioista tai kennolevyistä. Tyhjöpäällysteiden purkamisen jälkeen kuski ajaa jakelukeskukseen oikealle laiturille, joka lukee lastauslistassa tai lähettämössä olevalla listalla.

Lastauslistalle on merkitty muun muassa kuljettajan autonumero, kuskinumero, asiakkaat, joihin kuski toimittaa tuotteet sekä tuotetyypit, esim. dolly, aps-lava, täyslava tai bib-lava ja niiden sijainti eli putkinumero. Putkinumero määrittää, mille laiturille kuskin kannattaa ajaa autonsa, jottei lastaamiseen kuluisi ylimääräistä aikaa pitkän välimatkan takia.

Lastaus alkaa, kun kuljettaja on ajanut autonsa laituriiin ja tehnyt tarvittavat turvatoimenpiteet. Turvatoimenpiteisiin kuuluu pyöräkiilojen, huomioliivin sekä turvakenkien käyttö lastauksen aikana. Putkessa olevat tuotteet ovat merkitty lastauslappuun. Tuotteet ovat dollyjen ja panimolavojen päällä, ja jokaisessa dollyssa ja lavassa on lavasaate, josta kuljettaja näkee, mitä tuotteita kyseisellä lavalla tai dollyllä on ja mille asiakkaalle ne

kuuluvat. Lisäksi lavasaatteesta näkee, minkä kuorman tuotteet ovat sekä mikä on tuotteiden toimituspäivä asiakkaalle. Kuljettajan tehtävä on tarkistaa, että kaikki tuotteet ovat putkessa ja että ne kuuluvat oikeaan kuormaan. Jos puutoksia ilmenee, ottaa kuski yhteyttä keräilyn operaattoreihin, jotka tekevät tarvittavat toimenpiteet.

Kuorman lastauksessa kuljettaja joutuu usein yhdistelemään tuotteita lavoilta dollyille, jotta jakelu olisi tehokkaampaa asiakkaan päässä. Lisäksi kuskit käyttävät tuotteiden rikkoutumisen turvaamiseksi kelmaa hyödyksi. Kuskit kelmuttavat dollyt ja lavat, jotta tuotteet niiden päällä pysyvät kuljetuksen ajan paremmin paikoillaan eivätkä hajoa kuljetuksen aikana. Lastauksen yhteydessä kuskin tehtävänä on laskea lava- sekä dollymäärät, mitkä hän lastaa autoon kyytiin.

Kun kuski on lastannut kuorman kokonaisuudessaan autoon, vie hän ylimääräiset dollyt, lavat sekä lastauskoneen takaisin niille merkitylle paikoille. Tämän jälkeen kuski menee lähettämöön ilmoittamaan, että on lastannut kuorman, jonka jälkeen lähettämön jakelu-esimiehet lataavat kuorman kuljettajan käsipäätteelle. Käsipäätteellä kuljettaja näkee kuorman tiedot ja ennen kuorman aloitusta kuski merkkää, kuinka monta lavaa ja kuinka monta dollya lähti matkaan mukaan. Dollyt ja lavat merkataan asiakkaille myydyiksi, sillä niissä on pantti. Lavojen merkkaamisen jälkeen käsipäätteelle kuljettaja aloittaa jakelun.

Sinebrychoffin paikallisjakelu ulottuu idässä Kotkaan, lännessä Hankoon sekä pohjoisessa Joutsaan asti. Sinebrychoffin paikallisjakelualueen ulkopuolisen jakelun hoitaa Posti Oy sekä INEX Partners Oy. Postin kuormat koostuvat runkokuormasta eli siirtokuormasta kohdeterminaaliin sekä jakokuormasta, joka jaetaan kahden päivän sisällä tilauksesta kohdeterminaalista. Postin toiminta Sinebrychoffin tehtaalla toimii samalla periaatteella kuin paikallisjakelun lastaus. Osan Postin siirtokuormista kuski lastaa itse ja osassa Posti käyttää heidän aliurakoitsijaa Transvalia, joiden työntekijät lastaavat siirtokuormat.

Kuskit tai Transvalin työntekijät lastaavat siirtokuormat samalla toimintaperiaatteella. Transvalin lastaajat hakevat lastauslistat lähettämöstä. Lastauslista on samanlainen kuin paikallisjakelun kuormissa, missä näkyy putkinumero, jossa tuotteet ovat, laiturin numero mihin auto kannattaa ajaa, tuotteet, asiakkaat sekä mihin kohdeterminaaliin kuorma on menossa.

Postin ja INEXin terminaalissa kuorma puretaan kokonaisuudessaan terminaalissa oleviin putkiin. Terminaalissa tuotteet lajitellaan jakokuorma kohtaisesti, jotta kuskit pystyvät lastaamaan kuormansa tehokkaasti, sekä toimittamaan asiakkaiden tuotteet tehokkaasti.

Tuotteiden laadullinen seuranta, ovatko ne oikeassa paikassa, oikeaan aikaan ja oikean määräisenä, perustuvat tällä hetkellä käytännössä vain ihmisen havainnointiin, eikä niinkään järjestelmien luomaan valvontaan. Kuskeilla ja lastaajilla on vastuu, että he lastaavat oikeat tuotteet kyytiin sekä että he ottavat kaikki oman kuorman tuotteet kyytiin. Havainnointi tapahtuu lastauslistan perusteella.

Järjestelmistä pystytään vain todentamaan, että kuorma on kerätty putkeen. Lisäksi käsin keräysalueelta tulevat tuotteet ovat keräilijöiden toiminnan varassa. Tämä onkin melko haavoittuva toimintamalli, sillä tuotteita saatetaan kerätä väärin tai jokin tuote jää kokonaan keräämättä.

Kuvan 7 prosessikaaviossa havainnollistetaan, miten Sinebrychoffin jakelussa lastausprosessi toimii tällä hetkellä.



Kuva 7. Sinebrychoffin jakelun lastausprosessin nykytila-analyysi.

6.1 RFID-teknologia Sinebrychoffin jakelussa

Stora Enson kehittämät uudenlaiset kierrätettävät ja muovittomat RFID-tagit luovat uutta, kestävämpää, tehokkaampaa sekä läpinäkyvämpää toimitusketjua. RFID-tunnistus mahdollistaa kuljettajien tekemien virheiden minimoimisen, jottei tuotteita jäisi lastauksen yhteydessä Sinebrychoffin tehtaalle. Tuotteiden jääminen tehtaalle lisää kuljetuskustannuksia sekä työkustannuksia. Lisäksi ylimääräiset kuljetuskustannukset lisäävät ajokilometrien myötä hiilijalanjälkeä, mikä kuormittaa ympäristöä. On myös huomioitava, että RFID-teknologian myötä toimitusvarmuus sekä asiakastyytyväisyys paranevat. (StoraEnso 2019.)

Mikäli RFID-teknologian hyödyt ovat vaaditulla tasolla, Sinebrychoffin jakelukeskukseen tulee 32 asennettua RFID-porttia, jotka tunnistavat RFID-tagit molempiin suuntiin. Kun tagi menee portista läpi, portti tunnistaa, että tagi on lähtenyt lähetysalueelta. Jos lava tai dolly jossa tagi on kiinni, tulisi takaisin portista lähetysalueelle, portti tunnistaa tagin palautuneen lastausalueelle. Tagit tulee kiinnitetyiksi lavoissa ja dollyissa oleviin lavasaatelappuihin. Lavakohtainen tunnistaminen ei tämänhetkisen keruuprosessin myötä ole mahdollinen tai olisi ainakin hyvin haasteellinen toteuttaa, sillä kuskit joutuvat yhdistelemään tuotteita lavoilta dollyille.

