

Jere Haakana

RFID-JÄRJESTELMÄ TUOTESEURANNASSA

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2017**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Joulukuu 2017	Tekijä Jere Haakana
Koulutusohjelma Tietotekniikka		
Työn nimi RFID-JÄRJESTELMÄ TUOTESEURANNASSA		
Työn ohjaaja Hannu Ala-Pönttiö		Sivumäärä 48 + 3
Työelämäohjaaja Ari Lamberg		
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena sekä tavoitteena oli selvittää RFID-tekniikan soveltavuus tuotelavojen seurannassa sekä toteuttaa lavojen demo-seurantataulukko-ohjelma LABVIEW-ohjelmointiympäristössä. Opinnäytetyössä annetaan myös ohjeet Simatic RF680R -lukijan yhteyden muodostamisen LABVIEW-ohjelmaan.</p> <p>Tavoitteena oli myös selvittää oikeanlainen RFID-laitteisto sekä tunnistet, jotka sopisivat testausympäristöön. Tunnisteille tehdään myös erillinen lämpötilatestaus olosuhdekaapilla.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin osana Centrian ammattikorkeakoulun I3-hanketta. Kaustisen Turkisrehu Oy halusi selvittää, voidaanko RFID-tekniikkaa hyödyntää heidän kylmävarastoinnissaan. RFID-laitteistolle suoritetaan myös käytännön testaus Kaustisen Turkisrehun kylmävarastossa kahtena eri päivänä.</p>		

Asiasanat RFID, LABVIEW, RFID-tunniste, Seuranta
--

Centria University of Applied Sciences	Date December 2017	Author Jere Haakana
Degree programme Information Technology		
Name of thesis RFID-SYSTEM IN PRODUCT TRACKING		
Instructor Hannu Ala-Pöntiö	Pages 48 + 3	
Supervisor Ari Lamberg		
<p>This thesis aims and aspires to ascertain the suitability of RFID-technology for pallet-tracking and to implement a demo tracking programme using the LABVIEW development environment. The thesis also provides guidelines for connecting the Simatic RF680R-reader to LABVIEW.</p> <p>Another objective was to establish the requirements of suitable RFID-hardware and to establish the kinds of tags that match the test environment. Independent tests were implemented for the RFID-tags using temperature test chambers.</p> <p>This thesis was part of an I3-project at Centria University of Applied Sciences: the company Kaustinen Turkisrehu wanted to find out, whether RFID-technology could be used in their cold storage. Practical testing for the RFID-equipment was carried out in the cold storage facility of Kaustisen Turkisrehu on two different days.</p>		

Key words RFID, LABVIEW, RFID-tag, Tracking

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

API	Application programming interface, ohjelmointirajapinta jonka mukaan eri ohjelmat voivat keskustella keskenään
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, eli haihtumaton puolijohdemuistia, joka voidaan uudelleenkirjoittaa n. 10 000 – 100 000 kertaa
EPC	Electronic Product Code, sähköinen tuotekoodi
HF	High Frequencies, korkeat taajuudet
ID	Identifier, tietojen käsittelyssä annettava yksilöllinen tunniste
ISO	International Organisation for Standardisation, kansainvälinen standardointiorganisaatio
LABVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench, National Instrumentsin tekemä ohjelmointiympäristö, joka perustuu graafiseen G-kieleen
LF	Low Frequencies, matalat taajuudet
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuustunnistustekniikka
RSSI	Received Signal Strength Indicator, vastaanotetun signaalin voimaakkuuden ilmaisin
TAG	Tag, eli RFID-tunniste
UHF	Ultra High Frequency, erittäin korkeat taajuudet

WBM

Web Based Management, Siemensin selain pohjainen konfiguraatiosivu
RFID-lukijalle

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 RFID-TEKNIikka	2
2.1 RFID-tekniikan historia	2
2.2 RFID-järjestelmän kuuluvat komponentit	3
2.2.1 RFID-lukulaitteet	3
2.2.2 Antennit.....	5
2.2.3 RFID-tunnisteet.....	6
2.2.4 Tunnistetyypit.....	7
2.3 RFID-tekniikan taajuusalueet.....	9
2.3.1 HF- ja LF-taajuusalueet	10
2.3.2 UHF-taajuusalue sekä mikroaallot.....	11
2.4 RFID-standardit	12
2.5 RFID-tekniikka tuotteiden seurannassa	13
3 I3-HANKE & KAUSTISEN TURKISREHU OY.....	15
3.1 I3-Hanke.....	15
3.2 Kaustisen Turkisrehu Oy	15
4 SIMATIC RF680R-RFID-LUKIJAN KÄYTTÖÖNOTTO	17
5 LABVIEW DEMO-OHJELMA	19
5.1 Labviewin yhdistäminen Simatic RF680R lukijaan	19
5.2 Seurantataulukko-ohjelma.....	25
6 TUNNISTEIDEN LÄMPÖTILAN KESTON TESTAUS.....	27
6.1 Testatut tunnisteet.....	28
6.2 Olosuhdetestaus.....	30
6.3 Tulokset.....	33
7 RFID-LAITTEISTON KÄYTÄNNÖN TESTAUS	34
7.1 Laitteiden esittely	34
7.1.1 SIMATIC RF680R.....	34
7.1.2 SIEMENS SIMATIC RF640A	35
7.1.3 Nordic ID PL3000 RFID-käsilukija	36
7.1.4 I/O BOKSI	37
7.1.5 Smartrac Monza Dogbone R6.....	38
7.1.6 SMARTRAC ShortDipole RFID Paper Tag (Monza 4D)	38
7.2 Ensimmäinen testaus päivä 18.5.2017	39
7.3 Toinen testauspäivä 21.6.2017.....	42
7.4 Tulokset sekä päätelmät	43
8 YHTEENVETO	45
LÄHTEET	47

LIITTEET

Liite 1. LABVIEW-seurantataulukko-ohjelma

Liite 2. Activationpower-valikko

Liite 3. Digital Outputs-valikko

KUVIOT

KUVIO 1. RFID-järjestelmän kytkentäkaavio	16
KUVIO 2. Olosuhdetestaustauksen RFID-laitteiston asettelu	30
KUVIO 3. RFID-laitteiston kytkentä Kaustisella	38

KUVAT

KUVA 1. RFID-järjestelmä	3
KUVA 2. Simatic RF680R RFID-lukija	4
KUVA 3. RFID-tunnisteen rakenne	6
KUVA 4. Aktiivinen RFID-tunniste	7
KUVA 5. Passiivisen RFID-tunniste	8
KUVA 6. LF- ja HF-järjestelmien induktiivinen kytkentä	10
KUVA 7. UHF RFID-järjestelmän toiminta	11
KUVA 8. Kuva Kaustisen Turkisrehun kylmävarastosta, missä tuotelavoja säilytetään.	15
KUVA 9. Primary Setup Tool	16
KUVA 10. Siemensin konfiguraatio sivu	17
KUVA 11. Constructor Node palikan luonti	19
KUVA 12. RFReaer.XmlApi.dll tiedoston etsiminen	19
KUVA 13. RFReader.XmlApi.dll tiedoston valinta	20
KUVA 14. RFReaderinitData sekä RFReaderApi palikoiden valinnat	20
KUVA 15. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta	21
KUVA 16. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta	22
KUVA 17. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta	23
KUVA 18. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta	23
KUVA 19. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelman etupaneelista	24
KUVA 20. Näytönkaappaus ohjelman tekemästä tekstitiedostosta	25
KUVA 21. Näytönkaappaus ohjelman tekemästä tekstitiedostosta	25
KUVA 22. Vötsch Industrietechnik VC 4060 olosuhdekaappi	26
KUVA 23. Confidex Steelwave micro RFID-tunniste	27
KUVA 24. Confidex Carrier tough M4QT RFID-tunniste	28
KUVA 25. SMARTRAC Monza Dogbone R6 RFID-tunniste	29
KUVA 26. Tunnisteet olosuhdekaapissa	31
KUVA 27. Siemens Simatic RF640A antenni	34
KUVA 28. Nordic ID PL3000 RFID-käsilukija	35
KUVA 29. I/O testausboksi RFID-laitteistolle	36
KUVA 30. Smartrac ShortDipole RFID-tunniste	38
KUVA 31. Simatic RF640A-antennien kiinnitys varaston ovele	39
KUVA 32. Tunnisteiden kiinnityksiä	40

TAULUKOT

TAULUKKO 1. RFID-taajuusalueiden ominaisuuksia.....	9
TAULUKKO 2. Tunnisteet olosuhdetestauksessa.....	27
TAULUKKO 3. Tunnisteiden RSSI-arvoja.....	32

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli selvittää RFID-tekniikan soveltuvuus tuotelavojen automaattisessa laskennassa, Kaustisen Turkisrehu Oy:n kylmävaraston olosuhteissa. Tämä opinnäytetyö tehtiin osana Centria ammattikorkeakoulun I3-hanketta. Yritys halusi selvittää, voidaanko RFID-tekniikkaa hyödyntää heidän kylmävarastoinnissa.

Tavoitteena oli selvittää soveltuvat RFID-tunnisteet, lukijat sekä antennit. Työhön kuuluu myös demoseurantaohjelman tekeminen National Instrumentsin LABVIEW-ohjelmointiympäristössä. Ohjelmalla monitoroitaisiin tietoja, tunnisteilla varustettujen lavojen liikkeistä portin läpi. Opinnäytetyössä kerrotaan myös Simatic RF680R-lukijan yhteyden muodostamisesta LABVIEW-ohjelmointiympäristöön.

Turkisrehun raaka-ainelavoja säilytetään varastossa, jonka lämpötila on noin -25 °C astetta. Tätä varten muutamalle RFID-tunnisteille suoritettiin lämpötilankestotesti olosuhdekaapin avulla. Myös tunnisteen kiinnitystä tuotelavoihin piti miettiä tarkkaan, koska lavat voivat olla märkiä ja kosteita.

RFID-laitteistolle suoritetaan myös käytännöntestaus. Testaus tapahtuu Kaustisen Turkisrehun tiloissa kahtena eri päivänä. Ensimmäisenä päivänä testataan muun muassa tunnisteen kiinnityksiä, lukuominaisuuksia sekä LABVIEW-ohjelman toimivuus. Ensimmäisen päivän lopuksi tunnisteen ID:t nimitään sekä jätetään varastoon odottamaan seuraavaa testauskertaa. Toisena päivänä testataan, että tunnistet toimivat vielä noin. kuukauden varastoinnin jälkeen, sekä selvitetään, onko tunnisteen pysyvyys tuotelavoissa heikentynyt.

2 RFID-TEKNIikka

RFID on radiotaajuudella toimiva etätunnistusteknologia, jota käytetään asioiden ja tuotteiden havainnointiin, yksilöintiin sekä tunnistamiseen. RFID-teknologian toiminta perustuu tiedon tallentamiseen RFID-tunnisteeseen ja sen langattomaan lukemiseen lukijalla. Tämän jälkeen luettua tietoa voidaan hyödyntää taustajärjestelmän avulla.

RFID-teknologiaa voidaan verrata esimerkiksi viivakoodiin. Tuotteeseen kiinnitetään tunniste, joka kertoo tuotteesta jotain. RFID eroaa pääosin viivakoodista niin, että tunnistus voi tapahtua ilman suoraa katsekontaktia tuotteeseen. RFID-tunnisteen sisältöä voi muuttaa milloin vain siinä, missä viivakoodi on tulostuksen jälkeen pysyvä. RFID-tunnisteet kestävät myös paljon paremmin teollisuusolosuhteita kuin tavalliset viivakoodit. RFID:tä käytetään yleisnimityksenä kaikille radiotaajuuksilla tapahtuvalle tunnistamiselle, joten monta erilaista teknologiaa kuuluu RFID-termin alle. (Mekatronikka 2014.)

Etätunnistuksen hyödyt käyttämällä radiotaajuuksia verrattuna perinteisiin tekniikoihin voivat olla erittäin mittavat. RFID-tekniikan käyttö voi tehdä tarpeettomaksi esimerkiksi logistiikassa eri prosessivaiheita. Tietojen digitaalinen lukeminen vähentää virheiden määrää, kun tietoja ei tarvitse manuaalisesti kirjoittaa eri järjestelmiin. Eri raaka-aineiden sekä tuotteiden seuraaminen koko valmistusprosessin ajalta valmistajalta kuluttajille asti helpottuu. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 9.)

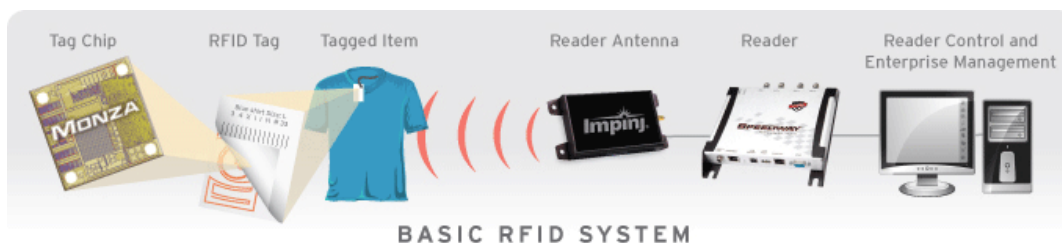
2.1 RFID-tekniikan historia

RFID:n juuret ovat peräisin toisesta maailmansodasta ja tutkan kehittymisestä. Tutkalla pystyttiin tunnistamaan vihollislentokoneet, mutta omia lentokoneita ei pystytty erottamaan niistä. Lentokoneita aloitettiin varustamaan erillisillä modulaattorilla ja antennilla, koneen tyyppin tunnistamiseksi. Tätä tunniste tyyppiä voitaisiinkin kutsua nykypäivänä pitkän lukuetaisyyden semipassiiviseksi RFID-tunnisteeksi. 1945 alkaen Neuvostoliitossa RFID-teknologiaa sovellettiin jo vakoilukäytössä. Semipassiivisten etätunnisteiden jälkeen seuraava kehitysaskel oli passiivisten tunnisteiden käyttöönotto. Vasta 1980-luvulla passiivinen tunniste pystyttiin ottamaan järkevästi käyttöön. Kehitystä vauhdittivat erilaiset sovellukset

joista tärkein oli tuotantoeläinten merkitseminen eri tunnisteilla eläinten ruokavaatimusten vuoksi. Toinen tärkeä sovellus oli autojen käynnistyksen esto. Tämä tarkoitti sitä, että auton lukkopesässä oleva lukija varmistaa, että avaimessa on oikea RFID-tunniste. (Tekes 2009.)

2.2 RFID-järjestelmän kuuluvat komponentit

RFID-järjestelmät koostuvat seuraavista komponenteista: lukulaitteista, antenneista, tunnisteista sekä taustajärjestelmästä. RFID-lukulaitteissa on erilaisia elektronisia komponentteja, jotka lähettävät viestin ja vastaanottavat tunnisteiden palauttamia viestejä. Mikroprosessori tarkistaa ja tulkitsee vastaan otetun viestin ja muistin, joka tallentaa tiedon seuraavaa lähetystä varten. Saatuja tietoja voidaan hyödyntää taustajärjestelmän avulla. Lukulaitteen antennit ovat yleensä erillisenä, mutta ne voivat myös olla integroituna itse lukijan elektroniikan kanssa. RFID-järjestelmän tärkein tieto on talletettu tunnisteelle. Tunnistusetaisyys tunnisteiden ja lukulaitteen välillä, riippuu tunnisteiden antennin koosta, käytetystä taajuudesta ja lukulaitteen antennin koosta. Lukulaitteen ja tunnisteiden suuntaus vaikuttaa myös tunnistusetaisyyteen. Mitä paremmin antenni on kohdistettu tunnisteeseen, sitä pidemmältä matkalta on mahdollisuus tunnistaa. Sähkömagneettiset kentät sekä metalliset esineet tunnisteiden ja lukulaitteen läheisyydessä vähentävät lukueetaisyttä. (Mekatroniikka 2014.)



KUVA 1. RFID-järjestelmä

2.2.1 RFID-lukulaitteet

RFID-lukulaitteet koostuvat antennista sekä itse lukulaitteesta. Lukija liitetään yleensä joko kenttäväylään tai tietokoneeseen. Lukulaite tuottaa tunnisteelle omalla sähkömagneettisella kentällään tiedon

lähettämiseen tarvittavan energian. UHF-taajuudella toimiva lukija on radioaaltojen avulla yhteydessä tunnisteesiin. Lukija muuntaa tunnisteilta takaisinsaadun, radiosignaaliin koodatun tiedon digitaalseksi, joka pystytään lukemaan lukijalta tai siirtämään taustajärjestelmään. Lukijan avulla voidaan esimerkiksi lukea tunnisteen tietoja, lähettää tunnisteele tietoa, lukita tunniste tai tuhota tunnisteelella olevat tiedot. (Hare.)



KUVA 2. Simatic RF680R RFID-lukija

Useasti lukukentässä on monta tunnistetta, joten lukulaite suorittaa paljon eri komentoja sekä vastauksia samanaikaisesti. Lukulaitteet käyttävät törmäyksenestoalgoritmia, jotta ne pystyvät tunnistamaan sekä erottamaan tunnisteen toisistaan. Törmäykseneston menetelmät on määritetty tunnistetyyppien standardeissa. Vasta kun lukulaite on vastaanottanut tunnisteen kokonaisen tunnistekoodin, voi se kirjoittaa, muuttaa tunnisteelella olevia tietoja tai antaa tunnisteelelle muita komentoja. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 31.)

Lukulaitetta valittaessa tulisi huomioida ainakin seuraavia asioita:

- Antennien soveltavuus eri ympäristöihin sekä kuinka monta antennia lukija tukee
- Operointi taajuus eli mitä tunnistetyyppiä lukija pystyy lukemaan

- Tuki useammalle standardille, että lukija pystyy lukemaan useampaa tunnistetyyppiä, jos sovellus niin vaatii
- Verkostoituminen eli mahdollisuus yhdistellä eri lukulaitteita toisiinsa verkkojen yli, käytössä olevien tiedonsiirtoprotokollien avulla.

