

Jennina Kauta

Oona Kolu

# TIETO- JA MATERIAALIVIRTOJEN TEHOSTAMINEN RFID-TEKNOLOGIALLA

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Logistiikka

2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

|                |  |
|----------------|--|
| Tutkintonimike | Insinööri (AMK)  |
| Tekijä/Tekijät | Jennina Kauta, Oona Kolu                                   |
| Työn nimi      | Tieto- ja materiaalivirtojen tehostaminen RFID-tekniikalla |
| Toimeksiantaja | Suomen Kaukokiito Oy                                       |
| Vuosi          | 2021   |
| Sivut          | 67 sivua, liitteitä 2 sivua                                |
| Työn ohjaaja   | Eeva Ala-Krekola, Samuli Toivonen                          |

## TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee RFID-tekniikan vaikutuksia logistiikkapalveluja tuottavan yrityksen prosesseihin. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Suomen Kaukokiito Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, miten RFID-tekniikan ominaisuudet vaikuttavat lähetysten lukemiseen ja millaisia hyötyjä se tuo ajallisesti viivakoodiin verrattuna. Lisäksi tutkitaan RFID-tekniikan vaikutusta toimitusketjun tiedonkulkuun. Opinnäytetyö toteutettiin tapaus-tutkimuksena, jossa korostuivat kvalitatiiviset aineistonhankinta- ja analyysimenetelmät, ja niitä tuettiin kvantitatiivisin menetelmin. Primääristä aineistoa kerättiin tutkimustyön aikana operatiivisten prosessien kestosta, lukemisen esytymisen syistä ja tietovirheiden yleisyydestä operatiivisessa toiminnassa. Tutkimustulokset edustavat sen aikaista tilannetta kohteena olleessa yrityksessä.

Opinnäytetyö etenee teoriaosuudesta toimeksiantajan esittelyyn, jonka jälkeen esitetään tutkimustulokset ja johtopäätökset. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys koostuu logistiikan ja toimitusketjun hallinnan määrittelystä, RFID-tekniikan ja sen käyttöominaisuuksien määrittelystä logistiikan näkökulmasta ja aikaperusteisen toimintolaskennan (TDABC) ja prosessin määrittelystä.

Tutkimustuloksissa korostuvat RFID-tekniikan ominaisuuksien hyödyntäminen niissä operatiivisissa toiminnoissa, joissa sen avulla voidaan vähentää operatiivisen työn määrää sekä nopeuttaa prosesseja, joissa tyypillisesti luetaan kolloidien viivakodeja. RFID-tekniikan automaattisuudella voidaan myös lisätä tiedon oikeellisuutta toimitusketjussa ja vähentää manuaalisen työn aiheuttamia inhimillisiä virheitä. Tutkimuksessa nousee myös esille RFID-tunnisteen tulostamis- ja kiinnitystavan merkitys noutotilanteessa. Tunnisteen kiinnittäminen nähdään optimaalisena sellaisessa vaiheessa noutotilannetta, jossa se ei keskeytä lähetysten lastaamista ja se voidaan tehdä nopeasti ja järjestelmällisesti.

Tutkimustulokset osoittavat, että RFID-tekniikan ja automaation tuomat ominaisuudet nopeuttavat operatiivisia toimintoja ja voivat poistaa niitä. Manuaalisen työpanoksen väheneminen pienentää inhimillisten virheiden riskiä ja voi näin parantaa toimitusvarmuutta ja toimitusketjun suorituskykyä. Elektroninen RFID-tunniste mahdollistaa tietojen uudelleenkirjoittamisen tunnisteelle ja voi parantaa asiakkaalle tarjottavia palveluita.

**Asiasanat:** RFID, etätunnistus, toimitusketju, viivakoodi, materiaalivirta, informaatiovirta

|                  |  |
|------------------|--|
| Degree           | Bachelor of Engineering  |
| Author (authors) | Jennina Kauta, Oona Kolu                                       |
| Thesis title     | Using RFID technology to improve information and material flow |
| Time             | 2021   |
| Pages            | 67 pages, 2 pages of appendices                                |
| Supervisor       | Eeva Ala-Krekola, Samuli Toivonen                              |

## ABSTRACT

RFID (Radio-frequency identification) has become increasingly common in industrial environments to track and trace products, assets, and material flow. From a supply chain perspective, RFID technology can improve data quality and transparency throughout the supply chain. The objective of this thesis is to find out how the features of RFID technology affect logistics operations and time spent on operations at Suomen Kaukokiito Oy.

The study was conducted as a case study using mainly qualitative methods. The data was collected through systematic observation and measuring the duration of work steps. The background information on the thesis explains the concepts of logistics and supply chain management and defines the technical features and application potential of RFID technology in logistics. In addition to these theories, the thesis explains the definition of a process and time-based activity-based costing.

The research results show that the automatic features of RFID technology make the identification of shipments faster. Attaching an RFID tag to a shipment adds one step to the transport chain, but with this step, it is possible to automate other work steps in the supply chain and to improve the flow of supply chain information. The research results suggest that automatic readers of RFID tags would reduce data errors compared to the usage of barcodes. The accurate information reduces the time it takes to search for shipments, as well as the loss of shipments. The shipment tracking service offered to customers could also be improved with the help of RFID technology.

The thesis succeeded well and provided the commissioning company with studied information about the current state of the company's operations. It can help the company to develop its business.

**Keywords:** radio-frequency identification, supply chain, barcode, material flow, information flow

## SISÄLLYS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | JOHDANTO .....                                       | 6  |
| 2   | LOGISTIIKKA JA TOIMITUSKETJUN HALLINTA .....         | 8  |
| 2.1 | Arvoketjuajattelu ja toimitusketjun hallinta .....   | 9  |
| 2.2 | Lean-johtamisfilosofia toimitusketjussa.....         | 10 |
| 2.3 | Logistiikan toiminnot.....                           | 12 |
| 2.4 | Logistisen lähetysyksikön tunnistaminen .....        | 14 |
| 2.5 | Organisaatioiden välinen tiedonsiirto .....          | 16 |
| 3   | PROSESSIT .....                                      | 18 |
| 3.1 | Prosessien kuvaaminen .....                          | 18 |
| 3.2 | Prosessien kehittäminen .....                        | 21 |
| 4   | TOIMINTOJEN KUSTANNUSLASKENTA AIKAPERUSTEISESTI..... | 22 |
| 5   | RFID-TEKNOLOGIA .....                                | 24 |
| 5.1 | Tunnisteet .....                                     | 26 |
| 5.2 | Antennit ja lukijat .....                            | 27 |
| 5.3 | Taajuudet .....                                      | 28 |
| 5.4 | Viivakoodin ja RFID-tunnisteen erot .....            | 30 |
| 5.5 | RFID-teknologia logistiikassa .....                  | 31 |
| 5.6 | RFID-teknologian käyttöönotto ja haasteet.....       | 33 |
| 6   | SUOMEN KAUKOKIIITO OY.....                           | 35 |
| 6.1 | Kaukokiidon nykytilanne .....                        | 36 |
| 6.2 | Tilaus-toimitusketjun sähköinen tiedonsiirto .....   | 37 |
| 7   | TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TOTEUTTAMINEN .....            | 38 |
| 7.1 | Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaaminen .....        | 40 |
| 7.2 | Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät .....          | 40 |
| 8   | TUTKIMUSTULOKSET .....                               | 43 |
| 8.1 | Kollien lukeminen terminaaliin purkaessa .....       | 43 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 8.2 | RFID-tunnisteen lukeminen .....                           | 46 |
| 8.3 | Tunnisteen lisääminen noutotehtävässä.....                | 50 |
| 8.4 | Työntekijän palkkakustannukset lukuaikaan perustuen ..... | 53 |
| 8.5 | RFID-tekniikan vaikutukset tiedonkulkuun .....            | 56 |
| 9   | JOHTOPÄÄTÖKSET.....                                       | 57 |
| 10  | LUOTETTAVUUS JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET .....             | 60 |
| 11  | POHDINTA .....  | 62 |
|     | LÄHTEET .....   | 64 |

Liite 1. Mittaustulokset: kuorman purkaminen mobiilipäätteellä

Liite 2. Mittaustulokset: Lähetysyksiköiden tunnistaminen floor-check-toiminnolla

## 1 JOHDANTO

Teknologian kehittyminen on vaikuttanut liiketoimintaan voimakkaasti viime vuosikymmenten aikana. Uusien teknologioiden käyttöönotto ja hyödyntäminen liiketoiminnassa on kuitenkin toimialasidonnaista. Logistiikka-ala on perinteikäs toimiala, ja teknologian hyödyntäminen liiketoiminnassa on vielä rajallista. Uusien teknologioiden käyttö on kuitenkin jo muodostunut tehokkaan ja kilpailukykyisen liiketoiminnan edellytykseksi. Logistiikassa teknologian hyödyntäminen korostuu tavaran lähetys- ja vastaanottotilanteissa sekä varastoinnissa. Tietotekniikan avulla tietoon päästään käsiksi reaaliajassa, ja tiedonkulku on nopeampaa ja tarkempaa. Logistiikka-alan on arvioitu kasvavan 6,5 prosenttia vuosittain 2020–2027, mikä lisää toimintaa tehostavien teknologioiden kysyntää. (Allied Market research 2021.)

Asiakkaiden vaatimukset ovat edesauttaneet teknologian hyödyntämistä logistiikka-alalla, sillä nykypäivänä tavaran toimitusvarmuus ja -nopeus ovat entistä suuremmissa arvossa. Logistiikka-alalle on viime vuosien aikana syntynyt uusia yrityksiä, jotka pyrkivät erottumaan kilpailussa nimenomaan toimitusnopeudella. Esimerkiksi verkkokauppaostokset on mahdollista saada kustannustehokkaasti jopa kahden tunnin kuluessa. Globaalilla tasolla suurimmat toimijat määrittelevät koko toimialojen kehitystä, ja esimerkiksi Amazon-verkkokauppa on toiminut logistiikka-alalla teknologisenä suunnannäyttäjänä. Amazon hyödyntää esimerkiksi täysin automatisoituja robottivarastoja ja droonikuljetuksia asiakkaille.

Logistiikka-alan näkökulmasta on tärkeää löytää kustannustehokkaita ja skaalattavia toimintaratkaisuja yritysten tarpeisiin. Automatisaation avulla pystytään käsittelemään tehokkaasti suurempia määriä toimituksia, mikä tuo kustannussäästöjä. Edistyksellisten järjestelmien avulla pystytään tarjoamaan asiakas-tyytyväisyyttä lisääviä palveluita sen lisäksi, että niillä voidaan laskea toimitusten kustannuksia.

Radiotaajuuksilla toimivan RFID-teknologia avulla saavutetaan tietojen nopeampi virtaus ja reaaliaikainen näkyvyys toimitusketjussa. Tehokkaammat tieto-

virrat toimitusketjussa parantavat logistiikan suorituskykyä ja liiketoiminnan kilpailukykyä. RFID-teknologia voi vastata edellä mainittuihin logistiikka-alan tarpeisiin, jonka avulla toimijat voivat säilyttää kilpailukykinsä markkinoilla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia RFID-teknologian vaikutuksia logistiikkapalveluja tuottavan yrityksen prosesseihin. Tutkimuksessa pyrimme tutkimaan RFID-teknologian vaikutuksia yrityksen kuljetus- ja terminaalitoimintaan ja näihin liittyviin tietovirtoihin. Pyrimme tässä tutkimuksessa tuottamaan RFID-teknologiasta ajankohtaisen katsauksen, joka voi lisätä teknologian tunnettavuutta. Tutkimuksen toimeksiantaja on Suomen Kaukokiito Oy. Yrityksen yhteyshenkilönä ja tutkimustehtävien määrittelijänä toimi Kaukokiidon ICT- ja kehitysjohtaja Samuli Toivonen.

Tutkimuksen toteuttaminen aiheesta on ajankohtaista ja soveltuu Kaukokiidon kehittämisstrategioihin. Kaukokiito pyrkii kehittämään tuotantoprosessiaan ja tätä kautta asiakkaille tarjottavia palveluitaan ketterämmiksi ja monipuolisemmiksi digitalisaation ja uusien ratkaisuiden avulla. Tutkimustyön merkitys opiskelijan näkökulmasta on hyödyntää koulutuksessa hankittua tietotaitoa ja opittuja analysointi- ja argumentointikykyjä sekä osoittaa kriittistä ajattelua ja valmiuksia toteuttaa tutkimustyötä.

Opinnäytetyö on toteutettu tapaustutkimuksena. Tapaustutkimuksen tavoitteena on tutkia rajattua tapausta tai kokonaisuutta, josta pyritään muodostamaan kattava kokonaiskuva ja jonka tutkimuksen tuloksista saatavaa tietoa voidaan hyödyntää käytännössä. (Hirsjärvi ym. 2018, 134–135.) Tapaustutkimuksessa käytetään erilaisia tiedonkeruu- ja analyysitapoja, joista tässä työssä korostuvat laadulliset aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät. Laadullisia menetelmiä on tuettu määrällisillä aineistonkeruu- ja analyysimenetelmillä.

Opinnäytetyö etenee teoreettisesta viitekehyksestä tutkimuksen toteutusosioon ja tutkimustulosten analysointiin. Viitekehyksen tarkoituksena on määrittellä tutkimukselle olennaisia käsitteitä ja teorioita tukemaan tutkittavan aiheen ymmärtämistä. Tässä opinnäytetyössä teoreettinen viitekehys eli tietoperusta koostuu logistiikan ja toimitusketjun käsitteiden avaamisesta, prosessin ja prosessikuvauksen määrittelystä ja aikaperusteisen toimintolaskelman perusteista. Tutkimustehtävän kannalta hyvin keskeisenä teoriana määritellään

RFID-teknologia, sen tekniset ominaisuudet ja toiminta. Lisäksi määrittelemme lyhyesti viivakoodin ja RFID-tunnisteen keskeiset erot ja tarkastelemme RFID-teknologian soveltamista logistiikassa, sen käyttöönottoa yrityksen näkökulmasta ja teknologiaan liittyviä haasteita. Pääasiallisina lähteinä viitekehyyksessä käytetään kirjallisia lähteitä, joita tuetaan artikkeleilla ja aiemmilla tutkimuksilla.

## **2 LOGISTIIKKA JA TOIMITUSKETJUN HALLINTA**

Logistiikan käsitettä on alettu käyttää Yhdysvalloissa 1950-luvulla liikkeenjohtamisen terminä. Logistiikkaa on kuitenkin ollut niin kauan, kuin tuotteiden ja palveluiden vaihdantaa on harjoitettu. Aiemmin logistiikan käsite ja sen rooli liitettiin lähinnä armeijan ja sodankäynnin yhteyteen. Vaikka logistiikan kriittinen rooli on ymmärretty sodankäynnin yhteydessä, sen merkitykseen yritysten kilpailukyvyssä ja kustannuksissa on alettu kiinnittää huomiota vasta lähimeneisyydessä. (Christopher 2016, 2–3.)

Logistiikan termi ja sen sisältö on vakiintumaton ja sille esitetään useita eri määritelmiä. Ritvasen (2011) mukaan logistiikalla tarkoitetaan kustannustehokasta materiaalien ja niihin liittyvien tieto- ja rahavirtojen hankintaa, kuljettamista ja varastointia asiakastarpeiden tyydyttämiseksi. (Ritvanen 2011, 20). Christopher (2016) määrittelee logistiikan strategiseksi johtamiseksi, jossa strategisesti hallitaan materiaalien ja niihin integroitujen tietovirtojen hankintaa, siirtoa ja varastointia siten, että nykyinen ja tuleva kannattavuus varmistetaan täyttämällä tilaukset kustannustehokkaalla tavalla. (Christopher 2016, 2–3.)

Logistiikkaan ja toimitusketjun hallintaan vaikuttavat keskeisesti nykyiset ja tulevat maailmanlaajuiset trendit ja markkinoiden kehittyminen. Logistiikkaan keskeisesti vaikuttavia trendejä ovat esimerkiksi ilmastonmuutos, digitalisaatio, verkkokaupan kasvu, kaupungistuminen ja prosessijohtamisen filosofioiden kehittyminen. (Rushton ym. 2017, 9.) Hagbergin ym. (2016) mukaan digitalisaatio on yksi merkittävimmistä nyky-yhteiskuntaan vaikuttavista muutoksista. Se vaikuttaa liiketoimintamalleihin ja ihmisten jokapäiväiseen käyttäytymiseen. Digitalisaatio kehittää monia prosesseja tehokkaammiksi ja skaalautuvammiksi. Sen myötä ihmisten kulutustavat muuttuvat, ja jälleenmyyjät

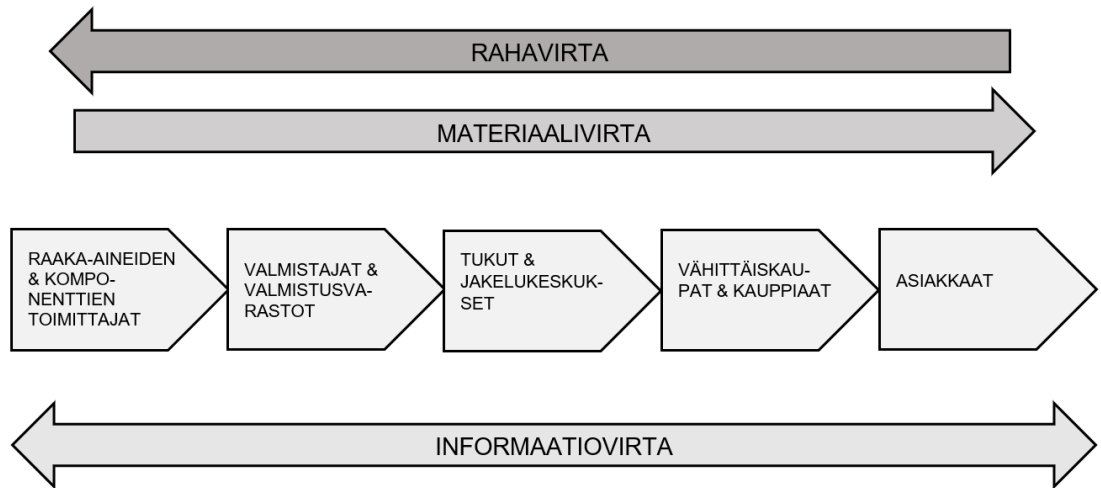


yrittävät tarjota kuluttajille erilaisia digitaalisia tuotteita ja palveluita. (Hagberg ym. 2016.) Verkkokaupan kasvun vaikutukset ovat merkittäviä logistiikalle, koska verkkokaupoista tilatut tuotteet toimitetaan yhä useammin suoraan kuluttajalle tai noutopisteisiin vähittäiskauppojen sijaan. Digitalisaation tuoma läpinäkyvyys sekä kuluttajien ja yritysten tietoisuuden kasvu ovat kasvattaneet vaatimuksia logistiikan hiilijalanjäljen pienentämiseksi. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2020).

## 2.1 Arvoketjuajattelu ja toimitusketjun hallinta

Logistiikkaan ja sen prosesseihin liittyy arvoketjuajattelu eli ajatus siitä, että kaikki tuotteen läpikäymät käsittelyvaiheet raaka-aineesta loppukäyttäjälle asti nostavat tuotteen jalostusarvoa. Samalla kuitenkin jokainen tuotteen kuljetus-, käsittely- ja varastointikerta vaikuttavat tuotteeseen kustannuksia nostavasti ja tuovat vain harvoin lisäarvoa tuotteelle tai asiakkaalle. (Hokkanen ym. 2011.) Logistiikan tavoitteena onkin varmistaa paras mahdollinen materiaalin ja siihen liittyvän informaation virtaus toimitusketjun läpi hallitsemalla tai poistamalla kustannuksia lisääviä tai arvoa laskevia vaiheita toimitusketjussa. (Viitala & Jylhä 2013, 160.)

Toimitusketjulla tarkoitetaan tapahtumasarjaa, jonka lopputuloksena asiakas saa kriteeriensä mukaisen tuotteen tai palvelun sovittuna ajankohtana. Toimitusketjuun sisältyvät myös paluuvirrat eli materiaalivirrasta aiheutuneiden sivutuotteiden ja jätteiden siirtäminen loppukäsiteltäväksi. Logistiikka ja logistiset toiminnot ovat merkittävä osa toimitusketjua ja sen hallintaa. (Viitala & Jylhä 2013, 156–160.) Kuvassa 1 esitetään tyypillisen toimitusketjun vaiheita ja materiaali-, tieto- ja rahavirtojen virtaussuuntia toimitusketjussa. Tyypillinen toimitusketju sisältää raaka-aineiden ja komponenttien toimittajat, valmistajat, tukkukauppiat ja jakelukeskukset, vähittäiskauppiat ja kaupat sekä asiakkaat. (Ai Chin, Hon Tat ym. 2015.)



Kuva 1. Tyypillinen toimitusketju. Kuva jäljitelty tekstistä (Ai Chin ym. 2015)

Toimitusketjuun osallistuu useita eri osapuolia ja toimijoita, minkä seurauksena aiheutuu helposti päällekkäisiä toimintoja, tietokatkoksia ja toiminnan tehostomuutta. Sen välttämiseksi ja logistiikan toimintojen optimoimiseksi tarvitaan toimitusketjun hallintaa (SCM, Supply Chain Management). Toimitusketjun hallinta kattaa kaikki tuotteen vaiheet raaka-aineiden toimittajista loppuasiakkaalle saakka. Hallitussa toimitusketjussa jokainen ketjuun vaikuttava osapuoli tähtää kilpailukykyiseen toimintaan reagoimalla ketjusta saatuun informaatioon nopeasti. (Viitala & Jylhä 2013, 156–160.) Menestyksekkäässä toimitusketjun hallinnassa keskeistä on tiedon saatavuus ja sen läpinäkyvyys. Läpinäkyvyyttä voidaan lisätä käyttämällä koko toimitusketjuun integroituja tietojärjestelmiä, joiden avulla voidaan seurata esimerkiksi ajantasaista kysyntää ja varastomääriä koko toimitusketjussa. (Rushton ym. 2017, 30.)

## 2.2 Lean-johtamisfilosofia toimitusketjussa

Lean-johtamisfilosofiassa (Lean Management) toimintaa lähestytään arvon tuottamisen näkökulmasta koko toimitusketjussa. Leanin tavoitteena on tarjota asiakkaalle korkeinta mahdollista laatua optimoimalla prosessien läpimenoaika ja siihen käytettävät resurssit hyödyntämällä jatkuvan kehityksen toimintatapaa. Lean-ajattelu on lähtöisin Japanista ajoneuvoteollisuudesta. Lean-filosofiassa tarkoituksena on poistaa toiminnan virtausta hidastavia ja arvoa tuottamattomia toimintoja. Toiminnot, jotka eivät tuota tuotteelle lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta, nähdään hukkana, ja ne pyritään joko poistamaan tai

muuttamaan arvoa tuottaviksi toiminnoiksi. Lean-filosofiassa hukaksi määritellään ylituotanto, ylisuuret varastot, odottaminen, turha materiaalinkäsittely- ja kuljettaminen, tiedonpuutteesta tai sen virheellisyydestä johtuvat virheet sekä luovuuden hyödyntämättä jättäminen. Lean-ajattelu voi johtaa seuraavanlaisiin kysymyksiin: Jalostaako tämä toiminto tuotetta tai palvelua jollakin tavalla? Lisääkö tämä toiminto arvoa asiakkaan näkökulmasta? Haluaako asiakas maksaa tästä toiminnosta suorasti tai epäsuorasti? Tarkastelu on tarkoitus osoittaa koko toimitusketjuun. (Viitala & Jylhä 2013, 159.) Hukkaa poistamalla voidaan päästä parempiin taloudellisiin tuloksiin, vähentää hukkaan kuluva aikaa, vaivaa, polttoainetta ja muita energianlähteitä sekä samalla tarjota parasta palvelua ja täyttää asiakkaiden tarpeet. (Lobo & Pinho 2019.)

Toimitusketjua voidaan kehittää Leanin avulla esimerkiksi seuraavasti:

- Ylläpidetään materiaalivirtojen jatkuva virtaus ja vältetään varastoitumista.
- Pyritään lyhentämään koko toimitusketjun läpimenoaikaa.
- Lisätään toimitusketjuun kuuluvia yrityksiä tai sidosryhmiä, jos se tuo hyötyä kokonaisuudelle.
- Sujuvoitetaan toimitusketjua tietotekniikan ja digitalisaation avulla.

(Viitala & Jylhä 2013, 159.)

