

RFID- TEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET  
VARASTO- JA TERMINAALITOIMINTOJEN  
TEHOKKUUTEEN SEKÄ  
OPISKELIJOIDEN MOTIVAATIOON  
OPPILAITOSYMPÄRISTÖSSÄ

Antti Lehtinen

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2015

Logistiikan koulutusohjelma YAMK  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Lehtinen Antti	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 25.03.2015
	Sivumäärä 86	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi RFID- TEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET VARASTO- JA TERMINAALITOIMINTOJEN TEHOKKUUTEEN SEKÄ OPISKELIJOIDEN MOTIVAATIOON OPPILAITOSYMPÄRISTÖSSÄ		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma YAMK		
Työn ohjaaja(t) Pesonen, Juha Lehtola, Pasi		
Toimeksiantaja(t) Tampereen seudun ammattiopisto Tredu Sami Huntus, Koulutuspäällikkö		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön on tilannut Tampereen seudun ammattiopisto Tredun logistiikan koulutusohjelma. Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia RFID- teknologian vaikutuksia varasto- ja terminaali-toimintojen tehokkuuteen. Toisena tutkimukseen kohteena oli mitata opiskelijoiden motivaation ja kiinnostuksen muutosta ennen ja jälkeen RFID- teknologian käyttöönoton. Tämä opinnäytetyö on kvantitatiivinen tapaustutkimus ja kaikki mittaukset suoritettiin oppilaitosympäristössä.</p> <p>Tehokkuuden muutosta mitattiin tavarantoimituksen vastaanoton ja kuorman lastauksen harjoitusten avulla. Harjoitukset toteutettiin sekä manuaalisesti että RFID- teknologiaa hyödyntäen. Harjoitukset mitattiin ajallisesti ja virheet sekä poikkeamat dokumentoitiin. Opiskelijoiden motivaatiota sekä kiinnostusta manuaalisia ja RFID- harjoituksia kohtaan tutkittiin kontrolloidun E-lomakekyselyn avulla. Opiskelijat vastasivat monivalintakysymyksiin molemmissa harjoituksissa ennen RFID- tekniikan käyttöönottoa sekä käyttöönoton jälkeen.</p> <p>Mittaustulokset tukevat aiempaa käsitystä ja tutkimustuloksia RFID- teknologian hyödyistä. RFID- teknologian avulla harjoituksista suoriuduttiin manuaalista menetelmää 28% ja 42% nopeammin. Lisäksi RFID:n avulla tavarantoimituksen vastaanoton ja kuorman lastauksen virheet saatiin kokonaan poistettua. Opiskelijakyselyn tulosten mukaan opiskelijoiden tyytyväisyys ja kiinnostus harjoitteita kohtaan lisääntyi RFID- teknologian käyttöönoton jälkeen. Nykyinen suuntaus lisätä teknologian käyttöä eri kouluasteilla saa siis edelleen tukea tämän tutkimuksen tuloksista.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena Tredun logistiikan koulutukseen saatiin uusi järjestelmä, jonka avulla opiskelijoille voidaan opettaa RFID- teknologian käytettävyyttä toimitusketjun eri vaiheissa. RFID- teknologian myötä Tredu pystyy kouluttamaan opiskelijoita entistä monipuolisemmin sekä vastaamaan osaltaan logistiikka-alan teknologiseen muutokseen. Työn tuloksia voidaan hyödyntää myös RFID- teknologian tietouden lisäämisessä sekä teknologiaa harkitsevien asiakkaiden hankinnassa.</p>		
Avainsanat (asiasanat) RFID- teknologia, toimitusketju, tehokkuuden mittaaminen, oppimisympäristöt, motivaatio		
Muut tiedot		



Author(s) Lehtinen, Antti	Type of publication Master's Thesis	Date 25.03.2015
	Pages 86	Language Finnish
		Permission for web publication ( X )
Title RFID TECHNOLOGY'S IMPACT ON WAREHOUSE AND TERMINAL OPERATIONS' EFFICIENCY AND STUDENTS' MOTIVATION IN EDUCATIONAL ENVIRONMENT.		
Degree Programme Master's Degree Programme in Logistics		
Tutor(s) Pesonen, Juha Lehtola, Pasi		
Assigned by Tampere Vocational School Tredus Sami Huntus, Head of the logistics education		
Abstract <p>This thesis was assigned by Tampere Vocational School Tredus' logistics department. The aim of this study was to research the RFID- technology's effects to warehouse and terminal operations efficiency. Another object of the study was to measure the students' motivation and interest in the change before and after the introduction of RFID technology. This study is a quantitative case study, and all measurements were performed in a school environment.</p> <p>The change of the effectiveness was measured with goods receiving and truck loading exercises. The exercises were implemented both manually and using the RFID technology. Exercises were measured in time and errors and deviations were documented. Students' motivation and interest to the manual and RFID exercises were examined with controlled E-form questionnaire. Students answered the multiple choice questions in each practice session. The questions were answered before the introduction of RFID technology, as well as after the introduction. The result of the measurements supports the previous research results of RFID- technology's benefits. Using the RFID technology students were able to perform exercise 28% and 42 % faster than in manual exercises. In addition, with RFID technology the goods receiving and loading errors were completely eliminated.</p> <p>The results of the inquiry showed that the students' satisfaction and interest in exercises has increased after the introduction of RFID technology. The results of this study support the current trend to increase the use of technology in different levels of education.</p> <p>This research resulted for Tredus' logistics education new system that allows teaching the usability of the RFID technology throughout the supply chain. With RFID technology Tredus is able to educate their students more extensively, as well as respond to the logistics industry technological change. The results can also be utilized for increase the RFID technology knowledge and for customer acquisition too.</p>		
Keywords RFID technology, supply chain, measuring of effectiveness, learning environments, motivation		
Miscellaneous		

## Sisältö

1 JOHDANTO.....	3
2 TREDU LOGISTIIKKAKOULUTTAJANA .....	6
2.1 Tampereen seudun ammattiopisto Tredu.....	6
2.2 Logistiikan koulutus Tredussa .....	6
3. LOGISTIIKKA TULEVAISUUDESSA .....	8
3.1 Logistiikan koulutuksen näkymät .....	8
3.2 Työskentely muuttuvalla logistiikka-alalla.....	9
4 VARASTO- JA TERMINAALITOIMINNOT .....	11
4.1 Tavarán vastaanottoprosessi .....	12
4.2 Tavarán lähetys ja kuormaus .....	12
4.3 Varastonhallinta .....	13
5 TOIMITUSKETJUN TEHOSTAMINEN .....	13
6 SÄHKÖINEN TOIMITUSKETJU.....	15
6.1 Automaattiset tunnistustekniikat .....	15
6.2 RFID-tekniikka .....	15
6.2.1 RFID- tekniikan historia.....	16
6.2.2 RFID- järjestelmä .....	18
6.2.3 Vertailu muihin tunnistustekniikoihin .....	23
6.2.4 Tekniikan rajoitukset ja haasteet .....	27
6.2.5 RFID- teknologian hyödyntäminen toimitusketjussa .....	28
6.2.6 Aiempia tutkimustuloksia RFID:n hyödyistä .....	30
7 OPPIMISYMPÄRISTÖT JA MOTIVAATIO .....	31
7.1 Oppimisympäristöt .....	31
7.2 Motivaatio.....	33
8 PROSESSIEN TEHO KUUDEN MITTAAMINEN TREDUSSA.....	34
8.1 Tavarán vastaanoton mittaukset .....	34
8.2 Kuorman lastauksen mittaaminen .....	36
9 RFID- TEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET VARASTO- JA TERMINAALITOIMINTOJEN TEHO KUUTEEN .....	38
9.1 Manuaalisen vastaanoton mittaukset.....	38

9.2 RFID-vastaanoton mittaukset .....	39
9.3 Manuaalisen- ja RFID- vastaanoton vertailu.....	41
9.4 Lastausharjoitusten mittaukset ja vertailu .....	43
10 RFID- TEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET MOTIVAATION.....	44
10.1 Tavarantoiminnan vastaanoton opiskelijakyselyt.....	44
10.2 Kuorman lastaamisen opiskelijakyselyt.....	52
POHDINTA .....	62
LÄHTEET .....	64
LIITTEET .....	68

# 1 JOHDANTO

Logistiikan ammatillisen koulutuksen on pysyttävä teknologian kehityksen mukana ja vastattava työelämän jatkuvaan muutokseen. Tampereen seudun ammattiopisto Tredussa on aktiivisesti kehitetty logistiikan perustutkinnon oppimisympäristöjä sekä opetusvälineistöä jo useamman vuoden ajan. Varastonhoitaja- ja autonkuljettajakoulutukseen on hankittu useita sähköisiä opetuslaitteita sekä ohjelmistoja kuten ajoneuvosimulaattori, varastoautomaatti, varaston optimointi- ja suunnitteluohjelma sekä raskaan kaluston suunnittelu- ja painolaskentaohjelma.

Automaattisen tunnistustekniikan hyödyntäminen varasto- ja terminaalitoiminnoissa on selkeä muutos varastonhoitajien sekä terminaalityöntekijöiden työnkuvassa. Tässä työssä tarkastellaan erilaisten automaattisten tunnistustekniikoiden hyötyjä ja rajoitteita. Tarkemman tutkimuksen kohteeksi on määritetty RFID- teknologia (Radio Frequency Identification). On oletettavaa, että tulevaisuudessa tämän tekniikan hallintaa vaaditaan nykyistä enemmän. Tästä johtuen on mielekästä tutkia, millä tavalla RFID- teknologiaa voidaan käyttää opetuksessa. Tredun logistiikan koulutusohjelman investointibudjettiin varattiin toimintavuodelle 2014 osuus automaattisen tunnistustekniikan laite- ja ohjelmistohankintoihin ja logistiikan koulutusohjelman lukuvuoden 2014–2015 tavoitteeksi on asetettu automaattisen tunnistustekniikan käyttöönotto opetuksessa.

Teknologian kehitys ja merkittävyys logistiikka-alalle on huomioitu myös opetushallituksessa. Logistiikan perustutkinnon uusi opetussuunnitelma astuu voimaan 1.8.2015. Uudistuneissa perusteissa mainitaan varastopalvelujen osaamisalalla, että ”tutkinnon suorittajan pitää osata automaattisen tunnistejärjestelmän periaatteet”. (Ammatillisen perustutkinnon perusteet, logistiikan perustutkinto 2014, 33.)

Automaattisten tunnistustekniikoiden konkreettisista hyödyistä on tehty suhteellisen vähän tutkimuksia. Esimerkiksi RFID- järjestelmien tiedetään yleisesti nopeuttavan toimitusketjun eri prosesseja sekä vähentävän materiaalin fyysistä käsittelyä, mutta mitattua faktatietoa aiheesta on julkaistu todella vähän. Aiheesta löytyneet tutkimukset käsittelevät pääasiallisesti järjestelmän takaisinmaksuaikaa sekä saavutettuja etuja hyvin yleisellä tasolla.

RFID- teknologian hyötyjä mittaavien tutkimusten vähäinen määrä on huomattu myös järjestelmiä toimittavassa yrityksessä. Hyötyjä kuvaavaa dataa myynnin tueksi ei ole riittävästi saatavilla ja toisaalta myös RFID- järjestelmiä ja ratkaisuja hankkineilta asiakkailta saatu palaute järjestelmien hyödyistä jää usein hyvin pintapuoliseksi. "Osa asiakkaista kertoo RFID- järjestelmistä saamistaan hyödyistä hyvin avoimesti. Toisaalta osa kokee järjestelmästä saadut hyödyt liiketoimintansa kannalta liikesalaisuuksien piiriin kuuluvaksi ja ymmärrettävästi jakaa tietoa vähemmän". (Jokela 2015.)

Jokela (2015) kokee RFID- teknologian hyötyjen mittaamisen tärkeäksi niin edustamansa yrityksensä kannalta kuin teknologiaa harkitsevien tai käyttävien toimijoiden kannalta: "tutkimuksen tulokset ovat kannaltamme erittäin mielenkiintoisia. RFID-integraattorina tiedämme ja tunnemme teknologian hyödyt hyvin, mutta asiakaskunnassa halutaan tietoa myös puolueettomista tutkimuksista. Yrityksemme lisäksi tällaiset tutkimukset kasvattavat myös tekijöidensä sekä tekijöiden organisaation tietoa RFID:n hyödyistä ja toimintamalleista. Kun tieto hyödyllisyydestä iskostetaan tulevien työntekijöiden tietoisuuteen jo aikaisessa vaiheessa, kasvavat RFID:n tuomat hyödyt heidät palkanneissa yrityksissä". (Jokela 2015.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, millaisia vaikutuksia automaattisella tunnistustekniikalla on terminaalitoimintojen tehokkuuteen oppilaitosympäristössä. Tehostuuko tavaran vastaanotto prosessi manuaaliseen vastaanottoon verrattuna? Onko kuorman suunnittelu ja lastaaminen tehokkaampaa RFID- tekniikkaa käytettäessä? Edellisen rinnalla tutkittiin RFID- tekniikan käyttöönoton vaikutusta opiskelijoiden koettuun motivaatioon. Lisääntykö opiskelijoiden motivaatio uuden teknologian myötä oppilaitoksessa tapahtuvia tavaran vastaanottoa ja kuorman lastausta sisältäviä harjoitteita kohtaan?

Tutkimus on toteutettu oppilaitosympäristössä, eikä järjestelmällä pyritä taloudellisen hyödyn tavoitteluun, joten tutkimuksen tulokset ovat julkisia ja kaikkien tahojen vapaasti käytettävissä. Tässä tutkimuksessa on keskitytty mittaamaan RFID- järjestelmän käyttöönotosta seuranneita aikahyötyjä, virheiden lukumäärän muutosta

sekä käyttäjien kiinnostuksen ja motivaation kehitystä kahden erilaisen toimintamallin välillä.

Tämä opinnäytetyö on kvantitatiivinen tapaustutkimus, jossa teoriaa käsitellään seuraavista näkökulmista: terminaalitoimintojen tehokkuuden mittaaminen, sähköinen toimitusketju, automaattiset tunnistustekniikat, oppimisympäristöt, terminaali- ja varastotoiminnot sekä opiskelijan motivaatio.

Tutkimus keskittyy oppilaitosympäristöön, mutta osaltaan se voi lisätä tietoa RFID-tekniikan hyödyistä myös laajemmin. Tutkimuksen tuloksia voidaan teknologiaa myyvän yrityksen edustajan mukaan hyödyntää myös uusien asiakkaiden hankinnassa: "tutkimuksessa kerätyt ja prosessoidut tiedot voidaan tuoda osaksi esityksiämme sekä käydä läpi asiakaspalaverissa. Konkreettiset numerot ja validoidut hyödyt ovat lähes kaikille asiakkaille se konkreettisin tapa tukea päätöksiään, joten tulosten esiintuominen on tärkeää. Mitä tarkemmin prosessia on mitattu, sitä enemmän voimme myös hyödyntää tuloksia mahdollisesti niin ohjelmistokehityksessä kuin konsultointiprosesseissakin". (Jokela 2015.)



## 2 TREDU LOGISTIIKKAKOULUTTAJANA

### 2.1 Tampereen seudun ammattiopisto Tredu

Tampereen seudun ammattiopisto Tredu aloitti toimintansa 1.1.2013, kun Pirkanmaan koulutus konsernikuntayhtymä PIRKO ja Tampereen ammattiopisto TAO yhdistyivät. Koulutus konsernikuntayhtymä lakkautettiin ja sen toiminnot siirrettiin Tampereen kaupungin hoidettavaksi isäntäkuntamallilla. Tällä hetkellä Tredussa opiskelee noin 8000 nuoriso-opiskelijaa ja 10 000 aikuisopiskelijaa. Ammatillisia perustutkintoja Tredussa on tarjolla 32, ammattitutkintoja 36 ja erikoisammattitutkintoja 15. Henkilöstöä Tredulla on noin 1200. (Tredun yleisesite 2014)

Tredulla on toimintaa 20 toimipisteessä Tampereella, Ylöjärvellä, Nokiolla, Kangasalla, Lempäälässä, Orivedellä, Ikaalisissa, Virroilla sekä Pirkkalassa. Koulutuspalveluja tarjotaan Pirkanmaan lisäksi myös muualla Suomessa. Tredu tarjoaa koulutusta nuorille, aikuisille, oppisopimuksella sekä työ- ja yritys elämälle. Tampereen seudun ammattiopisto Tredu on tällä hetkellä Suomen suurin ammatillinen oppilaitos. (Tredun yleisesite 2014)

### 2.2 Logistiikan koulutus Tredussa

Logistiikan perustutkinto käsittää kolme eri koulutusohjelmaa; kuljetuspalvelut, lentoasemapalvelut ja varastopalvelut. Tampereen seudun ammattiopisto tarjoaa näistä kuljetuspalvelujen sekä varastopalvelujen koulutusohjelmia. Kuljetuspalvelujen koulutusohjelmien tutkintonimikkeet ovat; *autonkuljettaja*, *linja-autonkuljettaja* ja *yhdistelmäajoneuvokuljettaja*. Varastopalvelujen koulutusohjelmassa tutkintonimike on *varastonhoitaja*. Tredun logistiikan perustutkinnoissa opiskelee lukuvuonna 2014–2015 yhteensä 370 nuoriso-opiskelijaa ja noin 100 aikuisopiskelijaa. Koulutusta annetaan kolmessa eri toimipisteessä; Tampereella, Nokiolla sekä Ylöjärven Kurussa.

Tredun logistiikan koulutus alkoi jo vuonna 1978. Tuolloisessa Tampereen ammattikoulussa aloitti ensimmäinen varastonhoitajaryhmä. Opetus oli hyvin teoria painot-

teista, joitakin käytännönharjoitteita päästiin tekemään Tampereen kaupungin varastoilla, toteaa vuodesta 2003 logistiikan lehtori toiminut Jouni Koskiniemi (Koskiniemi 2015). Autonkuljettajakoulutus alkoi Tampereen ammattiopiston nimen alla vasta vuonna 2002 ja yhdistelmäajoneuvokoulutus aloitettiin vuonna 2003. Linja-autonkuljettajakoulutus käynnistyi vuonna 2008 ja puutavara-autonkuljettajien koulutus Kurun yksikössä puolestaan vuonna 2011. Vuodesta 2000 alkanut logistiikka-koulutuksen kehitys on ollut Koskiniemen mielestä hurjaa. Vuonna 2000 logistiikan opiskelijoita oli noin 40, vuonna 2011 luku oli jo 210. Kurun puutavara-autonkuljettajien koulutuksen sekä TAO:n ja PIRKO:n yhdistymisen myötä opiskelijoiden kokonaismääräksi on muodostunut noin 370. Lisäksi aikuisopiskelijoita on noin 100. Henkilökunnan määrä on myös kasvanut rajusti, vuonna 2002 logistiikkaosastolla työskenteli kolme henkilöä, kun vuonna 2014 osasto työllisti kaikkiaan 35 henkilöä. (Koskiniemi 2015)

Tredun logistiikan koulutuksella on tällä hetkellä hyvä tilanne suhteessa moneen muuhun koulutusalaan. Monet tekniikan alat ovat kärsineet parin viime vuoden aikana opiskelijoiden vähyydestä. Kaikkia opiskelupaikkoja ei ole pystytty kaikilla aloilla täyttämään. Logistiikka-ala vaikuttaa kiinnostavan nuoria ja opiskelupaikoille riittää hakijoita. Vuoden 2014 yhteishaussa Tredun logistiikan perustutkintoon pyrki 221 ensisijaista hakijaa. Logistiikan aloituspaikkoja oli yhteensä 124, joten jokaista aloituspaikkaa kohden oli 1,78 ensisijaista hakijaa. Kaikkiaan logistiikan perustutkintoon haki 826 nuorta. Suuntaus on ollut sama jo muutaman vuoden ajan. Sekä kuljettajien että varastonhoitajien koulutuksen työllisyystilanne Pirkanmaan alueella on vaikeasta taloustilanteesta huolimatta kohtuullinen. Kohtuullisen hyvään tilanteeseen ei saa kuitenkaan tuudittautua, sillä logistiikka-ala on vääjäämättä ajautumassa murrokseen, johon myös koulutuksen järjestäjien on reagoitava.

## 3. LOGISTIIKKA TULEVAISUUDESSA

### 3.1 Logistiikan koulutuksen näkymät

Yleinen heikko taloustilanne on näkynyt suoraan kuljetusalan työtehtävissä. Vuodesta 2008 jatkunut talouden alamäki on leikannut paljon kuljetusalan työtehtäviä. Tiellä liikkuvat massat ovat pudonneet huomattavasti ja kuljetusala on ajautunut ahdistukseen. Tiukkaa on erityisesti pienillä kuljetusliikkeillä. Tilanne ei kuitenkaan kerro täyttä totuutta kuljettajien työtilanteesta. Eri tahoilla on arvioitu, että kuljetusala tarvitsee tulevaisuudessa tuhansia uusia kuljettajia alalle. Logistiikka-ala tarvitsee jatkosakin osaavia ammattilaisia, joten panostus logistiikan koulutukseen on täysin perusteltua ja kiistatonta. Logistiikka-alan työtilannetta ja haasteita käydään tarkemmin läpi kappaleessa 3.

Työelämän tarpeisiin kouluttaminen on aina ollut ammatillisen koulutuksen tärkein tehtävä. Työelämän muuttuessa ja kehittyessä myös koulutuksen on pystyttävä muuttumaan. Autonkuljettajan ajotaito tai varastonhoitajan trukinkäsittelytaito ovat edelleen nykypäivänäkin tärkeitä taitoja, mutta eivät suinkaan ainoita taitoja. Logistiikan koulutuksessa tulisi ottaa aktiivisesti käyttöön uusia opetusmenetelmiä sekä kehittyvän teknologian aiheuttamien vaatimusten mukaisia laitteita ja koneita.

Toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa pitäisi aloittaa keskustelu koulutuksen rakenteellisesta muutoksesta. Perustutkinnot, joissa alan tekniikka kehittyy vauhdikkaasti, ovat tilanteessa, jossa opintosisältöjä ei voida enää laajentaa. Tämä tarkoittaa, että koulutuksessa on ennen kaikkea keskityttävä teknologian mukana kehittymiseen. Opetussuunnitelmiin ja koulutuksen toteuttamiseen tulisi saada enemmän joustavuutta sekä opintokokonaisuuksia, jotka vastaavat entistä paremmin työelämän tarpeita. (Huhtala 2013)

Autotekniikan kehittymisen ja kehittämisen kannalta keskeistä on poikkitieteellisyys esimerkiksi autotekniikan, tietotekniikan, elektroniikan välillä. Yliopistojen

koulutus- ja tutkimustehtävissä tulisi huomioida tulosten hyödyntäminen muun muassa koulutuksen ennakointityössä. Tutkimusten tulokset ennakoivat myös osaamistarpeita. Tätä tietoa pitäisi siirtää entistä enemmän alemmille koulutusasteille, jotta uuden teknologian ja innovaatioiden mukanaan tuomat osaamisvaatimukset voidaan huomioida opetussisällöissä. (Huhtala 2013)

### 3.2 Työskentely muuttuvalla logistiikka-alalla

Logistiikka kuten moni muukin ammattiala on teknologisessa murroksessa. Työnkuva muuttuu ja työtehtäviä siirtyy väistämättä ihmisiltä koneille, automaateille ja roboteille. Robottiautojen tulemisesta on puhuttu jo vuosikaudet ja materiaalinkäsittelyn automatisoitumisen on uskottu mullistavan koko varasto- ja terminaalityöskentelyn. Näin varmasti on, mutta tämä ei ole suinkaan asian koko totuus.

Etelä-Suomen kuljetuskäytävän kilpailukyvyn kehittämisen ELLO- projekti listaa lopuraportissaan (Ahvenainen, M., Hietanen, O. & Nurmi, T. 2012) logistiikan ja logistiikan järjestelmän kymmenen merkittävintä muutostekijää. Näistä tekijöistä kaikista merkittävimmäksi nousi kuljetuslogistiikan muuttuminen korkeanteknologian bisnekseksi, jossa keskeistä on ICT- ja mobiiliratkaisujen hyödyntäminen.

Oxfordin yliopiston tutkijat Carl Benedikt Frey ja Michael A. Osborne (Frey & Osborne 2013, 44) julkaisivat syyskuussa 2003 tutkimuksen: "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?", joka käsitteli Yhdysvaltojen 702 ammatin alttiutta tietokoneistumiselle. Tutkijoiden mukaan kuljetus- ja logistiikka-ala ovat suurimmassa vaarassa menettää lähes puolet työpaikoistaan koneille ja automaatiolle.

Suomessa kyseistä tutkimusta referoi Elinkeinoelämän tutkimuslaitos Etla, joka sai aikaan vilkkaan keskustelun aiheesta tiedotusvälineissä. Logistiikka-alan järjestöt Suomen Kuljetus ja Logistiikka SKAL ry ja Autoliikenteen työnantajaliitto ALT ry tyrmäsivät yhdessä tutkimuksen tuloksen välittömästi. SKAL ry:n toimitusjohtaja Iiro

Lehtosen mukaan logistiikka-ala tulee olemaan edelleen merkittävä työllistäjä vuonna 2040 ja, että uusia kuljettajia tarvitaan tavaraliikenteeseen noin 3000 ja henkilöliikenteeseen noin 1000 henkilöä vuosittain. Hänen mukaansa kuljetusalan opiskeluun tulisi lisätä aloituspaikkoja. (Prologistiikka 2014, 8-9.)

Lehtonen puolustaa voimakkaasti kuljettajan ammatin vaativuutta ja monipuolisuutta todetessaan, että tavaroita toimitettaessa oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan, tarvitaan monenlaista osaamista, älyä ja supliikkia. Kuljettaja joutuu usein esimerkiksi miettimään seikkoja, jotka liittyvät reitin optimointiin ja aikatauluihin. Auton ajaminen ei tässä kuviossa ole hänen mielestään hankalin osa. (Prologistiikka 2014. 10.)

Lehtonen ei kiellä teknologian osuutta alan muutoksessa. Hänen mielestään esimerkiksi uusi teknologia kuorma-autoissa on hyvä ja kannatettava asia. Tietokoneiden avulla työ sujuu tehokkaammin ja turvallisemmin, muun muassa erilaisten turvalaitteiden avulla. Hänen mukaansa uudella tekniikalla on myös tärkeä rooli silloin, kun halutaan houkutella alalle nuorta verta. (Prologistiikka 2014. 10.)

Yleisradion uutisten julkaisemassa laskurista käy ilmi, että vuosina 2000–2012 maaliikenteen alan työntekijämäärä on kasvanut 6 700 henkilöllä. Prosentuaalinen muutos on +8 %. Työntekijämäärä on kasvanut 80 700 työntekijästä 87 400 henkilöön. Suhteellisesti enemmän kasvua on tapahtunut varastointi- ja liikennettä palvelevilla aloilla, joilla työntekijämäärä on kasvanut 6 400 henkilöllä. Vuoden 2000 työntekijämäärä oli 19 800 ja vuonna 2012 se oli jo 26 200. Prosentuaalisena muutoksena kasvua on tapahtunut 32 %. Liikennettä palvelemaan toimintaan sisältyvät lastinkäsittely ja varastointi, muu liikennettä palveleva toiminta sekä muu kuljetusvälitys. (Yle uutiset 25.3.2014.)

Liikenne- ja logistiikkatyötä tekevistä noin kaksi kolmannesta työskentelee kuljetuksen toimialalla. Pääammattiryhmän työllisten määrän ennakoitaan vain hieman vähenevän vuoteen 2020 mennessä molemmissa kehitysvaihtoehdoissa. Pääammattiryhmän sisällä työllisten määrä pienenee pääosin varastotyöntekijöiden ja huolitsijoiden ammateissa, kun taas maaliikennetyöntekijöiden ja -yrittäjien ammattiryhmä puolestaan kasvaa perus- ja tavoitekehityksen mukaisissa vaihtoehdoissa.

Se perustuu pääosin kaupankäynnin lisääntymisestä johtuvaan maaliikenteen toimialan työllisten määrän ennakoituun kasvuun. Varastointi- ja huolintatyön työntekijöiden määrän vähenemisen taustalla ennakoidaan olevan mm. informaatio- ja viestintäteknologian tehokkaamman hyödyntämisen sekä logististen ketjujen toiminnan tehostumisen. Vaikka kuljetettavien tavaramäärien uskotaan kasvavan, siitä syntyvien skaalaetujen ennakoidaan kuitenkin vaikuttavan niin, ettei varastoinnissa ja huolinnassa toimivien henkilöiden määrä kasva, vaan tarvittava työ määrä yhtä kuljetettavaa yksikköä kohden vähenee. (Työvoima 2025.)

Suuria ikäluokkia on poistumassa työelämästä lähivuosina, joten nuorille riittää töitä varmasti jatkossa. Talouden piristyttyä kuljetus- ja varastointialan työtehtäviin tarvitaan tuhansia uusia työntekijöitä. Maaliikennetyön ja –yrittäjien ammattiryhmässä työvoima on hieman keskimääräistä iäkkäämpää. Lisäksi ammattiryhmässä avautuvista noin 40 000 työpaikasta runsaat 35 200 (88 %) tulee täytettäväksi työvoiman eläkkeelle siirtymisen myötä. (Hanhijoki, Katajisto, Kimari, & Savioja 2009.)