(SFS-Käsikirja 301-1 2010, 37.)

2.2.2 Antennit

Tunnisteet ja lukijat tarvitsevat antennija lähettämään sekä vastaanottamaan radioaaltoja. Lukija voi hyödyntää useampia antennija, jolloin saavutetaan suurempi lukualue. Antennien valinta on olennaista, että saavutetaan paras suorituskyky sovelluksessa. Antennit yhdistetään yleensä kaapeleilla lukulaitteeseen, joita pitkin antennien toimintaa ohjataan. Joissain lukijoissa, kuten kannettavissa lukulaitteissa antennit ovat integroidut lukijan sisälle, mikä pienentää antennien kokoa ja samalla rajoittaa niiden ope-
rointitaajuuksia. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 32.)

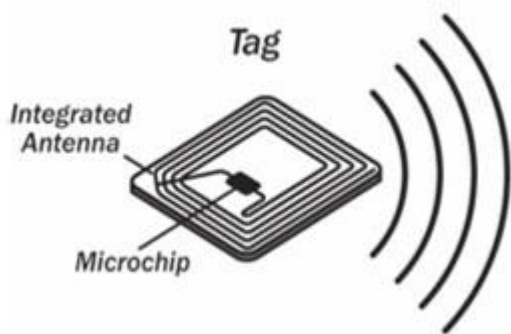
RFID-antennit voidaan kytketymisen perusteella jakaa kahteen ryhmään eli sähkömagneettiseen sekä magneettiseen kytketymiseen perustuviin antenneihin. LF- ja HF-taajuuksilla tapahtuu magneettinen kytketyminen. UHF-taajuuksilla sekä mikroaaltoalueella tunnisteen ja lukijan välinen signalointi tapahtuu sähkömagneettisten aaltojen avulla radiotaajuuksilla (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 33.)

Polarisointi on tärkeä asia RFID-tekniikassa, koska suurin osa antennista on joko lineaarisesti tai ympyränmuotoisesti polarisoituja. Lineaaripolarisoiduilla antennilla saavutetaan paras lukuetaisyys, kun lukijan antenni sekä tunnisteen antenni ovat suunnattuna toisiinsa. Lineaaripolarisoiduilla antennilla saavutetaan myös pitempi lukuetaisyys kuin ympyräpolarisoiduilla. Ympyräpolarisoidut antennit sallivat tunnisteen sekä lukijan antennin vapaamman sijoittelun sekä takaavat laajemman lukualueen.

2.2.3 RFID-tunnisteet

RFID-järjestelmän tärkein tieto on talletettu tunnisteelle (tag). RFID-tunneista löytyy paljon erilaisia riippuen eri käyttötarkoituksista ja käyttökohteista. Tunnisteen koko sekä muodot vaihtelevat paljon esimerkiksi suurikokoiset tunnisteet mitoiltaan 140 mm x 25 mm x 8 mm, joita voidaan käyttää muun muassa autoteollisuudessa. Erittäin pienikokoinen paperimassaan sisällytettävä pulverityyppinen tunniste on mitoiltaan vain 0.05 mm x 0.05 mm x 5 µm. RFID-tunnisteiden fyysinen koko sekä valmistuskustannukset pienenevät jatkuvasti, mutta tunnisteiden kapasiteetti kasvaa, mikä luo uusia sovelluskohteita RFID-tekniikalle. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 9.)

Tunniste koostuu mikrosirusta ja antennista. Aktiiviset sekä semipassiiviset tunnisteet omaavat myös virtalähteen, joka on yleisesti joko paristo tai akku. Mikrosirulla on se tallennettu tieto, jota luetaan tai kirjoitetaan lukulaitteella. Tunnisteen antenni vastaanottaa lukijalta tulevan signaalin sekä komennot jotka menevät mikrosirulle. Indusoidun sähkövirran avulla tunniste lähettää lukijalleen tarvitsemat tiedot sekä pystyy suorittamaan lukijan lähettämät muut käskyt. UHF-taajuudella toimivat passiivitunnisteet käyttävät yleensä dipoliantenneja kun taas HF- ja LF-tunnisteiden antenni on yleensä silmukkamallinen. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 26.)



KUVA 3. RFID-tunnisteen rakenne.

Tunnisteella oleva tiedonmäärä vaihtelee yleensä tunnisteen muistin määrän mukaan. Muistinmäärä vaihtelee tunneissa muutamasta tavusta kilotavuihin. On myös olemassa yhden bitin tunneista, joilla tarkkaillaan tunnisten läsnäoloa lukulaitteen kantamassa. Ne ovat erittäin halpoja valmistaa, koska ne

eivät sisällä mikrosirua ja niitä hyödynnetään esimerkiksi varkaudenestojärjestelmissä. (RFID-handbook. 2003, 11–28.)

Tunnisteita voidaan jaotella myös niiden toimintojen mukaan, mitä ne tukevat. RW (read write) tunnistelle pystytään sekä kirjoittamaan, että lukemaan tietoa. RO (read only) tunnisteteita pystytään ainoastaan lukemaan. WORM (write once read many) -tunnisteille tietoa voi kirjoittaa kerran, jonka jälkeen tunnisteteita voi vain lukea. EEPROM (electronically erasable programmable readonly memory) -tunnisteilla sijaitseva tieto pystytään poistamaan ja kirjoittamaan uudelleen. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 26–27.)

2.2.4 Tunnistetyypit

RFID-tunnisteet koostuvat yleensä kolmesta eri tunnistetyypistä jotka ovat Aktiiviset tunnisteteet, passiiviset tunnisteteet sekä semi-passiiviset tunnisteteet.

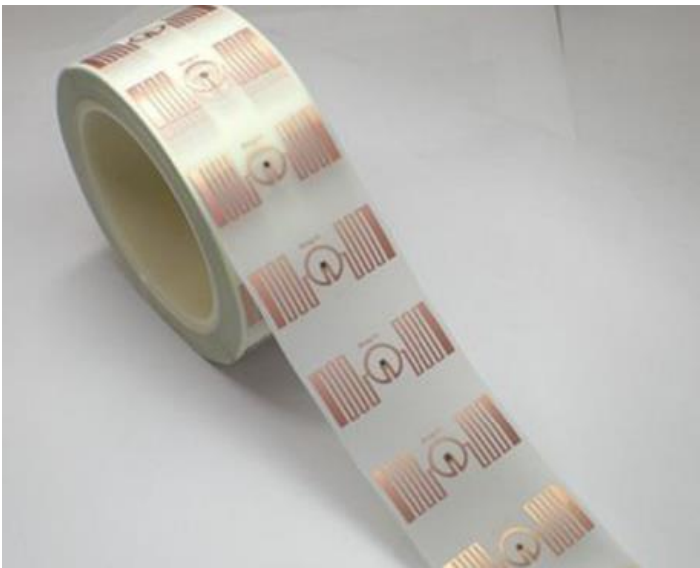
Aktiivinen tunnistete sisältää oman virtalähteen, joka koostuu yleensä paristosta. Aktiivinen tunnistete ottaa toiminta energiansa omasta virtalähteestään. Omavirtalähde lisää lukuetaisyttä huomattavasti joka lisää tunnisteteen käytettävyyttä eri sovelluksissa. Haittoina aktiivitunnisteissa nähdään yleensä niiden suurempi koko sekä kalliimpi hinta. Aktiivinen tunnistete ei pysty myöskään toimimaan ilman omaa virtalähdettään, joten jos virtalähde jostain syystä ei toimi se on vaihdettava mikä lisää kustannuksia. Virtalähde voi myös heikentyä ajan saatossa mikä voi johtaa siihen, että tunnistete lähettää virheellistä tietoa. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 39.)



KUVA 4 Aktiivinen RFID-tunniste

Passiivisella tunnisteella ei omaa virtalähdettä. Se saa toiminta energiansa lukijan lähettämistä radioaalloista integroidun antennin avulla. Passiivitunnisteita pystytään lukemaan yleensä noin 5 metrin päähän. Passiivitunnisteet voivat olla kooltaan verrattain melko pieniä joka lisää eri sovelluskohtia. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 38)

Passiivitunnisteet ovat yleistyneet viime vuosina paljon ja ovat erittäin suosittuja. Etuina ovat halpa hinta sekä hyvät lukuominaisuudet. Tunnisteita käytetään paljon eri logistiikan sovelluksissa.



KUVA 5. Passiivinen RFID-tunniste

Semipassiivinen tunniste omaa virtalähteen, mutta ei lähetintä. Tämän vuoksi sen toiminta on samantyyppistä kuin passiivisilla tunnisteilla. Tunniste pystyy kuitenkin vahvistamaan signaalin takaisinsironta prosessia, jonka vuoksi sen tunnistusetäisyys on suurempi kuin passiivilla tunnisteilla. Semipassiivisilla tunnisteilla ei ole ongelmaa, kun sen omasta virtalähteestä loppuu virta, koska se pystyy jatkamaan toimintaansa samoin kuten passiiviset tunnisteet. Toisaalta virtalähde myös lisää hintaa ja kokoa, joten tunnistetta ei käytetä yhtä paljon kuin passiivisia tunnisteita. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 38.)

2.3 RFID-tekniikan taajuusalueet

Oleennaista RFID-järjestelmissä on taajuusalueet. Lukija ja tunniste ovat suunniteltu keskustelemaan keskenään radioteitse juuri oikealla taajuudella. Fysikaalinen mekanismi voi erota toisistaan eri taajuusalueilla. HF- ja LF-taajuus alueilla käytetään induktiivista kytkentää, kun taas Mikroaalto- ja UHF-taajuuksilla radioaaltoja. Viestintävirasto kontrolloi taajuusalueiden käyttöä suomessa. Se asettaa rajoitteita ja vaatimuksia myös RFID-laitteistoille. (Mekatroniikka 2014.). Alla olevasta taulukosta näkyy eri taajuuksien ominaisuuksia.

TAULUKKO 1. RFID-taajuusalueiden ominaisuuksia (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 41.)

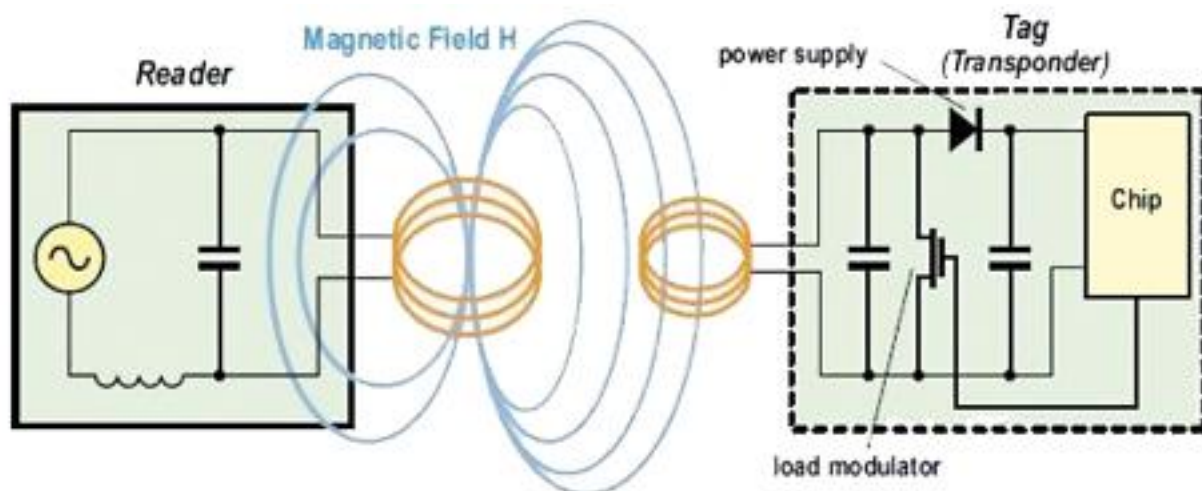
Taajuuskaista	LF	HF	UHF	Mikroaallot
Taajuudet	30-300 kHz	3-30 MHz	300 MHz	2-30 GHz
Kytkeytyminen	Magneettinen	Magneettinen	Sähkömagneettinen	Sähkömagneettinen
RFID-taajuudet	125-134 kHz	13,56 MHz	433 MHz tai 865-956 MHz	2.45 GHz
Arvioitu lukuetaisyys	< 0.5 m	< 1.5 m	433 MHz: < 100m 865-956 MHz: 0.5-5 m	< 10 m
Tyypillinen käytännön kohde	Eläintunnistus	Kulunvalvonta	Logistiikka	Liikkuvien autojen tietullit
Ominaispiirteet	Läpäisee veden, mutta ei metallia, lyhyt lukuetaisyys, pieni tiedonsiirtonopeus	Melko hyvä tiedonsiirtonopeus, suuremmat etäisyydet	Suuritiedonsiirtonopeus, todella monen objektin yhtäaikainen luku, Pitkät etäisyydet, ei läpäise vettä eikä metallia	Suuri tiedonsiirtonopeus, pitkät etäisyydet, ei läpäise vettä eikä metallia

2.3.1 HF- ja LF-taajuusalueet

HF (High Frequency)- taajuusalueella käytetään kansainvälisesti vapaata taajuutta, joka on 13,56MHz. Tunniste ja lukija muodostavat keskenään induktiivisen kytkennän eli energiaa siirtyy lukulaitteen käämistä tunnisteen käämiin jaetun magneettisen kentän yli. Lukuantenni muodostaa LF ja HF-järjestelmissä sähkömagneettisen alueen. Tämä magneettikenttä on tarpeeksi voimakas herättämään tunnisteen ja varustamaan sen teholla, joka tarvitaan ID-tiedon lähettämiseen lukulaitteelle. (Etn, 2014.)

Lähietäisyydellä tunnistamisessa kuten kulunvalvonnassa käytetään yleensä HF-järjestelmiä. Suurin mahdollinen lukuetaisyys 13,56 Mhz:n taajuudella sirun ja antennin välillä on optimi olosuhteissa noin 1.5 metriä. Käytännössä lukuetaisyys vaihtelee 0,05 m:n ja 1m:n välillä sovelluksen mukaan. Muutamia etuja, joita 13,56MHz:n tekniikka tuo verrattuna UHF-tekniikkaan on: parempi häiriösietoisuus teollisuusympäristössä, kentän parempi kyky läpäistä vettä sisältäviin ainesiin kuten esimerkiksi puihin, helppo lukualueen rajaaminen ja ongelmattomuus heijastusten suhteen. (Mekatroniikka 2014.)

LF (Low Frequency)- taajuusalueella järjestelmien taajuus alue on yleensä 125 kHz. LF-järjestelmien käyttö ei ole nykypäivänä enää kovin suosittua ja niiden käyttö rajoittuu lähinnä eläintunnistukseen sekä kulunvalvonnan eri sovelluksiin. (Mekatroniikka, 2014)



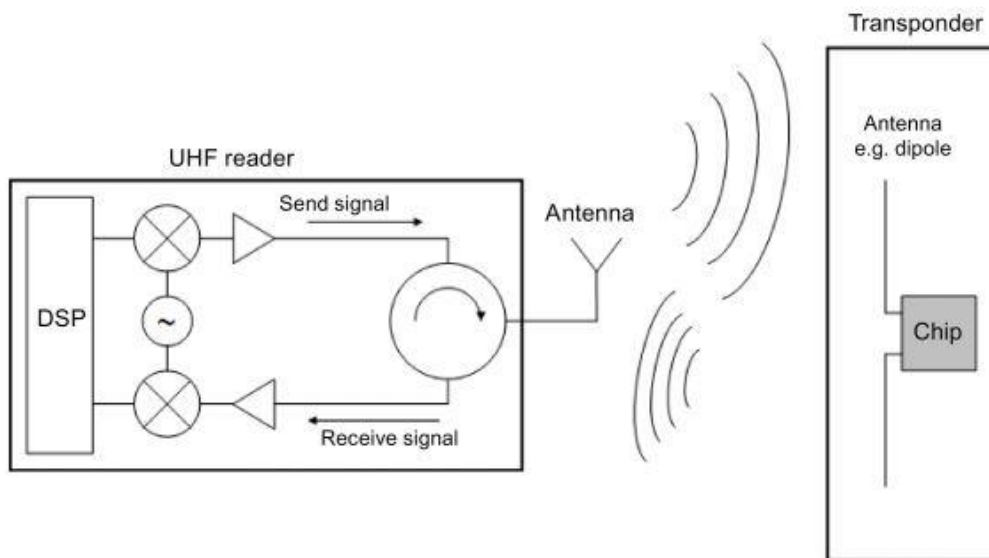
KUVA 6. LF- ja HF-järjestelmien induktiivinen kytkentä

2.3.2 UHF-taajuusalue sekä mikroaallot

UHF-taajuusalueella toimivat RFID-järjestelmät ovat nykypäivänä suosittuja. Taajuudet poikkeavat eri puolella maailmaa. Eurooppalainen sallittu taajuusalue on noin 869 MHz kun taas Yhdysvalloissa käytetään taajuus aluetta, joka sijoittuu 902 – 928 MHz:n välille. Eniten mielenkiintoa UHF-tekniikka on herättänyt sen lupaavasta tulevaisuudesta ja mahdollisuuksista eri logistiikan sovelluksissa. Maailmalla tunnetuista yrityksistä, kuten Wal-Mart, Metro Group ja Tesco hyödynnyttävät soveltavat UHF-tekniikkaa. (Mekatroniikka, 2014)

Fysikaalisesti UHF-taajuusalueella tapahtuva RFID-tekniikka poikkeaa eri tavalla kuin LF JA HF-tekniikka. UHF RFID-tunnistuksessa on kyse far-field-tekniikasta, jossa lukija ja tunniste kommunikoivat lähettämällä radioaaltoja, kuten tapahtuu esimerkiksi matkapuhelimessa ja radiossa. UHF-tunnisteilla on monia hyviä ominaisuuksia verrattuna muilla taajuuksilla toimiviin tunnisteisiin, kuten esimerkiksi, Luku- ja kirjoitus ominaisuudet, ohut ja taipuisa rakenne, korkeatiedonsiirtonopeus sekä pitkä lukuetaisyys. (Mekatroniikka 2014.)