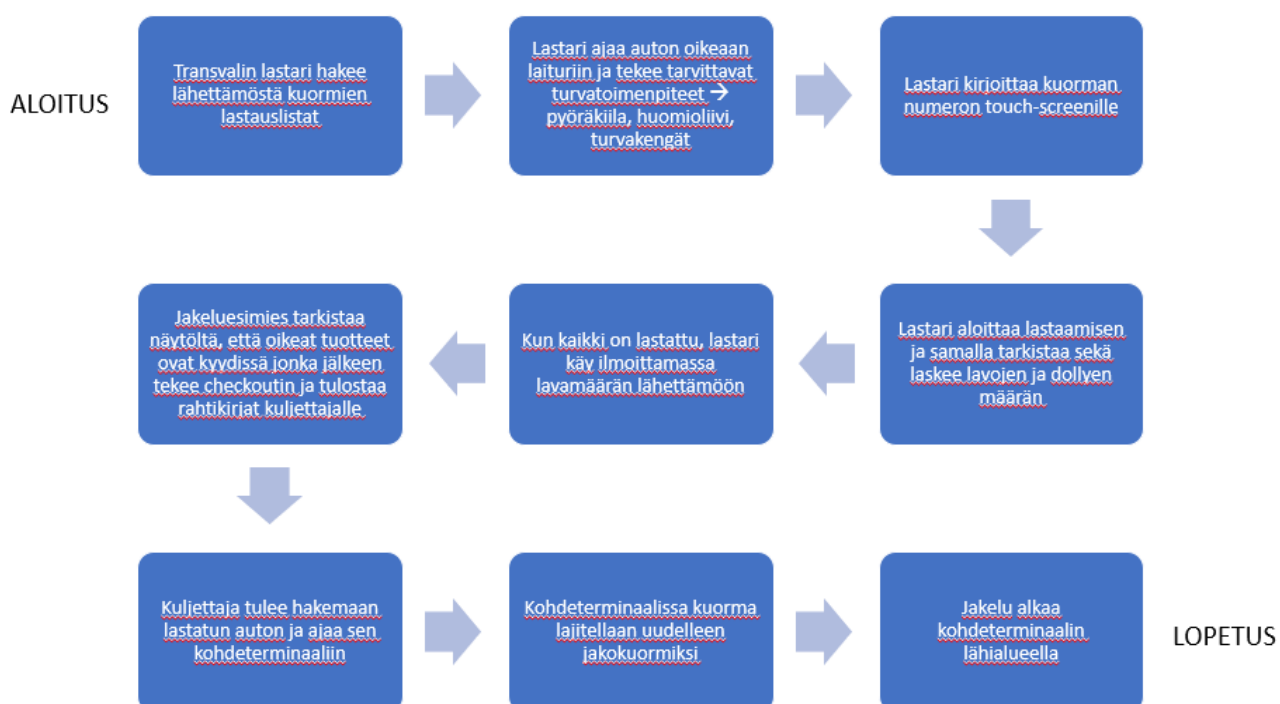
Testausvaiheessa on yksi testiportti, RFID-lukija ja tagit lavasaatteisiin, jotka laitetaan testausvaiheessa manuaalisesti käsin kiinni lavoihin ja dollyihin. Lopullisessa ratkaisussa lähetysalueelle tulee jokaisen lastauslaiturin kohdalle kosketusnäyttö, jossa näkyvät hetkisen kuorman tiedot, jota kuski on lastaamassa. Lastausprosessi alkaa, kun kuski saapuu Sinebrychoffin tehtaalle, vie tyhjääpäälysteet purkupuolelle ja hakee lastauslistan lähettämöstä. Lastaus alkaa, kun kuski asettaa kyseisen kuorman kuormanumeron kosketusnäytölle, joka aktivoi näytön, tunnistaa kuorman ja siihen kuuluvat tuotteet. Lisäksi näyttö tunnistaa kuormanumeron yhteydessä siihen kuuluvat RFID-tagit, jotka ovat lavasaatteissa. RFID-tageille on määritetty tuotetiedot sekä asiakastiedot.

Lastauksen aikana kuski näkee lastausoven vieressä olevalta näytöltä, miten kuorma etenee. Lastauksen alkuvaiheessa, kun kuorman numero on asetettu näytölle, valitsee kuski Start-toiminnon, jolloin lastaaminen voi alkaa. Start-toiminnon jälkeen näytössä näkyy kuorman numero, kuljettajanumero, autonumero sekä visuaalisena kuvana RFID-tagin kohtainen kuva, josta kuski helposti näkee, onko oikeat tuotteet lastattu kyytiin. Alkunäytössä kuvat, jotka kuvastavat tuotteissa olevia tageja, ovat keltaisella, mikä tarkoittaa, että kyseisiä tuotteita ei ole vielä lastattu auton kyytiin. Kuvat muuttuvat vihreäksi, kun tuotteet ohittavat RFID-portin, ja tuotteet on lastattu auton kyytiin. Näyttö vilkkuu punaisella sekä kyseisen lavan tai dollyn kuva on punainen, jossa on tuotteita, jotka eivät kuulu kyseiseen kuormaan. Näyttö muuttuu normaaliksi, kun väärät tuotteet, joissa RFID-tagin on, siirretään portista takaisin lastausalueelle. Portti tunnistaa molempiin suuntiin tapahtuvan tagien siirtelyn.

Maksimaalisen hyödyn takaamiseksi monitorointi on isossa osassa lastausprosessia. Lastausalueella olevista kosketusnäytöistä kuskit ja Transvalin lastaajat näkevät reaaliajassa kuorman etenemisen. Tämä helpottaa lastausta sekä vähentää virheitä, kun

näyttö ilmoittaa, jos kuljettaja tai lastaaja lastaa väärä tuotteita kyytiin. Mikäli checkoutin pystyisi tekemään, vaikka kaikki tuotteet eivät olisi kyydissä, täytyy lähettämössä olla erillinen näyttö, josta monitoroidaan kuormia. Lähettämössä olevalta näytöltä pystyttäisiin monitoroimaan, onko lähetyalueelle jäänyt tuotteita kuormista. Värisymbolit kertoisivat, jos tuotteet ovat olleet lähetyalueella pitkään.

Kuvan 6 prosessikaaviossa havainnollistetaan, miten Sinebrychoffin jakelun lastausprosessi tulisi muuttumaan RFID-tekniikan myötä, mikäli se otettaisiin käyttöön tehtaalla.



Kuva 6. Sinebrychoffin lastausprosessi RFID-tekniikan myötä.

6.2 Lastausprosessin haasteet RFID-tekniikan myötä

RFID-tekniikkaa käytettäessä muodostuu aina jonkinlaisia haasteita. Haasteet ovat toimialasta riippuen erilaisia, sekä ne ilmenevät eri prosesseissa ja eri tilanteissa. Tässä osiossa tarkastellaan Sinebrychoffin lastausprosessin ja RFID-tekniikan tuomia haasteita. Suurimmat haasteet painottuvat tuotteiden tunnistamiseen monestakin eri syystä.

Aiemmin mainitut syyt kuten nesteiden ja metallien aiheuttamat häiriöt tunnistettavuuteen aiheuttavat haasteita.

Teollisuudessa RFID-tekniikkaa käytetään useimmissa tapauksissa tuotteiden tunnistamiseen ja niiden seurantaan. Sinebrychoffin logistiikkaa, erityisesti jakelua, pyritään myös parantamaan ja tehostamaan etätunnistuksen avulla. Tunnistaminen lieneekin olevan suurimpia haasteita, vaikka se onkin RFID-tekniikan peruserä. Sinebrychoffin tuotevalikoimaan sisältyy pelkästään nesteitä, mikä hankaloittaa tuotteiden tunnistamista, sillä nesteet häiritsevät radiotaajuuksia. Lisäksi tuotteet kerätään metallirullakoiden päälle sekä osassa tuotteista on metallia itsessään, kuten 30 litran astiat, mikä lisää myös haasteita tuotteiden tunnistamiseen.

Mikäli lastausprosessi kehitetään siihen pisteeseen, että RFID-portin pitää lukea jokainen kuormaan kuuluva tagi, jotta kuormalle voidaan tehdä uloskuittaus eli checkout. Tässä toimintamallissa haasteeksi muodostuu, jos kuormat eivät valmistu suunnitellun aikataulun puitteissa, ja kuljettaja joutuu lähtemään esimerkiksi ajoajan päättymisen vuoksi, ennen kuin kaikki tuotteet on kerätty. Tuotteet joita kuski ei ehtisi ottamaan mukaan, toimitettaisiin ne toisella kyydillä kohdeterminaaliin. Haasteeksi tässä prosessissa muodostuisi kuorman checkoutin tekeminen, sillä osa tuotteista olisi lähtenyt aikaisemmin. Lisäksi voi tulla tilanteita, jolloin kuorma ei mahdu kokonaisuudessaan kuljettajan autoon, vaan jääneet tuotteet lastataan toiseen autoon myöhemmin. Jääneiden tuotteiden sekä kuorman uloskuittamisen kanssa syntyy näin ollen ongelmia.

Ongelmaksi muodostuu myös RFID-tagin paikka lavoissa sekä dollyissa. Tagit sijoitetaan lavasaatteeseen, joten sillä on suurin merkitys tuotteiden tunnistamisen ja seurannan onnistumiselle. Tunnistusprosessin onnistumisen kannalta onkin perusedellytys, että lavatarrat saadaan harmonisoitua Sinebrychoffilla jokaisen keruutyypin kesken samanlaiseksi. Lisäksi lavasaatteita saattaa irrota lastausvaiheessa huomaamatta lavoista sekä dollyistä, tai jossain tapauksissa lavasaate puuttuu jo valmiiksi dollystä tai lavoista. Seuraava ongelma onkin sidoksissa aiempaan ongelmaan, sillä jos lavasaate puuttuu, täytyy kuskin hakea uusi lavasaate operaattoreilta. Operaattorit tulostavat uuden lavasaatteen, mutta tulostimen täytyy olla sellainen, että RFID-tagin on saatavilla myös manuaalisesti tulostettaviin lavasaatelappuihin.

