

AUTOMAATTINEN TUNNISTUS KEITTIÖKALUSTETEHTAASSA

Läheftämötoiminnot

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan koulutusohjelma
Puutekniikka PUR03
Opinnäytetyö
Kevät 2008
Antti Brunström

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty vuoden 2007 kesän, syksyn ja talven aikana Lahdessa. Työ on tehty Novart Oy:n Nastolan tehtaalle.

Ohjaavana opettajana on toiminut Eero Vahter ja Novartin yhteyshenkilönä on ollut tuotantopäällikkö Arto Törmä.

Haluan kiittää Novart Oy:n tuotantojohtajaa Pentti Kakkoa ja Arto Törmää mielenkiintoisesta opinnäytetyön aiheesta ja ennen kaikkea mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyötä työn ohella. Lisäksi haluan kiittää sukulaisiani osallistumisesta työn oikolukuun.

Lahdessa dd.mm.yyyy

Lahden ammattikorkeakoulu
Tekniikan koulutusohjelma

BRUNSTRÖM, ANTTI: Automaattinen tunnistus keittiökalustetehtaassa
Lähetämötoiminnot

Puutekniikan opinnäytetyö, 57 sivua, 2 liitesivua

Kevät 2008

TIIVISTELMÄ

Keittiökalusteita valmistavan Novart Oy:n Nastolan tehtaalla selvitetään RFID-tekniikan hyötyjä kuljetusten seurannassa. Tämä opinnäytetyö laajentaa tutkimuksen kattamaan lähettämön toiminnot ja työssä perehdytään lisäksi joihinkin RFID:n tuomiin tuotannollisiin hyötyihin. Aiheita ei tarkastella pelkästään RFID-tekniikan kannalta vaan tutkimukseen otetaan mukaan myös viivakooditekniikka. Näitä automaattisen tunnistuksen valtaa pitäviä tekniikoita vertaillaan keskenään ja pyritään selvittämään kannattavampi investointi.

Teoriaosassa esitellään sekä RFID- että viivakooditekniikka. Näiden lisäksi perehdytään Novart Oy:n tuotantoon lähettämössä ja kokoonpano-osastolla. Tietoja tähän työhön on hankittu suomalaisilta alan yrittäjiltä, VTT:ltä, alan teoksista ja päättötoista sekä verkkojulkaisuista. Ongelmana oli tuoreiden tietojen saanti, koska kyseiset tekniikat kehittyvät valtavalla vauhdilla. Suurin osa muutaman vuoden takaisista tiedoista RFID-tekniikasta oli auttamatta vanhentunutta.

Yleisesti ottaen automaattinen tunnistus tuo huomattavia hyötyjä lähettämöön. RFID-tekniikalla saavutetaan kuitenkin suuremmat hyödyt kuin viivakoodilla. Eri-tyisesti automaattiseen valmiskirjaukseen, keräilyyn ja lastaukseen RFID toisi varmuutta ja tehokkuutta. Muissa työvaiheissa riittäisivät viivakoodilaitteet. Tuotot saadaan pääosin työaikasäästöistä, toiminnan tehostumisesta sekä jälkitoimitusten vähenemisestä. Suurin kysymys tämän työn jälkeen on, riittävätkö säästöt kustannusten kattamiseen. Ennen investointipäätöstä on laadittava tarkat selvitykset järjestelmästä käytännön testauksilla ja tärkeää on myös tehdä tarkat kannattavuuslaskelmat. Tähän päästää ainoastaan selvittämällä tekniikoiden mahdollisuudet ja tarpeet myös muilla osastoilla kuin lähettämössä.

Avainsanat: RFID, viivakoodi, automaattinen tunnistus

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

BRUNSTRÖM, ANTTI: Automatic Identification in kitchen fixture factory
Dispatch department

Bachelor's thesis of Wood Technology, 57 pages, 2 appendices

Spring 2008

ABSTRACT

There is ongoing investigation at Novart Ltd, which is a kitchen furniture manufacturer, aiming to find out how RFID technology enhances delivery tracking. This Bachelor's thesis expands this investigation to cover functions in the dispatch department and it also covers some productional benefits. The subject is not only studied from the RFID point of view but the thesis also deals with barcode technology. These leading technologies of automatic identification are compared to each other and there is also attempt to decide which technology provides the best return of investment.

The aim of the theory part is to introduce both RFID and barcode technology. Besides that, it describes the production in the assembly and dispatch department at Novart Ltd. Information for this thesis has been gathered from entrepreneurs, VTT(Technical Research Centre of Finland), books, other Bachelor's theses and online publications. The biggest problem was to get the latest information, because these technologies evolve very fast. A few-year-old information about RFID-technology was already outdated.

In general, automatic identification brings remarkable benefits to the dispatch department. However, with RFID technology greater benefits can be achieved than with barcodes. Especially automatic production tracking, gathering and loading can be improved and intensified with RFID. Barcode technology would be enough for other work stages. The profits are mostly gained from spared working time, more efficient operation and reduced reclamations. The biggest question after this work is, wheter the savings are enough to cover the investment. A detailed system canalysis has to be made by testing the system, before the investment decision is made. It is also important to make accurate ROI calculations. This is achieved only by investigating the possibilities and needs of these technologies also in other departments of Novart Ltd.

Keywords: RFID, Barcode, Automatic Identification

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	RFID-TEKNIikka	2
2.1	Tunnisteet	4
2.2	Lukijalaitteet	7
2.3	Taajuudet	9
2.4	Standardit	11
2.5	Taustajärjestelmät	12
2.6	Esimerkkikohteita	12
3	VIIVAKOODITEKNIikka	15
3.1	Lukijalaitteet	16
3.2	Taustajärjestelmät	18
3.2	Viivakoodityypit ja standardit	18
4	ETUJEN JA HAITTOJEN VERTAILU YLEISESTI	21
5	NOVART OY:N KOKOONPANO-OSASTON JA LÄHETTÄMÖN TOIMINTA LYHYESTI	22
5.1	Tuotantolinjat ja tavaran kulku	22
5.1.1	Kokoonpano-osasto	22
5.1.2	Lähetämö	23
5.2	Laitteet	26
5.3	Novartin tuotannonohjaus ja toiminnanohjausjärjestelmä	27
6	RFID- JA VIIVAKOODI JÄRJESTELMÄT NOVART OY:N LÄHETTÄMÖSSÄ	28
6.1	Tiedonsiirto työvaiheiden välillä	29
6.2	Viivakoodijärjestelmän kehittäminen	30
6.2.1	Valmiskirjaus ja kaappiratojen kääntimien ohjaus	30
6.2.2	Esikeräily	32
6.2.3	Keräily	34
6.2.4	Lastaus	36
6.2.5	Pientavaratoimitukset	37

6.3	Uusi RFID-järjestelmä	38
6.3.1	Valmiskirjaus ja kaappiratojen kääntimien ohjaus	38
6.3.2	Esikeräily	39
6.3.3	Keräily	40
6.3.4	Lastaus	42
6.3.5	Pientavaratoimitukset	44
6.4	RFID- ja viivakoodijärjestelmän vertailu	44
6.4.1	Työvaiheet	45
6.5	Valittu kokoonpano	47
6.6	Kustannukset ja tuotot	48
6.6.1	Kustannusarvio	48
6.6.2	Taloudelliset hyödyt	49
7	YHTEENVETO	52
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	56

1 JOHDANTO

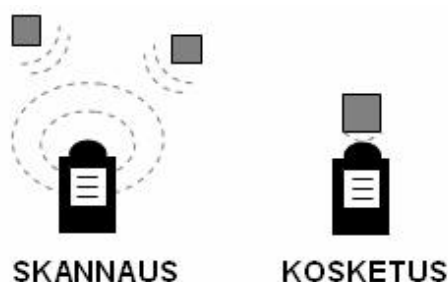
RFID (Radio Frequency Identification) eli radiotaajuustunnistus ja viivakoodit ovat tällä hetkellä kilpajuoksussa tuotteiden automaattisessa tunnistamisessa. Erityisesti logistiset toiminnot, kuten tavaran kulku ja toimitusketjun läpinäkyvyys, ovat suurenuslasin alla ja lukuisia pilotteja on käynnissä niin Suomessa kuin ympäri maailman. RFID kykenee toimimaan tapauksissa ja olosuhteissa, joissa viivakoodista ei ole hyötyä, mutta sillä on myös omat heikkoutensa. RFID on useissa yhteyksissä lanseerattu viivakoodien syrjäyttäjäksi, mitä se tuskin tulee olemaan. On huomattava, että tekniikat eivät välttämättä kilpaile keskenään vaan kummalakin on omat vahvuutensa ja näiden tekniikoiden yhtäaikainen käyttö on yksi mahdollisuus automaattisen tunnistuksen hyödyntämisessä. Lähitulevaisuudessa viivakoodi- ja RFID-järjestelmät tulevatkin todennäköisimmin toimimaan rinnan toisiaan tukien. Kun tekniikat täydentävät toisiaan, riski toimintahäiriöihin pienenee.

Suuret yritykset käyttävät nykyisin alihankintaa enemmän kuin koskaan ennen. Tämä tekee toimitusketjuista monimutkaisempia. Monimutkaisuutta helpottaa suuresti, jos kaikki osapuolet voivat seurata tavaran kulkua ja lähetys sekä vastaanotokirjaukset ovat automaattisia. Tästä syystä automaattinen tunnistaminen, erityisesti RFID-tekniikka, on voimakkaassa kasvussa. Tunnisteiden käyttö varsinkin tuotetason tunnistamisessa on yksi haasteellisimmista kehityskohteista. Tavoitteena on helpottaa logistisia toimintoja yrityksen sisällä sekä yritysten välillä, ja kyetä ilman manuaalista työvoimaa seuraamaan ja ohjaamaan tavaran kulkua tuotannossa ja varastoissa. Tärkeitä sovelluskohteita järjestelmien takaisinmaksun kannalta ovat juuri järjestelmien mahdollisuudet tuotannonohjauksessa ja valmistuksessa. Valmistuksessa voidaan tunnistustekniikoita hyödyntää mm. erilaisten laitteiden ohjaukseen, laadun valvontaan ja yksitoikkoisten manuaalisten työvaiheiden automatisointiin. Nykyisin tämä on toteutettu usein viivakoodien avulla, mutta vahva suuntaus on siirtyminen RFID-tunnisteiden käyttöön tulevaisuudessa.

Jotta järjestelmistä saataisiin kaikki hyöty irti ja investointi taloudellisesti kannattavaksi, on yrityksessä selvitettävä, mihin kaikkeen tekniikka pystyy, onko sitä kannattavaa mahdollisesti laajentaa toimitusketjusta tuotantoon ja kuinka pitkälle. Edellä mainittujen kysymysten lisäksi tässä työssä paneudutaan yleisellä tasolla RFID- ja viivakooditekniikkaan. Kuitenkin pääpaino on selvittää, mitä mahdollisuuksia keittiökalusteita valmistavalla Novart Oy:llä on tulevaisuudessa alkaa kehittää lähettämön toimintaa automaattisten tunnistustekniikoiden tuomin mahdollisuuksin. Erityisesti keskitytään toimitustäydellisyyden parantamiseen ja tarkoitus on myös selvittää, millainen kokoonpano tarjoaa parhaimman kokonaisuudyn. Käytännön testauksia ei tehdä. Aiheen laajuuden ja vaativuuden tähden ei ole kannattavaa lähteä käsittelemään koko tehdasta kerrallaan, ja siksi tässä työssä keskitytään erityisesti lähettämön toimintoihin. Kokoonpano-osaston asioita käsitellään siinä määrin, kuin on välttämätöntä lähettämön toiminnan kannalta.

2 RFID-TEKNIikka

RFID (Radio Frequency Identification) tarkoittaa tunnistustekniikkaa, jossa tunnistamiseen ei vaadita näköyhteyttä ja useita tuotteita voidaan lukea kerrallaan parhaimmillaan jopa kymmenien metrien etäisyydeltä. Se perustuu radiotaajuiseen tiedonsiirtoon tunnisteen ja lukijalaitteen välillä. Lukutapoja on kaksi: skannaus, ja kosketus. Molemmille näille on yhteistä, että lukija lähettää signaalin lukualueensa tunnistelle tai tunnisteille ja tunnisteen tyypistä riippuen ne joko heijastavat signaalin takaisin tai käyttävät indusoitunutta virtaa signaalin muodostamiseen. (Louho 2006, 33)



KUVIO 1. RFID:n lukutavat

RFID-järjestelmän toimintaidea on yksinkertainen eli kiinnitetään RFID-tunniste haluttuun kohteeseen ja kirjoitetaan sekä luetaan haluttu tieto RFID-lukijalla, minkä jälkeen tietoa käytetään hyväksi taustajärjestelmien avulla (Pitkälä 2006, 7). Tieto voidaan kirjoittaa tunnisteesiin ennen niiden kiinnittämistä. Tunniste voi sijaita itse tuotteessa, kollissa, lavassa, rullakossa, paletissa, tai kontissa. Yhtenä logistisena sovelluksena voisi olla seuraavanlainen toimintamalli: Tuotetunnisteet luetaan lavaan, lavat luetaan konttiin, ja kontti toimitetaan esimerkiksi terminaaliin. Terminaalissa saadaan koko kontin sisältö selville vain lukemalla kontin tunniste. Näin saadaan aikaan ns. hierarkkinen tunnistusketju.

Tunnisteiden hinnat pitäisi saada riittävän alas, jotta niiden käyttö massatuotannossa olisi järkevää. Yritysten johdoille pitäisi lisäksi pystyä esittämään pätevät takaisinmaksu suunnitelmat eli ROI-laskelmat sijoituksen kannattavuuden varmistamiseksi. Odotukset passiivista UHF-alueen teknologiaa kohtaan ovat suuret. Suurin markkinapotentiaali kohdistuu kappaletavaroiden toimitusketjun hallinnan automatisointiin, jossa teknologiaa hyödynnettäisiin mm. materiaalivirran seurannassa, logistiikassa ja varastonhallinnassa aina raaka-aineiden valmistuksesta valmiin tuotteen toimitukseen loppukäyttäjälle. (Sykkö 2006.) Järjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon oikea toimintaetäisyys, tunnisteeseen tarvittavan muistin määrä, riittävä lukunopeus, hinta, luotettavuus ja käyttöympäristön arkkitehtuuri ja olosuhteet.

RFID-järjestelmät voidaan jakaa neljään alaluokkaan: erillisiin prosesseihin, yrityksen sisäisiin, yritysten välisiin ja laajempiin yritysverkostojen sovelluksiin. Esimerkiksi sovelluksesta erillisenä prosessina on viivakoodin korvaaminen RFID-tunnistimilla. Yrityksen sisäiset sovellukset pyrkivät linkittämään liiketoiminnan osa-alueita, jotka tyypillisesti rikkovat toiminnallisia rajoja. Yrityksen välisten sovellusten tarkoituksena on yhdistää osa ketjun toimittajista, kun taas laajemmat yrityssovellukset pyrkivät saavuttamaan koko ketjun kattavan synkronoinnin. (Salola 2007.) Järjestelmiä on lukuisia erilaisia, ja niitä joudutaan usein räätälöimään käyttökohteen mukaan. Järjestelmä sisältää kuitenkin aina tunnisteen ja lukijalait-

teen, joka sisältää vähintään yhden antennin, ja taustajärjestelmän, sekä kommunikoi lukijalaitteen sovelluksen kanssa. Lukijan ja taustajärjestelmän välissä on mahdollisesti vielä niin sanottu väliohjelmia (middleware), joka prosessoi tunnistetiedot taustajärjestelmässä hyödynnettävään muotoon (Logistiikan RFID-teknologia katsaus 2006, 19). Järjestelmän rakentaminen pienille tavara määrille ja suurille sekä arvokkaille tuotteille toimivaksi on melko helppoa. Kun kyseessä on suuri määrä erilaisia tuotteita hankalassa ympäristössä, nousevat ammattitaitoinen suunnittelu sekä pilotointi ensi arvoisen tärkeäksi. Esimerkiksi tunnisteen sijainnilla tuotteissa, antennien suuntauksella ja tehon säädöillä on suuri merkitys järjestelmän toimivuuteen. Myös käytännön toiminta vaatii harkintaa eli esimerkiksi, mitä luetaan ja missä järjestyksessä sekä miten kommunikointi taustajärjestelmän tietokantoihin toteutetaan. Laittevalinnat määräytyvät pitkälti ympäristön mukaan. Tärkeää on ottaa huomioon, millaisia materiaaleja tunnistettavissa pakkauksissa on.

Nesteet imevät radioaallot itseensä, jolloin lukija ei saa vastausta sirulta. Metallit puolestaan heijastavat radioaaltoja ja häiritsevät lukutapahtumaa tai estävät sen. Tarvittavien lukuetaisyksien määrittäminen on myös kynnyskysymyksiä laitteistoa rakennettaessa. On syytä tehdä laitevertailuja, jotta löydetään juuri kyseisessä ympäristössä parhaiten toimivat laitteet ja varmistetaan siitä, että ne hyödyntävät uusimpia teknologioita ja noudattavat viimeisimpiä ja parhaiten soveltuvia standardeja.