## 4 VARASTO- JA TERMINAALITOIMINNOT

Varaston tehtävä on tukea logistiikkatoimintoja varastoimalla tuotteita edullisesti, tehokkaasti ja hyvällä palveluasteella niiden käyttötarpeeseen asti. Varastotoimintojen tehtäviä voidaan kuvata tarkemmin seuraavasti:

- säilyttää tuotteet turvassa ja hyvässä kunnossa
- käsitellä, siirrellä, lajitella ja tarkistaa tuotteita tehokkaasti
- ylläpitää tarkkaa varastokirjanpitoa, sekä vastaanottaa ja lähettää informaatiota toimittajien ja asiakkaiden välillä
- lisäarvoa tuottavien tehtävien suorittaminen
- toimia joustavasti epävarmuuden, vaihtelujen, erikoisvaatimusten kanssa.

(Waters 2009, 375 – 376.)

## 4.1 Tavarán vastaanotto- ja lähetysprosessi

Varaston tavarán vastaanotto- ja lähetysalueet ovat kriittisiä toiminta-alueita varastointi- ja lähetysprosessien menestyksen kannalta. Tavarán vastaanotosta alkaa tuotteen varsinainen varastointiprosessi. Mikäli tämä ensimmäinen vaihe on hyvin ja tarkasti suoritettu, varaston muilla toiminnoilla kuten hyllytyksellä, keräilyllä, pakkaamisella ja lähettämällä on hyvät mahdollisuudet onnistua tehtävässään ja asiakkaiden lähetykset saadaan toimitettua ajallaan. (Rushton, Croucher & Baker 2006, 318.)

Tavarán vastaanotto- ja lähetysprosessi tulee suunnitella huolella. Kaikki toiminnot autojen ja kuormien saapumisesta aina saapumistiedon kirjaamiseen ja saapuvan tavarán hyllyttämiseen tulee selvää ja organisoitua. Vastaanotto- ja lähetysprosessin tavoitteena on varmistua tuotteiden oikeellisuudesta, laadusta ja määrästä. Oleellista vastaanotto- ja lähetysprosessissa on materiaalin tehokas ja sujuva käsittely ilman turhia viivästyksiä. Joissakin tapauksissa vastaanotto- ja lähetysprosessi sisältää myös muuta työtä kuin varsinaista vastaanotto- ja lähetystyötä, kuten esimerkiksi viivakoodien lisäämistä tuotteisiin, tarroittamista, lavoittamista, punnitsemista ja järjestelyä. (Rushton, Croucher & Baker 2006, 318 – 319.)

## 4.2 Tavarán lähetys ja kuormaus

Tavarán keräilyn jälkeen tuotteet kasataan yhteen ja valmistella lähetystä varten. Lähetysvaiheessa tuotteeseen saatetaan tehdä lisäarvoa tuottavia toimintoja kuten koodausta, tarroittamista, asentamista ja testausta. Tämän jälkeen tuotteet siirretään lastausalueelle. Tätä vaihetta voidaan avustaa erilaisilla trukeilla tai automaattisilla kuljettimilla. Lavakuormat on yleensä käärittävä kelmuun tai sidottava vanteella. Lähtevät kuormat on valmistettava alueelle siten, että ne on helppo lastata oikeassa järjestyksessä kuormatilaan. Kuorman lastaaminen tehdään yleensä nopealla tahdilla kuljetusten tiukoista toimitusaikatauluista johtuen. Lastausjärjestyksen lisäksi on huolehdittava oikeasta lämpötilasta ja kuorman oikeasta sidonnasta. (Rushton, Croucher & Baker 2006, 320.)

### 4.3 Varastonhallinta

Varastonhallinnan keskeisin tavoite on hallita varastotasoja. Varastonhallintaan vaikuttavat varastointi- ja ohjauskustannukset sekä haluttu palvelutaso. Varastonohjauksen työkaluna käytetään varastonhallintajärjestelmiä (Warehouse Management Systems, WMS), joilla hallitaan ja ohjataan varaston keskeisimpiä toimintoja, kuten materiaalien ja tuotteiden siirtelyä, vastaanottoa, hyllytystä, keräilyä, pakkausta ja toimitusta. Varastonhallintajärjestelmä on yleensä integroituna ylempään järjestelmään eli yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. (Ritvanen 2011, 62.)

Varastonhallintajärjestelmien avulla pyritään tehostamaan toimintaa siten, että materiaalin käsittely olisi mahdollisimman vähäistä ja lähetyksiä saataisiin mahdollisimman paljon toimitettua. Tähän päästään muun muassa tehostamalla tavaran keräilyä, jäljittämällä tilauksia sekä tuotteita ja minimoimalla transaktiovirheitä. Varastonhallinnassa hyödynnetään erilaisia automaattisia tunnistustekniikoita, kuten viivakoodia ja RFID- teknologiaa. Automaattisten tunnistustekniikoiden avulla materiaalien, pääoman ja työvoiman käyttö tehostuu sekä palvelutaso ja laatu paranevat. (Ritvanen 2011, 62.)

## 5 TOIMITUSKETJUN TEHOSTAMINEN

Toimitusketjulla käsitetään kaikkia niitä prosesseja, joilla tuote tai palvelu saadaan suunniteltua, valmistettua ja toimitettua asiakkaan käyttöön. Toimitusketjun hallinta on tuotannon, varastojen, sijainnin ja kuljetusten yhteensovittamista, siten että saavutetaan paras mahdollinen yhdistelmä reagointikykyä sekä tehokkuutta. (Hugos 2003, 4.)

Toimitusketjun hallinnassa keskitytään materiaali-, informaatio- ja rahavirtojen ohjaukseen. Menestyvän toimitusketjun hallinnan keskeisiä tekijöitä ovat varastot, kustannukset, informaatio, asiakaspalvelu sekä toimitusketjun osapuolten välinen yhteistyö. Näihin tekijöihin keskittyminen on toimitusketjun toimivuuden ja tehokkuuden kannalta erittäin tärkeää. (Coyle, Bardi & Langley 2003, 26.)



Toimitusketjun jokainen vaihe muodostaa oman kustannuksensa. Toimitusketjun eri prosesseihin voidaan kuitenkin tehostamisella vaikuttaa ja näiden kustannuksia. Sakin (2009, 42–43) mukaan kustannuksia voidaan laskea muun muassa päällekkäisten toimintojen ja työvaiheiden karsimisella sekä automatisoinnilla. Suurin osa toimitusketjun kustannuksista, kuljettamisen lisäksi, tulee materiaalin käsittelystä eli käytännössä henkilöstökuluista. Materiaalin käsittelyn ja automatisoinnin ratkaisulla, kuten varastoautomaateilla, kuljettimilla, automaattitrukeilla ja automaattisilla tunnistustekniikoilla kyetään tehostamaan tehokkuutta. Tässä opinnäytetyössä tarkastelun alla ovat materiaalin käsittelyn osalta tavarantoimituksen vastaanottaminen ja kuorman lastaaminen.

Toiminnan tehokkuudella tarkoitetaan yrityksen tai yksikön suorituskykyä. Toimintaa voidaan kuvata tehokkaaksi, mikäli yritys toteuttaa joitakin toimintoja tai prosesseja kilpailijoitaan pienemmillä kustannuksilla, nopeammin ja laadukkaammin. Tehokkuutta kyetään mittaamaan kustannuslaskelmien, läpimenoaikojen ja laatujärjestelmien avulla. (Sakki 2009, 30.)

Suorituskyvyn mittarit kertovat yritysten johtohenkilöille milloin heidän tulisi tehostaa toimitusketjuaan. Toimitusketjun tehostamisesta puhuttaessa on päästävä eroon vanhakantaisesta ajattelusta, jossa työntekijöistä pyritään saamaan enemmän tehoa irti. Toimitusketju ei tehostu työntekijöiden työpanosta ja tehokkuutta nostamalla vaan uusien toimintatapojen ja parempien menetelmien avulla. Tehostaminen tarkoittaa myös yleensä uusien asioiden esiin nostamista ja uusien innovaatioiden käyttöönottoa. (Waters 2009, 461 – 462.)

Tavaroiden keräämistä ja pakkaamista voidaan monin apuvälinein kehittää ja nopeuttaa. Myös tavarantoimituksen vastaanottavan yrityksen manuaalisia toimenpiteitä, kuten vastaanottotarkistusta ja saapumistiedon kirjaamista voidaan nopeuttaa teknisten menetelmien avulla. Koko vastaanottotapahtumaan käytetty aika voidaan halutessa supistaa murto-osaan entisestä. (Sakki 2009, 42.)

Tehokkaalla informaatioteknologian hyödyntämisellä pystytään parantamaan niin yrityksen sisäisiä toimintoja kuin toimitusketjun osapuoltenkin välistä yhteistyötä. Nopean tietoverkon ja tietokantojen avulla yritykset voivat jakaa tietoa kaikissa toimitusketjun vaiheissa. Informaatiojärjestelmät muodostuvat tiedonkeruusta ja tiedonvälityksestä, tiedonhausta ja tallennuksesta sekä tiedonkäsittely ja raportoinnista. Tehokas informaatiotekniikan hyödyntäminen on avainasemassa yrityksen menestyksessä. (Hugos 2003, 121.)

## 6 SÄHKÖINEN TOIMITUSKETJU

Sähköisellä toimitusketjulla tarkoitetaan kuljetustietojen välittämistä sähköisesti osapuolelta toiselle. Sähköinen toimitusketju ja sähköiset kuljetustiedot mahdollistavat manuaalista toimintaa nopeamman reagoinnin ja palvelutason. Sähköisessä toimitusketjussa asiakas tekee tilaukseen suoraan kuljetusliikkeen tilausjärjestelmään, josta tieto välitetään kuljetusten suunnittelun kautta eteenpäin kuljettajille sekä varastoihin ja terminaaleihin. Kuljetustilauksen tehneelle asiakkaalle välitetään kuljetuksen seurannatiedot sähköisesti. Sähköisen toimitusketjussa käytetään standardoituja kuljetussanomia, standardirahtikirjaa sekä standardoitua kolliosoitelappua. (Logistiikan maailma 2015, Sähköinen toimitusketju.)

### 6.1 Automaattiset tunnistustekniikat

#### 6.2 RFID-tekniikka

Radiotaajuustunnistus eli RFID (Radio Frequency Identification) on tekniikka, jossa elektroniselle tunnisteelle (tag) tallennettua tietoa luetaan lukijalaitteilla ja välitetään tarvittaessa eteenpäin tietojärjestelmiin. Tunnisteilla toisin sanoen saattomuistilla olevaa tietoa pystytään myös muuttamaan, lukitsemaan tai poistamaan lukijoiden avulla. RFID-tekniikan on arvioitu korvaavan viivakooditunnistuksen, sillä RFID-tekniikassa tunnistamiseen ei edellytetä visuaalista kontaktia, tunniste voi sisältää huomattavasti enemmän tietoa kuin viivakoodi ja se mahdollistaa yksittäisten objektien

tunnistamisen. Lisäksi RFID- tunnistajien sisältämää tietoa voidaan hyödyntää sovelluksissa viivakoodia laajemmin. RFID- tekniikkaa sovelletaan yleisimmin logistiikan, liikenteen ja kulun valvonnan eri prosesseissa. (SFS 301-1, 2010, 9.)

RFID- teknologia on verrattavissa viivakoodijärjestelmään. Tunnistettavaan kohteeseen kiinnitetään RFID- tunnistaja, johon voidaan sisällyttää tuotetietoja ja muuta haluttua informaatiota. RFID- tunnistus ei vaadi suoraa kontaktia tunnistettavaan kohteeseen. Teknologian avulla tuotteita voidaan seurata toimitusketjun eri vaiheissa aina valmistajalta kuluttajalle asti. (Hokkanen & Virtanen 2013, 90.)

### 6.2.1 RFID- tekniikan historia

RFID- tekniikan ensi askeleet otettiin toisen maailmansodan aikaan 1940- luvulla. Lentokoneita varustettiin niin sanotuilla semipassiivisilla tunnistajilla. Tunnistajien avulla lentokoneet pystyttiin erottamaan tutkan avulla vihollisen koneista. Ruotsalaisen Harry Stockmanin vuonna 1945 julkaisemaa artikkelia ”Communication by Means of Reflected Power” pidetään yleisesti RFID- tekniikan ensimmäisenä tieteellisenä tutkimuksena. (SFS 301-1, 2010, 11.)

Seuraava merkittävämpi kehitysvaihe oli siirtyminen semipassiivisista tunnistajista passiivisiin tunnistajisiin, tämä tapahtui vasta 1980- luvulla. Ensimmäiset passiiviset tunnistajat perustuivat magneettikenttään ja toimivat LF (Low Frequency) – taajuusalueella. Passiivisia tunnistajia sovellettiin ensimmäisen kerran tuotantoeläinten merkitsemisessä ja tunnistamisessa sekä autojen käynnistysjärjestelmässä. Käynnistysjärjestelmässä auton lukkopesään asennettu lukija tunnistaa avaimessa olevan RFID- tunnistajan joko oikeaksi tai vääräksi, auto käynnistyy vain oikean tunnistajan avulla. RFID- tekniikka kehittyi hitaasti 1980- luvulla, sillä tunnistajisiin tarvittava lankakäämi oli kallista. Toinen tekniikan yleistymistä hidastava tekijä oli tunnistajien lyhyt luoketäisyys sekä standardien puute. Varsin verkkaisesta kehityksestä huolimatta 1980- luvulla luotiin pohja uuden HF (High Frequency) – tekniikan kehittymiselle. (SFS 301-1, 2010, 11–12.)

1990- luvulla tunnisteen toimivuutta ja tehokkuutta saatiin parannettua etsaamalla tai painamalla valmistetuilla antenneilla. Näin päästiin eroon lankakämeistä ja otettiin käyttöön tarramaiset suoraan tuotteeseen kiinnitettävät tunnisteet. Tämän vaiheen seurauksena syntyivät muun muassa sähköiset matkaliput ja kulunvalvontakortit. HF- taajuudella päästiin jopa 50cm:n lukuetaisyyskseen kun aiemmalla LF- taajuudella jäätin noin 10 cm:iin. Lukijaportteilla saatiin lukuetaisyys kasvatettua jopa metriin. Taulukossa 1 on kuvattu tarkemmin taajuusalueiden ominaisuuksia. (SFS 301-1, 2010, 12.)

Vuonna 1998 Massachusetts Institute of Technology (MIT)- instituutti perusti AutoID Centerin, jonka tehtävänä, oli HF- standardien kehittäminen. Instituutin toiminnan seurauksena luotiin EPC- standardi (Electronic Product Code), joka on vakiinnuttanut asemansa RFID- teknologiassa. UHF- taajuutta (Ultra High Frequency) alettiin testata vuosikymmenen lopulla, mutta sen lopullinen läpimurto jäi vielä tekemättä, sillä HF- tekniikka oli hyvin toimivaa ja pidemmälle standardisoitua. Myös suomalaisilla on ollut merkittävä RFID- teknologian kehityksessä. 1990- luvun loppupuolella amerikkalaisen puolijohdevalmistaja Atmelin, Teknologian Tutkimuskeskus VTT:n ja UPM Rafalacin yhteistyössä kehittelemällä Palomar- tunnisteella (Passive Long Multiple Access RFID) saavutettiin jo yli 4 metrin lukuetaisyys 0,5 W:n teholla. (SFS 301-1, 2010, 13.)

Taulukko 1. Taajuusalueiden ominaisuuksia (SFS 301-1, 2010, 41)

Taajuuskaista	LF (Low Frequency)	HF (High Frequency)	UHF (Ultra High Frequency)	Mikroaallot
Taajuudet	30 – 300 kHz	3 – 30 MHz	300 MHz – 3 GHz	2 – 30 GHz
Kytkeytyminen	Magneettinen	Magneettinen	Sähkömagneettinen	Sähkömagneettinen
Tyypilliset RFID-taajuudet	125 – 134 kHz	13,56 MHz	433 MHz tai 865 – 956 MHz	2,45 GHz
Arvioitu lukuetaisyys	< 0,5 m	< 1,5 m	433 MHz: < 100m 865 – 956 MHz: 0,5 – 5m	< 10 m

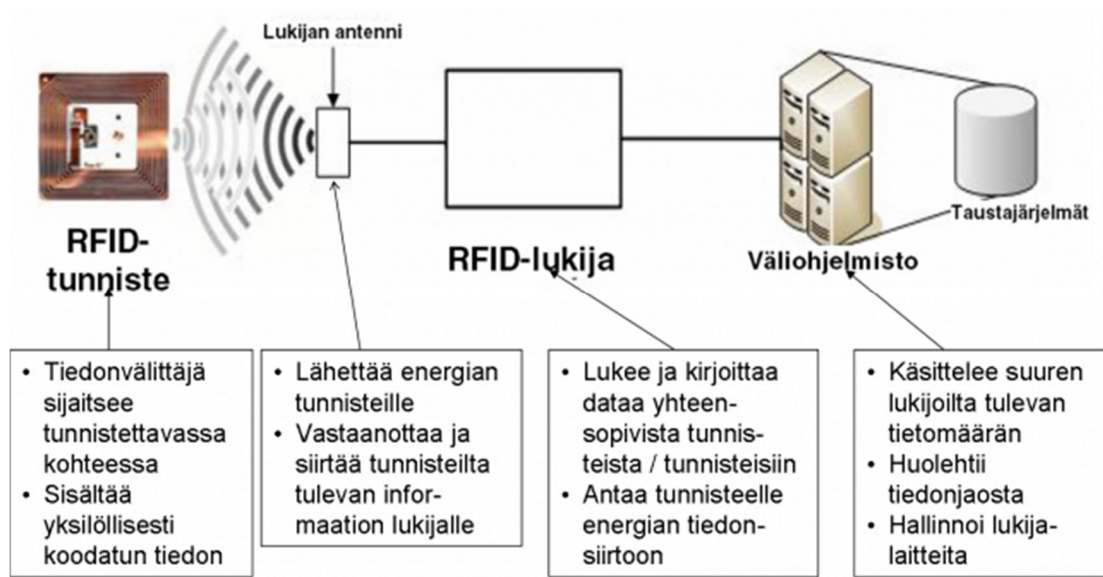
Tyypillinen tiedonsiirtonopeus	n. 1 kbit/s	n. 100 kbit/s	433 – 956 MHz: 640 kbit/s	n. 100 kbit/s
Ominaispiirteet	Lyhyet etäisyydet, pieni tiedonsiirtonopeus, läpäisee veden, muttei metallia.	Suuremmat etäisyydet, melko hyvä tiedonsiirtonopeus, läpäisee veden muttei metallia.	Pitkät etäisyydet, suuri tiedonsiirtonopeus, alle sadan objektin yhtäaikainen luku, ei läpäise vettä eikä metallia.	Pitkät etäisyydet, suuri tiedonsiirtonopeus, ei läpäise vettä eikä metallia.
Tyypillinen käyttökohde	Älykortit, eläinten tunnistus	Kulunvalvonta ja turvallisuus	Logistiikka	Liikkuvien autojen tietullit

2000- luku on ollut RFID- teknologian varsinaista esiinmarssia. Eturintamassa on ollut amerikkalainen kauppaketju Wal-Mart, joka aloitti laajat RFID- testaukset omassa toiminnassaan vuosina 2002–2004. Testien onnistuttua Wal-Mart ilmoitti toimittajilleen, että se haluaa kaikkiin lähetyksiinsä UHF RFID- tunnisteet sekä sähköiset tuotekoodit EPC:t. Wal-Martin esimerkki sai muutkin toimijat hyödyntämään teknologiaa ja RFID:n yleistyminen alkoi toden teolla. Muun muassa auto- ja lentokonealudessa alettiin testata RFID- teknologiaa kuljetusalustojen ja osien merkitsemisessä. UPM Raflatac ja VTT olivat edelleen aktiivisesti ratkomassa teknologian kohtaamia haasteita. Myös matkapuhelinyhtiö Nokia kiinnostui RFID- teknologiasta ja valitsi HF- tekniikan käytettäväksi taajuudeksi. Matkapuhelimiin alettiin lisäämään HF- taajuudella toimivia lukijoita, joilla pystytään lukemaan tunnisteita muutaman senttimetrin etäisyydeltä. Syntyi käsite NFC- ratkaisut (Near Field Communication) ja Nokia perustikin NFC Forumin vuonna 2004, jonka tarkoituksena on edistää NFC- teknologian käyttöönottoa ja standardointia. NFC- ratkaisuja on käytetty muun muassa erilaisissa lippu- ja maksusovelluksissa. (SFS 301-1 , 2010, 15 – 16.)

### 6.2.2 RFID- järjestelmä

RFID- järjestelmä muodostuu tunnisteesta, lukijasta ja lukijaan yhteydessä olevasta verkosta tietojärjestelmineen. Lukijalta saatua tietoa käsitellään tarpeen mukaan ohjelmistojen avulla. Lukijan ja tunnisteiden välille ei tarvita optista yhteyttä vaan kommunikointi tapahtuu ilmaprotokollan (Air Interface Protocol) avulla. Ilmaproto-

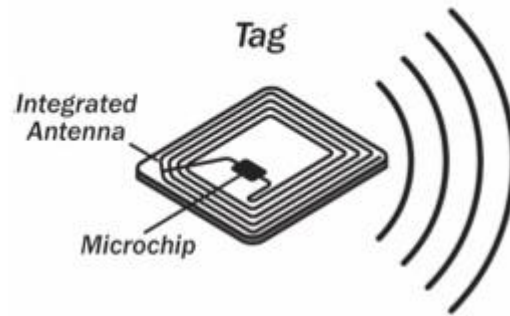
kollalla tarkoitetaan radioaaltojen välityksellä luotua yhteyttä tunnisteeseen ja lukijan välillä. Kuvassa 1 on esitetty RFID-järjestelmän keskeiset komponentit.



Kuvio 1. RFID-järjestelmän komponentit (RFID Lab. 2015. RFID-tekniikan perusteet.)

## Tunniste

RFID-järjestelmässä tarvittava tieto tallennetaan tunnisteele eli tagille. Tunnisteen koko ja muoto voivat vaihdella hyvinkin paljon riippuen käyttötarkoituksesta sekä tunnistettavan objektin materiaalista. Tunniste voi olla pienimmillään niin sanottu pulverityyppinen tunniste, joka on kooltaan noin 0,05 mm x 0,05 mm x 5 µm. Näin pieniä tunnisteita käytetään muun muassa paperimassan joukossa. RFID-tunnisteen sisältävästä massasta valmistetaan seteleitä ja asiakirjoja, joiden aitous pystytään lukijalla todentamaan. Autoteollisuudessa käytetään puolestaan jopa 140mm x 25mm x 8 mm kokoisia tunnisteita. Tunniste voidaan sijoittaa objektiin joko näkyviin tai näkymättömiin esimerkiksi tuotteen sisälle. Tunniste muodostuu antennista ja mikrosirusta. Mikrosiru sisältää tiedon, jota lukijalaitteella pystytään lukemaan ja muokkaamaan. (SFS 301-1, 2010, 25 – 26.)



Kuvio 2. RFID- tunniste sisältää sisäänrakennetun antennin sekä mikrosirun. (RFID World Canada 2015)

Tunnisteiden koko, tallennettavan tiedon määrä, prosessointikyky ja lukuetaisyys vaihtelevat tunnisten käyttötarkoituksen mukaan. Muistiin määrä voi vaihdella yhdestä bitistä aina kymmeneen kilotavuihin asti. Tunnisteet voidaan jakaa prosessointikyvyn mukaan kahteen ryhmään, pelkästään luettaviin tunnisteisiin eli RO- tunnisteisiin (Read Only) sekä RW- tunnisteisiin (Read Write), joille pystyy myös kirjoittamaan uutta tietoa. WORM- tunniste (Write Once Read Many) tunnisteelle voidaan kirjoittaa vain kerran, tämän jälkeen tunniste on vain luettavissa. EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)- tunnisteiden tietoa voidaan poistaa, muokata ja kirjoittaa uudelleen useaan kertaan. (SFS 301-1, 2010, 27.)



Kuvio 3. Esimerkkejä RFID- tunnisteista. Tarratunniste, kulunvalvontaan tarkoitettu muovinen tunniste ja lasinen kapselitunniste. (Simply RFID 2015, Probyte 2015 & Sparkfun 2015.)

RFID- tunnisteet jaetaan joko passiivisiin, semipassiivisiin tai aktiivisiin tunnisteisiin. Passiivinen tunniste on RFID- tunniste, jolla ei ole omaa virtalähdettä. Tarvittava

energia saadaan lukijan lähettämistä radioaalloista antennin avulla. Passiivisen tunnisteen lukuetaisyys on 10 millimetristä noin viiteen metriin. Passiivinen tunnistee on pienikokoinen ja valmistuskustannuksiltaan halpa, jonka takia sitä käytetään tyypillisesti prosesseissa joissa tunnistettavia objekteja on paljon. (SFS 301-1, 2010, 38)

Semipassiivinen tunnistee sisältää virtalähteen, mutta sillä ei ole omaa lähetintä. Virtalähde vahvistaa tunnisteen signaalia ja täten lisää tunnisteen lukuetaisyyttä huomattavasti, mutta muuten semipassiivinen tunnistee kommunikoi lukijan kanssa passiivisen tunnisteen tavoin. Semipassiivisten tunnisteeden muistikapasiteetti on parempi ja ne pystyvät siirtämään tietoa varmemmin kuin passiiviset tunnisteedet. Virran loputtua semipassiivinen tunnistee toimii passiivisena tunnisteedena. (SFS 301-1, 2010, 38 – 39.)

Aktiivinen tunnistee sisältää oman virtalähteen, joka on useimmiten litiumparisto. Aktiivinen tunnistee kykenee tallentamaan ja välittämään tietoa. Aktiivisen tunnisteeden lukuetaisyys voi olla jopa satoja metrejä ja sen virtalähde saattaa kestää useita vuosia. Aktiivisen tunnisteeden virtalähde voi olla myös vaihdettava, ilman virtalähdettä tunnistee ei toimi. Aktiiviset tunnisteedet ovat kooltaan passiivisia tunnisteedeitä suurempia ja myös huomattavasti kalliimpia. (SFS 301-1, 2010, 39.)



Kuvio 4. Virtalähteellä varustettu aktiivinen RFID- tunnistee (Real Time ID 2015)

## Lukija

Antennilla varustettu RFID- lukija luo sähkömagneettisella kentällään tiedon siirtoon tarvittavan energian tunnisteen ja lukijan välille. Lukija on yhteydessä tunnisteedeen radioaaltojen kautta. Lukija muuttaa tunnisteedeltä saamansa tiedon muotoon, jota



pystytään lukemaan joko suoraan lukijalta tai lähettämään edelleen tietojärjestelmiin. Lukija voi olla joko niin sanottu mobiilipääte tai kiinteämpi järjestelmä, jossa yhdellä lukijalalla voi olla useita antennia sijoitettuna laajemmalle alueelle. (SFS 301-1, 2010, 30.)



Kuvio 5. RFID- lukija (Deski 2015)

## Antennit

Antenneja tarvitaan lähettämään ja vastaanottamaan radioaaltoja lukijalaitteiden ja tunnisteen välisen ilmarajapinnan ylitse. Lukijalaite voidaan asettaa lukemaan useampaa antennia, jolloin saadaan aikaiseksi laajempi lukualue. Antennit ja lukijat ovat yleensä yhdistetty toisiinsa kaapelilla, jonka avulla antennin toimintaa voidaan ohjata. Antenni voi olla myös integroituna kannettavan lukijalaitteen sisälle. Kannettavassa lukijalaitteessa antennin koko ei voi olla kovin suurin, joten lukuetaisyys ei ole samaa luokkaa kuin niin sanotuissa kiinteissä järjestelmissä. Antennin koolla on suora vaikutus käytettävän taajuuden aallonpituuteen, mitä suurempi antenni sitä suurempiin taajuuksiin päästään. (SFS 301-1, 2010, 33 – 34.)



Kuvio 6. RFID- antenni (Strategic Systems & Technology Corporation 2015)

### 6.2.3 Vertailu muihin tunnistustekniikoihin

RFID- teknologia on kehittynyt hiljalleen vuosikymmenten saatossa ja saanut jalansijaa muiden tunnistustekniikoiden joukossa. Seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin muiden tunnistustekniikoiden ominaisuuksia suhteessa RFID- teknologiaan. Taulukoon 2 on kerätty erilaisten tunnistusmenetelmien ominaisuuksia.