Mikroaaltoalueilla yleisin taajuus on 2.4Ghz. Mikroaaltojen yleisin käyttö tapahtuu aktiivitunnistuksessa, jossa tunniste omaa oman virtalähteen. (Mekatroniikka 2014.)



KUVA 7. UHF RFID-järjestelmän toiminta

2.4 RFID-standardit

Standardi eli organisaation esittämä määritelmä, siitä miten jokin asia tulisi tehdä. RFID-tekniikan standardit ovat erittäin tärkeitä esimerkiksi logistiikkaan liitetyissä sovelluksissa, joissa rakennetaan avoimia kuljetusketjuja, koska usean eri toimijan järjestelmät pitävät tukea ja pystyvä tunnistamaan samoja tunnisteita oikeilta taajuuksilta. Toinen tärkeä tehtävä standardeilla on taata valmistajariippumattomuus. Isoa järjestelmää rakentaessa on hyvä varmistaa, että järjestelmään sopivia tunnisteita ja laitteita voi ostaa myöhemmin vapaasti ilman sitoutumista yhteen toimittajaan. Tärkeimmät standardit määräävät tunnisteen tietosisällön sekä tiedonvälitysprotokollan. (Mekatroniikka 2014.)

13.56MHz:n HF-taajuusalueella on olemassa tiettyjä sovittuja standardeja. Standardi ISO14443 ei takaa valmistajariippumatonta lukijoiden ja tunnisteen yhteen sopivuutta, eikä sitä kautta tuo kaikkia etuja mitä standardit voivat antaa. Kuitenkin käytännössä Philips Mifare-tekniikka on saavuttanut de facto standardin aseman. Mifaren erilaiset käyttökohteet ovat eri maksusovelluksissa ja sen luku etäisyys on rajattu noin 3-4 senttimetriin. (Mekatroniikka 2014.)

LF-taajuusalueella ei sijaitse vapaita standardeja. Suurin osa sovelluksista kuten erilaiset kulunvalvontajärjestelmät on toteutettu 125 kHz-taajuudella suljettuina järjestelminä. (Mekatroniikka 2014.)

Kaikista olennaiset standardit kuten EPC löytyvät UHF-taajuusalueelta. Vuonna 1999 Auto-id Center perustettiin kehittämään kansainvälisiin avoimiin logistiikkaketjuihin EPC-standardia ja siihen liittyvää teknologiaa. Päämääränä oli halpa tunnisteen hinta sekä UHF-taajuusalue, koska se tarjoaa tarpeeksi pitkät lukuetaisyydet eri logistiikkasovelluksin. Alkuperäinen idea liittyen EPC:hen oli kehittää samanlainen RFID-tunnisteita vastaava artikkelinumerointi järjestelmä kuin viivakoodeillakin, eli siis määrittää tunnisteen tietosisältö. Auto-ID Center kuitenkin kieltäytyi omaksumasta ISO:n aikaisemmin määriteltä tiedonsiirtoprotokollaa. Auto-ID Center kehitti EPC:n kattamaan sekä tunnisteen tietosisällön ja tiedonsiirtoprotokollan. Auto-ID center ei kehittänyt kuitenkaan vain yhtä tiedonsiirtoprotokollaa alkuperäisen idean mukaisesti. EPC-tunnisteita kehitettiin useita, joissa noudatettiin luokkajakoa. Ylemmät luokat tarjoavat enemmän mahdollisuuksia korkeammalla hinnalla. Alkuperäisen luokkajaon mukaan esimerkiksi Class 5-luokan aktiivitunnisteet pystyivät juttelemaan jopa keskenään ja class 1 – luokan tunnisteet olivat vain passiivisia ja luettavia. Lopuksi kehitettiin Class 0 luokan tunnisteet, jotka yhdessä class 1-luokan kanssa ovat olennaisimmat EPC-luokat logistiikan sovelluksissa. (Mekatroniikka 2014.)

2.5 RFID-tekniikka tuotteiden seurannassa

Tänä päivänä suurimmat sovellukset RFID-teknologiassa löytyvät isojen yritysten toimitusketjujen alueelta. Käyttöönotto näissä sovellus kohteissa on ollut merkittävää RFID-teknologian hyväksynnän sekä leviämisen kannalta.

Logistiikka eli raaka-aineiden ja tuotteiden saaminen oikeaan aikaan oikeaan paikkaan on monelle yritykselle haasteellista sekä kallista. Ongelmat johtuvat yleensä siitä, etteivät toimitusketjun eri osapuolet tiedä toistensa liikkeistä, kuljetettavien tuotteiden tai raaka-ainoiden sijainnista tai varastossa olevien tuotteiden tarkkoja lukumääriä. Tähän ongelmaan RFID-teknologia tarjoaa ratkaisun jota monet yritykset ovat onnistuneet soveltamaan omissa toimiketjuissaan. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 122)

Varastojen hallinta sekä ylläpito ovat yleensä asioita jotka tuottavat yritykselle taloudellisia menetyksiä. Monet yritykset siirtyvät varastokeskeisestä tuotannosta niin sanottuun JIT (Just-in-Time) –tuotantoon, missä varastot pyritään poistamaan kokonaan tai minimoimaan ja saada tuotteet siirtymään tuotantoprosessista seuraavaan ilman välivarastointia. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 123)

Vaikka RFID-teknologian tuomat potentiaaliset säästöt ja hyödyt erilaisissa kustannuksissa ovat kiistattomat, voi kuitenkin huonosti suunnitellusta sovelluksesta koitua liiallisia kustannuksia verrattuna saavutettuihin hyötyihin. Pahimmassa tapauksessa voi käydä niin, että sovellus ei maksa itseään koskaan takaisin, vaan aiheuttaa jatkuvia kustannuksia yritykselle. Tämän takia on tärkeää suunnitella tarkasti järjestelmä mikä rakennetaan. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 124.)

Yrityksen pitää aina perustella tekemänsä sijoitukset siten, että ne tulevat maksamaan yritykselle ajan mittaan itsensä takaisin, sekä tuottavat lisäarvoa yritykselle. Eli yrityksen pitää tarkkaan laskea, mitä hyötyjä RFID-teknologia toisi yritykselle ja kuinka suuret kustannukset siitä koituvat.

Oikean RFID-teknologian valitseminen on tärkeää, koska siitä muodostuu sovelluksen suurimmat kustannukset ja sen jälkeenpäin korjaaminen on erittäin kallista. On hyvä kartoittaa sovellusalueen vaatimukset, lukijalaitteelle, tunnistelle sekä taustalla toimivalle tietojärjestelmälle. On myös hyvä huomioida oman teollisuuden, yritys ympäristön sekä yhteistyökumppaneiden vaatimukset sovelluksen toiminnalle. Turvallisin vaihtoehto on käyttää samaa teknologiaa mitä muut markkinoilla olevat toimijat. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 125.)

Tietojen hallinta on tärkeässä osassa, koska kerättävän tiedon määrä lisääntyy huomattavasti. Siksi on tärkeää, että yrityksen IT-yksikkö otetaan mukaan sovelluksen suunnitteluun. Yrityksen pitää määritellä mitä kaikkea tietoa halutaan tallettaa ja miten sitä tulee prosessoida sekä suodattaa yrityksen tietojärjestelmään. RFID-sovelluksen käyttöönoton myötä on huomioitava, että yrityksen tietojen käsittelyyn liittyvät kustannukset tulevat kasvamaan, joten on hyvä saada kerätty tieto sellaiseen muotoon, että se voi parhaimmalla tavalla palvella yrityksen toimintoja. (SFS-Käsikirja 301-1 2010, 125.)

Virhetilanteiden ennakoinnilla säästytään monilta tulevaisuuden ongelmilta, kun se on tehty oikein. Esimerkiksi monessa eri tehdasympäristössä on paljon metallipintoja, jotka voivat aiheuttaa vääriä lukutilanteita tai estää tunnisteen lukemisia. Siksi olisi tärkeää miettiä komponentteja valittaessa, mitkä soveltuvat parhaiten sovelluksen ympäristöön. Esimerkiksi lineaarisesti polarisoitu RFID-antenni toimii paremmin metallisessa ympäristössä kuin ympyräpolarisoitu.

3 I3-HANKE & KAUSTISEN TURKISREHU OY

3.1 I3-Hanke

Tämä opinnäytetyö suoritettiin osana Centria-ammattikorkeakoulun I3-hanketta (Innovation and industrial Internet), jossa eri yrityksille pyritään kehittämään uudenlaisia liiketoiminnan mahdollisuuksia. Centrian lisäksi hankkeeseen osallistuu Centrian partneriyliopistot Ruotsista sekä Norjasta. Rahoittajana toimii Euroopan unionin Interreg Pohjoisen Euroopan aluekehitysrahasto. (Centria-amk.2017.)

Teollinen internet on konsepti, joka tähtää uusien liiketoimintojen kehittämiseen. Hankkeen tulosodotuksena on pk-yritysten kilpailukyvyn lisääntymisen ohella luoda sellainen peruskehys, jota noudattaen yrityksen, toimitusketju, palvelut, innovaatiomallit sekä tuotanto voidaan integroida kestävän kehityksen perusteita noudattaen. (Centria-amk 2017.)

Hankkeen tavoitteena on innovaatiotoiminnan kautta pyrkiä kehittämään eri yrityksille uudenlaisia liiketoiminnan mahdollisuuksia, kuten prosesseja, tuotteita sekä palveluja, jotka hyödyntävät teollista internetiä. Yrityksille demonstroidaan teollisen internetin sekä innovaatioiden tarjoamia mahdollisuuksia eri sovellusten sekä modernien teknologioiden kautta. (Centria-amk 2017.)

3.2 Kaustisen Turkisrehu Oy

Kaustisen Turkisrehu Oy on paikallisten turkistuottajien omistama yhtiö, omistajia on yhteensä noin. 350. Yritys on perustettu vuonna 1964. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2016 18.5 miljoonaa euroa. (Finder)

Yhtiö toimittaa tuorerhua noin 170 tarhalle päivittäin. Kovin sesonki aika yrityksessä on loppusyksystä alku talveen. Sesonkiaikaan urakoitsijan koko kalusto eli 7 autoa kuljettavat ympärivuorokauden rehua tarhoille.

Rehun valmistamiseen tarvittavat raaka-aineet saapuvat monesta eri paikasta. Teurastamoilta tulee teurasjätettä, Pakastekalaa saapuu norjasta sekä yhtiön omilta aluksilta saadaan Perämeren silakkaa. Sesonkiaikaan tehtaalte tuleva raaka-aine tuotetaan tuotantoprosessissa suoraan rehuksi, mutta sesonkiajan ulkopuolella, erityisesti vuoden vaihteen jälkeen, kun rehun menekki on pienimmillään, tarvitaan rehun kylmävarastointia. Varastoissa säilytetään noin 10 eri tuotetta. Jokaisella lavalla on aina yhtä samaa tuotetta. Rehulavat on merkitty kolminumeroisella numerosarjalla, joka ilmaisee raaka-aine-erän saapumiserän.

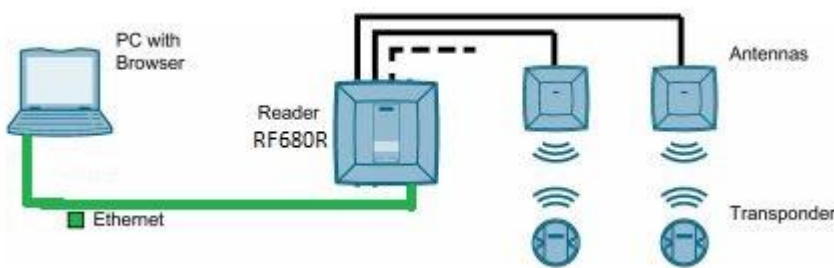
Yritys halusi selvittää, voidaanko RFID-tekniikkaa hyödyntää heidän kylmävarastoinnissa.



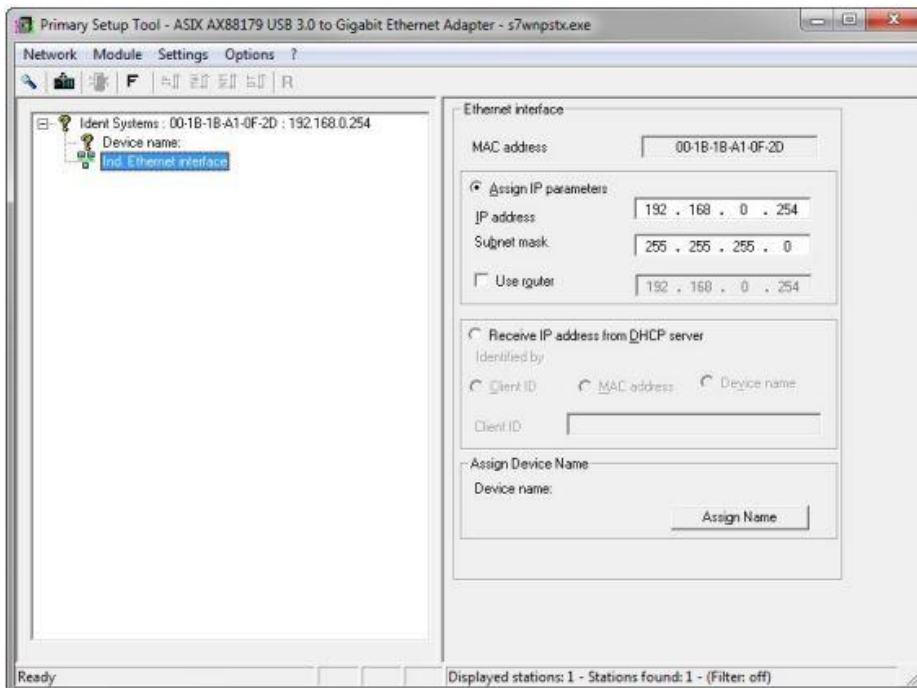
KUVA 8. Kaustisen Turkisrehu Oy:n kylmävarasto

4 SIMATIC RF680R-RFID-LUKIJAN KÄYTTÖNOTTO

Simatic RF680R lukijan käyttöönotto aloitetaan käynnistämällä lukija sekä yhdistämällä tietokone sekä lukija ethernet kaapelilla. Lukija toimii 24 voltin jännitteellä, joten sitä varten tässä työssä käytettiin Siemens logo power jännitemuunninta. Tämän jälkeen lukijalle määritetään IP-osoite. Lukijan IP-osoitteen määrittäminen tapahtuu käyttämällä Primary Setup Toolia.



KUVIO 1. RFID-järjestelmän kytkentäkaavio

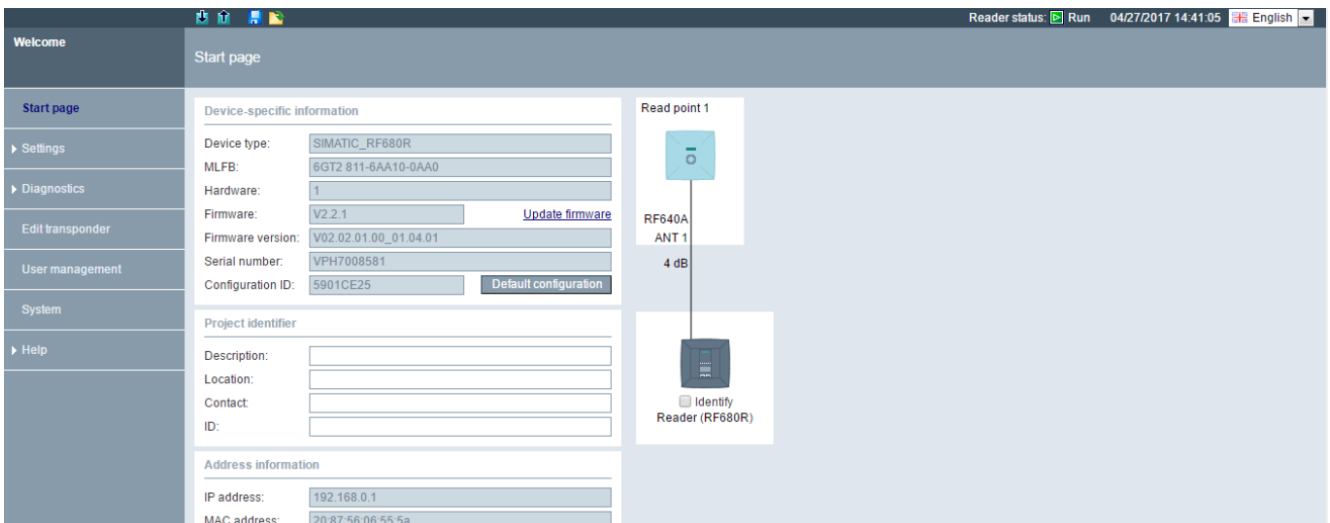


KUVA 9. Primary Setup Tool

Tämän jälkeen voidaan ottaa yhteys lukijaan kirjoittamalla selaimen lukijalle määritetty IP-osoite. Jos yhteys on onnistunut, avautuu Siemensin webselain-pohjainen käyttöliittymä WBM (Web Based Management). Tällä sivulla voidaan määrittää useita asioita liittyen lukijan toimintaan kuten:

- Antennien tehon määrittäminen
- Antennien valinnat
- Digitaalisten ulostulojen toimintojen määrittäminen
- Tunnisteiden muokkaus – EPC-IDs vaihto
- Monitoroida tunnisteiden RSSI-arvoja
- Tunnisteiden lukitus ja tuhoaminen.