Lean pitää sisällään useita eri työkaluja, joita hyödyntämällä päästään lähemmäs sen tavoitteita. Näitä ovat esimerkiksi organisointi- ja standardointimenetelmä 5S, tuotannon ajoitusjärjestelmä Just In Time ja jatkuvan parantamisen malli Kaizen. Työkaluja tulisi soveltaa ja muotoilla yrityksen omiin tarpeisiin, jotta muutokset olisivat pysyvämpiä. (Haapasalo 2011.) 5S-työkalu perustuu asioiden standardoimiseen, ihmisten käyttäytymisen muutosten edistämiseen, työympäristön yksinkertaistamiseen, jätteiden vähentämiseen, lisäarvoa tuottamattomien toimintojen poistamiseen, turvallisuuden lisäämiseen ja laatutason parantamiseen. Työkalun ”viisi ässää” ovat siis systematisointi, sortteeraus, siivous, standardisointi ja seuranta. (Lobo & Pinho 2019.) Just In Time (JIT) on tuotannonohjausperiaate, jolla tuotteita valmistetaan tai toimitetaan juuri oikeaan aikaan ja juuri se määrä, mitä on tilattu ja mitä sillä hetkellä tarvitaan. JIT-periaatteessa vältetään varastojen syntymistä ja optimoidaan resursien käyttöä, jotta saadaan paras mahdollinen tuottavuus. (Viitala & Jylhä 2013, 385.) Kaizen on jatkuvan parantamisen malli, jossa kohteena ovat kaikki

yrittäjien toiminnot kaikilla alueilla. Kaizenissa työryhmät pyrkivät analysoimaan jatkuvasti työtään ja parantamaan prosessejaan. Kaizenissa olennaista on koko henkilöstön sitouttaminen jatkuvaan parantamiseen sekä johdon näkyvä esimerkki ja tuki. Kaizenista on jalostunut monia johtamismalleja, kuten laatujohtamisen malli. Laatujohtamisen (Total Quality Management) tarkoituksena on varmistaa tuotteen tai palvelun korkea laatu tuotannon jokaisessa vaiheessa systemaattisella laadunvalvonnalla. (Viitala & Jylhä 2013, 159–160.)

### 2.3 Logistiikan toiminnot

Logistiikka koostuu useista toisistaan erillään tapahtuvista toiminnoista, jotka liittävät materiaalin tai palvelun tuottamisen vaiheet yhdeksi kokonaisuudeksi. Logistiikan toiminnot voidaan jaotella eri näkökulman mukaan hieman eri tavoin. Hokkanen ym. (2011) jaottelee logistiikan toiminnot hankintaan, kuljetukseen, huolintaan, varastointiin, materiaalinkäsittelyyn, pakkaamiseen sekä tuotantoon (Hokkanen ym. 2011, 69). Kullakin toiminnolla on vaikutus logistiseen prosessiin, ja tavallisesti näitä toimintoja tapahtuu useita kertoja tuotteen elinkaaren aikana. Logististen toimintojen tehokas ja toisiinsa integroitu toteutus vaatii siis resursseja ja asiantuntemusta. (Sakki 2014, 6.) Operatiivisen toiminnan virheet tai epäonnistumiset aiheuttavat kustannuksia ja voivat vahingoittaa yrityksen asemaa, joten toiminnan tehokkaalla suunnittelulla ja operatiivisen toiminnan johtamisella voidaan vaikuttaa toimitusketjun kustannuksiin ja asiakkaan tyytyväisyyteen (Rushton ym. 2017, 368).

Kuljetuksilla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä kaupallista tavaraliikennettä, jolla taas tarkoitetaan fyysisten materiaalien siirtämistä ja siihen kytkeytyvää välitöntä käsittelyä. Kuljetukset voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin kuljetuksiin. Sisäiset kuljetukset ovat suljetulla alueella tapahtuvia siirtoja esimerkiksi tuotantolaitoksen omalla alueella, kun taas ulkoiset kuljetukset suoritetaan yleisillä kuljetusväylillä ja kuljetusvälineillä. (Viitala & Jylhä 2013, 168.) Kuljetusmuodolla tarkoitetaan sitä kuljetusvälinettä, jolla kuljetus suoritetaan, tai sitä elementtiä, jossa kuljetus tapahtuu. Kuljetusmuodot on jaettu vesi-, maantie-, rautatie-, putki- ja lentokuljetuksiin sekä yhdistelmäkuljetuksiin, joissa kuljetusmuotoja yhdistetään kuljetusketjun aikana. (Hokkanen ym. 2011, 87–88.) Kuljetusmuodon valintaan vaikuttaa kuljetuksen nopeus ja saavutettavuus, kustannukset, jotka koostuvat pääosin työvoima- ja polttoainekustannuksista,

sekä kuljetettavan tavarankoko ja tuotteen erityisvaatimukset (Viitala & Jylhä 2013, 169–170).

Logistiikassa varaston ja varastoinnin käsitteen merkitys on moninainen, ja varastoja esiintyy toimitusketjun kaikissa vaiheissa. Varastot voidaan jaotella esimerkiksi varaston käyttötarkoituksen tai varastoitavan tavarankokoon. Teknisesti varastoinnilla tarkoitetaan varastotoimintoja, varastotiloja ja rakennuksia. Liiketoiminnan näkökulmasta varastolla tarkoitetaan kuitenkin usein yrityksen materiaalia, joka on vaihdettavissa tai jalostettavissa pääomaksi. Materiaalien varastointi sitoo yrityksen pääomaa ja kasvattaa tuotteen ja toimitusketjun kustannuksia, mutta tuo vain harvoin lisäarvoa asiakkaalle. Varastoja pidetään kuitenkin liiketoiminnan edellytyksenä esimerkiksi kaupan ja valmistavan teollisuuden aloilla, joilla nopea kysyntään vastaaminen ja suurten eräkokojen edullisuus ovat valttia. (Hokkanen ym. 2011, 126–128.)

Logistiikassa pakollista tavarankäsittelyä kutsutaan materiaalinkäsittelyksi. Materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan materiaalin mekaanista tai automatisoitua liikkumista logistisessa ketjussa eli esimerkiksi tuotteen siirtämistä, lastaamista ja purkamista. Materiaalinkäsittelyä tapahtuu tyypillisesti esimerkiksi terminaaleissa ja jakelukeskuksissa. Siinä käytetään apuna eri tyyppisiä siirtovälineitä, kuljettimia, siirtolaitteita sekä automaatiota. Materiaalinkäsittely logistisessa prosessissa on pakollista, mutta sitä ei tavallisesti nähdä tuotteelle arvoa tuottavana toimintona. Siksi tuotteeseen kohdistuvan materiaalinkäsittelyn tulisi olla vähäistä ja tehokasta. (Sidharatha 2007, 1–2.)

Myös pakkaaminen on oleellinen osa logistiikkaa, sillä se suojaa tuotetta erilaisia haittoja vastaan, helpottaa tuotteen käsittelyä ja toimii informaation välittäjänä toimitusketjussa. Lisäksi pakkaaminen voi alentaa jakelukustannuksia ja olla osa yrityksen markkinointia. (Hokkanen ym. 2011, 151.) Pakkaamista koskevat myös useat eri vaatimukset merkintöjen, pakkausmateriaalin, kierrättämisen ja pakkauksen muodon ja koon suhteen. Pakkausten täytyy suojata tuotteita rasituksilta, joita ovat muun muassa mekaaniset käsittelystä ja kuljetamisesta aiheutuvat rasitukset, kemikaaliset ja biologiset rasitukset sekä ilmastolliset rasitukset kuten kosteuden ja lämpötilan vaihtelut. Pakkauksen tu-

lisi olla mitoitettu niin, että se tukee käsittelyn, varastoinnin ja kuljettamisen tehokkuutta eikä poikkeavalla koolla tai muotoilullaan haittaa tai hidasta toimitusketjua. (Suomen Pakkausyhdistys ry 2019.)

## 2.4 Logistisen lähetysyksikön tunnistaminen

Logistinen yksikkö on kuljetukseen ja varastointiin käytetty pakkauskokonaisuus, jota käsitellään toimitusketjussa. (Näin teet GS1-merkinnän s.a.) Suurimmassa osassa yritysten lähettämistä kuljetusyksiköistä eli kolleista on jonkinlainen kolliosoitelappu, joka sisältää lähetykseen ja sen kuljetukseen liittyviä tietoja. Kolliosoitelappu on linkki rahtikirjan eli toimitustietojen ja kuljetettavan tavaran välillä. Kolliosoitelapussa on esimerkiksi viivakoodi tai RFID-tunniste, jonka lukemalla voidaan tarkastella ja päivittää lähetyksen sähköisiä tietoja. Yritykset voivat päättää kolliosoitelapun ominaisuudet ja kiinnitystavan itse. Puutteellisuus kolliosoitelapun tiedoissa hidastaa tavaroiden ja tiedon virtausta, ja selvitykseen kuluva aika lisää kustannuksia toimitusketjussa. Lisäksi huonosti kiinnitetty lappu hidastaa materiaalinkäsittelyä ja täten operatiivista toimintaa. Kolliosoitelapun yhtenäistämiseksi on kehitetty standardoitu kolliosoitelappu, jonka voi ottaa käyttöön mikä tahansa yritys. (TIEKE 2020.) GS1 on voittoa tavoittelematon organisaatio, joka kehittää ja ylläpitää kansainvälisesti käytetyimpiä tavaratietojen ja niiden yksilöinnin standardeja. (GS1 näkyy ja kuuluu kaikkialla - joka ikinen päivä s.a.) Standardoitu kolliosoitelappu on GS1-standardin mukainen osoitelappu, ja siinä hyödynnetään muun muassa standardimuotoista tunnistenumeroa eli SSCC-koodia, jota käytetään kuljetus- tai varastointiyksiköiden tunnistamiseen. Kolliosoitelapussa on sekä pakollisia että valinnaisia tietoja. Yrityksillä voi olla erityistarpeita kolliosoitelapun sisältöön liittyen, joten olennaista on tarkistaa kunkin yrityksen ohjeistus erikseen. Pakollisia tietoja ovat kuitenkin seuraavat tiedot:

- Mistä-tiedot
- Minne-tiedot
- SSCC-koodi
- Kollimäärä
- Paino
- Viivakoodi, sovellustunnus ja SSCC-koodi (TIEKE 2020.)

SSCC-koodi on GS1:n kehittämä tunnistenumero logistiikan tarpeisiin. SSCC muodostuu sanoista Serial Shipping Container Code eli sarjatoimitusyksikkökoodi. Tavarantekijät tai alihankkijat voivat käyttää SSCC-koodia tuotannon- ja varastonhallintaan sekä asiakirjojen teon helpottamiseen. SSCC-koodi voidaan liittää tuotepakkauksiin jo tuotantolinjalla. Tavarankuljettajat voivat käyttää SSCC-koodia tavaroiden jäljittämässä ja valvonnassa. Tavarantekijä voi lukea koodin vastaanotetusta tavarasta, jolloin koodin antamia tietoja voidaan verrata tietojärjestelmässä oleviin tietoihin tavaraan liittyen. (TIEKE 2020.)

TIEKE:n (2020) verkkosivuilta jäljitelty esimerkki SSCC-koodista:

Esimerkkikoodi: **(00) 2 34YYYYYYY 000002 T**

**(00)** = Sovellustunnus, jota käytetään aina kun SSCC sijoitetaan GS1-viivakoodiin.

**2** = Laajennustunnus, joka on vapaavalintainen luku

**34YYYYYYY** = yritystunniste (6-, 7- tai 9-numeroa pitkä)

**000002** = Sarjanumero, jossa suositellaan juoksevaa numerointia.

**T** = Tarkistusnumero, joka lasketaan modulo 10 -laskentasäännön mukaan tai GS1-verkkosivujen tarkistusnumerolaskurilla.

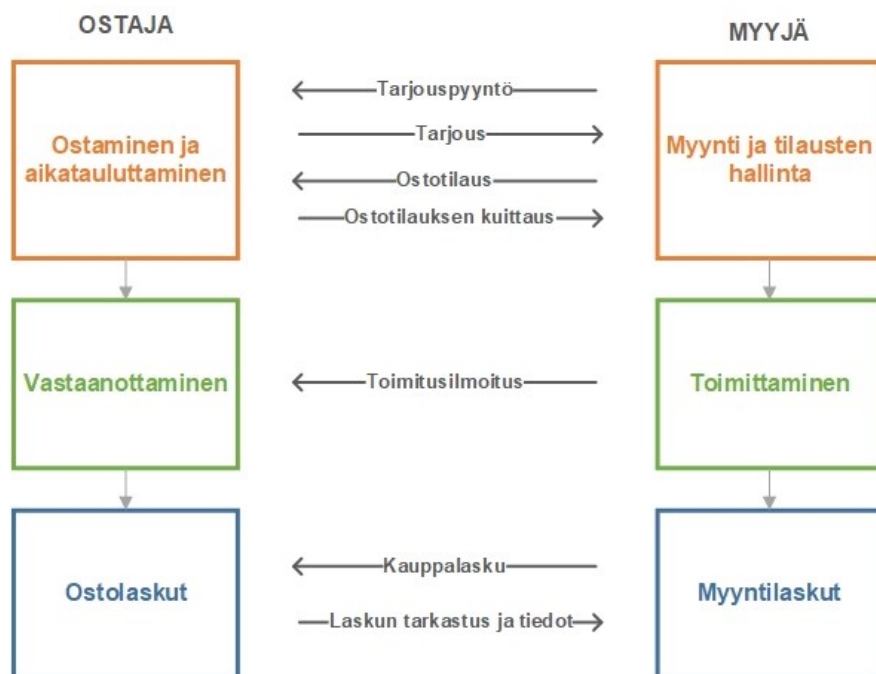
Sovellustunnusta tarvitaan vain viivakoodia luettaessa tai kun koodia välitetään. Se kertoo, että kyseessä on sarjatoimitusyksikkö ja on aina 00. (TIEKE 2020.) Koodin muodostaminen alkaa laajennustunnuksella, jolla laajennetaan SSCC-koodin numerointikapasiteettia. Tämän jälkeen koodiin laitetaan yritystunnus. Sarjanumerosarjaksi suositellaan juoksevaa numerointia ja lopuksi lisätään tarkistusnumero. (TIEKE 2020.)

SSCC-koodissa käytetään GS1-128-viivakooditekniikkaa, ja se on logistisen yksikön pakollinen tieto. (Näin teet GS1-merkinnän s.a.) Koodin muodostaa tavarantoimittaja, jonka jälkeen koodia hyödynnetään läpi koko toimitusketjun. Koodi säilyy koko ketjun ajan samana, ellei lähetysyksikköön tehdä esimerkiksi sisältöön tai määrään vaikuttavia muutoksia. Tällöin yksikölle on annettava uusi SSCC-koodi. SSCC-koodin käyttämiseksi yritys tarvitsee itselleen maksullisen GS1-yritystunnisteen, jonka myöntää GS1 Finland Oy. SSCC-koodi on mahdollista esittää myös RFID-tunnisteena, jolloin koodi voidaan lukea ilman suoraa näköyhteyttä. EPCGlobal on kehittänyt EPC-standardin

(Electronic Product Code) tavarán ja kuljetusyksiköiden tunnistamiseen. (TIEKE 2020.)

## 2.5 Organisaatioiden välinen tiedonsiirto

Organisaatioiden välisellä tiedonsiirrolla (OVT) tarkoitetaan yksinkertaistettuna sitä, että yritysten välistä tietoa siirretään sähköisesti järjestelmästä toiseen standardimuotoisena ja automaattisena toimintona (TIEKE 2020). OVT liitetään usein EDIFACT-sanomaformaattiin (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport), sillä useimmat kaupan, teollisuuden ja kuljetusalan sanomista ovat EDIFACT-sanomastandardin mukaisia. Yleisimpiä EDI-sanomina kulkevia vaihdettavia asiakirjoja ovat ostotilaukset, laskut ja ennakoilmoitukset. Lisäksi EDI-sanomia voivat olla esimerkiksi rahtikirjat, konossementit, tulliasiakirjat, inventaarioasiakirjat ja muut maksuasiakirjat. Sähköinen tiedonsiirto pienentää kustannuksia, nopeuttaa tiedon käsittelyä, vähentää virheitä ja parantaa suhteita liikekumppaneihin. (Bathini ym. 2003, 1–4.)



Kuva 2. Ostajan ja myyjän välinen tiedonsiirto ostotilausprosessissa (Bathini ym. 2003, 4)

Kuva 2 esittää tyypillistä toimintojen ja sanomatietojen kulkua myyjän ja ostajan välillä. Yleensä ostaja pyytää tavarantoimittajalta tarjouksen, jonka saatuaan laittaa tilauspyynnön myyjälle eli tavarantoimittajalle. Tietojenvaihto tapahtuu usein ostojärjestelmässä ostajan puolelta ja myyntijärjestelmässä myyjän



puolelta. Kun ostajan tilaamat tuotteet ovat siirtyneet toimitukseen, lähetetään myyjältä toimitusilmoitus ostavalle osapuolelle. Tämä tietojenvaihto tapahtuu todennäköisesti IT-infrastruktuurin eri osien välillä sekä myyjän että ostajan puolella. Näin ollen EDI-sanomien käyttö kahden yrityksen välillä vaatii integrointia sovellusten välillä molemmissa päissä. Organisaation eri toiminnoissa käytettävien eri järjestelmien on tiedettävä toistensa tietoja, esimerkiksi varastossa käytettävän sovelluksen tai kirjanpitosovelluksen on tiedettävä ostosovelluksen luoma tilaus. (Bathini ym. 2003, 1–4.)

Sähköinen tiedonsiirto tapahtuu aina kahden eri osapuolen välillä. Osapuolten roolit tiedonsiirron suhteen määräytyvät sen mukaan, miten osapuolten välillä siirrettävä tiedosto liikkuu. Sanoman lähettävä osapuoli on sanoman lähettäjä. Lähettäjä poimii sanoman sisältävät tiedot omista järjestelmistään, järjestää ne sanoman sovellusohjeen määräämään muotoon, valmisteleo lähetyksen ja lähettää sen sovitulla tiedonsiirtomenettelyllä vastaanottavalle osapuolelle. Sanomatiedoston vastaanottaja ottaa sanomatiedoston vastaan ja purkaa sen tiedot omiin järjestelmiinsä. Vastaanottaja varmistaa lähettäjän oikeellisuuden lähettää tiedostoja ja tekee mahdollisia tarkistuksia tiedon oikeellisuudesta. Jos sanomatiedoston siirron molemmilla osapuolilla on käytössään samat järjestelmät, voi vastaanottajan järjestelmä tallentaa vastaanotetut tiedot automaattisesti. Sanoman siirtyessä eri tietojärjestelmästä toiseen on sanoman lähettäjän muunnettava tiedot standardimuotoon ennen sanomatiedoston lähettämistä. Tämän jälkeen vastaanottaja muuntaa standardimuotoisen tiedon sopivaksi omiin järjestelmiinsä. Jos lähettäjällä ja vastaanottajalla on useita partnereita, joille sanomatiedostot välitetään, voidaan käyttää ulkopuolista operaattoria. Lähettäjän operaattori muuttaa sanomatiedoston standardimuotoon ja reitittää sen vastaanottajalle. Vastaanottajan operaattori vastaanottaa standardimuotoisen tiedon, muuntaa sen vastaanottajan järjestelmiin sopivaan muotoon ja siirtää sen vastaanottajalle. (TIEKE 2020.)

Keskenään sähköistä tiedonsiirtoa toteuttavien osapuolten sekä operaattoreiden on mahdollista tehdä tiedonsiirtosopimus. Sopimuksella selkeytetään tiedonsiirtotapahtumaa ja osapuolten roolia, vastuita ja velvollisuuksia. Sopimukseen sisällytetään esimerkiksi kustannukset ja osapuolten maksuvelvoitteet, osapuolten vastuut tietoturvaan koskevista asioista ja sanoman vastaanottoon, käsittelyyn ja säilytykseen liittyviä ehtoja. (TIEKE 2020.)

### 3 PROSESSIT

Liiketoimintakontekstissa prosessilla tarkoitetaan toistuvaa toimintojen tai tehtävien ketjua, jolla on tarkoitus päästä ja jota toteuttamalla päästään haluttuun tavoitteeseen eli tuotokseen. Prosessin tuotoksen vastaanottaa asiakas. Prosessi vaatii käynnistyäkseen siihen työnnettävää informaatiota tai materiaalia eli syötteen. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 1–2.)

Kaikilla organisaatioilla on prosesseja, joita voivat esimerkiksi olla kehitys-, hankinta-, tuotanto-, toimitus- ja huoltoprosessit. Mutta sitä, monestako eriprosessista organisaatio koostuu, ei voida määritellä, sillä eri organisaatioissa prosesseja voidaan määritellä ja tarkastella hyvin eri tavoin. (Modig & Åhlström 2014, luku 2.)

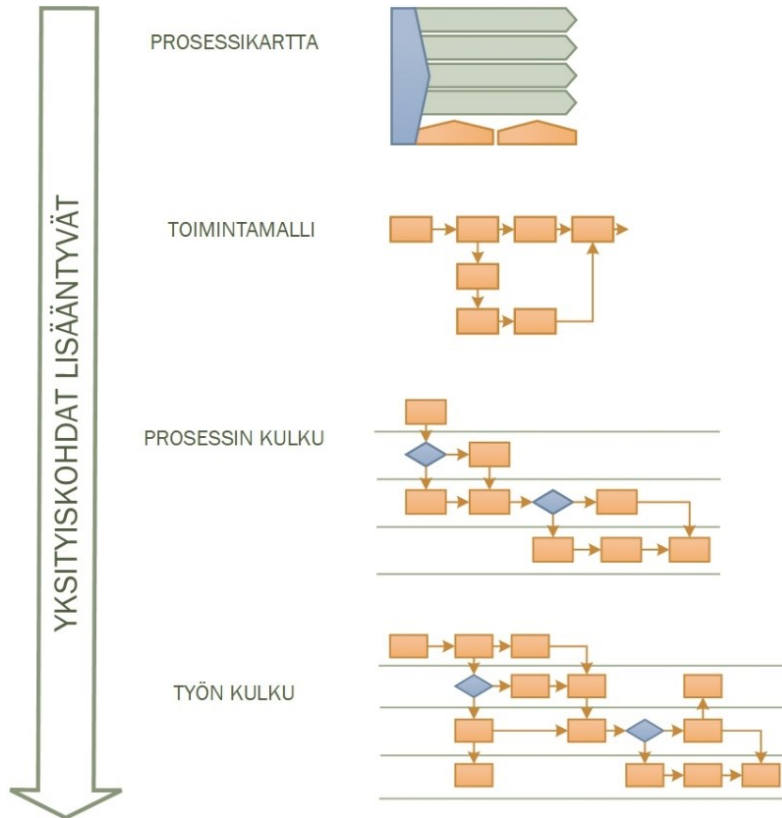
#### 3.1 Prosessien kuvaaminen

Prosessikuvaukset kertovat, miten johonkin toimintaan liittyvät eri toiminnot ovat riippuvaisia toisistaan ja millaisen tapahtumaketjun ne muodostavat (Viitala & Jylhä 2013, 388). Prosessikuvausten avulla voidaan selkeämmin jäsenellä prosesseja ja toimijoiden vastuita sekä nähdään paremmin prosessien kehittämistarpeita. Prosessikuvauksia voidaan lisäksi käyttää perehdyttämiseen, kouluttamiseen ja tietojärjestelmien kehittämiseen. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 1–2.)

Prosessien kuvaamisessa oleellista on se, että kuvaustaso on käyttötarkoitukselle riittävä ja vastaa yrityksen prosessikuvasten kokonaisarkkitehtuuria. Vaikka prosessikuvauksia voidaan laatia erilaisella tarkkuudella eri tarpeiden mukaan, on tärkeää, että prosessit kuvataan yhdenmukaisella tavalla. Yhtenäisen kuvaustavan ja kuvauskielen myötä yhteistyö onnistuu myös ylittäessään organisaatio- ja toimialarajat, eikä rajoitu vain organisaation sisäiseen yhteistyöhön. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 3–4.)

Prosessikuvausdokumentteja ovat prosessikaaviot, perustietolomake sekä toiminnot-**taulukko**. Prosessikuvausten yksityiskohtaisuus vaihtelee niiden kuvaustason mukaisesti. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta jakaa prosessikuvaukset neljään eri kuvaustasoon, joita ovat prosessikartta, toimintamalli (prosessitaso), prosessin kulku (toimintotaso) ja työn kulku. Tasojen

väliset erot voivat joskus olla häilyviä tai pieniä. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 6.) Prosessikuvauksissa käytetään erilaisia symboleja kuvaamaan eri rooleja, vastuualueita, vaiheita ja valintoja. Symbolien käytön laajuuden määrittää pääasiallisesti kuvaustaso. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 10.)