Taulukko 2. Erilaisten tunnistusmenetelmien vertailu (SFS 301-1, 2010, 24: Finkenzeller 2003)

Ominaisuus	Viivakoodi	Puheentunnistus	Biometriset tunnisteet	Älykortti	RFID-tunnisteet
Tiedon määrä (tavuina)	1-100 k	-	-	16-64 k	16-64 k
Koneellinen luettavuus	hyvä	kallista	kallista	hyvä	hyvä
Luettavuus ihmisillä	rajoitettu	yksinkertainen	vaikea	mahdotonta	mahdotonta
Lian vaikutus	suuri	-	-	mahdollinen	ei vaikutusta
Peittämisen vaikutus	totaalinen epäonnistuminen	-	mahdollinen	-	ei vaikutusta
Suunnan ja asemoinnin vaikutus	alhainen	-	-	yksisuuntainen	ei vaikutusta
Kulumisen vaikutus	rajoitettu	-	-	riippuvainen kontaktien määrästä	ei vaikutusta
Kustannus/lukijalaite	alhainen	erittäin suuri	erittäin suuri	alhainen	keskisuuri
Toimintakustannus	alhainen	ei ole	ei ole	keskisuuri	ei ole
Lukunopeus	alhainen	erittäin alhainen	erittäin alhainen	alhainen	suuri
Suurin lukuetaisyys	0-50 cm	0-50 cm	suora yhteys (sormenjälki)	suora yhteys	>100 m

## Viivakoodit

Viivakoodit ovat olleet eniten käytetty tekniikka automaattisen tunnistuksen saralla. Viivakoodit muodostuvat mustista ja valkoisista samansuuntaisista viivoista, joita luetaan optisella laserskannerilla. Viivakoodia luettaessa skanneri lähettää valonsäteitä viivakoodia kohti, joka taas heijastaa säteet joko takaisin tai imee itseensä saapuneen valonsäteen. Skanneri muuntaa siihen saapuneen valon analogiseksi signaaliksi, josta taas saadaan purettua viivakoodin sisältämä tieto. (SFS 301-1, 2010, 19.)



Kuvio 7. Perinteinen vertikaaliviivakoodi ja viivakoodin lukija (Presta Monster 2015)

Perinteinen viivakoodi voi sisältää enintään 50 merkkiä, numeroa tai kirjainta. Kaksiulotteiseen viivakoodiin voidaan sisällyttää jopa 3750 merkkiä. 3D- viivakoodit ovat koodeja joiden kohokuviointiin on koodattu tietoa normaalien viivakoodien tapaan. Kolmiulotteiset viivakoodit kestävät kulutusta paperisia viivakoodeja paremmin. (SFS 301-1, 2010, 19; Lahiri 2005, 113 – 134.)

Viivakoodien luennassa haasteita ovat näköyhteyden välttämättömyys sekä rajallinen lukuetaisyys. Viivakoodit eivät kestä kulutusta kovin hyvin ja ne saattavat haalistua sekä kulua lukukelvottomiksi. Viivakoodit ovat myös herkästi kosteudesta ja liasta vahingoittuvia. Yksilöllinen tunnistaminen ei ole viivakoodien avulla mahdollista, vaan tuotteita pystytään tunnistamaan vain ryhmä- tai sarjatasolla. Viivakooditunnistuksen ehdottomia etuja ovat nopea luettavuus, suhteellisen hyvä luotettavuus sekä

edulliset käyttöönotto- ja käyttökustannukset. Vioittunutta viivakoodia pystytään myös usein tunnistamaan visuaalisen numerosarjan avulla. (SFS 301-1, 2010, 20.)

## Biometriset tunnisteet

Biometrisella tunnistamisella tarkoitetaan ihmisen yksilöllisiin fyysisiin tai käyttäytymiseen perustuvien ominaisuuksien avulla tehtävää tunnistusta. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi sormenjäljet, kasvot, käsien geometria, silmän värikalvo, allekirjoitus ja DNA. Biometrinen tunnistaminen perustuu useimmiten kuvioinnin tunnistamiseen. Tunniste skannataan ja muutetaan digitaaliseen muotoon, jonka jälkeen mallia verrataan tietojärjestelmässä olevaan tietoon. (SFS 301-1, 2010, 20)

Biometrinen tunnistaminen on se, että tunnisteet ovat yksilöllisiä ja ihmiset kantavat niitä aina mukanaan. Hintakaan ei aina nouse ongelmaksi, sillä esimerkiksi silmän värikalvon tunnistus on suhteellisen kustannustehokas ja turvallinen tapa tunnistaa henkilöitä. Biometrinen tunnistaminen käyttää hankaloittavia laitteita ja asetuksia, jotka asettavat tiukkoja rajoituksia tallennettaville tunnistetuille ja niiden käsittelylle. Vaikkakin sormenjälkeä voidaan pitää melko varmana tunnistetuuna, on pystytty osoittamaan, että vieraan henkilön sormenjälkien hankkiminen on suhteellisen yksinkertaista. Vieraan henkilön sormenjäljellä huijaaminen on lukijasta riippuen melko yksinkertaista. Toisaalta tunnistusmenetelmien luotettavuutta pystytään parantamaan huomattavasti, mikäli tunnisteita yhdistellään ja sovelletaan useampaa menetelmää samanaikaisesti. Esimerkiksi sormenjälkitunnistuksen lisäksi suoritettavalla sormen verisuonten skannauksella saadaan aikaiseksi lähes 100 % varma tapa yksilöidä ihmisiä, sillä sormen verisuonten väärentäminen on käytännössä mahdotonta. (Hakkarainen 2012.)

## Älykortit

Älykortti eli sirukortti on elektroninen tiedon tallennussysteemi, jossa muoviselle kortille sijoitettuun siruun on tallennettu tietoa. Älykortteja voidaan korttityypistä riippuen lukea joko asettamalla kortti sisään lukijaan tai se voidaan lukea lukijalaitteen läheisyydestä ilman kontaktia. Älykortti, joka sisältää vain dataa toimii muisti-

kortin tavoin. Tällaisia kortteja käytetään esimerkiksi rakennuksien kulunvalvonnoissa ja matkustuskortteina. Prosessikortilla käyttäjä pystyy käyttämään erilaisia palveluita kuten nostaa rahaa tililtä tai maksaa ostoksia. (Smart Cards and Biometrics, 2011, 5.)

Älykorttien etuja ovat hyvä tietoturva, luotettavuus, pieni koko ja helppo käytettävyys sekä edulliset toimintakustannukset. Toisaalta älykortit ovat herkkiä vaurioitumaan liian kosteuden ja kulumisen vaikutuksesta. (Smart Card Basics 2015.)

### RFID- teknologian edut

RFID- teknologia erottuu kaikista muista tunnistustekniikoista sillä, ettei lukijan ja tunnisteen tarvitse koskettaa toisiaan, eikä se myöskään tarvitse suoraa näköyhteyttä tiedon lukua varten. RFID- teknologiassa pystytään tallennettua tietoa myös muuttamaan, lisäämään ja poistamaan ensimmäisen koodauksen jälkeen. Muihin automaattisiin tunnistustekniikoihin verrattuna RFID:llä saadaan aikaiseksi jopa 100 metrin lukuetaisyys, mutta myös läheltä lukeminen onnistuu tarpeen mukaan. RFID- käsilukija soveltuu myös viivakoodisovelluksiin ja teknologian avulla on mahdollistaa tunnistaa yksilöllisen tuotetunnistuksen. Tunnisteet eivät ole herkkiä liialle kosteudelle, lämpötilalle ja niiden käyttöikä on jopa 15 vuotta. (Dash 2011, 49.)

RFID:n avulla voidaan vähentää merkittävästi manuaalisen työn osuutta varastojen ja terminaalien prosesseissa. Esimerkiksi RFID- teknologian avulla sekalavan tunnistaminen tavarantoimituksen vastaanotto-prosessissa voi lyhentyä 30 sekunnista jopa kolmeen sekuntiin. On arvioitu, että lentoyhtiöt voisivat säästää sata miljoonia dollareita vuositasolla, mikäli RFID:tä hyödynnettäisiin matkatavaroiden merkitsemisessä ja seurannassa. Tällöin matkatavaroita häviäisi huomattavasti nykyistä tilannetta vähemmän. (Ritvanen 2011, 64.)

RFID:tä hyödynnetään myös sisätilapaikannusjärjestelmissä (Real-Time Locating Systems, RTLS). Paikannusjärjestelmiä voidaan käyttää esimerkiksi tuotannon tehostamiseen sekä tuotteiden turvaamiseen. Mikäli seurattava kohde poistuu halutulta alueelta, aiheutuu tästä hälytys valvontajärjestelmään. Sisätilapaikannusjärjestelmiä

käytetään yleensä arvokkaiden tuotteiden seurannassa tai kun halutaan estää asiattomien kulku tietyillä alueilla. Teknologian avulla voidaan parantaa muistihäiriöisten potilaiden turvallisuutta sairaaloissa ja vanhainkodeissa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 234)

RFID- tunnisteen lukeminen on todella nopeaa, jopa 40 tunnistetta pystytään lukemaan samanaikaisesti. Tunnisteita voidaan lukita salasanalla, jolloin tietoturvan taso nousee huomattavasti. Tunnisteet voivat sisältää paljon arvokasta tuotetietoa, kuten esimerkiksi huolto-ohjeita, lähetystietoja ja päivämäärätietoja. Muovilla suojatut tunnisteen ovat kestäviä ja niitä voidaan käyttää useita kertoja eri tiedoilla. Yksi merkittävimmistä eduista on kuitenkin se, että RFID- teknologiassa ihmisen tarvitsee osallistua prosesseihin äärimmäisen vähän, tämä tietää suuria säästöjä materiaalin- käsittely- ja henkilöstökuluissa. (Adaptalift, Logistics & Materials Handling Blog 2015)

#### 6.2.4 Tekniikan rajoitukset ja haasteet

RFID- teknologian hyödyntämistä suunniteltaessa täytyy kiinnittää huomiota seuraaviin ominaisuuksiin; lukuetaisyys, tunnisteen koko ja tyyppi, muistin määrä sekä prosessointikyky. Lisäksi on huomioitava radioaaltojen läpäisykyky eri materiaalien kanssa, muut mahdolliset päällekkäiset toiminnot sekä ympäristöön vaikuttavat tekijät. Kyseiset ominaisuudet eivät ole RFID- tekniikan varsinaisia heikkouksia, mutta joissain tapauksissa nämä saattavat olla rajoittavia tekijöitä teknologian käytössä. Esimerkiksi RFID:n lukuetaisyys voi vaihdella muutamasta senttimetristä aina sataan metriin asti, täten voi olla vaikea ymmärtää lukuetaisyyden olevan teknologiaa rajoittava tekijä. Joissakin prosesseissa pitkä lukuetaisyys saattaa olla kuitenkin jopa huono ominaisuus, sillä se antaa mahdollisuuden palvelunestohyökkäyksille, ulkopuolisen luvottomalle tunnistamiselle tai tahattomalle ja ei toivotulle tunnistamiselle. Tällaisissa tapauksissa tunnisteen lukuetaisyyttä on rajoitettava tarpeen mukaiseksi. (SFS 301-1, 2010, 111 – 112.)

RFID- teknologiaa ovat perinteisesti hyödyntäneet isoimmat yritykset, joilla käsiteltävien tunnisteen volyymit ovat suuret. Täten myös tunnisteen yksikköhinnat ovat heille pienemmät. Yksi RFID- teknologiaa hidastanut tekijä on ollut suhteellisen kallis hinta suhteessa esimerkiksi viivakooditekniikkaan. Suurten yritysten RFID- hankintojen ja teknologian yleistymisen myötä tunnisteen hinnat ovat kuitenkin laskeneet rajusti ja tulevaisuudessa hintojen ennustetaan laskevan entisestään. (SFS 301-1, 2010, 122.)

Tekesin vuonna 2009 julkaisemassa katsauksessa (Seppä 2009, 34) todetaan, että RFID- teknologia tulee kohtaamaan tulevaisuudessa haasteita varsinkin ympäristönäkökulmasta. Aktiivisiin tunnisteesiin tarvitaan ehdottomasti halpoja sekä kierrätettäviä virtalähteitä. Julkaisun mukaan tulevaisuudessa tunnisteeset voisivat saada energiansa myös auringonvalosta tai liike- ja värinäenergiasta. HF - ja UHF – tekniikoiden kehityttyä ominaisuuksiltaan riittävästi, on haasteena löytää niille uusia sovelluksia ja käyttötarkoituksia.

Sepän (Seppä 2009, 34) mukaan etätunnisteen käyttöä kannattaisi tietoisesti suunnata alueille, missä voitaisiin tehostaa logistiikkaa, tuotteiden järkiperäistä kierrättämistä sekä tuotteiden elinkaaren pidentämistä. Yksi mielenkiintoinen näkökulma on teknologian juurruttaminen kodin elektroniikkaan, esimerkiksi NFC- käyttöliittymällä kuluttajille olisi mahdollisuus seurata laitteidensa kuntoa ja energian kulutusta. Myös kiinteistönhuollosta voisi löytyä käyttökohteita, muun muassa rakenteissa olevilla lämpö- ja kosteusantureilla voitaisiin valvoa rakennusten kuntoa ja energiatehokkuutta.

#### 6.2.5 RFID- teknologian hyödyntäminen toimitusketjussa

RFID- teknologiaa kyetään hyödyntämään läpi toimitusketjun monessa eri vaiheessa. Teknologiaa hyödynnetään tyypillisesti raaka-aineiden, tuotteiden, ajoneuvojen, lämpötilojen sekä massojen seurannassa. Teknologia voidaan soveltaa hyvin erilaisiin tarkoituksiin siten, että se palvelee jokaista toimitusketjun osapuolta. Esimerkiksi kaupanalalla kauppias on tietoinen tilaamiensa tuotteiden tilasta aina valmistusvai-

heesta toimitukseen asti. Vastaavasti tavarantoimittaja saa reaaliaikaista tietoa kaupan tilauksista ja toimitettavista määristä. Tieto on arvokasta tuotannonohjauksen, varastoinnin ja kuljetustensuunnittelun kannalta. (SFS 301-1, 2010, 122 – 124.)

RFID- teknologia mahdollistaa tehokkaan tiedon keräämisen ja jakamisen koko toimitusketjun ajan. Tiedon jakaminen toimitusketjun eri kumppaneiden kanssa hyödyttää jokaista osapuolta. Tehokkaalla tiedon jakamisella saavutetaan tehokasta toimijoiden koordinaointia, vähennetään työkustannuksia ja maksimoidaan tuotot toimitusketjun osapuolille. Informaatiosta itsessään on tullut joissain tapauksissa jopa merkittävämpää kuin itse tuotteesta. Tehokas tiedon ja datan käsittely tekevät yrityksistä joustavia, ketteriä ja tehokkaita. RFID- teknologian avulla on mahdollista päästä tähän tavoitteeseen. (Jones & Chung 2008, 112.)

RFID- teknologiaa voidaan hyödyntää hyvin tehokkaasti varastoympäristössä. Tavaran vastaanoton fyysistä tarkistuksista ja manuaalisesta käsittelystä saadaan karsittua valtava määrä pois RFID- teknologian avulla. Teknologialla päästään myös hyvin korkeisiin lukutarkkuuksiin riippumatta saapuvan yksikön mallista, koosta ja lukumäärästä. RFID:tä hyödyntämällä yritys pystyy kohdentamaan työresursseja muihin toimintoihin ja saamaan täten aikaisiksi tehokkaampaa toimintaa. (Jones & Chung 2008, 326.)

Nimikkeiden varastointiin ja käsittelyyn RFID- teknologia tarjoaa monia etuja. Esimerkiksi tuotteiden viivakoodeja ei tarvitse lainkaan lukea vaan RFID- lukijat lukevat tuotteita varastosta jatkuvasti. Tuotteiden paikantaminen, siirtely ja vaihtuvien varastopaikkojen käyttäminen ovat tekniikan ansiosta hyvinkin mahdollisia, sillä järjestelmä tietää aina missä tuotteet ovat. Tuotteiden keräilyyn, pakkaamiseen ja lähettämiseen RFID- teknologia mahdollistaa tarkan, helpon ja luotettavan tavan varmistua, että kaikki halutut nimikkeet ovat koottu asiakastilausta varten. (Jones & Chung 2008, 326 -327.)



### 6.2.6 Aiempia tutkimustuloksia RFID:n hyödyistä

Tässä kappaleessa esitellään yritysten ja tutkijoiden tuloksia RFID- teknologian vaikutuksista toimitusketjun tehokkuuteen. RFID- teknologia on hyödynnetty tehokkaasti erityisesti kaupan alan toimitusketjuissa. Hyviä tuloksia on saatu monissa vähittäiskaupan hankkeissa, mutta varsinkin vaatekaupan ratkaisuihin teknologia soveltuu äärimmäisen hyvin.

Saksalainen vaateketju Gerry Weber on alansa edelläkävijä RFID- teknologian hyödyntämisessä. Vuonna 2009 yritys ryhtyi hyödyntämään toimitusketjunsä prosesseissa RFID- teknologiaa. Teknologia otettiin käyttöön paitsi optimoimaan logistiikan ja vähittäiskaupan prosesseja, myös mahdollistamaan uudenlaista tuotteiden elektronista valvontaa. Vaatteiden hoitoetiketteihin lisättiin RFID- tunnisteet, tämä mahdollisti tuotteiden tehokkaan seurannan sekä elektronisten tuotekoodien (EPC) hyödyntämisen. Vuodesta 2011 alkaen Gerry Weber on varustanut 26 miljoonaa tuotettaan RFID- tunnisteilla, joten heillä on paljon kokemusta teknologian toimivuudesta. (RFID at Gerry Weber 2015.)

Gerry Weber on onnistunut tehostamaan prosessejaan todella merkittävästi. Tavarän vastaanotto on nopeutunut RFID- teknologian myötä 91 %, inventoinnin kustannukset ovat laskeneet 30 – 59 %, inventointitarkkuus on parantunut 98 – 99,9 % ja tuotteiden riitto on kasvanut 60–80% . (Nordic ID, Vertical Solutions 2015.)

Englantilainen vähittäiskauppaketju Mark & Spencer on myös tehostanut omaan toimitusketjuun RFID:n avulla. Erityisesti teknologian tuomat hyödyt saapuvan tavarän vastaanotonotosta ovat kiistattomia. Yritys on onnistunut nopeuttamaan omaa vastaanottoprosessiaan jopa 83 %. Saapuvan kuorman purkaminen, tarkistus ja kirjaus veivät ennen teknologian hyödyntämistä 18 minuuttia, kun RFID:llä päästiin noin 3 minuuttiin. (Violino 2003.)

Taiwanilaisten tutkijoiden (Chen, Cheng, P. B. Huang, Wang & C.J. Huang & Ting 2013, 537- 541) mukaan suuren jakelukeskuksen vastaanoton prosessia kyettiin nopeuttamaan RFID- teknologian avulla 81,3 %. Lähetyksen pakkaamiseen käytetty aika puolestaan väheni 60 % ja lähetyksen prosessi tehostui jopa 99,8 %. Tutkijoiden mukaan varastotyöntekijän työn tehokkuus parani kokonaisuudessaan 87 % RFID- teknologian avulla. Tehokkuutta paransi ennen kaikkea odotusaikojen vähentyminen sekä kirjausten ja tiedonsiirron automatisoituminen.

Walmart- ketju on yhdysvaltalainen vähittäistavarakauppa, joka on myyntivolyymilla ja liikevaihdolla mitattuna maailman suurin yritys. Myös he luottavat RFID- teknologiaan toimitusketjunsä tehostamisessa. Yritys on onnistunut samanaikaisesti pienentämään varastotasojään 70 % ja nostamaan palveluastettaan 96 %:sta 99 %:een. Lisäksi varastopuutteiden määrä laski RFID:n myötä 16 %. Walmart on hyötynyt RFID:stä monin tavoin, kuten tuotteiden jäljitettävyyden ja näkyvyyden lisääntymisestä. Lisäksi he ovat pystyneet tehostamaan ja nopeuttamaan prosessejään, parantamaan informaation tarkkuutta ja vähentämään hävikkiä. (Kosasi & Saragih 2014, 36-37.)

## 7 OPPIMISYMPÄRISTÖT JA MOTIVAATIO

### 7.1 Oppimisympäristöt

Oppimisympäristöillä tarkoitetaan yleisesti erilaisten paikkojen, tilojen, yhteisöjen, teknisten ratkaisujen, välineiden tai toimintatapojen yhdistelmää, joka tukee oppimista. Oleellista on, että oppimisympäristön hyödyntäminen opetuksessa ja ohjauksessa on didaktisesti ja pedagogisesti suunniteltu ja oppimisympäristöt tukevat innovatiivisten opetus- ja opiskelukäytäntöjen kehittymistä. (Opetushallitus 2012, 6.)

Oppimisympäristöjen kehittämisellä tavoitellaan tieto- ja viestintäteknikan ja muun teknologian monipuolista, innovatiivista opetuskäyttöä ja sen myötä opiskelijoiden oppimistulosten sekä opettajien ja opiskelijoiden tietoyhteiskuntavalmiuksien parantamista. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2010, 24.)

Tieto- ja viestintätekniiikan hyödyntäminen opetuksessa ja ohjauksessa oppimisen tukena ja työelämäyhteyksien ylläpidossa on konkreettinen keino parantaa koulutuksen työelämälähtöisyyttä. Käytössä olevista työelämälähtöisistä oppimisympäristöistä esimerkkinä ovat todellisia työympäristöjä jäljittelevät oppimisympäristöt eli simulaatiot. Simulaatiot ovat yleensä kuvaa ja ääntä hyödyntäviä ohjelmia, joilla jäljittelemään kuvattavaa ilmiötä mahdollisimman luonnonmukaisesti. Oppimisympäristöissä simulaatioilla tarkoitetaan mahdollisuuksia harjoitella todellisessa ympäristössä tarvittavia taitoja mahdollisimman todentuntuisesti. (Opetushallitus 2010, 46.)

Yhtenä hyvänä simulaationa voidaan mainita ajoneuvosimulaattori. Tampereen seudun ammattiopiston logistiikan koulutuksessa on opetettu kuljettajaopiskelijoita simulaattorin avulla keväästä 2013. Kokemukset ovat olleet hyvin positiivisia niin opiskelijoiden kuin henkilökunnankin mielestä. Kuljettajien koulutuksessa ensimmäiset ajo- ja käsittelyharjoitukset tehdään simulaattorilla. Opiskelija pääsee simulaattorilla tutustumaan hallintalaitteisiin ja ottamaan tuntumaa isolla autolla ajamiseen turvallisessa ympäristössä. Simulaattorin avulla opettaja kykenee havaitsemaan opiskelijan mahdolliset hahmottamisen tai keskittymisen haasteet. Nämä havainnot on turvallisempaa tehdä simulaattorissa kuin liikenteessä oikealla kalustolla. Simulaattorilla voidaan myös harjoitella erilaisissa ääritilanteissa ja sääolosuhteissa toimista, erilaisen ajoneuvoyhdistelmien kanssa ajamista sekä harjoitella taloudellista ja turvallista ajotapaa.

Virheiden vaikutusta ajoneuvosimulaattorilla oppimiseen tutkineet Ivancin & Heskethin mukaan oppijat, jotka altistettiin virheille kuten onnettomuudelle, oppivat paremmin kuin ne oppijat, joille virheet kuvattiin esimerkein tai he, joiden harjoitukset eivät sisältäneet onnettomuutta. Virheitä simulaattorissa tehneiden henkilöiden itseluottamus laski suhteessa niihin, jotka eivät tehneet virheitä. Itseluottamuksen heikkeneminen liikenteessä taas lisäsi varovaisuutta ja siten myös liikenneturvallisuutta. (Salakari 2004, 55.)

Yhdeksi koulun toiminnan haastajaksi on noussut teknologia. Teknologiasta on tullut koulujen keskeinen painopistealue ja opetusta rakennetaan entistä enemmän teknologian ympärille. Vaikkakin tutkimusten mukaan teknologialla kyetään edistämään

tiedon rakentamista, on kuitenkin syytä todeta, että teknologia ei yksinään riitä. Tarvitaan myös hyviä menetelmiä ja opettajien innovatiivista otetta. Uusimman näemyksen mukaan teknologialla voi olla oppimisessa kolme tavoitetta ja merkitystä. Teknologia voi toimia oppimisen resurssina, kommunikoinnin välineenä sekä partnerina. (Julkunen 1998, 166 -167.)

## 7.2 Motivaatio

Kun halutaan tehostaa oppimista, tärkeimmäksi osa-alueeksi nousee motivaatio. Hyvä opiskelumotivaatio on kytköksissä muihin oppimisen keskeisiin alueisiin kuten pitkäjänteisyyteen, tarkkaavaisuuteen, keskittymiskykyyn, ajattelutyöhön eli prosessointiin, oppimisen strategioihin ja muistamiseen. Motivaatio näyttäytyy opiskelijan valmiutena suorittaa erilaisia tehtäviä opiskelupäämääränsä saavuttamiseksi. Motivaatiossa on halua ja pyrkimystä, ja se saa liikkeelle sisäisiä voimavaroja. Mikäli opiskelija ei ole motivoitunut, hän saattaa tyytyä pinnalliseen opiskeluun ilman hyviin tuloksiin vaadittavia ponnistuksia. (Kauppila 2003, 43–44.)

Oppimismotivaation vaikuttavat tekijät ovat persoonallisuus, fyysinen ympäristö, sosiaalinen vuorovaikutus ja oppiaines/oppimistehtävä. Oppimistehtävän motivoivat tekijät voidaan jaotella seuraavasti:

- Opetuksen sisältö
  - Vaikeusaste, haasteellisuus, monipuolisuus, käytännönläheisyys, loogisuus, selkeys, omatoimisuuden aste, itsenäisyys
- Sisäinen palaute
  - Saavutukset, edistyminen, onnistumisen kokemukset
- Tavoitteellisuus

(Peltonen & Ruohotie 1992, 82.)

Opettajan opettaminen ei välttämättä johda oppilaan oppimiseen. Sama voidaan todeta oppilaan motivaatiosta, opettaja tai kukaan mukaan ulkopuolinen henkilö ei voi motivoida oppilasta oppimaan. Vaikka ihminen on jatkuvasti ulkoisten tekijöiden vaikutusten alaisena, hän kuitenkin itse viime kädessä muodostaa itse oman motivaationsa. Opettajan kannalta tämä merkitsee sitä, että hänen tulisi opetuksellisilla

järjestelyillä pyrkiä luomaan mahdollisimman optimaalinen oppimisympäristö ja oppimistilanne, jotta oppimismotivaation olisi mahdollista kehittyä. (Kansanen & Uusikylä 2002, 37)

## 8 PROSESSIEN TEHOKKUUDEN MITTAAMINEN TREDUSSA

Tredun nykyaikainen varasto- ja terminaaliympäristö soveltuu hyvin toimitusketjun eri vaiheiden harjoitteluun. Logistiikan opiskelijat harjoittelevat muun muassa tavaravastaanottoa, keräilyä, pakkaamista, lähettämistä ja kuorman lastaamista. Tässä tutkimuksessa RFID- teknologiaa hyödynnetään reaaliaikaiseen saapuvan tavarantunnistamiseen ja tarkastamiseen sekä lastattavien kuormien tunnistamiseen ja tarkastamiseen. Tulevaisuudessa RFID- teknologiaa tullaan Tredussa hyödyntämään myös keräiltävien ja lajiteltavien nimikkeiden tunnistuksessa, inventoinnissa, nimikkeiden automaattisessa tilauksessa sekä ajoneuvoportin ohjauksessa.

### 8.1 Tavaravastaanoton mittaukset

Tässä työssä tavaravastaanoton sekä kuorman lastaamisen tehokkuutta on mitattu oppilaitosympäristössä suoritettujen harjoitusten avulla. Harjoitukset mitattiin ajallisesti ja virheet sekä poikkeamat dokumentoitiin tarkasti. Kaikki opiskelijat tekivät harjoituksen kaksi kertaa, ensimmäisen kerran vastaanotto suoritettiin niin sanotusti perinteisellä tavalla, jossa saapuva tavara tarkistettiin manuaalisesti vertaamalla lähetysten tavarointa lähetyslistalla ilmoitettuihin. Toisella kerralla vastaanotossa hyödynnettiin RFID- teknologiaa. Huomion arvoista mittauksen taustatiedoissa on se, että opiskelijat olivat harjoitelleet manuaalista vastaanottoa lukuisia kertoja ennen mittauksia kun taas RFID- vastaanottoa harjoitettiin mittauksien aikaan vasta ensimmäistä kertaa. Opiskelijoille oltiin esitelty laitteiden toimintaa, mutta varsinaisia käytökokemuksia heillä ei ollut.

Tavaravastaanoton ensimmäisessä harjoituksessa opiskelijat tarkistivat saapuvan tavaravastaanoton manuaalisesti eli niin sanotulla perinteisellä tavalla. Manuaalinen vastaanot-

totarkastus suoritettiin vertaamalla saapuneita tuotteita lähetykslistalla ilmoitettuihin tuotteisiin, jokainen tuote tarkastettiin ja vastaanotettiin yksitellen. Tarkastuksen jälkeen opiskelijat hyllyttivät tuotteet sekä raportoivat poikkeamista suullisesti opettajalle. Harjoituksesta rajattiin pois saapumistiedon kirjaaminen varastonhallintajärjestelmään.

Saapuva lähetyks sisälsi molemmissa harjoituksessa kaikkiaan 14 nimikettä ja 47 yksikköä. Lähetyksiin oli sisällytetty tahallisesti neljä virhettä; kolme väärä tuotetta ja kaksi tuotetta oli kerätty ristiin. Harjoituksen otos oli 14 varastonhoitajaopiskelijaa. Opiskelijoilla ei ollut tietoa harjoituksen sisällöstä etukäteen.