Koin itse tämän konfiguraatio sivun helppokäyttöiseksi ja sillä oli helppo esimerkiksi testata eri tunnisteita sekä muokata tunnisteiden sisältöjä.



KUVA 10. Siemens WBM-konfiguraatiosivu

5 LABVIEW DEMO-OHJELMA

Demo-ohjelmalla haluttiin testata RFID-tekniikan hyödyntämistä LABVIEW-ohjelmointiympäristön avulla. Ohjelmalla otetaan yhteys RFID-laitteistoon sekä tehdään seurantataulukko-ohjelma. Ohjelman ideana oli kerätä tietoa, tunnistella varustettujen lavojen liikkeitä portin läpi sekä tallentaa saadut tiedot erillisiin listoihin.

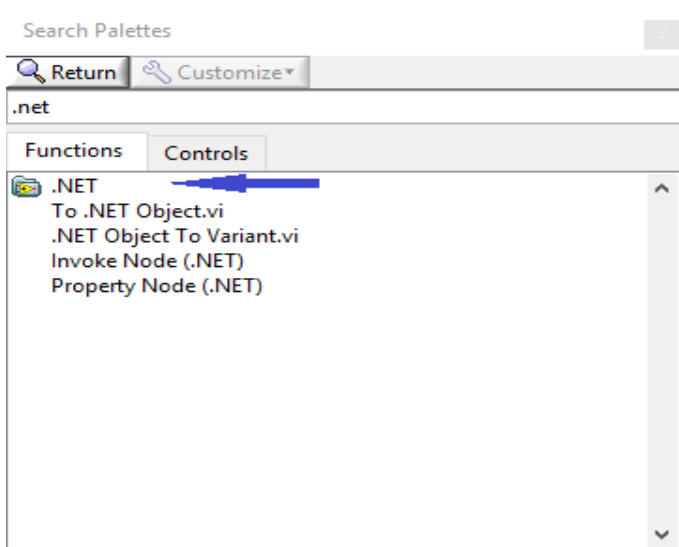
Ohjelma koostuu kahdesta eri ohjelmasta. Pääohjelmassa muodostetaan yhteys RFID-laitteistoon sekä saadaan tunnisteen ID-tieto. Tunnisteilta saatu ID-tieto siirtyy aliohjelmaan, minne on rakennettu seurantataulukko-ohjelma, joka kerää tietoa tunnisteen liikkeitä.

Minulla ei aikaisempaa kokemusta ollut alun perin LABVIEWin käytöstä, joten ohjelman käyttö vaati aluksi aika paljon perehtymistä ja erilaisten harjoitusten tekemistä. Perusteelliseen RFID-seurantaohjelman tekemiseen minulla ei riittänyt vielä tieto, taito tai aika. Ohjelman ideana olikin demonstroida miten RFID-laitteiston käyttäminen automatisoisi kirjanpitoa.

5.1 Labviewin yhdistäminen Simatic RF680R lukijaan

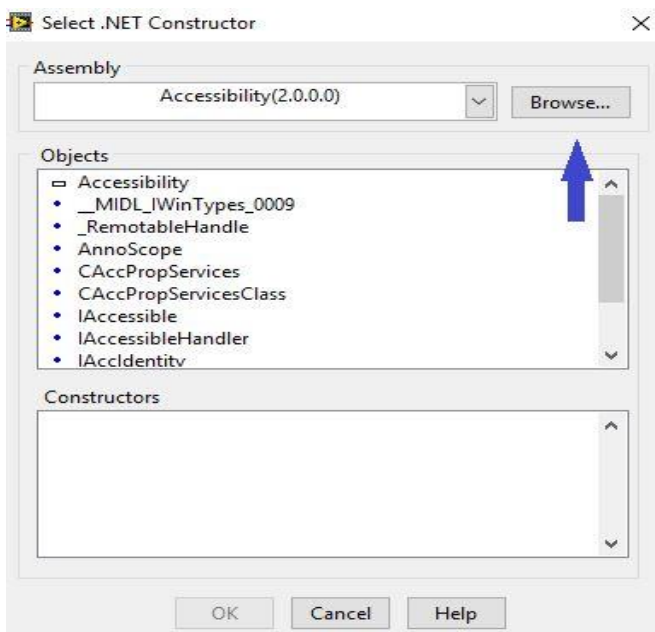
Kun RFID-lukijaan oli saatu yhteys, voitiin aloittaa ohjelman tekeminen LABVIEW:llä.

Ohjelman tekeminen aloitettiin ottamalla yhteys RFID-laitteistoon. Tämä tapahtui luomalla ensin Constructor Node palikka pääohjelman block diagrammiin. Tämä tapahtui etsimällä .NET, Search Palettes työkalun avulla.



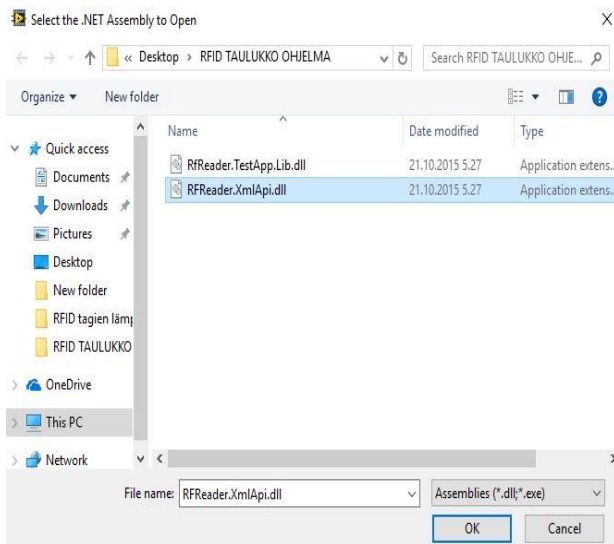
KUVA 11. Constructor Node palikan luonti

.NET valinnan jälkeen avautuu Select.NET Constructor -ikkuna automaattisesti ja voidaan etsiä lukijan mukana tulleelta CD-levyltä asennetun RfReader.XmlApi.dll tiedoston.



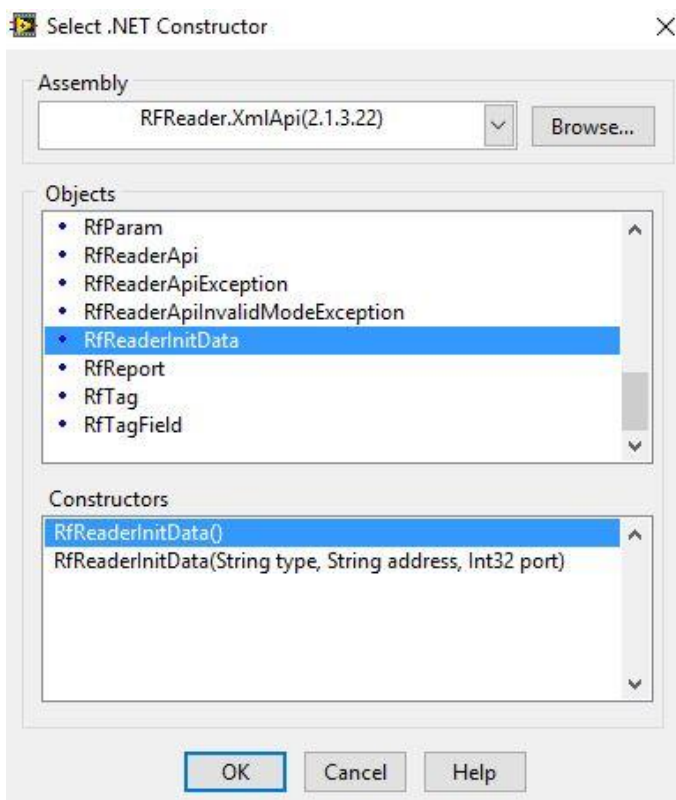
KUVA 12. RfReaar.XmlApi.dll tiedoston etsiminen

-



KUVA 13. RFReader.XmlApi.dll tiedoston valinta

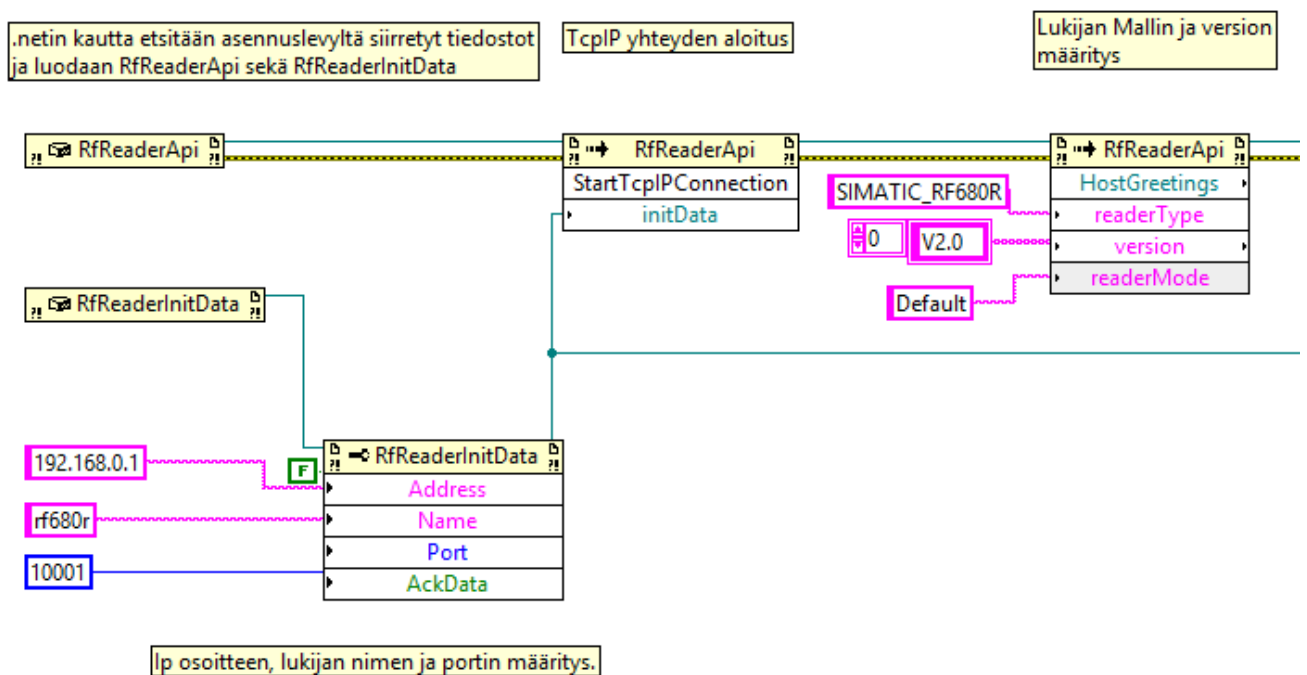
Tiedoston avaamisen jälkeen luotiin ohjelmaan RFReaderinitData- sekä RFReaderApi-palikat.



KUVA 14. RFReaderinitData sekä RFReaderApi palikoiden valinnat

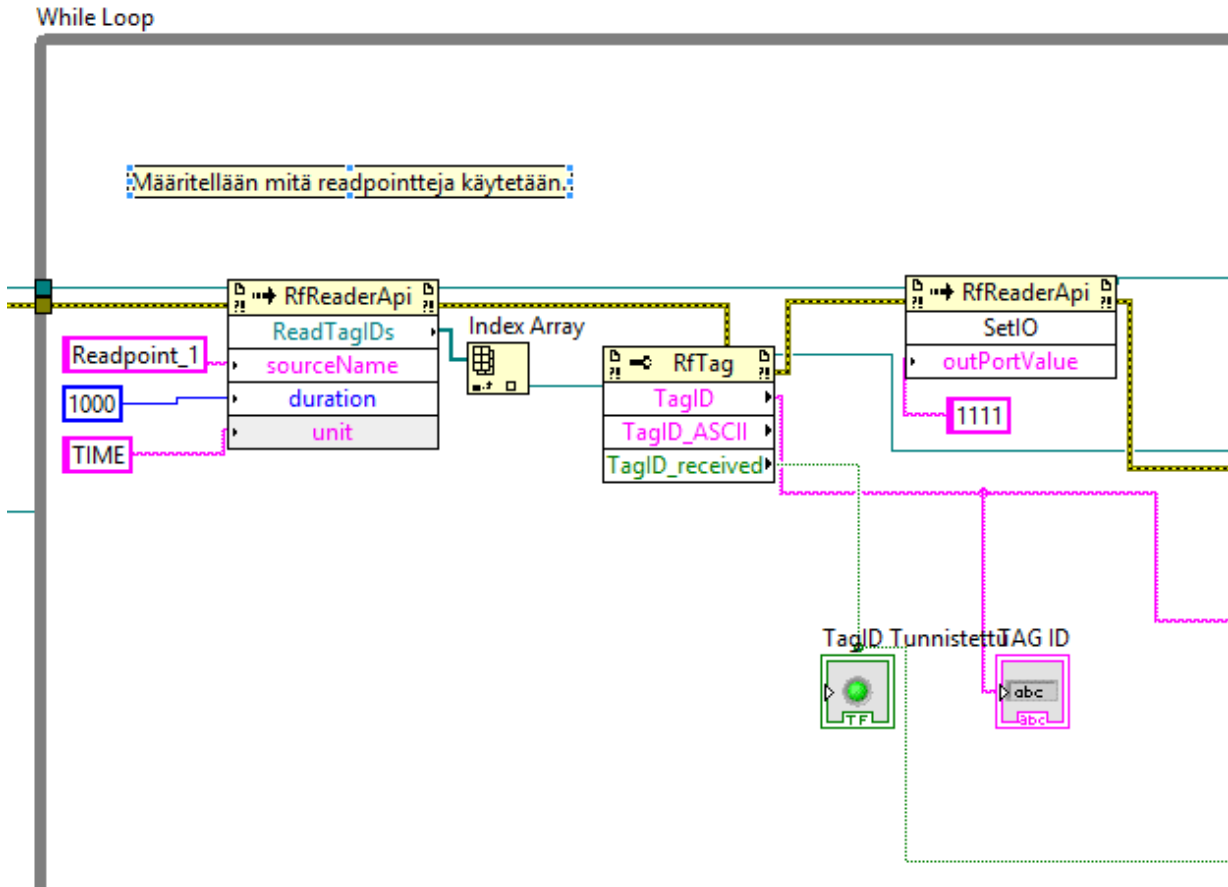
Tämän jälkeen voitiin alkaa rakentaa yhteyttä laitteistoon lisäämällä tarvittavia API-palikoita pääohjelman block -diagrammiin.

Aluksi määritetään Start TcpIP Connection, jonka initData:an liitetään lukijan IP-osoite, nimi sekä portti. Tämän jälkeen tapahtuu HostGreeting, minne on määritelty lukijan tyyppi sekä versio. Readermode on jätetty Default arvoon.



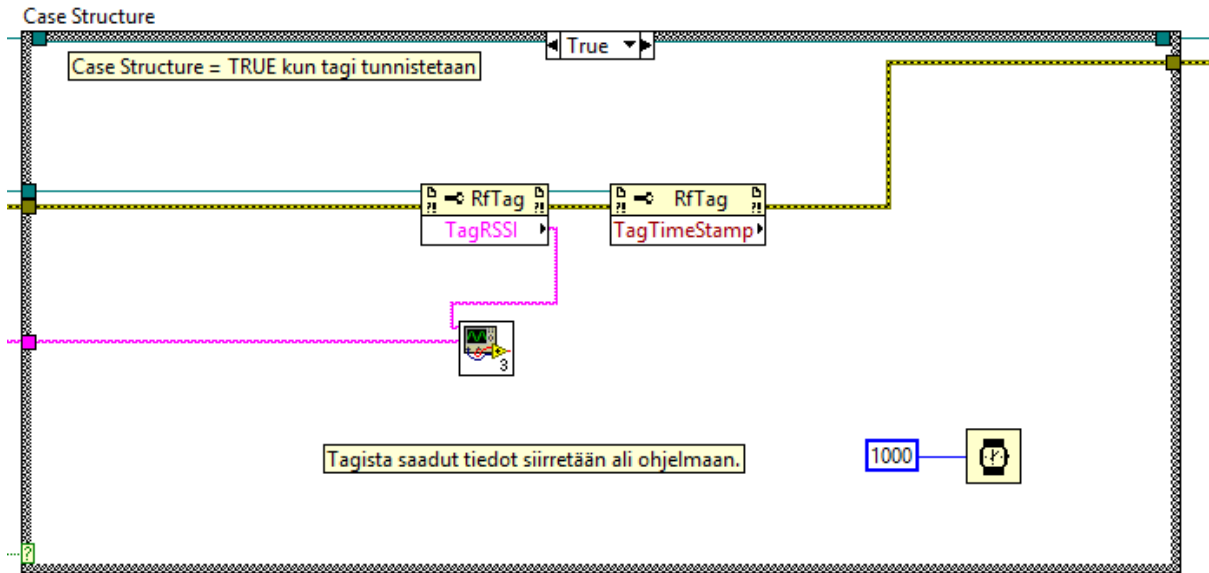
KUVA 15. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta

Seuraavaksi ohjelmaan on tehty While Loop, jonka sisälle on luotu ReadTagIDs, mistä tieto siirtyy Rftag-palikkaan, josta saadaan tunnisteilta tulevat tiedot ohjelmaan. Tähän luotiin myös kaksi TagID indicatoria jotka näkyvät ohjelman etupaneelissa.