Kuva 3. Prosessien kuvaustasot (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 6)

Kuvassa 3 on esitetty neljä eri prosessien kuvaustasoa. Kuvaukset tarkentuvat ja niiden yksityiskohtaisuus kasvaa alemmille tasoille siirryttäessä. Kuvan 3 ylimmän kuvaustason eli prosessikartan tarkoitus on esittää kokonaiskuva organisaation toiminnasta. Prosessikartta on pelkistetyin kuvaustaso, jolla esitetään tärkeimmät prosessit, pelkistetty organisaatio ja toimintaympäristö. Prosessikartta voidaan esittää erilaisilla tavoilla, mutta prosessikartassa ei kuvata prosessien välisiä liittymiä tai riippuvuuksia. Prosessikartta hahmottaa siis organisaation kokonaiskuvan ja sen toimintaa ja toimii päätöksenteon sekä ulkoisen viestinnän apuvälineenä. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 7.)

Toimintamallitasolla organisaation toiminta kuvataan hieman prosessikarttatasoa tarkemmin. Toimintamallissa kuvataan ydinprosessien jakautuminen osaprosesseiksi ja määritellään prosessien omistajat, tavoitearvot ja menestystekijät. Lisäksi toimintamallitasolla kuvataan prosessien välisiä riippuvuuksia, vuorovaikutus ja liittymät sidosryhmiin ja asiakkaisiin. Toimintamalli antaa johdolle kokonaiskuvan toiminnasta ja sitoo eri prosessit yhteen. Toimintamalli muodostetaan toimintamallikaaviosta ja sitä täydentävistä tekstidokumenteista. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 8.)

Prosessin kulku -tasolla kuvataan toiminnan työvaiheet, toiminnot ja niistä vastaavat toimijat. Kuvaustason tulee esittää kaikki vastaavat asiat kuin toimintamallikuvauksessa, mutta yksityiskohtaisemmin. Prosessin kulku -tasolla prosessit ja osaprosessit jaetaan edelleen toiminnoiksi, tehtäviksi, toimenpiteiksi ja osatehtäviksi, joihin voidaan liittää resursseja. Näistä jokainen tehtävä ja toimija tulee nimetä tunnistettavalla tavalla, ja myös asiakkaan tulee olla nimetty toimija. Prosessin tuottamat lopputulokset kuvataan samalla tavalla kuin viestit muille prosesseille, sidosryhmille ja taustajärjestelmille. Prosessin kulku -tasolla voidaan kuvata tehtävät toimijoittain ja näin eritellä toimijoiden tehtävät ja vastuut. Lisäksi voidaan kuvata linkitetyt prosessit ja tietojärjestelmät, jotka liittyvät prosessin toteutukseen. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 9.)

Työn kulku -tasolla kuvataan prosessin kulkua kaikkia edellä mainittuja tarkemmin. Tärkeimpänä eroavaisuutena on prosessien sisäisten ja ulkoisten riippuvuuksien kuvaaminen tietotyyppeinä, eli nähdään, minkälaisessa muodossa tieto liikkuu eri toimintojen välillä. Lisäksi prosesseihin liittyvien tietovarastojen ja ulkoisten järjestelmien tieto on kuvattava riittävän tarkasti. Työn kulku -tasolla kuvataan toimintojen vuorovaikutus ja työn kulku numeroimalla toiminnot, tehtävät toimenpiteet ja osatehtävät hierarkkisesti. Tasolla kuvataan liittymät asiakkaan toimintoihin, muihin sidosryhmiin ja taustajärjestelmiin. Sillä kuvataan myös toiminnon, tehtävät, toimenpiteen ja osatehtävän saamat syötteet ja tiedot sekä niiden tuottamat lopputulokset. Lisäksi tasolla kuvataan viestit sidosryhmille, taustajärjestelmille ja muille prosesseille sekä toimijoiden vastuut ja suorittajien roolit. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 9.)

Työn kulku -tasoa käytetään muun muassa silloin, kun halutaan kehittää prosessia, muodostaa prosessia vastaavat työohjeet tai esimerkiksi kehittää prosessia sähköiseksi palveluksi. Tällöin on esitettävä tarkalla tasolla tehtävien sisältö ja niiden väliset yhteydet. Jokaisen tehtävän osalta on tiedettävä siihen tulevan ja siitä lähtevän tiedon tyyppi ja tietokentän muoto. Tehtävien tuotokset ja syötteen prosessissa on siis esitettävä sellaisella tasolla, että niiden pohjalta voitaisiin rakentaa esimerkiksi sähköinen palvelu. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 10.)

### 3.2 Prosessien kehittäminen

Prosessien kehitystyötä ohjaavat yrityksen arvot ja strategiat. Kehittämiseen kuuluu tyypillisesti prosessien kuvaaminen, mittaaminen, analysointi ja ratkaisujen testaaminen. Prosessien kehittämisellä voidaan tähdätä useisiin eri tavoitteisiin, mutta useimmiten prosessien kehittäminen lähtee liikkeelle ongelmasta, johon halutaan löytää ratkaisuja. Kehittämisellä tavoitellaan esimerkiksi jonkin toiminnan tehostumista, kustannusten alentumista, sekä laadun tai asiakaspalvelutason parantumista. Käytännön toimina tämä voi tarkoittaa esimerkiksi päällekkäisten työvaiheiden poistamista tai rinnakkaisvaiheiden lisäämistä läpimenoajan nopeuttamiseksi. Prosessien kehittämistä toteutetaan usein laajoilla kehityshankkeilla, jotka voivat johtaa uusien menetelmien käyttööntöön. Usein tarkoituksena on parantaa prosessin jotakin osa-aluetta. (Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta 2012, 3.)

Kiiskinen ym. (2002) erittelevät prosessien kehittämisen viiteen eri vaiheeseen. Ensimmäisenä vaiheena määritetään johtajien odotukset prosessin kehittämiprojektille ja hankitaan johdon hyväksyntä. Toisessa vaiheessa toteutetaan prosessien nykytila-analyysi, jossa tarkastellaan nimensä mukaisesti prosessien nykyistä tilaa. Tiedostamalla vanhan prosessin tulokset voidaan paremmin arvioida uuden prosessin toimivuutta. Kolmannessa vaiheessa määritetään visio ja kriittiset menestystekijät projektille. Neljännessä ja viimeisessä vaiheessa määritetään toimintamalli, jota aletaan toteuttaa viimeisessä vaiheessa. (Kiiskinen ym. 2002, 38.)

Prosessien visuaalisella esittämisellä on Viitalan ym. (2013) mukaan kaksi keskeistä hyötyä. Ensinnäkin se vaatii kaikkien ketjun osapuolten ja toimintavaiheiden tunnistamista, jolloin saadaan selkeämpi käsitys siitä, millä tavoin jokin lopputulos rakentuu. Tunnistamisen avulla havaitaan, mitkä kaikki tekijät vaikuttavat jonkin tapahtumaketjun kustannuksiin, nopeuteen ja mahdollisesti syntyvään lisäarvoon. Lisäksi kuvaus selkeyttää työnjakoa ja auttaa hahmottamaan organisaatiossa työskentelevien henkilöiden roolia ja vastuualueita. Toisena hyötynä saadaan aikaan visuaalinen työväline tukemaan uudistamis- ja kehittämistyötä. Parhaimmillaan prosessikuvauksen avulla pystytään keskittämään huomio niihin toimintoihin tai tehtäviin, jotka tukevat parhaiten ydinprosesseja ja ovat niille kriittisimpiä. (Viitala & Jylhä 2013, 291.)

#### **4 TOIMINTOJEN KUSTANNUSLASKENTA AIKAPERUSTEISESTI**

Toimintolaskenta on kustannusseurantaa, jonka tarkoituksena on seurata yrityksen operatiivisia toimintoja ja selvittää, millaisia kustannuksia kullekin toiminnolle todellisuudessa kertyy. (Viitala & Jylhä 2013.) Aikaperusteinen toimintolaskenta (TDABC, Time-Driven Activity-Based Costing) perustuu ajatukseen siitä, että usein palvelualoilla ja tuotannollisten yritysten tukipalvelujen toimintokohdistimiksi määrittyy ajankäyttö. Aikaperusteisessa toimintolaskennassa kustannusajurina toimii siis toimintoon kulutettu aika. Toiminnolle kertyvien kustannusten kohdistaminen perustuu tuotantokapasiteetin yksikkökustannusten arviointiin ja yksittäisen toiminnon suorittamiseen kuluvan ajan arviointiin. Toimintolaskennan lähtökohtana on aina tuotantoprosessin hyvä tuntemus, joten on selvitettävä, mitä ihmiset tekevät ja miten eri tehtävät liittyvät toisiinsa. Tämän selvityksen tuloksena voidaan myös saada parempi kuva siitä, kuinka eri toiminnot liittyvät arvonmuodostukseen. (Pellinen 2019, 130–131.) Aikaperusteista toimintolaskentaa voidaan pitää yksinkertaisena kustannuslaskennan muotona vain kahden tarvittavan parametrin takia, mutta kun otetaan huomioon yritysten tuotteiden, palveluiden ja prosessien suuri määrä, edellyttää tällainen laskenta vahvaa tietojenkäsittelykapasiteettia. (Järvinen & Väättäjä 2018.)

Aikaperusteisessa toimintolaskennassa kustannuksiin pyritään huomioimaan kaikki välittömät ja välilliset kustannukset, kuten työntekijöiden palkat etuineen, esihenkilöstön palkat etuineen, tukitoimintojen välilliset kustannukset,

osaston käytettävissä oleva laitteisto ja teknologia, käytettävissä olevat tilakustannukset ja muut välilliset kustannukset, kuten henkilöstö- ja taloushallinto sekä informaatioteknologiapalvelut. (Siguenza-Guzman ym. 2013.)

Aikaperusteisessa toimintolaskennassa yhden aikayksikön kustannukset voidaan ilmaista EUR/ minuutti. Kapasiteetikustannukset lasketaan jakamalla kokonaiskustannukset toimintojen suorittamiseen käytettävissä olevalla ajalla, joten on tärkeää arvioida riittävän tarkasti työn tekemiseen käytettävissä oleva aika. (Pellinen 2019, 130–131.) Työntekijän kapasiteettia arvioidessa ei ole välttämättä tarpeen havainnoida työntekijöiden työajan viettämistä, vaan voidaan arvioida, että työntekijän kapasiteetti on todellisuudessa noin 80–85 prosenttia teoreettisesta 100 prosentin kapasiteetista. Esimerkiksi jos työntekijä tai kone on käytettävissä työhön 40 tuntia viikossa, sen todellinen kapasiteetti on noin 32–35 tuntia viikossa. Tyypillisesti ihmisille annetaan koneita alhaisempi kapasiteetti, sillä aikaa varataan tauoille, saapumiselle ja lähdölle sekä viestinnälle ja koulutukselle. Toinen tapa on tarkastella aiempaa tasoa ja tunnistaa aikavälejä, joissa tuotantoprosessi on valmistunut ajallaan ilman liiallisia viivästyksiä, ylitöitä tai muutoin työstä stressaantuneita työntekijöitä. Molemmissa lähestymistavoissa liiallinen tarkkuus on tarpeetonta, sillä arvioiden mahdolliset virheellisyydet paljastuvat ajan mittaan toimintolaskelman myötä. Kapasiteetin aikayksikön kustannusten laskemisen jälkeen on arvioitava kunkin toiminnon viemä aika. Toimintojen ajat voidaan kerätä havainnoimalla tai haastatteleamalla työntekijöitä, mutta oleellista kuitenkin on, että jokainen prosessiin kuuluva vaihe huomioidaan. (Kaplan & Anderson 2004.)

TDABC:ta pidetään hyödyllisenä kustannuslaskentamallina erityisesti pienissä ja keskisuurissa yrityksissä sekä ympäristöissä, joissa on runsaasti toistuvia ja rutiininomaisia toimintoja, kuten logistiikka-, sairaala-, jakelu- ja palveluyrityksissä yleensä (Siguenza-Guzman ym. 2013). Aikaperusteinen toimintolaskelma paljastaa sekä yrityksen toimintojen kustannukset että niihin käytetyn ajan. Tietojen avulla yrityksen johto voi tarkastella kapasiteetin kustannuksia ja tarvittaessa reagoida kustannuksiin vaikuttamiseksi. (Kaplan & Anderson 2004.) Aikaperusteisen toimintolaskentamallin ongelmat keskittyvät pääasiassa arvioiden tarkkuusvirheisiin ja erityisesti aika-arvioiden yliarviointiin. (Bahr & Price 2016.) Lisäksi Siguenza-Guzmanin ym. (2013) mukaan mallin

haasteina voidaan nähdä muun muassa riittävän datankeruun määrä luotettavien arvioiden muodostamiseksi, aika-arvioiden subjektiivisuus ja yliarviointi, kun työntekijät arvioivat työn keston vaihtelevina aikamääreinä, sekä tiedon tarkkuustaso, integroiminen yrityksen järjestelmiin ja tietojen säännöllinen päivittäminen. (Siguenza-Guzman ym. 2013.)

## 5 RFID-TEKNOLOGIA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millaisia vaikutuksia RFID-tekniikalla olisi toimeksiantajayrityksen prosesseihin ja niihin kytkeytyviin informaatiovirtoihin. Täten RFID-tekniikka ja sen ominaisuudet ovat tutkimuksessa keskeisessä roolissa. Tässä luvussa kuvataan RFID-tekniikan tekniset ominaisuudet eli tunnistet, antennit, lukijat ja taajuudet sekä sen toimintaperiaate ja keskeisimmät hyödyntämisalueet.

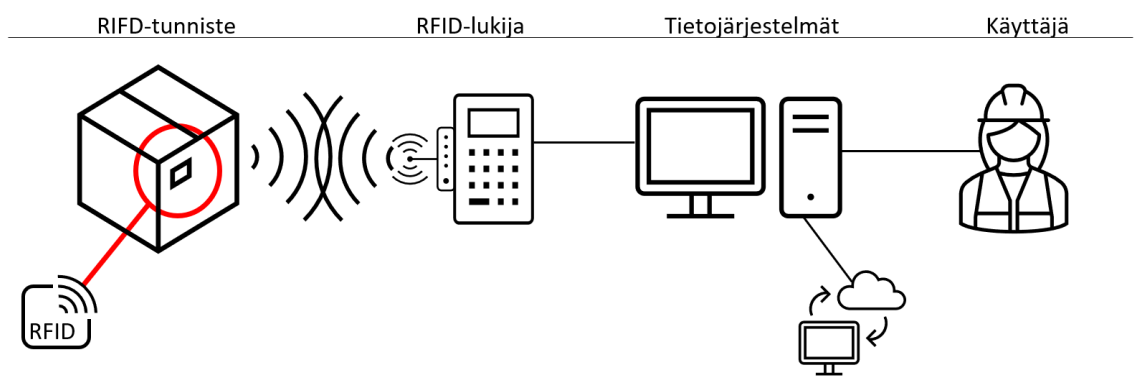
Tiedonkulun automatisointi on tavoitteena monella toimialalla. Sen avulla voidaan vähentää manuaalisen työn virheitä, joita tulee muun muassa tietojärjestelmiä käytettäessä ihmistyönä sekä dokumenttien käsin kirjoittamisesta. RFID on tekniikka, joka edesauttaa tiedon automaattista keräämistä ja käsittelyä. (Williams 2016, 271.)

RFID-tekniikka (Radio-Frequency Identification) on radiotaajuuksilla toimivaa tekniikkaa, jossa hyödynnetään tiedon tallentamista elektroniselle tunnistelle ja sopivalla lukijalla tiedon lukemista sekä siirtämistä tietojärjestelmiin. RFID-tekniikan avulla voidaan seurata, jäljittää ja tunnistaa kohteita ja objekteja, joihin elektroninen RFID-tunniste on kiinnitetty. RFID-tekniikka on kehitetty 1940-luvulta alkaen, ja sen ensimmäiset käyttökohteet kytkeytyivät toiseen maailmansotaan ja lentokoneiden havainnointiin tutkalla. Nykyisin tekniikkaa sovelletaan muun muassa logistiikassa, liikenteessä ja kulunvalvonnassa. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 9–11.) Williamsin mukaan (2016, 270) RFID-tekniikalla on laajat mahdollisuudet logistiikassa, sillä sen avulla voidaan lukea laajoja määriä tietoa nopeasti ja jopa liikkuvista kohteista.

RFID-tekniikan toiminta perustuu tunnisteseen ja lukijaan sekä tietojärjestelmiin, joihin lukijalla ollaan yhteydessä. Sen käyttö voidaan kuitenkin perus-



taa vain tunnisteen ja lukijan välille ilman ulkoisia tietojärjestelmiä. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 25–26.) Kuvassa 4 on esitetty RFID-tekniikan perusrakenne, joka koostuu RFID-tunnisteesta, -lukijasta sekä tietojärjestelmästä. Teknologiasa RFID-tunniste ja -lukija ovat yhteydessä toisiinsa radioaaltojen avulla. Lukija lähettää signaalin tunnistelle, lukee tunnistella olevan tiedon ja muokkaa sen tietojärjestelmiin sopivaksi. Tietojärjestelmästä tietoa voidaan lukea ja käyttää sekä siirtää erilaisiin pilvipalveluihin. (SFS-Käsikirja 301–1 2010.)



Kuva 4. RFID-tekniikan tiedonsiirron perusrakenne. Kuva jäljitely tekstistä. (SFS-Käsikirja 301–1 2010)

RFID-tunnisteen ja lukijan välillä ei tarvita visuaalista kontaktia, sillä sen ominaisuudet mahdollistavat lukemisen kaukaa. RFID-tekniikkaa verrataan usein viivakoodiin, jonka käyttöominaisuudet eivät ole yhtä laajat kuin RFID-tekniikan. Viivakoodiin ei esimerkiksi voida tallentaa yhtä paljon tietoa, ja sen lukeminen vaatii aina visuaalisen kontaktin. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 9.) Lisäksi RFID kestää ympäristön olosuhteita, kuten likaa ja kastumista (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 23). RFID-tekniikka parantaa myös seuranta-järjestelmien tekniikkaa, jotka ovat viivakoodeja käytettäessä epäkäytännöllisiä (Williams 2016, 270).

RFID-tekniikalle on myös määritetty standardeja, jotka ottavat kantaa tunnistella sisältämän tiedon rakenteeseen sekä kommunikointimenetelmiin. Standardeja ovat määritelleet ISO (International Organization) ja IEC (International Electrotechnical Commission). RFID-tekniikan käyttöönotossa tulee huomioida standardit käyttötarkoituksen mukaisesti, sillä eri käyttötarkoituksiin tarkoitetuilla tunnistella voi olla erilaisia määräyksiä muun muassa taajuuksien

käytössä. Esimerkiksi kulunvalvonnan ja varastoinnin tunnistusten käytössä on eroja siinä, mitä tietoja tunnistus saa sisältää ja miten se kommunikoi lukijan kanssa. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 40.) RFID-teknologia on myös osana GS1-tunnistusjärjestelmää, jolloin se voi hyödyntää RFID-tunnistusten GS1-standardeja (GS1-standardit viivakoodeille ja RFID-tunnistuksille s.a.).

## 5.1 Tunnistukset

RFID-teknologian tunnistukset voidaan kiinnittää tuotteeseen tai objektiin jo valmistusvaiheessa tai myöhemmin tuotteen pinnalle. Sen rakenne koostuu antennista ja mikrosirusta. Antennin tehtävänä on vastaanottaa lukijan signaali ja sirulle tehtävät komennot. Tieto tallennetaan tunnistuksella sirulle, jolta tietoa voidaan lukea ja muokata. Tunnistuksessa voi olla myös oma virtalähde kuten akku tai paristo. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 25–26.) Sen koko vaihtelee käyttötarkoituksen mukaisesti, ja tunnistus voi olla hyvinkin pieni. Pienimpiä tunnistuksia ovat muun muassa tunnistukset, jotka ovat sisällytetty paperimassan sekaan esimerkiksi asiapapereiden aitouden tunnistamiseksi. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 9.) Tunnistukset voivatkin olla esimerkiksi erilaisia tarroja tai lappuja, jotka kiinnitetään kohteeseen ulkopuolelle tai jopa implantteja, jotka voidaan sisällyttää kohteeseen (RFID s.a.).

RFID-teknologian ominaisuuksia voidaan säädellä ja valita käyttötarkoituksen mukaisesti. Sen ominaisuudet määrittävät valittu elektroninen tunnistus, joka toimii linkkinä objektin ja lukijan välillä. Elektronisten tunnistusten käyttöön vaikuttavat sen ominaisuudet. Muistikapasiteetti, prosessointikyky, lukuetaisyys sekä fyysinen koko ja muoto ovat tunnistuksen valintaan vaikuttavia tekijöitä. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 25–26.)

Tunnistukset voidaan jakaa kolmeen eri tunnistustyyppiin: aktiivisiin, semiaktiivisiin ja passiivisiin tunnistuksiin (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 26). Erottelu tunnistustyyppihin perustuu tunnistuksen käyttämään virtalähteeseen. Aktiiviset tunnistukset sisältävät oman virtalähteen kuten akun tai pariston, jonka avulla ne lähettävät tietoa lukijaan. Passiiviset tunnistukset eivät sisällä omaa virtalähdettä, vaan ne hyödyntävät tehoa, jota lukija tuottaa tunnistukselle. Semiaktiiviset tunnistukset tyypillisesti sisältävät oman virtalähteen, mutta hyödyntävät passiivisen tunnistuksen tavoin lukijasta saatavaa tehoa tiedon lähetykseen. Passiivisen

tunnisteen käyttöikä on aktiivista pidempi käytetyn akun tai pariston vuoksi. Aktiivisen tunnisteen käyttöominaisuudet ovat kuitenkin laajemmat. Sen kanta-  
vuusalue on passiivista tunnistetta laajempi sekä muistikapasiteetti ja proses-  
sointikyky parempia. Myös luettavuus on tehokkaampaa. (Reyes 2011, 20–  
21.)

RFID-tunnisteen muistikapasiteetti määrittää tunnisteen käyttöä ja lukemista. Tunnisteelle voidaan muistikapasiteetin rajoissa tallentaa tietoa muutamasta tavusta useisiin kilotavuihin. Tunnisteelle voidaan myös tallentaa vain kysei-  
sen objektin tunnistekoodi, jonka avulla tietoa voidaan hakea ja hallita tietojär-  
jestelmien kautta. Lisäksi on myös tunnisteita, joissa lukija havaitsee vain tun-  
nisteen läsnäolon lukijan lukukentässä. Tässä tapauksessa muistikapasiteettia  
ei tarvita. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 26–27.)

Tunnisteita voidaan myös jakaa niiden toimintomahdollisuuksien mukaisesti. Tunnisteille voidaan kirjoittaa tietoa sekä lukea sitä. Tunnisteet, joita voidaan  
vain lukea, kutsutaan RO-tunnisteiksi (read only). RW-tunnisteelle (read write)  
voidaan lukemisen lisäksi kirjoittaa tietoa. WORM-tunnisteelle (write once read  
many) voidaan kirjoittaa tietoa kerran, jonka jälkeen se on ainoastaan luetta-  
vissa. EEPROM-tunnisteelle (electronically erasable programmable read-only  
memory) voidaan lukea sekä kirjoittaa tietoa, mutta siltä voi myös pyyhkiä tie-  
toa ja kirjoittaa sitä uudelleen. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 26–27.)

## 5.2 Antennit ja lukijat

Lukijat ovat keskeinen osa RFID-teknologiaa ja sen toimintoja. Antennilla va-  
rustettu lukija on radioaaltojen avulla yhteydessä tunnisteseen ja muuntaa  
tunnisteella olevan tiedon luettavaan muotoon tai siirtää sen tietojärjestelmiin.  
Tiedon lähettämiseen tarvitaan energiaa, jota lukija tuottaa omalla sähkömag-  
neettisella kentällään. Tunnisteen ja lukijan välinen tieto välittyy magneettisesti  
tai sähkömagneettisesti. Sähkömagneettista kenttää kutsutaan kaukokentäksi  
ja magneettiseksi lähikentäksi. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 30–31.)

