

Satakunnan ammattikorkeakoulu
OPINNÄYTETYÖ

Teemu Koivunen

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Teemu Koivunen

VARASTON SALDOTIETOJEN EPÄTARKKUUDEN
PARANTAMINEN TEOLLISUUDESSA

Satakunnan Ammattikorkeakoulu
Liiketalouden logistiikan koulutusohjelma

2007

VARASTON SALDOTIETOJEN EPÄTARKKUUDEN PARANTAMINEN TEOLLISUUDESSA

Koivunen, Teemu Antero
Satakunnan Ammattikorkeakoulu
Liiketalouden logistiikan koulutusohjelma
Joulukuu 2007
Ari Vahteristo
Sivumäärä: 61

Asiasanat: logistiikka, varastointi, seuranta, teollisuus

Tässä tutkimuksessa perehdyttiin varaston ja tuotannon varastosaldojen epätarkkuuksiin, selvittäen syitä niihin ja tutkien tapoja, millä ongelma voidaan parantaa.

Logistiikka- ja varastointikustannukset ovat yrityksille huomattava menoerä, mutta niitä on pidetty niin sanottuina pakollisina kuluina eikä niihin ole kiinnitetty useissa tapauksissa tarpeeksi huomiota. Suomalaisten yritysten logistiikkakustannukset ovat keskimäärin 13 % niiden liikevaihdosta, mikä on kansainvälisesti korkea luku. Jo tämänkin takia suomalaisten yritysten tulisi entistä enemmän keskittyä logistiikkansa parantamiseen. Silloin työn aiheena oleva tiedon laadun parantaminen on yksi avaintekijöistä.

Tämä työ kuvasi sitä miten saldojen epätarkkuudet ja huonolaatuinen tieto vaikuttavat haitallisesti yritykseen ja sen tulokseen. Lisäksi tämä työ selvitti nykyisiä tekniikoita, joita voidaan useimmissa tapauksissa soveltaa yritysten toiminnassa.

Työ perehtyi tarkemmin viivakoodeihin ja RFID tiedonkeruu menetelmiin. Muutamien esimerkein käytiin läpi tapauksia, joissa on vastaavat teknologiat otettu käyttöön. Jokaisessa näistä tapauksista oli jokin erityinen piirre, josta yritykset, jotka suunnittelevat ottavansa näitä teknologioita käyttöön, voi ottaa mallia ja oppia.

Työssä käytiin läpi myös esimerkein lukuja käyttäen miten huonolaatuinen tieto vaikuttaa yrityksen liikevaihtoon ja voittoon. Toisaalta käytiin läpi luvuin esitettynä, mitä RFID- järjestelmän tekeminen yritykseen maksaa ja oletetuilla virheen hinnoilla lasketaan kuinka nopeasti tällainen järjestelmä maksaa itsensä takaisin.

ENHANCEMENT OF INVENTORY DATA ACCURACY IN INDUSTRY

Koivunen, Teemu Antero
Satakunnan Ammattikorkeakoulu
Liiketalouden logistiikan koulutusohjelma
December 2007
Ari Vahteristo
Number of pages: 61

Key words: logistics, inventory, accuracy, industry

This study was to examine both inventory and production saldo accuracy problems, finding reasons for it and in the other hand examining ways to resolve this issue.

Logistics and inventory costs are a big part of the cost structure of an average company which has production, but these costs have been labelled as tolerable costs and have not been focused enough. Finnish companies have average of 13 per cent logistics costs from their turnover, which is relatively high. Already this claim underlines the importance of logistics management and putting logistics in shape. It is critical to have quality information available about a company in order to be able to steer it in the right direction.

This study gave a picture about how saldo inaccuracies and bad quality information affects to a company and its profits. Also the study found out which are today's best practices to resolve the issue of inaccuracies.

The study focused more barcodes and RFID technics to collect information. With few examples the study examined different types of companies and environments where these technologies have been put in to practice. In every of these cases there was a character of their own which can be taken into consideration for a company trying to implement these kind of technologies.

The study also gave examples which display the reality of inaccuracy in inventory saldos by figures and on the other hand implementation costs of example RFID system with payback time counted.

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1. JOHDANTO | 6 |
| 2. VARASTONTARKKUUS LOGISTIIKASSA..... | 7 |
| 2.1 VARASTOSALDOJEN PAIKKANSAPITÄVYYS JA SEN MERKITYS YRITYKSELLE | 8 |
| 2.2 TIETO- JA TIETOJÄRJESTELMÄT VARASTONSEURANNASSA | 12 |
| 2.2.1 Tietojärjestelmä ja tiedon eri tasot..... | 12 |
| 2.2.2 Tiedon kirjaus ja sen jalostaminen..... | 18 |
| 2.2.3 Tiedon läpinäkyvyys ja sen käyttömahdollisuudet | 20 |
| 2.2.4 Yhteenveto laadukkaasta tiedon tärkeydestä..... | 22 |
| 2.3 TEKNISIÄ RATKAISUJA..... | 22 |
| 2.3.1 Viivakoodit | 26 |
| 2.3.2 Radiotekniikka (RFID) | 29 |
| 2.3.3 Viivakoodit verrattuna. Radiotekniikkaan | 35 |
| 3. VIITEKEHYS JA RAKENNE..... | 37 |
| 3.1 TAVOITE/ONGELMA:..... | 37 |
| 3.2 TUTKIMUSMENETELMÄT | 38 |
| 3.3 TYÖN RAKENNE..... | 38 |
| 4. TUTKIMUSTULOKSET..... | 39 |
| 4.1 VIIVAKOODI ESIMERKIT | 39 |
| 4.1.1 Raaka-ainevaraston tiedonkeruu..... | 39 |
| 4.1.2 Lähettämön tiedonkeruuratkaisu..... | 40 |
| 4.1.3 Varastostaoton ratkaisu viivakoodilla..... | 43 |
| 4.2 RFID ESIMERKIT | 46 |
| 4.2.1 RFID lääketieteellisyydessä | 46 |
| 4.2.2 RFID-lavojen seuranta..... | 48 |
| 4.3 ESIMERKKI SALDOVIRHEIDEN MERKITYKSESTÄ YRITYKSEN TULOKSEEN | 50 |
| 4.4 ESIMERKKI TIEDONKERUUJÄRJESTELMÄN TAKAISINMAKSUAJASTA..... | 53 |
| 4.5 YHTEENVETO | 54 |
| 5. PÄÄTELMÄT..... | 56 |
| 5.1 JATKOTUTKIMUKSET | 58 |
| 6. LÄHDELUETTELO | 59 |

1. JOHDANTO

Varastoinnilla on tärkeä asema monen yrityksen liiketoiminnan kannalta ja joillekin yrityksille se on jopa ydinosamisaluetta. Nykyään kukaan ei halua varastoida tuotteita turhaan, koska on huomattu liikavarastoinnin kalleus liiketoiminnalle. Toisaalta myöskään tuotanto ei voi toimia tehokkaasti ilman jonkinlaisia varastoja puskuroimassa tarvetta. Näillä kahdella asialla on selvästi riippuvuussuhde toisiinsa.