RFID- teknologian käyttöönoton jälkeen vastaanottoharjoitus toistettiin. Tuotteisiin lisättiin EPC- koodit (Electronic Product Code) sisältävät RFID- tunnistet. Opiskelijat vastaanottivat tuotteet RFID- käsilukijan avulla. Lähetyksen sisällön vertaaminen lähetykslistaan suoritettiin erillisen Excel- työkalun avulla. Käsilukijalla luetut tunnistet siirrettiin purkutelakan avulla tietokoneelle, jonka jälkeen EPC- koodit kopioitiin lähetykslistan tarkistustyökaluun Exceliin. Työkalu ilmoitti opiskelijalle tuotteen statukseksi joko "OK" tai "VIRHE". OK tarkoitti, että tuote kuului lähetykselle. Virhe status oli signaali siitä, että tuote ei kuulunut lähetykselle. Opiskelijat ohjeistettiin tutkimaan virhe statuksen saavia tuotteita tarkemmin. Tämän oletettiin helpottavan ja nopeuttavan vastaanottotarkistusta huomattavasti. Muuten harjoitus toistettiin ensimmäisen tavoin. Otoksena olivat samat 14 opiskelijaa kuin manuaalisessakin vastaanotossa.



Kuvio 8. Harjoituksessa käytetty Nordic ID:n Morphic RFID- käsilukija (Nordic ID, Morphic 2015)



Kuvio 9. Tuotteisiin lisättiin RFID- tunnisteet

## 8.2 Kuorman lastauksen mittaaminen

Kuorman suunnittelu- ja lastausharjoituksessa opiskelija ohjeistettiin lastaamaan lastaussillassa olleeseen kuormatilaan kuusi itse valitsemaansa kuormalavaa. Lähetysalueella oli vapaasti valittavissa 15 erikokoista ja painoista lavaa. Valinnan jälkeen opiskelijan tehtävänä oli lastata lavansiirtovaunulla valitsemansa lavat kuormatilaan. Lastauksen jälkeen opiskelijan tuli ilmoittaa lastaamansa kokonaiskilot ja kuutiot. Laskentatapaa tai laskemismenetelmiä ei rajattu tehtävänannossa. Tehtävän suoritusta mitattiin ajanotolla ja mahdolliset laskuvirheet dokumentoitiin.

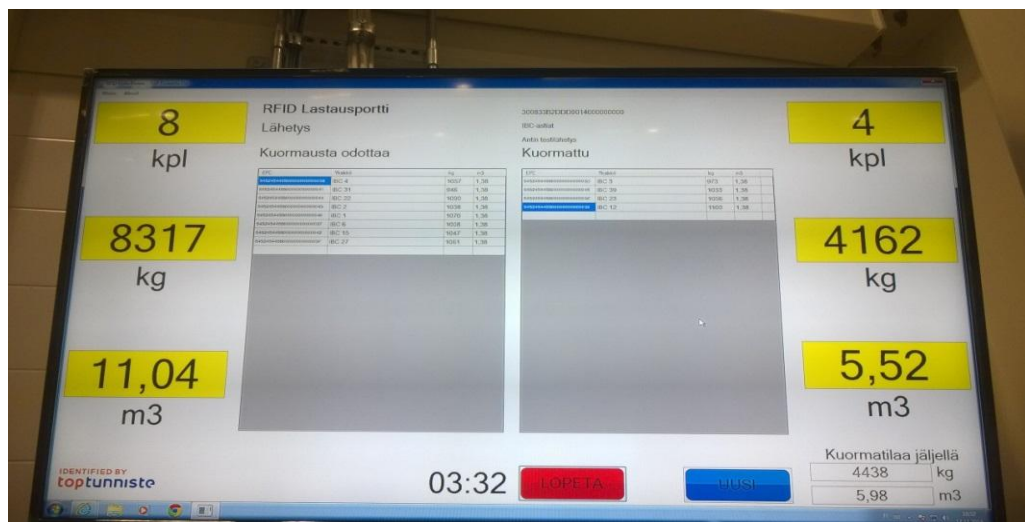


Kuvio 10. Opiskelija laskemassa lavojen painoja ja tilavuuksia manuaalisessa harjoituksessa

RFID- tekniikan käyttöönoton jälkeen harjoitus toistettiin. Lastausalueen lavoihin lisättiin RFID- tunnisteet, jotka sisälsivät massa- ja tilavuustiedot. Lavat kuljetettiin lastattaessa RFID- antennien ja lukijan ohitse. Tällöin opiskelijan siirtämät lavat näkyivät reaaliajassa lastaussillalla sijaitsevalla näytöllä. Näytöltä ilmenee myös lastatut kokonaismassat sekä – kuutiot. Myös tämän harjoituksen osalta tehtiin vertailua ajallisessa suoriutumisessa sekä virheiden määrässä.



Kuvio 11. Lastauslaiturille asennettiin RFID- antennit sekä lukija



Kuvio 12. Lastausnäyttö ilmoittaa lastatut sekä lastausta odottavat kilot ja kuutiot



## 9 RFID- TEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET VARASTO- JA TERMI- NAALITOIMINTOJEN TEHOKKUUTEEN

Tutkimuksessa suoritettiin edellisessä kappaleessa kuvatut neljä harjoitustehtävää, joissa mitattiin harjoitukseen käytettyä aikaa sekä dokumentoitiin mahdolliset virheet ja muut poikkeamat. Tässä kappaleessa esitellään ja analysoidaan näiden mitausten tuloksia.

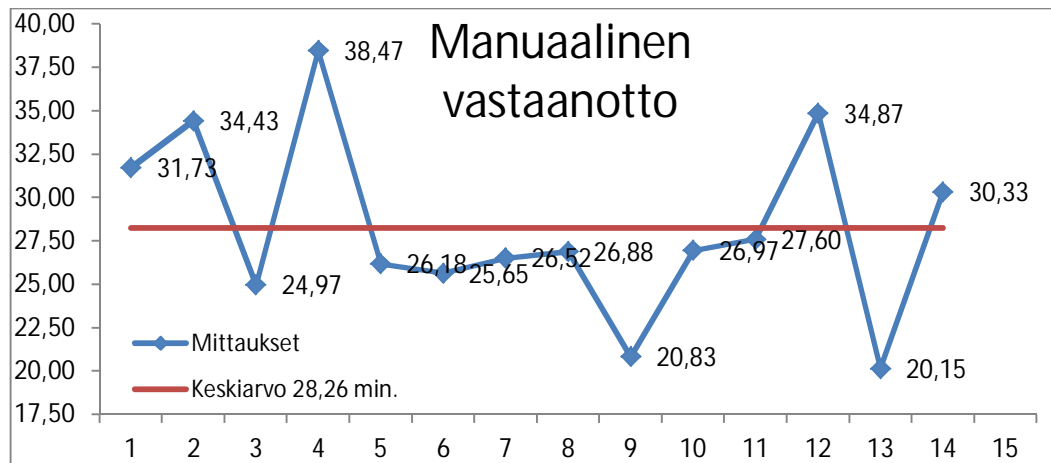
### 9.1 Manuaalisen vastaanoton mittaukset

Manuaalisen vastaanoton mittaukset sujuivat suunnitellusti ilman ongelmia. Taulukossa 3 on esitelty manuaalisen vastaanottoharjoituksen mittaustuloksia. 14 opiskelijan joukosta nopein opiskelija suoriutui harjoituksesta 20,2 minuutissa, eniten aikaa käyttänyt opiskelija tarvitsi harjoituksen tekemiseen 38,5 minuuttia. Nopeimman ja hitaimman suorituksen ero oli 18,3 minuuttia. Keskiarvoksi muodostui 28,3 minuuttia ja keskihajonnaksi 5,2 minuuttia. Harjoitukseen kätkeyistä 52 virheestä löytyi 46 kappaletta eli 82 %. 14 opiskelijasta viidellä jäi vähintään yksi virhe huomaamatta, yhdeltä opiskelijalta jäi kaikki virheet löytämättä. Yhdeksän opiskelijaa löysi kaikki harjoituksen sisältämät virheet. Mittauksen tulokset vastasivat hyvin aiempaa käsitystä ja tutkimustietoa RFID:n vaikutuksista vastaanoton tehostamiseen, ainoastaan molemmat ääripäät nousevat tuloksista selkeästi esiin. Kuviossa 13 on graafisesti esitetty harjoituksen mittaustulokset.

Taulukko 3. Manuaalisen vastaanottoharjoituksen mittaustulokset

Opiskelija	Päiväys	Kok.aika	Virheet	Huomiot
1	20.10.	31min. 44s.	4/4	
2	22.10.	34min. 26s.	4/4	
3	22.10.	24min. 58s.	3/4	Teipit selvisi Tornadoon hyllyttäessä. Huomioliivi jäi huomaamatta.
4	22.10.	38min. 28s.	4/4	Teippien kanssa sekaannus hyllyttäessä.
5	23.10.	26min. 11s.	3/4	Nippuside jäi huomaamatta.
6	23.10.	25min. 39s.	4/4	
7	23.10.	26min. 31s.	4/4	
8	24.10.	26min. 53s.	4/4	
9	24.10.	20min. 50s.	2/4	Nippuside jäi huomaamatta. Maalarinteipit jäi huomaamatta.
10	24.10.	26min. 58s.	4/4	
11	24.10.	27min. 36s.	2/4	Nippuside jäi huomaamatta. Huomioliivi jäi huomaamatta.
12	27.10.	34min. 52s.	0/4	Laski ainoastaan kappalemäärät, ei tarkistanut tuotteita lainkaan.
13	28.10.	20min. 9s.	4/4	
14	28.10.	30min. 20s.	4/4	

Kuvio 13. Manuaalisen vastaanoton mittausten jakautuminen



## 9.2 RFID-vastaanoton mittaukset

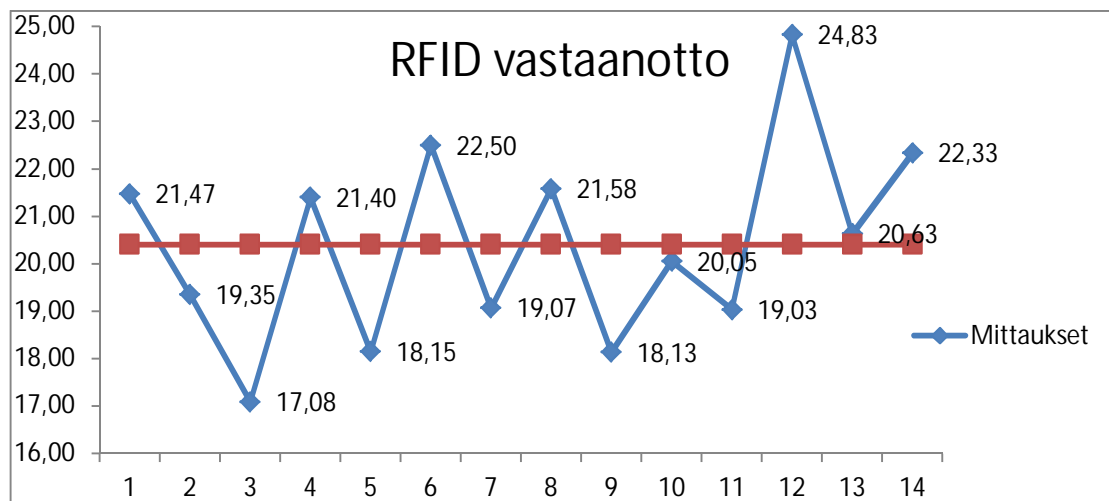
RFID- vastaanoton harjoitukset ja mittaukset onnistuivat lähtökohtiin nähden erinomaisesti, sillä mittaustilanne oli ensimmäinen kerta kun uutta tekniikkaa käytettiin harjoituksissa. Taulukosta 4 voidaan todeta, että mittausten nopein aika oli 21,47 minuuttia ja hitain 17,08 minuuttia. Eroa näillä kehdeillä suorituksella oli 4,38 minuuttia. Kaikkien suoritusten keskiarvo oli 20,4 minuuttia ja keskihajonta 2,1 minuuttia . Kuvioista 14 nähdään, että hajontaa suoritusten välillä on ollut melko paljon.

Taulukko 4. RFID- vastaanoton mittaustulokset

Opiskelija	Päiväys	Vas.oton aika	Luku aika/s	Löytyneet tagit	Kok.aika	Virheet	Huomiot
1	6.11.	4min.30s.	90	47	21min. 28s.	4/4	Käsi pääte "kaatui" kerran.
2	11.11.	3min. 20s.	77	47	19min. 21s.	4/4	
3	11.11.	2min. 30s.	52	47	17min. 5s.	4/4	
4	10.11.	3min. 5s.	40	47	21min. 24s.	4/4	
5	10.11.	3min. 27s.	151	47	18min. 9s.	4/4	
6	12.11.	2min. 36s.	155	47	22min. 30s.	4/4	Tiedoston purussa ongelmia.
7	11.11.	3min. 13s.	83	47	19min. 4s.	4/4	
8	6.11.	3min. 17	93	47	21min. 35s.	4/4	
9	12.11.	3min. 33s.	89	47	18min. 8s.	4/4	
10	12.11.	3min. 6s.	114	46	20min. 3s.	4/4	1 tag (CD-lew) jäi löytymättä.
11	10.11.	3min. 20s.	60	47	19min. 2s.	4/4	
12	27.10.	3min	73	47	24min. 50s.	4/4	
13	28.10.	3min. 7s	68	47	20min. 38s.	4/4	
14	28.10.	3min. 50s.	106	47	22min. 20s.	4/4	

RFID- tekniikan käyttäminen mahdollisti tässä harjoituksessa tarkastella harjoitukseen käytettyä aikaa useamman osa-alueen kautta. Harjoituksessa kyettiin mittaamaan esimerkiksi pelkän vastaanottotarkistuksen osuus käytetystä kokonaisajasta. Opiskelijoilla kului keskimäärin 8,28 minuuttia tavaroiden tarkastamiseen, purkamiseen ja tiedon käsittelyyn, tästä ajasta keskimäärin 3,28 minuuttia meni tavaroiden tunnisteiden lukemiseen ja tuotteiden purkamiseen laatikoista. Tiedostojen purku ja Excel- tarkistustyökalun käyttö vei aikaa keskimäärin viisi minuuttia. Tavaroiden hyllyttäminen vei keskimäärin 12,12 minuuttia. Tutkimuksessa vertailtiin harjoitusten kokonaisaikaa, mutta eri suoritusten väliaikojen mittaaminen antoi paremman käsityksen tehtävän eri vaiheisiin käytetystä ajasta. Tämä oli mielestäni kokonaisuuden hahmottamisen kannalta järkevä ratkaisu.

Kuvio 14. RFID- vastaanoton mittausten jakautuminen



Tunnisteiden luku onnistui lähes täydellisesti, ainoastaan yksi tunniste jäi löytymättä. Tämä tunniste oli kiinnitetty CD-levyn pintaan. Jo ennen harjoitusta oli tiedossa, että CD-levyihin kiinnitettyjen tunnisteiden tunnistaminen voi olla hankalaa. Metallien tiedetään yleisesti heikentävän radiosignaalin voimakkuutta. CD-levyt sisältävät alumiinikerroksen, joka osoittautui hieman haasteelliseksi tekijäksi tunnistamisen kannalta. On myös todettava, että yhden tunnisteiden löytymättä jääminen 658 tunnisteiden joukosta ei ollut tässä harjoituksessa kovin merkittävä tekijä. Löytymättä jääneen tunnisteiden osuus kokonaismäärästä oli noin 0,15%. Mikäli

tunnistettavien nimikkeiden volyyymi olisi suurempi, tunnistamatta jääneiden nimikkeiden merkittävyys kasvaisi ja hävikkiä alkaisi muodostua. Tällöin 0,15%:lla olisi jo merkittävää taloudellista vaikutusta.

Käsipäätteellä 47 tunnisteiden keskimääräinen lukuaika oli 89 sekuntia. Lukuajalla tarkoitetaan lähetyksen sisältämien tunnisteiden tunnistamiseen kulunutta aikaa. Tunnistamisen lisäksi opiskelijan täytyi purkaa laatikko tuotteista, tarkastaa saapunut lähetys Excelissä sekä hyllyttää tuotteet. Yksi merkittävä ero manuaalisen ja RFID:n välillä oli se, että RFID- menetelmää käyttäen kaikki kätkeytyt virheet löytyivät, onnistusprosentti oli siis täydet 100%. Manuaalisessa vastaanotosta virheistä löytyi 82%.

### 9.3 Manuaalisen- ja RFID- vastaanoton vertailu

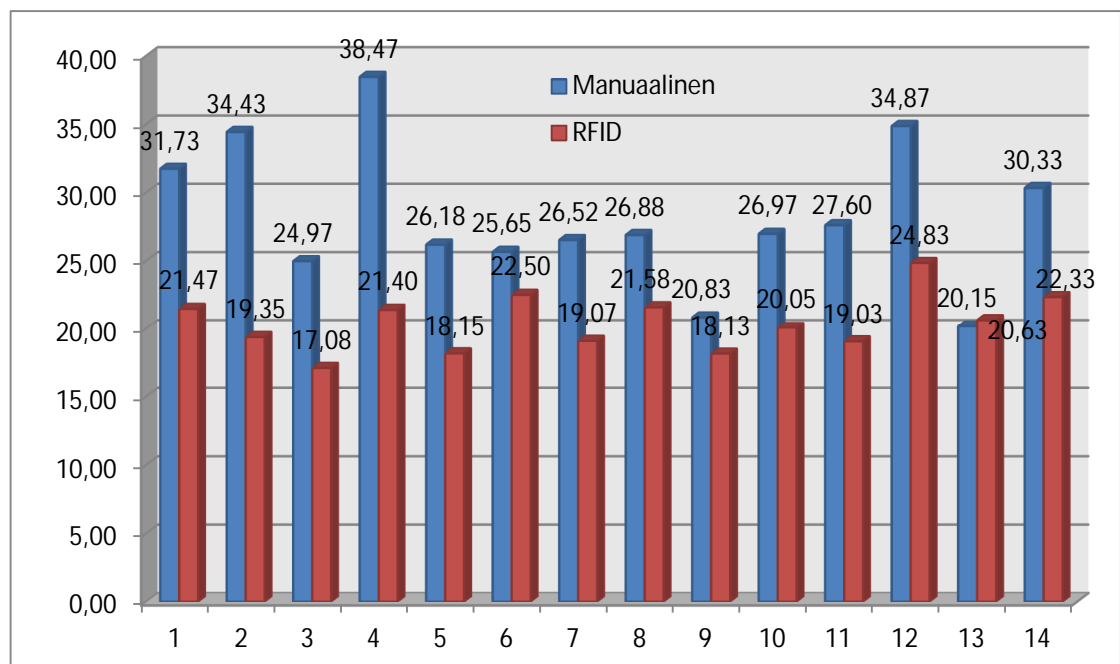
Kahden eri menetelmän tuloksia vertaillen taulukosta 5 käy ilmi, että RFID- vastaanotto on manuaalista vastaanottoa selvästi nopeampi tapa vastaanottaa tavaroita. Alla olevasta taulukosta selviää, että opiskelijat suorituivat vastaanottoharjoituksesta keskimäärin 7,85 minuuttia eli 28 % manuaalista vastaanottoa nopeammin. Opiskelijoista kaksi pystyi suoriutumaan jopa 44% nopeammin. Tuloksia tarkastellessa on syytä todeta, että RFID- harjoituksessa oli yksi ylimääräinen vaihe normaaliin työelämän tilanteeseen verrattuna. Opiskelijat tekivät tunnisteiden lukemisen jälkeen vertailun Excel- työkalulla. Tällaista välivaihetta ei normaalioloissa olisi, vaan tieto siirtyisi suoraan varastonhallintaohjelmaan tai toiminnanohjausjärjestelmään. Mikäli tämä tarkastusvaihe olisi jätetty harjoituksesta pois, olisi tulokset olleet vieläkin parempia.

Taulukko 5. Mittaustulokset

Opiskeilija	Kokonaisaika			
	Manuaalinen	RFID	Erotus	
1	31,73	21,47	10,27	32 %
2	34,43	19,35	15,08	44 %
3	24,97	17,08	7,88	32 %
4	38,47	21,40	17,07	44 %
5	26,18	18,15	8,03	31 %
6	25,65	22,50	3,15	12 %
7	26,52	19,07	7,45	8,45
8	26,88	21,58	5,30	20 %
9	20,83	18,13	2,70	13 %
10	26,97	20,05	6,92	26 %
11	27,60	19,03	8,57	31 %
12	34,87	24,83	10,03	29 %
13	20,15	20,63	-0,48	-2 %
14	30,33	22,33	8,00	26 %
<b>ka.</b>	<b>28,26</b>	<b>20,40</b>	<b>7,85</b>	<b>28 %</b>

Yleisesti ottaen opiskelijoiden suoritukset nopeutuivat merkittävästi. Taulokosta 5 ja kuvioista 15 voidaan hyvin havaita yksi hyvin poikkeava mittaustulos. Opiskelija numero 13 on suoriutunut manuaalisesta harjoituksesta hivenen nopeammin kuin RFID- vastaanotosta. Tulosta on vaikea selittää muuten kuin toteamalla opiskelijan olleen todella nopea ensimmäisessä harjoituksessa ja uutena sekä outona menetelmänä RFID ei nopeuttanut opiskelijaa lainkaan.

Kuvio 15. Mittaustulosten vertailu



## 9.4 Lastausharjoitusten mittaukset ja vertailu

Manuaalisessa lastausharjoituksessa keskimääräinen harjoitukseen käytetty aika oli 13 minuuttia. Taulukosta 6 voidaan havaita, että nopein aika 7,99 minuuttia ja hitain 28,86 minuuttia. Näiden kahden ajan erotus on jopa 20,87 minuuttia. Mikäli hitain tulos jätetään pois, keskiarvo on 11,8 minuuttia. Manuaalisessa lastausharjoituksessa ilmeni kaksi opiskelijan tekemää laskuvirhettä.

Taulukko 6. Lastausharjoitusten mittaustulokset

Opiskelija	Manuaalinen (min)	RFID (min)	Erotus (min)	Erotus (%)	Huomioita
1	7,99	4,33	3,7	46 %	Kuutioissa ero; opisk. 4,5/rfid 4,7
2	9,98	5,20	4,8	48 %	
3	14,82	10,33	4,5	30 %	1 tag jäi löytymättä (koodausvirhe)
4	9,1	6,33	2,8	30 %	
5	28,86	11,67	17,2	60 %	
6	14,78	8,83	5,9	40 %	
7	12	8,67	3,3	28 %	1000kg:n ero kiloissa (laskuvirhe)
8	9,86	5,83	4,0	41 %	
9	8,81	4,2	4,6	52 %	
10	9,23	7,03	2,20	24 %	
11	8,45	4,5	4,0	47 %	
12	16,55	8,33	8,22	50 %	
13	19,2	10	9,2	48 %	
14	12,89	7,5	5,39	42 %	
<b>ka.</b>	<b>13,0</b>	<b>7,3</b>	<b>5,7</b>	<b>42 %</b>	

RFID- lastauksessa suorituksen aikakeskiarvo oli 7,3 minuuttia. Nopein suoritus oli 4,2 minuuttia ja hitain 11,67 minuuttia. Mittauksessa jäi löytymättä yksi tunnistus. Selvittelyn jälkeen syyksi todettiin koodausvirhe, joten järjestelmään liittyvistä ongelmista ei ollut kyse.

Kun kahden harjoituksen tuloksia vertaillaan keskenään, voidaan RFID- lastauksen todeta olleen merkittävästi nopeampi tapa kuin manuaalinen, sillä harjoitusten keskimääräinen aikaerotus oli 5,7 minuuttia eli 42 % RFID:n hyödyksi. Manuaalisessa lastauksessa 14 % (2 henkilöä) teki virheen tilavuuden tai kilojen laskemisessa. RFID- lastauksessa ei havaittu ainuttakaan ristiriitaa lastattujen yksiköiden ja lastausnäytön välillä, joten tältäkin osin RFID oli tehokkaampi menetelmä. Tulokset ovat olleet mielestäni hyvin linjassa sen tiedon kanssa mitä muissa vastaavanlaisissa tutkimuksissa ja

raporteissa on esitetty. Itse asiassa tulokset ovat jopa maltillisia kappaleessa 6.2.6 esitettyihin aiempiin tutkimustuloksiin. Gerry Weber on onnistunut nopeuttamaan vastaanottoprosessiaan jopa 91 %, Mark & Spencerin vastaavaluku on 83 %. Tämän oppilaitoksessa suoritettujen tutkimusten tulosten mukaan RFID- teknologian tehokkuus verrattuna manuaalisiin menetelmiin on merkittävä ja kiistaton. Oppilaitosharjoitusten otokset ovat kuitenkin melko pieniä verrattuna todellisiin toimitusketjuihin, joten tuloksien merkittävyyttä ei pidä korostaa liikaa.

## 10 RFID- TEKNOLOGIAN VAIKUTUKSET MOTIVAATION

Tutkimuksessa opiskelijoiden motivaatiota sekä kiinnostusta manuaalisia ja RFID-harjoituksia kohtaan mitattiin opiskelijakyselyillä. Motivaatiota ja kiinnostusta tutkittiin kontrolloidun E-lomakekyselyn avulla. Opiskelijat vastaavat monivalintakysymyksiin molemmissa harjoituksissa ennen RFID- tekniikan käyttöönottoa sekä käyttöönoton jälkeen. Kysely toteutettiin Webropol- kyselyohjelmistolla. Opiskelijat vastasivat väittämiin valitsemalla mielestään sopivimman vaihtoehdon asteikolla 1- 5 (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).

### 10.1 Tavarantoimituksen opiskelijakyselyt

Tavarantoimituksen opiskelijakyselyssä pyrittiin selvittämään opiskelijoiden kiinnostuksen ja motivaation tasoa harjoitusta kohtaan seitsemän erilaisen väittämän avulla. Kysely päätettiin toteuttaa väittämien avulla. Opiskelijat vastasivat jokaiseen väittämään asteikolla 1-5. Kyselyssä vastausvaihtoehdot olivat seuraavat: 1 =täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä. Kyselyn väittämät olivat samat molemmissa kyselyissä, jotta kyselyt olisivat vertailukelpoisia keskenään. Väittämät pyrittiin määrittämään siten, että tyytyväisyys harjoitusta kohtaan saataisiin selvitettyä. Lisäksi haluttiin selvittää toivotaanko harjoitusta mahdollisesti tehtävän eri tavalla. Väittämät 5 ja 6 asetettiin sisällöltään samanlaisiksi, jotta vastaajien mielipiteet saataisiin varmasti

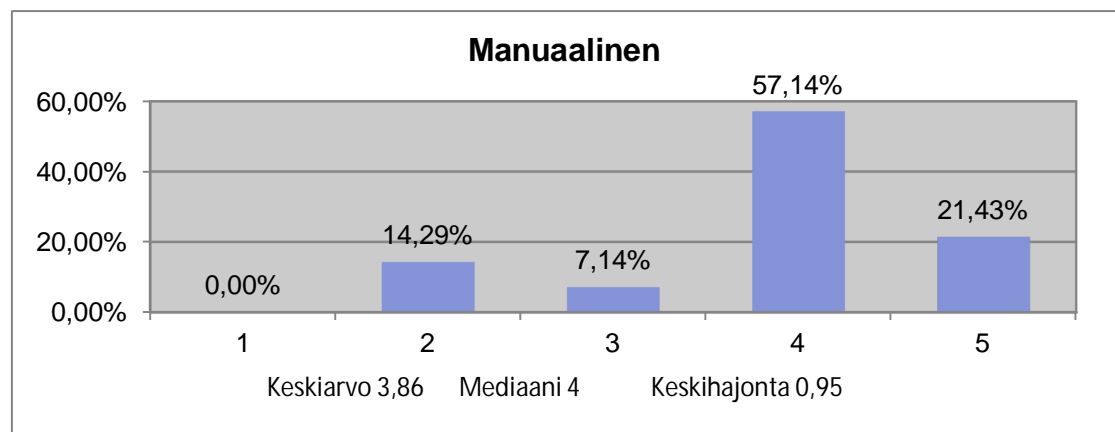
oikein tulkittua. Opiskelijakyselyiden laatiminen on haastavaa, sillä kyselyihin vastataan toisinaan hyvin kiireellisesti ja huolimattomasti. Tästä syystä kysymysten ja väittämien tulee olla hyvin määritelty. Yhtenä vaihtoehtona tutkimuksessa oli käyttää kärjistäviä ja provokatiivisia väittämiä, kuten "tekemäni harjoitus oli tylsä". Väittämät päätettiin kuitenkin pitää neutraaleina, jotta ne eivät johdattelisi vastaajia. Vastaajat olivat opintonsa päättäviä tunnollisia opiskelijoita, tarvetta kärjistäville väittämille nähty. Kyselyyn vastattiin välittömästi harjoituksen tekemisen jälkeen, tällöin ajatukset olivat vielä kirkkaina mielessä. Mikäli kyselyn ajankohta olisi ollut myöhemmässä vaiheessa tutkimusta, kärjistävien väittämien käyttäminen olisi ollut perustellumpaa. Tavarantoiminnan vastaanoton kyselyyn vastasi 14 opiskelijaa.

Opiskelijakyselyn väittämät:

1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.
2. Harjoitus lisäsi osaamistani.
3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.
4. Suoriuduin harjoituksesta mielestäni nopeasti.
5. Harjoittelisin vastaanottoa mieluummin muulla tavalla.
6. Haluan vastaanottaa lähetykset tulevaisuudessakin tällä tavalla.
7. Vastaanoton prosessia tulisi kehittää.