RFID-lukijoissa sekä -tunnisteissa hyödynnetään antennoja radioaaltojen lä-  
hettämisessä ja vastaanottamisessa. Antennien valinta vaikuttaa RFID-teknolo-  
gian suorituskykyyn ja siihen, kuinka pitkän kantosäteen ja suuntauksen se

mahdollistaa. Laajemman kantasäteen ja lukualueen saavuttamiseksi lukija voi hyödyntää useampaa antennia. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 32–33.) Williamsin mukaan (2016, 275) RFID-lukijoille ja sen antennille voidaan asettaa myös rajoituksia. Lukija voi lukea useita tunnisteita samanaikaisesti, jolloin se voi tehdä myös epätoivottuja tunnisteen lukuja. Tällöin esimerkiksi lähetyksiä luetaan virheellisesti ja niiden seuranta hankaloituu. Lukijaa rajoittamalla voidaan ehkäistä liian monen tunnisteen lukeminen samanaikaisesti tai liian kaukaa. (Williams 2016, 275.)

Lukijan antennin lähettämä sähkömagneettinen aaltoliike voi olla lineaarista tai ympyränmuotoista. Tätä kutsutaan antennin polarisaatioksi. Aaltoliikkeen etenemissuunta vaikuttaa tunnisteen lukemiseen, kuten lukuetaisyys, suuntaukseen ja lukuvarmuuteen. Lineaarisesti polarisoitu antenni lähettää säteilyä, joka värähtelee yhdensuuntaisesti. Sen lukualue on kapea, mutta sillä saavutetaan pitkä lukuetaisyys. Lineaarisesti polarisoitu antenni pystyy lukemaan vain tunnisteita, joiden suuntaus on oikein päin säteilylle. Ne soveltuvat tilanteisiin, joissa lukualueen leveys ja tunnisteen suuntaus on määritelty. Ympyränmuotoisesti polarisoitu antenni lähettää säteilyä ympyränmuotoisesti. Sen lukuetaisyys ei ole pitkä kuten lineaarisesti polarisoidun antennin, mutta tunnisteen suuntauksella ei ole merkitystä sen lukemiseen. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 32–33.)

### 5.3 Taajuudet

RFID-tekniikan hyödyntämät taajuudet voidaan jakaa neljään eri taajuusalueeseen. Taajuusalueita ovat LF (Low Frequency), HF (High Frequency), UHF (Ultra High Frequency) sekä mikroaallot. RFID-tekniikan käyttämät taajuusalueet vaikuttavat tunnisteen luettavuuteen, lukuetaisyys ja tiedonsiirron nopeuteen. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 40–41.) Taulukossa 1 on jaoteltu eri taajuusalueet ja niiden taajuudet, RFID-tekniikan hyödyntämät tyypilliset taajuudet sekä lukuetaisyys ja tiedonsiirron nopeus.

Taulukko 1. Taajuusalueet. Taulukko jäljitely tekstistä. (SFS-Käsikirja 301–1, 41)

| Taajuusalueet                                | LF (Low Frequency) | HF (High Frequency) | UHF (Ultra High Frequency)               | Mikroaallot   |
|--|--------------------|---------------------|--|---------------|
| <b>Taajuus</b>                               | 30–300 kHz         | 3–30 MHz            | 300 MHz – 3 GHz                          | 2–30 GHz      |
| <b>RFID-tekniologian tyypillinen taajuus</b> | 125–134 kHz        | 13,56 MHz           | 433 MHz tai 865–956 MHz                  | 2,45 GHz      |
| <b>Lukuetäisyys</b>                          | < 0,5 m            | < 1,5 m             | 433 MHz: < 100 m<br>865–956 MHz: 0,5–5 m | < 10 m        |
| <b>Tiedonsiirron nopeus</b>                  | n. 1 kbit/s        | n. 100 kbit/s       | 433–956 MHz: 640 kbit/s                  | n. 100 kbit/s |

LF (Low Frequency) eli alhaisten taajuuksien alue on taajuusalueeltaan 30–300 kHz, josta RFID-tunnisteet tyypillisesti hyödyntävät taajuutta 125–134 kHz. Sen lukuetäisyys on lyhyt, alle 0,5 metriä ja tiedonsiirron nopeus on noin 1 kbit eli kilobittiä sekunnissa. Alhaisen taajuuden (LF) tunnistet ovat tyypillisesti passiivisia tunnisteita. Ne toimivat tilanteissa, joissa ne ovat tekemisissä muun muassa nesteiden, lian ja metallien kanssa. LF-tunnisteet eivät vaadi paljon energiaa, ja niitä hyödynnetään esimerkiksi älykorteissa ja eläinten tunnistuksessa. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 40–41.)

Korkeampien HF (High Frequency) taajuuksien alue on taajuudella 3–30 MHz. Tältä alueelta RFID-tekniologian tyypillinen taajuus on 13,56 MHz ja sen lukuetäisyys ulottuu alle 1,5 metriin. Tiedonsiirron nopeus on noin 100 kbit sekunnissa. Nämä ovat tyypillisesti passiivisia tunnisteita. Korkean taajuuden (HF) tunnistet toimivat myös kohtalaisesti tilanteissa, joissa ne ovat tekemisissä muun muassa nesteiden, lian ja metallien kanssa, kuten alhaisen taajuuden tunnistet. Korkean taajuuden tunnistetien lukuetäisyys on kuitenkin hieman pidempi, ja sen tiedonsiirron nopeus on nopeampaa. HF-tunnisteita käytetään esimerkiksi kulunvalvonnassa ja turvallisuudessa. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 40–42.)

UHF (Ultra High Frequency) eli erittäin korkeat taajuudet ovat taajuusalueella 300 MHz – 3 GHz. Tältä alueelta RFID hyödyntää kahta tyypillistä taajuutta



riippuen, onko kyseessä passiivinen vai aktiivinen tunniste. Passiiviset tunnisteet operoivat 433 MHz taajuuksilla, jolloin niiden lukuetaisyys on alle 100 metriä. Aktiiviset tunnisteet taas käyttävät 865–956 MHz taajuuksia, ja niiden lukuetaisyys on vain 0,5–5 metriä. Erittäin korkeilla taajuuksilla (UHF) toimivien tunnisteiden tiedonsiirto on nopeaa, noin 640 kbit sekunnissa. Ne eivät kuitenkaan toimi hyvin tilanteissa, joissa ne ovat tekemisissä nesteiden ja metallien kanssa. Erittäin korkeiden taajuuksien tunnisteita pystytään kuitenkin lukemaan useita samanaikaisesti, ja niitä käytetäänkin eniten logistiikassa. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 40–42.)

Mikroaaltojen taajuus on 2–30 GHz, josta RFID hyödyntää taajuutta 2,45 GHz. Mikroaaltojen tiedonsiirto on nopeaa, noin 100 kbit sekunnissa ja sen lukuetaisyys on alle 10 metriä. Mikroalloilla tietoa voidaan lukea myös nopeassa liikkeessä, kuten liikkuvista ajoneuvoista. Mikroalloilla toimivia tunnisteita käytetäänkin muun muassa liikkuvien autojen tietulleissa. Mikroaaltojen tunnisteet eivät toimi hyvin tekemisissä veden ja metallien kanssa. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 40–42.)

#### 5.4 Viivakoodin ja RFID-tunnisteen erot

Viivakoodit ovat koneella luettavia numero- ja merkkijonoja, joissa jokainen numero tai merkki on koodattu viivojen avulla ennalta sovitun järjestelmän mukaan. Viivakoodit kantavat liiketoimintaprosesseissa tietoja, kuten tuotenumeroita, sarjanumeroita tai eräpäivätietoja. Useimmiten kutakin merkkiä tai numeroa vastaa tietynlainen yhdistelmä eripaksuisia viivoja sekä viivojen välejä. Viivakoodit luetaan lukulaitteella, joka tulkitsee viivakoodin ymmärrettävään muotoon lukulaitteelle, tietojärjestelmään tai ohjausjärjestelmään. Useimmiten viivakoodin alla oleva merkkijono on myös silmin luettavissa mahdollisten toimintavirheiden varalta. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007.) RFID-teknologiaa ja viivakoodeja käytetään usein samankaltaisissa toiminnoissa, ja niitä verrataan usein toisiinsa. (RFID Lab Finland ry s.a). Taulukossa 2 on vertailtu viivakoodin ja RFID-tunnisteen ominaisuuksia.

Taulukko 2. Viivakoodin ja RFID-tunnisteen erot. Taulukko jäljitelty tekstistä. (Osyk ym. 2012)

| Ominaisuudet                      | <b>VIIVAKOODI</b><br> | <b>RFID-TUNNISTE</b><br> |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>Näköyhteys</b>                 | Vaatii suoran näköyhteyden   | Ei vaadi näköyhteyttä   |
| <b>Lukuetäisyys</b>               | Luettava lähietäisyydeltä  | Mahdollistaa lukemisen kaukaa<br>(0,5 m – <100 m)   |
| <b>Luettavuus samanaikaisesti</b> | Luettava yksi kerrallaan   | Luettavissa useita tunnisteita samanaikaisesti  |
| <b>Automaatio</b>                 | Pääasiassa manuaalisesti luettava  | Luettavissa automaattisesti   |
| <b>Kestävyys</b>                  | Lika ja vauriot estävät lukemisen  | Metallit ja nesteet voivat häiritä lukemista  |
| <b>Kirjoitus/Muokattavuus</b>     | Ei voida uudelleenkirjoittaa ja muokata  | Tunnisteen mukaan voidaan uudelleenkirjoittaa ja muokata  |

Merkittävimmät erot RFID-tunnisteen ja viivakoodin välillä ovat tunnisteen lukemisessa sekä tiedon hallitsemisessa. RFID-teknologia mahdollistaa tunnisteen lukemisen ilman visuaalista kontaktia, kun taas viivakoodi vaatii aina suoran näköyhteyden lukijan ja viivakoodin välille. Viivakoodeja ei myöskään voida lukea useita samanaikaisesti, eivätkä ne mahdollista yhtä pitkää lukuetäisyyttä kuin RFID-tunniste. Lisäksi RFID-tunniste kestää ympäristön olosuhteita kuten likaa, vaurioita ja kastumista paremmin kuin viivakoodi. Viivakoodilla ja RFID-tunnisteella on myös eroja tiedon tallennusmäärän suhteen ja tunnisteella olevan tiedon hallitsemisessa. RFID-tunnisteelle voidaan tallentaa enemmän tietoa ja sitä voidaan tunnisteesta riippuen lisätä tai muokata uudemman tunnistetta. (Osyk ym. 2012.) RFID-teknologian etuna viivakoodiin verrattuna nähdään erityisesti automaation lisääntyminen ja täten manuaalisen työn tarpeen ja inhimillisten virheiden vähentyminen. Manuaalisen työn vähentyminen laskee työvoiman tarvetta ja siihen kohdistuvia kustannuksia. (Osyk ym. 2012.)

## 5.5 RFID-teknologia logistiikassa

RFID-teknologiaa käytetään logistiikassa tavara- ja informaatiovirtojen hallintaan, tunnistamiseen ja valvontaan. Se tukee esimerkiksi kuljetusten,

aikataulujen ja tavaran sijaintien seuraamisessa ja tuotteiden lukumäärien hallinnassa. RFID-teknologian käyttö logistiikassa on lisääntynyt, kun tunnistaiden ja lukijoiden hinnat ovat alkaneet laskea ja tunnistaiden tiedonsiirtokyky ja tietoturvaominaisuudet ovat kehittyneet. Tämän lisäksi luottamus tekniikkaan on kasvanut, kun johtavat vähittäistavarakaupan ketjut ovat ottaneet teknologian käyttöönsä ja mainostaneet sen käyttöä julkisesti. (Rushton ym. 2017, 87.) RFID-tunnistaiden hinnat alkavat alle eurosta. Kustannukset vaihtelevat koon, ominaisuuksien ja tilausmäärän mukaan, mutta 5–40 senttiä tunnisteelta on realistinen arvio pienellekin tilauserälle. Aktiivisten tunnistaiden tai erityistä kestävyyttä vaativien tunnistaiden kustannukset ovat suurempia, eli 0,50–50 euroa tunnisteelta. (Coustasse ym. 2013.) Lukijoiden hinnat ovat muutamasta sadasta eurosta tuhansiin euroihin. Suurimmat kustannukset tulevat RFID-ohjelmiston käyttöönotosta, jonka hinta riippuu sovelluksen toiminnallisuudesta ja monimutkaisuudesta sekä integrointitasosta muiden yrityssovellusten kanssa. (Entigral s.a.)

RFID-tunnisteista saatava tieto auttaa parantamaan toimitusketjun läpinäkyvyyttä ketjun eri osapuolten välillä. Esimerkiksi JIT-tuotantomallissa (Just-In-Time) varmuusvarastoja ei ole, tai niitä pidetään vain pieninä, jolloin reaaliaikaisen tiedon läpinäkyvyydellä toimitusketjussa voi olla merkittävä vaikutus toiminnalle. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 124–126.) Varasto- ja terminaaliympäristössä RFID-teknologian avulla voidaan tunnistaa ja tallentaa tietoja yrityksen järjestelmiin. Tämän seurauksena materiaalien siirtelyä, vastaanottoa, keräilyä ja toimitusta voidaan ohjata paremmin. (Ritvanen 2011, 62–63).



Rushtonin ym. (2017) mukaan RFID-tekniikan käyttömahdollisuuksia logistiikassa ovat esimerkiksi:

- Tuotteiden valmistumisprosessin seuraaminen raaka-aineesta loppuasiakkaalle.
- Valmiiden lähetysyksiköiden tunnistaminen ja jäljittäminen varastoissa ja jakeluterminaaleissa, jolloin voidaan automatisoida saldojen tarkistaminen ja tilauksien lähetys- ja saapumisilmoitukset.
- Asiakkaan mahdollisuus jäljittää tilaamansa tuotteen ajantasaisia tietoja ja tuotteen sijaintia toimitusketjussa.
- Uudelleenkäytettävien yksiköiden, kuten yrityksen omistamien laivojen ja rullakoiden seuraaminen kierto nopeuden ja kustannusten hallinnan tehostamiseksi. (Rushton ym. 2017, 87.)

## 5.6 RFID-tekniikan käyttöönotto ja haasteet

RFID-tekniikan käyttöönotossa yrityksen on huomioitava sen tuoma kustannustehokkuus. Yrityksen on valittava ja tutkittava tekniikkaa sen mukaisesti, tuottaako se yritykselle tulevaisuudessa lisäarvoa ja missä ajassa se maksaisi itsensä takaisin. Yritykselle oikeanlaisen RFID-tekniikan suunnitteleminen ja valitseminen on tärkeää, jotta se toisi tarvittavaa hyötyä, kuten esimerkiksi prosessien nopeutumisen. Valintaan vaikuttavat tunnisteen ominaisuudet, lukuetaisyys ja taajuudet sekä RFID-tekniikan käyttöön liittyvät standardit. Lisäksi tekniikkaa valitessa on huomioitava sen mahdolliset virhetilanteet ja ennakoitava ratkaisuja niiden varalle. Virhetilanteita voivat olla esimerkiksi tunnisteen lukemisen estyminen tai väärin lukeminen. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 124–125.) Esimerkiksi metallien sekä nesteiden kanssa käytettäessä tunnisteen lukeminen voi hankaloitua tai estyä kokonaan (Reyes 2011, 47). On myös huomioitava RFID-tekniikan integroiminen yrityksen tietojärjestelmiin, kuten varastonhallintajärjestelmiin. (SFS-Käsikirja 301–1 2010, 124–125.)

RFID-tekniikan käyttöön ja käyttöönottoon liittyy investoinnin sekä teknisen toteutuksen lisäksi myös rajoitteita tekniikan säännösten ja standardien myötä (Manners-Bell & Lyon 2019, 246). RFID-tekniikan käyttöön ja käyttöönottoon liittyy standardeja, joiden mukaisesti käytettävä tekniikka ja tun-

nisteet valitaan. Standardit voivat vaihdella maittain ja käyttötarkoituksen mukaan, joten yhtenäistä ja selkeää toimintamallia ei ole. RFID-tekniikan liittäminen koko toimitusketjuun vaatisi usealta yritykseltä saman käytössä olevan tekniikan, jotta sitä voitaisiin hyödyntää sujuvasti jokaisessa toimitusketjun vaiheessa. Kuitenkin eri maiden ja toimialojen standardien sekä RFID-valmistajien välillä voi olla merkittäviä eroavaisuuksia, jolloin yhteneväistä toimivaa tekniikkaa koko toimitusketjun välille on haastavaa rakentaa. (Reyes 2011, 47–48.)

RFID-tekniikan keskeiset haasteet liittyvät sen tekniseen toteutukseen, turvallisuuteen ja kustannuksiin. Toimitusketjun eri tahojen yhteistyön onnistumiseksi tietovirtojen on oltava integroitavissa, mikä tarkoittaa sitä, että jokaisen toimitusketjun osapuolen tulisi tarpeen vaatiessa kyetä lukemaan tunnistuksesta saatavaa tietoa omilla järjestelmillään. Tekniikalle vaadittavat ohjelmisto- ja laitteistokustannukset eli investoinnit asettavat kysymyksiä RFID-tekniikkaan sijoitetun pääoman tuotosta (ROI, Return on Investment). RFID-tekniikan tarkkaa tuottavuutta on haastava selvittää, sillä sen tuottavuus liittyy logistiikan ja toimitusketjun prosessien parantumiseen paremman informaation kulun kautta. Tehokkaammat materiaali- ja tietovirrat voivat nopeuttaa tuotantoaikoja ja toimitusketjun suorituskykyä, lisätä asiakastytyvyyttä ja näin parantaa kustannustehokkuutta. (Osyk ym. 2012.)

ROI-laskentaa voidaan toteuttaa useilla eri laskentamenetelmillä. RFID-tekniikan investoinnin kannattavuutta voidaan laskea esimerkiksi Nettonykyarvomenetelmällä (Net Present Value, NPV), jossa NPV määritellään tulovirtojen nykyarvon ja menovirtojen nykyarvon erona. Nettonykyarvolaskelmalla määritetään, ovatko investoinnin suunnitellut taloudelliset hyödyt suuremmat kuin suunnitellut kustannukset. Positiivinen tulos on myönteinen, kun taas negatiivinen ei ole. (Entigral s.a.) Jos analysoidaan pitkän aikavälin hanketta, jossa on useita kassavirtoja, voidaan nykyisen nettoarvon laskentakaavana käyttää seuraavaa:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{R_t}{(1+i)^t}$$

Jossa

$R_t$  = nettokassavirtojen sisään- ja ulosvirtaukset, ajankohtana (t)

$t$  = projektin kesto

$i$  = korko, joka voitaisiin ansaita saman riskiluokan sijoituksella rahoitusmarkkinoilla. (Entigral s.a.)

RFID-tekniikan käyttöönoton kustannukset voidaan jakaa esimerkiksi laitteiston kustannuksiin, ohjelmiston kustannuksiin sekä muihin kustannuksiin. Laitteistokustannuksia ovat esimerkiksi lukijoiden, tunnistajien, antennien ja verkkoinfrastruktuurin kustannukset. Ohjelmistokustannuksiin sisältyy RFID-järjestelmän toimintaan tarvittavat ohjelmistolisenssit ja liittäminen olemassa oleviin hallintajärjestelmiin. Muut kustannukset koostuvat integroinnista, projektinhallinnasta, koulutuksesta, konsultoinnista ja laitteiden sekä ohjelmistojen päivityksistä. (Fera ym. 2013.)

## 6 SUOMEN KAUKOKIIITO OY

Suomen Kaukokiito Oy on kotimainen logistiikka-alan yhtiö, joka tuottaa kuljetus-, varastointi- ja terminaalipalveluja sekä näihin kytkeytyviä lisäpalveluja. Kaukokiito Oy:n ensimmäinen toimipiste perustettiin Helsingin Hakaniementorille vuonna 1953. Kaukokiidon jakelutoiminta alkoi laajentua muihin Suomen kaupunkeihin ulkomaankaupan vapauduttua 1957. Vuonna 1958 perustettiin Suomen Kaukokiito Oy -nimen alla toimiva valtakunnallinen katto-organisaatio, jonka tehtäväksi muodostui ulkomaanliikenteen kehittäminen. Vuosikymmenen lopussa Kaukokiidosta oli muodostunut Suomelle merkittävä kuljetusorganisaatio, jonka toiminnassa oli mukana yli sata liikenteenharjoittajaa, ja jonka kuljetus- ja terminaalitoiminta laajeni useisiin Suomen kaupunkeihin. Kaukokiidon liittyttyä kansainväliseen TIR-konventioon 1960-luvulla, yhtiön autot liikennöivät Etelä-Euroopassa ja Venäjällä asti. 1970-luvulla Kaukokiito laajensi kansainvälistä liikennöintiään ja lisäsi palveluihinsa varastohotelleja. Laman vaikutukset heijastuivat kuljetusalaan ja vaikutti myös Kaukokiidon toimintaan, minkä takia toiminta keskitettiin kotimaan liikennöintiin. (Historia s.a.)

Kaukokiito keskittyi 2000-luvun alussa kilpailukyvyn parantamiseen toimintamallien yhtenäistämällä ja investoi uuteen kalustoon ja terminaaleihin. Taloustutkimus Oy nosti tutkimuksessaan Kaukokiito-brändin yhdeksi tunnetuimmista kuljetusalan toimijoista. 2010-luvulla yhtiö otti käyttöön kuljetustilaus-toimintaansa tukevan Repsikka-toiminnanohjausjärjestelmän, jonka myötä digitalisaation osuus Kaukokiidon toiminnassa on kasvanut merkittävästi. Digitalisuuden lisääntymisen myötä Kaukokiito alkoi tavoitella automatisoidumpaa ja rahtikirjatonta tilaus-toimitusketjua. Sähköiset rahtikirjat otettiin käyttöön Kaukokiito-ketjussa vuonna 2019. (Historia s.a.)

### 6.1 Kaukokiidon nykytilanne

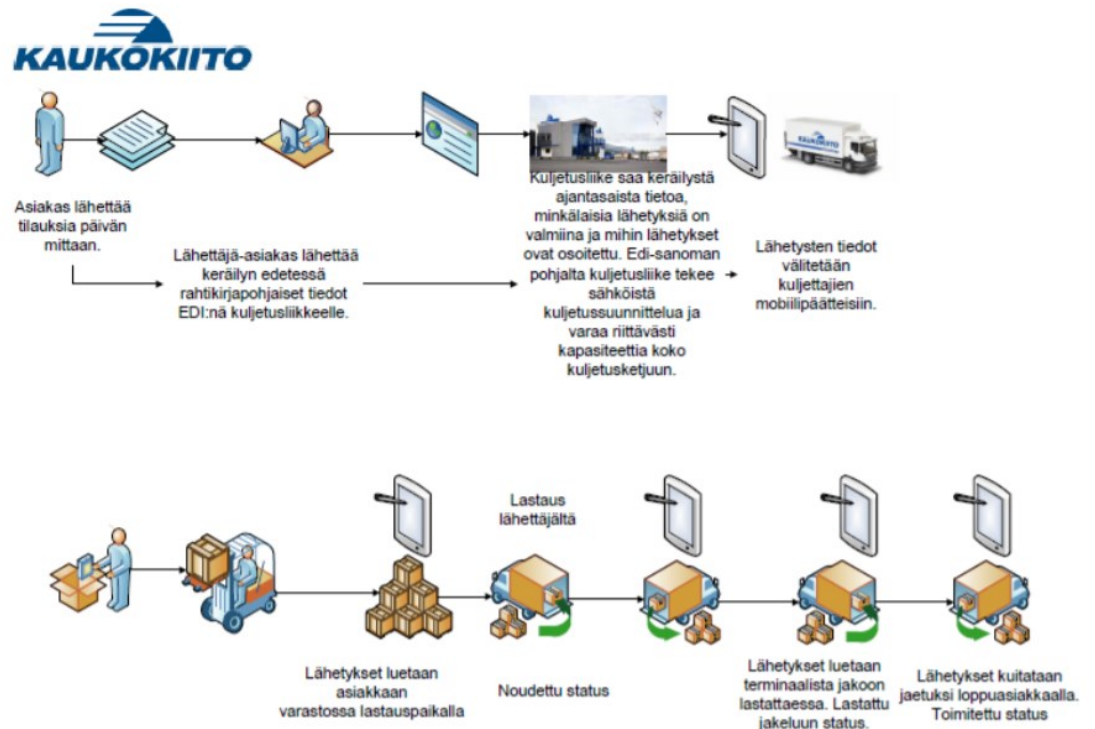
Kaukokiidolla on Suomessa 28 terminaalia, joiden kautta kuljetetaan noin 4 miljoonaa lähetystä vuodessa. Yrityksessä työskentelee noin 2 000 henkilöä. Kaukokiidon omistavat neljä kotimaista liikennöitsijää, joilla jokaisella on maakuntakohtainen vastuualueensa. Liikennöitsijöitä ovat: Kuljetusliike Y. Auramaa Oy, Kuljetusliike Ilmari Lehtonen Oy, Kuljetusliike Kantola & Koramo Oy ja Kuljetusliike Taipale Oy. Helsingin, Tampereen, Turun ja Lahden paikallisterminaaleista vastaa Emoyhtiö Suomen Kaukokiito Oy. Helsingin terminaali on Kaukokiidon suurin jako- ja kauttakulkuterminaali ketjun sisällä. (Liikennöitsijät s.a.)