Varaston sekä tuotannon kulun seuraaminen on tänä päivänä erittäin vaikeaa, sillä tavarat liikkuvat jatkuvasti pyrkimyksen ollessa eri tuotannonvaiheiden välisen pysähdysajan minimointi. Jotta tuotanto voitaisiin optimoida, on tavaran määrästä, laadusta ja olinpaikasta oltava oikeaa tietoa.

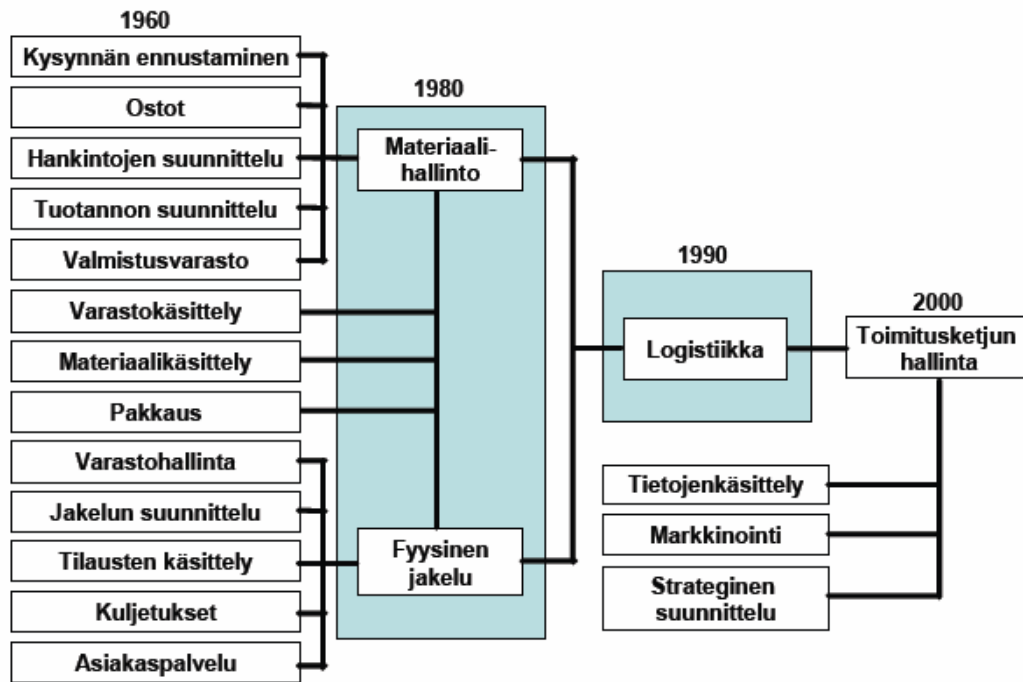
Yksi tunnistetuista ongelmista on varastosaldojen paikkansapitämättömyys. Tämä opinnäytetyö käsittelee tätä aihetta tutkimalla sitä ja selvittämällä miten ongelma voidaan parhaiten erilaisissa olosuhteissa ratkaista. Tutkimus ottaa kantaa lattiatasolla tehtävään materiaalin siirron seuraamiseen ja saldoihin. Työ ei kuitenkaan pureudu yrityksen muiden järjestelmän osien kuten automatisoidun tietoliikenteen asiakkaan kanssa tai muiden ulkopuolisten syiden aiheuttamiin saldovirheisiin ja tiedon epätarkkuuteen.

2. VARASTONTARKKUUS LOGISTIIKASSA

Teoriaosa koostuu useasta eri osasta, jotka liittyvät toisiinsa edellisen osan tukies- sa seuraavaa. Työ alkaa käsittelemällä yleisesti ongelman vaikutuksesta koko yri- tyksen toimintaan ja etenee käsitellen tarkemmin asioita, jotka vaikuttavat ongel- man syntyyn. Tämän jälkeen keskitytään tarkastelemaan erilaisia teknologioita, jotka voivat auttaa nimetyssä ongelmassa. Kun erilaiset tekniikat on nimetty ja esitetty lyhyet kuvaukset niistä, on aika keskittyä tärkeimpiin ja realistisimpiin vaihtoehtoihin joihin perehdytään syvällisemmin.

Nykyisellään käsite logistiikka on tullut materiaalitalouden ja kuljetustalouden perillisenä lähinnä kuvaamaan materiaalien hyödykkeiden toimittamiseen liitty- viä koordinoititehtäviä. Nämä tehtävät vaativat tuotannon, raaka-ainevarojen, jakelun, palvelujen, informaatio- ja rahavirtojen ym. kokonaisvaltaista osaamista ja kokonaisuuksien ymmärtämistä. Logistiikka on siis materiaali-, tieto- ja pää- omavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelu- jen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä. Logistiikka on yhdistävänä tekijänä yrityksen useissa eri toiminnoissa ja sitoo ne yhdessä toimivaksi koko- naisprosessiksi. Näitä toimintoja voivat olla esimerkiksi osto, tuotanto, jakelu ja markkinointi. (Karrus 2003, 12–15.)

Liiketoiminnan logistiikka- termiä käytetään yleensä valmistavan teollisuuden ja kaupan logistiikasta. Perinteisesti logistiset toiminnot ovat olleet yrityksen sisäi- sesti järjestämiä. Kilpailun kiristymisen ja asiakkaiden vaatimustason noustessa logistiikan vaatimukset kuitenkin nousevat, vaikka sen kulut eivät saa nousta. Tämä osaltaan ajaa logistiikan kehittymistä ja logistiikkatoimintojen integroitu- mista. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Logistiikan integraation kehitys yksittäisistä toiminnoista toimintoketjujen hallinnaksi; Vuosiluvut kuvaavat viitteellisesti aikajännettä. (Logistiikkaselvitys 2006.)

2.1 Varastosaldojen paikkansapitävyys ja sen merkitys yritykselle

Yleensä kun puhutaan varastosta, tarkoitetaan fyysistä tilaa jossa säilytetään valmistuksessa tai asiakaspalvelussa tarvittavia hyödykkeitä. Varastoa voidaan kuitenkin ajatella laajemmassakin merkityksessä. Taloudellisessa kielenkäytössä se tavallisesti rinnastetaan vaihto-omaisuuteen ja sillä tarkoitetaan säilytettäviä tavaroita. Tavaraa voidaan säilyttää varastoksi nimetyssä tilassa, mutta myös muualla. (Sakki 2001, 82).

Varastojen ohjauksen ja valvonnan avulla tapahtuva materiaalien ohjaus on eräs logistiikan perusteista. Varastointi on logistinen ratkaisu tuotteille, joiden kysyntää on haastavaa ennakoida esimerkiksi kysynnän sesonkiluonteisuuden ja satunnaisuuden takia. Ensisijaisesti varastoinnilla yritetään suojautua saatavuuden ja menekin vaihteluita vastaan esimerkiksi varastoimalla menekiltään epävarmoja tai hitaasti saatavia tuotteita ja raaka-aineita, jotka kuitenkin ovat joko välttämättömiä tai joiden kulutus on hyvin epävakaata. Usein tavaroiden kuljetus toimitusketjun kahden yrityksen välillä on järjestetty niin, että myyjältä saapuva erä on kooltaan

asiakkaan välitöntä tarvetta suurempi. Tällöin osa tavarasta jää varastoon ennen kuin se siirtyy ketjussa eteenpäin siirtyen pois varastosta. Yleensä puhutaankin aktiivivarastosta tai käyttövarastosta. Kysynnän vaihteluista johtuen ei etukäteen tiedetä tarkkaan, mikä on kyseisen tavarankin menekki ja mihin hetkeen lopullinen tarve ajoittuu. Tämän takia tavaraa tilataan varmuuden vuoksi vähän aikaisemmin tai vähän ennakoitua tarvetta enemmän. (Sakki 2001 82; Karrus 2003, 34–36.)