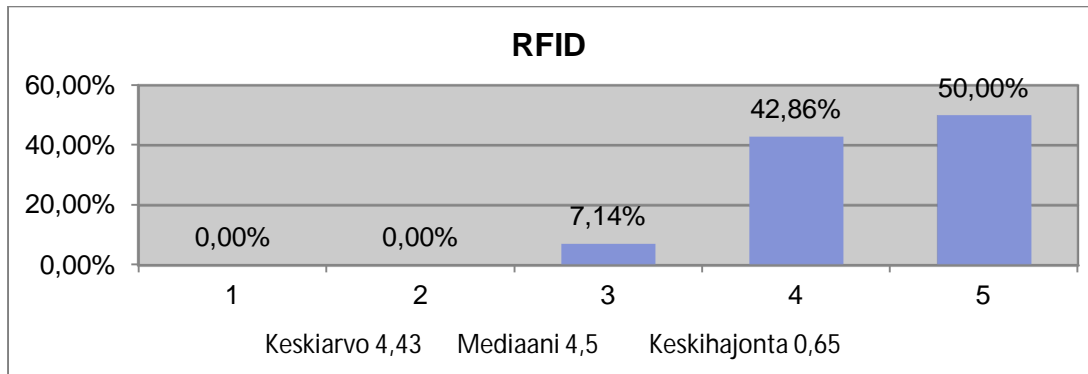
1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.

Kuvio 16. Väittämän 1 vastaukset manuaalisen vastaanoton jälkeen





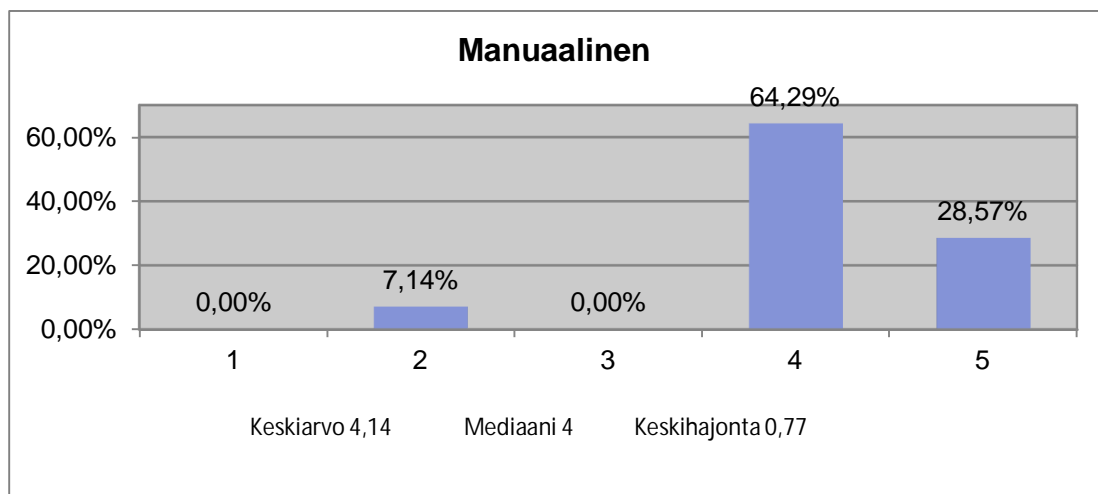
Kuvio 17. Väittämän 1 vastaukset RFID vastaanoton jälkeen



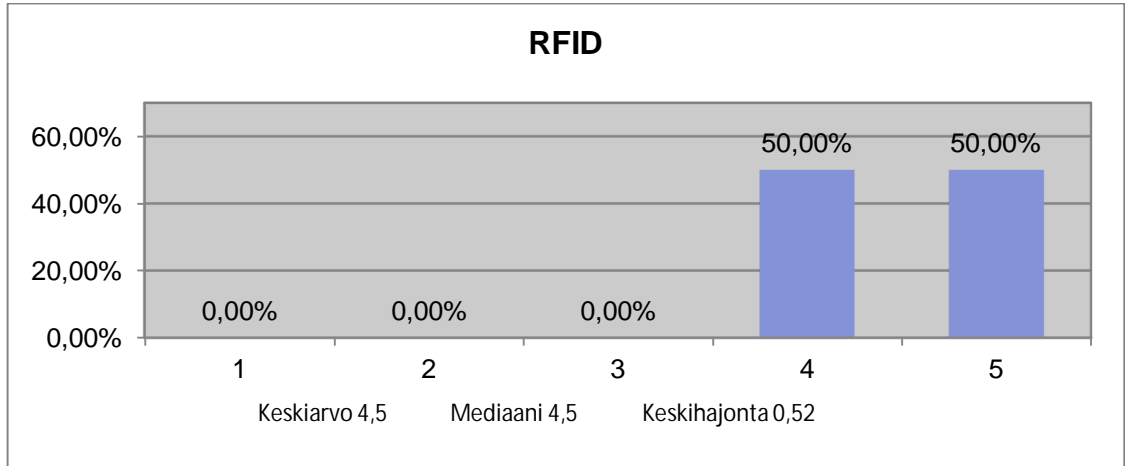
Kuvioissa 16 ja 17 esitellyjen vastauksien perusteella RFID- vastaanotto koettiin huomattavasti mielenkiintoisempuna harjoituksena kuin manuaalinen vastaanotto. Oletettavasti RFID- teknologia koettiin mielenkiintoisena, koska uuden teknologian käyttö on opiskelijoiden mielestä uusi ja kiinnostavaa menetelmä tavaran vastaanottoon. Lisäksi kiinnostavuutta saattoi lisätä tehtävästä huomattavasti nopeampi suoriutuminen RFID:n avulla. Toisaalta manuaalista harjoitusta on toistettu useita kertoja ja opiskelijat ovat myös käyttäneet samaa menetelmää toistuvasti työssäoppimajaksoillaan. Vastauksissa oli manuaalisen vastaanoton osalta hieman enemmän hajontaa kuin RFID:n kohdalla.

## 2. Harjoitus lisäsi osaamistani.

Kuvio 18. Väittämän 2 vastaukset manuaalisen vastaanoton jälkeen



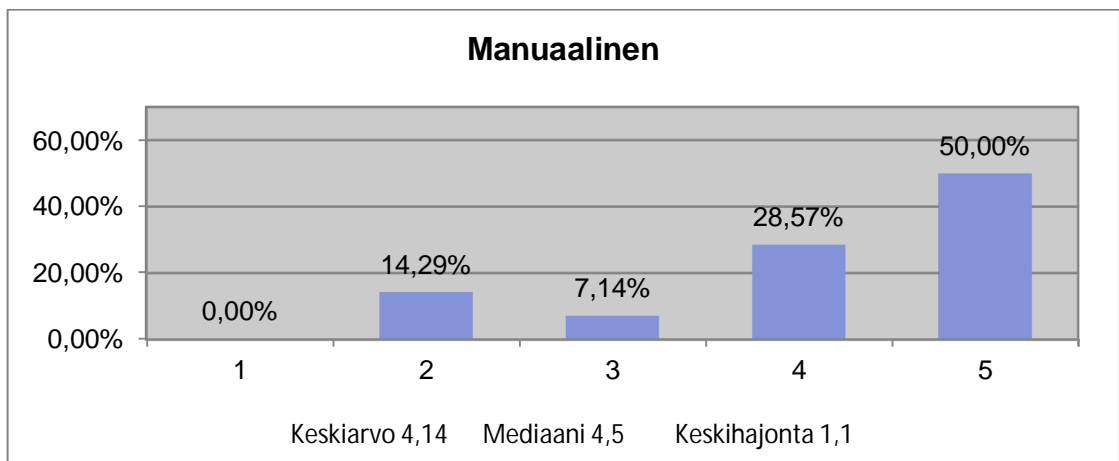
Kuvio 19. Väittämän 2 vastaukset RFID vastaanoton jälkeen



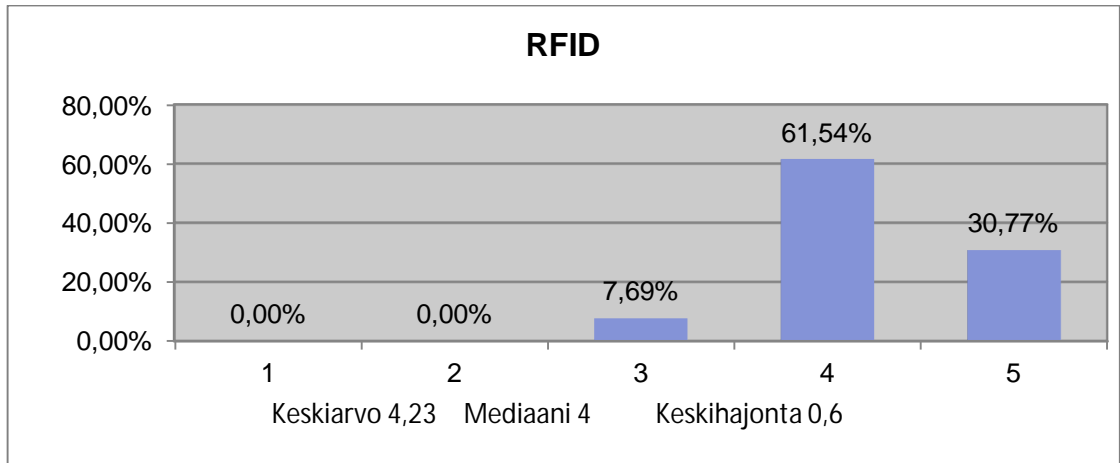
Väittämän 2 vastauksien jakauma on esitetty kuvioissa 18 ja 19. RFID- teknologian koettiin lisäävän osaamista vain hieman enemmän kuin manuaalisen vastaanoton. Tulos on mielestäni keskiarvon suhteen yllättävä, sillä manuaalista vastaanottoa on harjoiteltu opintojen aikana useasti. Silti osaamisen koettiin lisääntyvän tälläkin kertaa. RFID:n osalta tulos on odotetunlainen, puolet vastasi ”jokseenkin samaa mieltä” ja puolet ”täysin samaa mieltä”. Kun taas manuaalisen vastaanoton osalta 7, 14 % opiskelijoista vastasi ”jokseenkin eri mieltä”, 64,29 % vastasi ”jokseenkin samaa mieltä” ja 28,57 % oli väittämästä täysin samaa mieltä. Manuaalisen vastaanoton kyselyissä keskihajonta oli 0,77 kun taas RFID:n kyselyissä se oli 0,52.

3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.

Kuvio 20. Väittämän 3 vastaukset manuaalisen vastaanoton jälkeen



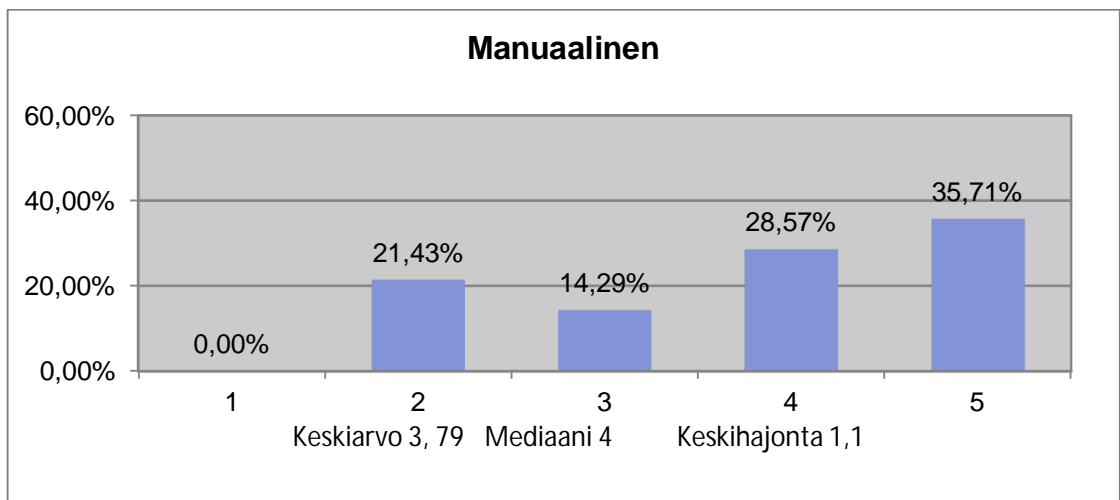
Kuvio 21. Väittämän 3 vastaukset RFID vastaanoton jälkeen



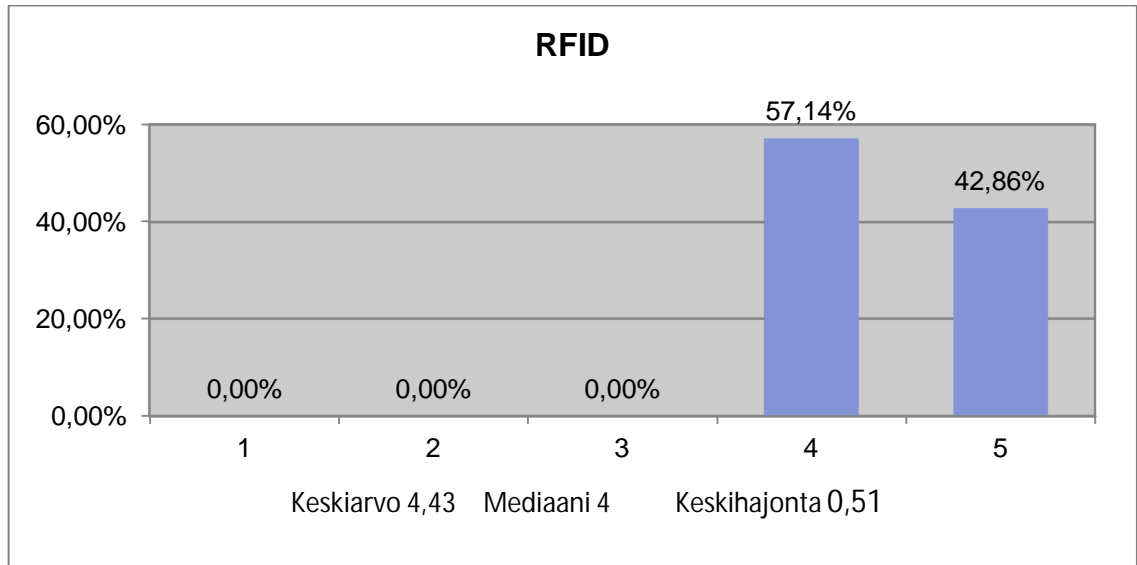
Tämän väittämän tulos on mielenkiintoinen, sillä opiskelijoiden mielestä RFID- vastaanotto kuvastaa hieman paremmin todellista työelämän tilannetta kuin manuaalinen vastaanotto. Yksikään opiskelija ei kuitenkaan ole työelämässä vastaanottanut lähetyksiä RFID- teknologialla. Opiskelijoiden vastaukset viittaavat siihen, että heidän mielestään tilanne voisi olla todellinen työelämässä vaikka omia kokemuksia ei olekaan. Vastauksista voisi myös päätellä, että opiskelijoiden mielestä RFID- vastaanotto tulee yleistymään työelämässä. Kuvioita 20 ja 21 vertailemalla voidaan todeta, että muiden väittämien tapaan tässäkin kohdassa manuaalisen vastaanoton vastauksissa oli enemmän hajontaa kuin RFID- vastaanoton vastauksissa.

#### 4. Suoriuduin harjoituksesta mielestäni nopeasti.

Kuvio 22. Väittämän 4 vastaukset manuaalisen vastaanoton jälkeen



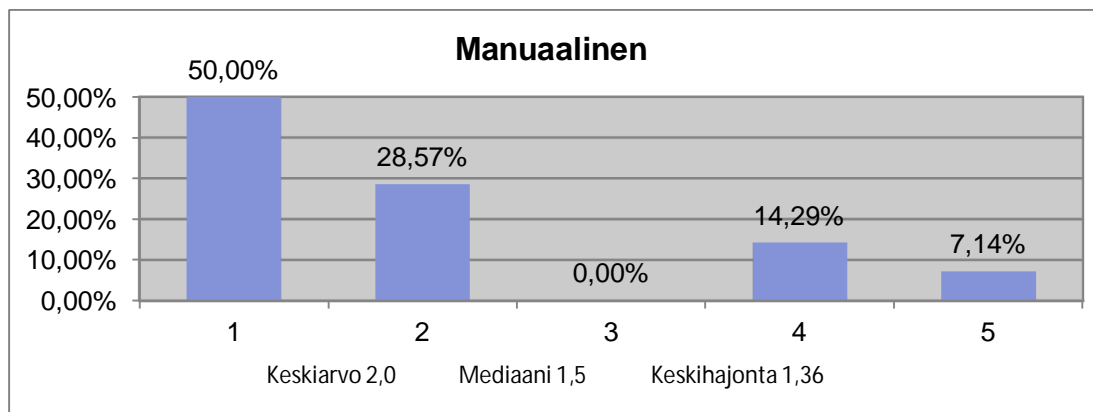
Kuvio 23. Väittämän 4 vastaukset RFID vastaanoton jälkeen



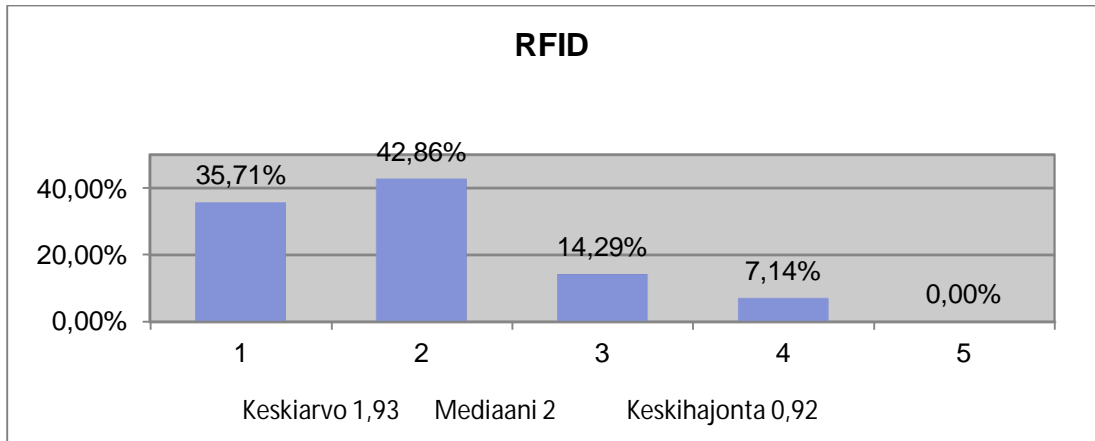
Kuvioissa 22 ja 23 on esitetty väittämän 4 vastausten jakautuminen. Vastaajista selvä enemmistö oli sitä mieltä, että he suoriutuivat RFID- vastaanotosta joko suhteellisen nopeasti tai nopeasti. Vastauksia tukevat myös mittauksissa suoritettut ajalliset vertailut. Manuaalisen vastaanoton vastauksissa hajontaa oli paljon, mikä saattaa selittyä väittämän erilaisella ymmärtämisellä opiskelijoiden keskuudessa. Osa saattoi kokea, että suoriutui harjoituksesta tehtävänantoon ja vaativuuteen nähden nopeasti, kun osa on taas ajatellut ajankäyttöä yleisesti ilman suhteutusta tehtävään. Jälkikäteen ajateltuna kysymyksen olisi voinut muotoilla toisin, esimerkiksi "harjoituksen tekemiseen kului vähän aikaa".

5. Harjoittelisin vastaanottoa mieluummin muulla tavalla.

Kuvio 24. Väittämän 5 vastaukset manuaalisen vastaanoton jälkeen



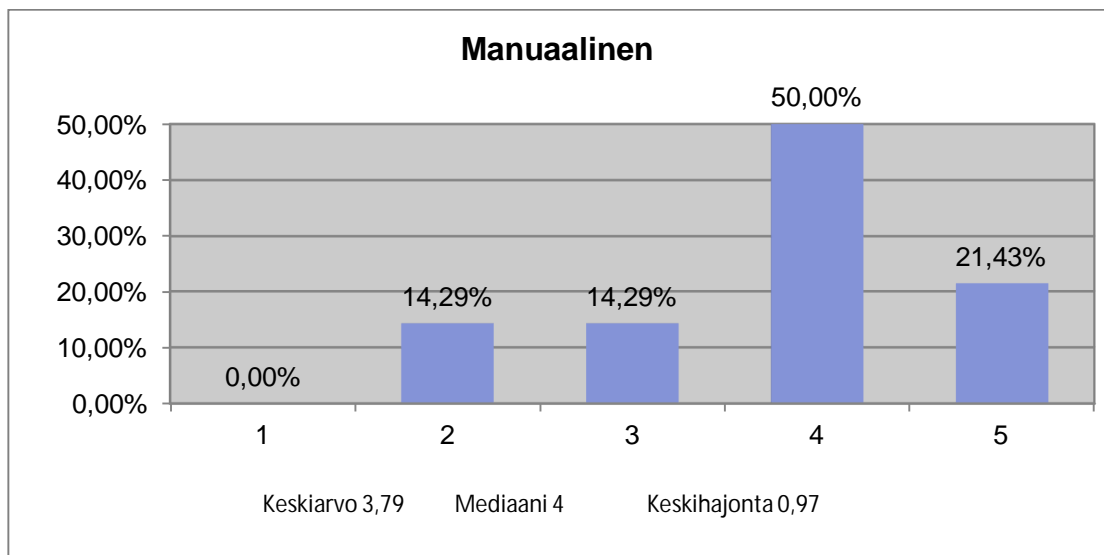
Kuvio 25. Väittämän 5 vastaukset RFID vastaanoton jälkeen



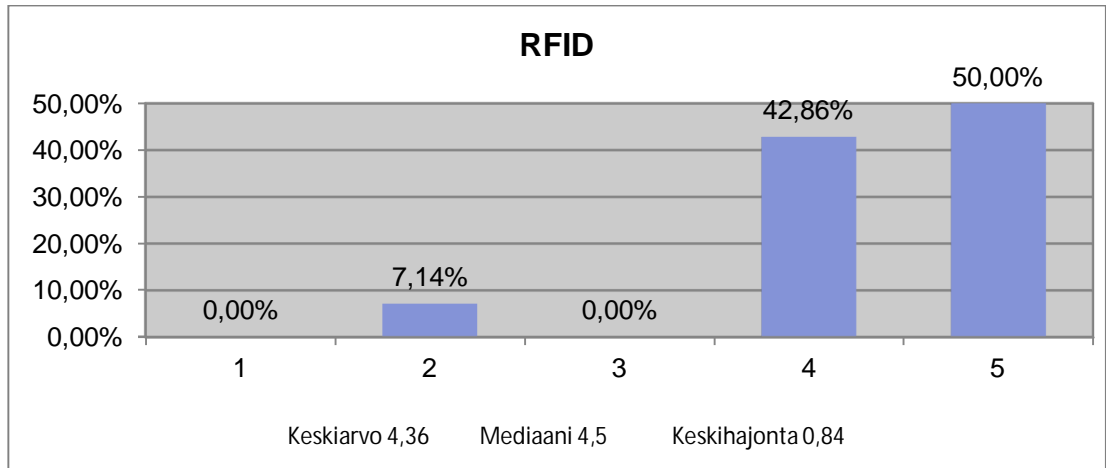
Tämän väittämän vastauskeskiarvo on lähes sama molemmissa kyselyissä, kuten kuvioista 24 ja 25 voidaan todeta. Suuria johtopäätöksiä ei vastauksista voida vetää, mutta molemmat menetelmät vaikuttavat kuitenkin olleen suhteellisen mieluisia tapoja. Tosin manuaalinen harjoitus on saanut jonkin verran 4. ja 5. vastauksia.

6. Haluan vastaanottaa lähetykset tulevaisuudessakin tällä tavalla.

Kuvio 26. Väittämän 6 vastaukset manuaalisen vastaanoton jälkeen



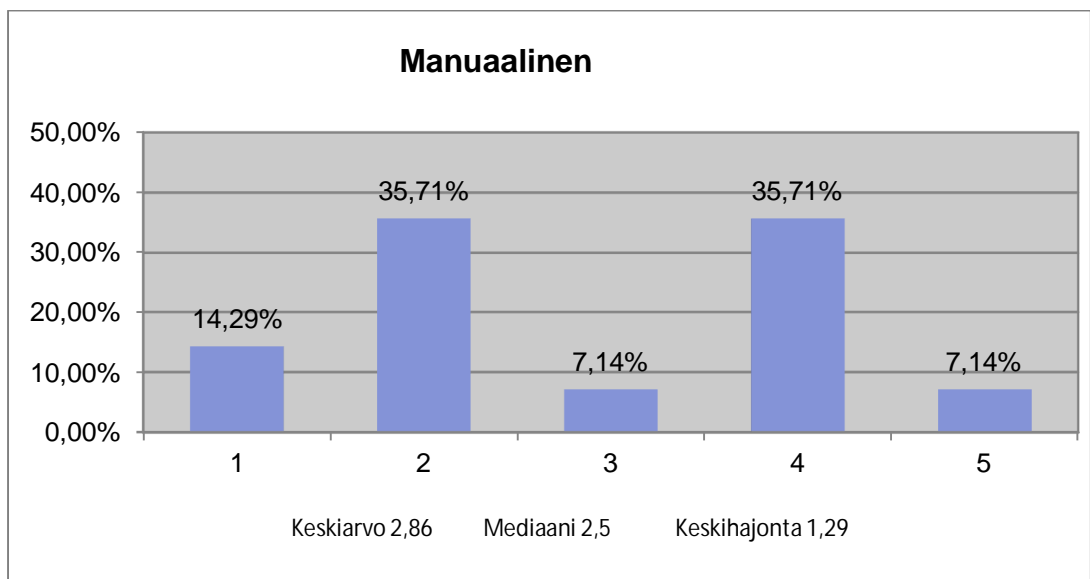
Kuvio 27. Väittämän 6 vastaukset RFID vastaanoton jälkeen



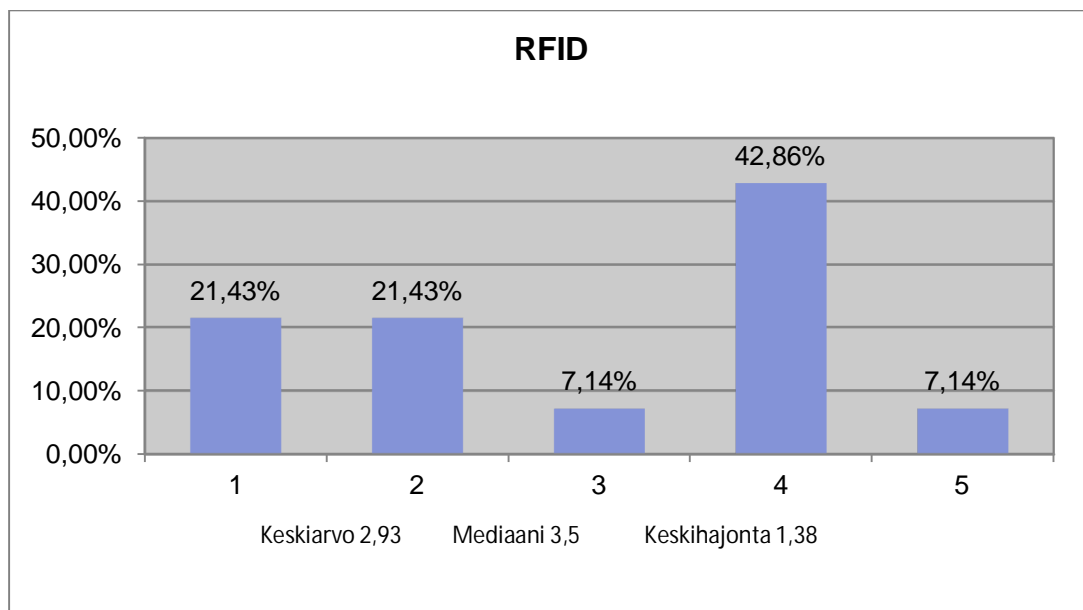
Kyselyn 6. väittämä on käänteinen väittämälle 5. Tällä haluttiin varmistua, että väittämät tulevat ymmärretyiksi oikein ja, että opiskelijat vastaavat loogisesti. Kuvioissa 26 ja 27 on esitetty opiskelijoiden vastausten jakautuminen. Väittämien 5 ja 6 tulokset ovat hyvin samansuuntaiset, tosin 6. väittämän kohdalla RFID- vastaanotto on saanut enemmän kannatusta. Väittämien 5 ja 6 yhteenvetona voidaan todeta RFID- vastaanoton olevan hieman mieluisampi ja halutumpi harjoitusvaihtoehto kuin manuaalinen vastaanotto.

7. Vastaanoton prosessia tulisi kehittää.

Kuvio 28. Väittämän 7 vastaukset manuaalisen vastaanoton jälkeen



Kuvio 29. Väittämän 7 vastaukset RFID vastaanoton jälkeen



Kuten kuvioista 28 ja 29 kyetään havaitsemaan, väittämä 7:n tulokset olivat keskiarvojen mukaan hyvin samanlaiset ja sinällään kumoavat toisensa. Jälkikäteen ajateltuna väittämä on huonosti muotoiltu ja se on varmasti myös aiheuttanut vastaajissa sekaannusta. Prosessi- sanan olisi voinut korvata esimerkiksi sanalla harjoitus. Koko väittämän olisi voinut muotoilla uudelleen, esimerkiksi "Vastaanottoharjoituksessa tulisi kokeilla uusia menetelmiä". Väittämän 7 tulokset eivät tuoneet tutkimukseen mitään lisäarvoa, joten jätän ne huomioimatta loppuyhteenvedossa.