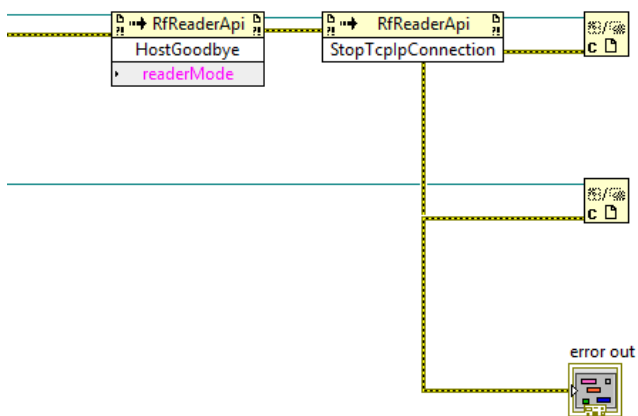
KUVA 16. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta

While Loopin sisälle on luotu Case Structure, joka toteutuu, jos Tag-ID on tunnistettu. Tunnisteelta tuleva ID-tieto siirtyy aliohjelmaan, minne taulukko-ohjelma on rakennettu. Ohjelman avulla voidaan saada eri tietoa tunnisteesta kuten tunnisteeseen RSSI-arvo.



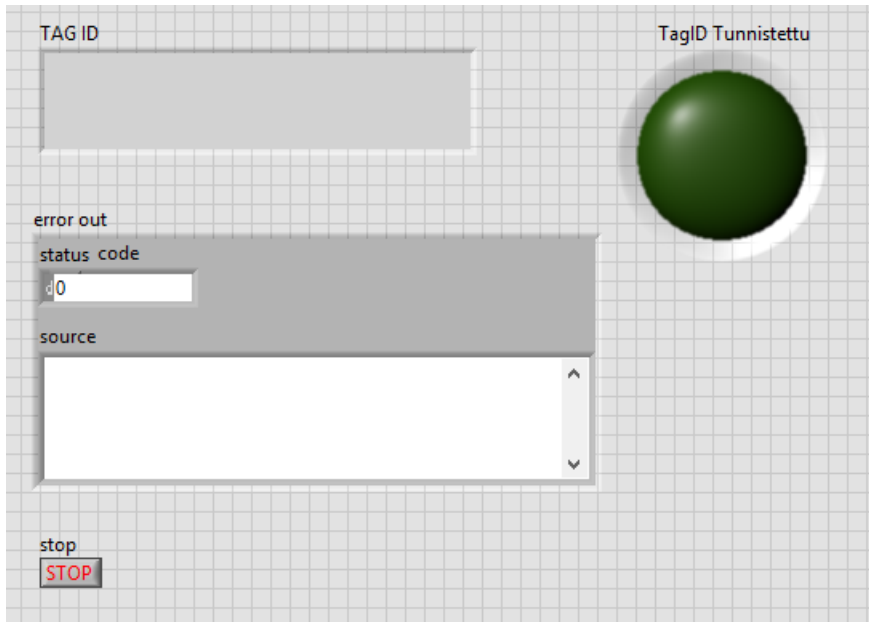
KUVA 17. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta

Pääohjelman lopussa tapahtuu TcpIp yhteyden lopetus sekä error out:ista saadaan tietoja mahdollisista virheistä, jotka näkyvät ohjelman etupaneelissa.



KUVA 18. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelmasta

Pääohjelman etupaneelissa näkyvät tunnistetun tunnisteiden ID-tieto sekä vihreä valo, joka on asetettu palamaan muutamaksi sekunniksi aina kun tunniste on tunnistettu. Täältä nähdään myös jos ohjelma antaa virhekoodeja.



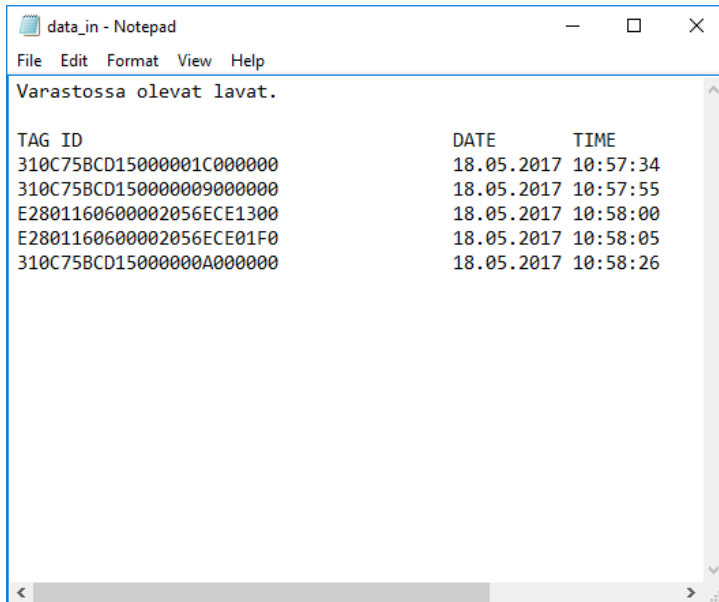
KUVA 19. Näytönkaappaus LABVIEW-ohjelman etupaneelista

5.2 Seurantataulukko-ohjelma

Opinnäytetyön yksi tavoitteista oli rakentaa seurantataulukko-ohjelma, joka keräisi tietoja tunnisteilla varustettujen lavojen liikkeistä portin läpi. Ohjelma luo kaksi eri tekstitiedostoa, varastossa oleville tunnisteille (data_in) sekä varastosta lähteneille tunnisteille (data_out). Ohjelma luo automaattisesti kyseiset tiedostot, jos niitä ei alun perin tietokoneelta löydy. Tiedostoista selviää tunnisteiden ID-tiedon lisäksi, aika sekä päivämäärä milloin tunnistus on tapahtunut.

Ideana oli siis kun tunnisteilla varustettuja lavoja ajetaan varastoon, ohjelma kirjoittaa tunnistusten tiedot data_in tiedostoon. Kyseisestä tiedostosta nähdään siis, mitkä tunnisteilla varustetut lavat ovat varastossa. Kun tunnisteilla varustetut lavat ajetaan pois varastosta, niiden tiedot pyyhkiytyvät data_in tiedostosta. Tämän jälkeen uudet tunnistustiedot päivittyvät data_out tiedostoon, josta nähdään mitkä lavat

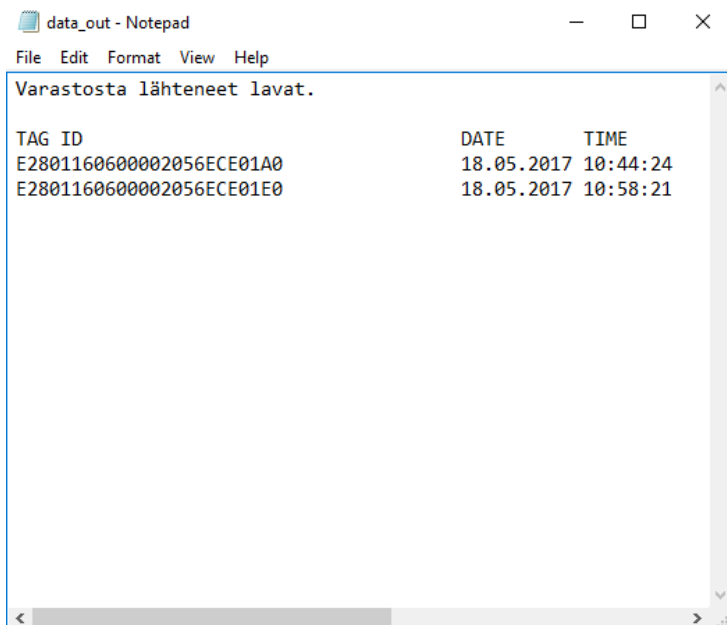
eivät ole enää varastossa. Jos varastosta ulos ajettut tunnisteet ajetaan takaisin varastoon, ohjelma pyyhkii niiden ID-tiedon data_out tiedostosta ja lisää uudet tiedot data_in tiedostoon. Kuvissa 19 sekä 20 on esitelty ohjelman tekemät tiedostot. Taulukko-ohjelma on esitelty liitteessä 1.



```
data_in - Notepad
File Edit Format View Help
Varastossa olevat lavat.

TAG ID          DATE      TIME
310C75BCD1500001C000000  18.05.2017  10:57:34
310C75BCD15000009000000  18.05.2017  10:57:55
E2801160600002056ECE1300  18.05.2017  10:58:00
E2801160600002056ECE01F0  18.05.2017  10:58:05
310C75BCD1500000A000000  18.05.2017  10:58:26
```

KUVA 20. Näytönkaappaus ohjelman tekemästä tekstitiedostosta



```
data_out - Notepad
File Edit Format View Help
Varastosta lähteneet lavat.

TAG ID          DATE      TIME
E2801160600002056ECE01A0  18.05.2017  10:44:24
E2801160600002056ECE01E0  18.05.2017  10:58:21
```

KUVA 21. Näytönkaappaus ohjelman tekemästä tekstitiedostosta

6 TUNNISTEIDEN LÄMPÖTILAN KESTON TESTAUS

Ennen varsinaista käytännön testausta suoritettiin muutamien eri tunnisteiden lämpötilatestaus olosuhdekaapin avulla. Tavoitteena oli selvittää sopivia tunnisteita, jotka toimisivat Kaustisen Turkisrehun olosuhteissa ja kestäisivät vaadittua lämpötilaa noin -25 °C astetta. Testaus tapahtui Kokkolassa Innogaten tiloissa. Olosuhdekaappina toimi Vötsch Industrietechnik VC 4060, jonka lämpötilan sai laskettua maksimissaan -40 °C asteeseen.



KUVA 22. Vötsch Industrietechnik VC 4060 olosuhdekaappi

6.1 Testatut tunnisteet

Testattavina oli kolme eri tunnistetta. Kokkolan Centria-ammattikorkeakoululta löytyi Confidex Steelwave micro - sekä Confidex Carrier tough M4QT-tunnisteet, mutta testiä varten tilattiin SMARTRAC Monza Dogbone R6 -tunnisteita.

TAULUKKO 2. Tunnisteet olosuhdetestauksessa

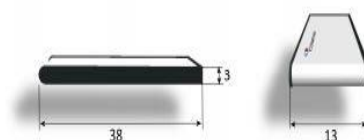
Confidex Steelwave micro 3000127
Confidex Carrier tough M4QT
SMARTRACK Monza Dogbone R6

Confidex Steelwave micro on UHF-taajuudella toimiva passiivinen RFID-tunniste. Tunniste on pääasiassa metallipinnoille kiinnitettäväksi tarkoitettu.

- Käyttölämpötila -20 °C - +85 °C
- Muisti 128bit EPC + 512bit
- Pieni kokoinen
- Lukuetäisyys 3.5 metriin saakka
- Tunnisteessa on kiinnitystä varten vahva 3M teippi
- Hinta riippuu tilatusta määrästä riippuen 0.85 snt – 1.7e kpl

Tunnisteen mitat
(leveys X korkeus X
paksuus)

38 x 13 x 3 mm / 1.5 x 0.5 x 0.12 in



KUVA 23. Confidex Steelwave micro RFID-tunniste

Confidex Carrier tough M4QT on ohuesti muotoiltu UHF-taajuudella toimiva passiivinen tunnistus-

- Käyttölämpötila -20°C - +85°C
- Muisti 128bit EPC + 512bit
- Litteämuotoilu
- Lukuetaisyys 11 metriä
- Kiinnitys tapahtuu ruuveilla, niiteillä tai tunnistuksessa olevalla liimapinnalla
- Ei metallisille pinnoille
- Käyttölämpötila -20°C - +80°C
- Hinta noin 1.6 e kpl

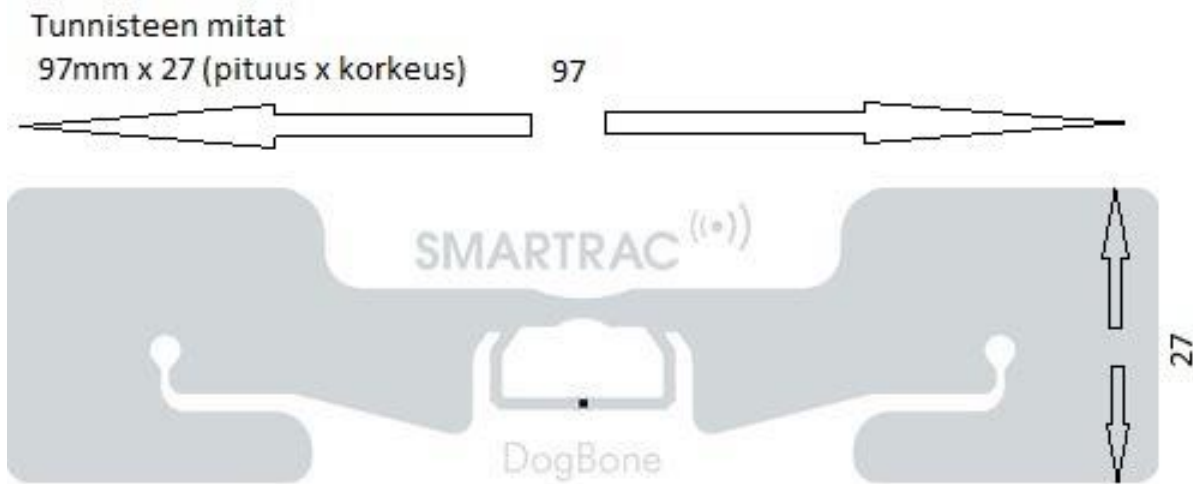


KUVA 24. Confidex Carrier tough M4QT RFID-tunniste

SMARTRAC Monza Dogbone R6 on suorituskykyinen ja luotettavaksi testattu tarralappu-tyylinen passiivinen tunnistus. Tunniste ei sisällä käyttäjä muistia mikä antaa tunnistusherkkyyden, pidemmän lukuetaisyyden ja nopeamman lukunopeuden. Tunnisteen ”wet inlay” käyttää Impinj Monza R6 integroitua piiriä, joka tuo ylimääräisen luetettavuus kertoimen.

- Käyttölämpötila -40°C - +85°C
- Toimii UHF-taajuudella
- Halpa hinta tilatusta määrästä riippuen 10-15 snt kpl

- Erittäin vahva akryylipohjainen liima
- Erinomainen suorituskyky kiinnittäessä vaikeisiin kohteisiin
- Soveltuvat pinnat erityisesti muovi, pahvi sekä lasi
- Integroitu Impinj Monza R6 -piiri.



KUVA 25. SMARTRAC Monza Dogbone R6 RFID -tunniste

6.2 Olosuhdetestaus

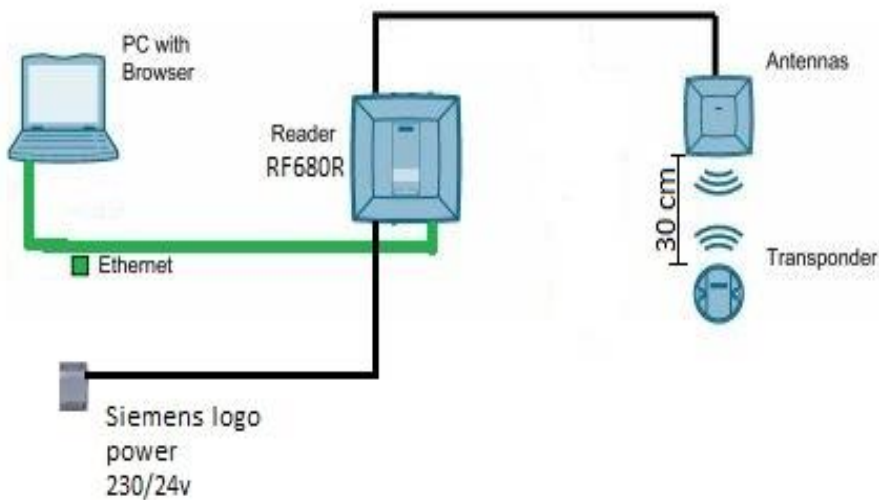
Tunnisteiden valintojen jälkeen voitiin aloittaa testaaminen olosuhdekaapilla. Testissä käytettiin Simatic RF680R lukijaa sekä yhtä Simatic RF640A antennia. Lukija toimii 24v jännitteellä, jota varten muuntajana käytettiin Siemensin logo poweria.

Tunnisteiden mittaustulokset nähtiin RSSI-arvoina (Received Signal Strength Indicator) eli tunnisteiden signaalin voimakkuus. Tunnisteiden RSSI-arvoihin voi vaikuttaa muun muassa lukijan antennien teho sekä tunnisteiden antennin suuntaus lukijan antenniin. Tunnisteiden RSSI -arvojen mittaukseen käytettiin Siemensin WBM-käyttöliittymää sekä sieltä Activation Power -valikkoa. Kyseinen valikko on esitelty liitteessä 2.

Ennen tunnisteen laittoa olosuhdekaappiin mitattiin antennin ja tunnisteen etäisyydeksi 30 cm ja merkittiin tunnisteen paikka teipillä. Antennin teho määritettiin sopivaksi, että ei tunnistettaisi muita huoneessa olevia tunnisteita. Tämän jälkeen tunnistet asetettiin vaakatasossa merkittyyn paikkaan ja otettiin yksitellen mittaustulokset ylös huoneenlämpöisistä tunnistuksista.

Kylmien tunnisteen mittausvaiheessa, tunnistet otettiin ulos olosuhdekaapista ja asetettiin ennalta mitattuun ja merkittyyn kohtaan. Tämän jälkeen otettiin mittaustulokset ylös.

Tunnistet olivat olosuhdekaapissa kolmen päivän ajan. Lämpötilaa laskettiin joka päivä. Ensimmäisenä päivänä lämpötila oli $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ toisena $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ sekä viimeisenä päivänä $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kylmien tunnisteen mitaukset tapahtuivat joka päivä.