2.1 Tunnisteet

Tunnisteet eli saattomuistit eli tägit ovat kappaleisiin, eläimiin tai ihmisiin kiinnitettäviä mikrosiruja, jotka sisältävät sirun lisäksi antennin tiedonsiirtoa varten. Tunnettuja piirivalmistajia ovat Impinj (Monza-sirut), Philips ja Atmel (Tagidu) (Saari 2007). Tunniste voi olla sijoitettuna tarraan, korttiin tai se voi olla suojattuna muovin sisään vaativia käyttökohteita varten. Tunnisteen sisällöstä tärkein on UID (Unique Identification Code), jonka koodaamiseen on lukuisia eri tapoja. Näistä varmasti tunnetuin on EPC eli elektroninen tuotekoodi. Sen avulla tunnisteelle saadaan oma standardoitu koodi eli kappaleet ovat näin ollen yksilöityjä. Tunnisteiden

muistin määrä riippuu käytettävästä standardista. Jotta saavutetaan suurin mahdollinen lukunopeus, saattomuistissa pitäisi olla tietoa niin vähän kuin mahdollista. (Logistiikan RFID-teknologia katsaus 2006.)



KUVIO 2. RFID-tunnisteita

Tunnisteet kommunikoivat lukijan kanssa joko sähkömagneettisten aaltojen, sähkökentän tai magneettikentän avulla (Sykkö 2007). Sähkömagneettisen aallon avulla toimiva järjestelmä käyttää UHF-alueen taajuuksia. UHF-tunnisteet luetaan yleensä antennin kaukokentän avulla, mikä tarkoittaa, että tunnisteiden samoin kuin lukijalaitteenkin lähettämä teho vaimenee kääntäen verrannollisena etäisyyden neliöön. Yhdestä pisteestä lähtevä teho leviää pallon kuorelle, josta lasketun energiatiheyden antenni sieppaa oman sieppauspinta-alansa suhteessa. (Saari 2007.) Tunnisteissa on tällöin dipoliantenni, jonka toiminta perustuu takaisinsirontaan eli heijastumiseen. Tunniste voi muuttaa joko lukijasta lähtevän signaalin amplitudia, siirtää signaalin vaihetta tai muuttaa radioaallon taajuutta. HF-taajuuksilla toimivissa järjestelmissä tunniste saa aikaan signaalin indusoimalla virran lukijalaitteen lähettämästä magneettikentästä. Luenta tapahtuu lähikentässä, jolloin energiaa on jatkuvasti saatavilla. Näin ollen voidaan käyttää suurempia muistikokoja. Tunnisteiden antenni muodostaa silmukan, joka mahdollistaa virran induktoitumisen. Tiedonvälitys tapahtuu virran impedanssia muokkaamalla. Näissä järjestelmissä tunkeutuma materiaaliin on hyvä, mutta lukuetaisyys pieni. Lisäksi ovat omat tunnisteet myös matalille taajuuksille (Low frequency) ja mikroaaltotaajuuksille.

Tunnisteita, joissa ei ole omaa virtalähdettä kutsutaan passiivisiksi. Näitä käytetään eniten HF- ja UHF-taajuuksilla. Puolipassiivisissa järjestelmissä tunniste sisältää pariston, mutta sen virtaa käytetään tuottamaan mikrosirun vaatima käyttöjännite. Signaalin muodostus tapahtuu samoin kuin passiivisissa tunnisteissa. Aktiivi-

sessä järjestelmässä paristoa käytetään signaalin muodostamiseen ja tiedon tallentamiseen myös silloin, kun yhteyttä lukijaan ei ole. Aktiivisilla tunnisteilla saavutetaan pisimmät lukuetaisyudet ja niissä voidaan käyttää suurempia muisteja suuremman virran turvin, mutta pariston elinikä on verrattain lyhyt ja aktiivisten ja puolipassiivisten tunnisteiden hinta on korkea, joten kappaletavaroiden massatuotannossa on perusteltua käyttää passiivisia saattomuisteja.

Tunnisteita voidaan luokitella myös niiden muistin ohjelmoitavuuden mukaan. EPC-standardin saattomuisteissa on vain valmistajan asettama, tuotteet yksilöivä UID-koodi, joka on maksimissaan 96 bittiä. Markkinoille on tulossa uusia piirejä, joissa muistin määrää on kasvatettu ja saatetaan puhua jopa 10 kilobitistä. Tarkoitus kuitenkin on, että käsiteltävä tieto on tallennettuna taustajärjestelmään, johon tunniste toimii ikään kuin avaimena. Tunnisteen luvulla saadaan taustajärjestelmästä haettua tietoa esimerkiksi tilauksen sisällöstä. Suuret muistimäärät eivät tähän tarkoitukseen ole tarpeen. Kerran ohjelmoitaviin muisteihin (WORM eli write once read many) voidaan nimenmukaisesti tallentaa tieto käyttäjän toimesta kerran, jonka jälkeen tunniste toimii vain luettavana. Uudelleen ohjelmoitavissa eli R/W-tunnisteissa tietoa voidaan tallentaa ja poistaa lähes loputtomiin muistimäärän asettamissa rajoissa. Nykyään tunnisteet ovat pääsääntöisesti R/W-tyyppiä.

Passiivisten järjestelmien kehitystyö on tällä hetkellä vauhdikkainta ja tunnisteiden hinnan alentaminen tärkeimpiä tavoitteita. Lisäksi lukutapahtuma olisi pystyttävä saamaan lähes 100-prosenttisen varmaksi. Esimerkkinä käytössä olevista sovelluksista on järjestelmä, jossa useita pakkauksia sisältäviä lavoja työnnetään porttilukijan läpi viiden kilometrin tuntivauhdilla. Siinä päästään 100 prosentin lukuvarmuuteen. On kuitenkin kohteita, joissa esteenä ovat hankalat materiaalit ja tekniset ongelmat kuten tilanne, jossa kaksi lukijaa lukee samaa tunnistetta ja tilanne, jossa kaksi tai useampi tunnistetta tulee luetuksi samalla hetkellä. Jälkimmäinen tilanne syntyy jos kaksi tunnistetta on aivan kiinni toisissaan esimerkiksi kirjekuoja tunnistettaessa. Paikallaan luettavilla tavaroilla ei tätä ongelmaa ole, mutta jos tunnisteita täytyy lukea niiden liikkeessä, syntyy päällekkäisiä luentoja helpommin. On myös kehitetty metallin pinnalla toimivia saattomuisteja, mutta metallituotteet muodostavat kuormiin kuitenkin katvealueita. Jos luku ei onnistu miltään suunnalta, näillä

alueilla olevat tunnistet jäävät lukematta. Varsinkin korkeataajuuksisilla laitteistoilla on ongelmia lavan uumeniin jäävien tuotteiden luennassa, koska ne eivät läpäise materiaalia yhtä hyvin kuin matalammat taajuudet. Uusimmat ratkaisut UHF-laitteistoilla ovat antaneet hyviä tuloksia liikkuvan lavan massaluvusta. Esimerkiksi 11 laatikkoa makaronia voidaan lukea massalukuna lukuportilla, vaikka tunnistet olisivat laatikoiden keskellä (Kalliokoski 2007).

2.2 Lukijalaitteet

Lukija koostuu mikrosirusta, muistista ja antennista sekä usein sovellusohjelmasta. Antenni on usein lukijan yhteydessä, mutta ne ovat kuitenkin erillisiä laitteita. Yhtein lukijaan voi kytkeä enintään 4-8 antennia. Lukijan ja taustajärjestelmän välissä on usein väliohjelma. Lukija luo antenninsa avulla sähkömagneettisen kentän. Kentässä sijaitsevat tunnistet vastaavat lukijalle ja se välittää tunnistetiedot taustajärjestelmään.

Lukijalaitteet voivat olla kiinteitä tai langattomia käsilukijoita. Esimerkki kiinteistä lukijoista on porttilukija, joka rekisteröi terminaalin lastaussillassa kaikki portin läpi vietävät tavarat. Langattomat käsilukijat ovat monissa logistiikan sovelluksissa kiinteitä lukijoita käyttökelpoisempia. Tekniikan kehittyessä tasolle, jossa lavalle lastatut tuotteet kyetään lukemaan kerralla, lavan liikkeessa portin läpi, ovat porttilukijasovellukset varteen otettavampi vaihtoehto monissa yrityksissä. Porttilukijoita on tälläkin hetkellä käytössä lavatason tunnistuksessa ja siinä ne ovat varsin toimivia.



KUVIO 3. RFID-käsilukija ja -porttilukija

Etäisyys, millä lukulaite tunnistaa saattomuistin, riippuu käytetystä taajuudesta ja lähetystehosta, saattomuistin ja lukulaitteen antennien koosta, ympäristön olosuhteista ja rakenteista, materiaaleista ja antennien suuntauksesta. Paras lukuetaisyys saavutetaan, kun tunnistetta ja lukija ovat samalla tasolla kohtisuoraan toisiinsa nähden (Virkkunen 2005, 7). Ongelma nykyisissä lukijoissa on järjestelmähäiriö, joka syntyy jos kaksi tunnistetta tulee luetuksi yhtä aikaa tai, jos kaksi lukijaa lukee samaa tunnistetta yhtä aikaa. Useita lukuhäiriöitä voidaan korjata muuttamalla edellä mainittuja asioita. Varsinkin käytetty standardi, antennien koko, teho ja suuntaus ovat suuresti lukutapahtumaan vaikuttavia asioita.

Lukija lähettää sähkömagneettista säteilyä, josta tunnistheet saavat energian tiedonvälitykseen. Pienitaajuiset järjestelmät käyttävät magneettista kytkentää ja suuritaajuiset järjestelmät käyttävät sähkökenttään perustuvaa kytkentää. (Logistiikan RFID-Teknologia katsaus 2006, 11) Lukijoita voi lajitella myös niiden ohjelmointi kyvyn perusteella. Halvimmat lukijalaitteet kykenevät vain lukemaan tunnisteen tiedot, mutta tallentavilla laitteilla pystytään tietoa syöttämään ja poistamaan tunnistesta. Tämä voi tapahtua prosessin missä vaiheessa tahansa. Tallentavat laitteet ovatkin nykyisin järkevin ratkaisu järjestelmää rakennettaessa.

Osana RFID-järjestelmää voi olla myös perinteinen lämpösiirtokirjoitin varustettuna RFID-kirjoitus ominaisuudella. Tuotetarran kirjoituksessa tarraan integroitu tunnistetta alustetaan ja siihen tallennetaan tarvittavat tiedot. Tarvittaessa tarraan voidaan virheiden välttämiseksi tulostaa viivakoodi ja selväkielinen teksti. Kirjoitin on

hyvä ratkaisu, jos kirjoitettavien tunnisteiden määrä on suuri ja lukijalla kirjoittaminen osoittautuu liian hitaaksi.

2.3 Taajuudet

Taajuudet, joilla lukija ja tunnisteviestit viestivät keskenään, voidaan jakaa neljään alueeseen. Taajuusalueet eroavat toisistaan käyttötarkoituksen, lukuetaisyuden, läpäisykyvyn ja tiedonsiirron nopeuden osalta. (Viitanen 2005, 3). Myös tunnisteiden muistimäärä on riippuvainen käytetystä taajuudesta tai tarkemmin ottaen siitä, millä tavalla tunnisteviestit kommunikoi lukijan kanssa. UHF:llä se tapahtuu kaukokentän ja HF:llä lähikentän avulla. Taajuusalueet ovat LF, HF, UHF ja mikroaaltotaajuus. LF (Low Frequency) tarkoittaa matalien taajuuksien aluetta eli taajuuksia välillä 30-300kHz. HF (High Frequency) kattaa korkean taajuusalueen 3-30MHz ja taajuusalueen 300MHz-3GHz kutsutaan UHF-taajuudeksi (Ultra High Frequency). Mikroaaltotaajuudet ovat osittain UHF-taajuuksien kanssa lomittain, mutta nyrkkisääntönä voisi olla, että useiden GHz:n taajuuksia voidaan pitää mikroaaltotaajuuksina. Esimerkiksi Japanissa 2,45GHz taajuutta käytetään useissa RFID-järjestelmissä ja niitä pidetään mikroaaltotaajuusjärjestelminä. Useimmiten mikroaaltotaajuuksijärjestelmissä käytetään aktiivitunnisteita. Esimerkiksi ajoneuvotunnistus tietulleissa on mikroaaltotaajuuksia ja aktiivisia tunnisteita käyttävä sovellus.

TAULUKKO 1. Taajuudet

	Taajuusalue	Lukuetaisyys(m)	Käyttökohde (esim.)
LF	30-300kHz	hyvin lyhyt	varkaudenesto autoissa
HF	3-30MHz	0,05-1,0	kulunvalvonta kortit
UHF	300MHz-3GHz	1,0-10,0	tuotekoodi, logistiikka, automaatio
Mikroaalto	2,45GHz-	kymmeniä metrejä	ajoneuvotunnistus

Mitä pienempi on käytettävä taajuus, sitä helpommin järjestelmä lukee ei-metallisten aineiden läpi. Toisaalta taajuuden pienentäminen vähentää lukuetaisyyt-

tä. Suurilla taajuuksilla heijastukset ja esineet ovat ongelmana, mutta lukuetaisyys ja lukunopeus ovat suurempia. (Logistiikan RFID-Teknologia katsaus 2006, 12). Matalan taajuuden sovelluksia käytetään erittäin lyhyitä etäisyyksiä vaativissa sovelluksissa kuten autojen käynnistyksen estossa. Auto käynnistyy vasta, kun saa vastauksen oikealta tunnisteelta. HF-alueen käyttö RFID-järjestelmissä on tällä hetkellä yleisintä esimerkiksi matkakorteissa ja kulunvalvonnassa, mutta suuntaus on UHF-tekniikan käyttöön. Logistisissa sovelluksissa käytetään ja tullaan todennäköisesti käyttämään pääasiassa UHF-taajuutta. Näiden järjestelmien lukuetaisyys on passiivisilla tunnistilla ja kiinteillä lukijoilla maksimissaan 4 - 5 metrin luokkaa. Käsilukijoilla jäädyään noin 1,5 metriin.

Taajuuksien positiiviset ominaisuudet

Taajuus →			
125-135kHz	13,56MHz	UHF(868–956MHz)	Mikroaallot
Läpäisee useimmat materiaalit	Sietää metalleja ja nesteitä	Pitkä lukuetaisyys (jopa 30m passiivitunnistella)	Pitkä lukuetaisyys(vain virtalähteellä)
Ei heijastus ongelmia	Standardoitu	Standardoitu	Erittäin nopea luku
Ei säteily ongelmia	Nopeahko	Nopea luku. Euroopassa yli 600 lukua / s	Pienin koko (0,4 x 0,4mm) Tunnistees erittäin halpoja

KUVIO 4. Taajuuksien positiiviset ominaisuudet (Kalliokoski 2007)

Eri taajuuksien negatiiviset ominaisuudet

Taajuus →		
125-135kHz(LF)	13,56MHz(HF)	UHF 2,45GHz
Lukuetaisyys yleensä <1m(signaali heikkenee etäisyyden neliössä)		Helposti heijastuja tai vaimeneva(hankaluuksia metallin ja nesteiden kanssa)
Hidas tiedonsiirto		Terveysteen liittyvät säädökset kuten sallitut tehomäärät
		Kalliinhkot lukijat
		Taajuuksilla muita käyttäjiä(GSM,wlan, jne)
← Negatiiviset ominaisuudet vahvistuvat		Negatiiviset ominaisuudet vahvistuvat →

KUVIO 5. Taajuuksien negatiiviset ominaisuudet (Kalliokoski 2007)

2.4 Standardit

Logistiikkaketjussa on yritysten kyettävä lukemaan toistensa tunnisteita omilla järjestelmillään. Yhtenä suurimpana hidasteena RFID-järjestelmien yleistymiseen on ollut juuri kansainvälisten standardien puute, mutta uusimpien standardien myötä tilanne on ratkeamassa. ISO 18000 standardit määräävät jokaiselle taajuudelle oman ilmarajapintaprotokollan. ISO 18000-1 sisältää yleiset parametrit globaalisti hyväksytyille taajuusalueille. ISO 18000-2 on ilmarajapinta standardi LF- eli alle 135kHz:n taajuuksille. ISO 18000-3 sisältää standardin HF-taajuusalueelle ja se perustuu osin vanhaan ISO 15693 standardiin. ISO 18000-4 on mikroaaltotaajuuksia varten. Tällä hetkellä tärkein standardi on ISO 18000-6. Se on UHF-alueen ilmarajapinnan standardi ja sisältää a, b ja c osat. Ne eroavat toisistaan koodaustavan mukaan. Uusimman ISO 18000-6c -standardin tarkoitus on parantaa laitteiden yhteensopivuutta ja se onkin käytössä uusimmissa laitteissa.

TAULUKKO 2. ISO 18000-standardit

ISO 18000-1	Yleiset määritelmät
ISO 18000-2	LF-alueen määritelmät
ISO 18000-3	HF-alueen määritelmät
ISO 18000-4	2,45 GHz
ISO 18000-5	5,8 GHz (keskeytetty)
ISO 18000-6	UHF-alueen määritelmät
	ISO 18000-6A/B
	ISO 18000-6C sisältää EPC:n Gen2
ISO 18000-7	433MHz

EPCglobal jakaa tunnisteen Gen1- ja Gen2-protokolliin, jotka määrittävät kuinka tunniste ja lukija välittävät tietoa toisilleen. Gen2 on huomattavasti Gen1:tä kehittyneempi ja tarjoaa valmistajariippumattomuuden, 10 kertaa nopeamman luvun ja suuremman muistikapasiteetin. Gen2 lukijat eivät myöskään häiritse toisiaan kuten vanhemmat lukijat. Gen2 on sisällytetty osaksi ISO 18000-6C:tä. Täydellinen maailmanlaajuinen yhteensopivuus saataisiin aikaan monitaajuusjärjestelmillä, joilla voitaisiin hyödyntää kaikkia EPC- ja ISO- yhteensopivia saattomuisteja.