Kaukokiito tarjoaa kuljetusasiakkailleen paketti-, kappaletavara- ja rahtipalveluita ja lupaa toimittaa lähetyksen noudosta seuraavana arkipäivänä lähes kaikkialle Suomessa. Kuljetusasiakkaat voivat hyödyntää sähköisiä palveluita Kaukokiidon Kaukoputki-tilausportaalissa. Portaalissa on mahdollista toteuttaa kuljetustilauksia, seurata lähetyksiä ja käyttää aikatauluhakua ja hinnoittelulasuria kuljetuksille. (Kuljetuspalvelut s.a.)

Kaukokiito on julkaissut strategiansa vuosille 2021–2025. Strategiaan vaikuttavina tekijöinä nähdään koko maailmaa koskettavat muutokset kuten ilmastomuutos, väestönkasvu, digitalisaatio sekä koronaviruspandemia. Strategian painopisteessä on asiakaskokemuksen parantaminen ja toiminnan kokonaisvaltainen kehittäminen tasalaatuisesti koko Kaukokiito-konsernissa. (Angervuori 2021.)

## 6.2 Tilaus-toimitusketjun sähköinen tiedonsiirto

Prosessikuvassa 5 on kuvattu lähetyksen kulku ja niihin liittyvien tietojen siirtyminen Kaukokiidon kuljetusketjussa. Suurin osa tavarasta noudattaa tällaista prosessikuvausta Kaukokiidon tilaus-toimitusketjussa. Poikkeuksena ovat esimerkiksi suoraan jaettavat, eli ilman terminaalikäyntiä asiakkaalle jaettavat toimitukset, joita voivat esimerkiksi olla tavanomaista suuremmat tavarat. Lisäksi joitakin lähetyksiä asiakkaat voivat noutaa terminaalista itse. (Sähköinen tiedonsiirto 2015.)



Kuva 5. Sähköinen toimintamalli Kaukokiidossa (Sähköinen tiedonsiirto 2015)

Sähköisessä toimintamallissa tieto siirtyy tilaus-toimitusketjussa sähköisesti eri osapuolien välillä. Lähetäjä-asiakas käsittelee oman asiakkaansa tilaukset ja lähettää Kaukokiidolle keräilyn edetessä EDI-sanoman, joka sisältää rahtikirjapohjaiset tiedot. Fyysisiä rahtikirjoja ei pääasiallisesti tarvita, sillä ne kulkevat toimitusketjussa sähköisinä. Kuljetusliike vastaanottaa EDI-sanoman, ja tekee sen pohjalta kuljetussuunnittelua. Kuljettajat vastaanottavat jaettavien lähetyksen tiedot mobiilipäätteisiin. (Sähköinen tiedonsiirto 2015.)

Lähetykset luetaan mobiilipäätteellä eli mobiililla tavarantoimittajan varastossa lastauspaikalla, jolloin lähetys saa sähköisen statuksen noudosta. Kuljetusliike toimittaa lähetysten terminaaliin, jossa se luetaan uudelleen mobiililla, jotta tiedot lähetyksestä ja tiedot lähetysten sijainnista siirtyvät sähköisesti järjestelmiin. Terminaalista lähetys lastataan kuljetusliikkeen ajoneuvon kyytiin sekä luetaan jälleen mobiililla. Kun lähetys saapuu loppuasiakkaalle, se kuitataan mobiililla toimitetuksi ja tieto siirtyy kaikille tilaus-toimitusketjun osapuolille. (Sähköinen tiedonsiirto 2015.)

## **7 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TOTEUTTAMINEN**

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, miten RFID-tekniikan ominaisuudet vaikuttavat kollojen eli lähetysyksiköiden tietojen lukemiseen ja millaisia hyötyjä se tuo ajallisesti viivakoodiin verrattuna. Lisäksi tutkimuksessa analysoidaan RFID-tekniikan vaikutuksia lähetysiin liittyvään informaationkulkuun toimitusketjussa. Tutkimus on toteutettu kevät- ja kesäkaudella 2021 toimeksiantona Suomen Kaukokiito Oy:lle. Toimeksiantosopimus allekirjoitettiin vuoden 2021 huhtikuussa.

Toimeksiantajan antamien tietojen mukaan Kaukokiidolla on vuosittain noin 4 miljoonaa lähetystä, ja yksi lähetys sisältää keskimäärin kolme kolla. Jokaisessa kollissa on kollitarra, jossa on tuotteen yksilöivä viivakoodi, joten luettavia kolleja on vuosittain 12 miljoonaa. Tällä hetkellä yhtenä potentiaalisena ratkaisuna pidetään RFID-tunnisteen lisäämistä tavaroihin noutotilanteessa. Käytännössä asiakkaalta noudetut lähetykset ja niiden tiedot luettaisiin ensin viivakoodilla, jonka jälkeen kuhunkin lähetykseen lisättäisiin RFID-tunniste. Tämä edellyttäisi mukana kannettavaa tulostimen kaltaista laitetta, joka tulostaisi kullekin lähetykselle RFID-tunnisteen. Tunnisteen lisäämisen jälkeen lähetysten tiedot ja olinpaikka päivittyisivät yrityksen sekä asiakkaan järjestelmiin ilman manuaalista lukemista. Tunnisteiden lukeminen tapahtuisi pääasiassa terminaaleihin ja ajoneuvoihin asennettujen lukijoiden ja antennien avulla. Kaukokiidossa parhaillaan toteutettavaan strategiaan kuuluu olennaisesti liiketoiminnan kehittäminen digitalisaation ratkaisujen avulla.

Kaukokiidolla käytetään mobiilipäätettä, joka on sovellusominaisuuksiltaan räätälöity yrityksen tarpeisiin. Tätä mobiilipäätettä kutsutaan yrityksessä nimellä mobiili. Mobiilipäätettä käytetään kaikissa niissä operatiivisissa toiminnoissa, joissa lähetykset on luettava tiedon välittymiseksi yrityksen järjestelmiin. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi lähetysten lastaus ajoneuvoon, vastaanotto terminaaliin ja lähetyksen luovutus asiakkaalle. Lisäksi mobiiliin voidaan ottaa asiakkaan allekirjoitus ja tehdä tarvittaessa varaumia eli rahtikirjan ja tavarän välisten tietojen poikkeamamerkintöjä. Kaukokiito on ohjelmoinut mobiilipäätteellä käytettävän sovelluksen, jonka sovellusominaisuuksia voidaan käyttää eri toiminnoissa.

Tuloksissa esiintyvä Floorcheck-toiminto on mobiilipäätteelle ohjelmoidun sovelluksen käyttöominaisuus, jolla voidaan tehdä terminaalin sisäisiä siirtoja ja paikoituksia terminaalialueella. Floorcheck-toiminnolla voidaan esimerkiksi lukea ryhmäkeräystoimintotyyppisellä ratkaisulla kaikki lastausruudussa olevien kollien viivakoodit, jolloin tietojärjestelmiin saadaan ajantasainen tieto siitä, mitä kolleja terminaalissa on lukuhetkellä ja mihin ne on sijoitettu. Lähetysten sijainti määritetään ”paikoittamalla” ne tiettyyn sijaintiin terminaalissa. Paikoitus tapahtuu kirjoittamalla mobiiliin ennalta määritelty numerosarja, jonka jälkeen tuotteen viivakoodin lukeminen lisää tuotteen tietoihin tietyn sijainnin terminaalissa. Jokaiselle lastausruudulle, lastausovelle, terminaalin ulkoalueelle ja muille alueille on yksilöity numerosarja. Paikoitukseen kuluvaan aikaan vaikuttaa esimerkiksi se, paljonko kolleja on alueella, miten ne on aseteltu, mikälaista tavaraa kollit ovat, ja mihin niiden kollitarra on sijoitettuna.

## 7.1 Tutkimuskysymykset ja aiheen rajaaminen

Tutkimuksen toteuttamiseksi on laadittu tutkimuskysymykset. Tässä opinnäytetyössä pyritään vastaamaan niihin tutkimuskysymyksiin, jotka on yhteisesti toimeksiantajan kanssa määritelty. Tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Miten ja kuinka paljon RFID-teknologia nopeuttaa toimintoja verrattuna viivakoodiin?
- Miten ja kuinka paljon RFID-tunnisteen asentaminen hidastaa vaihetta, jossa se asennetaan?
- Miten RFID-teknologia voi vähentää virheitä tiedonkulussa?

Tutkimusaihetta rajataan koskemaan vain toimeksiantajan prosesseja. Tutkimuksessa keskitytään Kaukokiidon kuljetus- ja terminaalitoimintaan ja lähetyksiköihin kytkeytyvään informaationkulkuun ja sanomaliikenteeseen. Tässä tutkimuksessa ei perehdytä siihen, millainen lopullinen teknologiaratkaisu yritykselle sopisi tai millaisia teknisiä ominaisuuksia se vaatisi. Tutkimusosiossa ei tutkita RFID-teknologian hankinta- tai käyttöönottokustannuksia eikä teknologiainvestoinnin kannattavuutta. Teoriaosuudessa esitetään lyhyesti RFID-laitteiston hintoja sekä kannattavuuden laskemista. Tutkimus keskittyy tarkastelemaan RFID-teknologian vaikutusta operatiivisten prosessien kestoon ja vaikutusta lähetyksikön tunnistamisen muodostamiin palkkakustannuksiin. Lisäksi tutkitaan RFID-teknologian vaikutuksia lähetyksiin liittyvien tietojen oikeellisuuteen, tiedonkulkuun organisaation sisällä ja vaikutusta asiakaskokemukseen.

## 7.2 Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät

Aineistolla tarkoitetaan sitä materiaalia, jota tutkimuksessa analysoidaan ja johon tutkimuksen tulokset perustuvat. Aineistoa voidaan jaotella sekundaariseen aineistoon ja primääriaineistoon. Sekundaarisella aineistolla tarkoitetaan jo olemassa olevaa aineistoa, jota voidaan käyttää sellaisenaan. Primääriaineisto taas on nimenomaan tutkimusta ja tutkimuskysymyksiä varten kerättyä materiaalia, jota tutkija analysoi saadakseen vastauksia tutkimuskysymyksiinsä. Aineiston käsittelytavan määrää pitkälti se, missä muodossa käsitel-



tävä aineisto on, eli useimmiten se, onko aineisto tekstinä vai lukuina. (Kananen 2015, 82–83.) Laadullisessa analyysissä tavoitteena on pyrkiä muodostamaan sääntörakenteita, jotka pätevät koko aineistoon. Mahdollisesti ilmenevät ”poikkeavat tapaukset” pyritään tapauskohtaisesti suhteuttamaan tutkimuksen kohteena olevaan kokonaisuuteen. (Alasuutari 2011.) Määrällisessä aineistonkeruussa tulkintoja tehdään numeerisesta aineistosta. Määrällisen aineiston keräämiseen menee tyypillisesti enemmän aikaa, mutta sen analysointi on usein nopeampaa. Sen tavoitteena on kerätä mahdollisimman runsaasti tarvittavaa dataa, jotta aineistosta voidaan muodostaa syvälinen ymmärrys tutkittavasta aiheesta. Määrällistä aineistoa käsitellään erilaisilla analyysityökaluilla, jonka tuloksena syntyy esimerkiksi taulukoita ja diagrammeja. (Ritala s.a.)

Myös havainnointi on tieteellinen tutkimusmenetelmä, jota voidaan hyödyntää erityisesti laadullisessa tutkimuksessa. Havainnointimenetelmiä on useita ja menetelmä määrittyy sen mukaan, millaisessa roolissa tutkija on suhteessa tutkimuskohteeseen havainnoinnin aikana. Havaintomenetelmää valitessa on pohdittava, millaista havainnointitietoa halutaan, mihin tarkoitukseen sitä halutaan ja millä tavalla havainnoitava tieto on saatavissa tutkimuskohteessa. Lisäksi on selvitettävä, miten itse tutkija vaikuttaa tiedon saamiseen tutkimuskohteesta ja miten se voi vaikuttaa tietoon. (Vilka 2021.)

Tämän tutkimuksen aineistonkeruu aloitettiin kevätkaudella 2021, kun toinen opinnäytetyön tekijöistä aloitti työskentelyn yrityksessä. Tässä tutkimuksessa on hyödynnetty sekundaarisena aineistona Kaukokiidon verkkosivuilta saatavissa olevaa tietoa, yrityksen omaa tietomateriaalia ja henkilöstön tietotaitoa. Tuloksissa käsiteltyä työntekijöiden todellista palkkakustannusta varten on toteutettu tiedustelu Kaukokiidon palkkahallinnolle. Tutkimukseen on saatu aineistoa keskustelemalla RFID Lab Finland ry:n toiminnanjohtajan kanssa sähköpostitse sekä ohjelmistoyritys Metatavu Oy:n toimitusjohtajan kanssa. Tahojen kanssa on pääosin käyty keskustelua RFID-tunnisteen lukuajasta.

Tutkimuksen toteuttamiseksi on luotu primääristä aineistoa, jota on kerätty ja analysoitu määrällisillä menetelmillä tutkimustuloksia varten. Määrällistä aineistoa kerättiin koemittauksilla, joita toteutettiin Kaukokiidon Helsingin terminaalissa. Koemittaukset on toteutettu päivittäisissä työtehtävissä kellottamalla suoritteiden kestoa sekuntikellolla. Koemittaukset on ensin välittömästi kirjattu

ylös puhelimelle, jonka jälkeen ne on siirretty Excel-taulukkoon, jossa mittaus-  
ten jatkokäsittely on suoritettu. Koemittausten määrässä on pyritty huomioi-  
maan saturaatio, eli se piste, jossa uudet mittaus tulokset eivät enää tuo mer-  
kittävää vaihtelua tai eroavuutta aiempiin mittauksiin. Arvioitu kylläntymis-  
piste esitetään tutkimustuloksissa. Koemittauksista on poistettu ajat, joissa yh-  
den tai useamman viivakoodin lukemisen estyminen tai muu häiriö on aiheut-  
tanut merkittävää suorituksen pitkittymistä. Todellisissa työtilanteissa keskey-  
tykset ovat tavallisia, mutta tutkimuksen kannalta niiden ei haluttu vaikuttavan  
liikaa tutkimustuloksiin viivakoodin lukuajasta.

Lisäksi tutkimustulosten aikaansaamiseksi on toteutettu runsaasti havainnoin-  
tia toiminnasta ja yhteisöstä Kaukokiidon Helsingin terminaali-alueella. Havain-  
noinnin avulla on saatu lisää tietoa organisaation toiminnasta ja käyttäytymi-  
sistä tapahtumien luontaisessa ympäristössä. Sen avulla on etsitty vastauksia  
kysymyksiin, joihin ei välttämättä muutoin ole ollut vastauksia saatavilla. Täl-  
lainen kysymys on ollut muun muassa kollitunnisteen lukemisen estymisen  
yleisyys päivittäisessä toiminnassa. Havainnoimalla on voitu päätellä, että lu-  
kemiseen liittyvät ongelmat ovat päivittäisiä, ja ongelmien määrässä esiintyy  
runsaasti vaihtelua.

Osallistavassa havainnoinnissa tutkija osallistuu tutkimuskohteen toimintaan  
tai aktivoi sitä havaintojen teon aikana. (Vilkka 2021.) Koska havainnointia on  
toteutettu toisen opinnäytetyön tekijän työpaikalla, on havainnoitsija toiminut  
osana havainnoitavia tilanteita ja yhteisöä. Havaintomerkintöjen tekeminen  
hektisessä tuotantoympäristössä muodostui haastavaksi, mutta toistuvat ha-  
vainnot pyrittiin kirjaamaan ylös puhelimen muistio-ominaisuuksiin, jotta ha-  
vainnot on voitu myöhemmin siirtää toiselle alustalle käsiteltäväksi. Havainnoi-  
malla on pystytty muodostamaan sääntörakenteita ja johtopäätöksiä tutkimus-  
aiheesta. Johtopäätösten tekemiseksi havainnoissa on painotettu jonkin ha-  
vainnon tai tilanteen toistuvuutta. Tällainen havainto on ollut esimerkiksi se,  
että jos kuljettaja ei lue mobiilipäätteellä asiakkaalle jaettavaa lähetystä kuor-  
maansa lastatuksi, jää lähetys usein suorittamattomaksi jakotehtäväksi ja siir-  
tyy toiselle kuljettajalle. Tällainen samanlainen tilanne on voitu havaita useita  
kertoja samanlaisena tutkimuksen toteutusaikana, joten siitä on voitu muodos-  
taa johtopäätös, että lähetyksen viivakoodin lukematta jättäminen voi johtaa  
virheisiin ja päällekkäisyyksiin kuljetussuunnittelussa.

## 8 TUTKIMUSTULOKSET

Tässä luvussa esitetään opinnäytetyön tutkimustulokset ja tulosten analysointi. Tulokset esitetään tutkimuskysymysten järjestystä vastaavassa järjestyksessä. Tuloksissa lukuina esitettävä aineisto esitetään taulukkoina, ja niiden sisältö avataan kirjallisesti. Mittauksia suoritettiin Kaukokiidon terminaaliin kuorman purkamisesta mobiilipäätteelle sekä lähetyksiköiden tunnistamisesta mobiilipäätteen Floorcheck-toiminnolla. Molemmista toiminnoista suoritettiin vähintään 20 mittausta, jotka kirjattiin Excel-taulukoihin (Liite 1 & 2). Näitä mittaustuloksia tarkasteltiin eri keskiarvojen avulla, jolloin voitiin todeta, että haluttu kyllästymispiste on saavutettu, eivätkä uudet mittaustulokset tuoneet enää vaihtelua mittausten keskiarvoihin. Tutkimuksessa hyödynnetään taulukoiden kymmentä ensimmäistä mittaustulosta. Tutkimuksen prosessikuvaukset esitetään JHS152-suositusten mukaisesti.

### 8.1 Kollien lukeminen terminaaliin purkaessa

Terminaalityöntekijät lukevat lähetykset niiden saapuessa terminaaliin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kollit puretaan perävaunusta trukilla terminaalin lattialle, jonka jälkeen työntekijä lukee lähetyksen kollitarrat mobiilipäätteellä ja kirjoittaa kolleihin linjanumeron. Linjanumerolla tarkoitetaan numero- tai kirjainsarjaa, joka määrittää kollien paikan terminaaliin. Tämän jälkeen kollit voidaan siirtää linjanumeroiden mukaisille paikoille. Myös kuljettajat purkavat tavaraa itsenäisesti terminaaliin. Tällöin lähetykset on luettu niitä noudettaessa, ja ne voidaan purkaa terminaaliin lukematta niitä mobiilipäätteellä.

Kollien lukemiseen kuluvaan aikaan vaikuttaa ensisijaisesti se, miten kollit asetellaan terminaalin lattialle, sekä se, miten kollitarra on sijoitettu. Lisäksi lukemisen nopeuteen vaikuttaa työntekijän kokemus tehtävästä ja terminaalin linjanumeroiden tuntemus. Kollitarran lukeminen voi myös estyä, jolloin kollia ei voida merkitä luetuksi tai siirtää jatkokuljetukseen. Lukemisen estymiseen mahdollisia syitä ovat esimerkiksi viivakoodin vioittuminen, asiakkaan EDI-sanomien viivästyminen sekä lähetykseen liittyvien tietojen muuttuminen.

Taulukossa 3 esitetään mittaustulokset kuorman purkamisesta mobiililla. Mittaus on suoritettu mittaamalla perävaunusta purettujen kollien lukemiseen ku-

luvaa aikaa. Mittaustulokset sisältävät kollitarran lukemisen mobiililla ja linjanumeron kirjoittamisen kynällä kolleihin. Taulukkoon 3 on merkitty kuorman purkamiseen käytetty aika minuutteina sekä purettujen kollien lukumäärä. Mittaustuloksista on laskettu taulukkoon, kuinka monta kolliä on keskimäärin luettu minuutissa ja yhden kollin lukemiseen käytetty aika minuutteina ja sekunteina. Minuutissa luettujen kollien määrä on pyöristetty kokonaisluvuksi.

Taulukko 3. Kuorman purkaminen mobiililla ja linjanumeron merkintä

| <b>Kuorman purkaminen mobiililla</b> |                  |                        |                        |                       |
|--------------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Minuuttia</b>                     | <b>Kollit</b>    | <b>Kollia/minuutti</b> | <b>Minuuttia/kolli</b> | <b>Sekuntia/kolli</b> |
| 5,2                                  | 45               | 9                      | 0,11                   | 7                     |
| 4,9                                  | 26               | 5                      | 0,19                   | 11                    |
| 8                                    | 39               | 5                      | 0,21                   | 12                    |
| 5,9                                  | 25               | 4                      | 0,24                   | 14                    |
| 7,5                                  | 39               | 5                      | 0,19                   | 12                    |
| 6,8                                  | 29               | 4                      | 0,23                   | 14                    |
| 7,1                                  | 49               | 7                      | 0,15                   | 9                     |
| 6,6                                  | 46               | 7                      | 0,14                   | 9                     |
| 4,1                                  | 26               | 6                      | 0,159                  | 9,5                   |
| 5,4                                  | 36               | 7                      | 0,150                  | 9,0                   |
|                                      | <b>Keskiarvo</b> | <b>6</b>               | <b>0,18</b>            | <b>10,6</b>           |

Taulukossa 3 on kymmenen koemittauksen tulokset. Mittausten kollimäärät vaihtelevat 25–49 välillä ja niiden lukemiseen käytetty aika vaihtelee 4,1–7,5 minuutin välillä. Mittaustuloksista selviää, että yhden kollin lukemiseen mobiililla ja linjanumeron kirjoittamiseen kuluu keskimäärin 10,6 sekuntia. Yhden minuutin aikana luetaan ja merkitään linjanumerolla keskimäärin 6 kolliä.

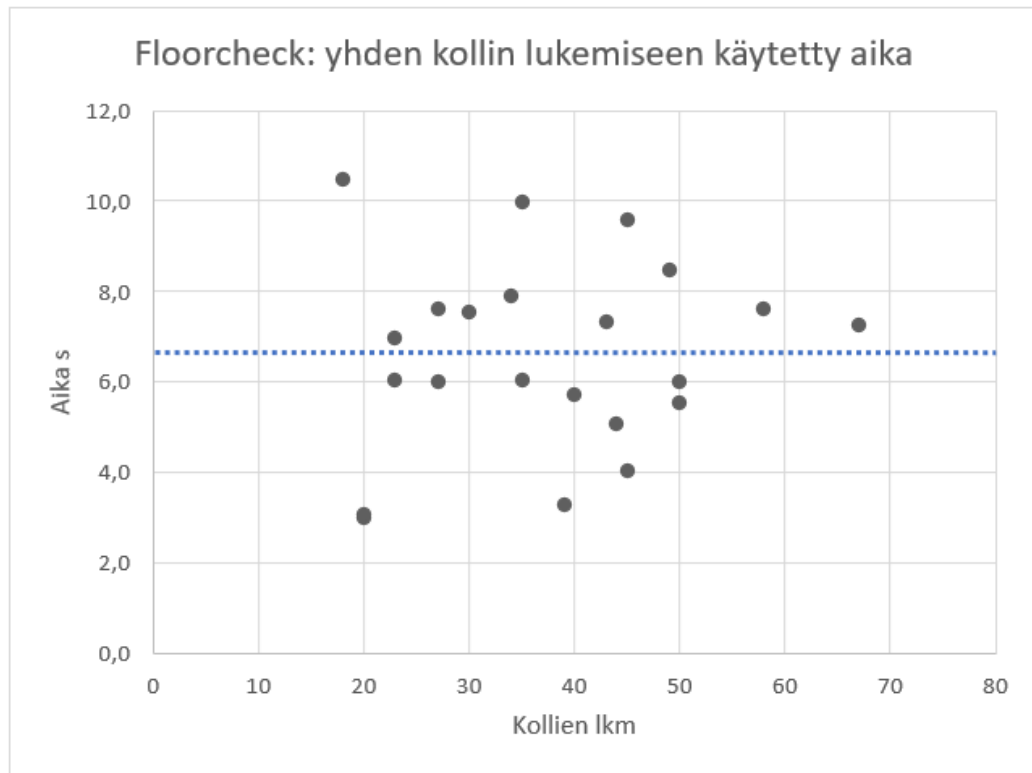
Taulukossa 4 on esitetty mittaustulokset Floorcheck-toiminnolla suoritettusta lastausruutujen selvityksestä. Mittaus on suoritettu mittaamalla aika, joka kuuluu yhden lastausruudun kollien lukemisesta mobiililla. Taulukkoon 4 on merkitty Floorcheck-toiminnolla suoritettuun ruutujen selvitykseen käytetty aika ja ruudussa olevin kollien lukumäärä. Mitatuista tuloksista on laskettu taulukkoon, kuinka monta lavaa on keskimäärin luettu minuutissa, sekä yhden lavan lukemiseen käytetty aika minuutteina ja sekunteina. Minuutissa luettujen kollien määrä on pyöristetty kokonaisluvuksi.