## 10.2 Kuorman lastaamisen opiskelijakyselyt

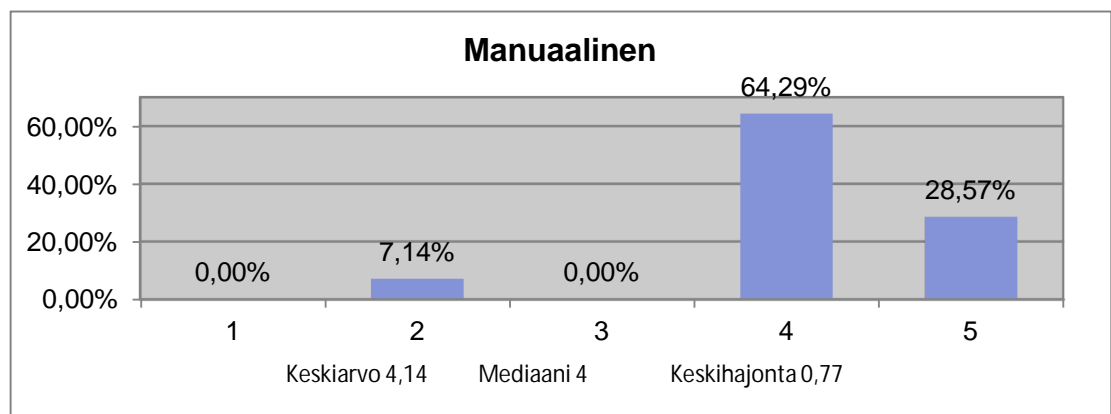
Kuorman lastaamisen opiskelijakyselyssä pyrittiin selvittämään opiskelijoiden kiinnostuksen ja motivaation tasoa harjoitusta kohtaan kahdeksan erilaisen väittämän avulla. Kyselyn väittämät olivat samat molemmissa kyselyissä, jotta kyselyt olisivat vertailukelpoisia keskenään. Vastaanoton harjoituksessa haluttiin toistaa samoja väittämiä kuin vastaanottoharjoituksissa, täten vertailujen tekeminen kahden eri harjoituksen välillä oli mahdollista. Lastausharjoituksen kyselyyn vastasi 14 opiskelijaa.

Opiskelijakyselyn väittämät:

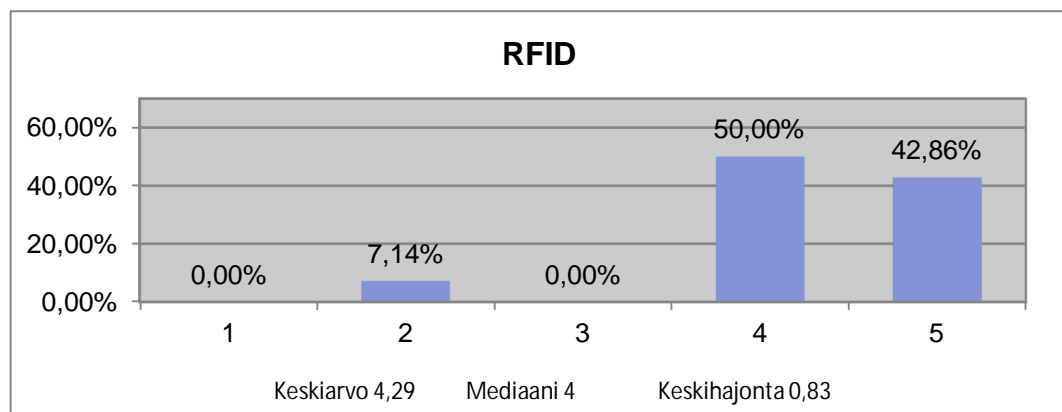
1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.
2. Harjoitus lisäsi osaamistani.
3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.
4. Kuorman suunnittelu ja lastaaminen oli helppoa.
5. Lastattavan massan ja tilavuuden hahmottaminen oli helppoa.
6. Haluan lastata kuormat tulevaisuudessakin tällä tavalla.
7. Harjoittelisin lastaamista mieluummin muulla tavalla.
8. Lastaamisen käytäntöä tulisi kehittää.

1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.

Kuvio 30. Väittämän 1 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



Kuvio 31. Väittämän 1 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen

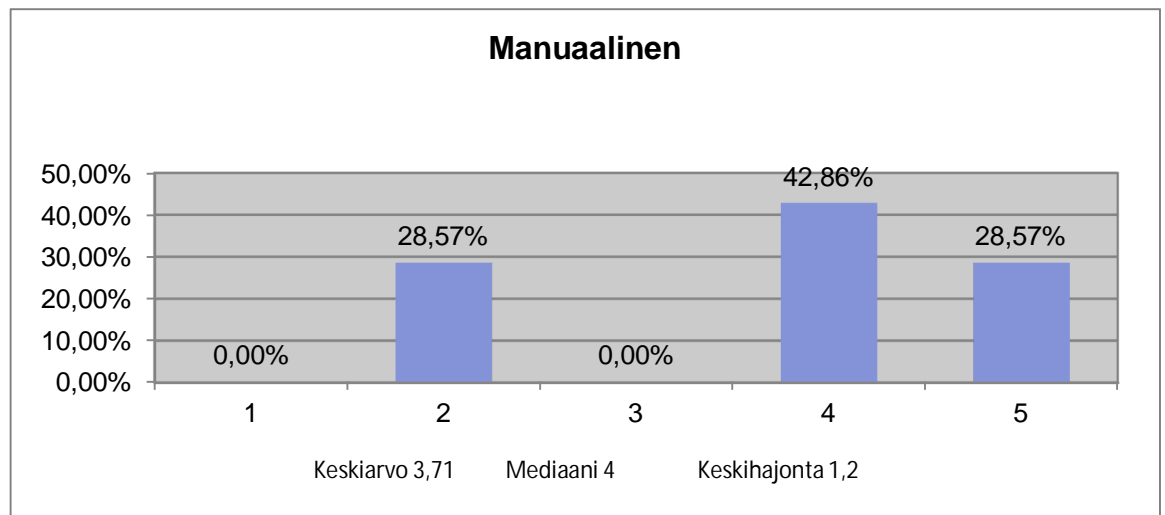




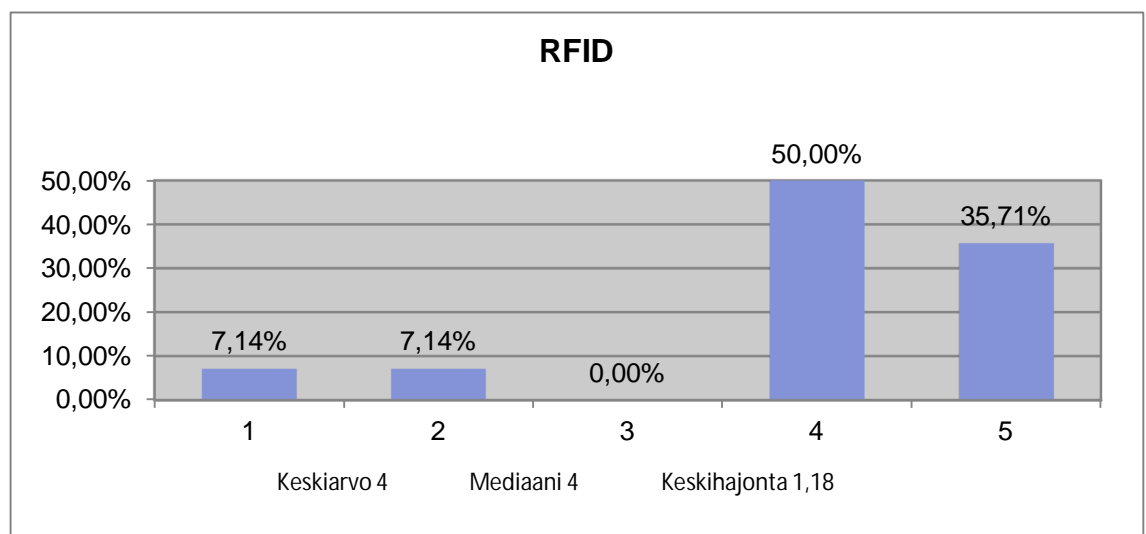
Vertailemalla kuvioita 30 ja 31 molemmat harjoitukset ovat olleet opiskelijoiden mielestä lähes yhtä kiinnostavia. Vastausten hajontakin on molemmissa kyselyissä samaa luokkaa. Tulosta voi pitää hieman yllättävänä, sillä manuaalisen vastaanoton oletettiin saavan heikomman keskiarvon, sillä opiskelijat ovat tehneet paljon vastaanantaisia harjoituksia. Toisaalta tuloksista voidaan todeta, että harjoitus on koettu tarpeelliseksi ja täten myös kiinnostavaksi. RFID- lastauksen tulos on hyvin oletetunlainen. Menetelmien välinen ero jäi tässä väittämässä todella pieneksi.

## 2. Harjoitus lisäsi osaamistani.

Kuvio 32. Väittämän 2 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



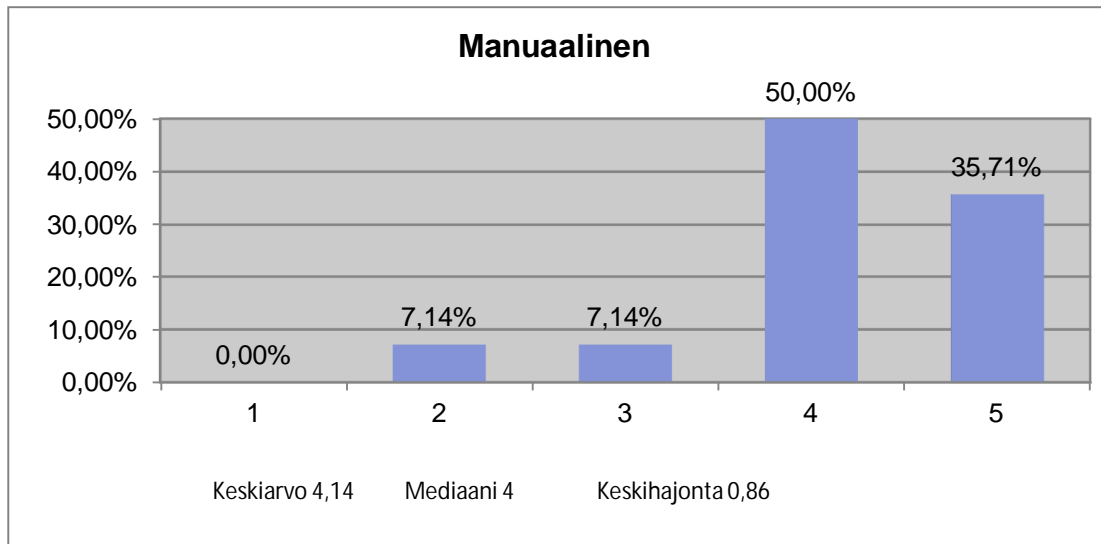
Kuvio 33. Väittämän 2 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen



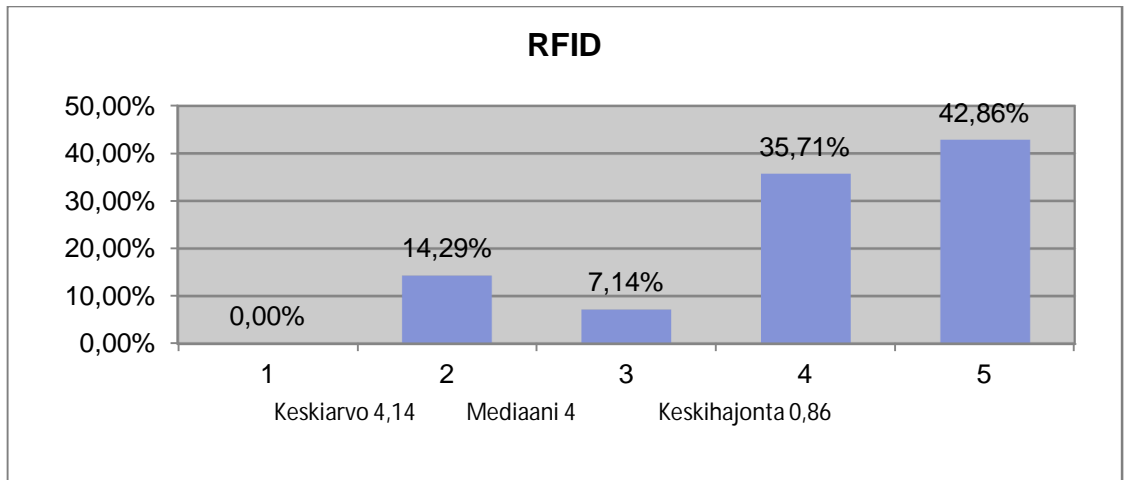
Keskiarvon mukaan molempien harjoitusten koettiin lisäävän osaamista. Manuaalisesti suoritettu harjoitus oli toistunut samankaltaisena useasti opiskelijoiden opintojen aikana ja olisi voinut olettaa, että rutinoitumisen takia koettu osaamisen lisääntyminen olisi ollut vähäisempää. Kuvioista 32 ja 33 voidaan todeta, että keskiarvojen mukaan eroa manuaalisen ja RFID- harjoituksen välillä ei ollut merkittävästi. Jos vastauksista kuitenkin tarkastelee väittämien 1 ”täysin eri mieltä” ja 2 ”jokseenkin eri mieltä” osalta, eroa on havaittavissa. Manuaalisen vastaanoton kohdalla lähes 30 % vastaajista ei kokenut osaamisensa lainkaan tai juurikaan lisääntyneen. RFID- harjoituksen kohdalla noin puolet vähemmän koki samoin. Osaamisen lisääntyminen RFID- vastaanotossa oli hyvin ennustettavissa, sillä uuden teknologian käyttäminen oletettavasti lisää kaikkien osaamista. Tässä tapauksessa lisääntynyt osaaminen oli lähinnä tietotaitoa.

3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.

Kuvio 34. Väittämän 3 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



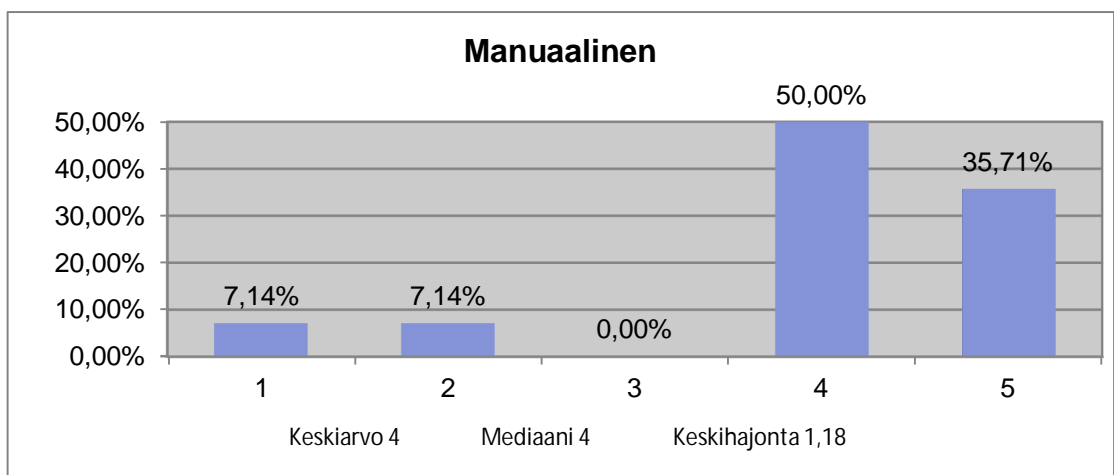
Kuvio 35. Väittämän 3 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen



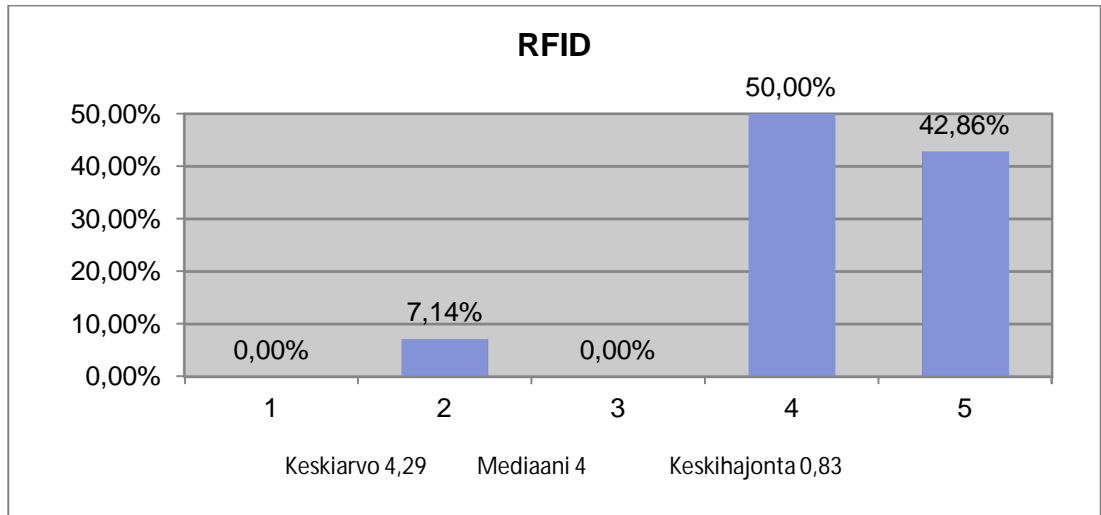
Kuvioissa 34 ja 35 esitettyjen opiskelijoiden vastausten mukaan manuaalinen kuormanlastaus vastasi hieman paremmin todellista työelämän tilannetta kuin RFID- teknologialla toteutettu lastausharjoitus. Tulos vaikuttaa loogiselta, sillä RFID- teknologialla tehtävää kuormanlastausta ei ole tällä hetkellä käytössä oppilaitoksen kanssa yhteistyössä toimivissa yrityksissä. Tuloksesta voidaan silti päätellä, että vastaajat kuitenkin näkevät RFID- menetelmänkin käytön täysin mahdollisena työelämän tehtävänä.

4. Kuorman suunnittelu ja lastaaminen oli helppoa.

Kuvio 36. Väittämän 4 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



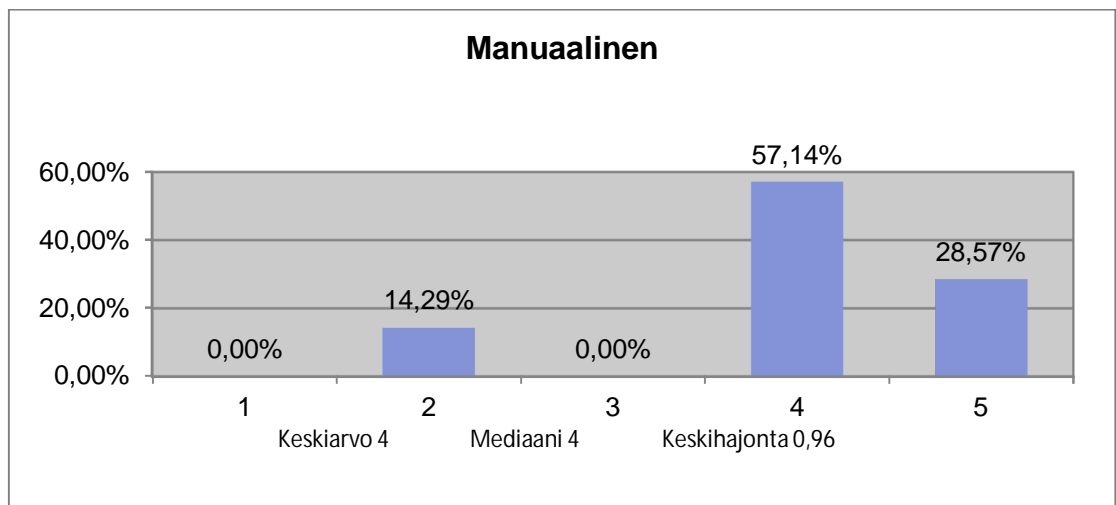
Kuvio 37. Väittämän 4 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen



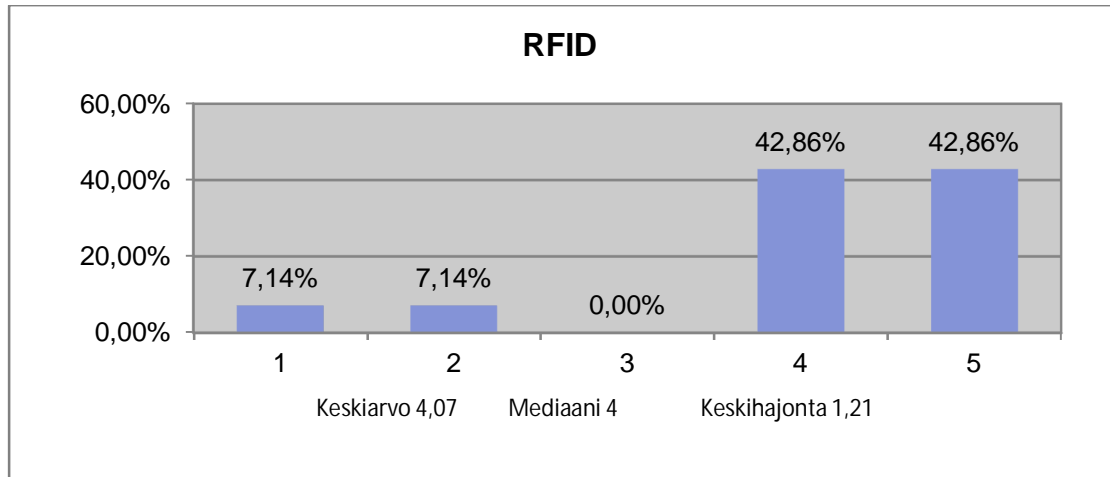
Vertailemalla kuvioissa 36 ja 37 esitettyjä vastauksista voidaan tehdä johtopäätös, että RFID- teknologialla on ollut helpottava vaikutus harjoituksen suorittamiseen. Tulos on hyvin ymmärrettävissä, sillä RFID- harjoituksessa opiskelijan ei tarvinnut laskea lastaamiaan kiloja ja tilavuuksia yhteen vaan lastausportti-ohjelmisto laski ne automaattisesti ja ilmoitti lastaajalle luvut reaaliaikaisesti. Enemmistö opiskelijoista piti laskutoimituksista huolimatta myös manuaalista harjoitusta helppona.

5. Lastattavan massan ja tilavuuden hahmottaminen oli helppoa.

Kuvio 38. Väittämän 5 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



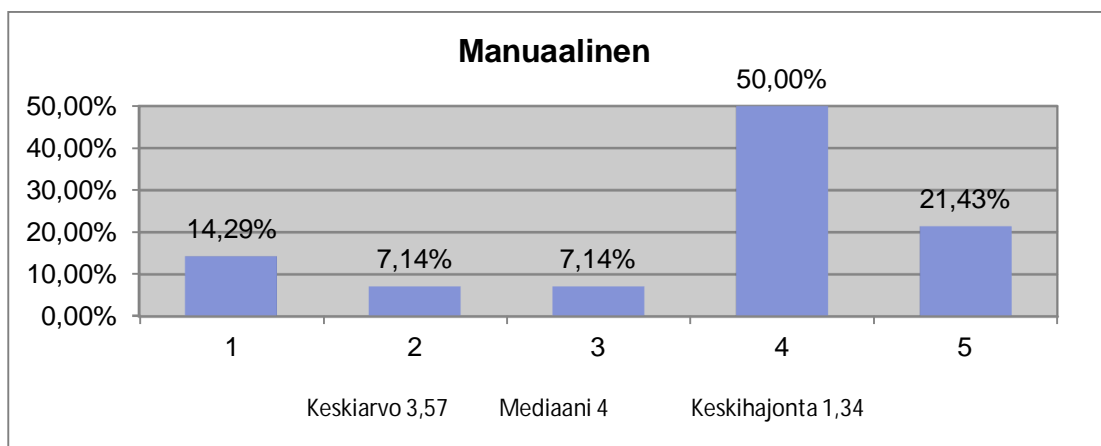
Kuvio 39. Väittämän 5 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen



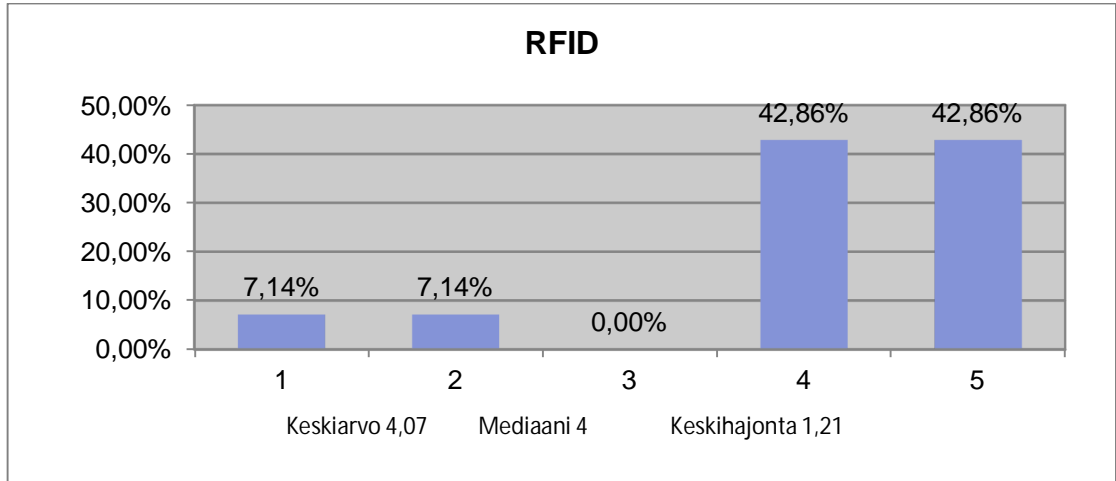
Vastaajien mielestä massan ja tilavuuden hahmottamisessa ei ollut juurikaan käytetyllä menetelmällä vaikutusta. Vastausten jakaumat ovat havaittavissa kuvioista 38 ja 39. Tämä on hieman ristiriidassa harjoitusten aikana tekemiäni havaintojen kanssa, sillä muutama opiskelija teki virheitä laskiessaan lastaamiensa yksiöiden kiloja ja tilavuuksia. RFID- lastauksessa lasku- ja hahmotusvirheitä ei esiintynyt ainuttakaan, sillä lastaaja pystyi seuraamaan näytöltä reaaliaikaisesti lastauksen edistymistä. Harjoituksessa jäi kuitenkin yksi tunniste lukematta. Syyksi ilmeni tutkijan tekemä koodausvirhe, joka korjattiin heti havainnon jälkeen. Myös ajankäytössä oli suuria eroja RFID- teknologian eduksi, mutta opiskelijat eivät nähneet sillä kuitenkaan olevan suurta merkitystä.