2.5 Taustajärjestelmät

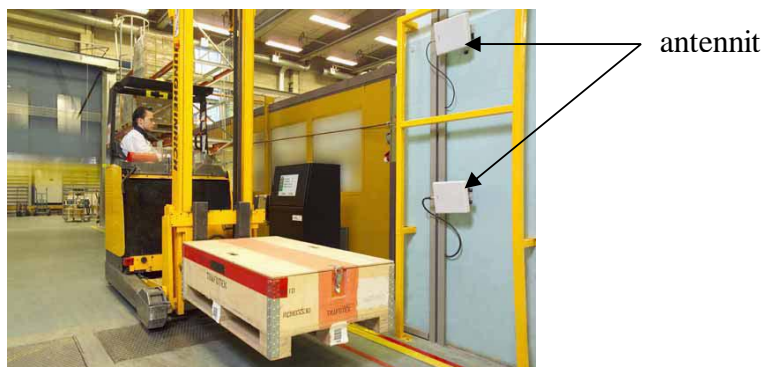
RFID:n käyttöönoton yhtenä suurimpana haasteena pidetään RFID-järjestelmän integroimista yrityksen tietojärjestelmään. Haaste syntyy laitteiston ja sen tuottaman datan hyödyntämisestä yrityksen tietokantojen ja sovellusten kanssa. Taustajärjestelmiksi lasketaan yrityksen tuotannon- tai toiminnanohjausjärjestelmä ja internet. Edellytys RFID-järjestelmän optimaaliselle toimivuudelle on, että se voidaan integroida eli sulauttaa osaksi toiminnanohjausjärjestelmää. Tunnisteeseen tallennettava ja siinä hyödynnettävä tieto saadaan taustajärjestelmistä. Käytännössä tieto siirtyy tunnisteeseen toiminnanohjausjärjestelmästä esimerkiksi kirjoittimella tai käsilukijalla, jossa on kirjoitusominaisuus. Tunnisteen luvusta voi tietoa välittyä internet-palvelimelle tai se voi myös avata sivuston, jossa tarvittava tieto sijaitsee. Lähes välttämätön työkalu useissa järjestelmissä on middleware- eli väliohjelmisto. Se hallitsee tietovirtaa ja muokkaa dataa lukijoiden ja yrityssovellusten välillä ja vastaa tiedon laadusta ja käytettävyydestä (Logistiikan RFID-Teknologia katsaus 2006, 19). Se voi myös suodattaa turhaa tietoa. Ohjelmistojen sulauttaminen yhteen on kokemuksen puutteen vuoksi hankalaa ja niinpä laitteistojen toimittajat tarjoavat usein myös ohjelmistojen integroinnin. Jos tunnistetieto luetaan palvelimelle, voidaan ekstranetillä tieto, esimerkiksi lastauksen valmistumisesta, toimittaa muille toimitusketjun osapuolille reaaliaikaisesti.

2.6 Esimerkkikohteita

Kansainväliset vähittäistavarakauppaketjut, saksalainen Metro Group ja yhdysvaltalainen Wal Mart, ovat luoneet tavarantoimittajilleen mandaatin RFID-tunnisteiden lisäämisestä tuotteisiin. RFID:n käytön avulla Metro on säästänyt 8,5 miljoonaa euroa Saksassa yhdessä vuodessa. Metro on tunnistanut miljoonaa palettia 99,4 % luettavuudella, monitoroimalla kaksi 11:sta prosessiketjun vaiheista. Muita hyötyjä ovat vähentyneet logistiset kustannukset ja lähettävien sekä vastaanottavien tavaroiden nopeampi käsittely. Metro Group ja sen partnerit käyttävät

ainoastaan Gen2 -saattomuisteja. Toimittajat varustavat myös laatikoita saattomuisteilla, jotta paletteja, jotka on täytetty erilaisilla tuotteilla, voidaan tunnistaa nopeammin. (Logistiikan RFID-Teknologia katsaus 2006, 30). Wal Martilla on RFID käytössä lähes 1000 paikassa ja yli 600 tavarantoimittajaa merkkää tuotteen- sa Gen2 UHF RFID-tunnisteilla. RFID on auttanut Wal Martia vähentämään ”tilapäisesti loppu” -tilanteita 16 prosenttia ja tavara saadaan hyllylle 3 kertaa nopeammin, jos se pääsee loppumaan. Lisäksi tavaranhankinta on 63 prosenttia nopeampaa ja manuaaliset tilaukset vähenivät 10 prosenttia, mikä vähentää ylimääräisiä inventaarioita. (Continued Expansion of Electronic Product Codes 2007)

Useissa suomalaisissakin yrityksissä on otettu käyttöön RFID-järjestelmä. Sovellukset tosin ovat hyvin samankaltaisia ja keskittyvät lähinnä tavaran vastaanottoon, seurantaan ja erilaisiin automaattisiin kirjauksiin. Käynnissä on myös lukuisia pilotteja, joiden valmistuttua paljastuu uusia ratkaisuja ja keinoja hyödyntää RFID-tekniikkaa. Seuraavassa on muutama esimerkki käsiteltynä hieman tarkemmin ja lopuksi on listattuna muita yrityksiä lyhyellä kuvauksella yrityksen RFID-järjestelmästä. ABB Oy käyttää RFID:tä vakioraaka-ainelaatikoiden seurantaan. Tehtaalla on porttilukija, jossa tulevat laatikot luetaan automaattisesti vastaanotetuksi ja tyhjät laatikot laukaisevat ekstranetin kautta materiaalitilauksen. Järjestelmä lisää toimitusketjun läpinäkyvyyttä nopeuttamalla tilausimpulssien syntymistä, tavaranvastaanottoa ja häiriöiden selvittämistä. Lisäksi järjestelmän avulla päästään kiinni täsmälliseen tilastotietoon tavaraliikenteestä. Lopputulos on parantunut materiaalivirtaus ja mahdollisuus vapauttaa pääomaa vaihto-omaisuudesta läpi koko toimitusketjun. (Lehdistötiedote ABB Oy 2007, 3.)



KUVIO 6. RFID-porttilukija ABB Oy:n taajuusmuuntaja tehtaalla (Lehdistötiedote ABB Oy 2007, 2)

Suomalainen kuormalavavalmistaja A. Jalander Oy valmistaa RFID-tunnisteilla varustettuja lavoja ja hyödyntää näitä myös omassa tuotannossaan. Lavat on tarkoitettu yritysten sisäisiin tai yrityksen ja sen alihankkijoiden välisiin kiertoihin ja niiden tunnisteet ovat uudelleenkirjoitettavissa. Varastojärjestelmä koostuu loogisesti kolmesta osasta: palvelimesta, automaattisesta UHF RFID-portista ja UHF RFID-käsipäätteistä Tunniste mahdollistaa:

- lavan automaattisen tunnistuksen logistiikkaketjun osissa
- kuormatietojen yhdistämisen lavan RFID-tunnisteeseen
- tehostuneen logistiikkaprosessin reaaliaikaisen seurannan ansiosta mikäli taustalle toteutetaan tiedonjakojärjestelmä
- pienemmän manuaalisen työn ja kirjausvirheiden vähentymisen vastaanotossa ja lähetyksessä automaattisen vastaanottoporttien ja RFID-käsipäätteiden avulla
- vikalähetysten paikannuksen parantumisen tilannetiedon perusteella
- pääoman vapauttamisen välivarastoista varastokierron nopeutuessa
- toimitusvarmuuden parantamisen häiriöitä vähentämällä
- lavojen hukkumattomuuden merkintöjen ja seurannan ansiosta
- sisäisten puskurivarastojen hallinnan tehostamisen



KUVIO 7. RFID-lava

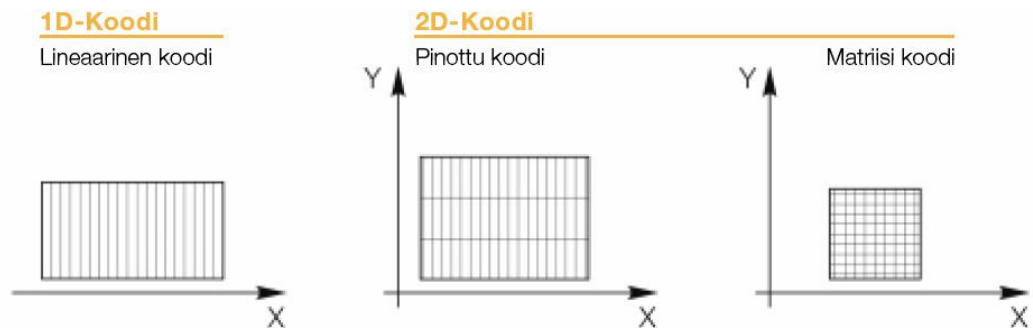
(Virkkunen 2005, 4.)

Fenestra Oy:n ikkunatehtaalla tuotanto tapahtuu automaattilinjastolla. Komponentin tägin luennan perusteella päätetään linjaston haarautumispisteessä komponentin kulku ja toimenpide. (Tapper 2007). Aker Yards seuraa telakan työntekijöiden kulkua laivoihin kypäröihin sijoitettujen tunnisteen avulla. Hätätilanteissa on helpposti selvitettävissä, kuinka monta työntekijää laivassa on. Prosec Tietoturvapalvelu seuraa tietosuojamateriaalin kuljetukseen tarkoitettuja säiliöitä RFID-tunnisteen avulla ja Suomen Posti käyttää RFID-teknologiaa kuljetusyksiköiden ja tulevaisuudessa ehkä myös kirjeiden ja pakettien seurantaan. (RFID Lab Finland Case-pankki 2007).

3 VIIVAKOODITEKNIikka

Viivakoodit voidaan jakaa kolmeen tyyppiin: lineaariset-, pinotut- ja matriisiviivakoodit. Näistä pinotut- ja matriisikoodit ovat 2D-koodeja ja lineaariset 1D-koodeja. 2D-koodit voivat sisältää enemmän tietoa ja niissä on myös useita tarkastusmerkkejä, joiden avulla luentavirheen mahdollisuus on lähes olematon. Viivakoodit kuuluvat optiseen tunnistukseen ja näin ollen vaativat suoran näköyhteyden lukijan ja koodin välillä. Ne ovat merkkijonoja tai ryhmiä, joissa jokainen merkki on koodattu suorakaiteen tai neliön muotoisista tummista ja vaaleista elementeistä muodostettuihin ryhmiin. Viivakoodi on globaalisti standardoitu mm. GS1:n toimesta ja se on kansainvälisesti hyväksytty tapa esittää koodeja, jotka sisältävät kirjaimia, numeroita ja symboleja. (Logistiikan RFID-Teknologia katsaus 2006, 8) Viivakoodeja on käytössä useita eri tyyppisiä, ja ne eroavat toisistaan lähinnä koodaustavan ja merkkivalikoimiensa perusteella (Viivakoodinlukijat ja viivakoodit). Viivakoodin käyttö on myös edullista, koska koodi voidaan tulostaa tavalliselle paperille tai tarroihin. Viivakooditarra maksaa vain joitakin senttejä kappaleelta. Viivakoodit ovat hyvin yleisiä ja lähes kaikista tuotteista tai pakkauksista löytyy

viivakoodi. Varsinkin tuotetasolla viivakoodi on vielä lyömätön lähes olemattomien tunnistekustannustensa vuoksi.



KUVIO 8. Viivakoodityypit (Mertjärvi, 4)

Viivakoodeja hyödynnetään erityisesti logistiikassa, tuotannossa ja varastoinnissa nopeuttamassa tavaran tunnistusta ja tiedon hallintaa. Logistiikan näkökulmasta lähes kaikki tunnistettavat kohteet yksittäisestä tuotteesta alkaen voidaan merkitä viivakoodilla. (Logistiikan RFID-Teknologia katsaus 2006, 9.) Viivakoodijärjestelmiä on tehty paljon ja usein järjestelmän käyttöönotto on vaivatonta eikä niitä tarvitse räätälöidä yhtä paljon kuin RFID-järjestelmiä. Sen avulla voidaan välttyä näppäily- ja muilta virheiltä, joita voi tapahtua syötettäessä tietoja manuaalisesti.

3.1 Lukijalaitteet

Lukijoita on langattomia käsilukijoita sekä kiinteästi asennettavia. Logistiikan sovelluksissa käsilukijat ovat huomattavasti yleisempiä, mutta myös kiinteitä lukijoita käytetään paljon muun muassa tuotantolinjoilla. Lukijoita hankittaessa on syytä kiinnittää huomiota lukuetaisyteen, käyttötilan valaistukseen, maksimi vinous- ja kaltevuuskulmiin, luku- ja pyyhkäisy nopeuteen ja käyttömukavuuteen. USB, PCMCIA, FireWire ja Bluetooth ovat uusissa laitteistoissa käytettäviä liitäntätapoja, mutta usein lukijat ovat kytkettyinä sarjaporttiin. Nykyään myös langattomat yhteydet mahdollistavat lukijoiden liittämisen taustajärjestelmään esimerkiksi wlan-verkon tai radiotaajuisten tukiasemien kautta. CCD- eli tassulukijoilla ja kameralu- kijoilla on sama toimintaperiaate. Valonlähteenä toimii lukupäähän sijoitetut led-

valot. Valaistu koodi kohdistaa valoa takaisin lukijan valoherkkiin osiin eri tavoin riippuen siitä osuuko valo viivaan vai väliin. Tästä syntyvä kuva muodostaa analogisen signaalin ja se dekodataan digitaaliseen muotoon. (Mertjärvi, 15, 19)



KUVIO 9. Käsiviivakoodin lukija, kiinteä viivakoodin lukija ja viivakoodinlukijapääte

Laserlukijat perustuvat peilijärjestelmään. Valonsäde kulkee luettavan viivakoodin yli skannerissa olevan peilijärjestelmän avulla. Joka hetki koodista heijastuu enemmän tai vähemmän valoa riippuen siitä heijastuuko valo takaisin viivasta vai välistä. Heijastunut valo kohtaa valoherkän vastaanottimen, joka muuntaa valosignaalin sähköiseksi signaaliksi. Analoginen signaali muutetaan digitaaliseksi signaaliksi, joka vastaa viivakoodia ja se voidaan tulkita sisäänrakennetulla tai erillisellä dekooderilla. Tunnistettu kooditieto lähetetään sarjaliitännän kautta tietokoneelle tai ohjelmoitavalle logiikalle. (Juntunen, Mäkinen & Tuominen, 5). CCD-lukijaan verrattuna laserlukijoissa on pidempi lukuetaisyys ja leveämpi lukualue. Eräs sovellus laserlukijasta on monisädelukija. Monisädelukija sallii viivakoodin tulon lukualueelle lähes missä kulmassa tahansa ja siksi ne ovat suosittuja kauppojen kassoilla ja tuotantolinjoilla, joissa koodi voi olla epämääräisessä asennossa lukijaan nähden.

3.2 Taustajärjestelmät

Myös viivakoodijärjestelmä vaatii taustajärjestelmän, mutta siltä ei vaadita yhtä suurta suorituskykyä kuin RFID-järjestelmissä. Taustajärjestelmät ovat viivakooditekniikassa pääpiirteittäin aivan samanlaisia kuin RFID-järjestelmissä. Viivakoodijärjestelmien integroinnista on tosin kertynyt enemmän kokemusta ja näin ollen niiden käyttöönotto sujuu usein helpommin. RFID-järjestelmät ovat lisäksi raskaampia ja vaativat tietotekniikalta ja ohjelmistoilta enemmän kapasiteettia.

3.2 Viivakoodityypit ja standardit

Viivakoodeja valittaessa on otettava huomioon käytettävät värit, jos poiketaan mustavalkoisesta. Esimerkiksi laserlukijat pitävät punaista väriä valkoisena, jolloin punaisten viivojen luku valkoiselta pohjalta on mahdotonta. On monia muitakin koodien väriyhdistelmiin liittyviä rajoituksia, joihin kannattaa perehtyä viivakoodijärjestelmää hankittaessa. Lineaarinen viivakoodi koostuu kolmesta erillisestä osasta: Itse viivakoodista, marginaaliosista koodin reunoilla ja selkokielisestä osasta, joka on kirjattu koodin alapuolelle (Mertjärvi, 4). Jokainen merkki on koodattu eri paksuisilla viivoilla ja väleillä sekä niiden järjestyksellä. Koodit eroavat toisistaan siten, että joissakin tieto on koodattuna vain tummiin alueisiin, ja toisissa se on koodattuna myös vaaleissa alueissa. Lineaariset koodit sisältävät tietoa vain sivuttaissuunnassa ja koodien pituudet vaihtelevat koodityypistä riippuen (Mertjärvi, 5). Tämä johtuu myös koodityypin tiheydestä. Numeerisia merkkejä sisältävä koodi on usein tiheämpi kuin alfanumeerinen koodi. Näin ollen se soveltuu käytettäväksi tilanteissa joissa merkille on vähän tilaa. Koodeissa on vähintään kahden levyisiä elementtejä, joista kapeimpia kutsutaan moduuleiksi ja niiden leveyttä X-dimensioksi. Lineaariset viivakoodit vaativat molempiin päihin marginaalit eli tyhjät alueet, jotta luenta onnistuu. Marginaalien koko on kymmenen kertaa X-dimensio. Jotkut koodeista ovat pelkästään numeerisia, jolloin niillä voidaan tuottaa vain numeroita, ja osa alfanumeerisia, jolloin niillä voidaan tuottaa lisäksi kirjaimia.