Taulukko 4. Floorcheck lastausruutujen jäämäämmunnassa ja paikoituksessa

| Floorcheck |                  |                 |                 |                |
|------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Minuuttia  | Kollit           | Kollia/minuutti | Minuuttia/kolli | Sekuntia/kolli |
| 4,2        | 44               | 10              | 0,10            | 5,7            |
| 1,9        | 20               | 11              | 0,10            | 5,7            |
| 3,52       | 35               | 10              | 0,10            | 6,0            |
| 5,8        | 43               | 7               | 0,13            | 8,1            |
| 3,78       | 30               | 8               | 0,13            | 7,6            |
| 7,9        | 58               | 7               | 0,14            | 8,2            |
| 2,68       | 23               | 9               | 0,12            | 7,0            |
| 1,02       | 20               | 20              | 0,05            | 3,1            |
| 4,8        | 40               | 8               | 0,12            | 7,2            |
| 5,33       | 45               | 8               | 0,12            | 7,1            |
|            | <b>Keskiarvo</b> | <b>10</b>       | <b>0,11</b>     | <b>6,6</b>     |

Taulukossa 4 on esitetty kymmenen koemittaustulosta samasta operatiivisesta prosessista. Mittausten kollimäärä vaihtelee välillä 20–58, ja niiden lukemiseen käytetty aika vaihtelee 1,9–7,9 minuutin välillä. Lastausruutujen selvityksessä yhden kollin lukemiseen kuluu aikaa keskimäärin 6,6 sekuntia ja minuutin aikana kolleja luetaan keskimäärin 10 kappaletta.

Kuvassa 6 on esitetty pistekaaviolla Floorcheck-toiminnolla yhden kollin lukemiseen käytetty keskimääräinen aika sekunteina. Kaaviossa on myös pistevivalla merkitty yhden kollin lukemiseen käytettyjen aikojen keskiarvo. Kaavion tarkoituksena on havainnollistaa, onko kollien lukumäärällä vaikutusta yksittäisen kollin lukemiseen käytettävään aikaan.



Kuva 6. Floorcheck: yhden kollin lukemiseen käytetty aika

Floorcheck-toiminnolla suoritettu yhden kollin lukemiseen käytetty aika on keskiarvon mukaan 6,6 sekuntia. Kuvasta 6 voidaan huomata, että suoraa vaikutusta ruudussa olevien kollien lukumäärällä ei ole yhden kollin lukemiseen käytettyyn keskimääräiseen aikaan, vaan tulokset vaihtelevat tasaisesti 3,0–10,5 sekunnin välillä. Tästä voidaan tehdä päätelmä, että viivakoodin sijainnilla ja kollin asettelulla on suurempi vaikutus viivakoodin lukemiseen kuin kollien määrällä. RFID-tekniikkaa käytettäessä tunnisteen sijainnilla ja kollin asettelulla ei tyypillisesti ole vaikutusta tunnisteen lukemiseen, vaan sen pysyy lukemaan ilman suoraa näköyhteyttä.

## 8.2 RFID-tunnisteen lukeminen

Taulukossa 5 on laskettu viivakoodin lukemiseen käytetty aika vuoden aikana, kun lähetyksiä on 4 miljoonaa kappaletta. Lisäksi taulukossa on arvio RFID-tunnisteen lukemiseen käytetystä ajasta. RFID-tunnisteen lukuaika perustuu verkkolähteisiin ja sähköpostikeskusteluun suomalaisen RFIDLAB-yhdistyksen toiminnanjohtajan sekä digipalveluja tarjoavan yrityksen toimitusjohtajan kanssa. Näissä keskusteluissa ilmeni, että lukuaika riippuu monesta eri tekijästä, kuten antennin lukualueesta, virhetilanteista, luettavien tagien määrästä, olosuhteista ja lukijasta. Tahojen mukaan optimaalisessa tilanteessa lukuaika

voisi olla jopa 0,5–1 sekuntia. Lisäksi arvioinnissa on hyödynnetty muun muassa verkosta löytyviä videoita RFID-tunnisteen lukemisesta käsipäätteellä ja etsitty verkosta aikoja RFID-tunnisteen lukuajasta esimerkiksi hakusanoin ”RFID tag reading time”. Esimerkiksi Robertin (2013) mukaan RFID-tunnisteen lukuaikaa demonstroivassa kokeessa 39 RFID-tunnistetta luettiin 12 sekunnissa. Tämän perusteella esimerkiksi puoliperävaunullinen kolleja voitaisiin lukea reilussa 10 sekunnissa, ja terminaaliolosuhteissa taas kolleja luetaan luultavammin yksi tai muutamia kerrallaan. RFID-tunnisteen lukuaikaan vaikuttavat muun muassa käytettävät laitteet sekä olosuhteet, joissa toimitaan. Koska kysymykseen lukuajasta ei löydetty yksiselitteistä vastausta, on tutkimuksessa arvioitu, että RFID-tunnisteen lukeminen on vähintään puolet nopeampaa kuin viivakoodin lukeminen, sillä se voidaan lukea suuremmasta etäisyydestä ja ilman näköyhteyttä tunnisteseen. Arvio on muodostettu näistä lähteistä yhdistelemällä aikoja, jolloin arviosta on saatu vertailukelpoinen viivakoodin lukemiselle, kun käytössä on käsipäätteellinen lukija. Pienempi lukuaika viivakoodiin verrattuna perustuu pääasiallisesti siihen, ettei näköyhteyttä tarvita RFID-tunnistetta lukiessa. RFID-tekniologiassa on huomioitava, että lukijalla voidaan lukea useita tunnisteita samanaikaisesti, joten yhden lähetyksen lukuaika voi olla hyvin pieni ja alle sekunnin.

Taulukossa 5 on jaoteltu yhden lähetyksen lukemiseen käytettävä aika sekunteina sekä vuoden aikana kuluva aika lukemiseen sekunteina, tunteina, vuorokausina sekä henkilötyövuosissa. Henkilötyövuodella tarkoitetaan yhden työntekijän vuoden työpanosta (Tilastokeskus s.a.). Tässä tapauksessa henkilötyövuodet ovat laskettu yksittäisen työntekijän 40 viikkotunnin mukaan 52 viikona vuodessa, jolloin yhtä henkilötyövuotta vastaa 2 080 tuntia työtä. Arvona tämä ei kuitenkaan ole täysin tarkka, sillä se ei ota huomioon työntekijöiden loma-aikoja eikä ylityötunteja.

Taulukko 5. Lähetyksen lukemiseen käytetty aika käsipäätelukijalla

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| <b>Lähetyksiä vuodessa</b> | <b>4 milj.</b>  |
| <b>Kolleja vuodessa</b>    | <b>12 milj.</b> |

| <b>VIIVAKOODI</b>  |             |
|--|-------------|
| <b>Yhden kollin lukemiseen käytetty aika sekunneissa</b>     | 6,6         |
| <b>Vuodessa kollien lukemiseen käytetty aika sekunneissa</b> | 79200000    |
| <b>Käytetty aika tunneissa</b>                               | 22000       |
| <b>Käytetty aika vuorokausissa</b>                           | <b>917</b>  |
| <b>Aika henkilötyövuosissa</b>                               | <b>10,6</b> |

| <b>RFID</b>  |            |
|--|------------|
| <b>Yhden kollin lukemiseen käytetty aika sekunneissa</b>     | 3,0        |
| <b>Vuodessa kollien lukemiseen käytetty aika sekunneissa</b> | 36000000   |
| <b>Käytetty aika tunneissa</b>                               | 10000      |
| <b>Käytetty aika vuorokausissa</b>                           | <b>417</b> |
| <b>Aika henkilötyövuosissa</b>                               | <b>4,8</b> |

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| <b>Aika laskee henkilötyövuosissa</b> | <b>5,8</b>  |
| <b>Aika laskee %</b>                  | <b>55 %</b> |

Viivakoodin lukemiseen käytetään keskimäärin 6,6 sekuntia. Tämä luku perustuu taulukosta 4 laskettuun yhden kollin lukemiseen käytettyyn aikaan. Tässä taulukossa käytetään tätä arvoa, sillä se on tässä tapauksessa sopivin. Se ei sisällä muun muassa linjanumeron kirjoittamista, vaan kuvaa parhaiten viivakoodin lukemista ja siihen liittyviä tekijöitä, kuten viivakoodin sijaintia kollissa. Tässä taulukossa havainnoidaan yhden lähetyksen lukemista kerran, mutta todellisuudessa lähetys luetaan tilaus-toimitusketjun aikana useita kertoja. 12 miljoonan viivakoodin lukemiseen kuluu vuodessa noin 22 000 tuntia, joka on 917 vuorokautta. Henkilötyövuosissa tämä luku olisi 10,6.

RFID-tunnisteen lukemiseen kuluu 3,0 sekuntia. Tämä luku on arvio. Tämä arvio sisältää käsipäätteellisen lukijan käyttöön kuluvaan aikaan, jota muodostuu muun muassa käsipäätteen mahdollisten sovellusten valinnasta lukuhetkellä. Lukijalla voidaan lukea useita tunnisteita samanaikaisesti, joten tämä yhden tunnisteen lukemiseen käytetty arvioitu aika voi sisältää todellisuudessa useita tunnisteita, jolloin yhden tunnisteen lukemiseen käytetty aika voi olla keskimäärin alle sekunnin. Lukija voi kuitenkin olla myös automaattinen, joten manuaalista työtä ei tässä tapauksessa vaadittaisi ollenkaan, vaan tunnisten tiedot siirtyisivät järjestelmään automaattisesti tunnisteen ollessa lukualueella.



Nämä tulokset on muodostettu manuaalisen käsipäätelukijan mukaisesti. Aikaa RFID-tunnisteen lukemiseen kuluisi vuoden aikana 10 000 tuntia, joka on 417 vuorokautta. Henkilötyövuosissa tämä olisi 4,8. RFID-tekniikan käyttöönotto voisi siis vähentää yhden lähetyksen kerran lukemiseen käytettyä aikaa 5,8 henkilötyövuodella eli 55 prosentilla. Tämä perustuu kuitenkin vain laskennalliseen arvioon, ja todellisia tuloksia ei voida muodostaa ilman varsinaista RFID-tekniikan implementointia eli käyttöönottoa.

Todellisuudessa kolleja luetaan useammin kuin kerran, joten lukemiseen käytetään aikaa enemmän. Kaukoliidon sähköisessä toimintamallissa (Kuva 5) lähetykset luetaan 4 kertaa. Todellisuudessa kolleja voidaan lukea useampia kertoja esimerkiksi terminaalitoimintojen yhteydessä. Taulukossa 6 on esitetty 12 miljoonan kollin lukemiseen kuluva aika, kun viivakoodi ja RFID-tunniste luetaan tilaus-toimitusketjun aikana neljä kertaa.

Taulukko 6. Kollien lukeminen 4 kertaa tilaus-toimitusketjussa

**12 milj. kollin lukeminen 4 kertaa tilaus-toimitusketjussa**

| VIIVAKOODI                |             |
|---------------------------|-------------|
| Käytetty aika sekunneissa | 316 800 000 |
| Käytetty aika tunneissa   | 88 000      |
| Aika henkilötyövuosissa   | <b>42,3</b> |

| RFID                      |             |
|---------------------------|-------------|
| Käytetty aika sekunneissa | 144 000 000 |
| Käytetty aika tunneissa   | 40 000      |
| Aika henkilötyövuosissa   | <b>19,2</b> |

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| Aika laskee henkilötyövuosissa | <b>23,1</b> |
|--------------------------------|-------------|

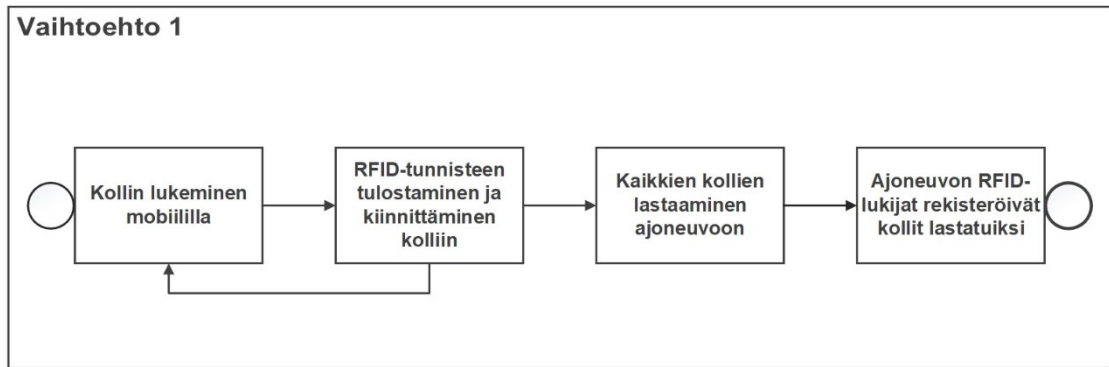
12 miljoonan kollin viivakoodien lukemiseen neljä kertaa toimitusketjun aikana kuluu 316 miljoonaa sekuntia. Tämä vastaa 42,3 henkilötyövuotta. RFID-tekniikan myötä kollien lukemiseen kuluu 144 miljoonaa sekuntia eli 19,2 henkilötyövuotta. Kollien lukemiseen käytetty aika laskee siis 23,1 henkilötyövuotta. Ajat perustuvat tunnisteiden lukemiseen käsipäätteellisellä lukijalla.

### 8.3 Tunnisteen lisääminen noutotehtävässä

Noutotilanteiden aikataulut ja kesto vaihtelevat noutotehtävän mukaan päivittäin. Noutotilanteen kestoon vaikuttaa esimerkiksi noudettavan tavaran ominaisuudet, noutopaikan sijainti sekä se, miten ja missä vaiheessa ajoneuvo lastataan. Tavaran noudon pitkittyminen voi aiheuttaa muutoksia kuljetussuunnitteluun ja aiheuttaa kiirettä terminaalituotannolle ja terminaalitöiden valmistamiselle. Jos noutoaikataulut eivät pidä, kuljetussuunnittelun on ohjattava nouto toiselle kuljettajalle ja ajoneuville. Kuljetusketjun yhden osa-alueen myöhästyminen aikataulusta vaikuttaa usein lumipalloejektin tavoin koko ketjun onnistumiseen. Lisäksi työnantajan ja kuljetussuunnittelun on huomioitava tieliikennelainsäädäntö, jossa määritellään kuljettajan ajo- ja lepoajat tieliikenteessä. Kuljettajan lepoajat ja vapaapäivät vaikuttavat käytettäviin kuljettaja- ja ajoneuvoresursseihin.

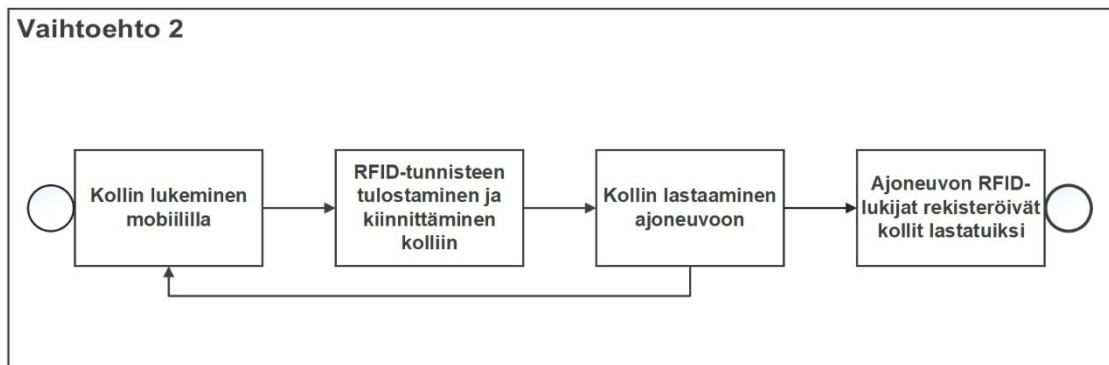
RFID-tunnisteen lisääminen noudettaviin lähetyksiin lisäisi noutoon kuluva aikaa. Koska mittaustuloksia ei voida tällä hetkellä ottaa kokeellisesti tai todellisissa tilanteissa, on tunnisteen lisäämiseen kuluva aikaa vain arvioitava. Käytännössä RFID-tunnisteen lisääminen noutotilanteessa tarkoittaa sitä, että lastatessa lähetyksen kollitarrat luetaan, jolloin tieto siirtyy RFID-tunnisteita tulostavalle laitteelle, joka tulostaa RFID-tunnisteet, jotka kiinnitetään kolleihin.

Kuvissa 7, 8 ja 9 on esitetty kaavioina kolme vaihtoehtoista tapaa tunnisteen lisäämisestä noutotilanteessa. Kaikissa kaavioissa perusprosessi on samanlainen. Kollit luetaan mobiilipäätteellä, ja tunnisteet tulostetaan ja kiinnitetään lähetyksiin, jotka lastataan ajoneuvoon. Ajoneuvoihin asennetut RFID-lukijat rekisteröivät kollit lastatuiksi. Kaavioiden tarkoituksena on selkeyttää eri vaihtoehtojen eroja siitä, missä vaiheessa lastausta RFID-tunniste tulostetaan ja kiinnitetään ja missä vaiheessa kollit lastataan.



Kuva 7. Tunnisteen lisääminen noutotehtävässä

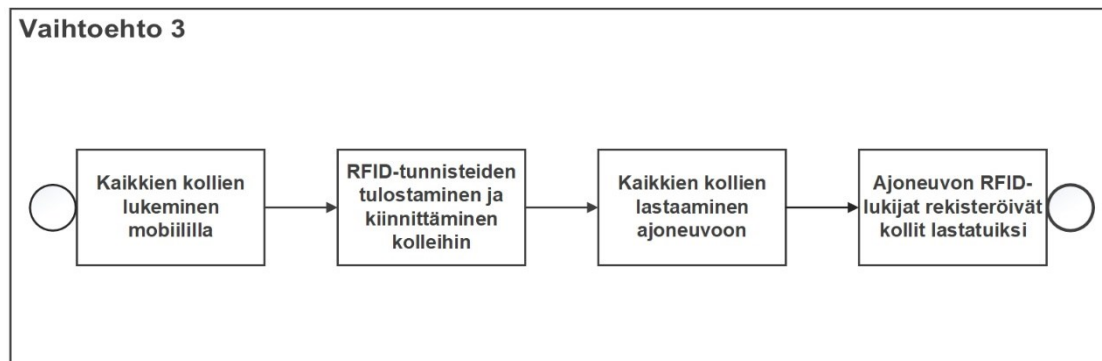
Kuvassa 7 on vaihtoehto 1, jossa lähetyksen kollitarran luetaan mobiililla lastausalueella, jolloin kollitarran tiedot siirtyvät järjestelmään sekä RFID-tulostimelle. RFID-tunniste tulostetaan ja kiinnitetään kalliin, jonka jälkeen se voidaan lastata ajoneuvoon, jossa automaattiset RFID-lukijat lukevat tunnisteen ja rekisteröivät kollin lastatuksi. Vaihtoehto 1 hidastaa lastausta, sillä kollit lastataan yksi kerrallaan, jolloin lastauksesta tulee katkonaista. Vaihtoehto kuitenkin lisää tarkkuutta RFID-tunnisteen tulostukseen ja kiinnitykseen, sillä tunnisteita käsitellään yksi kerrallaan. Tässä vaihtoehdossa on varmempaa, että oikea tunniste kiinnitetään oikeaan kalliin, eikä kolleja jää lukematta.



Kuva 8. Tunnisteen lisääminen noutotehtävässä

Kuvassa 8 on vaihtoehto 2, jossa kollitarran lukeminen ja RFID-tunnisteen tulostaminen tapahtuu kuten vaihtoehdossa yksi. RFID-tunnisteen kiinnityksen jälkeen kolli jää lastausalueelle odottamaan, että kaikkiin kolleihin on kiinnitetty RFID-tunnisteet. Kun kaikki tunnisteet ovat kiinnitetty kolleihin, lastataan kaikki kollit samanaikaisesti ja RFID-lukijat rekisteröivät ne lastatuiksi. Vaihtoehto 2 vie aikaa ennen kuin lastausta voidaan aloittaa, sillä kaikki RFID-tunnisteet kiinnitetään ennen lastausta lastausalueella. Tämä vaihtoehto lisää

tarkkuutta tunnisteen kiinnitykseen, sillä niitä käsitellään yksi kerrallaan, kuten vaihtoehdossa 1. Kuitenkin lastaus voidaan tehdä ilman ylimääräisiä katkoksia.



Kuva 9. Tunnisteen lisääminen noutotehtävässä

Kuvassa 9 on vaihtoehto 3, jossa kaikki noudettavat kollit luetaan mobiililla, jonka jälkeen RFID-tulostimella tulostetaan RFID-tunnisteet ja kiinnitetään ne kolleihin. Tunnisteiden kiinnityksen jälkeen kaikki kollit lastataan ja ne rekisteröivät lastatuiksi automaattisen RFID-lukijan avulla. Myös vaihtoehto 3 vie aikaa ennen lastausta, mutta lastaus voidaan tehdä ilman ylimääräisiä katkoksia. Tässä vaihtoehdossa on suurin mahdollisuus virheisiin tunnisteen tulostamisessa sekä kiinnityksessä. Tunnisteet tulostetaan kaikki kerrallaan, joten on mahdollista, että tunnistetta kiinnitetään väriin kolleihin tai niitä jää kokonaan tulostamatta.

Vaihtoehtoihin 1–3 sisältyy oletus, että tulostin on siirrettävissä ja se voidaan ottaa mukaan lastausalueelle. Mikäli tulostin on kiinteä ja sijaitsee esimerkiksi ajoneuvon hytissä, tunnisteen tulostaminen ja lastausprosessi hidastuu vaihtoehdoissa 1 ja 2, sillä kuljettaja joutuu kulkemaan edestakaisin tulostimen, ajoneuvon ja lastausalueen välillä. RFID-tunnisteen lisäämiseen kuluvaan aikaan vaikuttavat myös sellaiset tekijät, jotka eivät liity siihen, missä järjestyksessä tunnisteen kiinnitys tehdään. Olennaisimpina aikaan vaikuttavina tekijöinä nähdään tulostimen tekniset ominaisuudet sekä sen koko ja nopeus. Lisäksi tunnisteen koko, laatu ja kiinnitystapa, sekä kuljettajien tai terminaalityöntekijöiden osaaminen ja tehokkuus vaikuttavat aikaan. Lisäksi on huomiotava tunnisteen liimaamisen epäonnistuminen tai tunnisteen vaurioituminen. Tällaisessa tilanteessa vaaditaan todennäköisesti vaurioituneen tunnisteen mitätöinti ja uuden tunnisteen tulostaminen.

Edellä mainituista noutotilanteista poikkeavat ne noudot, joissa tavarantoimittajilta haetaan valmiiksi lastattuja perävaunuja. Näiden kohdalla kaavioina esitetyt toimintatavat eivät onnistu. Valmiiksi lastattujen vaunujen kohdalla tunnisteen kiinnittäminen siirtyisi todennäköisesti terminaalin.