Varastotoiminta palvelee sekä ulkoisia että sisäisiä sidosryhmiä koskevia tarpeita. Toisaalta varastossa samat toiminnot voivat palvella samanaikaisesti sekä sisäisiä että ulkoisia tarpeita. Esimerkiksi voidaan ottaa kustannustehokkuus, joka voi näkyä myös asiakkaalle edullisimpina hintoina. Tämän takia varastotoiminnan tavoitteet tulisikin olla ensi kädessä asiakastarpeita tyydyttäviä, jolloin myös sisäisiä sidosryhmiä palvellaan välillisesti. Varaston on kyettävä tuottamaan palveluja omalle organisaatiolle esimerkkinä myyntitoimintojen asiakastilauksen täyttämisen kustannustehokkaasti, oikea aikaisesti ja oikein toimitettuna sekä määrällisesti että laadullisesti. Tällä tavoin palvelun sisäisiä tarpeita tyydytetään ulkoisia tavoitteita. (The value of clean data 2006.)

Varaston on yleensä ymmärretty olevan kolmea erilaista;

- Raaka-aineet ja komponentit – Tavarat, jotka yritys on ostanut.
- Keskenäiset työt ja komponentit – Tuotteet, jotka ovat puolivalmiita.
- Valmiit tuotteet – Tuotteet, jotka odottavat myymistä.

Missä ja minkälaisina määrinä näitä varastoja pidetään ja miten niitä hallitaan, vaihtelee paljon eri organisaatioissa. Joissakin organisaatioissa kaikki kolme ovat samassa paikassa sekaisin keskenään, kun taas toisissa ne ovat eriytetty. Myös varastojen seisonta-aika vaihtelee paljon. Mahdollisimman pientä seisonta aikaa tuotannossa pidetään tavoitteena, mutta usein tavara seisoo suuren osan sen valmistusajasta varastossa. (The value of clean data 2006.)

Varastoinnissa on suurimmaksi osaksi kyse fyysisten tavaroiden hallitsemisesta. Kuitenkin yksi keskeinen periaate materiaalin hallinnassa on, että tavarankin liikkeen

ja informaation on kuljettava käsi kädessä. Sen lisäksi että varaston esimiehen tarvitsee tietää missä tavara on, hänen tarvitsee tietää myös kaikki muu olennainen tieto koskien tätä tiettyä tavaraa. Tällaista tietoa on esimerkiksi tieto tavaran kuluista, milloin tavara liikkuu ja mihin se on menossa. Varaston hallinnassa täytyy siis ottaa huomioon sekä fyysinen paikka että aika. Toisen tiedon ollessa väärä vaikuttaa se myös toisen tiedon arvoon. (Schreibfeder 1997.)

Varaston hallinta ja laskenta eivät ole pelkästään tavaroiden laskemista ja varastosaldon tarkistamista. Se on jatkuvaa kaiken tärkeän tiedon tietämistä varastosta varmistaakseen tehokkaan varaston hallinnan ja tärkeän tiedon välittämisen yrityksen muille osille, kuten ostolle, myynnille ja johdolle. On siis ensiarvoisen tärkeää olla perillä jokaisen tavaran jokaisesta liikkeestä sen koko tuotantoketjun aikana läpi yrityksen. (Schreibfeder 1997.)

Paras tapa hallinnoida varastoa on seurata koko prosessin kulkua tarkasti mieluummin kuin vain varaston muutoksia. Tämä tarkoittaa sitä, että seurantaa on jokaisen tapahtuman kohdalla. Aina kun tavara liikkuu, siitä tulee tieto oikeaan paikkaan. Tällä tavoin saadaan nopeasti tieto, jos virheitä tapahtuu. Kun virheet eliminoidaan minimiin, voidaan ajatella että kausittainen varaston inventaarin tarve vähenee tai jopa poistuu. (Schreibfeder 1997.)

On tärkeää ymmärtää varaston saldojen tarkkuus koko yritykselle. Varastosaldojen tarkkuus tarkoittaa sitä, että varastossa on oikea määrä tuotetta oikeaan aikaan ja myös tietojärjestelmässä on samat tiedot. Muutoin logistiikan johtamisesta tulee mahdotonta. Seuraukset ovat vakavat, jos varastossa ei ole tarvittavaa tuotetta tai saldot eivät pidä paikkaansa:

- Hukattu aika: Jos yrityksen myyntihenkilöt ja asiakaspalvelijat joutuvat jatkuvasti menemään varastoon tarkistamaan saldot, he hukkaavat kallista aikaa. He eivät voi jatkuvasti käydä varastossa tarkistamassa onko kyseistä tavaraa hyllyssä ja tehdä muuta työtä samaan aikaan. Myös asiakkaan kallista aikaa menee hukkaan kun he joutuvat odottamaan saldojen tarkistusta.

- Hukattu raha: Jos tuotteita puuttuu varastosta, koska ne ovat joko väärässä paikassa, varastettu tai hajonneita, niiden tilalle pitää hankkia uudet. Uuden tuotteen valmistaminen tai ostaminen on aina kulu. Kuten palkka, vuokra tai mikä vain muu kulu, on ne maksettava siitä samasta tulosta, mikä olisi jo muutenkin saatu ilman hävinnyttä tuotetta. Esimerkiksi jos tuotteita häviää 100 € edestä viikossa, se tarkoittaa 5200 € hävikkiä vuodessa (52 x 100 €). Tämä 5 200 € on poissa yrityksen tuloksesta. Jos kuvitellaan että nettotuotto yrityksellä on 4 %, tarkoittaa se sitä, että tarvitaan 130 000 € lisää myyntiä, jotta hävikki katettaisiin (130 000 € x 0,04 = 5 200 €).
- Tyytymättömät asiakkaat: Jos lupaa tuotteen asiakkaalle luottaen tietojärjestelmään, mutta tuotetta ei olekaan varastossa, tuloksena on pettynyt asiakas. Maine luotettavana toimittajana häviää nopeasti ja olemalla epäluotettava toimittaja on paras tapa lisätä kilpailijan myyntiä. (Schreibfeder 1997.)

Varastoon sitoutuu paljon pääomaa ja Logistiikkaselvitys 2006:n mukaan suomalaisilla pienillä yrityksillä noin 4 % sen liikevaihdosta sitoutuu varastoon. Viime aikoina tämä luku on jopa noussut. (Logistiikkaselvitys 2006.)

| Logistiikkakustannukset mrd.€ (käyvin hinnoin) | | | | |
|---|-------------|-------------|------------|-------------|
| | 1990 | 1995 | 2000 | 2006 |
| Kuljetuskustannukset | 6,0 (44 %) | 6,0 (46 %) | 8,0 (45 %) | 9,5 (36 %) |
| Varastointikustannukset | 3,9 (28 %) | 3,4 (26 %) | 4,4 (25%) | 6,2 (24%) |
| Varastoon sitoutuneen pääoman kustannus | 3,0 (22 %) | 2,9 (21 %) | 4,4 (25 %) | 7,2 (27%) |
| Hallintokustannukset | 0,8 (6 %) | 1,0 (7 %) | 1,2 (5%) | 3,5 (13%) |
| Yhteensä mrd. € | 13,7 | 13,3 | 18 | 26,4 |

Taulukko 1. Logistiikkakustannukset ja kustannusten prosenttijakauma 1990-2006 käyvin hinnoin. (Logistiikkaselvitys 2006.)