Yksi haasteista on myös Postin ja INEXin terminaalikuormien lastaaminen. Esimerkiksi pohjoisen terminaalit Rovaniemi, Oulu ja Kemi, lastataan samaan autoon, mutta ne on tehty kolmelle eri kuormalle. Jokainen terminaali on siis omalla kuormallaan. Lisäksi INEX Sipoo- sekä Kerava-kuormien kohdalla kuljettajat lastaavat kuormia niin, että ottavat useasta eri kuormasta tuotteita, jotta auto tulisi aina täyteen. On tietenkin logistisesti kustannustehokkainta ajaa täydellä autolla, mutta suuri haaste on tuotteiden tunnistaminen, jotta saadaan myös kuormien uloskuittaus tehtyä prosessin mukaisesti.

Haasteita tuo myös tuotteiden kelmuttaminen. Kuskit kelmuttavat muun muassa dollyt neljän nippuihin, jolloin lavasaatelappu jää kelmun alle tai lavalaput jäävät nipun sisäpuolelle. Tuotteita jaotellaan lavoilta asiakaskohtaisesti dollyjen päälle, jonka jälkeen dolly kelmutetaan. Portti ei välttämättä tunnista jokaisella kerralla tagia, jos sen päällä on paljon kelmua tai tagi osuu kelmun myötä tölkkiin kiinni, jolloin metalli häiritsee tunnistamista. Lavoissa on yksi lavasaatelappu, mutta kuljettajat siirtelevät tuotteita lavoilta dollyille, jolloin dollyja muodostuu yleensä useampi yhtä lavaa kohden. Kuljettajan onkin tärkeää muistaa kiinnittää kyseinen tarra johonkin dollyn kylkeen, jotta portti tunnistaa, että tuotteetkin ovat lähteneet tehtaalta.

Tuotteiden jaottelu asiakaskohtaisesti lavoilta dollyille luo myös toisenlaisia haasteita, sillä esimerkiksi yhdestä lavasta kuljettajat muodostavat neljä dollya. Kuljettaja repii lavassa olevan lavasaatelapun ja kiinnittää lavasaatelapun suikaleet dollyihin, joista näkee, minkä asiakkaan tuotteet ovat. Tämä luo haasteita, kun RFID-tagia asetetaan lavasaatelappuun. Tagin repeytyessä tunnistamisesta tulee epävarmaa.

Haasteita muodostuu myös keräilyssä käsin keräilyalueelta tulevista lavoista ja dollyista. Lavoihin ja dollyihin jotka tulevat automaation kautta, tulostetaan ja kiinnitetään myös lavasaatelaput, joihin RFID-tagitkin tulevat kiinni. Tulostus ja kiinnitys tapahtuu automaatiolla toimivalla tulostimella. Keräilyautomaatin kautta tulevissa dollyissa ja lavoissa lavasaatelappu on tarra, joka kiinnitetään tuotteiden kylkeen. Käsin keräilyalueelta tulevat lavat ja dollyt kerätään käsin, ja lavasaatelaput tulostetaan keräilijän toimesta lavan tai dollyn päälle. RFID-tagin kiinnittäminen käsin keräilyalueelta tuleviin tuotteisiin lisää haasteita niiden tunnistamiseen.

Yksi merkittävä huomioon otettava seikka on myös tarran kiinnityskohta. Sinebrychoffilla useassa tuotteessa on metallia ja kaikissa nestettä, joten tagien tunnistettavuus saattaa

tuottaa ongelmia. Esimerkiksi mikäli lavalle kerätään vain astioita tai hiilihappopullo, lavalappu ei voi olla kiinni tuotteessa, sillä metallin tuoma häirintä vaikuttaa tagin tunnistavuuteen negatiivisesti.

Testausprosessi tapahtui keväällä, jolloin lämpötila oli 15 - 20 asteen välissä. Stora Enso on ilmoittanut, että lämpötilan ei pitäisi vaikuttaa tagin sekä porttien toimivuuteen. Tässä on hyvä huomioida myös talven tuomat haasteet, kun lukijaportteja asennetaan. Kovalla pakkasella tagien tunnistaminen saattaa tuottaa joitakin haasteita. Lisäksi kun varaston tiloissa on lämmintä ja ulkona kylmää, saattaa tageihin muodostua kosteutta, mikä voi aiheuttaa toimintahäiriöitä.

Erilaisista lastaustyyleistä johtuvia haasteita on myös muutamia, sillä jokaisella kuskilla ja lastaajalla on oma tyyli lastata kuormia. Ongelmaksi muodostuu lavojen nostaminen toisen lavan päälle jo lastausalueella, jolloin ylemmän lavan tagi on noin 2,5 metrin korkeudessa, jolloin portti ei kykene tunnistamaan kyseistä tagia. Lisäksi jotkut lastaajat joutuvat lastaamaan lavoja poikittain, jolloin tagia ei tunnisteta, sillä se ei ole lavan sivussa vaan sen edessä.

7 Testausprosessi

Stora Enso asensi testausta varten yhden RFID-portin jakelukeskukseen ovelle 10. Portissa on kaksi lukijaa kummallakin puolella lastauslaituria, jotta tagien lukuvarmuus olisi optimaalisella tasolla. Portit tunnistavat myös RFID-tagit, jos ne ajetaan takaisin lastausalueelle autosta.

Testausvaiheessa käytettiin Stora Enson PC-sovellusta, jolla operoitiin ja seurattiin, että lastaus onnistuu sekä toimii laadullisesti moitteettomasti. PC-sovelluksesta saadaan konvertoitua tiedot myös Excel-taulukkoon, josta pystytään varmentamaan tunnistusprosentti jokaista kuormaa kohden. Excelistä pystyi tarkistamaan jokaisen kuorman kohdalta, että SSCC-koodit on varmasti tunnistettu. Stora Enso toimitti testausta varten RFID-tageja sekä koodaimen, jonka avulla koodattiin tageihin lavasaatelappujen SSCC-

koodit, jotka ovat luettavissa ja hyödynnettävissä taustajärjestelmissä. Lavasaatelapuissa olevat SSCC-koodit koodattiin siis käsiskannerilla manuaalisesti, jonka jälkeen RFID-portti pystyy tunnistamaan lavoissa sekä dollyissa olevat tagit.

Seuraavissa kuvissa on kuvattuna Zebran valmistama optinen skanneri, jota käytettiin testausprosessin aikana tagien koodaamiseen. Laite on kaksiosainen, jossa ylemmässä osassa on viivakoodinlukija, joka lukee lavoista ja dollyista SSCC-koodit. Kuvassa 8 olevalla laitteella konvertoitiin tageihin SSCC-koodien tiedot.



Kuva 8. Zebra-käsiskanneri.

Kuvassa 9 on kuvattuna tag, jota käytettiin testausprosesseissa lavoissa ja dollyissa. Kyseinen tag on Stora Enson kehittämä racer tag, joka toimii 866 MHz:n taajuusalueella. Antennityyppi on dipoli, jossa kaksi rinnakkain kulkevaa lankaa radiosta erkaantuvat toisistaan vastakkaisiin suuntiin muodostaen kaksinapaisen. Dipoliantenni on suunta-antenni, jonka antennivahvistus ei ole kovin suuri, mutta joka yksinkertaisena lanka-antennina on helppo sekä edullinen rakentaa ja ylläpitää.

Kyseinen tagi valittiin testaukseen, sillä se tarjoaa pisintä lukuetaisyyttä ja näin ollen on tehokkain tunniste luentaominaisuuksiltaan.



Kuva 9. RFID-tagin.

Kuvassa 10 on havainnollistettu, minkälaiset olivat RFID-portit testauksen aikana. Kuvasta huomaa, että portit ovat kaksisuuntaisia, eli portit tunnistavat molempiin suuntiin liikkuvat tagit. Porttien lukuominaisuus ja -etaisyys on kaarevan muotoinen alue, joka ulottuu noin 2 metrin korkeuteen.



Kuva 10. RFID-portit.

7.1 Tagien tunnistusvarmuus

Stora Enso koulutti tarvittavan määrän Sinebrychoffin henkilöstöä testausta varten sen läpiviemisen onnistumisen takaamiseksi. Testaus oli monivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa testattiin yleisesti portin toimivuus ja lukuvarmuus. Ensimmäisessä testissä

testattiin vain, tunnistaako portti lavoissa ja dollyissa olevia tageja kumpaankin suuntaan. Ensimmäisessä testissä ei ollut kuskeja tai lastaajia mukana. Testaus tapahtui mahdollisimman optimiolosuhteissa, jotta testaus on 100-prosenttisen varma ja luotettava.