Useimmat koodit ovat itsetarkastavia, minkä ansiosta virheellisten luentojen mahdollisuus on pieni. Koodien luentasuunta on vapaa. (Mertjärvi, 5.) 1D-koodeista tunnetuimpia ja maailmanlaajuisesti standardoituja ovat koodi 39, koodi 128, Interleaved 2/5, EAN/UPC ja codabar. Erilaisia viivakoodin koodaustyypppejä on noin 270 ympäri maailmaa. Niistä noin 50 on laajemmassa käytössä. Näistä EAN (European Article Numbering) on yleisin koodaustapa Suomessa.



KUVIO 10. Linearisia viivakoodeja: koodi39, koodi128 ja EAN8

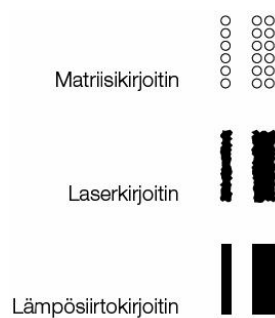
2D-koodit ovat suhteellisen uusia ja vielä melko vähän käytettyjä viivakoodeja. Niiden etuna on suurempi tietomäärä, lukuisat tarkastusmerkit ja pienempi koko suhteessa tietomäärään. Koodien koko on myös suhteessa lukuetaisytyteen. 2D-koodit voivat sisältää tietoa sekä pysty- että vaakasuunnassa. Pinottujen 2D-koodien rakenne koostuu kahdesta tai useammasta päällekkäisestä lineaarisesta koodista ja jokainen rivi on oma lineaarinen koodinsa, joka jatkuu seuraavalla rivillä. Useimmat pinotut koodit ovat rakenteeltaan itsekorjaavia. Pinotut koodit ovat suorakulmion muotoisia ja niiden tietokapasiteetin lisääminen tapahtuu lisäämällä kerroksia. Tietokapasiteetti voi olla kymmenistä merkeistä kahteen tuhanteen merkkiin. Matriisikoodi voi olla pyöreä, neli- tai monikulmainen. Myös matriisikoodit ovat rakenteeltaan itsekorjaavia. Ääritapauksessa matriisikoodista ei tarvita kuin pieni pala, josta koodi voidaan kuitenkin lukea. Mitä suurempi matriisikoodin solu on, sitä kauempaa koodi voidaan lukea. Matriisikoodien lukusuunta on vapaa ja niiden tietokapasiteetti vaihtelee kymmenistä merkeistä useisiin tuhansiin merkkeihin. (Mertjärvi, 8.) Matriisikoodeista tehokkain on QR Code. Se voi sisältää jopa 7089 numeerista ja 4296 alfanumeerista merkkiä. Lisäksi se on pienikokoinen ja nopeasti luettava. Näistä syistä sitä käytetään esimerkiksi autoteollisuudessa osien merkitsemiseen ja käyttöliittymänä internetsivustoille esimerkiksi kamerakännyköiden avulla. Data Matrix koodissa on myös suuri kapasiteetti ja ne ovat kooltaan pieniä. Se on ainoa GS1:n standardoima 2D-koodi ja sen sisältö voi

olla 3116 numeerista tai 2335 alfanumeerista merkkiä. Koodien erot ovat virheetunnistuksessa, koossa, kohdistustavassa ja ennen kaikkea tietokapasiteetissa.



KUVIO 11. 2D-koodeja: koodi 49, Data Matrix ja Maxi Code

Tapa, jolla viivakoodit tuotetaan vaikuttaa paljon niiden laatuun ja toimivuuteen, joten tähän tarkoitettut laitteet ovat tärkeä osa järjestelmää. Painaminen on yleisin tapa tuottaa viivakoodeja päivittäistavaroihin ja kuluttajapakkauksiin, mutta teollisuuden tarpeisiin riittää usein lämpösiirtokirjoittimen tulostusnopeus. Sen jälki vastaa painamista. Matriisikirjoitin ja mustesuihkutulostin ovat huonoimpia vaihtoehtoja. Laserkirjoittimella laatu on hieman parempaa, mutta se on kalleimpia vaihtoehtoja.



KUVIO 12. Tulostuslaatu eri menetelmillä (Mertjärvi, 14)

4 ETUJEN JA HAITTOJEN VERTAILU YLEISESTI

Viivakoodi on ollut markkinoilla huomattavasti RFID:tä pidempään ja se on vaikkein kiinnittänyt paikkansa tuotteiden tunnisteenä. Viivakoodille pystytään laskemaan täsmälliset kannattavuuslaskelmat. Sen kustannukset ovat usein matalammat ja sen lukutarkkuus on helppoissa olosuhteissa hyvä. Materiaalilla ei myöskään ole vaikutusta luvun onnistumiseen. Se on globaalisti standardoitu ja yksi laajimmin käytettyjä teknologioita maailmalla. Viivakoodi on herkkä vaurioitumaan ja esimerkiksi huono tulostusjälki tai pöly saattaa estää luvun. Ongelma syntyy myös, jos luetäisyydet vaihtelevat paljon.

Suurimpana erona voidaan RFID:n ja viivakoodin välillä pitää sitä, että RFID ei vaadi näköyhteyttä. RFID-tunniste kestää kulutusta ja se voidaan lukea helposti pölyn, lian ja jään läpi. Tunnisteen pystyy lukemaan, vaikka se olisi repeytynyt. Ainoastaan luetäisyys lyhenee, jos antenni vaurioituu. Jopa 2,5 metriä paksun paperirullan läpi on kyetty tunniste lukemaan. RFID-tunnisteita pystytään lukemaan useita yhdellä kertaa. RFID kykenee säilyttämään tietoa suuremman määrän. 2D-koodit ovat tässä suhteessa kova haastaja, mutta niihin tallennettua tietoa ei pystytä muuttamaan, toisin kuin R/W RFID tunnisteeissa. Logistiikassa RFID:n edut ovat kiistämättömät. Toimitusketjun seuranta on mahdollista automatisoida ja läpinäkyvyyttä parantaa. Tuotannonohjaukseen se tuo myös uusia mahdollisuuksia. Tarkoituksena on vähentää paperityötä sekä nopeuttaa ja tehostaa toimintaa. Tekniikan etuja on myös, että tunnisteen tietosisältöä voidaan muuttaa milloin vain ja sen tietosisältö voi olla paljon suurempi kuin missään aikaisemmassa tunnistusmenetelmässä. Kaikkia RFID-järjestelmän tuomia hyötyjä ei vielä tiedetä ja sen tuomia etuja on hankalaa yleistää, koska ne ovat erilaiset kullekin yritykselle.

RFID-järjestelmän haittoina ovat kova hinta ja epävarma toiminta varsinkin, jos tuotannossa on paljon ongelmallisia neste- tai metallituotteita. Huolellisilla testauksilla saadaan tosin varmuutta, mutta ne lisäävät hintaa. Haitaksi voidaan laskea myös, että takaisinmaksuaikaa on RFID:lle hyvin hankala laskea.

5 NOVART OY:N KOKOONPANO-OSASTON JA LÄHETTÄMÖN TOIMINTA LYHYESTI

Kokoonpano ja lähettämö poikkeavat koneistamosta suuresti siinä, että niissä tavaraa käsitellään tilauskohtaisesti. Koneosastossa käsitellään pääosin viikkomassaa. Kokoonpano-osaston toiminta on hyvin pitkälle automatisoitu ja viivakooditeknikkaa hyödynnetään siellä enemmän kuin lähettämössä. Lähettämössä viivakoodia käytetään ainoastaan pakettiautokuormien suunnittelussa ja postituksessa nopeuttamaan työtä ja vähentämään näppäilyvirheitä tilausnumeroja syötettäessä.

5.1 Tuotantolinjat ja tavarankulku

5.1.1 Kokoonpano-osasto

Kokoonpano-osastolla työskentelee noin 60 henkilöä. Kokoonpano-osaston alkuun tavarat tulevat pääosin koneistamosta ja maalaamosta. Vakio-osista on varasto kokoonpano-osaston hyllyissä, joista tavarat kerätään eri kasauserälinjoille tilauksittain. Keräily tapahtuu paperisten keräilylistojen avulla lukuun ottamatta 1-linjan vakio-osia. Jokaiseen valmiiseen kaappiin ja irto-oveen tulostetaan tuotetarra. Tarra sisältää asiakas- ja tuotetietojen lisäksi 1 - 3 viivakoodia. Yksi koodi ohjaa valmiin kaapin oikealle radalle lähettämöön ja toinen toimii kirjauskoodina valmiille kaapille. Kolmas koodi on 2-linjan laitteiden ohjausta varten. (LIITE 1.)

Kokoonpano jakautuu seitsemään linjaan. 1-linjalla kasataan ja varustellaan seinäkaapit. Vakio osat kerätään keräilyrobotilla, jonka ohjaus tapahtuu viivakoodin avulla. Robotin käyttäjällä on viivakoodilista, josta hän poimii tarvittavat tuotteet

tilaukseen ja syöttää ne lukijalla robotin ohjelmaan. Erikoisosat joudutaan keräämään käsin. Tarvittavat komponentit tulevat koneistamosta täysin valmiina kokoonpanoa varten toisin kuin 2-linjan pöytäkaappien ja komeroiden osat. Komeroiden sivut porataan vasta kokoonpanon NC-porayksiköissä, jotka ovat myös viivakoodilla ohjattavia. Sama koodi ohjaa myös komeroiden varustelua, jossa tarvittavat kiskot asennetaan koneellisesti. 2-linja käsittää siis pöytäkaapit ja komerot sekä syvät seinäkaapit. Linja jakautuu kahdelle puristimelle. Linjalla numero 3 kasataan käsin kaapit, joita ei pystytä kasaamaan linjojen puristimissa ja rakenteeltaan normaalista poikkeavat erikoiskaapit sekä liesituuletinkaapit. Kaikki nämä kolme linjaa yhdistyvät samalle kuljettimelle, joka kulkee pakkauskoneen läpi lähettämöön. Pakkauskoneen yhteydessä on neljä viivakoodilukijaa, joista kaksi lukee tuotetarrasta lähettämön ratoja ohjaavan koodin ja toiset kaksi antavat järjestelmään kirjauksen siitä, että kaapi on valmis ja siirtynyt lähettämöön. 4-linjalla valmistetaan käsityötä vaativat erikoisosat ja lisäksi kasataan joitakin erikoiskaappeja. Osakomerolinjalla eli linjalla 5 pakataan yli 1200mm leveiden komeroiden osien lisäksi asiakkaan toivomuksesta osina toimitettavat kaapit ja komerot. Kokoonpano-osastoon kuuluu lisäksi kylpyhuonekalustelinja, linja 60 ja säilytysjärjestelmälinjat 80, 88 ja 89. Lisäksi lähettämön puolella on linja 47, jossa pakataan säilytysjärjestelmien varusteet. (LIITE 1.)

5.1.2 Lähettämö

Lähettämössä työskentelee n. 30 henkilöä. Lähettämöön saapuu tavaraa kokoonpano-osaston linjoilta, suoraan koneistamosta ja alihankkijoilta. Alihankintatuotteille on omat varastointipaikat, joista ne keräillään tilauksiin. Osalle alihankkijoista toimitetaan tuotetarrat tehtaalta 2 viikkoa ennen toimitusta, jolloin tuotteet ovat valmiiksi tarroitettuja ja niiden keräily on helpompaa. Tarroittamattomat alihankintatuotteet hidastavat keräilytoimintaa. Kokoonpano-osaston linjoilta 1, 2 ja 3 valmistuvat kaapit ohjataan kuljetinradoille. Ratoja on yhteensä 7. Pakkauskoneen jälkeen kääntimet ohjaavat seinä- ja pöytäkaapit sekä komerot omille kuljettimilleen.



KUVIO 13. Kaappien kääntimet. Pakkauskone jää takaoikealle

Yksi rata on niin sanottuja pikatilaus- ja 4-linjan ja yksi 3-linjan kaappeja varten. Seinä- ja pöytäkaapeille on kullekin kaksi rataa. Viimeinen rata on komeroita varten. Ratojen tarkoitus on toimia puskurivarastona ja näin tasata linjojen mahdollisesti epätasaista tuotantoa. Tavoitteena on, että tilauksen kaapit tulevat ratojen päihin yhtä aikaa. Ratojen päistä kaapit ohjataan lavoittajalle, joka suunnittelee karkeasti kaappien lavoituksen. Lopullisen lavoituksen hoitavat keräilijät. Keräilijät lisäävät lavoihin muun muassa pyörävaunuihin esikerätyt, muilta linjoilta ja alihankkijoilta tulleet pientavarat ja muokkaavat kaappien järjestystä jos se on tarpeen. Kuormatut lavat kääritään kelmuun, jonka jälkeen ne ovat valmiita lastattaviksi. Lastaus tapahtuu seitsemällä lastaussillalla ja lastausjärjestys on ajoreitin mukainen.



KUVIO 14. Kaappiradat



KUVIO 15. Lastaussillat

Osa alihankkijoilta saapuvasta tavarasta tulee lähettämöön niin sanottuun peltihalliin, jossa on yksi silta ja kaksi nosto-ovea. Peltihallista tavarat jakautuvat muun muassa helavarastoon, korkeavarastoon ja kokoonpano-osastolle. Käyttövalmiit alihankintatuotteet jäävät lähettämöön odottamaan tilausten valmistumista ja toimittamista.

5.2 Laitteet

Kaappien oviin porataan tarvittavat reiät ja niihin liitetään helat kokoonpano-osaston oviporalla. Koneita varten ovivarastossa tulostetaan jokaiseen oveen viivakooditarra, joka kertoo koneelle tarvittavat koneistukset. 1-linja alkaa keräilyrobotilla, jonka toimintaa ohjataan niin ikään viivakoodilla. Käyttäjällä on jokaiselle vakiotuotteelle oma viivakoodi, jotka hän tilauksen mukaisesti syöttää robotille. Näin robotti alkaa imukuppikouran avulla siirtää levyjä kuljetinhihnalle, joka johtaa puristimelle. Levyosat asetellaan puristimeen käsin, mutta niiden puristus tapahtuu koneen voimin. Puristimelta kaappi siirtyy jälleen kuljettimelle.

2-linjalla levyjen poraukset hoidetaan kahdella poralla, ensimmäinen poraa hyllynkannattimien ja toinen sidelistojen reiät. Poria seuraa komeroiden sivujen varustelu-laite. Se kiinnittää muun muassa tarvittavat kiskot ja hyllynkannattimet. Tämän jälkeen kuljettimet ja kääntimet ohjaavat kaapit puristimille kaapin koon mukaan. Tätä prosessia ohjataan tuotetarroissa olevilla viivakoodeilla. Jokaiselle tuotteelle on oma koodi, joka luetaan tilaus kerrallaan koneiden ohjelmiin. Levyt voidaan tuoda koneelle lavalle pinottuna. Tuotetarrasta luetaan viivakoodi, jonka avulla haetaan kullekin tuotteelle oma porausohjelma. Pora ottaa automaattisesti päällimmäisen levyn porauksen, kun edellinen on valmis. Puristimia on 2-linjalla kaksi, pienemmälle ohjautuvat alle 800mm leveät kaapit ja tätä suuremmat menevät isommalle puristimelle. Puristimilta kaapit siirretään kuljettimelle, joka ohjaa ne varusteluun.

Linjojen 1, 2 ja 3 kuljetin kulkee pakkauskoneen läpi. Koneen yhteyteen on asennettu kiinteät viivakoodin lukijat, joiden tarkoitus on ohjata kaapit oikeille radoille pakkauksen jälkeen ja kirjata kaapit kasatuksi. Pakkauskoneessa jokainen kaappi pakataan kutistemuoviin ja sitä seuraa uuni, jossa muovi kiristyy kaapin ympärille. Samanlainen, mutta pienempi pakkausjärjestelmä on linjalla 5, mutta siinä ei ole automaattista kirjausmahdollisuutta. 1, 2 ja 3 linjojen kaapit tulevat pakkauksen jälkeen lähettämön puolelle ja viivakoodin lukijoilta käskyn saanut käänninjärjestelmä ohjaa kaapit oikean kääntimen kohdalta oikealle radalle. Kuormattuja lavoja varten on kaksi käärintäkonetta. Lisäksi kokoonpano-osastossa on kaksi sähkö-

rukkia ja yksi lavansiirtotrukki ja lähettämössä on yksi sähkötrukki ja yksi lavansiirtotrukki. Piha-alueella toimii yksi pyöräkuormaaja, joka purkaa saapuvia tavarälähettyksiä pihavarastoihin ja jakelee niitä sieltä edelleen ympäri tehdasta.