KUVIO 2. Olosuhdetestaustuksen RFID-laitteiston asettelu

Monza Dogbone R6 sekä Confidex steelwave micro tunnisteita kiinnitettiin myös 30cm pituiseen laudan palaseen, jotta voitaisiin selvittää, vaikuttaako kova pakkanen tunnisteiden liimapintaan.



KUVA 26. Tunnisteet olosuhdekaapissa

6.3 Tulokset

Kaikki tunnisteet selvisivät testauksesta. Signaalin voimakkuus ei laskenut yhdessäkään tunnisteessa. Signaalin heikentymistä ei tapahtunut edes tunnisteissa, joiden maksimi toiminta lämpötila ulottui vain -20 °C asteeseen. Kaikki tunnisteet olisivat siis sopivia lämpötilan puolesta varsinaiseen käytännön testaukseen Kaustisella.

Tunnisteiden pysyvyys laudan palasessa oli pysynyt hyvänä. Laudan palanen oli hieman huono valinta, koska sen pinta oli paljon tasaisempi verrattuna puulavojen pintaan.

Tunnisteiden signaalien vahvuuksissa oli kuitenkin joitain eroavaisuuksia. Monza DogBone R6 antoi vahvimman RSSI-arvon, kun taas Confidex steelwave micro heikoimman.

TAULUKKO 3. Tunnisteiden RSSI-arvoja

Tunniste	RSSi	RSSimax	RSSimin
Monza Dogbone R6	102	104	85
Confidex Carrier Tough	87	88	73
Confidex steelwave micro	66	68	59

7 RFID-LAITTEISTON KÄYTÄNNÖN TESTAUS

Tämän opinnäytetyön aiheena oli testata RFID-laitteiston toimivuutta Kaustisen turkisrehun kylmävarastossa sekä löytää sopivat tunnisteet, jotka voisivat toimia vaadituissa olosuhteissa. Kaustisen Turkisrehu Oy halusi selvittää voidaanko RFID-tekniikkaa hyödyntää heidän kylmävarastoinnissa. Tunnisteet kiinnitettäisiin puiisiin tuotelavoihin, jota varten piti keksiä ratkaisu, jolla tunnisteet pysyisivät määrässä ja kosteassa puulavassa kiinni. Testaukset tapahtuivat Kaustisen turkisrehu Oy:n kylmävarastossa, jossa säilytetään turkisrehun raaka-aine lavoja. Testaus tapahtui kahtena eri päivänä.

7.1 Laitteiden esittely

Laitteistona testauksena oli RFID-lukija sekä kaksi antennia. Testissä oli myös mukana itserakennettu I/O boksi, Nordic ID PL3000 RFID-käsilukija sekä tunnisteet, jotka valittiin varta vasten testausta varten. Lukija toimii 24V jännitteellä, joten sitä varten mukana oli Siemens logo power 230V/24V -jännitemuunnin.

7.1.1 SIMATIC RF680R

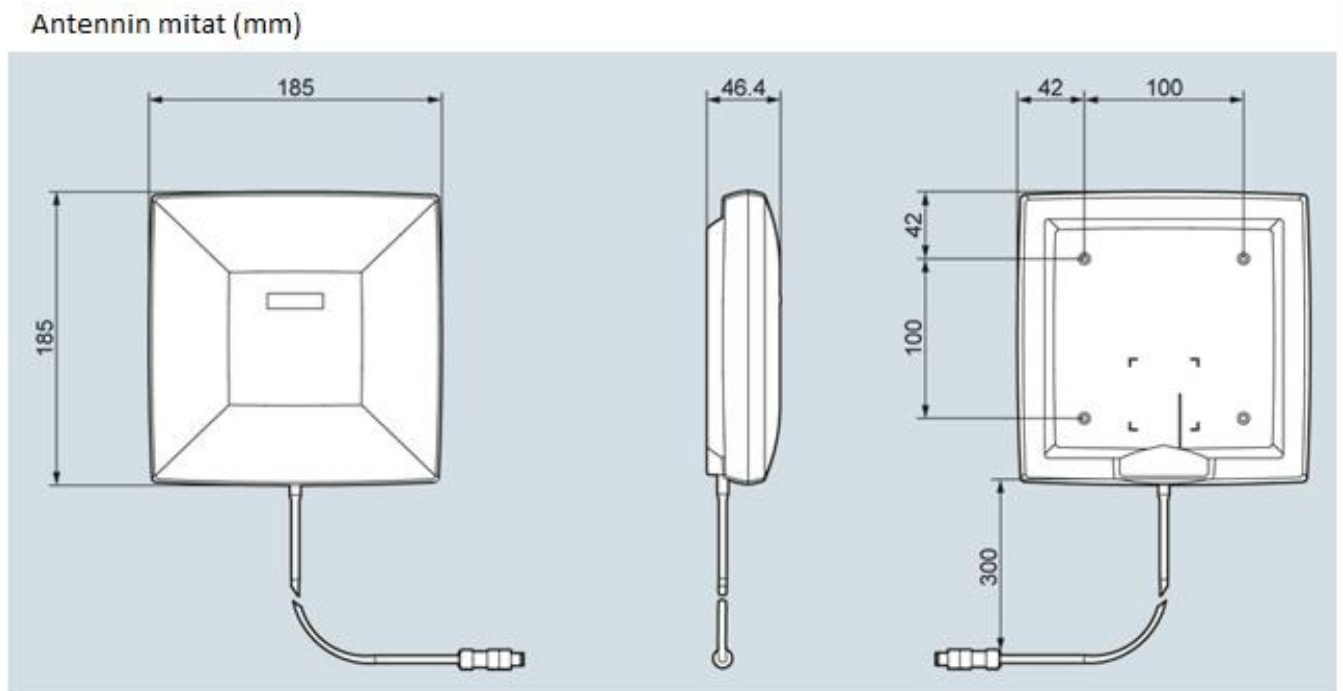
Lukijaksi valikoitui UHF-taajuudella toimiva SIEMENS SIMATIC RF680R. Lukija on suunniteltu käytettäväksi eri logistiikan sovelluksessa.

- Neljä ulkoista antenni liitääntää
- Maksimi lähetysteho 2000 mW
- Neljä digitaalituloa ja lähtöä
- Toimii 24V jännitteellä
- IP 65 suojattu
- Lukijan konfiguraatio tapahtuu siemensin WBM-käyttöliittymällä.

7.1.2 SIEMENS SIMATIC RF640A

Antenneiksi valittiin kaksi kappaletta SIEMENS SIMATIC RF640A antennia. SIMATIC RF640A on kestävä ja kompaktin kokoinen antenni jota hyödynnetään monissa automaation ja logistiikan sovelluksissa. Antennin ympyräpolarisaatio auttaa tunnistamaan tunnisteita, jotka ovat vaihtelevassa suunnassa sekä saadaan tarkempi lukutarkkuus.

- IP 65 suojattu
- Antennin asentamiseen mahdollista käyttää asennus sarjaa (3-WAY-MOUNTING-KIT) joka helpottaa antennin suuntaamista sekä kiinnittämistä.
- Antennin kaapeleita mahdollista saada 1-40 metrin pituisina.



KUVA 27. Siemens Simatic RF640A antenni

7.1.3 Nordic ID PL3000 RFID-käsilukija

Nordic IDPL3000 on kevyt rakenteinen UHF-taajuudella toimiva RFID-käsilukija.

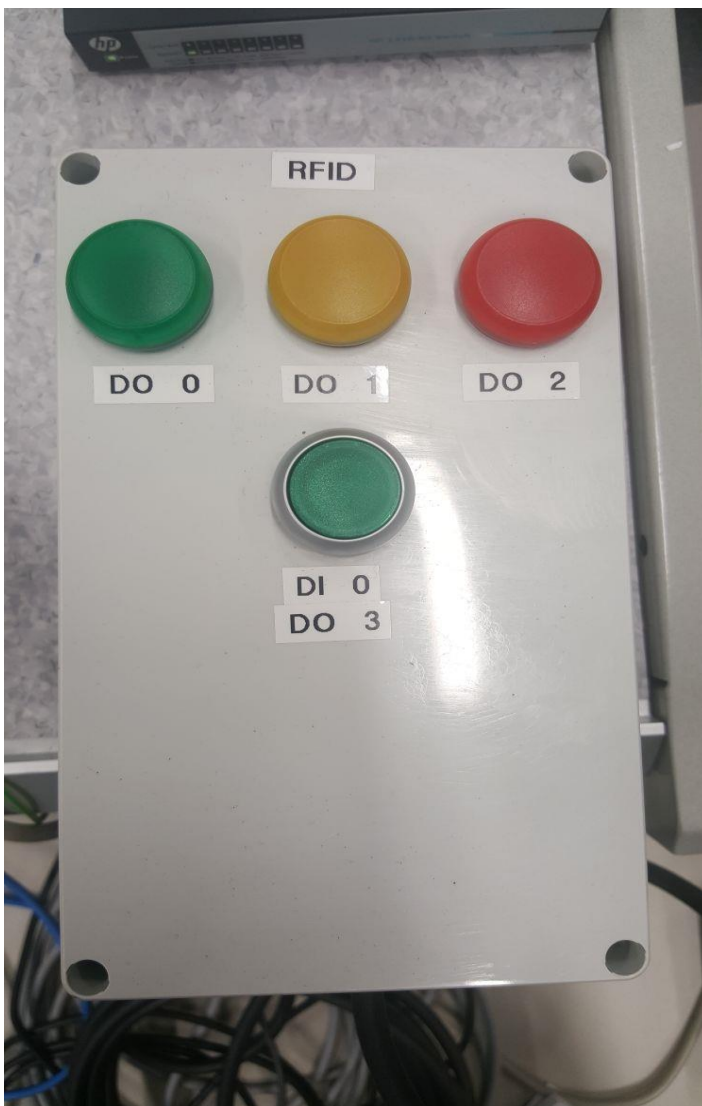
- Käyttöjärjestelmä Windows CE
- Värinäyttö
- 2200 mAh akku joka takaa 8-28 tunnin yhtäjaksoisen käyttöajan
- Kestävä suojakuori



KUVA 28. Nordic ID PL3000 RFID-käsilukija

7.1.4 I/O BOKSI

Otimme testaukseen mukaan myös RFID-laitteita varten rakennetun I/O boksen ajatuksena, että se hahmottaisi laitteiston toimintaa paremmin. Boksi sisältää neljä valoa sekä yhden painonapin. Boksen valoja voidaan helposti ohjelmoida lukijan digitaalilähdöillä, siemensin WBM-käyttöliittymän, DigitalOutputs-valikolla. Testiä varten boksi ohjelmointiin niin, että aina kun lukija tunnistaa tunnisteeseen, syttyy bok- sissa vihreä valo. Boksen ohjelmointi, Digitaloutputs-valikko on esitelty liitteessä 3.



KUVA 29. I/O testausboksi RFID-laitteistolle

7.1.5 Smartrac Monza Dogbone R6

Tunnisteeksi valikoitu jo hyväksyty testattu Monza Dogbone R6 UHF-tunniste. Etuina olivat hyvä lämpötilankesto, tunnistus etäisyys, kestävyys sekä halpahinta joka on määrästä riippuen noin 10-15 snt kappale. Tunnisteesta enemmän tietoa löytyy kappaleessa 5.1 Testatut tunnisteet.

7.1.6 SMARTRAC ShortDipole RFID Paper Tag (Monza 4D)

Toiseksi tunnisteeksi testiin valittiin samalta valmistajalta passiivinen Smartrac ShortDipole -tunniste. Tunnistetta sai tilattuna valmiiksi kiinnitettynä 100mm x 150mm kokoiseen ns. lavalappuun, joka helpottaa tunnisteiden kiinnittämistä laivoihin. Tunnisteen laaja lämpötilankestoalue takaa toiminnan Kaustisen Turkisrehun kylmävarastossa. Muita tunnisteiden ominaisuuksia on lueteltu alas.

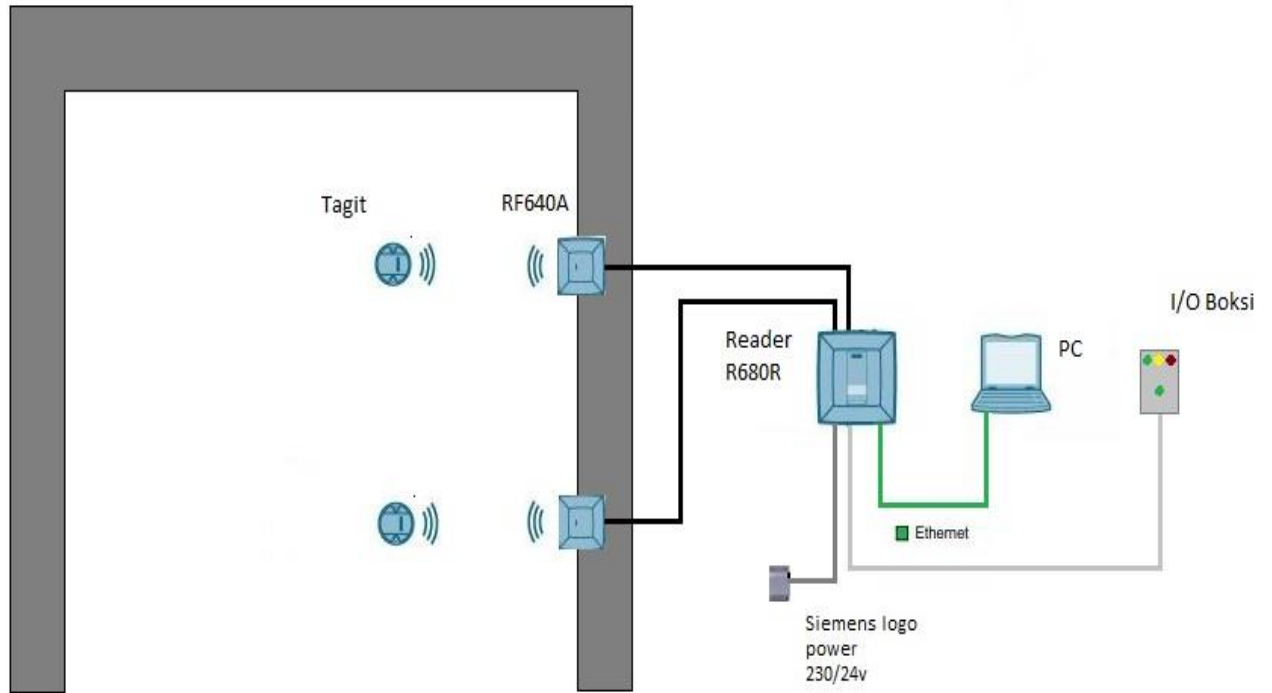
- Halpa hinta, tilatusta määrästä riippuen noin 11 – 26 snt kappale
- Toimii UHF-taajudella
- Optimoitu käytettäväksi eri teollisuuden ja toimitusketjujen sovelluksissa.
- Integroitu Impinj Monza 4D piiri
- EPC 128bit sekä käyttäjä muisti 32bit
- Käyttölämpötila -40 °C – 85 °C.



KUVA 30. Smartrac ShortDipole RFID-tunniste

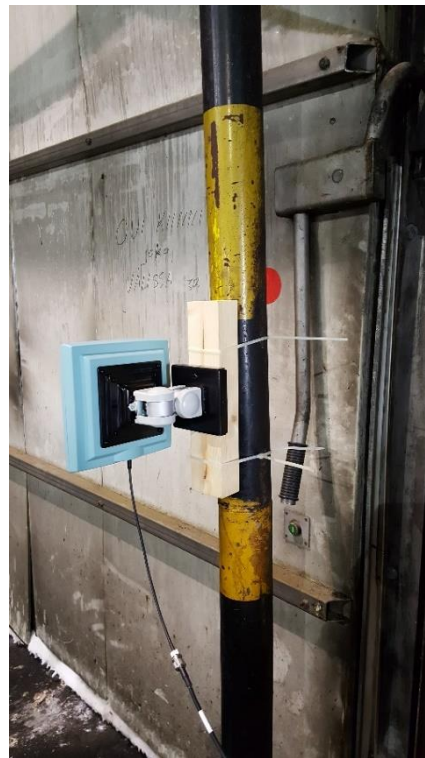
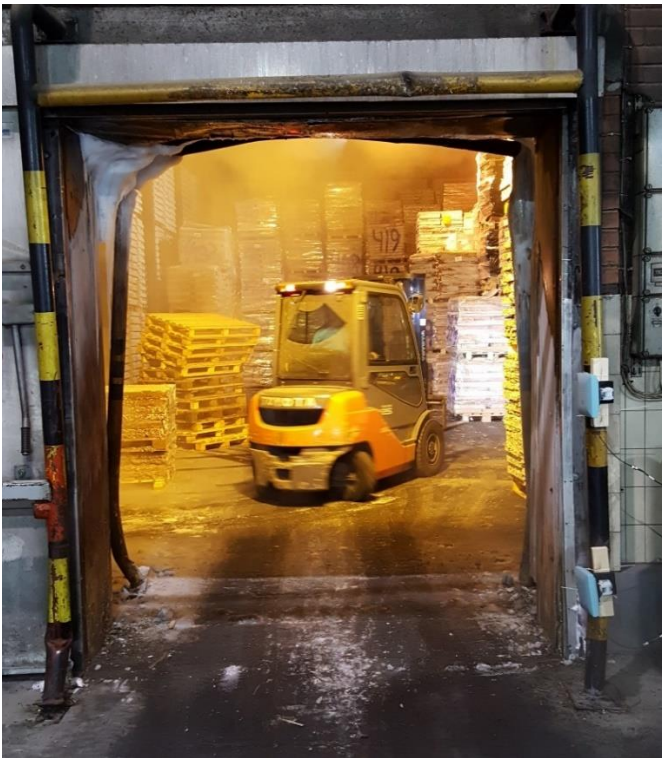
7.2 Ensimmäinen testaus päivä 18.5.2017

Ensimmäisenä päivänä menimme Kaustisen Turkisrehu Oy:n kylmävarastolle, missä testaus tapahtuisi. Aloitimme testauksen kytkemällä RFID-laitteiston sekä kiinnittämällä antennit varaston porttiin.