Jokainen testaus suoritettiin Jungheinrichin lastauskoneella sekä jokainen tagi kiinnitettiin mahdollisimman optimaaliseen paikkaan lavoihin sekä dollyihin. Tagit laitettiin lähelle lavalappua sekä mahdollisimman paljon irti tuotteesta, sillä esimerkiksi metalli häiritsee radiotaajuuksia. Tällä varmistettiin testiolosuhteissa, että tunnistettavuus olisi jokaisen tagin kohdalla 100 %. Tässä vaiheessa testattiin vain tagien toimivuutta täyslavalla sekä dollylla. Lastausnopeus pyrittiin optimoimaan siten, että se vastaisi samaa nopeutta kuin lastaajien tai kuskiensa lastaus.

Ensimmäinen testi saatiin toimimaan 100 % varmuudella, mutta tässä kohtaa jo ilmeni pieniä haasteita. Tagin paikka tulee olla todella tarkkaan määritelty ja laitettu. Mikäli tagi kosketti tuotetta, tunnistusvarmuus pieneni merkittävästi. Lavat ja dollyt on pääsääntöisesti kaikki kelmutettu, joten tagin ja tuotteen väliin jää riittävä ilmarako, jolloin tunnistettavuus saatiin optimaaliseksi. Tässä testauksessa lastattiin lavoja ja dollyja edestakaisin noin 15 kertaa peräkärryn kyytiin, jotta saatiin haluttu tunnistettavuusprosentti eli 100 %.

7.2 Testikuormat Transvalin lastaajan kanssa

Toisessa vaiheessa testattiin tagien tunnistettavuutta lastaajan kanssa, joka lastasi kuorman kuorma-auton kyytiin. Toisessa testausvaiheessa testattiin käytännössä, miten kuskin ja lastaajan tekemät toimenpiteet lastauksen aikana vaikuttavat tunnistettavuuteen. Testi suoritettiin siten, että jakeluesimies kävi koodaamassa tagit ja laittamassa ne optimaalisiin paikkoihin lavoihin sekä dollyihin. Tämän jälkeen Transvalin lastaaja lastasi normaalisti kuorman kyytiin, jonka aikana jokaisesta lavasta ja dollysta otettiin kuvat ja katsottiin, tunnistiko portti kyseistä tagia. Mikäli tagia ei tunnistettu, analysoitiin tunnistamaton tagi ja pyrittiin löytämään ratkaisu, minkä takia tagi jäi tunnistamatta.

Toisen vaiheen testauksia suoritettiin 5 kuormaa yhteensä, joissa jokaisessa kuormassa oli 15-20 tagia. Kaikki kuormat lastattiin Transvalin lastaajien toimesta. Testiolosuhteet

olivat samanlaiset kuin normaalisti olisi lastatessa kuormia. Testikuormissa, joita Transvalin lastaajat lastasivat, tarkkailtiin erityisesti tagien tunnistusvarmuuden lisäksi alkutes-teissä ilmeneviä haasteita. Näissä kuormissa huomio kohdistui lastausnopeuteen, tagien paikkaan lavoissa ja dollyissa sekä portin lukuominaisuuteen edestakaisessa liikenteessä.

7.3 Tagien määrä lavoissa ja dollyissa

Kolmas testausosio tehtiin, kun portteja oli hieman säädelty Stora Enson toimesta, jotta tunnistettavuus parantuisi. Porttien etäisyyttä toisistaan siirrettiin, sillä tuloksista huomasi, että ongelmana saattoi olla porttien liian läheinen etäisyys toisistaan. Lisäksi luku-tehoa säädettiin voimakkaammaksi, kun huomattiin edellisessä testauksessa, että kaikkia tageja ei tunnistettu, vaikka niissä ei olisi pitänyt olla mitään suurempia häiriötekijöitä. Esimerkiksi kaksi samanlaista lavaa, joissa oli vain muovipulloissa vettä, joiden ainoa häiriötä aiheuttava tekijä oli neste. Kyseisessä tilanteessa kuitenkin vain toinen tageista tunnistettiin ja toinen ei. Vastaavanlaisia tilanteita ilmeni muutamia.

Tämän testauksen pääpaino oli porttien säätöjen jälkeisten parannusten saaminen sekä katsoa, vaikuttaako tagien määrä lavassa tai dollyssa tulosten laatuun. Tämä testaus mahdollistaa epäkohdan, mikäli lavalla tai dollylla on kaksi tai useampi tagi samaan aikaan kiinni. Esimerkiksi kun kuskit tai lastaajat joutuvat siirtelemään tuotteita lavalta toiselle, niin silloin myös tagi on laitettava toiseen lavaan kiinni, jossa on jo yksi tagi valmiiksi kiinni. Useamman tagin lavoja ja dollyja oli yhteensä viidessä eri kuormassa.

7.4 Erilaisen tagin käyttö

Tässä testivaiheessa pääpainotus oli edellisten testien pohjalta saatujen tulosten parannus sekä tässä testissä kokeiltiin myös erilaisia tageja. Testissä oli käytössä 5 kappaletta flag tageja, eli tagin tunnisteosa on irti kokonaan lavasta ja dollystä. Tämä mahdollistaa paremman tunnistamisen, sillä tagi ei ole missään vaiheessa kiinni tuotteessa. Tässä testilastauksessa ilmeni myös ongelmaksi tagin tunnistamattomuus, mikäli kuski tai lastaaja lastasi lavan liian läheltä porttia, jolloin tagi jäi reilusti portin alapuolelle.

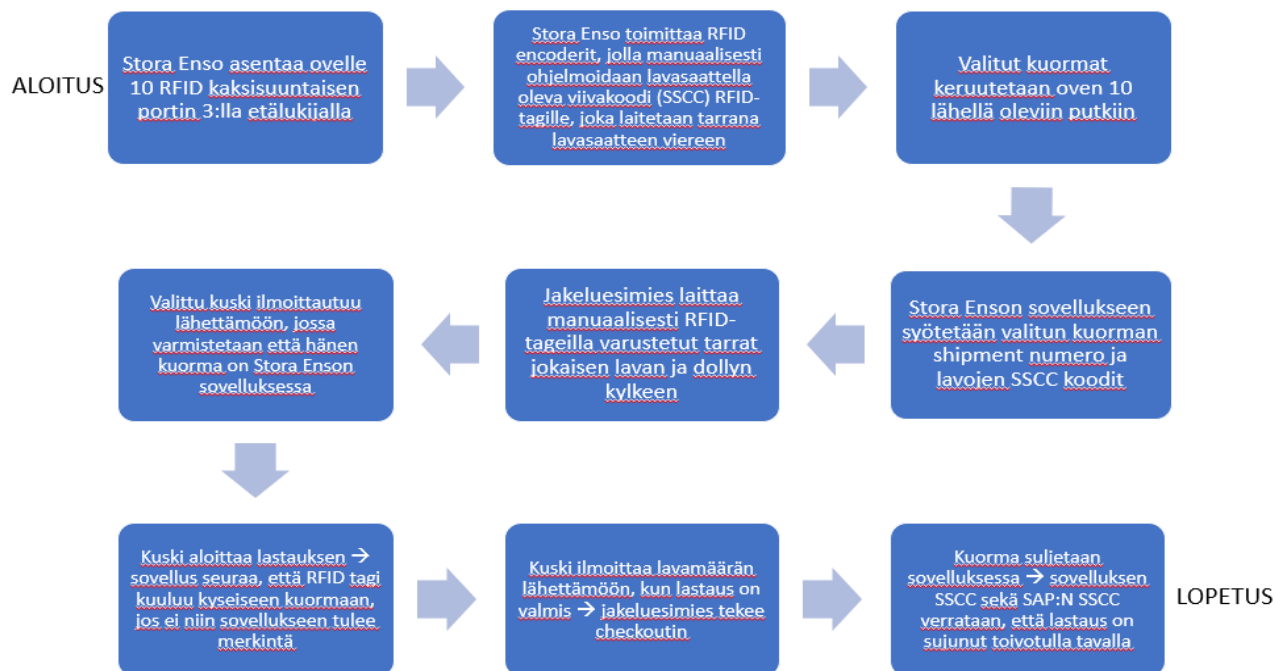
että alla olevassa lavassa olevaa tagia ei tunnistettu. Todellista varmuutta ei kuitenkaan ole vielä saatu siitä, miksi kaksi täysin identtistä tagia ja lavaa eivät toimineet yhtä hyvin.



Kuva 12. Tagitetty Bonaquan täyslava.