#### 8.4 Työntekijän palkkakustannukset lukuaikaan perustuen

Taulukossa 7 on jaoteltu palkkakustannuksien lisäkuluja ja laskettu työntekijästä koostuvat todelliset palkkakustannukset. Kustannuksen koostuvat bruttopalkasta ja niistä lisäkuluista, jotka tulevat työnantajalle työntekijän bruttopalkan lisäksi. Näitä lisäkuluja ovat työntekijän eläkemaksu, työttömyysvakuutusmaksu, sairausvakuutusmaksu, tapaturma- ja ammattitautivakuutus sekä ryhmähenkivakuutus. (Mesiperä 2020.) Kaukokiidon palkkahallinnolle toteutetun kyselyn mukaan Kaukokiito Henkilöstö Oy:n palkkalistoilla olevien henkilöiden keski-ikä on tutkimuksen toteuttamisaikana 41 vuotta. Keskimääräinen työsuhteen pituus on tällä hetkellä 9 vuotta ja 9 kuukautta. Taulukossa bruttopalkan määrittelyssä on hyödynnetty terminaalityöntekijän taulukkopalkkaa AKT-alojen terminaalitoiminnan työehtosopimuksesta, jota käytetään Kaukokiidolla. Bruttopalkaksi on valittu tähän taulukkoon työehtosopimuksen palkkataulukon 7–10 vuoden palvelusvuosien kuukausipalkka. (Terminaalitoimintaa koskeva työehtosopimus 2020.)

Taulukko 7. Työntekijästä koostuvat todelliset palkkakustannukset

| <b>Työntekijästä koostuvat palkkakustannukset</b> |                   |
|---|-------------------|
| Työntekijän bruttopalkka                          | 2 477,39 €        |
| Työntekijän eläkemaksu (tyEL)                     | 18,15 %           |
| Työttömyysvakuutusmaksu                           | 0,45 %            |
| Työnantajan sairausvakuutusmaksu                  | 1,34 %            |
| Tapaturma- ja ammattitautivakuutus                | 0,70 %            |
| Ryhmähenkivakuutus                                | 0,07 %            |
|   | <b>2 990,46 €</b> |

Taulukosta 7 voidaan huomata, että kun työntekijän bruttopalkka on 2 477,39 euroa kuukaudessa, työnantaja maksaa palkkakustannuksia todellisuudessa 2 990,46 euroa. Työnantaja maksaa siis noin 21 prosenttia lisäkuluja työntekijän bruttopalkan lisäksi.

Taulukossa 8 on laskettu viivakoodin ja RFID-tunnisteen lukemiseen käytetyn ajan palkkakustannukset, kun tunnisteita luetaan 1, 100 ja 1 000 kappaletta. Taulukossa on myös esillä työntekijän todelliset palkkakustannukset, jotka on laskettu Taulukossa 7. Lukemiseen käytetyn ajan palkkakustannuksien laskeamiseen on käytetty työntekijän todellisia palkkakustannuksia.

Taulukko 8. Viivakoodin ja RFID-tunnisteen lukemiseen käytetyn ajan palkkakustannukset

| <b>Lukemiseen käytetyn ajan palkkakustannukset</b> |  |  |
|--|--|--|
|--|--|--|

| <b>VIIVAKOODI</b> |                            |                                    |
|-------------------|----------------------------|------------------------------------|
| <b>Lkm.</b>       | <b>Lukuaika sekunteina</b> | <b>Työntekijän palkkakustannus</b> |
| 1                 | 6,6                        | 0,03 €                             |
| 100               | 660,0                      | 3,23 €                             |
| 1000              | 6600,0                     | 32,25 €                            |

| <b>RFID</b> |                            |                                    |
|-------------|----------------------------|------------------------------------|
| <b>Lkm.</b> | <b>Lukuaika sekunteina</b> | <b>Työntekijän palkkakustannus</b> |
| 1           | 3,0                        | 0,01 €                             |
| 100         | 300                        | 1,47 €                             |
| 1000        | 3000                       | 14,66 €                            |

| <b>Työntekijän todellinen palkkakustannus</b> |  |
|---|--|
|---|--|

|            |     |
|------------|-----|
| 2 990,46 € | /kk |
| 17,59 €    | /h  |

Yhden viivakoodin lukemiseen käytetyn ajan palkkakustannukseksi muodostuu 0,03 euroa. RFID-tunnisteella tämä on 0,01 euroa. Kun viivakoodeja luetaan 100 kappaletta, on palkkakustannus 3,23 euroa ja RFID-tunnisteella 1,47 euroa. 1 000 viivakoodin ja RFID-tunnisteen lukemiseen käytetyn ajan palkkakustannukset ovat 32,25 euroa ja 14,66 euroa. RFID-tunnisteiden lukemiseen käytetyt ajan palkkakustannukset ovat siis noin 45 prosenttia alhaisemmat viivakoodiin verrattuna. Taulukossa 8 on käytetty RFID-tunnisteen lukemiseen kuluvaan aikaan, joka on arvioitu Taulukossa 5. Tämä aika perustuu RFID-tunnisteen manuaaliseen lukemiseen kuluvaan aikaan. Automaattiset lukijat mahdollistavat sen, että työntekijän ei tarvitse käyttää aikaa tunnisteen lukemiseen, vaan se luetaan automaattisesti. Tällöin ei myöskään muodostu palkkakustannuksia lukemiseen eli toimintoon käytetystä ajasta.

Taulukossa 9 on laskettu aikaperusteista toimintolaskelmaa soveltaen terminaalityöntekijän todellisesta työajasta kuluva osuus viivakoodin ja RFID-tunnisteen lukemiseen, kun lähetysyksiköitä luetaan 100. Taulukossa on työntekijän työaika sekä todellinen työaika tunteina ja minuutteina. Kaukokiidolla terminaalityöntekijän työpäivän pituus on 8 tuntia, josta taukoja on noin tunnin verran, joten taulukossa käytetään työaikana 7 tuntia. Todellisessa työajassa on otettu huomioon työntekijän saapumiset, poistumiset sekä muut siirtymiset, joten oletetaan, että työntekijän todellinen työhön käytetty aika on 7 tunnista 80 prosenttia eli 5,6 tuntia. Taulukossa lasketaan toimintoon kuluva aikaa prosentteina todellisesta työajasta. Tässä tapauksessa toimintona on sadan viivakoodin sekä sadan RFID-tunnisteen lukeminen. Lukemiseen kuluvat ajat ovat Taulukosta 8. Taulukon 9 tuloksia voitaisiin hyödyntää myös laskiessa aikaperusteista toimintolaskelmaa EUR/min.

Taulukko 9. Viivakoodin ja RFID-tunnisteen lukemiseen kuluva aika todellisesta työajasta

| <b>Toimintoon kuluva aika todellisesta työajasta</b> |  |
|--|--|
|--|--|

| <b>VIIVAKOODI</b>                             |              |
|---|--------------|
| Työntekijän työaika h                         | 7            |
| Työntekijän todellinen työaika h              | 5,6          |
| Työntekijän todellinen työaika min            | 336          |
| 100 viivakoodin lukemiseen kuluva aika min    | 11           |
| Toimintoon kuluva aika todellisesta työajasta | <b>3,3 %</b> |

| <b>RFID</b>                                    |              |
|--|--------------|
| Työntekijän työaika h                          | 7            |
| Työntekijän todellinen työaika h               | 5,6          |
| Työntekijän todellinen työaika min             | 336          |
| 100 RFID-tunnisteen lukemiseen kuluva aika min | 5            |
| Toimintoon kuluva aika todellisesta työajasta  | <b>1,5 %</b> |

Sadan viivakoodin lukemiseen kuluu noin 11 minuuttia, joka on todellisesta työajasta noin 3,3 prosenttia. RFID-tunnisteen lukemiseen kuluva aika on noin 5 minuuttia eli todellisesta työajasta 1,5 prosenttia. RFID-tunnisteen lukemiseen kuluu siis aikaa noin puolet vähemmän kuin viivakoodin. Kun huomioidaan, että RFID-tunnisteita voidaan lukea useita samanaikaisesti, on tunnisteen lukemiseen kuluva aika ja sen vaikutus työaikaan todella pieni. Automaattisilla rakennuksiin tai ajoneuvoihin kiinnitetyillä lukijoilla manuaalinen työpanos voi jäädä useista työvaiheista pois kokonaan.

## 8.5 RFID-tekniikan vaikutukset tiedonkulkuun

Kollitarran lukemisen estymistä esiintyy viivakoodin lukutilanteissa erilaisista syistä. Lukemisen estyessä ongelma tulee selvittää, jotta lähetys voidaan toimittaa loppuasiakkaalle. Informaation näkökulmasta viivakoodin yhdeksi ongelmaksi muodostuu sen sisältämien tietojen hallinta. Kun lähetykselle on tuostettu sen yksilöivä viivakoodi, sen tietoja ei pääasiassa voida enää muuttaa luomatta uutta kollilapputulostetta. Lähetystietojen muuttuminen, kuten osoitteenmuutos, vaatii aina uuden kollitarran tulostamisen ja kiinnittämisen. RFID-tunnisteen sisältämiä tietoja on tunnisteen mukaan mahdollista uudelleenkirjoittaa ja muokata tunnistetta vaihtamatta.

Jotta RFID-tunnisteiden avulla saadaan tarkempaa tietoa tavarann sijainnista toimitusketjussa, on lukijoissa oltava sovellusvalintoja kuten nykyhetkellä käytössä olevassa mobiilissa. Eri sovellusvalinnoilla voidaan hallita sitä, että lukijalaitteisiin voidaan määrittää, missä vaiheessa toimitusketjua kollit ovat. Valinnoilla voidaan hallita esimerkiksi sitä, luetaanko kolli lastatuksi tavarantoimittajalta tai runkokuljetukseen terminaalista terminaaliin.

Nykyisellä käsipäätelukijalla lähetysten tietojen reaaliaikaisuus perustuu luku-aikaan, joka vaatii manuaalisen tiedonsiirron mobiilipäätteellä. Nykytilanteessa jokainen kolli on luettava yksitellen, mikä lisää virheiden määrää. Virheitä voivat olla väärän kollin lukeminen, kollin lukemisen epäonnistuminen tai kokonaan lukematta jättäminen. Manuaalisen työn virheiden seurauksena kolleja voi joutua väärään paikkaan tai kadota kokonaan, sillä tiedot kollista ja sen sijainnista eivät päivitty. Mikäli esimerkiksi kuljettaja ei lue asiakkaalle jaettavaa lähetystä jakolastatuksi, jää lähetys suorittamattomaksi jakotehtäväksi ja siirtyy seuraavalle kuljettajalle. Tällöin seuraava kuljettaja etsii jo toimituksessa olevaa lähetystä terminaalista turhaan. RFID-tekniikalla voidaan parantaa toimitusketjun näkyvyyttä ja informaatiovirran sujuvuutta, sillä se mahdollistaa lähetysten automatisoidumman lukemisen ja synkronoidumman tiedonjakamisen. Kun prosessit ovat automatisoituja, inhimillisten virheiden riski vähenee. Automaatiolla vähennetään etsimiseen kuluva aikaa sekä minimoidaan ka-



donneiden lähetyksen määrää. Lisäksi RFID-tekniikalla saatava täsmällisempi tieto voi vähentää asiakkaan tilauksenseurantaan liittyvää epätietoisuutta ja lisätä näin luottamusta seurantapalvelua ja yritystä kohtaan.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli etsiä vastauksia tutkimuskysymyksiin, joita olivat *”Miten ja kuinka paljon RFID-tekniikka nopeuttaa toimintoja verrattuna viivakoodiin?”*, *”Miten ja kuinka paljon RFID-tunnisteen asentaminen hidastaa vaihetta, jossa se asennetaan?”* ja *”Miten RFID-tekniikka voi vähentää virheitä tiedonkulussa?”*. Tutkimustulosten analysoinnissa voitiin huomata, että ne vahvistivat tutkimusaiheesta tehtyjä oletuksia sekä sitä teoriaa, jota tutkimuksen viitekehityksessä esitettiin. Teoriassa ja tutkimustuloksissa korostuvat erityisesti RFID-tekniikan vaikutukset virheiden vähentymiseen, kustannusten alentumiseen ja prosessien tehostumiseen, kun manuaalisen työn tarve vähenee tai poistuu kokonaan. Inhimillisten virheiden vaikutus voi näkyä toimitusketjun ja toimitusvarmuuden onnistumisessa, mikä voidaan nähdä riskinä liiketoiminnalle.

RFID-tekniikka on yksittäisissä toiminnoissa nopeampaa kuin viivakoodin käyttö, joten se nopeuttaisi tulosten mukaan tuotantoprosessia. RFID-tekniikan automaattisuus mahdollistaa automatisoidun kollojen lukemisen, jolloin kollojen lukemiseen liittyvät työtehtävät vähenevät. Tekniikan lukuominaisuuksien takia ei myöskään välttämättä tarvita työntekijää, vaan seiniin, lattioihin ja autoihin asennetut lukijat mahdollistavat lukemisen ilman työntekijän työpanosta. Tämä säästää siis työaikaa ja poistaa kokonaisia työtehtäviä, jolloin resurssit voidaan suunnitella ja ohjata tehokkaammin. RFID-tunniste vähentää myös ylimääräistä materiaalinkäsittelyä, kun tunniste voidaan lukea ilman näköyhteyttä. Tämä vähentää kollojen tarpeetonta kääntelyä, nostamista ja siirtelyä. Useita RFID-tunnisteita voidaan myös lukea samanaikaisesti, jolloin yksittäisten kollojen käsittely vähenee. Näin esimerkiksi kokonainen lastattu kuorma voidaan käsitellä kerralla. Myös itse kollojen etsimiseen kuluu vähemmän aikaa, sillä RFID-tekniikan myötä kollojen sijaintitiedot ovat päivitettävissä halutusti tai automaattisesti. Edellä mainitut RFID-tekniikan vaikutukset tukevat Leanin periaatteita poistamalla ylimääräistä materiaalinkäsittelyä eli hukkaa tuotantoprosessissa.

Kaukokiidolla RFID-teknologia voisi nopeuttaa kollojen lukemista viivakoodiin verrattuna noin 50 prosentilla. Viivakoodi luetaan useita kertoja lähetyksen tilaus-toimitusprosessin aikana. RFID-teknologian automaattiset ominaisuudet mahdollistavat sen, ettei tunnistetta tarvitsisi ihanteellisessa tilanteessa lukea manuaalisesti kertaakaan sen asennuksen jälkeen, jolloin kollojen lukemiseen kuluu aikaa vieläkin vähemmän. RFID-tunnisteiden elektroniset ominaisuudet mahdollistavat tietojen muokkaamisen ilman uuden tunnisteen tulostamista. RFID-tunnisteella voitaisiin säästää myös tarrojen tulostamiseen kuluva aikaa ja materiaaleja.

RFID-tunnisteen lisääminen kuitenkin pitkittää noutotilannetta. Tunnisteen lisääminen tuo noutotilanteeseen täysin uuden työvaiheen, joka ei korvaa mitään muuta työvaihetta. Tunnisteen lisääminen noutotilanteessa voidaan nähdä Lean-ajattelun mukaisesti hukkana, sillä se lisää noutoon kuluva aikaa ja vaivaa. Kuitenkin toimitusketjun seuraavissa vaiheissa, kuten terminaalin sisäisissä siirroissa, se lisää hyötyä esimerkiksi vähentäen tunnisteen lukemiseen kuluva aikaa. Tutkimustuloksissa esitetyt vaihtoehdot tunnisteen lisäämiselle ovat kuvitteellisia, eikä niitä ole voitu tutkimuksessa konkreettisesti testata. Kuitenkin eri vaihtoehdot auttavat havainnoimaan tunnisteen lisäämisen vaikutusta noutotilanteessa. Tutkimustuloksista vaihtoehtoa 3 pidetään parhaimpana, sillä se on nopea eikä vaikuta lastauksen rakenteeseen.

Vaihtoehto 3, jossa kaikki tunnistet tulostetaan samanaikaisesti, on vaihtoehdoista nopein, sillä kaikki tunnistet saadaan tulostettua kerralla ja kiinnitettyä kolleihin. Myöskään tulostimen sijainnilla ei ole merkitystä, vaan tunnistet voidaan tulostaa ajoneuvon sisätiloissa tai kannettavalla tulostimella lastausalueella. Vaihtoehto 3 ei myöskään muuta lastausprosessia, vaan se voidaan tunnisteen kiinnityksen jälkeen suorittaa kuten aiemmin, jolloin noutotilanne pitkittyy ainoastaan tunnisteen tulostamisen ja kiinnityksen ajaksi. Tämä vaihtoehto altistaa kuitenkin virheille. RFID-tunnistet eivät useimmiten sisällä visuaalista tietoa, joten ilman lukijan käyttöä tunnisteen tunnistamista ei voida tehdä. Virheet, kuten väärän tunnisteen kiinnittäminen väärään kolliin, voivat lisääntyä. Noutotilanteessa voidaan kuitenkin huomioida kollojen järjestys lastauslaiturilla. Mikäli kollit luetaan järjestyksessä, myös tunnistet tulostetaan ja

kiinnitetään saman järjestyksen mukaisesti. Tällöin oikea tunnistete tulee kiinnitettyä oikeaan kalliin. Tällöin tunnisteen lisäämisessä tulee ottaa huomioon myös mahdolliset virheet, kuten kalliin lukemisen epäonnistuminen, jolloin tunnistetiedot eivät etene tulostimelle. RFID-tunnisteiden koko ja ulkonäkö voidaan myös valita tarpeen mukaan, esimerkiksi tunnistete voidaan tulostaa kalliinlapulle, joka sisältää myös visuaalisen tiedon. Tunnisteen ulkoiset ominaisuudet kuitenkin lisäävät tunnisteen hintaa, mutta voivat vähentää virheitä tunnisteen kiinnityksessä.

Noutotilanteessa esiintyy poikkeus, kun noutokohteessa suoritetaan niin sanottu vaununvaihto. Tällaisessa tilanteessa kohteesta otetaan valmiiksi lastattuja perävaunuja ja tilalle jätetään tyhjiä vaunuja. Koska valmiiksi lastattujen perävaunujen noudossa Kaukokiidon kuljettaja ei itse käsittele lähetyksiä, on tunnistete lisättävä toisessa prosessin vaiheessa, kuten esimerkiksi terminaalin vastaanotossa. RFID-tekniologiaa voitaisiin hyödyntää myös perävaunujen hallinnassa ja perävaunujen kiertonopeuden seurannassa. Omaisuuden tarkempi seuranta voi parantaa laitteiden käyttöastetta ja vähentää näihin kohdistuvia turhia hankintoja paremman tiedon seurauksena.

RFID-tekniologian avulla voidaan myös alentaa henkilöstön kustannuksia. Tutkimuksesta huomataan, että RFID alentaa kustannuksia nopeuttamalla toimintoja, joissa nyt Kaukokiidolla luetaan viivakoodeja mobiilipäätteellä. Toimintoon kuluva aika ja kustannusten laskelmista voidaan huomata, että kun kalliin lukemiseen käytettävä aika puolittuu RFID-tekniologian myötä, myös kustannukset puolittuvat. Tekniologian myötä saavutetut kustannussäästöt tulevat pääsääntöisesti työntekijän palkkakustannuksista. Kuitenkin nämä kustannussäästöt voivat olla näkymättömiä, sillä todellisuudessa toimintoon kuluva aika ja resurssit voidaan ohjata muualle, eikä rahallista säästöä palkkakuluissa tuoteta. Esimerkiksi viivakoodien lukemisesta säästetty aika voidaan hyödyntää jossakin tuottavammassa toiminnossa. Tällöin kustannussäästö ei välttämättä näy, mutta työntekijän työpanos voidaan ohjata muihin työtehtäviin ja koko toimitusketju sekä tuotannon läpimenoaikaa voidaan täten nopeuttaa.

Tutkimustuloksiin pohjautuen voidaan esittää, että RFID-tekniologia vähentää virheitä tiedonkulussa, kun työntekijän vastuu tietojen oikeellisuudesta ja ajantasaisuudesta pienenee ja manuaalisesti tehtäviä työvaiheita on vähemmän.

Jos työntekijä jättää lukematta lähetyksikön tiedot mobiilipäätteeseen jossakin prosessin vaiheessa, sen vaikutukset voivat heijastua myöhemmin tuotantoprosessin sujuvuuteen tai toisen työntekijän toimintaan hidastaen tätä. Organisaation sisällä tiedon oikea-aikaisuus ja tiedon paikkansapitävyys on tärkeää, jotta saapuvalla ja lähtevällä tavalla on varattu riittävästi tila-, kuljetus- ja henkilöstöresursseja jokaisessa konsernin toimipaikassa. Riittävän täsmällistä tietoa voidaan pitää logistiikassa edellytyksenä sille, että oikea tavara saadaan toimitettua oikeana aikana asiakkaalle. Lisäksi kuljetustietojen parempi näkyvyys voi mahdollistaa asiakkaalle lähetyksen reaaliaikaisen tietojen jäljittämisen ja kuljetuksen seurannan Kaukokiidon sähköisissä palveluissa. Näin asiakas voi varautua esimerkiksi toimitusajankohtaan, joka on erityisesti yksityisasiakkaiden lähetysten suhteen tärkeää, jotta asiakas on vastaanottamassa lähetystään oikeaan aikaan oikeassa paikassa. Tietojen oikeellisuuden huomioiminen ja sujuva toimitusprosessi asiakaskokemuksen näkökulmasta ovat toiminnassa olennaisia, kun niitä peilataan yrityksen arvoihin ja strategiaan.

## **10 LUOTETTAVUUS JA JATKOTUTKIMUSEHDOTUKSET**

Opinnäytetyön luotettavuuden arvioinnissa merkittävää on johdonmukainen ja järjestelmällinen työskentely koko tutkimusprosessin ajan. (Vilkkä 2021.) Tutkimuksen luotettavuutta voidaan pohtia sen uskottavuuden, eettisyyden ja luotettavuuden näkökulmista. Uskottavuudella tarkoitetaan sitä, missä määrin tutkimusta lukeva yleisö tai tutkimuksen kohteena olevat henkilöt hyväksyvät tutkimustulokset ja luottavat tutkimusaineiston riittävän huolelliseen analysointiin. (Puusa & Juuti 2020.) Aineiston riittävään määrään vaikuttaa keskeisesti tutkimusaihe, tutkimuksen tavoitteet, käytettävissä olevat resurssit ja tutkimusaiheen rajaus. (Vilkkä 2021.) Luotettavuudella taas tarkoitetaan sitä, että tutkija kykenee vakuuttamaan, että tutkimukseen valitut menetelmät ja lähestymistavat ovat perusteltuja ja oikeanlaisia tutkimuksen toteuttamiseen. Luotettavuuden edellytyksenä on riittävän kattava ja rehellinen kuvaus tutkimuksen etenemisestä. Eettisyydellä tarkoitetaan eettisten periaatteiden noudattamista koko tutkimustyön ajan. Eettisesti toteutetussa tutkimuksessa käytetyt menetelmät ovat sellaisia, joita voitaisiin käyttää minkä tahansa tutkimuksen ohjenuorina. Tutkimus ei saa aiheuttaa vaaraa tai haittaa tutkimukseen liittyville ihmisille tai

muille tahoille. Eettiset periaatteet on tärkeä huomioida myös tiedonvälityksessä. (Puusa & Juuti 2020.)

Tutkimuksen pätevyyttä on pyritty vahvistamaan keräämällä aineistoa useammasta eri lähteestä ja erilaisista tilanteista. Esimerkiksi koemittausten luotettavuutta on vahvistettu toteuttamalla kevään aikana useita mittauksia, joihin on osallistunut tutkimuksen näkökulmasta ulkopuolisia suorittajia. Useammalla suorittajalla voidaan varmistaa, ettei yksittäisen työntekijän tehokkuus vääristä mittaustuloksia. Sellainen mittausaineisto, jonka tulos tai laatu on poikennut merkittävästi keskimääräisestä aineistosta, on jätetty tutkimusaineistosta pois liiallisen vääristämisen mahdollisuuden vuoksi. Aineiston tuottamisen olosuhteet, niihin liittyvät häiriötekijät ja mahdolliset tulkinnanvaraisuudet on pyritty kertomaan totuudenmukaisesti. Tulokset on esitetty ja selitetty selkeästi, ja niiden taustoja on tarpeen mukaan avattu. Tutkimuksen uskottavuuteen on voitu vaikuttaa sillä, että opinnäytetyössä on kaksi tekijää, joista toinen ei ole työskennellyt yrityksessä tutkimuksen aikana. Näin vähintään toinen tutkimuksen tekijöistä on pitänyt koko ajan riittävän etäisyyden ja objektiivisuuden tutkimuskohteeseen. Tässä opinnäytetyössä aineisto pohjautuu pääasiallisesti toimeksiantajan tiloissa kerättyihin tietoihin, ja tulokset tehdään toimeksiantajaa varten. Tutkimuksessa esitettyihin tietoihin on pyydetty toimeksiantajan suostumus.