KUVIO 3. RFID-laitteiston kytkentä Kaustisella

Simatic RF640A antennien kiinnittämiseen käytimme 3-Way Mounting Kit:tiä, jonka avulla antennit kiinnitettiin ruuveilla lankun pätkään. Lankut sai hyvin kiinnitettyä nippusiteillä porttiin kiinni. Tämä oli vain väliaikainen ratkaisu, mutta se toimi hyvin testauksessa sekä antennien korkeutta pystyi muuttamaan helposti.



KUVA 31. Simatic RF640A-antennien kiinnitys varaston ovelle

Kun laitteisto oli saatu kytkettyä, aloitimme kiinnittämään tunnisteita lavoihin. Testiä varten oli hommattu erillisiä ns. lavalappuja, jotka nidotaan lavoihin kiinni. Lavalappuihin kiinnitettiin Monza Dog Bone R6 -tunnisteet, koska pelkästään tunnisteiden liimapinnalla, ne eivät pysyisi lavoissa kiinni. Kyseisen tunnisteiden antennin koko on itse tunnisteessa melko suuri, joten olisi vaikeaa nitota tunnistetta ilman, että niitti osuisi tunnisteiden antenniin.

Lavalaput helpottivat kiinnittämistä sekä pienensivät vaaraa, että niitit osuisivat tunnisteiden antenniin. ShortDipole-tunnisteet olivat jo valmiina kiinnitettyinä ns. lavalapun sisälle.



KUVA 32. Tunnisteiden kiinnityksiä

Kuvassa 32 vasemmalla on kuvattu kiinnitettyinä muovipäällystettyjä Smatrac ShortDipole -tunnisteita. Kuvassa oikealla on Monza Dogbone R6 tunnisteita kiinnitettyinä tunnisteiden liimapinnalla lavalappuun. ShortDipole tunnisteeseen tulostettiin kehystetty viivakoodi, joka rajaa sen alueen missä tunnisteiden antenni sijaitsee.

Kiinnityksen jälkeen varmistimme Nordic ID PL 3000 -käsilukijalla, että kiinnitetyt tunnisteet toimivat ja palauttavat valmiiksi ohjelmoidun ID:nsä. Kaksi tunnistetta ei jostain syystä toiminut joten ne korvattiin uusilla. Aluksi oletimme, että niitti oli osunut tunnisteiden antenniin, mutta syynä olikin ollut käsilukija, joka ei jostain syystä aina lukenut tunnisteita.

Tämän jälkeen aloitimme testaamaan, kuinka monta tunnisteilla varustettua lavaa pystytään tunnistamaan kerralla. Tunnisteiden monitoroimiseen käytimme Siemensin WBM-käyttöliittymän, Activation Power valikkoa. Antennien teho määritettiin maksimiin, joka on 2000mW. Kuljetimme 10 tunnisteilla varustettua lavaa päällekkäin varaston sisälle. Antennit tunnistivat suurimman osan tunnisteista. Normaalisti tuotelavoja kuljetetaan varaston sisälle sekä ulos maksimissaan 2 kappaletta kerrallaan, joten

tunnisteiden tunnistus saataisiin kohdalleen suuntaamalla antennit oikeisiin kohtiin tai lisäämällä antennoja. Voi myös olla, että suurenmäärän tunnistaminen samaan aikaan haittasi tunnistusprosessia. Testasimme myös viemällä tunnisteilla varustettuja lavoja eri suunnissa, pois suunnattuna antennista. Kaikki tunnisteet tulivat luetuiksi. Seuraav

aksi testasimme LABVIEW-ohjelman. Kuljetimme muutamia lavoja yksi kerrallaan varastoon ja ohjelma tallensi tiedot data_in tiedostoon eli varastossa olevien lavojen listaan. Listaan tallentui tunnisteiden ID, tunnistus päivämäärä sekä aika. Tarkistimme, että lista piti paikkansa ja toimi oletetusti. Kun virheitä ei löytynyt, kuljetimme samat lavat pois varastosta. Ohjelma pyyhki tunnisteiden tiedot varastossa olevien lavojen listasta sekä kirjoitti uudet tiedot eli tunnisteiden ID, päivämäärä sekä aika, varastosta lähteneiden lavojen listaan. Ohjelma toimi niin kuin sen piti. Puute ohjelmassa oli kyseisessä testauksessa se, että se pystyi lukemaan vain yhden tunnisteiden kerrallaan, kun tarve olisi ollut ainakin kahdelle tunnisteelle. Tätä ominaisuutta en saanut toimimaan testaukseen.

I/O testausboksi oli kiinnitettynä lukijan input/output liitäntään. Testaus boksi oli ohjelmoitu toimimaan, että aina kun tunniste luetaan, syttyy vihreä valo palamaan boksissa. Boksi toimi normaalisti testauksen ajan.

Testauksen lopuksi nimesimme Monza Dogbone - sekä Shortdipol-tunnisteiden ID:t Nordic ID PL 3000 käsilukijalla. Nimesimme Monza Dogbone tunnisteet 1B, 2B, 3B jne. Shortidipole tunnisteet nimesimme samaan tyyliin 1A,2A,3A jne. Tunnisteisiin kirjoitettiin myös tussilla samat nimet. Tämän jälkeen tunnisteilla varustetut lavat siirrettiin varastoon ja ne jäivät sinne odottamaan seuraavaa testaus kertaa. Varastoon jätettiin 11 kappaletta lavoihin kiinnitettyä tunnistetta. Varaston lämpötila oli testaus hetkellä -21 °C astetta.

7.3 Toinen testauspäivä 21.6.2017

Tunnisteilla varustetut lavat olivat olleet varastossa reilun kuukauden. Toisena testaus päivänä piti selvittää toimivatko varastossa olevat tunnisteet vielä kuukauden varastoinnin jälkeen.

Aloitimme testauksen kytkemällä laitteiston samalla tavalla kuin edelliskerralla. Tämän jälkeen aloitimme kuljettamaan lavoja yksi kerrallaan ulos varastosta ja tarkistimme, että jokainen tunniste toimisi.

Tunnisteiden tunnistus tapahtui samalla tavalla kuin edellisellä kerralla eli käytimme Siemensin WBM-käyttöliittymää. Kaikki 11 varastossa ollutta tunnistetta toimivat, eikä muita ongelmia havaittu. Tunnisteiden pysyvyys puulavassa oli hyvä.

7.4 Tulokset sekä päätelmät

RFID-tunnisteet toimivat hyvin koko testausprosessin ajan, eikä niiden puolesta ollut ongelmia. Smart-rac ShortDipole-tunniste sopisi hyvin kyseiseen tunnistusprosessiin. Kyseistä tunnistetta saa valmiina ns. lavalappuna, joka helpottaa kiinnitystä. Tunnisteiden nitominen lavoihin olisi kestävä ratkaisu. Pelkästään tunnisteiden tai lavalappujen liimapinnalla ne eivät todennäköisesti tulisi pysymään kiinni. Yrityksessä tuotelavoja on paljon, joten tunnisteiden kiinnittämiseen joutuisi varata aika paljon aikaa, mutta tämä ratkaisu olisi ainakin varmasti kestävä.

ShortDipole tunnisteita testattiin myös nitomalla tunnisteiden antenniin muutama niitti, jolloin selviäisi vaikuttaako se tunnisteiden toimintaan. Tunniste toimi kuitenkin normaalisti. Eli mitään suurta vaaraa ei olisi, vaikka nitomisprosessissa tunnisteiden antenniin osuisi niitti. On kuitenkin mahdollista, esimerkiksi samalla tavalla, kun testissä oli tehty, tulostaa esimerkiksi viivakoodi kehystettynä, joka rajaa tunnisteiden antennin pinta-alan. Tulostettava asia ei tietenkään tarvitsisi olla viivakoodi vaan jokin suorakulmion muotoinen, joka rajaa selvästi tunnisteiden antennin. Tämä helpottaa tunnisteiden nitomista ja nähdään varmasti, että nitossa ei osuta tunnisteiden antenniin.

Monza Dogbone R6 -tunniste olisi myös toimiva vaihtoehto järjestelmään. Tunniste omaa todella hyvän tunnistusherkkyyden. Huono puoli tunnisteessa on, että se vaatii erillisen lavalapun, että nitomisprosessissa ei osuta tunnisteiden antenniin. Tämä vaihe nostaisi kustannuksia lavalappujen hinnan verran sekä tunnisteiden kiinnittämiseen lapaan kuluisi hieman kauemmin aikaa verrattuna ShortDipole-tunnisteeseen.

Siemens RFR680r-lukija sekä RF640a-antennit toimivat testauksen aikana hyvin. Siemensin laitteisto ei ole halvin mitä markkinoilla löytyy, mutta varmasti luotettava.

Antenneja voitaisiin sijoittaa hieman eri lailla kuin miten ne oli testauksessa sijoitettu. Tuotelavat voivat olla eri suunnissa, viedessä lavoja sisään sekä ulos varastosta. Tämän takia olisi hyvä, että antennit sijaitsisivat molemmilla puolilla ovia. Tuotelavat ovat myös korkeudeltaan hieman erikokoisia ja niitä

voidaan tuoda varastoon trukin piikeillä päällekkäin. Tämän takia varmin vaihtoehto olisi sijoittaa kaksi antennia molemmin puolin ovea. Tämä nostaisi kustannuksia, mutta takaisi laajan lukualueen. Käyttämällä yhtä antennia molemmilla puolella varaston ovea, voisi myös toimia, mutta tämä vaatisi varmistukseksi uusia testauksia.

Antennien teho tulisi määrittää sopivaksi, että tunnistetaan ainoastaan ne tunnistheet, jotka ovat varaston oven kohdalla. Testauksessa käytetyllä laitteistolla se onnistuisi varmasti. Jos teho asetetaan liian suureksi, voisi esimerkiksi varastossa jo olevat tunnistheet tulla vahingossa luetuiksi.

Lukijan input sekä output lähtöjä voitaisiin esimerkiksi hyödyntää asentamalla valo varaston ovensuuhun. Valo syttyisi aina kun tunniste tulee luetuksi. Tuotelavojen kuljettaja voisi tarkastaa lavoja varastoon viedessään, että valo syttyy ja tämä olisi varmistuksena, että tunnistheet ovat varmasti luetut.

Vaikka RFID-laitteisto toimisikin hyvin, se ei kuitenkaan riitä, kun rakennetaan RFID-järjestelmää. Yritys tarvitsisi myös toimivan taustajärjestelmän. Taustajärjestelmä voitaisiin rakentaa, esimerkiksi LABVIEW-ohjelmalla. Taustajärjestelmä välittäisi tiedot, esimerkiksi pilvipalveluihin, jossa varsinainen varastonkirjanpito olisi nähtävissä.

RFID-tekniikka toisi yritykselle tarkan reaaliaikaisen seurannan sekä se vähentäisi manuaalisen kirjanpidon tarvetta. Hyvin toteutettu järjestelmä vähentäisi myös manuaalisen kirjanpidon virhemäärää.

Testaus Kaustisella oli kaiken kaikkiaan onnistunut. RFID-laitteisto toimi hyvin ja olisi käypä vaihtoehto yritykselle. Yritys oli tyytyväinen testauksiin sekä toimivuuteen.

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää RFID-tekniikan soveltavuus sekä toimivuus Kaustisen Turkisrehun kylmävarastoinnissa, tuotelavojen automaattisessa laskemisessa. Tavoitteena oli myös selvittää oikeanlainen RFID-laitteisto sekä tehdä demo-ohjelma, joka keräisi tietoja lavojen liikkeistä portin läpi. Muutamalle tunnisteelle tehtiin myös olosuhdetestaus.

Työ aloitettiin ottamalla yhteys RFID-lukijaan. Tämän jälkeen voitiin alkaa rakentamaan LABVIEW-demo-ohjelmaa. Ohjelma koostuu kahdesta eri osasta, pääohjelmasta, jossa tapahtuu yhteydenmuodostaminen RFID-lukijaan sekä aliohjelmasta, jossa on toteutettu seurantataulukko-ohjelma. Ohjelman rakentaminen aloitettiin yhdistämällä lukija LABVIEW-ohjelmointiympäristöön, jonka jälkeen voitiin aloittaa rakentamaan seurantaohjelmaa. Perusteellisen valmiiksi tehdyn seurantajärjestelmän rakentamiseen, ei minulla riittänyt tieto, taito sekä aika, mutta ohjelman kuuluikin demonstroida, miten RFID-järjestelmän avulla saadaan automatisoida kirjanpitoa. Ohjelman tekeminen oli opinnäytetyö prosessin eniten aikaan vievä vaihe, mutta opin samalla paljon kyseisestä ohjelmointiympäristöstä.

Tavoitteena oli myös selvittää sopivia tunnisteita, jotka toimisivat Kaustisen Turkisrehu Oy:n varastointi olosuhteissa. Tämän takia muutamalle tunnisteelle tehtiin lämpötilan kesto testaus olosuhdekaapilla. Kaikki tunnisteet selvisivät testauksesta ja olivat ainakin lämpötilan puolesta soveltuvia. Tämän jälkeen piti miettiä muita ominaisuuksia kuten, lukuetaisyyskykyä, tunnisteiden hintaa sekä pysyvyyttä tuotelavoissa. Lopulta kaksi tunnistetta valittiin varsinaiseen testaukseen Kaustisella. Toinen tunnisteista ei ollut lämpötila testauksessa olosuhdekaapissa, mutta omasi hyvän lämpötilakestoalueen, joten se voitiin ottaa mukaan testaukseen. Tunnisteet jätettäisiin myös kylmävarastoon noin. kuukaudeksi, jolloin selviäsi jos jotain ongelmia olisi lämpötilan kanssa. Mitään ongelmia ei kuitenkaan havaittu.

UHF-taajuusalue oli ainoa vaihtoehto järjestelmän toteuttamiseen, koska muilla taajuusalueilla ei saavuteta riittävää lukuetaisyyskykyä. RFID-laitteiston käytännön testaus tapahtui Kaustisen Turkisrehu Oy:n kylmävarastossa kahtena eri päivänä. Ensimmäisenä päivänä testasimme tunnisteiden kiinnityksiä, lukuominaisuuksia sekä testasimme LABVIEW-ohjelman toimivuuden. Ensimmäisenpäivän lopuksi tunnisteiden ID:t nimettiin sekä jätettiin varastoon odottamaan seuraavaa testauskertaa. Nordic ID PL3000-käsilukijan kanssa oli ongelmia, koska se ei aina lukenut jostain syystä tunnisteita. LABVIEW-ohjelma toimi oletetusti. Puutteina oli, että se ei pystynyt lukemaan kuin yhden tunnisteiden kerrallaan. Tähän ongelmaan koitin keksiä ratkaisua, mutta aika ei riittänyt. Pääohjelmaan olisi pitänyt keksiä ratkaisu,

että se pystyisi tunnistamaan useamman tunnisteiden kerrallaan ja siirtämään niiden tiedot seurantataulukko-ohjelmaan.

Toisena päivänä testattiin, että tunnisteet toimivat vielä noin. kuukauden varastoinnin jälkeen sekä selvitimme, oliko tunnisteiden pysyvyys tuotelavoissa heikentynyt. Tunnisteet toimivat normaalisti sekä niiden pysyvyys ei ollut heikentynyt. Antennien lukuominaisuuksia olisi voinut vielä testata uudelleen, sijoittamalla niitä molemmille puolille porttia. jolloin olisi selvinnyt tarvitaanko sijoittaa kaksi antennia molemmille puolille vai riittäisikö vain yksi kappale. Muuten testaukset onnistuivat hyvin sekä testattu RFID-laitteisto olisi soveltuva kyseiseen ympäristöön.

Tämä työ onnistui kaiken kaikkiaan hyvin. Opinnäytetyöprosessi oli kokonaisuudessaan monipuolinen sekä mieleinen. Työ tarjosi hienon mahdollisuuden tutustua RFID-tekniikkaan sekä LABVIEW-ohjelmointiin. Työn ohessa opinkin paljon molemmista.

LÄHTEET

Adcbarcode. 2017. Saatavissa: <http://adcbarcode.com/news/rfid-and-inventory-control/>. Viitattu 10.9.2017.

Aliexpress. Saatavissa: <https://www.aliexpress.com/item/UHF-passive-rfid-paper-printed-label-RFID-label-tag-sticker/32355605914.html>. Viitattu 12.9.2017.

AtlasRFIDstore. 2017. SMARTRAC R6 DOGBON RFID WET INLAY (MONZA R6). Saatavissa: <https://www.atlasrfidstore.com/smartrac-r6-dogbone-rfid-wet-inlay-monza-r6/>. Viitattu 16.10.2017.

Centria. 2017. Innovations and industrial Internet. Saatavissa: <https://tki.centria.fi/hanke/innovations-and-industrial-internet-i3/1021>. Viitattu 18.11.2017.

Confidex. Product datasheet. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.barcode-solutions.com/pdf/RFID/Tags/Steelwave_Micro_Datasheet.pdf. Viitattu 15.10.2017.

Confidex. Product datasheet. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://rfid.atlasrfidstore.com/hs-fs/hub/300870/file-1451411521-pdf/Tech_Spec_Sheets/Confidex/ATLAS_Confidex_Carrier_Tough.pdf. Viitattu 15.10.2017

Finder. Kaustisen Turkisrehu Oy. Saatavissa: <https://www.finder.fi/Rehujä/Kaustisen+Turkisrehu+Oy/Kaustinen/yhteystiedot/145418>. Viitattu 25.10.2017.