Testausprosessin ensimmäisessä vaiheessa tulokset olivat 40 % - 85 % tunnistetuista tageista. Hajonta oli aika suuri, mutta varmuutta ei ole miksi tunnistusprosentti vaihteli näin paljon. Seuraavassa testausosiossa tunnistusprosentti oli 63 % - 80 %. Porttien säätö, jossa porttien etäisyyttä sekä lukutehoa muutettiin, saattoi vaikuttaa hieman positiivisesti tuloksiin. Mutta suurempaa parannusta ei kuitenkaan ollut havaittavissa tulosten osalta. Viimeisen testivaiheen tunnistusprosentti oli 53 % - 90 %. Lopussa saatiin paras tulos, mikä selittyy sillä, että siinä käytettiin flag tageja. Viimeisen testikuorman lavoissa ja dollyissa oli puolet normaaleita tageja ja puolet flag tageja. Flag tagit tunnistettiin kaikki. Yhteensä tageja kyseisessä kuormassa oli 11.

Kuvan 13 prosessikaaviosta käy ilmi testausprosessin vaiheet.



Kuva 13. Testausprosessin prosessikaavio.

8 Tutkimustulokset

Ensimmäinen testaus suoritettiin ilman kuskeja tai lastaajia mutta kuitenkin niin, että testaus vastasi kuvitteellista oikeaa lastaustilannetta, jossa kuski tai lastaaja lastaa kuorman ajoneuvon. Ensimmäisen testauksen pääteema oli testata tagien toimivuus lastausympäristössä. Manuaalisesti kiinnitettäviä tageja oli käsiskannerilla koodattu oikeaan muotoon, jotta portit tunnistaisivat ne. Testauksen ensimmäisessä vaiheessa testaaminen tehtiin vain täyslavoilla. Testauksessa pyrittiin lastata lavat ajoneuvon kyytiin samalla nopeudella kuin keskiverto kuljettaja tai lastaaja sen lastaisi, jotta RFID-tagit tunnistettaisiin 100 % varmuudella myös siinä tilanteessa, kun kuski tai lastaaja lastaa kuorman ajoneuvon kyytiin.

Testausprosessissa kävi ilmi, että tagit ovat sen verran kehittyneet, että lämpövaihtelut eivät vaikuta luettavuuteen. Portti tunnistaa tagit, vaikka olisi kesällä yli +35 astetta ja talvella vaikka olisi alle -35 astetta. Tuotteiden kelmuttaminen ei myöskään ole rajoittava tekijä, kunhan tagi on lavan tai dollyn ulkoreunassa. Portti tunnistaa tagit, vaikka kuljettaja tai lastaaja kelmuttaisi lavalla olevat tuotteet tai dollyt nippuun.

Testausprosessissa kävi ilmi, kun lastaaja pysähtyi laiturin eteen porttien läheisyyteen ja kelmutti lavan, tagia ei tunnistettu.

8.1 Porttien lukuominaisuus

Testin aikana havainnointiin, että porttien lukuaikaa tulee säätää melko tarkasti, jotta portit tunnistavat lavoissa olevat tagit, jos ne lastataan nopeasti kyytiin. Lisäksi havainnointiin, että portista takaisin tulevat lavat kuljetetaan keskimäärin hitaammin, joten porttien lukuominaisuuksia tuli muuttaa siten, että ne tunnistavat kahdensuuntaisen liikenteen myös yhtä tarkasti ja 100 % varmuudella. On myös tilanteita, joissa esimerkiksi uusi kuski tai lastaaja lastaa kuorman ajoneuvoon ensimmäisiä kertoja. Tällöin lastaamisnopeus ei ole yhtä nopeaa kuin kokeneemmillä kuskeilla tai lastaajilla. Porttien lukuaikoja pystyykin muuttamaan siten, että tagit tunnistetaan lastausnopeudesta huolimatta.

8.2 Tagin paikka lavassa tai dollyssa

Ensimmäisessä testauksessa suurimmaksi haasteeksi muodostui tagien paikka lavoissa ja dollyissa. Mikäli tagi oli kiinni tölissä, portti ei tunnista tagia, sillä metalli aiheuttaa näissä tapauksissa sen verran häiriötä radiotaajuudelle. Tähän ongelmaan on ratkaisu, jolla saadaan tagit tunnistettua. Stora Ensolla on olemassa niin sanottuja lipputageja. Tagien yläreunassa ei ole tarrapintaa, joten tagin yläreuna olisi hieman irti tölkin pinnasta. Toinen vaihtoehto olisi ohjelmoida lavalappuja tulostava tulostin niin, että se tulisi sellaiseen kohtaan, jossa tagi ei koskettaisi tölkin reunaa. Lisäksi astialavat aiheuttavat haasteita astioiden ollessa melkein kokonaan metallia. Ainoastaan astian ala- ja yläreunassa on noin 10 senttimetrin paksuinen muovinen osa. Näin ollen tagin kiinnittäminen astialavoihin tuottaa myös haastetta.

8.3 Dollyt

Toinen seikka oli dolly-niput, vaikkakaan niitä ei testattu, mutta mikäli kuljettaja kelmuttaa neljän dollyn nipun yhteen ja dollyissa olevat lavalaput jäävät nipun sisäpuolelle, portti ei tunnista tagia, sillä metalli aiheuttaa tässäkin tapauksessa häiriötä. Ratkaisuna tähän tulee olemaan kahdenpuoleiset lavalaput. Lavalaput tulisivat jatkossa dollyihin ja lavoihin kylkeen sekä etuosaan, jolloin tagit ovat vääjäämättä dolly-nipun ulkopuolella ja täten tunnistettavissa.

8.4 Manuaalilavat

Haasteita syntyy myös käsin keräilyalueelta tulevista lavoista, sillä niissä ei ole lavalappua kiinni lavan kyljessä, vaan se on tuotteiden päällä. Lavalappu tulostetaan keräilijöiden toimesta, ja se laitetaan lavan tai dollyn päälle, jolloin tagin paikka lavan päällä tuottaa ongelmia. Portti tunnistaa vain tagit, jotka ovat lavan tai dollyn sivussa.

8.5 Lastaustekniikoista johtuvat haasteet

Testausprosessin toisessa vaiheessa Transvalin lastaaja lastasi kuormia kuorma-autoon. Toisen testausvaiheen aikana testattiin kuusi kuormaa, ja yhteensä 85 tagilla varustettua lavaa tai dollya. Tunnistusprosentti oli kuitenkin melko keho: vain 40 % – 80 %. Suurimpia haasteita ilmeni itse lastausprosessin tuomat haasteet. Lastaaja saattaa nostaa pienemmän aps-lavan täyslavan päälle ja lastata tämän jälkeen lavat autoon, jolloin portit eivät tunnista ylemmän lavan tagia. Lisäksi käsin keräilyalueelta tulevat minidollyt on kelmutettu yhteen, mutta poikkeuksetta lastaajat repivät päällimmäisen kelmun pois ja asettelevat dollyt uudelleen, jolloin tagin häviämisen ja rikkoutumisen todennäköisyys kasvaa huomattavasti.

Lastaajat saattavat lastata myös lavoja poikittain, jolloin portti ei pysty tunnistamaan tagia, joka on siinä kohtaa lavan etuosassa eikä optimipaikassa eli lavan sivussa. Tälle ongelmalle on kuitenkin mahdollinen ratkaisu: tagien tulostaminen kahdelle puolelle lavaa ja dollya. Toinen tulisi lavan sivulle ja toinen lavan etuosaan, jolloin ei ole väliä, miten päin lavan lastaa kyytiin. Lavojen pinoaminen päällekkäin lähetyalueella tuo myös

haasteita tagien tunnistamiseen. Päälimmäisen lavan tagi on noin 2,5 metrin korkeudessa, ja portin lukuteho ulottuu noin 2 metriin. Kaksitasoinen portti on tähän ongelmaan yksi ratkaisuvaihtoehto. Lisäksi dollyt aiheuttaisivat haasteita, vaikka niihinkin tulisi kaksi tagia, sillä kuskit ja lastaajat siirtävät dollyja neljän nippuihin, jolloin tagit voivat jäädä pahimmassa tapauksessa nipun sisäpuolelle, jolloin metalli ja neste estävät tagin tunnistamisen.

8.6 Lavojen tuotemäärät

Lavojen tuotemäärät tuottavat myös haasteita, kuten testausprosessissa huomattiin, lastaajat ja kuskit siirtelevät lavoilta tuotteita toiselle lavalla. Tällöin toisella lavalla oleva tagi jää helposti tunnistamatta, sillä kuskin tai lastaajan pitäisi muistaa siirtää lavalappu, jossa tagi on kiinni, uuteen lavaan ja sellaiseen kohtaa lavaa, että portti tunnistaisi tagin.

Testausprosessin kolmas vaihe suoritettiin, kun porttien asetuksia oli hieman säädelty, jotta tagit tunnistettaisiin paremmin. Lastaamisessa ilmeni kuitenkin samoja haasteita kuin aiemmissa testilastauksissa. Tunnistusprosentti oli vain 71 %.