6. Haluan lastata kuormat tulevaisuudessakin tällä tavalla.

Kuvio 40. Väittämän 6 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



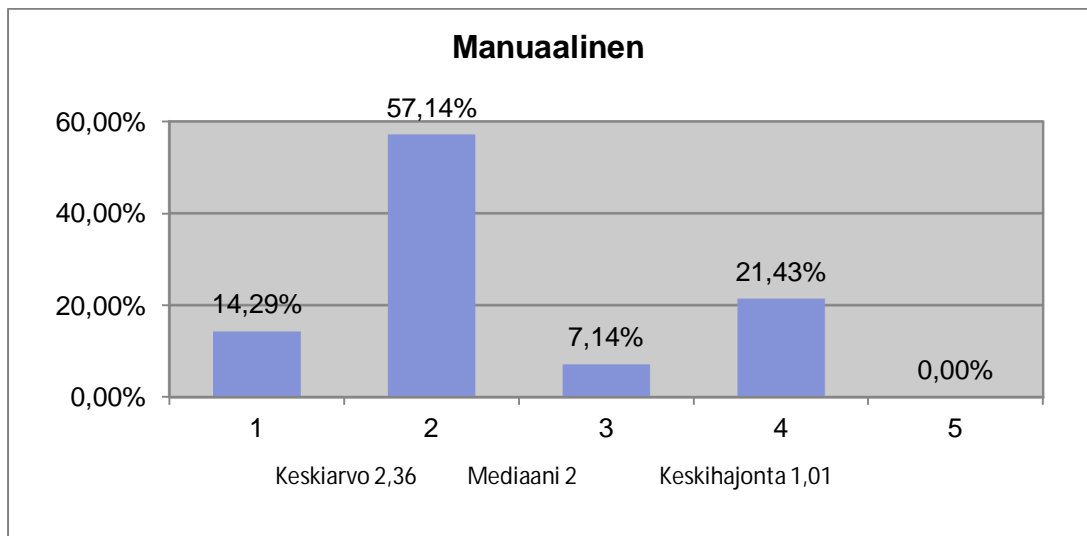
Kuvio 41. Väittämän 6 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen



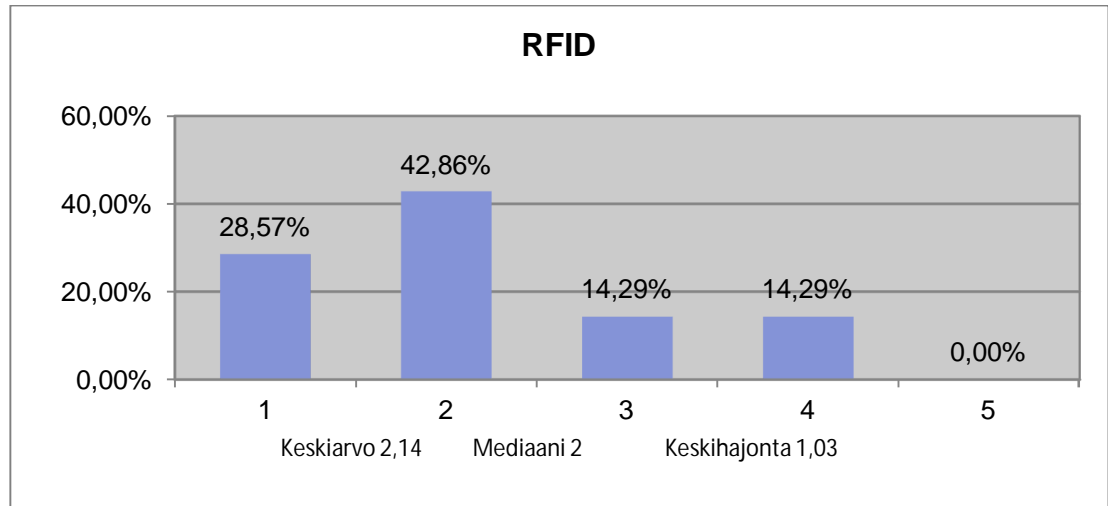
Kuvion 40 mukaan manuaalisessa lastauksessa jokainen vaihtoehto sai kannatusta keskiarvon ollessa 3,57. RFID- lastauksen osalta kuviosta 41 voidaan tulkita, että suurin osa vastaajista antoi arvoksi 4 tai 5 ja keskiarvoksi tuli 4,07. Tämän tuloksen perusteella RFID- lastaaminen olisi opiskelijoiden mielestä mieluisampi menetelmä tulevaisuudessa. Tuloksista voi myös tehdä päätelmän, että opiskelijat pitävät RFID- teknologian hyödyntämistä kuormanlastaamisessa kiinnostavana ja motivoivana asiana.

7. Harjoittelisin lastaamista mieluummin muulla tavalla.

Kuvio 42. Väittämän 7 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



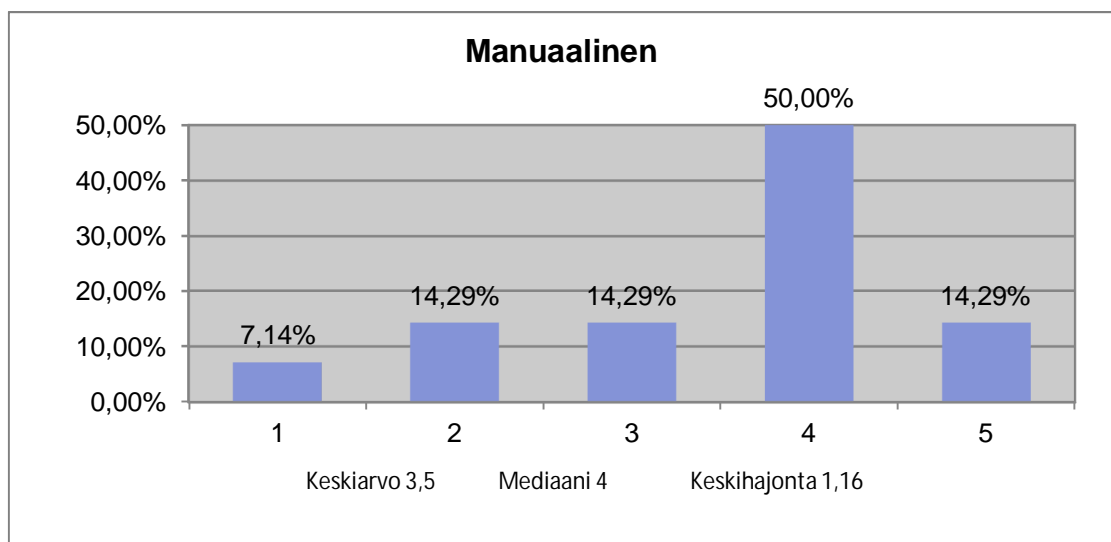
Kuvio 43. Väittämän 7 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen



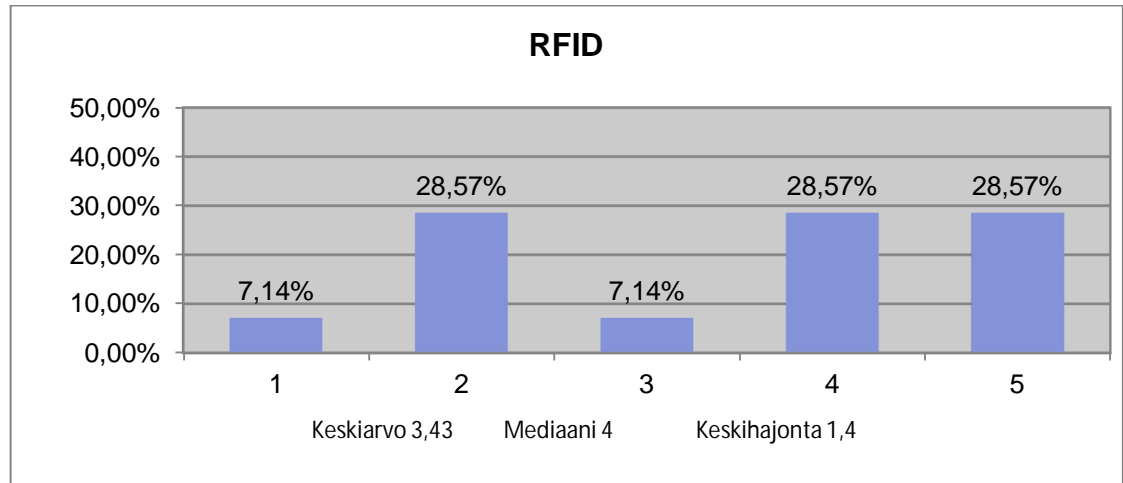
Väittämä 7 on käännteinen väittämälle 6. Halusin varmistua, että väittämät tulevat ymmärretyiksi oikein ja, että opiskelijat vastaavat niihin loogisesti. Kuvioista 42 ja 43 tehdyt päätelmät vahvistavat väittämän 6 tuloksia ja päätelmiä.

8. Lastaamisen käytäntöä tulisi kehittää.

Kuvio 44. Väittämän 8 vastaukset manuaalisen lastaamisen jälkeen



Kuvio 45. Väittämän 8 vastaukset RFID lastaamisen jälkeen



Väittämä 8:n tulokset olivat keskiarvojen mukaan hyvin samanlaiset ja sinällään kumoavat toisensa. Kuvio 44 kuitenkin nähdään, että manuaalisen vastaanoton jälkeen vastauksia 4 "jokseenkin samaa mieltä" annettiin 50 %. Vaikka keskiarvo oli lähes sama RFID lastaamisen jälkeen, voidaan kuvio 45 tulkita vastausten jakautuneen melko tasaisesti vaihtoehtojen 2, 4 ja 5 välille. Jälkikäteen ajateltuna väittämä on huonosti muotoiltu ja se on varmasti myös aiheuttanut vastaajissa sekaannusta. Väittämän 8 tulokset eivät tuoneet tutkimukseen mitään lisäarvoa, joten jätän ne huomioimatta loppuyhteenvedossa.



## POHDINTA

Tutkimuksen tuloksia voidaan mielestäni pitää luotettavina ja oppilaitosympäristössä totuudenmukaisina. Harjoitukset sekä mittaukset onnistuivat varsin hyvin ja ne onnistuttiin vieämään läpi suunnitellusti. Mittaustulokset tukevat aiempaa käsitystä ja tutkimustuloksia RFID- teknologian hyödyistä. RFID- teknologian avulla harjoituksista suoriuduttiin manuaalista menetelmää 28% ja 42% nopeammin. Lisäksi RFID:n avulla tavarantoimituksen ja kuorman lastauksen virheet saatiin kokonaan poistettua. Oppilaitosympäristössä suoritettua tutkimusta ei voida suoraan verrata työelämän tilanteeseen, sillä opiskelijoiden tekemissä harjoituksissa oli paljon hajontaa. Hajontaa voidaan selittää esimerkiksi, opiskelijoiden erilaisilla ammatillisilla valmiuksilla, trukin käsittelytaidolla ja uuden järjestelmän tuomilla haasteilla. Työelämässä työntekijöiden väliset erot eivät välttämättä olisi näin suuret. Vaikka tuloksia ei voidakaan suoraan verrata työelämään, niin ovat ne varmasti hyvin suuntaa antavia ja määrättyllä tasolla sovellettavissa myös työelämässä. Tutkimuksessa käytetyt harjoitukset ovat varsin lähellä todellisia työtehtäviä ja ne ovat toteutettu varasto- ja terminaaliympäristössä.

Tutkimuksessa suoritettiin myös opiskelijoiden motivaatiota ja kiinnostuneisuutta mittaava kyselytutkimus. RFID:n hyödyntäminen harjoituksissa koettiin opiskelijoiden keskuudessa positiivisena ja motivoivana asiana. Muutamissa kohdissa opiskelijat eivät olleet välttämättä ymmärtäneet väittämiä tai sitten olivat vastanneet huolimattomasti väittämää enempää ajattelematta. Tästä syystä vastaukset menivät joissakin väittämissä hieman ristiin, joten motivaation kehittymisen analysointi oli hieman hankalaa. Tutkimustulokset tukevat kirjallisuuden näkemyksiä siitä, että sähköisten oppimisympäristöillä on positiivista vaikutusta opiskelijoiden motivaatioon.

Motivaation mittaaminen on itsessään haastava prosessi, sillä oikeanlaisten mittareiden määrittäminen ja tulkitseminen on hankalaa. Tässä tutkimuksessa mittarina käytettiin opiskelijakyselyä. Tulosten pohjalta ei pystytä täysin varmasti toteamaan ovatko muutokset enemmän asenteellisia muutoksia kuin lisääntynyttä motivaatiota. Joka tapauksessa opiskelijoiden tyytyväisyys ja kiinnostus harjoitteita kohtaan lisää-

tyi RFID- teknologian käyttöönoton jälkeen. Nykyinen suuntaus lisätä teknologian käyttöä eri kouluasteilla saa siis edelleen tukea tämän tutkimuksen tuloksista.

Kokonaisuutena olen hyvin tyytyväinen tutkimukseen ja sen tuloksiin. Tulokset tuskin voidaan laajasti yleistää, mutta tutkimuksen kohteena olleen oppilaitoksen näkökulmasta tutkimus tuotti paljon hyödyllistä tietoa ja kokemusta RFID- teknologian hyödyistä sekä opiskelijoiden suhtautumisesta uusiin teknologioihin. Tredun logistiikan koulutukseen saatiin uusi järjestelmä, jonka avulla opiskelijoille voidaan opettaa RFID- teknologian käytettävyyttä toimitusketjun eri vaiheissa. Jotta koulutus olisi laadukasta, sen pitää vastata työelämän osaamistarvetta. Yksi keino tähän on kouluttaa monitaitoisia osaajia, joille on mahdollisimman monipuoliset ammatilliset valmiudet sekä nykyisiin että tulevaisuuden työympäristöihin. RFID- teknologian myötä Tredu pystyy kouluttamaan opiskelijoita entistä monipuolisemmin.

Järjestelmän toimittaneessa yrityksessä tutkimuksen tuloksia tullaan varmasti hyödyntämään markkinoinnissa ja uusien asiakkaiden hankinnassa. Järjestelmän käyttöönotto oppilaitoksessa tarjoaa molemmille osapuolille synergiaetuja. Keskusteluisa on sovittu, että järjestelmiä toimittava yritys kykenee halutessaan testaamaan uusia tuotteitaan oppilaitosympäristössä ilman riskejä. Oppilaitos vastaavasti saa uusinta tietotaitoa teknologian kehityksestä ja kykenee kehittämään opetussisältöjään kehityksen mukaan.

Jotta RFID- teknologian hyödyllisyyttä esimerkiksi kustannustehokkuuden kannalta voitaisiin luotettavasti arvioida yrityspuolella, tarvitaan kuitenkin jatkotutkimuksia juuri yrityksissä. Tässä tutkimuksessa tutkimusjoukko ei ollut mainittavan laaja. Järjestelmä saatiin käyttöön vuoden 2014 lopussa eikä oppilaitoksen arjessa ollut mahdollista tehdä mittauksia laajemmalle joukolle tällä aikataululla. Kattavamman otannan vastaavanlaiselle, oppilaitosympäristöön sijoittuvalle tutkimukselle voisi saada pidemmän tutkimusjakson aikana tai pyrkimällä saamaan tutkimukseen mukaan useita oppilaitoksia samanaikaisesti.

## LÄHTEET

Adaptalift, Logistics & Materials Handling Blog www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015. [http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid\\_vs\\_barcodes\\_advantages\\_and\\_disadvantages\\_comparison](http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcodes_advantages_and_disadvantages_comparison)

Ahvenainen, M., Hietanen, O. & Nurmi, T. 2012. Etelä-Suomen kuljetuskäytävä 2030. Ello- tulevaisuusprosessin loppuraportti. Tulevaisuuden tutkimuskeskus. Viitattu 5.9.2014. [https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eTutu\\_2012-3.pdf](https://www.utu.fi/fi/yksikot/ffrc/julkaisut/e-tutu/Documents/eTutu_2012-3.pdf)

Ammatillisen koulutuksen oppimisympäristöjä kehittämässä. Opetushallitus. 2012. Toim. Marika Koramo. Viitattu 12.1.2015. [http://www.oph.fi/julkaisut/2012/ammattillisen\\_koulutuksen\\_oppimisymparistoja\\_kehittamassa](http://www.oph.fi/julkaisut/2012/ammattillisen_koulutuksen_oppimisymparistoja_kehittamassa)

Anteroinen, Sami, J. Pro Logistiikka 2/2014. PubliCo Oy, Helsinki.

Chen, J.C., Cheng, C-H., Huang, P.B., Wang, K-J., Huang, C-J., & Ting, T-C. Warehouse management with lean and RFID application: a case study. 2013. London.

Dash, D.P. Supply Chain Management: The RFID Advantage. 2011. IU Mizoram, Lunglei Campus, Mizoram, India.

Deski www- sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015. <http://deski.fi/9/mullistava-rfid-teknologian-lanseeraus-13698#&panel1-3>)

Frey, C.B. & Osborne, Michael A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Department of Engineering Science, University of Oxford, Oxford, United Kingdom. 2013.

Coyle, J.J., Bardi, E.J. & Langley Jr.C.J. The Management of Business Logistics. 7 th edition. 2003. Canada.

Hakkarainen, M. Biometriset tunnisteet nykypäivänä. 2012. Viitattu 12.1.2015. <https://jop.cs.tut.fi/twiki/bin/view/Tietoturva/Tutkielmat/BiometrisetTunnisteetNykypaivana>

Hanhijoki, I., Katajisto, J., Kimari, M., Savioja, H. 2009. Opetushallitus. Koulutus ja työvoimankysyntä 2020. Tulevaisuuden työpaikat – osaajia tarvitaan. Viitattu 6.9.2014. [http://www.oph.fi/download/46470\\_koulutus\\_ja\\_tyovoiman\\_kysynta\\_2020.pdf](http://www.oph.fi/download/46470_koulutus_ja_tyovoiman_kysynta_2020.pdf)

Hokkanen, S. & Virtanen, S. Varastonhoitajan käsikirja. Sho Business Development Oy. Tallinna 2013.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. Johdatus logistiseen ajatteluun. Sho Business Development Oy. Jyväskylä 2011.

Hugos Michael. Essentials of Supply Chain Management. 2003. New Jersey.

Huhtala, M. 2013. Auto-, kuljetus- ja ilmailualan koulutuksen laadullinen ennakointi. Opetushallitus. Viitattu 5.9.2014.

[http://www.oph.fi/download/155686\\_auto\\_kuljetus\\_ja\\_ilmailualan\\_koulutuksen\\_laadullinen\\_ennakointi.pdf](http://www.oph.fi/download/155686_auto_kuljetus_ja_ilmailualan_koulutuksen_laadullinen_ennakointi.pdf)

Jokela, M. RFID- järjestelmätoimittajan haastattelu 10.2.2015.

Jones, E.A & Chung, C.A. RFID in logistics: a practical introduction. 2008., Boca Raton, Florida.

Julkunen, M-L. Opetus, oppiminen, vuorovaikutus. WSOY/Oppimateriaalit. Juva 1998.

Kansanen, P. & Uusikylä, K. Luovuutta, motivaatiota, tunteita. PS- Kustannus. Jyväskylä 2002.

Kauppila, R. A. Opi ja opeta tehokkaasti. Juva 2003.

Kosasi, C. & Saragih, H. 2014. How RFID Technology boosts Walmart's supply chain management. STMIK Pontianak & Bakrie University.

Koskiniemi, J. 2015. Logistiikan lehtori, Tampereen seudun ammattiopisto. Haastattelu 18.3.2015.

Koulutuksen tietoyhteiskuntakehittäminen 2020. Opetus- ja kulttuuriministeriö. 2010.

[http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2010/Koulutuksen\\_tietoyhteiskuntakehittaminen\\_2020.html](http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2010/Koulutuksen_tietoyhteiskuntakehittaminen_2020.html)

Logistics & Materials Handling Blog. Adaptalift www-sivu. Viitattu 8.1.2015.

[http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid\\_vs\\_barcodes\\_advantages\\_and\\_disadvantages\\_comparison](http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcodes_advantages_and_disadvantages_comparison)

Logistiikan maailma. Sähköinen toimitusketju. 2015. Viitattu 21.3.2015.

[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6inen\\_toimitusketju](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6inen_toimitusketju)

Logistiikan perustutkinto, ammatillisen perustutkinnon perusteet. Opetushallitus. 2014. Viitattu 15.2.2015.

[http://oph.fi/download/162455\\_logistiikan\\_pt\\_01082015.pdf](http://oph.fi/download/162455_logistiikan_pt_01082015.pdf)

Nordic ID, Morhic www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.

<http://www.nordicid.fi/eng/products/?group=3#pid-27>

- Nordic ID, Vertical Solutions www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
[http://www.nordicid.com/eng/vertical\\_solutions/apparel\\_footwear\\_accessories\\_retail/](http://www.nordicid.com/eng/vertical_solutions/apparel_footwear_accessories_retail/)
- Peltonen, M. & Ruohotie, P. Oppimismotivaatio. Keuruu 1992.
- Pirkanmaan työllisyyskatsaus, Heinäkuu 2014. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Viitattu 6.9.2014.  
[http://www.elykeskus.fi/documents/10191/2950355/Pirkanmaan\\_tyollisyyskatsaus\\_Heinakuu\\_2014.pdf/28f1b46a-d8b5-47fe-80eb-fa2f027c1ba9/](http://www.elykeskus.fi/documents/10191/2950355/Pirkanmaan_tyollisyyskatsaus_Heinakuu_2014.pdf/28f1b46a-d8b5-47fe-80eb-fa2f027c1ba9/)
- Presta Monster www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
<http://prestamonster.com/blog/point-of-sale-pro-barcode-reader/>
- Probyte www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
[http://probyte.fi/oscom/product\\_info.php?products\\_id=354](http://probyte.fi/oscom/product_info.php?products_id=354)
- Real Time ID www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
<http://www.realtimed.com/technology.htm>
- RFID at Gerry Weber. 2015. Gerry Weber www-sivu. Viitattu 19.3.2015.  
<http://www.gerryweber.com/ag-website/en/ag-website/company/company-profile/rfid>
- RFID Lab www-sivu. RFID- tekniikan perusteet. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
<http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikan-perusteet>
- RFID World Canada www- sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
<http://www.rfidworld.ca/global-sourcing-of-rfid-tags-market-forecasted-to-grow-22-4-annually-for-next-3-years/2177>
- Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry & Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry. Saarijärvi 2011.
- Rushton Alan, Croucher Phil, Baker Peter. The Handbook of Logistics and Distribution Management. 3<sup>rd</sup> edition. 2006. Glasgow, UK.
- Sakki, J. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B- Vähemmällä enemmän. 2009. Helsinki.
- Salakari, H. 2004. Käytännön taitoja virtuaalisesti – simulaattoriopetuksen pedagogisen mallin kehittäminen. Tampereen yliopisto.
- Seppä Heikki. Uusikylä Marjo (toim). Vallankumouksellinen RFID. Etätunnistusteknologian kehitys meillä ja maailmalla. Tekes. Helsinki 2009.
- SFS-käsikirja 301-1. RFID. Osa 1:Opas. Johdatus tekniikkaan. 2010. Suomen standardoimisliitto SFS ry.

- Simply RFID www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
<http://www.simplyrfid.com/blog/2012/2/29/data-on-the-rfid-label.html>
- Smart Card Alliance. Smart Cards and Biometrics. 2011. New Jersey.
- Smart Card Basics www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
<http://www.smartcardbasics.com/smart-card-overview.html>
- Sparkfun www-sivu. 2015. Viitattu 21.3.2015.  
<https://www.sparkfun.com/products/9416>
- Strategic Systems & Technology Corporation www-sivu. Viitattu 21.3.2015.  
<http://www.sstid.com/products/rfid/antennas/>
- Tredun yleisesite. Tampereen seudun ammattiopisto. Viitattu 15.2.2015.  
[http://inter16.tampere.fi/tredu/material/tredu-projektit/CJbsMm0sg/Tredu\\_yleisesite\\_suomi-englanti\\_web.pdf](http://inter16.tampere.fi/tredu/material/tredu-projektit/CJbsMm0sg/Tredu_yleisesite_suomi-englanti_web.pdf)
- Työvoima 2025. Työpoliittinen tutkimus 2007. Työministeriö. Viitattu 6.9.2014.  
[http://valtioneuvosto.fi/tiedostot/julkinen/pdf/Tyoevoima\\_2025/fi.pdf](http://valtioneuvosto.fi/tiedostot/julkinen/pdf/Tyoevoima_2025/fi.pdf)
- Yle Uutiset 25.3.2014. Rakennemuutoslaskuri. Viitattu 6.9.2014.  
[http://yle.fi/uutiset/ovatko\\_alasi\\_tyopaikat\\_katoamassa\\_katso\\_laskurista\\_miten\\_ra\\_kennemuutos\\_on\\_muuttanut\\_suomea/7148743](http://yle.fi/uutiset/ovatko_alasi_tyopaikat_katoamassa_katso_laskurista_miten_ra_kennemuutos_on_muuttanut_suomea/7148743)
- Vertical Solutions. Nordic ID www-sivu. Viitattu 19.3.2015.  
[http://www.nordicid.com/eng/vertical\\_solutions/apparel\\_footwear\\_accessories\\_retail/](http://www.nordicid.com/eng/vertical_solutions/apparel_footwear_accessories_retail/)
- Violino, B. 2003. Intellident Offers Portal Reader. RFID Journal www- sivu. Viitattu 19.3.2015. <http://www.rfidjournal.com/articles/view?400>
- Waters Donald. Supply Chain Management: An Introduction to Logistics. Second edition. 2009. Canada.

## LIITTEET

### LIITE 1

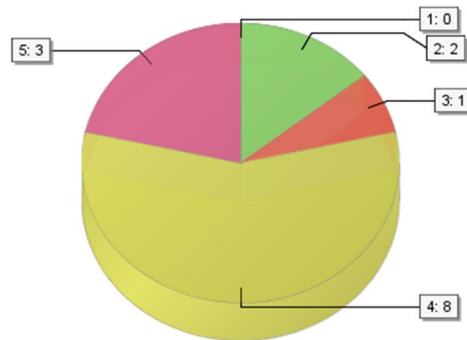
#### Opiskelijakysely 1 - Peruseraportti (muokattu)

1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 3,86

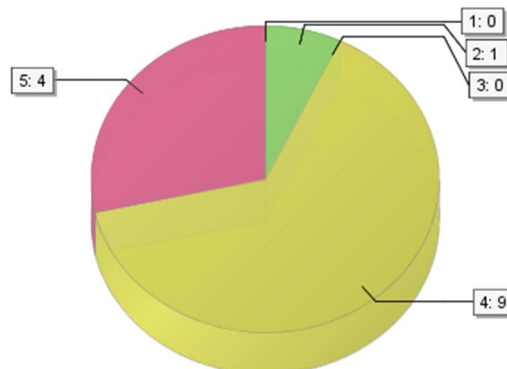


2. Harjoitus lisäsi osaamistani.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 =täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,14

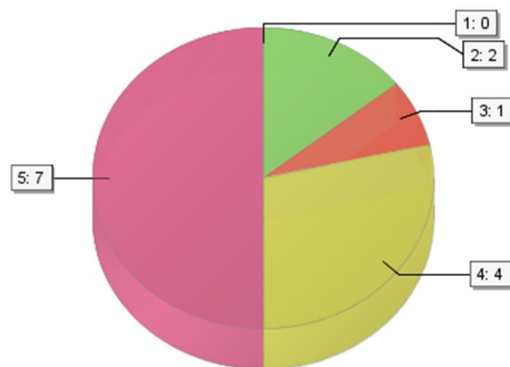


3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,14

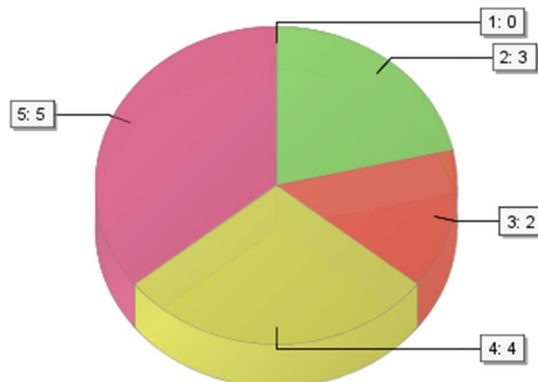


4. Suoriuduin harjoituksesta mielestäni nopeasti.

*Valitse sopivin vaihtoehto. (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 3,79



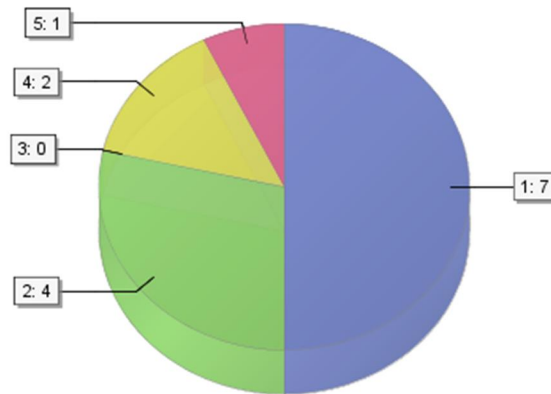


5. Harjoittelisin vastaanottoa mieluummin muulla tavalla.

*Valitse sopivin vaihtoehto. ( 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 2

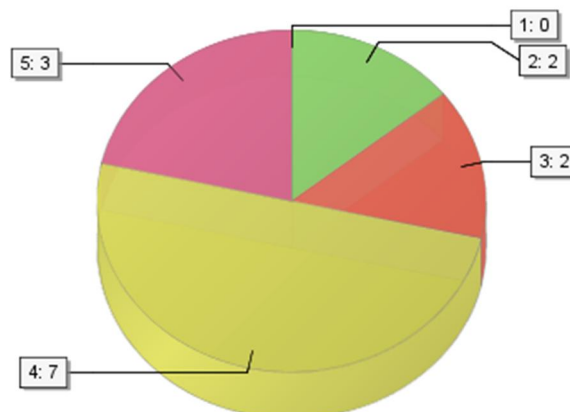


6. Haluan vastaanottaa lähetykset tulevaisuudessakin tällä tavalla.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 3,79

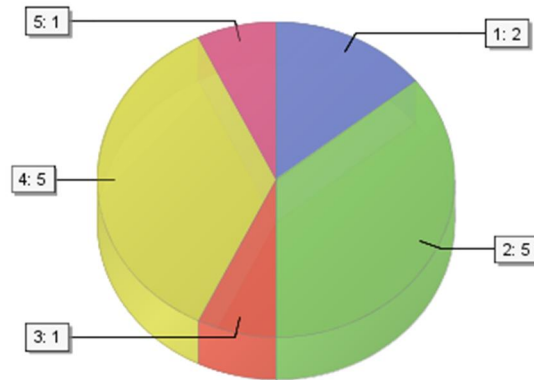


7. Vastaanoton prosessia tulisi kehittää.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 2,86



## LIITE 2

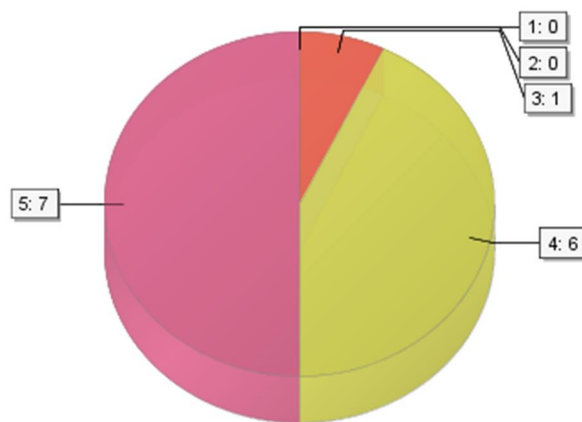
## Opiskelijakysely 2 - Peruseraportti (muokattu)