5.3 Novartin tuotannonohjaus ja toiminnanohjausjärjestelmä

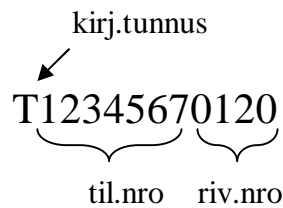
Tuotannon valmistusprosessi perustuu pääosin JIT-ohjaukseen eli taaksepäin ajoitukseen asiakkaiden kysynnän mukaan. Komponenttien tarpeet voidaan laskea taaksepäin suunnitellun lähetyspäivän mukaan tai sen ajankohdan perusteella, jolloin tavaran tulisi olla lähettämössä. Tavoite on, että kaikkien linjojen tuotteet ovat yhtä aikaa lähettämössä. Ostot tehdään asiakasohjautuvasti imuohjaukseen perustuen. Osa ostoista tehdään pelkällä imuohjauksella. Tämä sopii Novartin kaltaiseen tuotantoon, jossa on laaja tuotevalikoima, tuotanto on aikaperusteista erätuotantoa, loppuvarastoa ei ole ja tilaukset toimitetaan niin sanottuina suuntakuormina. Jokaiselle viikon arkipäivälle on jaettu tiettyjen suuntien tilausten toimitukset. Suunnat jaetaan postinumeroiden perusteella ja niitä on tällä hetkellä 13. (Kakko 2003, 23)

Novartilla on käytössä ASW-toiminnanohjausjärjestelmä. Sen tarkoituksena on yhtenäistää tehtaan toiminnot yhteen järjestelmään. ASW-järjestelmää on vuosien mittaa räätälöity Novartin tarpeisiin sopivaksi ja vain noin 10 % sen toiminnoista on alkuperäisen ohjelmistopakettin mukainen. Sen kautta hoidetaan muun muassa tuotannonohjaus, myynti- ja materiaalinhallinta, taloushallinto, analysointi ja raportointi, palkkahallinto sekä myynti- ja ostoreskontra.

6 RFID- JA VIIVAKOODI JÄRJESTELMÄT NOVART OY:N LÄHETTÄMÖSSÄ

Novartin tuotanto koostuu noin 40 000 nimikkeestä ja yksi tilaus sisältää kooltaan ja materiaaleiltaan erilaisia paketteja ja tuotteita. Siksi automaattisen tunnistusjärjestelmän, erityisesti RFID-järjestelmän, toteuttaminen ei ole yhtä yksinkertaista kuin esimerkiksi Wall Martilla, jossa käsitellään suuria eriä yhdenlaista tuotetta. Sekä viivakoodi- että RFID-tekniikalla tarvittaisiin erilaisia tunnistetyyppejä, jotta eri kokonaisuudet saadaan lähettämössä eriteltyä hierarkkiseksi ketjuksi. Koodaustapoja on useita ja kansainvälisistä lisensseistä voi joutua maksamaan kymmeniä tuhansia euroja vuodessa. Novart Oy:n tarpeisiin ei näillä näkymin ole tarpeen investoida maksullisiin standardeihin vaan tunnisteiden koodaukseen voisi hyvin käyttää vain Novartin käyttöön suunniteltua koodaustapaa. Esimerkki tällaisesta koodauksesta voisi olla seuraavanlainen.

Tunnisteita olisi 4 erilaista: tuote-, paketti-, lava- ja konttitunniste. Tuotetunnisteen sisältö koostuisi kolmesta osasta: kirjaintunnuksesta T, tilausnumerosta ja tuotteen rivinumerosta kyseisessä tilauksessa. Näillä tiedoilla tuote olisi yksilöity ja niillä onnistuisi myös tuotteen ohjaus mm. valmiskirjauksen yhteydessä. Tuotetunnisteen pituudeksi muotoutuisi näillä tiedoilla 12 alfanumeerista merkkiä. Paketti sisältää useita tuotteita ja on siksi seuraava hierarkian askel. Paketteihin liimattavissa tunnisteissa olisi niin ikään kolme osaa. Ne alkaisivat kirjaintunnisteella P ja kaksi muuta osaa olisivat tilausnumero ja paketin järjestysnumero. Sekä tuotteita että paketteja voidaan liittää lavaan. Esimerkki tuotetunnisteen koodista voisi olla seuraavanlainen:



Lavatunniste koostuu neljästä osasta. Kirjaintunnuksesta L, joka tarkoittaa, että kyseessä on lava. Kun lavatunnisteita luodaan, tiedetään tilausten jakautuminen tietyn rekan kontteihin. Lavatunnisteseen olisi L-tunnuksen sekä tilaus- ja lavanumeron lisäksi saatava konttitunnus, jotta järjestelmä voisi valvoa, että lava lastattaisiin oikeaan konttiin. Kontin 3-merkkinen tunnus ei lavatunnistetta luodessa olisi välttämättä vielä kuitenkaan tiedossa, joten sitä ei voitaisi käyttää. Siten kontin määreenä toimisi järjestysnumero (1 tai 2), mikä riittäisi ohjaamaan tilausten lavat oikeaan konttiin. Kontin numero vaadittaisiin lastauskirjausten automatisointiin. Lavatunnisteen pituudeksi muotoutuisi näillä tiedoilla 11 alfanumeerista merkkiä. Konttitunniste olisi niin sanotusti ketjun ylimpänä. Siihen ei vaadittaisi muuta sisältöä kuin rekan ja kontin tunnus. Pisimmäksi koodiksi muodostuisi tällä systeemillä tuotetunniste, jonka pituus olisi siis 12 alfanumeerista merkkiä. Tähän riittäisi ISO 18000-6C:n ja Gen2:n mukainen tunnistus, jonka muistin määrä olisi 96 bittiä.

6.1 Tiedonsiirto työvaiheiden välillä

Tiedonsiirto tapahtuisi RFID- ja viivakoodijärjestelmissä taustajärjestelmän kautta päätteeltä toiselle. Tämä tekisi paperisten keräilylistojen käytöstä tarpeetonta. Pääte käsittää tässä sekä työnjohtajan tietokoneen, että työntekijöiden kannettavat ja kiinteät päätteet. Työnjohtajalla pitäisi siis olla mahdollisuus lisätä nykyisin keräilylistaan merkittävät asiat taustajärjestelmään, josta ne välittyisivät työntekijöiden päätteille. Lisäksi työntekijöiden pitäisi kyetä päätteellä merkitsemään tarvittavat asiat taustajärjestelmään sekä työnjohtajaa että muita työvaiheita varten.

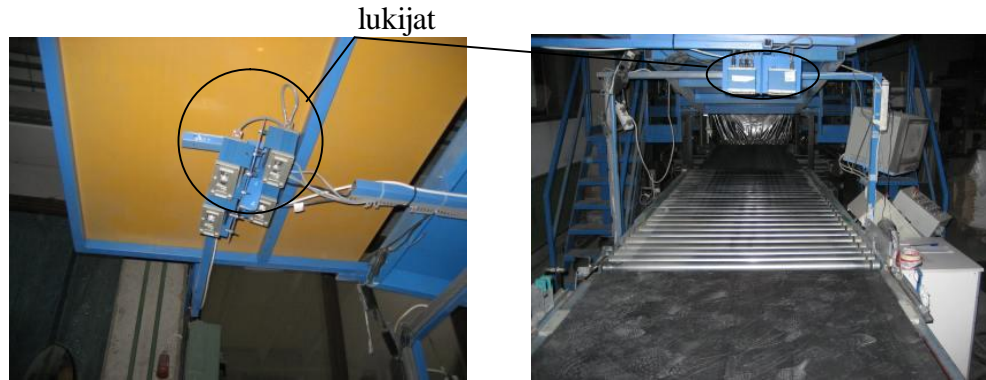
Esikeräilyssä keräilylistasta luopuminen tarkoittaisi sitä, että esikeräilijä työskentelisi täysin päätteensä turvin, oli se sitten viivakoodi- tai RFID-päätte. Pääteeltä näkyisivät kerättävän tilauksen sisältö ja keräilyn etenemisjärjestys. Tuotteen kirjauksesta kerätyksi pitäisi tulla ruudulle merkintä. Lisäksi esikeräilijän olisi voitava lisätä keräilykärryn numero keräilijää varten. Tiedot kulkisivat toiminnanohjausjärjestelmän kautta muille päätteille. Keräilijät voisivat omilta päätteiltään nähdä esikeräilystä jääneet puutteet ja sen ovatko tuotteet valmistuneet. Myös tilauksen esikeräilykärryn numeroiden, keräilyjärjestyksen ja konttijaon tulisi olla keräilijän päätteeltä nähtävissä. Keräilijät puolestaan lisäisivät järjestelmään kerättyjen lavojen sijainnin ja määrän. Lastaajat tarvitsisivat kaikkien edellä mainittujen tietojen lisäksi tiedon lastausjärjestyksestä. Tunnisteiden luvusta syntyneiden keräilymerkintöjen perusteella lastaaja pystyy hakemaan puuttuvia tuotteita. Kaiken perustana tulisi työnjohtajalla olla tietokoneella sovellus, jolla hän pystyisi hallinnoimaan kaikkia työvaiheita ja toimittamaan tarvittavat tiedot sen kautta työntekijöille. Ulkoasultaan sovellus voisi muistuttaa nykyistä tuotanto-ohjelmaa. Se voisi olla pääsivu, josta voitaisiin seurata kokonaiskuvaa ja tehdä merkintöjä eri työvaiheille. Tilauskohtaisia merkintöjä ja esimerkiksi keräilyn etenemistä voisi seurata napauttamalla tilausnumeroa. Kun paperisista keräilylistoista luovuttaisiin, säästyisi todella paljon työaika ja virheiden määrä laskisi, koska merkintöjä ei enää tehtäisi kynällä ja suurimmaksi osaksi ne olisivat automaattisia. Lisäksi työnjohtajan toiminta keskittyisi yhteen paikkaan, koska nykyisin keräilypöydän ääressä tehtävät merkinnät voisi tehdä tietokoneella työpisteeltä käsin.

6.2 Viivakoodijärjestelmän kehittäminen

6.2.1 Valmiskirjaus ja kaappiratojen kääntimien ohjaus

Viivakoodia hyödynnetään tällä hetkellä kokoonpano-osaston puolella kaappien valmiskirjaukseen, kaappien varustelun puutekirjauksiin, kaappiratojen kääntimien ohjaukseen sekä CNC-koneiden ohjaukseen. Linjojen 1, 2 ja 3 valmiskirjaus tapahtuu samassa pisteessä ennen pakkausta. Kahdella pakkauskoneen rakenteisiin kiin-

nitetyllä laserviivakoodinlukijalla luetaan tuotetarroissa oleva viivakoodi, jonka standardi on koodi 39. Kaappiratojen kääntimiä ohjaa myös kaksi laserlukijaa, jotka ovat kiinnitettynä samassa paikassa pakkauskonetta kuin valmiskirjaukseen tarkoitettutkin. Ne ohjautuvat Interleaved 2/5-standardin koodilla. Kaapit kulkevat kuljettimella lukijoiden ali ja luettava koodi on sijoitettu kaapin päälle oveen.



KUVIO 16. Viivakoodinlukijat kahdesta kuvakulmasta

Lukutapahtuma on hyvin epävarma ja ongelmallinen seuraavista syistä:

- Suurimpana ongelmana ovat kaappien vaihtelevasta koosta johtuvat luku-
kettäisyyden vaihtelut ja lukualueen reunoilta kulkevat viivakoodit.
- Tarra voi olla rypistynyt, revennyt tai likaantunut tuotannon aiemmissa vai-
heissa, jolloin se on käyttökelvoton.
- Tarra voidaan joutua liimaamaan epätasaiselle pinnalle.

Näiden syiden johdosta lukuvarmuus on nyt noin 90 prosenttia, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että laitteistoa ei voi hyödyntää. Epävarman luvun vuoksi joudutaan kokoonpano-osastolla valmistuneet kaapit kirjaamaan käsin, mikä aiheuttaa erityisesti 3-linjan kohdalla tilanteita, joissa kaappi on kirjattu valmiiksi, mutta se ei ole päätynyt lähettämöön. Tämä aiheuttaa lähettämössä turhia etsintöjä, mihin tuhlautuu työaika. 5-linjalla on myös pakkaus kone, mutta sen yhteydessä ei kirjausta vielä ole. Kirjaus olisi yksinkertaisinta toteuttaa langattomalla viivakoodin lukijalla, koska tarra liimataan vasta pakkauksen jälkeen, jolloin se on helposti luettavissa pakkauksen pinnalta

Lukuetäisyyden aiheuttamat ongelmat olisi ratkaistavissa kenties yhdellä lukijalla, jonka lukualue on suurempi ja jonka lukuteho riittää kattamaan koko hinnan leveyden. Lukijan täytyisi olla myös korkeammalla, jotta säde leviäisi tarpeeksi laajalle. Lukuvarmuuden nostamiseksi voisi viivakoodien suorittamat toiminnot integroida taustajärjestelmään. Integrointi tarkoittaisi sitä, että valmiskirjauskoodia käytettäisiin myös ohjaamaan käänninjärjestelmää. Viivakoodissa on tilausnumero ja tilauksen rivi, joka yksilöi koodin tiettyyn tuotteeseen tilauksessa. Yrityksen tuotetietokannassa tulisi olla tieto siitä, miten kyseisen rivin tuotetta ohjataan. Tämä tieto voisi ohjata ratojen toimintaa. Integroinnin jälkeen yksi koodi ohjaisi kahta toimintoa.

Pakkauskoneessa tuotetarra jää muovin alle. Jotta kaappien viivakoodeja voitaisiin hyödyntää pakkauksen jälkeen lähettämön työvaiheissa, olisi pakkausmuovin pinnalle liimattava ylimääräinen viivakooditarra esimerkiksi ratojen päissä. Tarrat voisivat olla jaettuna linjoittain tuotanto-ohjelman järjestyksen mukaisiin pinoihin kunakin radan päässä. Tarrojen kiinnittäminen olisi ratojen valvojan tehtävissä.

6.2.2 Esikeräily

Viivakoodin käyttöä voisi helposti laajentaa esikeräilyyn. Esikerättävät tuotteet ovat pientavaroita, jotka yhdistetään kaappien kanssa samoille lavoilta. Ensin ne kuitenkin kerätään hyllyiltä esikeräilykärkyyn. Tällä hetkellä merkintä esikeräilystä tehdään tukkimiehen kirjanpidolla kynällä paperiseen keräilylistaan, jonka esikeräilylijä hakee keräilypöydältä mukaansa. Tämän seurauksena tavaroista voi olla keräilymerkintä vaikka se ei olisi päätynyt esikeräilykärkyyn. Tästä puolestaan seuraa se, että tavara voi unohtua hyllyyn tai paikkaan, jossa se lasketaan hetkeksi käsistä. Käsin tehdyt merkinnät ovat myös usein epäselviä ja epä johdonmukaisia. Virheelliset ja epäselvät merkinnät esikeräilyssä työllistävät keräilyjiä, jotka joutuvat hakemaan kerätyksi merkityt puuttuvat tuotteet. Huonoimmassa tapauksessa puutetta ei huomata keräilyssäkään ja tilaus kirjataan täydellisesti toimitettuna, vaikka tosiasiassa tavara on hyllyssä.



KUVIO 17. Kuormattuja esikeräilykärryjä

Jos esikeräilykärryyn liitetäisiin langaton viivakoodinlukija ja pääte, voitaisiin esikeräilyn varmuutta parantaa. Pääte olisi siirrettävissä vaunusta toiseen sitä mukaa, kun vaunut valmistuvat. Lukijalla, jonka lukuetaisyttä olisi rajoitettu, voitaisiin esikerätyt tuotteet lukea viivakoodilla kerätyiksi vasta, kun ne asetetaan kärryyn. Kärryt voitaisiin merkitä kärrykohtaisilla viivakoodeilla, jonka lukemalla esikeräilijä kirjaisi järjestelmään, mihin kärryyn tilaus on kerätty. Jos tuotteita esikerätään muualle kuin kärryyn, kuten esimerkiksi lavalle, täytyisi päätteellä olla sitä varten erillinen merkintämahdollisuus.

Aloitettaessa esikeräilypäätteelle ilmoitettaisiin kerättävän tilauksen numero. Lisätäessä tuotetta kärryyn sen viivakoodi luettaisiin. Jos tuotteesta luettu tilausnumero ei olisi sama kuin tilauksen numero, ilmoittaisi pääte siitä esikeräilijälle. Näin välttyttäisiin väärän paketin lähettämiseltä asiakkaalle. Kirjaaminen olisi myös huomattavan paljon nopeampaa. Lukijalla olisi myös mahdollista kirjata viallinen tuote taustajärjestelmään. Siten saataisiin tilastoitua virheen laatu ja jos toistuvia vikoja ilmenee, olisi ongelman jäljittäminen helpompaa. Eri osastoilla pystyttäisiin myös reagoimaan aiemmin, jolloin tuote saataisiin nopeammin asiakkaalle. Mahdollisuus kirjaukseen olisi oltava myös muissa työvaiheissa, joissa vian havaitseminen on todennäköistä.

6.2.3 Keräily

Keräilyssä olisi tärkeää kyetä varmistamaan, että tilauksessa on kaikki siihen kuuluvat tuotteet ja että ne kuuluvat juuri kerättävään tilaukseen. Keräilymerkintöjen teon pitäisi lisäksi olla mahdollista vasta, kun tuotetta käsitellään. Tilausnumeroissa voi olla vain yhden numeron ero, jota on hyvin vaikea huomata ilman automaattista tunnistusta. Lisäksi kynä-paperi-tekniikka sallii keräilyssä samat virheet kuin esikeräilyssäkin. Keräilyssä riski virheisiin on vielä suurempi, koska rakennettaessa mahdollisimman tiiviitä ja täysiiä lavoja tavaroita joudutaan huonoimmassa tapauksessa siirtelemään lavalta toiselle. Aloitettaessa keräily tilauksen lavoitetut kaapit, esikeräilykärryt, nurkkakaapit, ja mahdolliset kylpyhuonekalusteet sekä liesikuvut haetaan keräilyalueelle. Tarkoitus on yhdistää muut tavarat tilauksen esilavoitetujen kaappien kanssa. Komerot lavoitetaan ja lastataan pääasiassa suoraan konttiin, mutta joskus niitäkin yhdistellään muiden tuotteiden kanssa.