8.7 Erilaisen tagin käyttö

Flag tagien tunnistusvarmuus oli parempi kuin normaalien tagien. Flag tagien tunnistamisen haasteeksi muodostuu tuotteiden kelmuttaminen. Kuskit sekä Transvalin lastaajat joutuvat kelmuttamaan lavoja sekä dollyjä, jotta tuotteet pysyvät kuljetuksen ajan ehjinä. Kelmuttamisen myötä flag tagin ominaisuus katoaa, sillä kelmu painaa tagin lavaa tai dollyä vasten, jolloin vaarana on, että tagin pinta koskettaa tölkin pintaa.

8.8 Kolmella erilaisella tagilla testaus

Viimeisessä testissä 8.8.2019 laitettiin jokaiseen lavaan ja dollyyn kolme erilaista tagia kiinni. Tulosten perusteella katsottiin, mikä tagi sopii parhaiten Sinebrychoffin lastausprosessiin ja näin ollen tehtiin analyysit jatkotoimenpiteistä. Yksi oli flag tagi, toinen racer

tag, jota käytettiin aiemmissa testikuormissa. Viimeinen tagi oli bumper tagi, jonka tunnistusominaisuudet ovat samanlaiset kuin racer tagissa. Testin perusteella flag tag toimi parhaiten, joten testejä tullaan jatkamaan pelkillä flag tageilla.

9 Kehitysehdotukset

Kehitysehdotuksia pystyisi keksimään lukuisia. Ongelmaksi muodostuu niiden todellinen hyöty. Vaikkakin tässä projektissa RFID-implementointi tähtää laadullisiin parannuksiin eikä niinkään kustannustehokkuuteen, on haastavaa löytää kustannustehokkaita ratkaisuja RFID-tekniikan avulla. Lisäksi realistia kehitysehdotuksia on harvakseltaan, sillä suurin osa ideoista vaatisi muun muassa monen järjestelmän yhteensovittamisen. Yhteistyökumppanien prosessien kehittäminen sekä tästä johtuvat kustannukset nousisivat hyvinkin korkeiksi.

Valmistavan teollisuuden yrityksiltä odotetaan yhä enemmän joustavuutta, ketteryyttä sekä kustannustehokkuutta toimitusketjuun. Vanhoja prosesseja kehittämällä, uusia luomalla sekä turhia prosesseja pois karsimalla toimitusketjuista saadaan entistä tehokkaampia. Uudet teknologiat mahdollistavat myös nopean kehityksen sekä kustannustehokkaamman toiminnan.

RFID-teknologia tarjoaa hyviä potentiaalisia vaihtoehtoja eri yritysten toimitusketjuihin. Aikaisemmin yritykset eivät ole RFID-tekniikkaan kovin herkästi investoineet, sillä sen kustannukset ovat olleet hyötyihin nähden turhan suuret. Nykypäivänä asia on kuitenkin toisin, ja yhä enemmän RFID:n tuomia hyötyä käytetään eri yritysten liiketoiminnassa.

Etenkin kun tehdään B2B-myyntiä, on asiakkaan näkökulmasta oleellista se, milloin he ovat tilanneet tuotteet, mille päivälle he haluavat tuotteet, minkä suuruisina sekä mihin aikaan tavarat tulisi toimittaa. Logistisia ongelmia ilmenee aina eikä siltä voi välttyä, mutta asiakkaiden väliseen tiedonkulkuun on hyvä kuitenkin parantaa ja tehostaa. RFID:n avulla tähän voidaan löytää ratkaisu, kun asiakkaan pystyessä seuraamaan tilaustaan reaaliajassa omasta järjestelmästä.

9.1 Inventaario

Varastotasot ja niiden seuranta ovat yritysten toiminnassa isossa roolissa. Varastotasoja tulisi seurata ja inventaarioita tehdä tiettyinä ajankohtina. RFID-teknologia mahdollistaisi tehokkaan tavan hallita ja seurata varastotasoja. Tämä vaatisi kuitenkin varastolta aika suuriakin investointeja ja muutoksia. Esimerkiksi varastoon tulisi asentaa RFID-lukijoita kauttaaltaan, jotta inventaario onnistuisi tehokkaasti varastossa.

9.2 Lava- ja dollykohtainen tunnistaminen

Toisena kehitysehdotuksena on lavojen sekä dollyjen tunnistaminen RFID-tekniikan avulla. Lavojen sekä dollyjen tunnistaminen on merkittävä osa jakelua, sillä nykymallilla kuljettajat laskevat itse, kuinka monta EUROPAN-lavaa, EURO-lavaa sekä dollya he lastaavat kyytiin. Näissä jokaisessa tuotteessa on pantti, joten mikäli laskut menevät sekaisin alku- tai loppupäässä, tuotteiden saldot menevät väärin sekä kyseisten tuotteiden aiheuttamat pantit muodostavat yritykselle tai asiakkaalle tappiota.

Lavojen sekä dollyjen tunnistaminen jokaisessa terminaalissa vaatisi jo merkittäviä investointeja. Lisäksi tämä vaatisi myös Sinebrychoffin 3PL-toimijoilta investointeja vastaanottaviin terminaaleihin. Tällä prosessilla saataisiin lavasaldot oikeiksi, ja näin ollen yhteistyökumppanit eivät tekisi turhaa tappiota, kun vaihto-omaisuus vaihtaisi omistajuutta oikeassa suhteessa. Tällä hetkellä lavasaldot ovat virheelliset useamman Postin terminaalien ja Sinebrychoffin välillä. Virheellisyys syntyy inhimillisistä virheistä, joita kuskit, lastaajat, tavarankurjaukset sekä jakeluesimiehet tekevät. Etätunnistus mahdollistaisi näiden virheiden eliminoimisen.

9.3 Checkoutin automatisointi

Postin terminaalikuormille, INEXin suoranoudolle sekä terminaalikuormille jakeluesimiehet tekevät manuaalisesti SAP-järjestelmässä uloskuittauksen eli checkoutin. Kuskit tai lastaajat lastaavat kuormat kyytiin ja käyvät ilmoittamassa lavamäärät lähettämässä, jossa jakeluesimies manuaalisesti syöttää kuorman tiedot SAP-järjestelmään, ja tämän

jälkeen tulostaa kuljettajalle rahtikirjat. Tämä prosessi on myös osasy, miksi muun muassa lavasaldot ovat virheelliset. Kehitysehdotuksena onkin checkoutin automatisointi. Tämä vaatisi SAP:n ja RFID-tagien taustajärjestelmän integroimista. Käytännössä manuaalisesti ei tarvitsisi enää kirjoittaa lavamääriä SAP-järjestelmään, vaan järjestelmä tunnistaa lavamäärän kuskin lastauksen myötä. Tämä tekisi checkoutista toimintavarmempaa, virheettömämpää sekä tehokkaampaa.

9.4 Kuormien monitorointi

Logistiikassa monitorointi on olennainen keino pysyä ajan tasalla siitä, mitä varastossa tapahtuu käytännössä. Etenkin suurissa varastoissa on tärkeää seurata tilannetta koko ajan, jotta pysytään selvillä, mitä kuormia on lähtenyt ja mitä on vielä lähtemättä. Sinebrychoffin varastosta kuormia lähtee päivässä noin 200 kappaletta, joiden monitoroimisessa olisi hyvä hyödyntää RFID-tekniikan hyötyjä. Lähettämössä sekä keräilyn operaattoreilla voisi olla näytöt, joista he näkisivät reaaliajassa lähetysalueen tilanteen RFID-tagien avulla. Näytöltä kävisi ilmi, missä putkissa on vielä tuotteita, mikä tehostaisi operaattoreidenkin tehtäviä. RFID-tekniikan myötä putket joihin tuotteet kerätään, kuittautuisivat automaattisesti ”tyhjiksi”, kun kyseisen putken tuotteet on lastattu auton kyytiin. Tämä tehostaisi keräilyä sekä parantaisi lähetysalueen kiertonopeutta.

9.5 Lavasaatelappu

RFID-tekniikan parhaan mahdollisen hyödyn saaminen eri toimitusketjuissa on haastavaa, sillä siihen liittyy monta eri muuttujaa. Esimerkiksi Sinebrychoffin tapauksessa, jossa tuotteet ovat metallia ja nestettä, tunnistaminen on haavoittuvaa. Tunnistamiseen vaikuttaa olennaisesti tagin sijainti. Tällä hetkellä dollyihin ja lavoihin tulee joko automaation kautta tarratulosteinen lavasaatelappu tai keräilijän toimesta tulostettu paperinen lavasaatelappu. Automaation kautta tuleva lappu kiinnitetään lavan tai dollyn kylkeen. Tulostettu paperinen lavasaatelappu puolestaan laitetaan lavan päälle niin, että se ei tipu siitä. Ongelmaksi muodostuu tässä kohtaa tagin tunnistaminen, jos lavasaatelappu on väärässä paikassa tai lavan päällä, jolloin tagia ei ainakaan pystytä tunnistamaan. Lavasaatelappujen standardointi yhdelle tietylle paikalle olisi olennainen osa tuotteiden tunnistamista. Lisäksi olisi hyvä saada lavasaatelappu kahteen kohtaan lavaan tai dollyyn,

sillä erilaisten lastaustyylien myötä tämä mahdollistaisi tagien tunnistettavuuden 100 % varmuudella.