1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,43

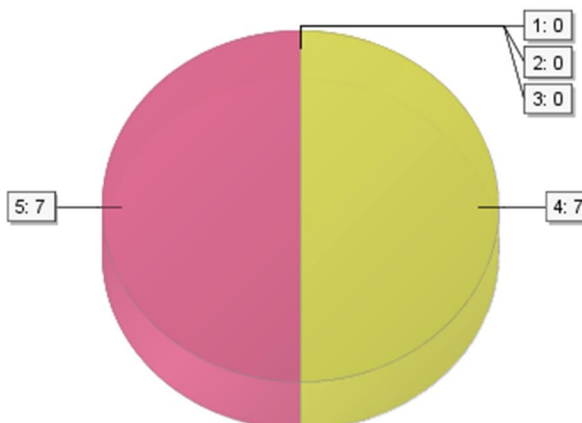


2. Harjoitus lisäsi osaamistani.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,5

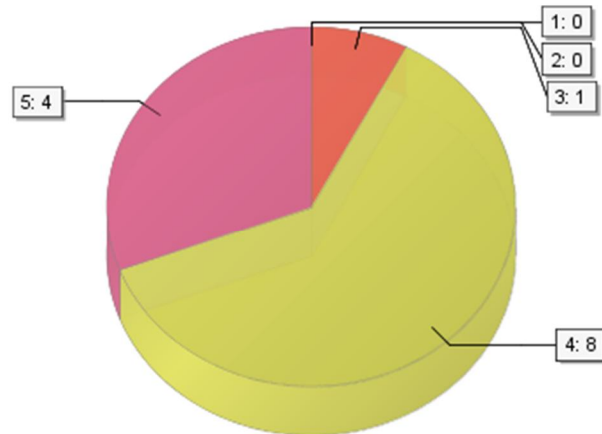


3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 13

Keskiarvo: 4,23

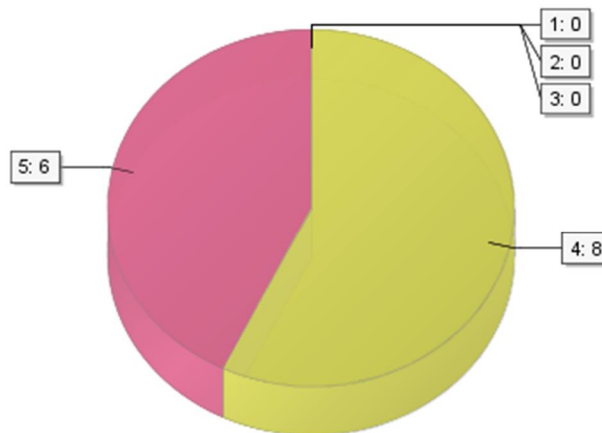


4. Suoriuduin harjoituksesta mielestäni nopeasti.

*Valitse sopivin vaihtoehto. (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,43

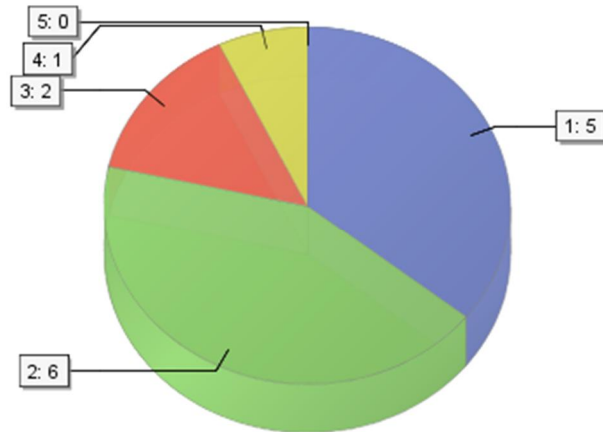


5. Harjoittelin vastaanottoa mieluummin muulla tavalla.

*Valitse sopivin vaihtoehto. ( 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 1,93

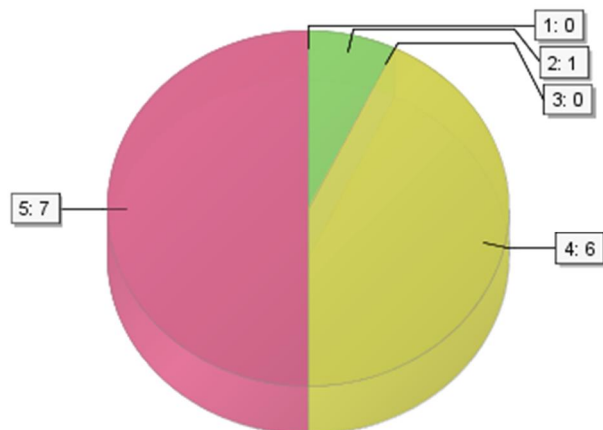


6. Haluan vastaanottaa lähetykset tulevaisuudessakin tällä tavalla.

*Valitse sopivin vaihtoehto. ( 1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,36

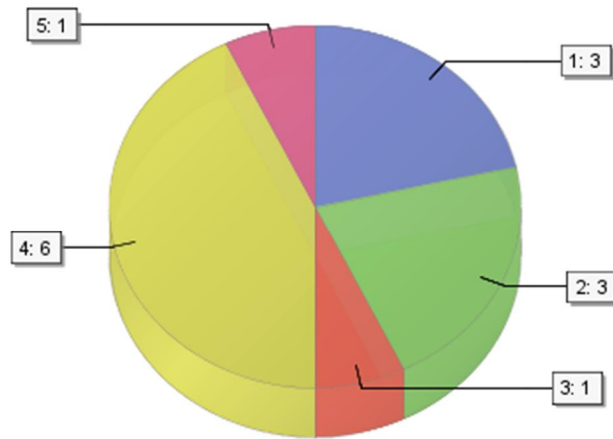


7. Vastaanoton prosessia tulisi kehittää.

*Valitse sopivin vaihtoehto. ( 1 = täysin eri mieltä, 2 = joihinkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = joihinkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 2,93



## LIITE 3

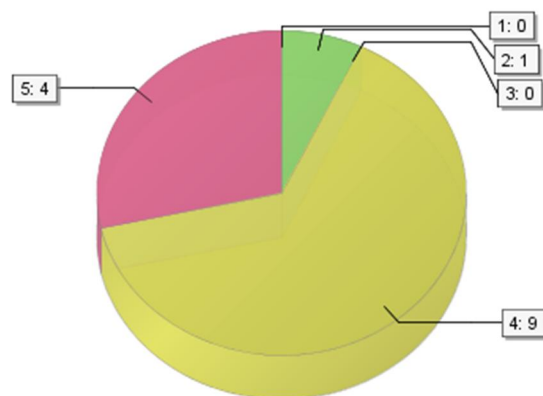
## Opiskelijakysely 3 - Peruseraportti (muokattu)

1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,14

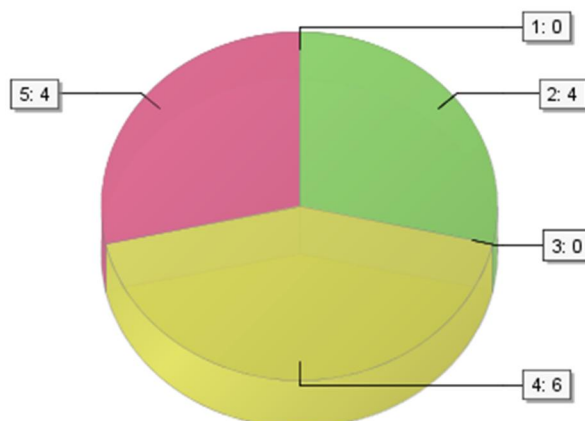


2. Harjoitus lisäsi osaamistani.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 =täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 3,71

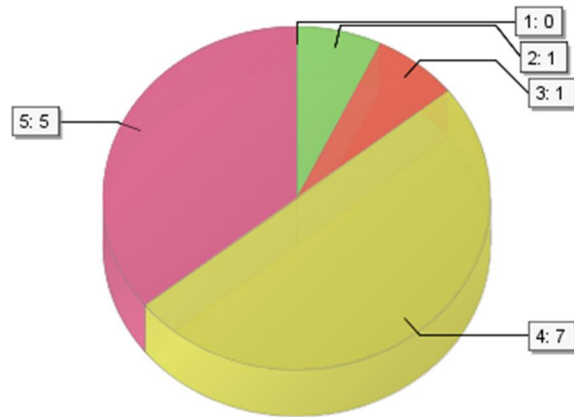


3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,14

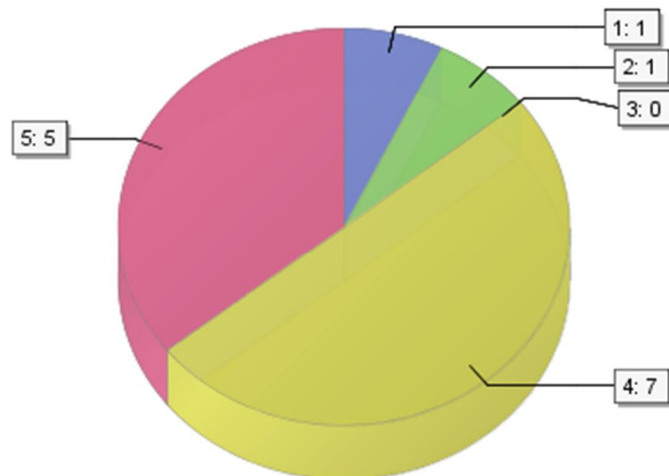


4. Kuorman suunnittelu ja lastaaminen oli helppoa.

*Valitse sopivin vaihtoehto. (1 = täysin eri mieltä, jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4



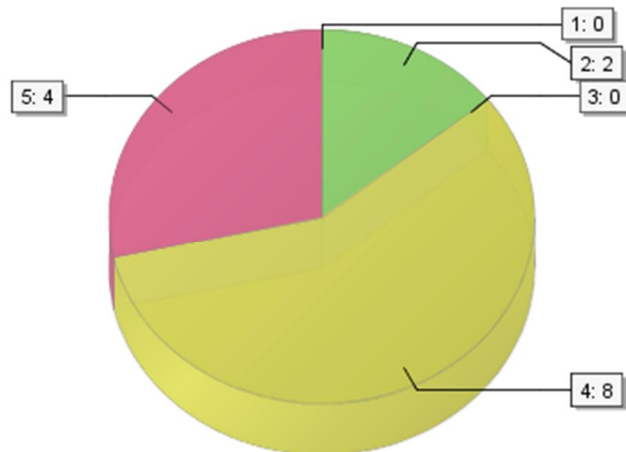


5. Lastattavan massan ja tilavuuden hahmottaminen oli helppoa.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4

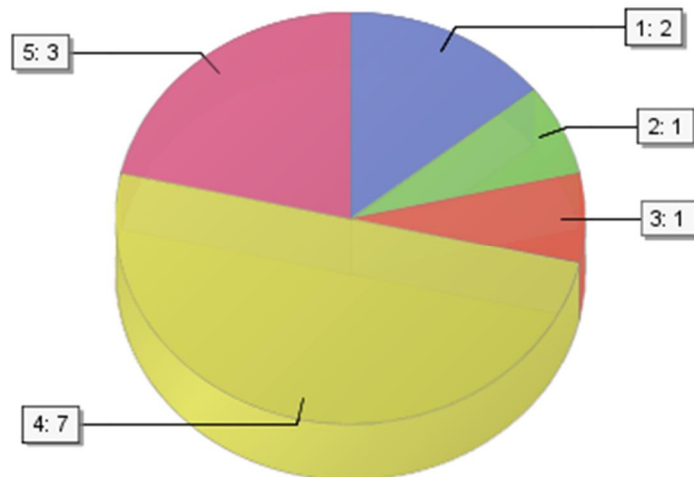


6. Haluan lastata kuormat tulevaisuudessakin tällä tavalla.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 3,57

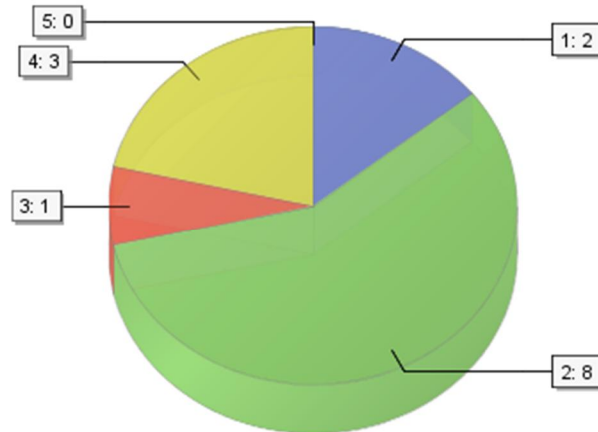


7. Harjoittelisin lastaamista mieluummin muulla tavalla.

*Valitse sopivin vaihtoehto. ( 1 = täysin eri mieltä, jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 2,36

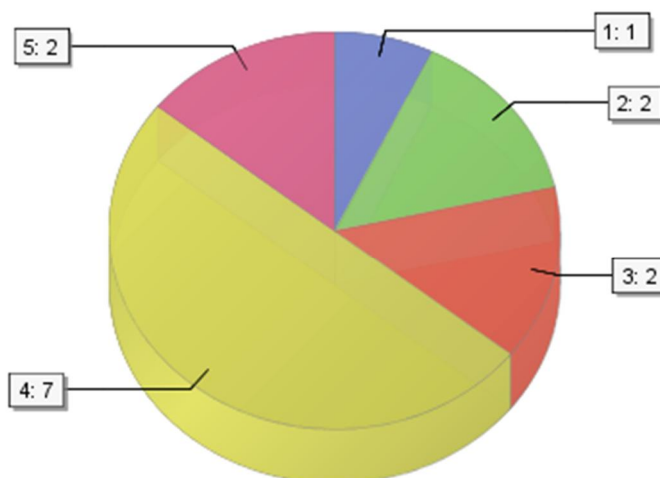


8. Lastaamisen käytäntöä tulisi kehittää.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 3,5



## LIITE 4

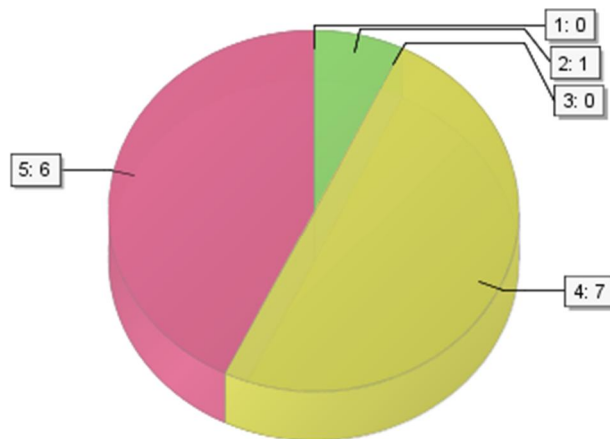
## Opiskelijakysely 4 - Peruseraportti (muokattu)

1. Tekemäni harjoitus oli kiinnostava.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,29

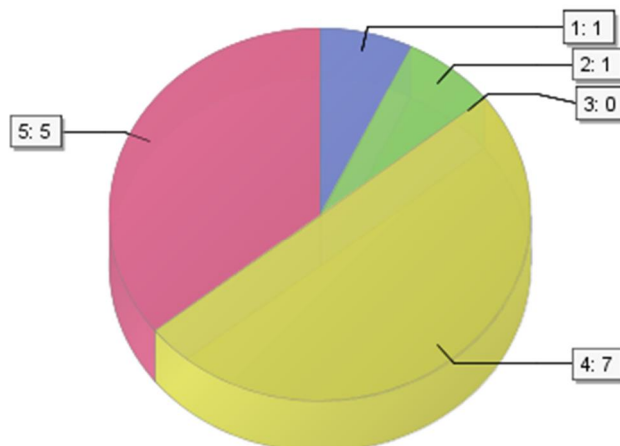


2. Harjoitus lisäsi osaamistani.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 =täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4

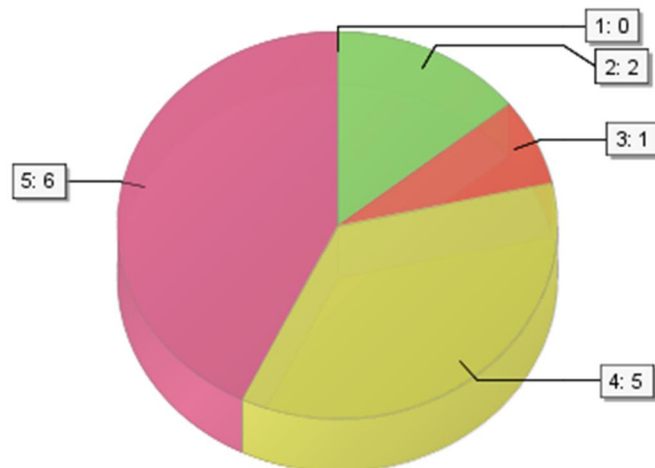


3. Harjoitus vastasi hyvin todellista työelämän tilannetta.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,07

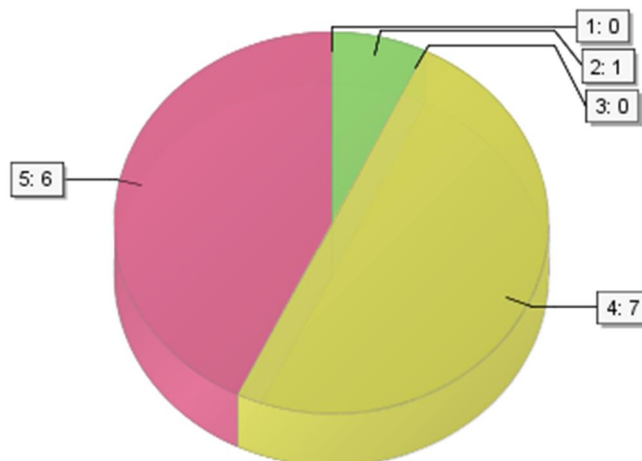


4. Kuorman suunnittelu ja lastaaminen oli helppoa.

*Valitse sopivin vaihtoehto. (1 = täysin eri mieltä, jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,29

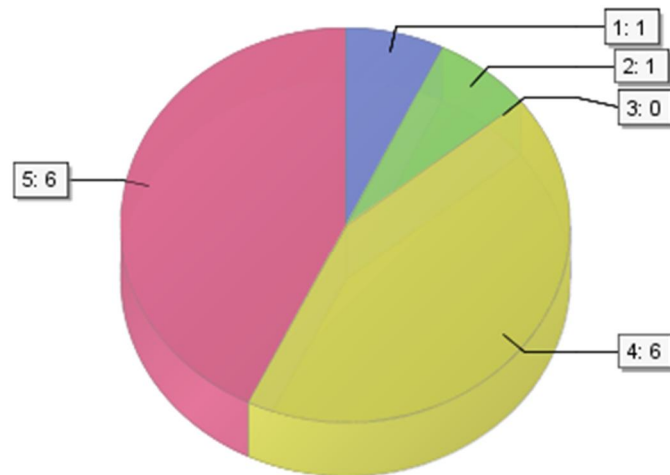


5. Lastattavan massan ja tilavuuden hahmottaminen oli helppoa.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,07

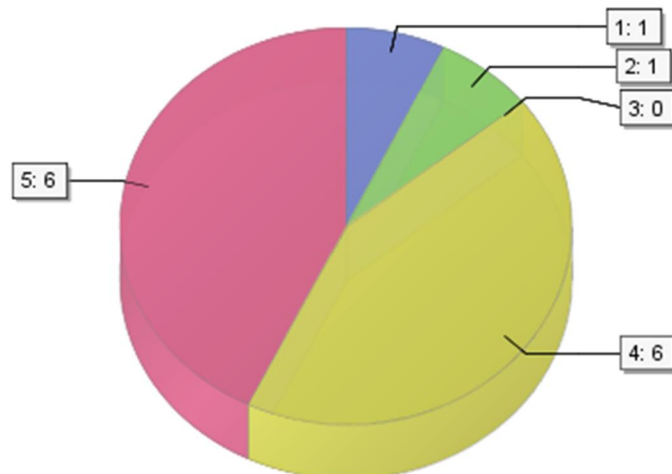


6. Haluan lastata kuormat tulevaisuudessakin tällä tavalla.

*Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).*

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 4,07

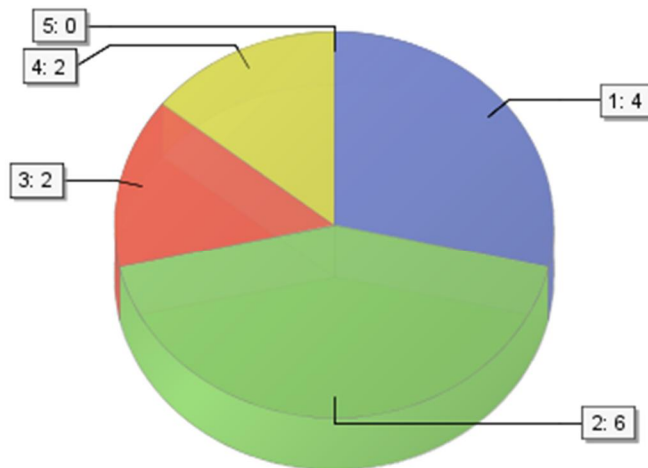


7. Harjoittelisin lastaamista mieluummin muulla tavalla.

Valitse sopivin vaihtoehto. ( 1 = täysin eri mieltä, jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä).

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 2,14

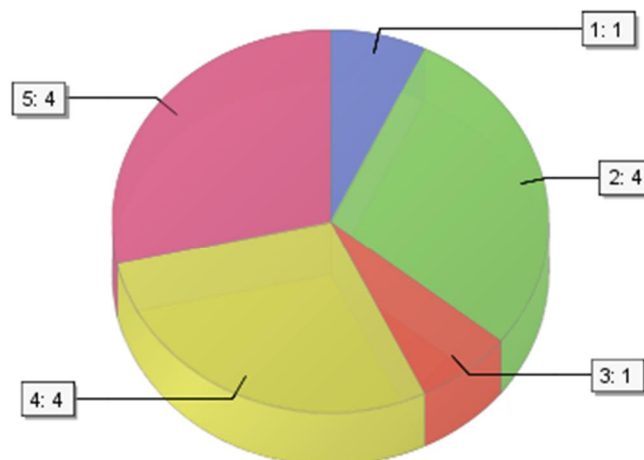


8. Lastaamisen käytäntöä tulisi kehittää.

Valitse sopivin vaihtoehto (1 = täysin eri mieltä, 2 = jokseenkin eri mieltä, 3 = ei samaa eikä eri mieltä, 4 = jokseenkin samaa mieltä, 5 = täysin samaa mieltä)

Vastaajien määrä: 14

Keskiarvo: 3,43



## LIITE 5

## RFID- järjestelmätoimittajan haastattelu 10.2.2015

1. Näettekö tutkimuksen (RFID- teknologian vaikutukset tavarantoimitukseen sekä kuorman lastaamiseen) tarpeellisenä?
2. Saatteko mielestänne asiakkailtanne riittävästi lukuja ja tietoja RFID- järjestelmien tuomista hyödyistä?
3. Toivoisitteko saavanne enemmän tietoa saavutetuista hyödyistä kuin tällä hetkellä saatte?
4. Millä tavalla voisitte hyödyntää tämän tutkimuksen tuloksia omassa liiketoiminnassanne?
5. Muuta kommentoitavaa tutkimuksen tarpeellisuudesta ja merkittävydestä

## LIITE 6

## Vastaanottoharjoituksen lähetylista

LÄHETYSLISTA			
<u>Lähettäjän tiedot:</u>			
Lähettäjä:	Oy Toimittaja Ab		
Osoite:	Possijärvenkatu 15 A 2		
Postinumero ja -toimipaikka:	33400 Tampere		
<u>Vastaanottajan tiedot:</u>			
Vastaanottaja:	Tampereen seudun ammattiopisto Tredu/logistiikka		
Puhelinnumero:	03 565 611		
Toimitusosoite:	Vaajakatu 13		
Postinumero:	33720		
Postitoimipaikka:	Tampere		
Hyllypaikka	Tuotenumero	Tuote	KPL
T-01	019	Nippuside 390 mm	200
C-1-02	078	Köysirulla 6mm/80m	2
C-2-03	219	Sonic Roxio asennuslevy	8
D-4-04	034	Huomioliivi XXL	5
T-01	014	Timpurinkynä 17,5 cm medium	12
T-01	193	Rullamitta K-Prof 3m	2
G-3	123	Yleisruuvi Würth 3x20	600
D-3-03	266	Työhanskat 8/M	5
B-4-04	043	Irrottaja spray Raskassarja	12
T-01	015	Pakkausteippi kirkas 50 mm x 66 m	6
T-01	012	Maalarinteippi 25 mm	3
T-01	013	Maalarinteippi 50 mm	5
D-2-02	283	Työtakki L	3
D-3-01	275	Työhousut 52	3



## LIITE 7

## Lähetysten tarkistustyökalu.

## RFID-käsilukija - Luettujen tunnisteiden tarkistus

© ToP Tunniste Oy, 11/2014

Lähetyslista (valitse) 1

Ohje: Kopioi luettujen tunnisteiden listaus tähän taulukkoon.

	Luetut tunnisteet (EPC)	Nimike	Status
1	545245445500000000000001	Nippuside 390 mm	OK
2	545245445500000000000002	Nippuside 390 mm	OK
3	545245445500000000000003	Nippuside 300 mm	VIRHE
4	545245445500000000000004	Köysirulla 6mm/80m	OK
5	545245445500000000000005	Köysirulla 6mm/80m	OK
6	545245445500000000000006	Köysirulla 5mm/100m	VIRHE
7	545245445500000000000007	Sonic Roxio asennuslevy	OK
8	545245445500000000000008	Sonic Roxio asennuslevy	OK
9	545245445500000000000009	Sonic Roxio asennuslevy	OK
10	54524544550000000000000A	Sonic Roxio asennuslevy	OK
11	54524544550000000000000B	Sonic Roxio asennuslevy	OK
12	54524544550000000000000C	Sonic Roxio asennuslevy	OK
13	54524544550000000000000D	Sonic Roxio asennuslevy	OK
14	54524544550000000000000E	Sonic Roxio asennuslevy	OK
15	54524544550000000000000F	Timpurinkynä 17,5 cm medium 12kpl	OK
16	545245445500000000000010	Rullamitta K-Prof 3m	OK
17	545245445500000000000011	Rullamitta K-Prof 3m	OK
18	545245445500000000000012	Yleisruuvi Wurth 3x20	OK
19	545245445500000000000013	Yleisruuvi Wurth 3x20	OK
20	545245445500000000000014	Yleisruuvi Wurth 3x20	OK
21	545245445500000000000015	Yleisruuvi Wurth 3x20	OK
22	545245445500000000000016	Yleisruuvi Wurth 3x20	OK
23	545245445500000000000017	Yleisruuvi Wurth 3x20	OK
24	545245445500000000000018	Työhanskat 8/M	OK
25	545245445500000000000019	Työhanskat 8/M	OK
26	54524544550000000000001A	Työhanskat 8/M	OK
27	54524544550000000000001B	Työhanskat 8/M	OK
28	54524544550000000000001C	Työhanskat 8/M	OK
29	54524544550000000000001D	Irrottaja spray Raskassarja 12kpl/pkt	OK
30	54524544550000000000001E	Pakkausteippi kirkas 50 mm x 66 m 6rll/pkt	OK
31	54524544550000000000001F	Maalarinteippi 25 mm	OK
32	545245445500000000000020	Maalarinteippi 25 mm	OK
33	545245445500000000000021	Maalarinteippi 25 mm	OK
34	545245445500000000000022	Maalarinteippi 25 mm	VIRHE
35	545245445500000000000023	Maalarinteippi 25 mm	VIRHE
36	545245445500000000000024	Maalarinteippi 50 mm	OK
37	545245445500000000000025	Maalarinteippi 50 mm	OK
38	545245445500000000000026	Maalarinteippi 50 mm	OK
39	545245445500000000000027	Maalarinteippi 50 mm	OK
40	545245445500000000000028	Maalarinteippi 50 mm	OK
41	545245445500000000000029	Työtakki L	OK
42	54524544550000000000002A	Työtakki L	OK
43	54524544550000000000002B	Työtakki L	OK
44	54524544550000000000002C	Työhousut 52	OK
45	54524544550000000000002D	Työhousut 52	OK
46	54524544550000000000002E	Työhousut 52	OK
47	54524544550000000000002F	Huomioliivi XXL	OK
48	545245445500000000000030	Huomioliivi XXL	OK
49	545245445500000000000031	Huomioliivi XXL	OK
50	545245445500000000000032	Huomioliivi XXL	OK
51	545245445500000000000033	Huomioliivi XXL	OK
52	545245445500000000000034	Huomioliivi XL	VIRHE