KUVIO 19. Kerätty lava käärintäkoneessa

Lähes jokainen kuormattu lava on erilainen ja lavojen kerääminen on verrattavissa palapelin tekoon. Tavaroita joudutaan siirtelemään paljon ja siksi on tärkeää, että keräilykirjaus taustajärjestelmään on nopeaa. Paperisiin keräilylistoihin merkintöjen teko on melko hidasta. Syynä tähän on se että keräilylista saattaa olla jopa kymmeniä sivuja pitkä, jokainen tuoterivi on erikseen haettava listasta ja kynällä merkatta-

va kerätyksi. Lisäksi on pidettävä kirjaa rivillä olevista kappalemääristä. Viivakoodin avulla kaikki edellä mainittu olisi hoidettavissa vain koodin luvulla. Ongelmaksi muodostuvat muoveihin pakatut kaapit joiden viivakoodin luku tuotetarrasta muovin läpi on liian epävarmaa. Siksi kaappeihin olisi liimattava toinen kooditarra pakauksen jälkeen.

Keräiltävät tuotteet keräiltäisiin lavalle lukemalla niiden viivakoodi. Luku kirjautuisi taustajärjestelmään. Kun kaikki tuotteet olisi luettu, lava merkittäisiin viivakoodilla eli tässä tapauksessa lavatunnisteella, joka yhdistettäisiin lavan sisältöön. Lavatunnisteena viivakoodin käyttö olisi jokseenkin ongelmallista. Viivakoodin tulisi olla lavassa näkyvillä, jotta se olisi helposti luettavissa. Tällaisessa paikassa se myös helposti vaurioituu. Toinen ongelma on lavatunnisteen tuottaminen keräilyn päätteeksi. Se voitaisiin tuottaa kahdella tapaa: Tuotannon suunnittelun yhteydessä perustuen tilauksen kuutiomääriin tai keräilypaikoille sijoitetuilla tulostimilla. Kuutiomäärien avulla viivakooditarrat syntyisivät automaattisesti muiden tilauksen tuotetarrojen tulostuksen yhteydessä. Tarrojen määrä olisi kuitenkin arvio, koska kuutiomäärän perusteella ei voida tuotevalikoiman laajuuden vuoksi riittävällä tarkkuudella saada selville, miten tavarat lavoille asettuvat. Toisin sanoen kaksi samankokoista tilausta voi vaatia eri määrän lavoja. Siksi tarroja pitäisi pystyä tuottamaan myös keräilypaikalla. Toisin sanoen keräilypaikoille tarvittaisiin tulostimet. Viivakooditekniikan avulla ei myöskään voida olla täysin varmoja siitä, että lavasta ei ole unohtunut mitään. Vaikka tuotteen rivi on viivakoodilla kirjattu kerätyksi ja kuuluvaksi tiettyyn lavaan ei mikään takaa, että se on laitettu lavalle tai, että sitä ei ole siirretty pois lavalta tai toiseen lavaan merkkäämatta.

Jos keräilijällä on päätteellään näkyvissä kerättävän tilauksen sisältö, keräilyjärjestys ja keräilyvaunun numero, ei hänen tarvitsisi käyttää paperisia keräilylistoja eikä kulkea työpisteen ja keräilypöydän väliä. Keräilijä tallentaisi myös kerättyjen lavojen määrän taustajärjestelmään, jotta sitä voitaisiin verrata lastattujen lavojen määrään. Lisäksi päätteeltä pitäisi näkyä kerättävän tilauksen esikeränneen henkilön tunnus, jotta mahdolliset epäselvyydet olisivat selvitettävissä.

6.2.4 Lastaus

Keräyksen lopuksi lavat kääritään ja käärintämuoviin kirjoitetaan käsin tilausnumero ja toimitussuunta. Tämän jälkeen ne ovat valmiita lastattavaksi. Jos tilausnumeroissa on vain pieni ero, on riski siihen, että lavaan kirjoitetaan väärä numero ja pahimmassa tapauksessa se lastataan väärään konttiin.

Kun lastaaja aloittaa työnsä, hän hakee kaikki yhden kontin keräilylistat lastauspöydälle. Keräilylistoihin on merkitty, missä järjestyksessä ja mihin konttiin tilaukset kuuluu lastata, millä lastauslaiturilla ne ovat ja mitä puutteita esikeräilystä ja keräilystä on jäänyt. Lastaajalle kuuluu lähettämössä kerättyjen lavojen lastauksen ohella niiden tavaroiden kerääminen konttiin, joita ei keräilyssä saada lavoille ja jotka lavoitetaan muualla. Irtokolleina niistä lastataan suuret levyt, isot liesikuvut, pitkät kannet, osakomerot, sokkelit, valo- ja koristelistat sekä suuret pesupöydät. Säilytysjärjestelmät tulevat kokoonpano-osastolta lähettämöön lavoitettuna. Säilytysjärjestelmän osat lastataan sellaisenaan tai pienet määrät voidaan purkaa irtokolleiksi, jos tila kontissa ei riitä lavalle. Lastauksen aikana lastaaja kirjaa keräämänsä tavarat käsin keräilylistaan ja pitää kirjaa lavojen ja kollien määristä. Tämä on hidasta ja riskialtista virheille. Viivakoodin avulla tämä voitaisiinkin automatisoida. Tuotannosuunnittelussa tilaukset järjestetään rekkakohtaisesti ajoreittien mukaiseen järjestykseen. Tässä järjestyksessä ne tulevat tuotannosta ja pääsääntöisesti myös lastataan. Työnjohtaja tekee kuormauslistojen perusteella tilausten jaon kontteihin.

Viivakoodia voisi lastauksessa hyödyntää samalla tavoin kuin lavojen keräilyssä. Lastauksessa konttitunniste vastaisi lavatunnistetta ja lavatunniste tuotetunnistetta. Toisin sanoen useita lavatunnisteita yhdistettäisiin konttitunnisteeseen. Molemmat sisältäisivät kontin ja rekan tunnuksen, jotta lavan kirjaus oikeaan rekkaan ja konttiin olisi mahdollista. Lastauksen alussa lastaaja valitsisi, minkä rekan konttia hän alkaa lastata. Jos tilaus kuuluisi toiseen rekkaan tai lavatunnisteessa olisi toisen kontin numero, ilmoittaisi päätte siitä lastaajalle. Toinen vaihtoehto on, että lastaaja syöttäisi rekan tunnuksen ja taustajärjestelmä kontrolloisi sen kuuluuko lastattava lava tilaukseen. Silloin lavatunnisteessa ei tarvittaisi rekan tunnusta. Konttiin lisät-

tävät kollit ja paketit olisivat myös yhdistettävissä suoraan konttitunnisteeseen. Myöskään samankaltaisista tilausnumeroista aiheutuvia lastausvirheitä ei lavatunnisteita käyttämällä pääsisi tapahtumaan. On myös mahdollista, tosin hyvin harvinaista, että lava jää epähuomiossa lastaamatta. Tämäkään ei olisi viivakoodijärjestelmällä mahdollista. Viivakoodin avulla lavojen tunnisteita, sisältöä ja määrää voitaisiin tarkkailla keräilyssä taustajärjestelmään tallennettujen tietojen kautta, jolloin lavoja ei voisi jäädä lastaamatta. Lavojen kirjaamisen konttiin tulisi olla mahdollista vain lastaussilloilla. Poikkeustilanteissa lastaajat joutuvat keräämään itse tuotteet lastaussilloilla lavoille ja lastaavat ne suoraan konttiin eli laitteissa olisi oltava mahdollisuus myös keräilyyn. Lastauksen lopuksi lastaaja lukisi konttitunnisteen, joka näin yhdistyisi kontin sisältöön. Konttitunnukseen ei tarvittaisi muuta tietoa kuin rekan tunnus ja kontin numero.

6.2.5 Pientavaratoimitukset

Pientavaratoimitukset jakautuvat pakettiautolla ja postitse toimitettaviin tilauksiin. Pakettiautolla toimitettavat tilaukset kerätään vakiopaikoille niin sanottuun peltihalliin, josta ne lastataan pakettiautoihin. Pakettiautokuorman keräilyn voisi hoitaa langattomalla päätteellä, joka kulkisi keräilijän mukana. Keräilyn alussa päätteelle syötetään tilausnumero ja kerättävien tuotteiden tilausnumeron pitää vastata sitä. Väärän tilauksen tavaroiden kerääminen ei näin ole mahdollista. Ongelma tässäkin on kaappien pakkausmuovi, jonka läpi viivakoodin lukeminen on epävarmaa.

Postitettavat toimitukset ovat hyvin pieniä, korkeintaan muutaman kollin sisältäviä tilauksia ja ne sisältävät hyvin harvoin kaappeja. Ne keräillään kärryyn aivan kuten esikeräilyssäkin. Myös postituksen voisi hoitaa langattomilla viivakoodikäsilukijoilla. Lukija kulkisi mukana postitoimituksia kerätessä. Jokainen tuote kirjattaisiin lukijalla kerätyksi ja lopuksi sillä annettaisiin käsky taustajärjestelmälle pakkausluettelon ja postitarran tulostamiseksi. Postitarran tulostamista varten pitäisi lukijassa olla mahdollisuus postitustietojen muokkaamiseen. Koska jokainen tuote luettaisiin, ei jälkitoimitukseen jääviä tuotteita tarvitsisi erikseen kirjata. Postitus voi-

taisiin hoitaa pääasiassa pakkauspöydän äärellä. Tämä säästäisi merkittävästi työ-aikaa ja poistaisi tylsiä itseään toistavia työvaiheita.

6.3 Uusi RFID-järjestelmä

Keittiökalusteiden päämateriaalit, lastu- ja mdf-levyt, ovat otollisia materiaaleja RFID:n kannalta. Radioaallot kulkevat kuivien levyjen läpi lähes esteettä. Levyjen pinnoitteella on tosin vaikutusta lukuetaisyteen. Esimerkiksi laminaattipinta heikentää lukutehoa merkittävästi. Nordic ID:n PL3000-lukijalla lukuetaisyys ilmassa oli noin 70cm. 3cm paksun laminoidun työpöydän läpi lukuetaisyys oli enää 10cm. Pitää kuitenkin huomioida, että tägit eivät olleet viritettyinä kyseiseen ympäristöön.

Novartilla lavat sisältävät vain harvoin pelkästään levymateriaaleja. Jos tarkoitus on lukea koko lavan sisältö kerralla, on juuri näillä materiaaleilla suurin vaikutus lavan uumenissa olevien tunnisteen luvun onnistumiseen. Radioaaltojen täytyy kyetä läpäisemään pakkaus, jotta lavan uumenissakin olevat pakkaukset tulevat luetuiksi. Novartin tuotannossa tämä tarkoittaa metallisia ja metallia sisältäviä tuotteita ja pakkauksia.

6.3.1 Valmiskirjaus ja kaappiratojen kääntimien ohjaus

Tunnisteen sisältävät tuotetarrat kiinnitetään kaappeihin rungon kokoonpanon ja varustelun jälkeen. Kokoonpano-osastossa linjojen 1, 2 ja 3 kaapit kulkevat kuljettimella yksitellen ja tunniste on tuotetarrassa kaapin ovesa. Tällaisessa tapauksessa tunnisteen luenta olisikin erittäin yksinkertaista hoitaa RFID:n avulla. Lukua häiritsee laatikostojen ja erilaisten mekanismikaappien metalliosat, jos lukua yritetään suorittaa kaapin läpi. Mikäli antennit sijoitetaan kuljettimen molemmin puolin ja tunniste kaapin sivuun, ei lukuongelmia pitäisi olla. Sivun olisi sopiva paikka tunnisteille, koska näin tuotetarran liimasta ei myöskään jäisi jälkiä oveen.

Tunnisteisiin olisi tarrojen massatulostuksen yhteydessä kirjoitettavissa tarvittavat tiedot sekä ratojen ohjausta että valmiskirjausta varten. Koodin pituus ei olisi ongelma, koska tunnisteeseen saadaan mahtumaan enemmän tietoa kuin viivakoodiin. Ohjaus olisi kuitenkin järkevintä suorittaa samalla tavalla taustajärjestelmään integroiden kuin viivakoodienkin kanssa. Molempien koodien erottelu tunnisteeseen, mukaillen nykyistä kahden erillisen viivakoodin käyttöä, on myös mahdollista. Muisti halvimmissa tunnisteissa ei tähän kuitenkaan riitä. Pakkauskoneessa RFID-tunnisteen 100 prosenttinen toiminta ei siis tuota teoriassa mitään ongelmia. Tulevaisuuden visiona pakkauskoneella voitaisiin valvoa myös kaappien varustelun puutteita automaattisesti. Esimerkiksi ovissa olevat tägit voitaisiin lukea ovien läpi ja tietoa verrata tilaukseen. Jos luettavassa kaapin rungossa kuuluisi olla ovi, mutta sitä ei jostain syystä ole saatu valmiiksi, se kirjautuisi jälkitoimitukseksi. Tunnisteen lisäämisestä kaikkiin oviin koituisi kymmenien tuhansien eurojen suuruinen vuotuisen kulu, mutta ovien tunnisteista olisi hyötyä muissakin tuotannon vaiheissa, kuten esimerkiksi varastoinnissa ja porauksessa, koska tunnisteen sisältöä voidaan tuotantoprosessin edetessä muuttaa eri osastojen ja työvaiheiden tarpeisiin.

6.3.2 Esikeräily

Esikeräilyn voisi hoitaa RFID-tunnisteilla samalla tavalla kuin viivakoodien avulla. Ongelmaksi saattaisi tosin muodostua lukukentän rajaaminen tarpeeksi pieneksi. Ahtailla hyllynväleillä keräiltäessä tilauksen tuotteita on riski, että keräiltävän tuotteen lisäksi jokin toinen saman tilauksen tuote kirjautuu kerätyksi. HF-taajuudella, eli lähikentällä, lukuetaisyys on maksimissaan parikymmentä senttiä ja tehoa vähentämällä sitä voidaan pienentää. Jos lukuehtona tämän lisäksi olisi tilaus- ja rivinumeron yhtenevyys lukijan tietojen ja tägin välillä, ei virhettä tapahtuisi. Tällöin esikeräilijä olisi sidottu keräilemään tuotteita tietyssä järjestyksessä tai keräiltävä tuote pitäisi erikseen valita päätteeltä, jotta tietojen vertailu on mahdollista. Tämä teki si keräilystä hyvin epäkäytännöllistä.



KUVIO 18. Esikeräilyhyllyt

6.3.3 Keräily

Keräily voitaisiin toteuttaa RFID-tunnisteiden avulla usealla tavalla. RFID-järjestelmän suurimpana etuna viivakoodiin nähden on, että keräilymerkintöjen teko pystytään automatisoimaan ja kerätyn lavan sisältö varmentamaan, jos tuotteiden sisältämät materiaalit eivät sitä estä. Lavatunnisteet voitaisiin luoda joko tarrojen massa-ajossa tilauksen kuutiotilavuuden mukaan tai keräilyn aikana lukijalla kirjoittamalla. RFID-tunnisteiden määrän ennustaminen tilavuuden mukaan on kuitenkin yhtä epävarmaa kuin viivakooditunnisteidenkin. Tosin jos lavatunnisteita tulisi väärä määrä, voisi keräilijä tässä tilanteessa kirjoittaa lukijalla uuden lavatägin tai laittaa ylimääräisen tägin talteen myöhempää käyttöä varten. Ylimääräiset tunnisteet voitaisiin hyödyntää toisiin tilauksiin.

Tuotteiden lisääminen lavaan eli tägien luenta olisi mahdollista suorittaa kolmella tapaa: langattomilla käsilukijoilla, kiinteillä lukijoilla, jotka muodostavat keräilypaikkoja tai kiinteällä lukijalla käärintäkoneessa. Kaikkein varmin järjestelmä on todennäköisesti näiden yhdistelmä. Käsilukijoilla keräily tapahtuisi seuraavasti. Kerättävät lavat, esikeräilykärryt sekä muut keräiltävät tavarat haettaisiin keräilypaikalle. Keräily alkaisi samoin kuin esikeräilykin, eli lukijalle annettaisiin kerättä-

vän tilauksen tilausnumero. Lukija saisi näin taustajärjestelmästä tiedon tilauksen sisällöstä. Lisättäessä tavaroita lavaan tilauksen tuotetta vastaava rivi kirjautuu kerätyksi. Lukija myös ilmoittaa, jos tuote ei kuulu kyseiseen tilaukseen tai se on merkattu vialliseksi. Näin estyy tilaukseen kuulumattomien tuotteiden keräily. Kun kaikki tuotteet olisivat lavalla ja lavat kääritty, ne numeroitaisiin kirjoittamalla lukijalla tilaus- ja järjestysnumero lavatunnisteeseen ellei tunnisteita olisi tehty jo aiemmin. Keräilijä päättää keräilyn linkittämällä lavatägin lavan sisältöön. Lukemalla lavatägi myöhemmin, saadaan selville, mitä lavalla on ja mihin se kuuluu lastata. Aivan kuten viivakoodilla, myös tällä menetelmällä jää mahdollisuus siihen, että tuote ei kuitenkaan ole lavalla.