Taulukon 1. perusteella voidaan nähdä, että 16 vuodessa varastointikustannukset ovat nousseet. Logistiikkakustannusten absoluuttinen määrä on kuvatussa ajassa lähes tuplaantunut, mikä tosin osaksi voi johtua laskennan tarkentumisesta esimerkiksi hallinnon osalta. Logistiikkaselvityksen mukaan suomalaisten yritysten logistiikka kustannukset ovat olleet vuonna 1990 noin 10,2 % yritysten liikevaihdosta, kun ne olivat vastaavasti vuonna 2006 noin 13 %. Kuitenkin tämä osoittaa

sen, että varastointi kuluja ei voida ohittaa vain ”pakollisena menoeränä”. (Logistiikkaselvitys 2006.)

2.2 Tieto ja tietojärjestelmät varastoseurannassa

Tietojärjestelmän tarkoituksena on helpottaa varastoa tyydyttämään edellä mainittuja tarpeita. Tietojärjestelmän toiminnot voidaan jakaa moniin eri osiin, kuten esimerkiksi rahavirtaan, tiedonhallintaan ja materiaalinkäsittelyyn. Tietojärjestelmä on tärkeässä osassa kaikissa näissä logistiikan alueissa ja siten tietojärjestelmä voi antaa tukea logistisille toiminnoille. Esimerkkinä voidaan mainita parempi saldoseuranta ja keräilyn seurantatiedot. Tietojärjestelmä on hyvä perusta toimivalle toimintojen ohjaamiselle ja johtamiselle. Siitä voidaan saada tietoa myös pidemmän aikavälin tarkastelulle strategisien päätösten tueksi. (Jukanen 2004.)

2.2.1 Tietojärjestelmä ja tiedon eri tasot

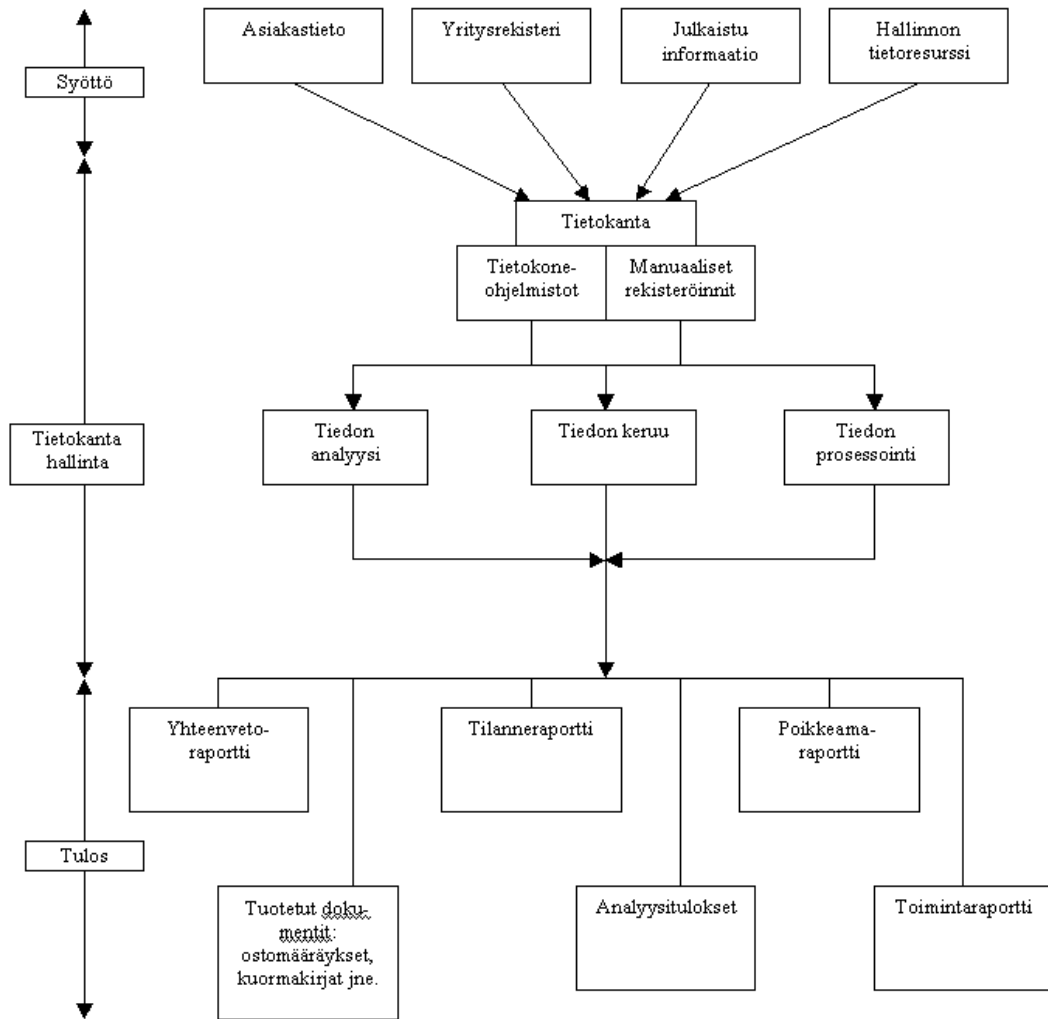
Tietojärjestelmä on tärkeä osa yrityksen toimintamallia, mutta se ei saisi määritellä sitä, vaan toimintamallin pitäisi määritellä tietojärjestelmä. Tietojärjestelmän pitää soveltua ja olla riittävän joustava kyetäkseen tukemaan yrityksen toimintaa. Tietojärjestelmän perimmäisenä tarkoituksena on saada sisään tietoa, jolloin tietoa jalostamalla ja jakamalla siitä tehdään käyttökelpoista ja arvokasta yrityksen ohjaamiselle. Käytännössä ilman tietoa yrityksen toiminnasta sitä ei voida ohjata. (Ballou 1992, 151.)

Perustana toimivalle tietojärjestelmälle on siis tiedon laatu. Tiedon pitää olla luotettavaa, yksiselitteistä, saatavilla tarvittaessa ja hyödyllistä. Tiedon laadun luodessa pohjan toimivalle järjestelmälle, voidaan ryhtyä vaatimaan myös muita ominaisuuksia. Hyvältä logistiikan tietojärjestelmältä vaaditaan seuraavanlaisia ominaisuuksia:

- Joustavuus.
- Selvä ja perusteltu / perusteleva tieto.
- Helppo ja virheetön tiedonkeruu.
- Varoitusjärjestelmät ("herättäjät").
- Kyky suodattaa relevantti tieto suurista tietomääristä.
- Ennusteiden teko.
- Eri näkökulmien huomioon ottaminen.
- Tehokas läpinäkyvä tiedonjakelu.
- Tietoturvallisuus.

(Farmer 1991, 46; Salminen 2001, 18.)