Koska opinnäytetyön tutkimus on tapaustutkimus, ei sen tuloksia voida suoraan yleistää. Tutkimusaineistoa on kerätty rajallinen määrä ja se edustaa keräysajan tilannetta tutkimuskohteena olleessa yrityksessä. Tutkimusaineistossa saavutettiin kyllästymispiste, kun kerätty aineisto alkoi tuottaa samanlaisia vastauksia. Vaikka tutkimustulokset eivät suoraan ole yleistettävissä, tukevat sen tulokset teoriataustaa ja antavat selkeitä viitteitä RFID-tekniikan vaikutuksista yrityksen prosesseihin ja tiedonkulkuun. Lisäksi tutkimuksessa käytetyt aineistonhankinta- ja analyysimenetelmät ovat sellaisia, jotka ovat toistettavissa. Samaan tapaan toteutettuja tutkimuksia, jotka viittaavat samanlaisiin tuloksiin, on löydettävissä verkosta. Esimerkiksi Fera ym. (2013) tutkivat RFID-järjestelmän käyttöönottoa ja vaikutuksia elintarviketeollisuusyrityksessä pilottihankkeen avulla. Tuloksissa korostuvat läpimenoajan tarkemman seurannan mahdollisuus, pullonkaulojen parempi löytäminen sekä inhimillisten virheiden väheneminen. (Fera ym. 2013.)

Tutkimus nostaa esiin useita jatkotutkimusehdotuksia. Yhtenä olennaisena tutkimuksen aiheena voidaan pitää investoinnin kannattavuutta, sillä epätietoisuus teknologiaan sijoitetun pääoman tuottavuudesta on vielä usein teknologian valinnan esteenä. Esimerkiksi Osykin ym. (2012) kyselytutkimuksen tutkimustuloksissa korostuvat teollisuuden, logistiikan ja vähittäiskaupan yritysten huolet investoinnin kannattavuudesta, integroinnista ja tekniikan ymmärtämisen puutteesta. (Osyk ym. 2012.) Jatkotutkimusaiheena voitaisiin siis toteuttaa tutkimusta, jossa tutkittaisiin laajemmin RFID-teknologian käyttöönoton kannattavuutta Kaukokiidon liiketoiminnalle. Jatkotutkimuksissa voitaisiin keskittyä tutkimaan esimerkiksi RFID-teknologian käyttöönottokustannuksia tai käyttöönoton vaatimuksia. Myös Kaukokiidon eri terminaalien välisiä eroja voitaisiin tutkia siitä näkökulmasta, olisiko RFID-teknologian hyödyntäminen kannattavaa myös esimerkiksi pienemmissä terminaaleissa, sillä on tärkeää, että käytettävät ratkaisut ovat mahdollisia ja kannattavia koko konsernissa.

## 11 POHDINTA

Opinnäytetyön tekeminen opetti runsaasti käsittelemästämme tutkimusaiheesta ja kohteena olevasta yrityksestä. RFID-teknologiasta logistiikassa löytyy useita kirjallisuuskatsauksen tai haastattelututkimuksen tapaisia tutkimuksia myös ammattikorkeakoulutasolla. RFID-teknologian todellinen testaaminen tunnistustoiminnoissa ei usein kuitenkaan ole mahdollista, joten tyypillisesti teknologialle muodostetut tulokset esimerkiksi lukuajasta perustuvat arvioihin. Tällainen oli tilanne myös tässä opinnäytetyössä, mutta RFID-tunnisteen vaikutusten ja lukuajan selvittäminen ja arvioiminen otettiin mielenkiintoisena haasteena vastaan. Tekijät sekä toimeksiantaja ymmärsivät lopputulosten olevan arvioita. Tulosten ollessa arvioita se on mainittu tutkimustulosten yhteydessä.

Opinnäytetyössä saavutettiin johdannossa määritellyt tavoitteet, jotka koskivat RFID-teknologian vaikutuksia logistiikkapalveluja tuottavan yrityksen prosesseihin lähetysyksiköiden lukemiseen kuluvan ajan suhteen sekä RFID-teknologian vaikutuksia lähetysyksiköiden tietojen oikeellisuuteen ja tiedonkulkuun organisaatiossa. Lisäksi tutkimuksessa otettiin vaikutteita aikaperusteisesta toi-

mintolaskelmasta (TDABC) ja arvioitiin todellisia palkkakustannuksia lähetyksiköiden tunnistamisen ajalta sekä prosentuaalista osuutta todellisesta työajasta, joka lähetyksiköiden tunnistamiseen kuluu.

Opinnäytetyön tekemiseen vaikuttivat merkittävästi ajalliset resurssit, jotka rajoittuivat ilta-aikoihin ja viikonloppuihin, sillä molemmat opinnäytetyön tekijöistä työskentelivät täyttä työviikkoa. Opinnäytetyön ja työelämän yhdistäminen vaatii aikatauluttamista ja kurinalaisuutta. Työn toteuttamiseen vaikuttivat myös koronaviruspandemian aiheuttamat varotoimet. Toimeksiantajan tiloissa ei sallittu vierailijoita, joten toisen opinnäytetyön tekijän kontaktit yritykseen jäivät sähköisen viestinnän varaan. Lisäksi opinnäytetyön tekijät kommunikoivat toistensa ja ohjaajien kanssa tutkimustyön aikana pääasiassa sähköisesti. Toisaalta tutkimuksen luotettavuutta ja objektiivisuutta saattoi parantaa se, että toinen tutkimuksen tekijöistä pysyi olosuhteiden takia etäällä tutkimuskohteesta.

Opinnäytetyön tekeminen opetti paljon tutkimuksen tekemisestä ja tutkijoista itsestään. Erityisesti tutkimuksen tekemisen aikana sai oppia, että tutkimusta voi tehdä monella eri tavoin, ja että soveltuvia aineistonkeruu- ja analyysitapoja on useita. Tutkimustyön aikana karttuneita monia taitoja, kuten havainnointitaitoja, voidaan hyödyntää myös työelämässä, jolloin tutkimuksen tekemisen merkitys ei jää vain pakolliseksi opintosuoritukseksi. Tutkimuksia on monenlaisia ja jokainen opinnäytetyö erilainen, eikä siksi työskentelyprosessin aikana tai sen jälkeen kannata liikaa verrata omaa työtään muiden töihin. Opinnäytetyön lopputulos yllätti tekijänsä positiivisesti. Myös toimeksiantaja oli tyytyväinen lopputulokseen ja koki tutkimustulokset hyödyllisiksi. Erityisesti opinnäytetyön tekemisessä ilahdutti se, että se tuotti oivalluksia ja on tekijöidensä näköinen.

## LÄHTEET

Ai Chin, T. Hon Tat, H. & Sulaiman Z. 2015. Green Supply Chain Management, Environmental Collaboration and Sustainability Performance. *Procedia CIRP*. 26, 695–699. Verkkolehti. Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/277594970\\_Green\\_Supply\\_Chain\\_Management\\_Environmental\\_Collaboration\\_and\\_Sustainability\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/277594970_Green_Supply_Chain_Management_Environmental_Collaboration_and_Sustainability_Performance) [viitattu 2.3.2021]

Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. E-kirja. Tampere: Osuuskunta Vastapaino. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 1.8.2021].

Allied market research, 2021. Global Logistics Market Statistics 2021–2027. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.alliedmarketresearch.com/logistics-market> [viitattu 29.7.2021].

Angervuori, P. 2021. Muutos. Kaukokiidon strategiakausi 2021–2025 on alkanut. Artikkel. Kaukokiidon asiakaslehti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://paivinoin.kaukokiito.fi/kaukokiidon-strategiakausi-2021-2025-on-alkanut/> [viitattu 1.8.2021].

Christopher, M. 2016. Logistics and Supply Chain Management. E-kirja. 5. Painos. New York: Pearson Education. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 27.1.2021].

Coustasse, A. Tomblin, S. Slack, C. 2013. Impact of Radio-Frequency Identification (RFID) Technologies on the Hospital Supply Chain: A Literature Review. *Perspectives in Health Information Management*. 2013 Fall; 10. 1d. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3797551/> [viitattu 8.9.2021].

Entigral. s.a. Calculating ROI for an RFID Asset Tracking System. White paper. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://www.entigral.com/novem13/wp-content/uploads/2014/12/Calculating-RFID-ROI-Guide-WEB.pdf> [viitattu 11.8.2021].

Fera, M. Iannone, R. Vincenzo, M. Schiraldi, M. Scotti, P. 2013. Economic Evaluation of RFID Technology in the Production Environment. *International Journal of Engineering Business Management*. 5(1).1–13. 10.5772/56750. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/258028551\\_Economical\\_evaluation\\_of\\_RFID\\_technology\\_in\\_production\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/258028551_Economical_evaluation_of_RFID_technology_in_production_environment) [viitattu 7.9.2021].

GS1 näkyy ja kuuluu kaikkialla - joka ikinen päivä. S.a. GS1 Finland Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://gs1.fi/fi/meista/gs1-nakyy-ja-kuuluu-kaikkialla-joka-ikinen-paiva> [viitattu 7.9.2021].

GS1-standardit viivakoodeille ja RFID-tunnisteille s.a. GS1 Finland Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://gs1.fi/fi/ohjeet/yritystunniste/gs1-standardit-viivakoodeille-ja-rfid-tunnisteille> [viitattu 17.8.2021].



Haapasalo, H. 2011. Lean-filosofian ja menetelmien soveltaminen Suomessa. Oulun yliopisto. Verkkojulkaisu. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ra-kennustieto.fi/Downloads/RK/RK110702.pdf> [viitattu 7.8.2021].

Hagberg, J., Sundstrom, M., & Egels-Zandén, N. 2016. The digitalization of retailing: an exploratory framework. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 44(7), 694–712. 10.1108/IJRDM-09-2015-0140. Artikkel. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 6.9.2021].

Historia s.a. Suomen Kaukokiito Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kaukokiito.fi/fi/tutustu-meihin/tietoa-yrityksesta/> [viitattu 20.3.2021].

Hokkanen, S. Luukkainen, M. Karhunen J. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. E-kirja. 6. painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy. <https://www.kaukokiito.fi/fi/tutustu-meihin/liikennesijat/> [viitattu 1.8.2021].

JUHTA. Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunta. 2012. JHS 152 Prosessien kuvaaminen. Versio 5.10.2012. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.suomidigi.fi/ohjeet-ja-tuki/jhs-suositukset/jhs-152-prosessien-kuvaaminen> [viitattu 10.8.2021].

Järvi-Kääriäinen, T. Ollila, M. 2007. Toimiva pakkaus. Helsinki: Tekijät ja Pakkausteknologia – PTP ry.

Järvinen, J. Väätäjä, K. 2018. Customer Profitability Analysis Using Time Driven Activity Based Costing: Three Interventionist Case Studies, (67)1,27-47. Artikkel. Jultika. Oulun yliopiston julkaisuarkisto. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://njb.fi/wp-content/uploads/2018/08/2\\_Jarvinen\\_Vaataja.pdf](http://njb.fi/wp-content/uploads/2018/08/2_Jarvinen_Vaataja.pdf) [viitattu 16.8.2021].

Kallinen, Timo. Kinnunen, Taina. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/metelma-opetus/kvali/tutkimusasetelma/tapaustutkimus/> [Viitattu 27.7.2021].

Kananen J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja, 202.

Kaplan, R. S., Anderson, S. R. 2004. Time-Driven Activity-Based Costing. *Harvard Business Review*. November 2004. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://hbr.org/2004/11/time-driven-activity-based-costing> [viitattu 5.9.2021].

Kiiskinen, S. Linkoaho, A. Santala, R. 2002. Prosessien johtaminen ja ulkoistaminen. Helsinki: WSOY.

Kuljetuspalvelut. 2021. Suomen Kaukokiito Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kaukokiito.fi/fi/laheta-ja-varastoi/kuljetuspalvelut/> [viitattu 1.8.2021].

Liikenneöitsijät s.a. Suomen Kaukokiito Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kaukokiito.fi/fi/tutustu-meihin/liikenneoitsijat/> [viitattu 5.9.2021].

Lobo, M. Pinho, T. 2019. Lean tools applied in transport and logistics services. Research in Production and Development. ISSN: 2446-9580. Artikkel. Saatavissa: <https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesenvolvimento/article/view/411/281> [viitattu 9.8.2021].

Logistiikan digitalisaatiostrategia. Kohti tehokasta ja kestävä logistiikkaa digitalisaatiolla. 2020. Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:13. PDF-tiedosto. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162463/a\\_LVM\\_2020\\_13.pdf?sequence=7&isAllowed=y](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/162463/a_LVM_2020_13.pdf?sequence=7&isAllowed=y) [viitattu 15.4.2021].

Manners-Bell, J. & Lyon, K. 2019. The logistics and supply chain innovation handbook. 1. painos. New York: Kogan page Ltd.

Mesiperä. 2020. Palkkakustannukset työntekijästä. WWW-dokumentti. Päivitetty 28.11.2020. Saatavissa: <https://www.mesipera.fi/palkkakustannukset-tyontekijasta/> [viitattu 19.8.2021].

Näin teet GS1-merkinnän s.a. Täältä löydät ohjeet GS1-standardin mukaisten merkintöjen tekemiseen. GS1 Finland Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://gs1.fi/fi/ohjeet/yritystunniste/nain-teet-gs1-merkinnan#step--kuluttaja-tuotteelle-> [viitattu 10.8.2021].

Ojala, S. Paimander, A. Friman, E. Kairinen, I. 2020. Huolinta – avain toimivaan ulkomaankauppaan. Suomen Huolinta- ja Logistiikkaliitto ry. PDF-dokumentti. 10/2020. Saatavissa: <https://www.huolintaliitto.fi/media/huolinta-avain-toimivaan-ulkomaankauppaan/huolinta-avain-toimivaan-ulkomaankauppaan.pdf> [viitattu 5.2.2021].

Osyk, B. Vijayaraman, B.S. Srinivasan, M. Dey, A.2012. RFID adoption and implementation in warehousing. Management Research Review, Emerald Group Publishing, vol. 35(10), 904-926. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 5.9.2021].

Pellinen, J. 2019. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. E-kirja. 3. uudistettu painos. Alma Talent Oy. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 1.8.2021].

Puusa, A. Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. E-kirja. Helsinki: Gaudeamus Oy.

Rajala, P. S.a. Johdatus tutkimusmetodologiaan. Päivä 2: Keskeiset kvantitatiiviset ja kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät. Kauppateollinen tiedekunta. Lappeenranta-Lahti University Of Technology LUT. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://developmentcentre.lut.fi/digi/Moodle\\_pohjat/Ritala\\_Johdatus%20tutkimusmetodologiaan%202013.pdf](https://developmentcentre.lut.fi/digi/Moodle_pohjat/Ritala_Johdatus%20tutkimusmetodologiaan%202013.pdf) [viitattu 19.9.2021].

RFID Lab Finland ry s.a. RFID-tekniikan soveltamisalueita. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikka/soveltamisalueet/> [viitattu 25.2.2021].

RFID s.a. GS1 Finland Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://gs1.fi/fi/ohjeet/yritystunniste/rfid> [viitattu 17.8.2021].

Reyes, P. 2011. RFID in the supply chain. 1. painos. New York: McGraw-Hill Companies.

Ritvanen, V. Inkiläinen A. Von Bell, A. Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. E-kirja. Helsinki: Suomen osto- ja logistiikkayhdistys. Saatavissa: [https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan\\_ja\\_toimitusketjun\\_hallinnan\\_perusteet.pdf](https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan_ja_toimitusketjun_hallinnan_perusteet.pdf) [viitattu 27.1.2021].

Roberti, M. 2013. How much time is required to read an RFID tag? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rfidjournal.com/question/how-much-time-is-required-to-read-an-rfid-tag> [viitattu 9.9.2021].

Rushton, A. Croucher, P. Baker, P. 2017. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Understanding the supply chain. 6. painos. Lontoo: Kogan page Ltd.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: digitalisoitumisen haasteet. E-kirja. 8. painos. Jouni Sakki Oy. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 29.1.2021].

SFS-Käsikirja 301–1. 2010. RFID. Osa 1: Opas. Johdatus tekniikkaan. 1. painos. Helsinki: SFS.

Sidharatha, R. 2007. Introduction to Materials Handling. E-kirja. 1. Painos. India: New Age International Ltd. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 8.2.2021].

Siguenza-Guzman, L. Van den Abbeele, A. Vandewalle, J. Verhaaren, H. Cattrysse, H. 2013. Recent evolutions in costing systems: A literature review of time-driven Activity-based costing. Artikkel. Review of Business and Economic Literature; 2013; Vol. 58; iss. 1; pp. 34 – 64. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://limo.libis.be/primo-explore/fulldisplay?docid=LIRIAS1692308&context=L&vid=Lirias&search\\_scope=Lirias&tab=default\\_tab&lang=en\\_US&fromSitemap=1](https://limo.libis.be/primo-explore/fulldisplay?docid=LIRIAS1692308&context=L&vid=Lirias&search_scope=Lirias&tab=default_tab&lang=en_US&fromSitemap=1) [viitattu 16.8.2021].

Suomen Huolinta- ja Logistiikkaliitto ry s.a. Mitä huolinta on. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.huolintaliitto.fi/tietoa-alasta/mita-huolinta-on.html> [viitattu 5.2.2021].

Suomen Pakkausyhdistys ry. 2019. Pieni pakkausopas. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.pakkaus.com/wp-content/uploads/2019/03/Pakkausopas\\_2019.pdf](https://www.pakkaus.com/wp-content/uploads/2019/03/Pakkausopas_2019.pdf) [viitattu 12.2.2021].

Sähköinen tiedonsiirto. 2015. Suomen Kaukokiito Oy. Ohjeistus asiakkaalle sähköiseen asiointiin. PDF-tiedosto. Saatavissa: [https://www.kaukokiito.fi/globalassets/pdf-dokumentit/sahkoinen\\_tiedonsiirto\\_asiakasohje\\_kaukokiito.pdf](https://www.kaukokiito.fi/globalassets/pdf-dokumentit/sahkoinen_tiedonsiirto_asiakasohje_kaukokiito.pdf) [viitattu 13.4.2021].

Terminaalitoimintaa koskeva työehtosopimus. 2020. Autoliikenteen työnantajaliitto ry & Auto- ja kuljetusalan työntekijäliitto AKT ry. PDF-dokumentti. Päivitetty 28.1.2020. Saatavissa: [https://www.akt.fi/site/assets/files/2096/terminaali\\_tes\\_2020-2023\\_id\\_27761.pdf](https://www.akt.fi/site/assets/files/2096/terminaali_tes_2020-2023_id_27761.pdf) [viitattu 19.8.2021].

Tieke. Tietoyhteiskunnan kehittämiskeskus ry. Logistiikan sähköinen tietopaketti -kokoelma. 2020. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://tieke.fi/hankkeet/logistiikka-ja-alyliikenne/logistiikan-sahkoinen-tietopaketti-kokoelma/> [viitattu 10.8.2021].

Tilastokeskus s.a. Käsitteet ja määritelmät. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.stat.fi/keruu/kupa/kasitteet.html> [viitattu 27.7.2021].

Viitala, R. Jylhä, E. 2013. Liiketoimintaosaaminen. Menestyvän yritystoiminnan perusta. 6. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Van de Putte, G. Bathini, K. Chandu, K. Dalton, R. Doshi, A. Ghorieshi, R. Mahashabde, B. 2003. Implementing Edi Solutions. E-kirja. New York: IBM Redbooks. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 7.9.2021].

Vilka, H. 2021. Näin onnistut opinnäytetyössä. Ratkaisut tutkimuksen umpikujiin. E-kirja. Jyväskylä: PS-kustannus. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 7.9.2021].

Williams, H. 2016. RFID in logistics. Teoksessa Wang, Y. & Pettit, S. (toim.) E-logistics. Managing your digital supply chains for competitive advantage. Lontoo: Kogan Page Ltd, 270–299.

| Kuorman purkaminen mobiililla |                  |        |                 |                 |                |
|-------------------------------|------------------|--------|-----------------|-----------------|----------------|
|                               | Minuuttia        | Kollia | Kollia/minuutti | Minuuttia/Kolli | Sekuntia/Kolli |
| 1                             | 5,17             | 45     | 9               | 0,11            | 6,9            |
| 2                             | 4,9              | 26     | 5               | 0,19            | 11,3           |
| 3                             | 8                | 39     | 5               | 0,21            | 12,3           |
| 4                             | 5,9              | 25     | 4               | 0,24            | 14,2           |
| 5                             | 7,53             | 39     | 5               | 0,19            | 11,6           |
| 6                             | 6,78             | 29     | 4               | 0,23            | 14,0           |
| 7                             | 7,13             | 49     | 7               | 0,15            | 8,7            |
| 8                             | 6,62             | 46     | 7               | 0,14            | 8,6            |
| 9                             | 4,13             | 26     | 6               | 0,16            | 9,5            |
| 10                            | 5,4              | 36     | 7               | 0,15            | 9,0            |
| 11                            | 7,5              | 43     | 6               | 0,17            | 10,5           |
| 12                            | 8                | 47     | 6               | 0,17            | 10,2           |
| 13                            | 4,33             | 25     | 6               | 0,17            | 10,4           |
| 14                            | 6,42             | 31     | 5               | 0,21            | 12,4           |
| 15                            | 5,9              | 27     | 5               | 0,22            | 13,1           |
| 16                            | 3,7              | 23     | 6               | 0,16            | 9,7            |
| 17                            | 5,92             | 42     | 7               | 0,14            | 8,5            |
| 18                            | 4,7              | 26     | 6               | 0,18            | 10,8           |
| 19                            | 6,4              | 41     | 6               | 0,16            | 9,4            |
| 20                            | 6,1              | 37     | 6               | 0,16            | 9,9            |
|                               | <b>Keskiarvo</b> |        | 6               | 0,18            | 10,5           |

1–5 keskiarvo

**11,3**

1–10 keskiarvo

**10,6**

1–15 keskiarvo

**10,9**

1–20 keskiarvo

**10,5**

| Floorcheck |           |                  |                 |                 |                |                |
|------------|-----------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|            | Minuuttia | Kollia           | Kollia/minuutti | Minuuttia/Kolli | Sekuntia/Kolli |                |
| 1          | 4,2       | 44               | 10              | 0,10            | 5,7            |                |
| 2          | 1,9       | 20               | 11              | 0,10            | 5,7            |                |
| 3          | 3,52      | 35               | 10              | 0,10            | 6,0            |                |
| 4          | 5,8       | 43               | 7               | 0,13            | 8,1            | 1-5 keskiarvo  |
| 5          | 3,78      | 30               | 8               | 0,13            | 7,6            | <b>6,6</b>     |
| 6          | 7,9       | 58               | 7               | 0,14            | 8,2            |                |
| 7          | 2,68      | 23               | 9               | 0,12            | 7,0            |                |
| 8          | 1,02      | 20               | 20              | 0,05            | 3,1            |                |
| 9          | 4,8       | 40               | 8               | 0,12            | 7,2            | 1-10 keskiarvo |
| 10         | 5,33      | 45               | 8               | 0,12            | 7,1            | <b>6,6</b>     |
| 11         | 2,13      | 39               | 18              | 0,05            | 3,3            |                |
| 12         | 5,02      | 50               | 10              | 0,10            | 6,0            |                |
| 13         | 4,48      | 34               | 8               | 0,13            | 7,9            |                |
| 14         | 7,19      | 45               | 6               | 0,16            | 9,6            | 1-15 keskiarvo |
| 15         | 3,15      | 18               | 6               | 0,18            | 10,5           | <b>6,9</b>     |
| 16         | 3,6       | 35               | 10              | 0,10            | 6,2            |                |
| 17         | 3,43      | 27               | 8               | 0,13            | 7,6            |                |
| 18         | 2,7       | 27               | 10              | 0,10            | 6,0            |                |
| 19         | 2,32      | 23               | 10              | 0,10            | 6,1            | 1-20 keskiarvo |
| 20         | 8,1       | 67               | 8               | 0,12            | 7,3            | <b>6,8</b>     |
|            |           | <b>Keskiarvo</b> | 10              | 0,11            | <b>6,8</b>     |                |