Varmemmaksi keräily saadaan, jos keräilypaikalla on kiinteä lukija. Lukijaan voidaan kytkeä useampia antennia, joilla voitaisiin luoda keräilypaikalle sähkömagneettinen kenttä. Kerättävät lavat olisivat kentän sisällä ja niille lastattavat tuotteet kirjautuisivat automaattisesti järjestelmään. Tällainen ratkaisu on vasta kokeiluasteella ja ongelmaksi muodostuu lavojen erittely. Lavatunnisteet pitäisi luoda ja kiinnittää lavoihin heti keräilyn alussa, jotta tuotteet voidaan kirjata tietylle lavalle. Ohjainpäätteellä, esimerkiksi käsilukijalla, valittaisiin lavatunniste lukemalla, mitä lavaa kerätään. Sen jälkeen tuotteita voisi tuoda kenttään ja ne kirjautuisivat niin kauan valitulle lavalle kunnes uusi lavatunniste valitaan. Keräilyn kirjaus hoituisi lähes käsiä työllistämättä. Myös varmuus siihen, että tuotteet ovat lavalla, kasvaisi, koska keräily tapahtuisi rajatulla alueella. Riittävän laajan ja vahvan kentän aikaansaaminen nykytekniikalla voisi Novartin Oy:n tapauksessa tuottaa ongelmia, koska kerättäviä lavoja voi olla enimmillään jopa kymmenkunta. Koko lukupiste ja antennit voisivat olla siirrettäviä. Tällöin keräilypaikkaa voisi vaihtaa ja lukukenttä olisi muokattavissa tilanteen mukaan.

Täydellinen varmuus lavan sisällöstä saadaan, jos lavojen käärintäkoneeseen lisätäisiin kiinteä lukija. Näin saataisiin aikaan eräänlainen porttilukija vain yhdellä lukijalla ja antennilla. Novartilla on kaksi käärintäkoneetta, joiden toimintaperiaatteet poikkeavat toisistaan. Toinen pyörittää lavaa ja toisessa käärintäyksikkö pyörii lavan ympäri. Molemmissa käärintäyksikkö liikkuu samalla pystysuunnassa. Lukija ja antenni olisivat helppoja asentaa käärintäkoneeseen, jossa lava pyörii. Kalliimpi

ratkaisu vaadittaisiin koneeseen, jossa käärintäyksikkö pyörii lavan ympäri, koska antennin ja lukijan välillä signaali ei voi kulkea langattomasti. Siksi sekä lukijan, että antennin olisi pyörittävä käärintäyksikön mukana. Teoriassa tällä järjestelmällä tulisi koko lava keilattua. Ongelman voivat aiheuttaa metallirakenteet ja esimerkiksi metalliset tiskipöydät. Lavoitusta tulisikin miettiä RFID:n kanssa uudelleen. Voitaisiko esimerkiksi tiskipöydät kuljettaa irtokolleina? Luettaessa lavan sisältö käärittäessä, voidaan keräilyssä taustajärjestelmään tallennettua lavan sisältöä verrata lavan todelliseen sisältöön. Jos sisältö täsmää, on lava valmis lastattavaksi.



KUVIO 20. Käärintäkoneet: pyörivä lava ja pyörivä käärintä yksikkö

Käärintäkonelukija voi toimia myös ainoana kirjauspisteenä keräilylle. Tällöin lukija poimii tilausnumeron esimerkiksi lavatunnisteesta, tai keräilijä antaa sen päätteeltä. Tilausnumeron avulla saadaan esiin lavojen sisältö, johon käärittävien lavojen sisältöä verrataan. Kun tilauksen jokaisen lavan tuotteet on luettu, järjestelmä ilmoittaa, jos jotain jäi puuttumaan. Tämä vaatii ehdotonta varmuutta lukutapahtumalta. Jos käärintäkoneluvun yhteydessä havaitaan puutteita tai huomataan, että lavassa on väärän tilauksen tuote, on tuotteiden lisääminen tai poistaminen lavasta hankalaa käärittämisen jälkeen.

6.3.4 Lastaus

Käärityt lavat siirtyvät lastaukseen. RFID:llä lavojen lastaus voitaisiin hoitaa kahdella tapaa: käsipäätteillä tai kiinteillä porttilukijoilla. RFID-käsilukijapäätteet toimisivat lähes samalla tavalla kuin viivakoodipäätteetkin. Niissä pitäisi olla lastaukseen tarvittavat tiedot näkyvässä ja niillä pitäisi pystyä tallentamaan tarvittavat tiedot lähetyspapereita varten. Porttilukijalla saataisiin hyödynnettyä RFID:n ominaisuuksia paremmin ja se olisi nopeampi tapa hoitaa lavojen kirjaus konttiin. Ongelmallisia voivat olla säilytysjärjestelmälavat, jotka sisältävät metallia. Jos koko lavan sisältö pitäisi lukea lastattaessa, pitäisi tagien olla irti metalliosista luvun onnistumiseksi. Ratkaisu säilytysjärjestelmien metalliosiin, joissa tuotetarra liimataan lähes suoraan metalliin, voisi olla esimerkiksi niin sanottu flägi-tägi. Siinä jätetään se osa tarrasta liimatta, jossa tägi on, jolloin tägi jää irti metallista. Tuotteiden tunnistaminen on metallia sisältävissä lavoissa myös oltava esillä niin, että ne eivät jää varjoon toisten tuotteiden taakse.

Lukuporttien pääasiallinen tehtävä olisi tavaroiden automaattinen kirjaus lastatuiksi. Portit sijoitettaisiin jokaiselle lastaussillalle ja niiden läpi vietäisiin kaikki kontteihin kuuluvat tavarat. Järjestelmä rekisteröisi tagin tiedoista automaattisesti onko kyseessä lava, kolli vai paketti. Portissa olisi syytä olla antennit sillan molemmin puolin, jotta lavatunniste voitaisiin lukea riippumatta siitä, miten päin lava portista viedään. Lastaussilloilla on oltava mahdollisuus lavojen keräilyyn. Jos siihen halutaan käyttää porttilukijaa, on riittävän laajan kentän luominen usean lavan yhtäaikaiseen keräilyyn hyvin hankalaa. Yhden lavan keräily voisi olla mahdollista. Todennäköistä on kuitenkin, että lastaussilloille on pakettien tekoa ja lavojen keräilyä varten hankittava käsilukijat, joten käsipääte tarvitaan portin lisäksi. Käsipäätteitä ei tarvita, jos edellä mainittujen asioiden lisäksi portilla olevalta päätteeltä voitaisiin tulostaa keräilylistat. Jos kerättävää olisi niin paljon, että tuotteita ei olisi mahdollista muistaa ulkoa, voisi lastaaja keräilemään lähtiessään ottaa tulosteen mukaansa. Myös kirjattujen lavojen purku tilanteessa, jossa kontti tulee niin täyteen, että loput tavarat joudutaan lastaamaan kolleina, täytyisi olla mahdollista. Lastauksen lopussa tulisi konttitägi kirjata kontin sisältämiin lavoihin. Viimeiseksi voitaisiin aktivoida lähetyspapereiden tulostus, koska puutteet, lava- ja kollimäärä sekä esikerääjän, kerääjän ja lastaajan tunnukset olisivat tulleet kirjatuiksi työn yhteydessä. Tämä säästäisi työaikaa, koska puuttuvia tuotteita ja lava- ja kollimääriä ei tarvitsisi käsin

kirjata jälkitoimituksiksi taustajärjestelmään. Tulevaisuudessa visio on, että tunnistetut voisivat toimia lähetyslistoina ja pakkausluetteloina.

6.3.5 Pientavaratoimitukset

Keräilypaikalle olisi mahdollista sijoittaa kiinteä lukija, joka kirjaa kerätyt tuotteet kerätyiksi vasta kun ne ovat peltihallissa. Jotta paperisista keräilylistoista päästäisiin eroon, pitäisi kuitenkin olla käsipääte, josta keräilyä voisi seurata ja jolla voisi tehdä myös keräilykirjaukset. RFID:llä olisi helppoa lukea myös muoviin pakatut kaapit. Postituksessa ei mainittavaa hyötyä RFID:llä saavuteta. RFID:n avulla se olisi tehtävissä käsipäätteillä samoin periaattein kuin viivakoodilla.

6.4 RFID- ja viivakoodijärjestelmän vertailu

Suurimmat hyödyt, jotka automaattinen tunnistus tuo, ovat RFID- ja viivakooditekniikalle yhteisiä eli ne saavutetaan molemmilla vaihtoehdoilla. Keräilymerkinnät varmentuvat, joskin RFID:llä päästään parempaan tulokseen. Esikeräily, keräily ja lastaus nopeutuisivat, koska enää ei kirjattavaa tuoteriviä tarvitsisi etsiä pitkistä listoista eikä listoihin tarvitsisi tehdä merkintöjä kynällä. Puutekirjaukset muodostuisivat työn ohessa automaattisesti. Työpapereiden vähentäminen olisi myös mahdollista jokaisessa lähettämön työvaiheessa, paperisista keräilylistoista luovuttaisiin. Ennen kuin tämä olisi mahdollista, vaadittaisiin muutoksia tuotannon ohjaukseen ja uusien sovellusten kehittämistä taustajärjestelmään.

Viallisen tuotteen merkitseminen tunnistukseen on RFID:n etu kaikissa työvaiheissa. RFID:n etuna käsilukijoiden käytössä on nopeampi luku, koska useita tuotteita on mahdollista lukea kerta luvulla. RFID-käsilukijoissa on myös parempi käyttömukavuus, sillä niitä ei tarvitse erityisesti suunnata koodia kohti ja käsivarteen tai ranteeseen kiinnitettävät lukijat eivät häiritse muuta työntekoa.

6.4.1 Työvaiheet

Valmiskirjaukseen ja kaappiratojen kääntimien ohjaukseen ovat molemmat tekniikat käyttökelpoisia. RFID-luenta olisi kuitenkin varmempi vaihtoehto, koska tunnisteen sijainnilla ja asennolla kaapin sivussa ei olisi merkitystä. Myöskään lika, pöly tai repeytyminen ei estäisi luenta. Kaappien jatkokäsittely olisi tágien avulla viivakoodia helpompi toteuttaa, koska tunniste on luettavissa muovin alta ilman lisätyötä. RFID tuo tulevaisuutta ajatellen myös enemmän mahdollisuuksia kuin viivakoodi. Lukupisteellä pystyttäisiin valvomaan esimerkiksi kaappien varustelun puutteita, kun taas viivakoodilla pystytään toteuttamaan vain tämän hetken tarpeet. Viivakooditekniikan laitteet ovat useimmiten edullisempia, mutta valmiskirjaukseen soveltuvan lukijan hinta on lähes sama RFID-porttilukijan kanssa. Jos kaapit tunnistettaisiin RFID:llä, avautuisi mahdollisuus käyttää 2D-viivakoodeja muissa työvaiheissa, koska niiden lukeminen tuotteiden liikkeessa kuljettimella ei ole mahdollista. Kuvanotto onnistuu ainoastaan paikallaan olevasta koodista. Koodin luku olisi 2D-koodeilla varmempaa kuin perinteisten 1D-koodien ja tarrassa säästyisi silloin mahdollisesti myös tilaa muita valmistustietoja varten. Tämä saattaisi mahdollistaa työpapereista luopumisen joissain työpisteissä.

Esikeräily ei RFID:n avulla muutu merkittävästi viivakoodijärjestelmää kannattavammaksi. Tuotteet voidaan lukea yhtä varmasti esikeräilykärriin niin RFID:n kuin viivakoodin avulla. RFID:n ainoana hyötynä olisi viällisen tuotteen merkitseminen tunnisteseeseen. Sen käytössä voisi kuitenkin muodostua ongelmaksi keräilyn hitaus, koska kerääminen pitäisi tehdä tietyssä järjestyksessä tai jokainen tuote pitäisi päätteeltä valita erikseen kerättäväksi.

Lähetämön kannalta suurimmat tuotot automaattisesta tunnistuksesta tulisivat keräilyn kautta, mutta ratkaisut, jotka voisivat olla toteuttamisen arvoisia, ovat kuitenkin melko vähän käytettyjä ja osin jopa kokeiluasteella. Tuotteiden keräily lavoille voitaisiin tehdä viivakoodin avulla ainoastaan käsilukijoilla, jolloin lukijat olisivat RFID:tä halvempia. RFID-käsilukijoilla keräily olisi kuitenkin huomattavasti nopeampaa, koska useita tuotteita voitaisiin lukea kerralla. Kiinteiden lukijoiden

avulla keräily olisi myös paljon varmempaa. Lavan sisältö voitaisiin mahdollisesti todentaa vielä keräilyn jälkeenkin.

Jos viivakoodien lisääminen kaappeihin pakkauskoneen jälkeen saadaan järkevästi toteutettua ja koodi mahdutettua tarraan sekä lavatunnisteen luominen ratkaistua, voitaisiin lavat kerätä viivakoodikäsilukijoilla. Jos kirjaus ja laitteiden ohjaus hoidettaisiin pakkauskoneella RFID:llä, voisi 2D-koodit olla ratkaisu viivakoodien suureen kokoon. Jos lavatunnisteen luominen työpisteillä olisi tarpeen, olisi se RFID:llä huomattavasti kätevempää. Viivakoodilla ei kerätyn lavan sisältöä voida varmentaa. RFID:llä se olisi mahdollista lukijalla käärintäkoneessa. Keräilyn varmuus ja nopeus kasvaisi, jos se toteutettaisiin kiinteiden lukijoiden avulla. Laitteinvestoinnit ja testaukset tulisivat sillä hyvin kalliiksi. RFID-järjestelmä vaatisi keräilyssä joko kiinteitä lukijoita antennineen ja rakennelmineen, tai käsilukijapäätteitä tai mahdollisesti molempia.

Lastaus on työvaihe, jossa molemmilla tekniikoilla saavutettaisiin suuria hyötyjä. Lastauksessa palvelisi parhaiten kuitenkin RFID-järjestelmä, jossa jokaisella lastaussillalla olisi porttilukija. Tällöin lavojen ja kollien kirjaus olisi automaattista ja nopeaa. Jos vertaillaan lastausta pelkästään käsilukijoilla, ei lastauksessakaan saavuteta RFID:llä suuria hyötyjä viivakoodiin nähden. RFID olisi joustavampi ja sujuvampi käyttää erikoistilanteissa, joissa lavoja jouduttaisiin keräilemään silloilla tai niitä joudutaan purkamaan kolleiksi. Esimerkiksi lavatunnisteiden luominen toimisi RFID:llä helpommin.

Viivakoodit toimisivat pientavaratoimitusten keräilyssä lähes yhtäläillä kuin RFID-tunnisteetkin. Kiinteiden RFID-lukijoiden avulla voitaisiin pakettiautokuormien keräilyssä varmentaa, että tavarat olisivat keräilypaikalla. Pakettiautokuormissa on usein kaappeja, jotka ovat pakattuina muoviin. Siksi RFID-lukijoiden käyttö niiden keräilyssä olisi yksinkertaisinta. Postitus ei vaatisi RFID-laitteita, sillä paketit vaativat joka tapauksessa paljon käsittelyä ja siinä yhteydessä ei ole suurta vaivaa viivakoodin lukemisesta. Kaappeja postitetaan harvoin ja ne ovat pieniä. Lisäksi ne on pakattava pahviin. Muovin voisikin poistaa tuotetarran kohdalta, jolloin viivakoodi olisi luettavissa.

6.5 Valittu kokoonpano

Lähtökohtana esimerkki kokoonpanossa on, että kaikissa tuotteissa olisi tuotetarraan integroitu uudelleen ohjelmitavissa oleva Gen2 UHF RFID -tunniste. Laitteistojen standardina olisi ISO 18000-6C, joka sisältää myös EPC:n määrittämät ohjelmistorajapinnat (Gen2). Valittu järjestelmä on hyvin karkea arvio parhaiten lähettämöön sopivasta järjestelmästä. Lopullinen valinta voidaan tehdä vasta tarkempien selvitysten ja testauksien jälkeen. RFID-järjestelmä laitteistoinen ja tunnisteen on huomattavasti viivakoodia kalliimpi ratkaisu. Siksi niissä työvaiheissa, joissa RFID-laitteilla ei saavuteta takaisinmaksun kannalta merkittäviä hyötyjä eivätkä muut työvaiheet sen käyttöä edellytä, ei RFID:n käyttöönotto kannata.

Pakkauskoneelle olisi järkevintä hankkia RFID-porttilukija. RFID-laitteet ovat yleensä kalliimpia kuin viivakoodilaitteet, mutta Novartin vaatimukset ovat viivakoodin lukijalle niin kovat, että RFID-porttilukija tulisi suunnilleen samanhintaiseksi. Koska RFID:llä saadaan lukutapahtuma toimivammaksi ja tulevaisuuden lisähyödyt ovat mahdollisia, on se looginen valinta.

Esikeräily olisi viivakoodin avulla toteutettava työvaihe. Viivakoodipäätte keräilyvaunussa toimii hyvin, koska tavarat ovat pieniä ja näin ollen viivakoodi on helposti haettavissa tuotetarrasta. RFID kykenee samaan kuin viivakooditekniikka, mutta laitteet ovat huomattavasti kalliimpia ja koska RFID:llä voi esikeräily olla jopa hankalampaa, on esikeräilyyn syytä valita viivakoodilaitteet. Jotta tulevaisuudessa voitaisiin mahdollisesti siirtyä 2D-koodien käyttöön ja näin varmentaa lukutapahtumaa ja vapauttaa tilaa tuotetarrasta, olisi viivakoodilukijoiden syytä perustua kameralukuun.