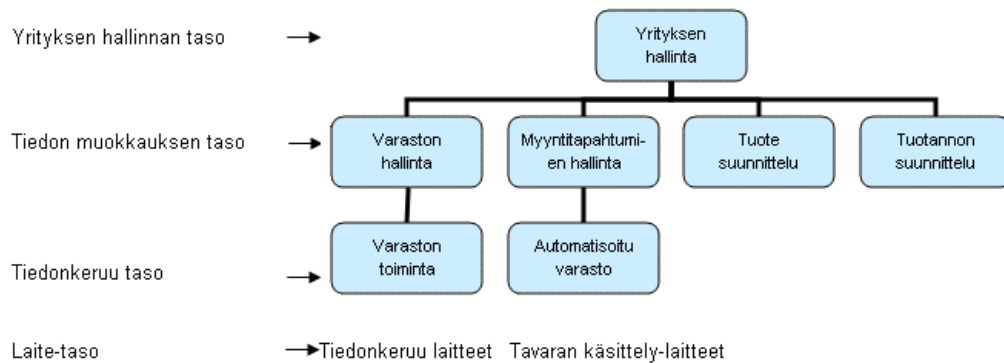
Logistiikan tietojärjestelmiä on teoreettisesti hahmotellut Ronald H. Ballou kuviossa 2. Siinä on kuvattu prototyyppi mahdollisesta tietojärjestelmän toiminnasta ja sen järjestäytymisestä. Kuitenkin on muistettava, että jokaisessa yrityksessä tämä voi käytännössä olla erilainen. Kuviossa on kuvattu ylhäältä alaspäin tietorekisterit, tiedon syöttö, tiedon prosessointi ja analysointi, sekä järjestelmän tarjoamat työkalut raportointiin. Nämä raportit ovat johdon työkaluja yrityksen ja sen logistiikan johtamisessa. (Ballou 1992, 151.)



Kuvio 2. Logistiikan tietojärjestelmämalli (Ballou 1992, 151.)

Tiedon laatua voidaan kuvata myös toisin eli järjestämällä se tasoihin yrityksen sisällä, jolloin asia nähdään hieman eri näkökulmasta. Tällainen jaottelu auttaa ymmärtämään tietojärjestelmää varsinkin sen suunnitteluvaiheessa.

Kuviossa 3. on määritelty neljä yrityksen hallinnan tasoa. Yrityksen hallinnan tasolla seurataan tunnuslukuja joiden perusteella tehdään strategisia ratkaisuja ja ohjaillaan yritystä (Ballard, R. 4.)

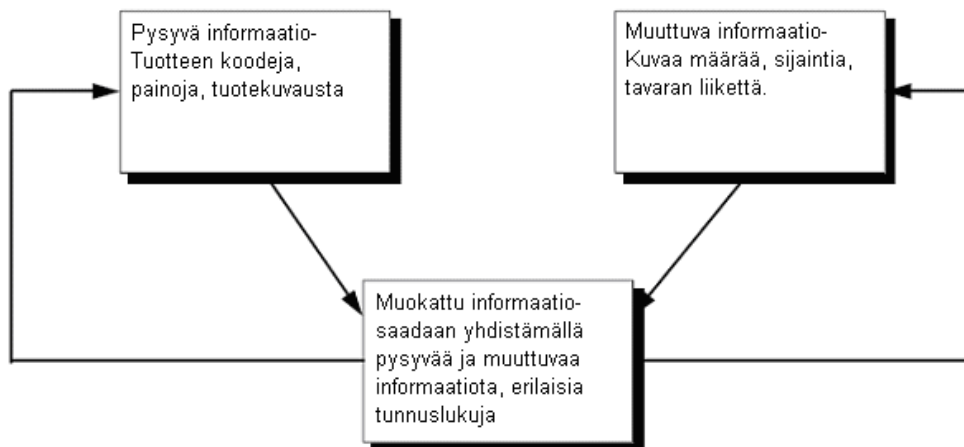


Kuvio 3. Yrityksen hallinnan tasot. (Ballard, R. 4.)

Varaston hallinta on tiedon muokkauksen tasolla, missä jokapäiväinen yrityksen toiminnan hallinta tapahtuu. Täällä tapahtumat ovat tieto-orientoituneita ja keskittyvät enimmäkseen lyhyen tähtäimen suunnitteluun ja tietojen tallennukseen. Varaston hallinta keskittyy pitämään varastotasot oikeina ja tuottamaan seurantatietoja. (Ballard, R. 4.)

Varaston toiminta on taas tiedonkeruu tasolla ja hallitsee ihmisresursseja. Tämän tehtävän onnistumiseen tarvitaan laadukasta informaatiota, joka on saatu varastohallinta tasolta suodattamalla ja seuraamalla varaston muutoksia. Seuranta ja suodatus tarjoavat mahdollisuuden nopeaan palautteeseen ja mahdollisten virheiden korjaukseen. Lisäksi voidaan mennä vielä laitetasolle, jolla ovat ne koneet ja laitteet, joilla työtä tehdään. (Ballard, R. 4.)

On olemassa monia tapoja, joilla voidaan luokitella informaatiota jota varaston seurannasta saadaan. Tässä yhteydessä on parasta luokitella informaatio kolmeen eri kategoriaan, kuten kuviossa 4. on esitetty.



Kuvio 4. Informaation laadut (Ballard, R. 6.)

Kuviossa 4 esitettyä jakoa informaation laadusta voidaan kuvailla;

Pysyvä informaatio – Tämä kuvaa sellaista informaatiota, joka ei muutu tai muuttuu harvoin. Tällaisia ovat esimerkiksi:

- Tuotekoodi.
- Tuotekuvaus.
- Tuotteen koodi tai vastaava.
- Tuotteen koko.
- Tuotteen paino.
- Tuotetta varastossa pidettävä erä (pahvilaatikko, lava, box, ym.).
- Minimi liikuteltava erä.
- Tuotteen liikkumajärjestys (ensin sisään ensin ulos, FIFO).
- Tuotteen haluttu varastopaikka.

- Tuotteen toissijainen varastopaikka.

Muuttuva informaatio – Tämä kuvaa sellaista informaatiota, joka muuttuu nopeaan tahtiin työpäivän aikana. Tämä informaatio liittyy tavaran liikutteluun prosessin eri vaiheissa ja sitä voi olla esimerkiksi;

- Yksikön sijainti.
- Yksiköiden ja tuotteiden määrä eri varaston osissa.
- Yksikön liikkeet prosessissa.
- Yksikön saatavuus status (OK, käyttökielto, karanteeni).

Muokattu informaatio – Tämä on informaatiota, jota saadaan suodattamalla kahdesta edellä mainitusta informaatiosta. Tällainen tieto vaihtelee suuresti erilaisissa organisaatioissa ja erilaisissa prosesseissa. Tällaista informaatiota voi olla esimerkiksi;

- Eri yksiköiden läpivirtausaika (luokittelu nopeasti ja hitaasti liikkuviin yksiköihin).
- Varaston poikkeamat (voidaan verrata historiatiedoista saatuun keskiarvoon).
- Tilankäyttöprosentti.
- Tietyn tuotantosolun tuottavuus.