10 Kustannukset

Kustannuksia aiheutuu yritykselle, kun se tuottaa tuotteita tai palveluita. Kustannuksia on hyviä sekä huonoja. Hyviä kustannuksia ovat muun muassa logistiikkakustannukset, kuten tuotteiden toimittamisesta syntyvät kustannukset. Huonoja kustannuksia ovat puolestaan sellaiset kustannukset, jotka eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle ja näin ollen eivät ole kannattavia yritykselle. Huonoina kustannuksina voidaan pitää esimerkiksi liiallisia varastointikustannuksia. Tuotantolaitoksissa on nykypäivänä välttämättömyys varastoida jossain määrin tuotteita, komponentteja tai puolivalmisteita, joten kaikki varastointi ei ole vain huonoja kustannuksia. Yritykset pyrkivätkin tuottamaan asiakkaan tuotteelle mahdollisimman paljon lisäarvoa vain tarvittavilla prosesseilla sekä karsimaan turhat kustannukset pois, jotta palvelu tai tuote olisi mahdollisimman kannattava yrityksen liiketoiminnalle. (Tieto 2019.)

Kustannuksia voidaan jaotella muuttuviin sekä kiinteisiin kustannuksiin. Kiinteät kustannukset ovat tavallisesti sellaisia kustannuksia, jotka eivät muutu lyhyellä aikavälillä riippumatta tuotannon määrästä. Tyypillisimpiä kiinteitä kustannuksia ovat muun muassa rakennukset, koneet sekä hallintokustannukset. Muuttuvat kustannukset ovat puolestaan kustannuksia, jotka muuttuvat lyhyelläkin aikavälillä. Muuttuvia kustannuksia ovat muun muassa materiaalien hankintakustannukset sekä työvoimakustannukset. (Tieto 2019.)

RFID-tekniikan kehittyessä tageista on tullut entistä edullisempia. Tämä on näkynyt monen yrityksen RFID-prosessien implementoinneissa. Yritysten keskeisempiä tavoitteita on laadun parantaminen, toiminnan tehostaminen sekä kustannusten minimointi. RFID-tekniikan avulla pyritään saavuttamaan kaikkia kolmea edellä mainittua. Tekniikan myötä, laadun parantaminen on kuitenkin merkittävimmissä roolissa. Sillä tekniikan avulla toimitusvarmuus paranee tuotteiden tunnistamisen kautta. Toimitusvarmuus lisää puolestaan asiakastyytyväisyyttä, mikä näkyy yrityksen paremmassa myynnissä. Lisäksi

toiminta tehostuu, kun etätunnistettavat tuotteet, pystytään varmentamaan jo Sinebrychoffin tehtaalla, että kaikki tuotteet ovat lähteneet oikeaan suuntaan. Teknologia mahdollistaa myös läpinäkyvämmän toimitusketjun, jonka myötä yhteistyökumppanit pystyvät seuraamaan reaaliajassa tuotteidensa jakeluprosessia.

Sinebrychoffin RFID-implementoinnilla pyritään saavuttamaan enemmän laadullisia parannuksia kuin kustannuksia vähennettyä. Vaikka kustannuksia pyritään aina vähentämään, mutta kohdetarkoituksen teknologia soveltuu enemmän laadullisiin parannuksiin kuin suuriin kustannussäästöihin. Lisäksi teknologian avulla yritys pyrkii saavuttamaan parempaa asiakastytyväisyyttä, mikä näkyy yrityksen paremmassa kannattavuudessa. Laadukkaammat logistiset prosessit takaavat parempaa tuottoa yritykselle.

Sinebrychoffin jakelukeskukseen, jossa varastoidaan tuotteita, kerätään tuotteet sekä lastataan tuotteet jakeluautoihin, jää lähes päivittäin jostain kuormasta tuotteita. Näistä jääneistä tuotteista muodostuu ylimääräisiä kustannuksia. Lisäksi jääneiden tuotteiden takia kuljetusten järjestäminen kyseisille tuotteille lisää myös hiilijalanjälkeä, mikä on yrityksen arvojen vastaista. RFID-teknologian avulla näiltä seikoilta pystytään välttymään. Toimitusvarmuus onkin nykypäivän toimitusketjuissa yksi merkittävimmistä asioista, johon yritykset panostavat jatkuvasti. Huonolla toimitusvarmuudella on vaikea pärjätä hyvin tämänhetkisessä kovassa globaalissa kilpailussa.

Tuotteita jää yleensä täyslava, dolly tai aps-lava, jossa tuotteita yhdestä myyntiyksiköstä useampaan myyntiyksikköön. Harvemmissa tilanteissa lähetysalueelle jää edellä mainittuja suurempia määriä. Kuitenkin on tilanteita, joissa Sinebrychoffin tehtaalle saattaa jäädä kokonainen kuorma tai puolet kuormasta. Nämä isommat virheet ovat harvinaisia, mutta nämäkin yksittäistapaukset ovat vältettävissä tunnistusteknologian avulla. Tuotteiden yksikkökustannukset vaihtelevat tuotteen laadun ja määrän mukaan. Lisäksi ylimääräisiin kustannuksiin vaikuttavat ylimääräiset kuljetuskustannukset sekä monesti tuotteiden jäljittämien sekä selvittäminen, mille asiakkaalle kyseiset tuotteet kuuluvat, vie aikaa ja resursseja.

Jääneiden tavaroiden uudelleenselvittäminen, varastoiminen, kuljettaminen, käsittely sekä lastaus ja siihen liittyvät asiat vievät ylimääräistä aikaa, resursseja, mikä lisää yrityksen kustannuksia. Edellä mainittujen kustannusten lisäksi tavaroiden uudelleenlastaus aiheuttaa kuljetuskustannusten lisäksi myös päästöjä, mikä kuormittaa ympäristöä

merkittävästi. Yhä ekologisempaan ja taloudellisempaan suuntaan ollaan menossa, joten onkin erittäin tärkeää, että yrityksen ajojärjestely, tavaroiden varastointi sekä jakelu on optimoitu mahdollisimman tarkasti, jotta ympäristökuormitukset eivät nousisi liian suuriksi.

Rahallisia kustannuksia kartoittaessa vuosittaiset kustannukset nousevat tagien sekä lisenssien tuomien kustannusten myötä. Tägeja tarvitaan vuositasona noin 2,5 miljoonaa kappaletta. Vaikka tagit ovatkin yksikköhinnalla suhteellisen edullisia, mutta tagien suurtarve nostaa vuosikustannuksia tällä saralla noin 250 000 euroon. Lisäksi lisenssin vuosittaiset kustannukset ovat noin 55 000 euroa. Mikäli jokaiselle lastausovelle tulisi RFID-portti, jonka lisenssihintaa on vuodessa noin 1500 euroa/portti. Näin ollen RFID:n tuomat vuosittaiset operatiiviset kustannukset olisivat noin 300 000 euroa.

Kustannuksia muodostuu myös erilaisista investoinneista. RFID-tagit tulostimia tarvitaan Sinebrychoffin jakeluun noin 6 kappaletta. Yksi maksaa noin 3000 euroa, joten loppuhinnaksi muodostuisi noin 18 000 euroa. Lisäksi laitteistojen kuten RFID-skannerin sekä lukijoiden asentaminen maksaisi noin 4000 euroa/ovi, joten kokonaiskustannukseksi muodostuisi noin 150 000 euroa. Mikäli RFID-tekniikan implementointi on kannattavaa, ja lastausovien eteen tulee näytöt joista kuljettajat pystyvät seuraamaan kuorman tilannetta, tulevat näytöt maksamaan noin 500 euroa/kappale. Näin ollen yhteiskustannukseksi näytöille muodostuisi noin 18 000 euroa.

Investointikustannukset olisivat noin 180 000 euroa, mikäli RFID-tekniikka otettaisiin käyttöön. Kaiken kaikkiaan kokonaiskustannukset olisivat noin 500 000 euroa.

11 Yhteenveto

RFID-tekniikka on suhteellisen vanha keksintö, ja se on kehittynyt vuosien saatossa paljon, mutta silti tietyt haasteet ilmenevät yhä. RFID-tekniikan toiminta perustuu radioaaltojen etätunnistamiseen, jolloin voidaan tunnistaa esimerkiksi erilaisia tuotteita.

Haasteita kuitenkin ilmenee, etenkin tuotteiden tunnistettavuudessa. Nesteet sekä metallit häiritsevät radioaaltoja, minkä takia tunnistaminen tuottaa tietyissä olosuhteissa suuriakin haasteita.