Valitun suunnitelman mukaan keräily toteutettaisiin pelkästään RFID:n avulla. Lavoitus tapahtuisi käsilukijoilla ja varmennus käärintäkoneisiin liitetyillä kiinteillä lukijoilla. Tällä tavalla saataisiin pienimmällä työllä riittävä varmuus keräilyyn. Käsilukijat toimisivat RFID:llä myös siksi, koska keräilyssä olisi tarve kirjoittaa tietoja tunnisteeseen. Lukijat käärintäyksiköissä olisivat puolestaan paras tapa varmentaa

lavan sisältö, koska siinä saadaan pienillä kustannuksilla aikaan tehokas porttilukija. Sen soveltuvuus Novartin tuotantoon on kuitenkin testattava erityisen huolellisesti.

Paras tuotto lastauksessa saataisiin RFID-porttilukijoilla, vaikka niihin investointi olisikin kallista. Porttilukijoilla pitäisi myös pystyä kirjoittamaan tietoja tunnisteesiin. Lastaajat keräävät tavarat, joiden keräily normaaleille lavoille ei ole mahdollista tai järkevää. Näistä saatetaan muodostaa paketteja ja mahdollisesti erikoislavoja, joille olisi myös luotava tunnisteeset. Kiireellisinä aikoina lastaajat joutuvat lisäksi keräälemään lastattavat tavarat, jolloin heillä täytyisi olla mahdollisuus kirjoittaa lavatunnisteita. Porttilukijalla näistä voi koitua ongelmia, jolloin järjestelmä vaatisi lisäksi käsipäätteet jokaiselle lastaajalle. Pakettiautojen keräilyyn soveltuisivat hyvin RFID-käsilukijat ja postitukseen yksinkertainen viivakoodilukijapäätte

6.6 Kustannukset ja tuotot

6.6.1 Kustannusarvio

Laite- ja työkustannukset ovat Vilant Oy:ltä saatuja arvioita ja arvio tunnistekuluista on saatu Auraprint Oy:ltä. Todelliset kustannukset voivat poiketa arvioista huomattavasti, koska kustannukset on arvioitu vain lähettämön osalle ja ne perustuvat pitkälti olettamuksiin. Työkustannuksiin luetaan mukaan ohjelmisto-, integrointi-, asennus- ja projektinhallintatyö. Novartin nykyinen tarrojen kulutus on n. 16 000 tuotetarraa viikossa. Tunnisteiden tuoma lisäkustannus on 10–20 senttiä per tägi. Tuotetarrojen tunnistekuluiksi saadaan siten 70 000–140 000 euroa vuodessa. Tähän tulee lisätä lava-, paketti ja konttitunnisteiden tarve. Kuluiksi lasketaan myös ylläpito ja huolto joiksi arvioidaan yksi prosentti investoinnin arvosta. Investointikustannukset ovat esitettynä seuraavassa taulukossa.

TAULUKKO 3. Investointikustannukset

	Laite	Yks.hinta(€)	Kpl	Yhteensä (€)
Valmiskirjaus ja kääntimien ohjaus	RFID-porttilukija	3 000–5 000	1	3 000–5 000
Esikeräily	mobiili viivakoodilukijapääte	2 500	2	5 000
Keräily	mobiili RFID-lukijapääte	3 000	4	12 000
	kiinteä RFID-lukija	4 000	2	8 000
Lastaus	RFID-porttilukija	3 000–5 000	7	21 000–35 000
	mobiili RFID-lukijapääte	3 000	4	12 000
Pientavaratoim.	mobiili RFID-lukijapääte	3 000	1	3 000
	mobiili viivakoodilukijapääte	2 500	2	5 000
Yhteensä				69 000-85 000

Lisänä taulukon 1. kustannuksiin tulevat työkustannukset, jotka valitulle kokoonpanolle ovat arviolta noin 100 000 euroa. Investoinnin kokonaiskustannus olisi siten 169 000 - 185 000 euroa.

6.6.2 Taloudelliset hyödyt

Valmiskirjauksen varmistuessa työaika säästyy sekä lähettämössä, että kokoonpano-osastolla. Erikoiskaapit, jotka kasataan ja kirjataan valmiiksi 3-linjalla, voivat nykyjärjestelmällä jäädä tulematta lähettämöön. Lähettämössä aikaa säästyy, kun näiden kaapien turha etsiminen loppuu. Työaika säästyy ja sen käyttö olisi myös tehokkaampaa, koska tuotantolinjoja voitaisiin seurata reaaliaikaisesti. Tässä tapauksessa linjojen tuotanto olisi helpompaa pitää tasapainossa, jolloin kaappeja ei pääsisi kerääntymään lähettämöön. Näin lähettämön tehokkuus paranisi. Automaattinen valmiskirjaus mahdollistaisi lisäksi sen, että kokoonpano-osaston työnjohtajan ei tarvitsisi käsin kirjata kaappeja valmistuneeksi.

Ennen pakkauskonetta on tällä hetkellä työpiste, josta valvotaan pakkauskoneen ja kääntimien toimintaa. Jos viivakoodin luenta ei onnistu, joudutaan kaapit ohjaa-

maan oikealle radalle valitsemalla se ohjauspaneelista. Työpistettä ei tarvittaisi, jos tunnusteen luenta ja pakkauskoneen toiminta olisi riittävän varmaa. Pakkauskoneen uunissa saattaa tuotetarrasta palaa jälki oveen. RFID-järjestelmällä tarran ei tarvitsisi olla ovesa, jolloin reklamaatiot viallisista ovista vähenisivät. Tulevaisuudessa myös kokoonpano-osastolla kaapien varustelijoiden työaika säästyisi, jos kaikki kaappien varustelun puutteet voisi kirjata automaattisesti kaapien valmiskirjauksen yhteydessä.

Viivakoodipäätteillä esikeräily varmentuu, toimitusvarmuus paranee ja jälkitoimitukset vähenevät, koska tuotteet olisivat varmuudella esikeräilykäräryssä. Tämä nopeuttaisi myös keräilyä, koska keräilijän ei tarvitsisi lähteä hakemaan virheellisesti kirjattuja tuotteita. Esikerättäviä tuotteita ei myöskään kirjattaisi lähetetyiksi, vaikka ne olisivat jääneet hyllyyn. Tämä vähentäisi jälkitoimitusten määrää. Tilausnumeroiden sekoittaminen ei olisi viivakoodikirjauksella mahdollista, jolloin väärän paketin toimittaminen estyisi. Tästä seuraisi reklamaatioiden väheneminen. Toimivalla sovelluksella esikeräilypäätteessä, voitaisiin säästää työaika, koska papereiden käyttö on hidasta ja siirtymät keräilypöydän ääreen poistuisivat. Päätteellä tehtävät selkeät merkinnät vähentäisivät epäselvyyksiä ja henkilökohtaisilla päätteillä kirjauksesta jäisi aina kirjaajan tunnus järjestelmään.

Keräilyn tuotot tulisivat pitkälti samoista asioista kuin esikeräilyinkin: RFID-keräilypäätteet nopeuttaisivat keräilyä, esilavoitetut kaapit voitaisiin lukea ripeästi eikä muidenkaan lisättävien tuotteiden rivejä tarvitsisi hakea paperisista listoista. Tilausnumerovarmennuksella väärin tuotteiden keräily ei olisi mahdollista. Keräilypäätteeltä nähtäisiin ovatko esikeräilystä jääneet puutteet valmistuneet. Keräilijän ei tarvitsisi siis turhaan kävellä tarkistamaan sitä hyllyille tai lähimmälle tietokoneelle. Varmuus siitä, mitä lavoille on kerätty ja mitä on jäänyt puuttumaan

- vähentäisi jälkitoimituksia
- nopeuttaisi lastusta
- parantaisi asiakaspalvelua

Lastauksessa säästetään huomattava määrä työaika, koska lavojen ja tuotteiden kirjaus konttiin olisi RFID-porttilukijoilla automaattista eikä lastausohjeita ja keräilylistoja tarvitsisi käydä hakemassa keräilypöydältä. Lastattavat lavat ja lastauksessa kerättävät tuotteet tulisivat varmuudella lastatuiksi oikeaan konttiin ja tuotteet olisivat varmasti oikeisiin tilauksiin. Näin myös lastausvirheistä syntyvät jälkitoimitukset ja reklamaatiot vähenisivät. Lähetyspapereihin tarvittavat merkinnät syntyisivät automaattisesti, eli keräilylistojen läpikäymiseen vaadittu työaika, koska lastaajat voisivat itse käynnistää papereiden tulostuksen. Näin vältetään myös näppäilyvirheitä, joita voi sattua, kun merkinnät syötetään järjestelmään manuaalisesti.

Pakettiautojen keräilyssä RFID-lukijapäätteet nopeuttaisivat toimintaa. Jos pakettiauton kuljettajalla olisi myös pääte kuormaa tehdessään ja jakaessaan tuotteita asiakkaalle, voitaisiin ongelmatapauksessa merkintöjen avulla selvittää, missä vaiheessa virhe on sattunut. Jos postitettavat tuotteet voitaisiin keräillä viivakoodilukijalla ja postitarrat voitaisiin luoda käsipäätteeltä käsin, nopeuttaisi se postitettavien tuotteiden käsittelyä huomattavasti. Lisäksi postipakettien keräyskirjauksestaikin jäisivät henkilökohtaiset tunnukset taustajärjestelmään.

On hyvin epätodennäköistä, että RFID-tunnisteiden hinnat olisivat tällä hetkellä riittävän alhaiset, jotta niiden käyttö Novart Oy:llä vielä kannattaisi. Tunnisteiden hinnat ovat kuitenkin laskeneet viime vuosina huomasti ja niiden odotetaan laskevan jatkossakin. Lähettämössä työskentelee noin 30 henkilöä. Jos jokaisen henkilön työajasta pystyttäisiin edellä kuvatulla järjestelmällä säästämään 5 prosenttia, olisi vuotuinen säästö n. 60 000 euroa. Tämä ei riittäisi siis edes tunnistekulujen kattamiseen saati sitten investoinnin takaisinmaksamiseen. On hankalaa, mutta silti tärkeää kyetä muuntamaan esimerkiksi vähentyneiden jälkitoimitusten ja asiakastytyväisyyden tuomat hyödyt rahaksi esimerkiksi säästyneen työajan kautta. Vasta siten voidaan kustannuksia ja tuottoja vertailla ja päätyä tulokseen hankinnan kannattavuudesta

7 YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla RFID- ja viivakooditekniikkaa ja selvittää Novart Oy:n lähettämöön parhaiten sopiva tunnistusjärjestelmä ja sen toteuttamisen mahdollisuus. Järjestelmällä olisi ennen kaikkea tarkoitus saada vähennettyä jälkitoimituksia, mistä seuraisi parempi toimitustäydellisyys. Tarkoituksena oli kar- toittaa myös muut järjestelmän tuomat hyödyt.

Työssä kuvattiin molempien tunnistustekniikoiden perusteet ja Novart Oy:n tuotan- to lyhyesti. Tekniikoiden vertailun ja tuotannon kuvauksen pohjalta saatiin valittua kokoonpano, jolla todennäköisesti saavutettaisiin suurimmat hyödyt lähettämön kannalta. Valinta kohdistui pääosin RFID-tekniikkaan sen toimivuuden ja sen tuo- mien lisähyötyjen vuoksi. Myös viivakoodilaitteet olivat tärkeä osa esimerkki järjes- telmää. Tulos on kuitenkin epävarma RFID-tekniikan nopean kehityksen ja tutki- muksen rajallisuuden vuoksi. Vasta testauksien jälkeen voidaan vakuuttua järjes- telmän toimivuudesta. Suurimmat säästöt saataisiin säästyneestä työajasta ja jälki- toimitusten vähenemisestä. Lähes kaikki keräilyssä syntyvät virheet voitaisiin RFID-järjestelmällä karsia pois. Erinäiset työvaiheet muuttuisivat myös mielek- käämmiksi, koska tylsät, itseään toistavat työt vähenisivät. Investointi ja sen muka- naan tuomat kulut olisivat kuitenkin niin suuret, että ilman tarkkoja laskelmiakin voidaan sanoa, että tuotot eivät ole lähettämön osalta tarkasteltuna riittävät kulujen kattamiseen ja järjestelmän hankintakustannusten riittävän nopeaan takaisinmak- suun

Jatkoselvityksenä olisi syytä tehdä tarkempi ja laajempi, suositellusti koko tehtaan kattava, tarkastelu tunnistusjärjestelmien ja erityisesti RFID-tekniikan tuomista tuotoista muilla osastoilla. Näin voidaan varmemmin arvioida onko investoinnin sisäinen korkokanta riittävän suuri, jotta hankinta kannattaa. Suurin painoarvo on RFID:n osalta edelleen tunnistekulujen kattaminen. Ennen järjestelmän hankinta- päätöstä on suositeltavaa myös järjestää huolelliset pilotointijaksot, vaikka ne vaa- tisivatkin huomattavia määriä aikaa ja rahaa. Näin parhaiten soveltuvat ratkaisut löydettäisiin ja järjestelmän käyttöönotto olisi riskittömämpää.

Vaikka tulos investoinnin kannattavuudesta jäi kaiken kaikkiaan epävarmaksi tuottojen hankalan kartoituksen vuoksi, voidaan tässä työssä kirjattuja tuottoja hyödyntää jatkotutkimuksissa. Muiden alojen yritysten käyttöön tämän työn tietojen soveltaminen on hankalaa, koska varsinkin RFID-järjestelmät ovat lähes poikkeuksetta suunniteltava yrityskohtaisesti.

Niillä pohjatiedoilla automaattisesta tunnistuksesta ja Novart Oy:n tuotannosta, mitä minulla oli ennen tämän työn aloittamista, täytyy työn sisältöä pitää onnistuneena. Työ tarjoaa vaihtoehtoja, ja vaikka se painottuukin enemmän RFID:n tarkasteluun, on syytä muistaa, että viivakoodijärjestelmän toteuttaminen on yksi varteenotettava vaihtoehto. Tunnistekustannukset eivät viivakoodijärjestelmällä nimitäin merkittävästi lisäänty.

LÄHTEET

Continued Expansion of Electronic Product Codes. [verkkajulkaisu]. [viitattu 13.12.2007]. Saatavilla:

<http://walmartstores.com/GlobalWMStoresWeb/navigate.do?catg=339>

Juntunen, T., Mäkinieniemi, T. & Tuominen R. Viivakoodinlukijat ja viivakoodit. Harjoitustyö. Saatavilla: <http://robo.cop.fi/kurssit/viivakoodit.html>

Kakko, J. 2003. Lahden ammattikorkeakoulu. Tekniikan laitos. Opinnäytetyö

Kalliokoski, S. Projektipäällikkö. RFID Lab Finland. Haastattelu 12.11.2007

Kalliokoski, S. 2007. Logistiikan kehittäminen ja uudet työkalut-seminaari. Saatavilla:

http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/VAMOS/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ ja_aktivointi/Seminaarit/Logistiikka_liikenne/Logistiikka_Kuopio_24052007/RFIDLab_Finland_Kalliokoski.pdf

Lehdistötiedote ABB. 2007. [viitattu 12.10.2007] Saatavilla:

<http://www.rfidlab.fi/?1:2:100:0;:&file=14>

Logistiikan RFID-teknologia katsaus. 2006. Raportti. Saatavilla:

http://www.epcfinland.fi/attachment/7ebe11207ea4adf23cafafa8e20d1555/2fce1981fc0fcf9e2bc38ebb8dabe45f/aino_30B_2006_liiteraportti.pdf

Louho, R. 2006. Hybridimediasovellusten käyttöön vaikuttavat tekijät. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. Tietoliikennetekniikan osasto. Saatavilla:

<http://lib.tkk.fi/Dipl/2006/urn007481.pdf>

Mertjärvi, M. Opas viivakoodien maailmaan. [viitattu 14.11.2007]. Saatavilla:
<http://www.viivakoodi.fi/doc/ViivakoodiOpas.pdf>

Logistiikan RFID-Teknologia katsaus. 2006. [viitattu 10.11.2007]. Saatavilla:
http://www.aino.info/julkaisut/2_kuljinfo/aino_30B_2006_liiteraportti.pdf

Pitkälä, M. 2006. RFID (Radio Frequency Identification) -tekniikka ja sen hyödyntämismahdollisuuksia. Seminaarityö

Saari, J-M. 2007. VTT:n tutkija. Sähköposti 23.10.2007

Salola, M. 2007. RFID-tekniikan käyttöönotto varaston materiaalinhallinnassa. opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu

Sykkö, T. 2006. Antennien kehitys ja miniatyyrisointi UHF-alueen RFID-käsilukijoihin. Diplomityö. Tampereen ammattikorkeakoulu

Tapper, V-P. 2007. Titteli. Sähköposti 13.11.2007

Tolab Tietotasku. [verkkajulkaisu]. [viitattu 10.11.2007]. Saatavilla:
http://www.tolab.fi/RFID/tag_class.html

Viitanen, L. 2005. RFID-tekniikan (Radio Frequency Identification) soveltaminen logistiikassa. Seminaarityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavilla:
<http://www.rfidlab.fi/?file=8>

Virkkunen, A. 2005. Liikenne- ja viestintäministeriön EGLO-hankkeen RFID-pilottiprojekti. Julkinen raportti. A. Jalander – RFID-lava. Saatavilla:
<http://www.eglo.info/?file=35>

LIITTEET