Muokatun informaation kohdalla on syytä todeta että tämä on informaatiota, jolla voidaan kehittää ja säädellä varaston ja tuotannon tehokkuutta ja symmetrisyyttä. Kahta ensiksi mainittua tietomuotoa hyödyntämällä ja yhdistelemällä saadaan arvokasta tietoa varaston ja tuotannon käyttäytymisestä, jonka avulla voidaan kehittää edelleen parempaa toimintamallia. Esimerkiksi muuttamalla yksiköiden

varastopaikkoja, niiden läpivirtausaikaa voidaan saada muuttumaan. (Ballard, R. 11-28.)

2.2.2 Tiedon kirjaus ja sen jalostaminen

Kun lähtötietoa ja jalostettua tietoa kirjataan käytössä olevaan järjestelmään, on tärkeää että kirjatun tiedon laatu on hyvää. Jakamalla ja jalostamalla huonolaatuisia tietoa virheet yleensä kertaantuvat jokaisessa vaiheessa. Myöhemmin tämän virheen löytäminen ja korjaaminen on työlästä ja aikaa vievää työtä, joka aiheuttaa turhia suorja ja epäsuoria kustannuksia yritykselle. Pahimmassa tapauksessa jos virhettä ei havaita, se voi aiheuttaa vääriä tulkintoja ja johtopäätöksiä ja edelleen vääriä päätöksiä. Strategisissa ratkaisuisissa tällaiset virheet voivat koitua erittäin kalliiksi yritykselle. (Piasecki, 2003 1-4.)

Tiedon kirjaamistapoja ovat esimerkiksi manuaalinen kirjaus päätteelle, viivakoodikirjaus, RFID- kirjaus, puheen- ja hahmotunnistukseen perustuva kirjaus sekä antureiden tuottamaan tietoon perustuva kirjaus. Tiedon kirjaus voidaan jakaa manuaaliseen, puoliautomaattiseen ja automaattiseen tapaan.

Manuaalisesti tapahtuva kirjaus tarkoittaa käsin paperille tai PC:hen tapahtuvaa kirjausta. Manuaalisesti syötetyn tiedon laatua voidaan parantaa esimerkiksi pakolliseksi merkatuilla kentillä ja automaattisella esitarkastuksella. Tietoa voidaan syöttää järjestelmään myös puoliautomaattisesti, joka tarkoittaa käytännössä viivakoodien ja käsipäätteiden hyödyntämistä. Tällöin viivakoodissa on esimerkiksi tuotetunniste, mikä luetaan ja tuotteen määrä kirjataan järjestelmään manuaalisesti. Automaattisessa kirjaamisessa ei tarvita lainkaan manuaalista työtä, mikä tarkoittaa että tieto kirjautuu järjestelmään automaattisesti. Nykyisistä teknologioista RFID kykenee tähän. Tällöin on ennalta asetettu tieto kerättäväksi tiettyssä muodossa tiettyyn paikkaan, josta sitä voidaan jatkojalostaa. Kun tiedonkeruu automatisoidaan, pystytään vähentämään ihmisvirheistä johtuvaa väärää tietoa minimiin. (Salmela, E. Nieminen, L. Lukka, A. 2006.)

Usein tietoa käsin kirjattaessa työvaiheita on monia. Kuten kuviossa 5 esitetään, tiedot voidaan kerätä käsin kirjoittamalla ne ensin paperille, josta ne sitten näppäillään tietojärjestelmään. Mahdollista on toki että tiedot säilytetään paperimuodossa keräämällä niitä esimerkiksi kansioihin. Tällöin tietoa ei kuitenkaan pystytä jalostamaan ja se jää vain säilytykseen historiatietojen tarkistamista varten. Jos kuitenkin manuaalisesti kerätty tieto siirretään tietojärjestelmään, on sillä jo ennen tiedon sähköiseen muotoon muuttamista sillä kaksi manuaalista vaihetta, joissa on suuri virheriski. Varsinkin jos työtä tekee kaksi eri työntekijää, on aina olemassa suurempi väärintulkittamisen riski. Näissä kahdessa manuaalisen kirjaamisen vaiheessa voidaan löytää neljä eri riskikohtaa. Ensimmäinen on ihmisen väärin havaitsemisen riski kirjattaessa tietoa paperille. Toinen on väärin kirjoittamisen riski, vaikka tieto olisikin oikein havaittu. Kolmantena riskinä on paperille kirjoitetun tiedon väärin tulkittamisen riski kun tietoa syötetään tietojärjestelmään. Viimeisenä riskin paikkana on tietojen väärä syöttö tietojärjestelmään. Vaikka tieto olisikin oikein tulkittu paperista, voidaan se kirjata vääränä lukuna, väärin kirjoitettuna tai väärään paikkaan lisättynä tietojärjestelmään. (Piasecki 2003, 4-9.)

| Manuaalinen kirjaus | Semi-automaattinen kirjaus |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Katsotaan tieto hyllystä | 1. Luetaan tieto hyllystä |
| 2. Kirjataan tieto paperille | 2. Luetaan tieto järjestelmään |
| 3. Katsotaan tieto paperista | |
| 4. Kirjataan tieto järjestelmään | |

Kuvio 5. Prosessikaavio; manuaalinen kirjaus tietojärjestelmään verrattuna semi-automaattinen kirjaus viivakoodinlukijalla.

Tiedon kirjauksesta tulisi tehdä mahdollisimman rutiininomainen ja standardoitu osa työprosessia, jotta voidaan minimoida virhemahdollisuudet. Tällöin tieto saadaan myös nopeasti käyttöön, mikä voi osaltaan nopeuttaa reagointia erilaisiin vaihteluihin ja sitä kautta luoda säästöjä. Standardoinnilla ja rutiininomaisuudella saadaan myös tiedon laatua parannettua virheiden minimoimisen myötä. (Salmela, Nieminen, Lukka 2006.)

Tietoa jalostetaan jotta se saadaan nopeammin hyödynnettävän muotoon sekä karsitaan tarpeeton tieto pois. Tietoa voidaan jalostaa muokkaamalla, muuntamalla, rajaamalla ja koostamalla. Koostamisesta toimii esimerkkinä eri toimittajien suorituskysymysraporttien koostaminen yhdenmukaiseksi asiakasraportiksi. Tiedon rajaamisesta on esimerkkinä pääsy rajattuun osioon työnohjausjärjestelmässä. Muokkauksesta toimii esimerkkinä piirustusten muokkaus osapuolten kesken. Esimerkiksi puhuttaessa kahden eri järjestelmän integraatiosta, on tieto oltava tarkalleen määrättyssä muodossa, jotta järjestelmät ymmärtäisivät toisiaan. Toisaalta tietoa pitää muokata myös ihmiselle sopivaksi. Tähän seikkaan kiinnitetään yleensä vähemmän huomiota kuin se ansaitsisi. Huonosti jalostettu tieto jää helposti käyttämättä ja tämä voi taas johtaa väärin johtopäätöksiin. Myös tiedon tulkitsemiseen tuhraantuu turhaa aikaa jos se on huonosti jalostettu. (Salmela, Nieminen, Lukka 2006.)

Tänä päivänä tiedon määrä on valtava ja sen keräämisen helppous johtaa usein siihen, että on paljon turhaa tietoa. Tietotarveanalyysillä monet yritykset säästisivät turhan tiedon keräämiseltä ja jakamiselta ihmisille, jotka eivät sitä tarvitse. Toisaalta taas oikea tieto täytyy saada oikeaan aikaan oikeille ihmisille. Tässä on kiteytettynä koko tiedon keräämisen ydin. (Virkki 2005.)