Sinebrychoffin tuotevarianttiin kuuluu muovipulloissa tai metallitölkeissä olevia nesteitä. On myös tuotteita, jotka ovat lasipulloissa, kuten viinit ja viinat, mutta ne on usein pakattu vielä erilliseen pahvilaatikkoon. Tuotteet, joissa ilmenee metallia ja nestettä, ovatkin erittäin haastavia tunnistaa RFID-tekniologian avulla, sillä tagin pitää olla tietynlainen ja sen pitää olla tuotteissa kiinni tietyssä kohtaa, jotta tunnistettavuus säilyisi. Taajuuksien pitää olla optimaalisia, portin parametrit tulisi olla erittäin tarkasti määritelty sekä lastausprosessin tulisi suorittaa kuskien ja lastaajien toimesta optimaalisesti, jotta tuotteet tunnistettaisiin 100 % varmuudella joka ikinen kerta. Mikäli tunnistusprosentti on alle 100 %, RFID-tekniologia ei kata toivottuja ja vaadittuja hyötyjä Sinebrychoffin jakeluun.

Usean testilastauksen pohjalta voidaan todeta, että RFID-tekniologian soveltuvuus Sinebrychoffin tämänhetkiseen lastausprosessiin on todella haastava. Häiriötekijöitä on todella monta, sekä lastausvariaatioita eri kuskien välillä on paljon. Lisäksi erilaiset tuotevariaatiot sekä keruutyypit aiheuttavat haasteita. Näiden myötä tunnistaminen on epävarmaa, mikä vaikuttaisi lastaukseen laadullisesti. Tunnistusvarmuuden tulisi olla 100 %, jotta laadulliset hyödyt olisivat vaaditulla tasolla. Testilastauksen myötä se on ollut noin 70-80 %.

Testausprosessista saatujen tulosten perusteella RFID-tagit eivät ole vielä kehittyneet tarpeeksi, jotta niiden toimitusvarmuus olisi 100 % panimoteollisuudessa. Nesteiden ja metallien häiritessä tunnistamista, aiheuttaa se etenkin panimoteollisuudessa suuria haasteita. Erilaisen tagin niin sanotun flag tagin eli lipputagin avulla tuotteiden lavojen sekä dollyjen tunnistusprosentti parani, mutta haasteeksi muodostuu lipputagin kiinnittäminen lavoihin sekä dollyihin. Normaalin tagi pystyttäisiin tulostamaan automaattitulostimella ja kiinnittämään se lavan tai dollyn kylkeen kiinni. Lisäksi lavojen ja dollyjen kelmuttaminen tuottaa ongelmia myös flag tagialla, sillä tagi painautuu kiinni tuotteisiin.

Mikäli RFID-tekniikka ei soveltuisi Sinebrychoffin jakeluun, on mahdollista implementoida manuaaliskannauksella toimiva lastausprosessi. Tämä vaihtoehto olisi hieman halvempi vaihtoehto verrattuna RFID-tekniologian käyttöön. Manuaaliskannaamisessa haasteena ilmenee vain, että kuskille ja lastareille jää vastuu tuotteiden skannauksesta.

Lisäksi mahdollinen manuaalinen lavojen sekä dollyjen tunnistaminen hidastaisi lastausprosessia, mikä näkyisi jakelun operatiivisessa tehokkuudessa negatiivisesti.

Lähteet

Carlsberg. 2019. Verkkoaineisto. Carlsberg. <<https://carlsberggroup.com/>> luettu 11.3.2019

Hyvä syy valita RFID-teknologia. 2019. Toptunniste. <<https://toptunniste.fi/8-syyta-valita-rfid-teknologia/>> luettu 16.6.2019

Ilmastoystävällisiä juomia. 2018. Verkkoaineisto. Sinebrychoff. <<https://sinebrychoff-asiakas.fi/ilmastoystavallisia-juomia-keravalta/>> luettu 13.5.2019

Jung, Hosang. 2007. Trends in Supply Chain Design and Management.

Kestävä kehitys. 2019. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/vihrea-logistiikka-ja-kestava-kehitys/>> luettu 10.6.2019

Lehto, Arto. 2006. Radioaaltojen maailmaa.

Myerson, Judith M. 2006. RFID in the supply chain.

Radiotaajuinen tunnistus. 2019. Verkkoaineisto. Sarlin. <<https://www.sarlin.com/assets/Tuotteet/liitteet/Radiotaajuinen-tunnistus-eli-RFID-teollisuuden-sovelluksissa.pdf>> luettu 10.4.2019

Radiotunnistus. 2006. Verkkoaineisto. Tivi. <<https://www.tivi.fi/uutiset/radiotunnistus-lapaisee-koko-toimitusketjun/b4e8415d-0c25-3259-b2f0-7f9b646ea94a>> luettu 30.4.2019

RFID. 2004. Verkkoaineisto. Tivi. <<https://www.tivi.fi/uutiset/rfid-tunnistaa-kai-ken/8d54e679-b578-39fb-929d-f5bee447c164>> luettu 15.4.2019

RFID. 2019. Verkkoaineisto. Riffid. <<http://www.riffid.fi/mika-rfid>> luettu 4.3.2019

RFID. 2019. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastohallintajarjestelmat/rfid/>> luettu 4.5.2019

RFID-tag. 2018. Verkkoaineisto. Ammattilehti. <<https://www.ammattilehti.fi/uutiset.html?a100=144797>> luettu 6.5.2019

RFID-tekniikka. 2019. Verkkoaineisto. Aksulit. <<https://aksulit.com/yleista/>> luettu 20.5.2019

RFID-tekniikka. 2019. Verkkoaineisto. Asiakas.gs. <<https://asiakas.gs1.fi/gs1-yritystun-niste/gs1-jarjestelman-ohjeet/gs1-viivakoodit-ja-rfid-tunnisteet/rfid-tunnisteet>> luettu 20.3.2019

RFID-tekniikka. 2019. Verkkoaineisto. Rfidlab. <<http://www.rfidlab.fi/>> 4.3.2019

Sakki, Jouni. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Painos 8.

Snap pack -tölkipakkaus. 2018. Verkkoaineisto. Sinebrychoff. <<https://sinebrychoff-asiakas.fi/carlsbergin-uusi-snap-pack-tolkipakkaus-saastaa-yli-miljoona-kiloa-pak-kausmuovia-vuodessa/>> luettu 12.5.2019

Tunnisteiden vertailu. 2018. Verkkoaineisto. Trail. <<https://www.trail.fi/fi/rfid-viivakoodi-qr-koodi-nfc-vertailu/>> luettu 15.5.2019

Vastuullisuus. 2018. Verkkoaineisto. Sinebrychoff. <<https://sinebrychoff-asiakas.fi/sinebrychoff-sitoutuu-vahentamaan-veden-kaytoa-tuotannossaan-ja-kartoittamaan-vesiris-kit-oluen-valmistuksen-arvoketjussa/>> luettu 13.5.2019

Vihreä logistiikka. 2019. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikan-maailma.fi/logistiikka/vihrea-logistiikka/>> luettu 3.6.2019

Viivakoodiopas. 2019. Verkkoaineisto. Optiscan. <<https://www.optiscangroup.com/fi/en.php?k=219742>> luettu 5.3.2019

Viivakooditekniikka. 2019. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikan-maailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastonhallintajarjestelmat/viivakooditek-niikka/>> luettu 15.5.2019

Yhtiö. 2019. Verkkoaineisto. Sinebrychoff. <<https://sinebrychoff.fi/yhtio/historia/>> luettu 23.4.2019

Yhtiö. 2019. Verkkoaineisto. Sinebrychoff. <<https://sinebrychoff.fi/yhtio/carlsbergin-historia/>> 11.3.2019

Yritystoiminta. 2019. Verkkoaineisto. Tieto. <<http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/tuotot-ja-kustannukset>> luettu 28.5.2019

Älykkäät RFID- seurantaratkaisut. 2019. Verkkoaineisto. HellermanTyton. <<https://www.hellermanntyton.fi/kompetenssit/rfid-seuranta>> luettu 15.4.2019

Älykäs kuormalava. 2018. Verkkoaineisto. Messukeskus. <<https://messukeskus.com/press-release/alykas-kuormalava-tuo-tietoa-logistiikan-tueksi/>> luettu 6.6.2019

Älypakkaukset. 2017. Verkkoaineisto. Digitext. <<http://digitext.fi/alypakkaukset-yleistyvat-monella-rintamalla/>>luettu 29.3.2019

Älypakkaus. 2019. Verkkoaineisto. Stora Enso. <<https://www.storaenso.com/en/newsroom/regulatory-and-investor-releases/2018/11/stora-enso-esittelee-alypakkausten-eco-rfid-tunnisteteknologian>> luettu 17.4.2019