Shandel, J. 2014. RFID-kasvu avaa uusia mahdollisuuksia. Saatavissa: http://www.etn.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=1159. Viitattu 14.9.2017.

Hare. RFID-tekniikka kirjastoissa. Saatavissa: hare.net/pkivimaki/rfidtekniikka-kirjastoissa. Viitattu 15.8.2017

Impinj. Www-dokumentti. Saatavissa: <https://www.impinj.com/>. Viitattu 1.9.2017.

Mekatroniikka. 2014. Centrian-ammattikorkeakoulun luentomateriaali. Pdf-dokumentti. Viitattu 15.9.2017.

NordicID. USER MANUAL. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www.vvvsystem.cz/nordicid/pdf/909_PL3000_user_manual_v2.4web.pdf. Viitattu: 25.10.2017

RFID Handbook. 2003. RFID sovellukset langattomissa älykorteissa sekä henkilöllisyystunnistuksessa. Viitattu 10.9.2017.

SFS-käsikirja 301-1. 2010. RFID. Osa 1: Opas. Johdatus tekniikkaan. Helsinki: Suomen standardoimisliitto. Viitattu 10.10.2017

Siemens. Saatavissa: <http://w3.siemens.com/mcms/identification-systems/de/rfid-systeme/simatic-rf600/Seiten/simatic-rf-600.aspx>. Viitattu 1.9.2017.

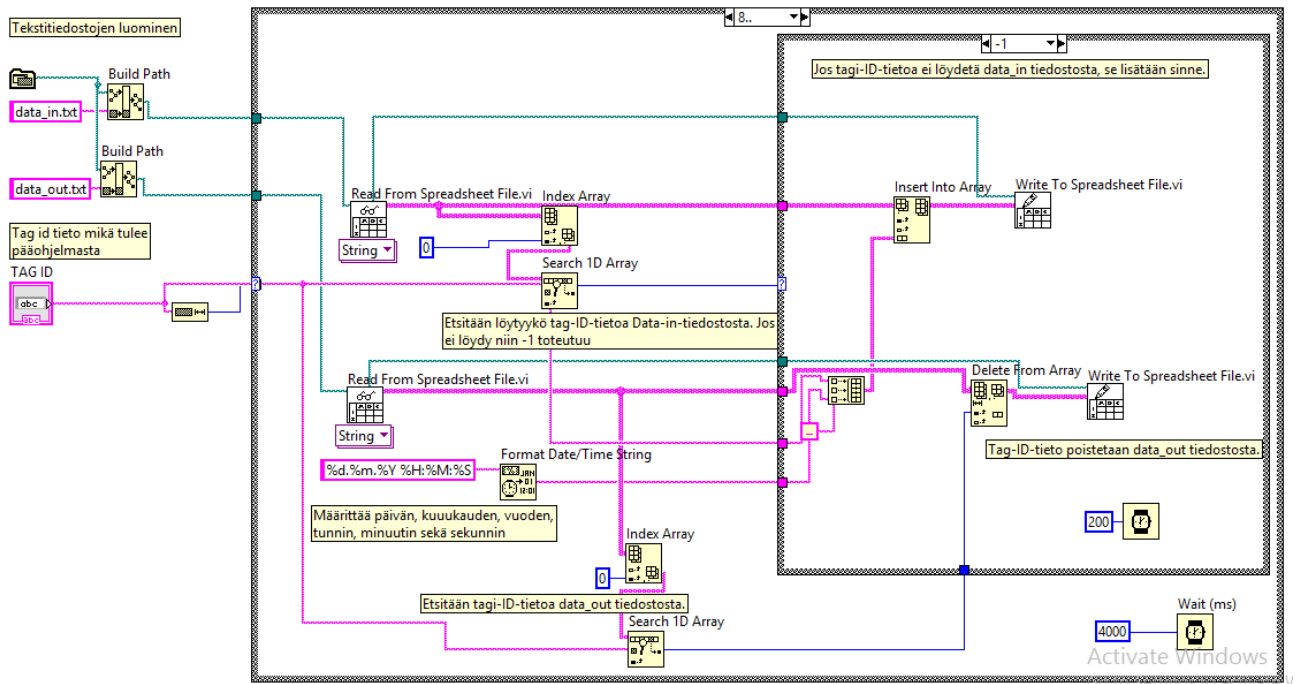
Siemens. RFID systems SIMATIC RF650R/RF680R/RF685R Configuration Manual. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/946/105799946/att_867344/v1/PH_RF650R-RF680R-RF685R_76_en-US.pdf. Viitattu 5.9.2017.

Siemens. 2017. Product Description. Saatavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10087172#Overview>. Viitattu 28.10.2017.

Sparkfun. RFID Basics. Saatavissa: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/rfid-basics>. Viitattu 11.9.2017.

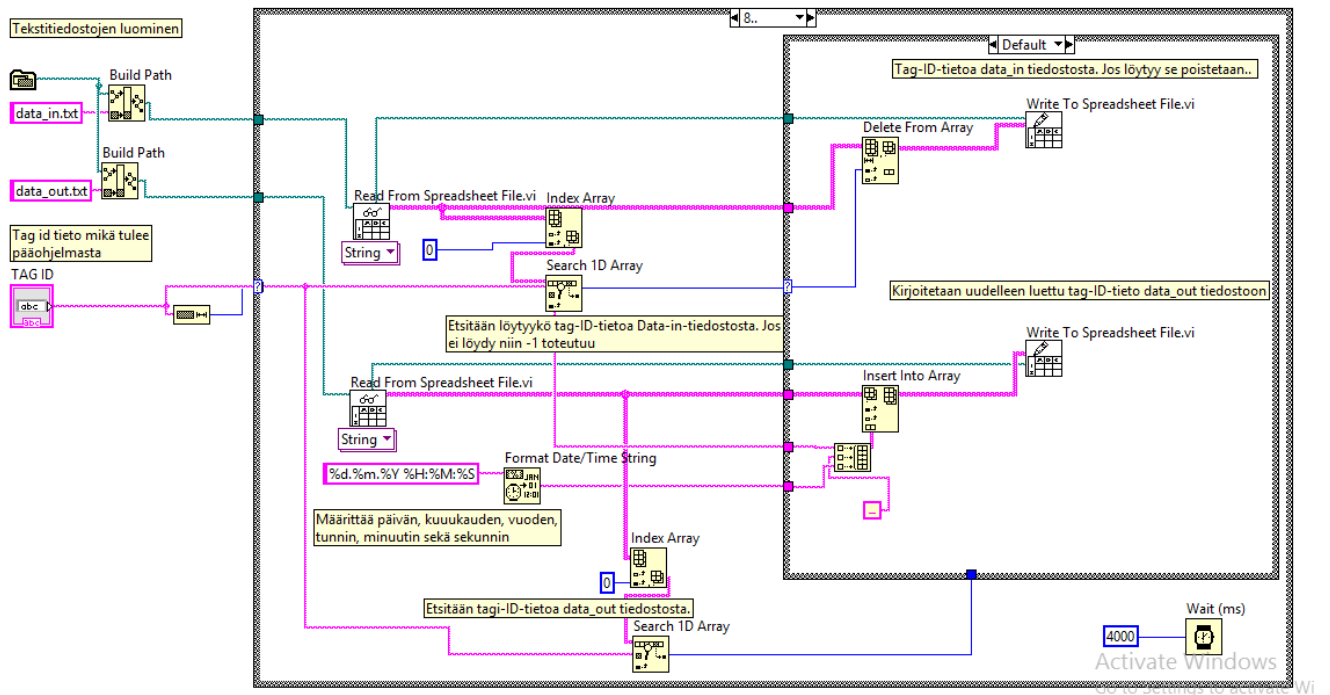
Tekes. 2009. Etätunnistusteknologian kehitys meillä ja maailmalla. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tekes.fi/globalassets/julkaisut/rfid.pdf>. Viitattu 20.8.2017.

LABVIEW SEURANTATAULUKKO-OHJELMA

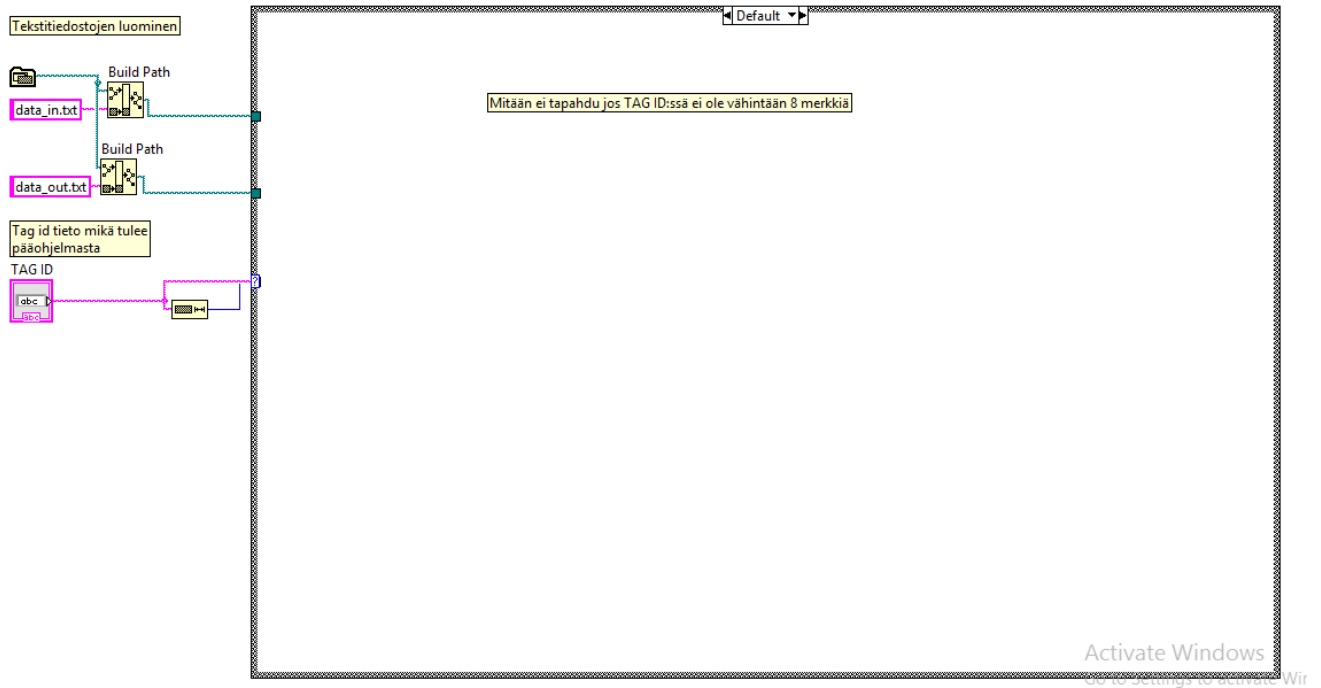


- Tekstitiedostojen luominen
- TAG-ID tiedon, päivämäärän sekä ajan lisääminen data_in tiedostoon sekä poistaminen data-out tiedostosta

LIITE 1/2

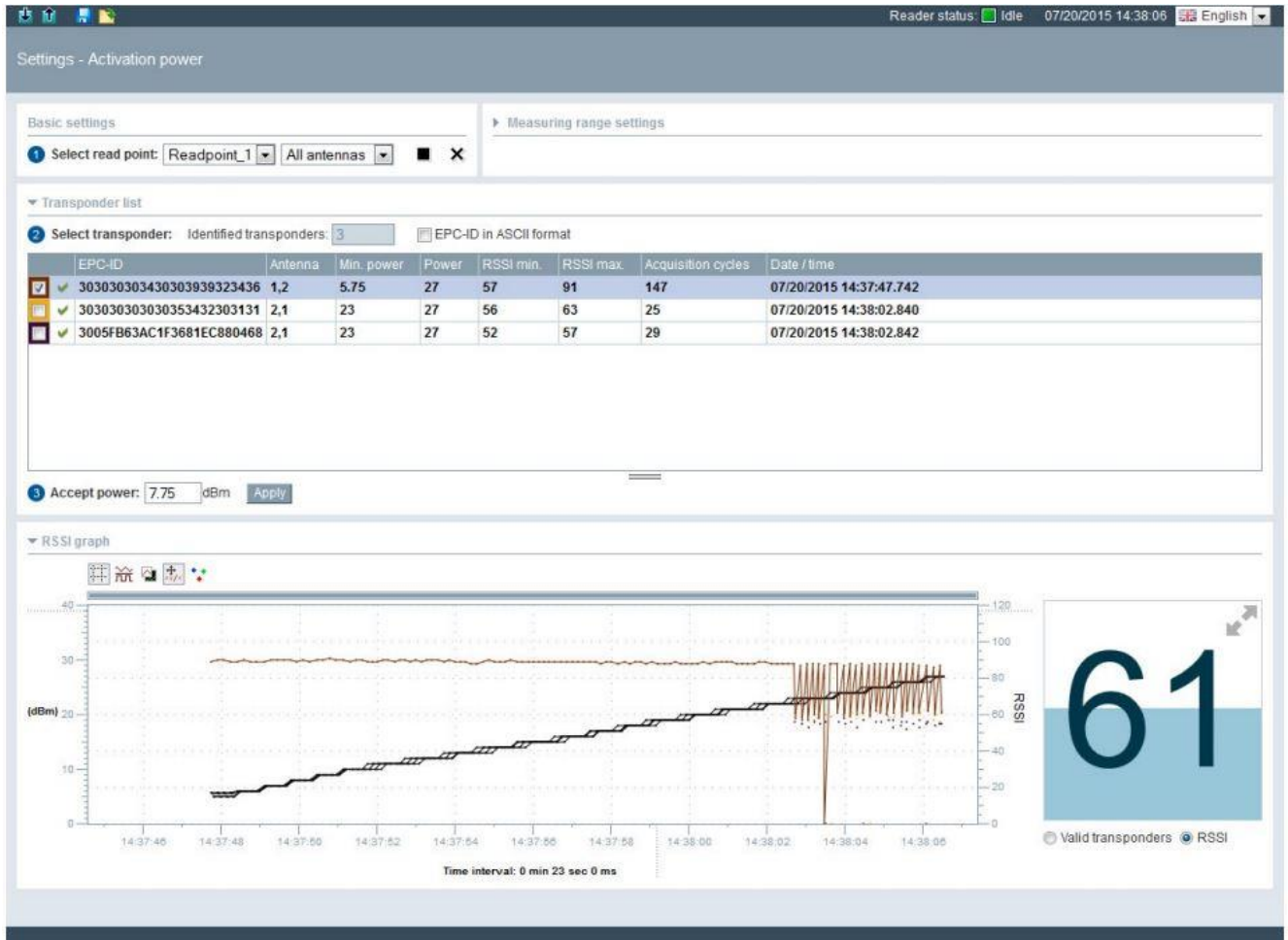


- TAG-ID tiedon, päivämäärän sekä ajan poistaminen data_in tiedostosta sekä lisäys data_out tiedostoon



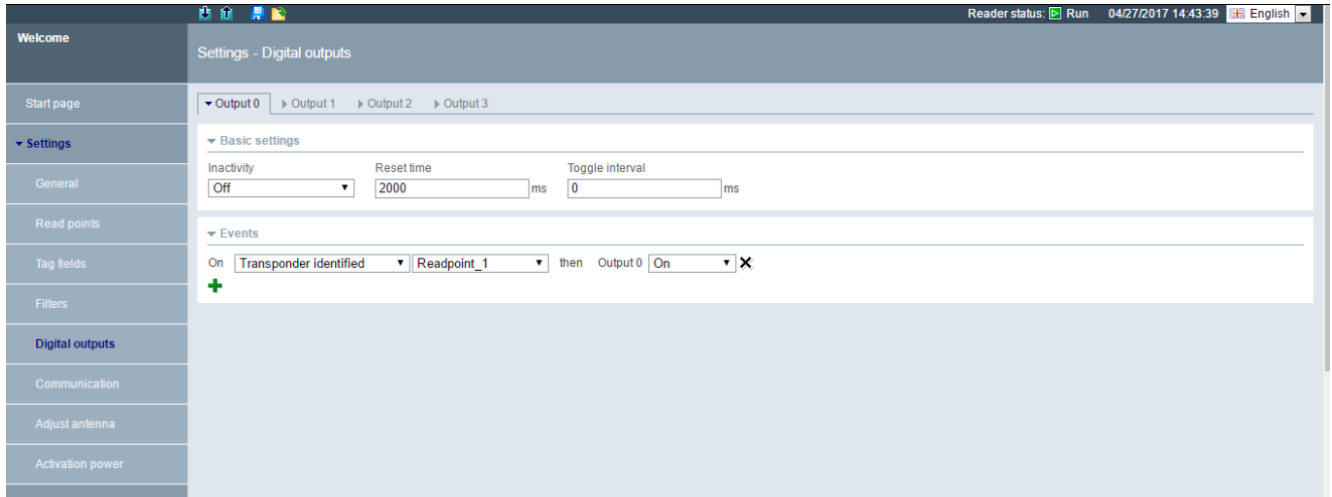
- Ohjelma ei kirjoita tiedostoihin mitään ellei TAG-ID:ssä ole vähintään 8 merkkiä.

WBM-KÄYTTÖLIITTYMÄ => SETTINGS => Activation power



- Siemensin WBM-käyttöliittymän Activation power työkalu helpottaa löytämään sopivan lähetystehon tunnistaiden tunnistukseen.
- Työkalulla voidaan myös tarkkailla tunnistaiden antamia RSSI-arvoja.

WBM-KÄYTTÖLIITTYMÄ => SETTINGS => Digital outputs



- Digital outputs valikossa voidaan määrittää lukijan digitaalisten lähtöjen ja ulostulojen ominaisuudet.
- Kuvassa on määritelty Output 0 = ON, jos tunnistettu.