2.2.3 Tiedon läpinäkyvyys ja sen käyttömahdollisuudet

Nykyisin bisnes-ajattelussa suositaan niin sanottua toimintaketju-mallia, jossa koko toimitusketju tekee syvää yhteistyötä ja sitä kautta parantaa kilpailukykyään. Tällainen toimitusketju vaatii syvää strategista yhteistyötä ja luottamusta. Se vaatii myös toimitusketjujen osien läpinäkyvyyttä ja avoimuutta. Tiedon läpinäky-

vyydestä suurin hyöty tulee läpimenoajan lyhentymisestä ketjussa tiedon ollessa nopeasti käytettävissä päätöksentekijällä. Tietojärjestelmän tehtävä on auttaa aikakriittisen tiedon nopeassa jakelussa sitä tarvitseville. Tällöin tietoa jaetaan toimitusketjun kesken, jotta saadaan optimoitua toimintaa koko ketjun tasolla. Tällainen ketjun läpi kulkeva tieto nostaa kerättävän ja jalostettavan tiedon laadun arvon aivan uudelle tasolle. Tällöin tieto ei jää vain oman yrityksen käyttöön, vaan sitä jaetaan ulos. Nyt tieto pitää pystyä standardoimaan ja määrittelemään tarkasti sen mukaan mitä tietoa välitetään kenellekin. (Bunduchi 2005, 23.)

Tiedon läpinäkyvyydessä voidaan olla myös erilaisilla tasoilla kuten kumppanuudessaakin. Operatiivisen tason lyhytkestoisissa liiketoimintasuhteissa voidaan antaa operatiiviseen toimintaan liittyvää tietoa kuten esimerkiksi tuote-, varastotaso- ja tilaustietoa. Taktisen tason keskipitkässä liiketoimintasuhteessa voidaan antaa tietoa esimerkiksi kapasiteetti- ja kysyntäennusteista. Strategisen tason pitkäkestoisessa kumppanuussuhteessa tietoa voidaan jakaa paljon enemmän. Silloin päämääränä ovat samat tavoitteet, visiot ja kokonaisoptimi. Strateginen tieto voi olla esimerkiksi tavoite-, tuotekehitys-, innovointi- ja kustannustietoa. Toisaalta kaikki tieto ei välttämättä ole läpinäkyvää kaikille osapuolille. Osa tiedoista voi olla yrityskohtaista tai kahden keskistä tietoa ja vastaavasti taas osa tiedosta kaikille jaettavaa tietoa. Näin voi olla myös yrityksen sisällä. Osa tiedoista on pelkästään toimintokohtaista ja taas toisaalta osa tiedosta koko yrityksen läpinäkyvää tietoa. Tärkeintä onkin tiedon läpinäkyvyyden ja sen välittämisen suunnittelu. Esimerkiksi eräs öljy-yhtiöille teknisiä konsultointipalveluja tarjoava yhtiö on jakanut tietopalvelunsa kulta-, hopea- ja pronssipalveluihin. Pronssipalvelu sisältää yleistä tietoa (esim. sähköiset uutiset, keskustelufoorumit, promootiotieto ja asiantuntija-artikkelit) räätälöitynä tietyille asiakassegmentille, kun taas hopeapalvelu sisältää asiakaskohtaisesti räätälöityä tietoa. Kultapalvelu sisältää asiakaskohtaisesti räätälöityä tietoa sekä yhteistyösovelluksia palveluntarjoajan ja asiakkaan välillä, jolloin asiakkaalla on siis läpinäkyvyys palveluntarjoajan prosesseihin. Läpinäkyvällä tiedolla voidaan siirtää myös tiettyjä tehtäviä itsepalveluksi. Esimerkiksi asiakas voi katsoa järjestelmästä toimituksen tilan soittamatta logistiikkapalveluntarjoajalle tai toimittajalle. (Bunduchi 2005, 23.)

2.2.4 Yhteenveto laadukkaan tiedon tärkeydestä

Yhteenvetoon on koottu tutkimuksissa löytyneitä tietoon liittyviä trendejä.

- Läpinäkyvyys parantaa koko toimitusketjun päätöksenteon laatua ja vähentää viiveitä.
- Liiallinen tieto ei ole hyvä. Vain tarvittava tieto välitetään oikeassa muodossa, oikeille ihmisille ja oikeaan aikaan.
- Tiedon laatuun tulee kiinnittää huomiota. Huonolaatuinen tieto aiheuttaa vääriä päätöksiä, sitä on vaikea tulkita ja se on aikaa vievää.
- Automatisointi vähentää virheitä.
- Poikkeamiin reagointia tulee tehostaa ja nopeuttaa. Virhe usein kertaantuu joka vaiheessa kun se menee eteenpäin.

(Salmela, Nieminen, Lukka 2006.)

2.3 Teknisiä ratkaisuja

Jotta yritys voisi tehokkaasti ohjata tuotantoaan, on sen saatava riittävästi oikeaa tietoa. Jotta tämä tulisi mahdolliseksi, tarvitaan toimiva tietojärjestelmä. Tietojärjestelmät perustuvat kahdensuuntaiseen tiedonkulkuun, ne antavat tietoa sitä tarvitsevalle, mutta toisaalta niihin pitää myös tietoa syöttää.

Kaikki on siis tähän asti selvää, mutta jotta tietojärjestelmästä saadaan irti kaikki se hyöty mitä se pystyy tuottamaan, on sen kyettävä tuottamaan tarkkaa ja oikeaa tietoa. Jotta tieto olisi mahdollisimman tarkkaa, pitää tiedon syöttövaiheessa olla mahdollisimman vähän virheitä. Tietojärjestelmään voidaan syöttää tietoa monin eri tavoin. Sitä voidaan syöttää käsin, optisesti (viivakoodit) tai sitä voidaan saada olemalla yhteydessä muihin tietojärjestelmiin (asiakas, toimittaja). (Logistiikka Ry 2006.)

Yleensä suurin osa virheistä tulee monotonisesta tiedon käsinsyötöstä. Tämä vaihe vie turhaa aikaa ja kuten mainittu, on altis virheille.

Jos siis haluaa etsiä perimmäistä syytä tietojärjestelmän toimimattomuuteen, on ensimmäinen kohde löydetty. Pelkästään käsin tapahtuvan tiedonsyötön minimoiminen vähentää virheiden määrää huomattavasti ja täten parantaa tietojärjestelmän luotettavuutta. Tällöin tulee parannusta myös tehokkuuteen. (Logistiikka Ry 2006.)

Varaston perustoiminnot - vastaanotto, hyllytys, keräily ja lähetys - ovat sinällään yksinkertaisia. Haasteet alkavat varastoprosessien järjestämisestä ja poikkeamien huomioimisesta. Onnistuminen edellyttää huolellista suunnittelua, ja sopivilla teknisillä ratkaisuilla varaston tehokkuus hiotaan kuntoon. Liiketoiminta edellyttää tehokkuutta, mutta asiakaskokemus on se, joka viime kädessä määrittää, miten hyvä varasto on. (Logistiikka Ry 2006.)

Nykyisellä tietotekniikan edistyneisyyden tasolla voidaan, jos ei ratkaista, niin ainakin ratkaisevasti auttaa taistelussa tiedon epätarkkuutta vastaan. VTT:n tutkimuksen mukaan viivakoodit ovat jossain muodossa käytössä 53 %:a suomalaisista yrityksistä, kun edellisen tutkimuksen mukaan prosentti-luku oli 36 %. Tuosta 53 %:sta viivakoodit olivat mukana varastonhallinnassa 47 %:lla. Kun kysyttiin tyytyväisyyttä niiden käyttöön ja tuloksiin, saatiin tulokseksi keskimäärin 1,9 asteikolla 0-3, mikä tarkoittaa melko korkeaa tyytyväisyyttä. Yleisintä viivakoodien käyttö on tavaran vastaanotossa, hyllytyksessä, inventoinnissa ja keräilyssä. (Jukanen 2004.)

Ratkaisuja edellä mainittuun ongelmaan kuvataan seuraavaksi, kun käsitellään tarkemmin eri teknisiä ratkaisuja ongelmaan. Jatkossa tarkastellaan erityisesti viivakoodeja ja RFID:tä.

Ratkaisuja tietojen epätarkkuuteen on monia, mutta teknologian keinoin tämän ongelman voi ratkaista muutamalla erilaisella tavalla. Erilaisia tekniikoita on jo yleisesti käytössä monia erilaisia ja ne soveltuvat erilaisiin tilanteisiin.

Viivakoodit (Bar Codes)

Viivakoodi on kuin Morsen aakkoset kirjoitetussa ja painetussa muodossa. Se on tapa esittää kirjaimia ja numeroita optisesti luettavassa muodossa. Viivakoodit muodostuvat joukosta erilevyisiä mustia ja vaaleita viivoja. Ryhmittelemällä viivat eri tavoin voidaan koodata erilaisia merkkejä. Viivakoodeissa on kolme eniten käytettyä standardia. Kussakin niistä on määrätty erilaiset standardit; esimerkiksi kuinka paljon ja mitä merkkejä ne voivat sisältää. Useimmiten viivakoodi tulostetaan joko suoraan pakkaukseen, tarralle tai muuhun dokumenttiin. (Finn-ID 2005; Jukanen 2004.)

2D-symbologiat (2D Symbologies)

Yhä useammissa sovelluksissa on alettu käyttää erilaisia 2-dimensiosymbologioita. Näitä voidaan käyttää, jos on tarve saada suuri määrä tietoa yhteen symboliin, tai kun symbolille käytettävissä oleva tila on pieni. Yksi symboli voi tallentaa 1-500 merkkiä. Ensimmäisenä niitä käytettiin pienissä lääkeannoksissa. Tyypillisiä käyttökohteita ovat mm. erilaiset tavaroiden lähetys- ja vastaanottoiminnot, tavaroiden lajittelu ja pienten kohteiden merkintä. (Adams 2006.)

Radiotekniikka, saattomuisti (Radio frequency coded tags, RFID)

Tämä tekniikka käyttää radioaaltoja tunnistukseen. Tunniste on pieni tarra tai nappi, jonka voi kiinnittää tuotteeseen, eläimeen tai jopa ihmiseen. Kun RFID-tarra tulee lukuäisyydelle lukuasemasta, lukuasemasta lähetetty signaali muuttuu saattomuistissa erilaiseksi ja palaa takaisin lukuasemalle. Tämän jälkeen se tulkitsee muunnetun signaalin ja näin tunnistaa saattomuistin. Tämän tekniikan ajatus on pitkällä aikavälillä korvata tai täydentää viivakoodi-tekniikan. Tällä tekniikalla voidaan tuotetta seurata täysin reaaliaikaisesti esimerkiksi internetin välityksellä. Tyypillisiä käyttöalueita ovat mm. automatisoitu tuotannonvalvonta sekä ihmisten, eläinten, kulkuneuvojen ja muiden kohteiden kulunvalvonta. (Finn-ID 2006, 10; Mital 2006.)

Optinen merkkien tunnistus (Optical character recognition, OCR)

OCR- tekniikka tarkoittaa tietokoneen automaattisesti lukemaa tekstiä, jonka voi muuttaa helposti editoitavaan muotoon. Usein käytetään erikoismerkkisarjoja, mutta järjestelmät, jotka kykenevät lukemaan konekirjoitettua tai jopa käsin kirjoitettua tekstiä, ovat tietotekniikan kehittyessä ja prosessoritehojen kasvaessa tulleet mahdollisiksi (esim. postin lajittelukoneet). Merkit luetaan optisella lukulaitteella ja ohjelmalla, joka on ohjelmoitu tunnistamaan kaksiulotteisia merkkejä. (Internet.com. 2006; Lais 2005.)

Magneettiraita (Magnetic stripe)

Magneettiraita on musta tai ruskea raita esimerkiksi luottokortissa tai lentolipussa. Raita on tehty pienistä magneettisista paloista hartsissa. Tämä magneettinen morse-koodi muunnetaan merkeiksi kuljettamalla magneettiraita lukijan lukupään ohi. Tyypillisiä sovellusalueita ovat luotto- ja pankkikortit, kulunvalvontakortit ja erilaiset liput. (Halliday 2002.)

Hahmotunnistus (Machine vision)

Hahmotunnistus tarkoittaa tietokoneen kykyä ”nähdä”. Konenäkö käyttää videokameraa, jonka signaalin se muuttaa digitaaliseksi, tällä tavoin tietokone ymmärtää informaation. Videokameroita käytetään yleisesti tuotannon- ja laadunvalvonnassa. Tuotteet tunnistetaan niiden muodon ja muun visuaalisen ominaisuuden perusteella käyttäen tietokoneessa olevia tunnistusalgoritmeja. Konenäköä voidaan käyttää myös esimerkiksi valuutan tarkistuksessa ja allekirjoituksen tunnistamisessa. (Whatis.com 2006.)

Älykortit

Älykortit sisältävät muistipiirin, johon voi varastoida suuriakin tietomääriä. Esi-merkkejä ovat puhelinkortit ja linja-auton maksukortit (Rinne 2002, 13.)

Näistä edellä läpikäydyistä vaihtoehtoista voidaan pudottaa suurin osa pois niiden varastointiin sopimattomuuden, alhaisen standardoitumisen, tietojärjestelmään sopimattomuuden tai hinnan vuoksi. Sen sijaan lähempään tarkasteluun voi ottaa viivakoodit ja RFID -tekniikan.

2.3.1 Viivakoodit

Ensimmäisenä viivakoodit pistettiin junavaunujen laitoihin kiinni. Kun junavaunut kulkivat radan vieressä olleen lukijan ohi, oli sen tarkoitus lukea koodi jossa luki sen lasti ja määränpää. Järjestelmä ei kuitenkaan toiminut, koska junavaunut eivät menneet tasaisesti ohi lukijan vaan saattoivat pomppia, mikä aiheutti huonon lukutuloksen. Samalla myös huomattiin että tuote tarvitsee jonkinlaisen standardin. (Bellis 2006; Brown 2001; Seiderman 2005.)

Vuoteen 1970 mennessä olikin syntynyt ensimmäinen standardi nimeltään UGPIC, (Universal Grocery Products Identification Code) jonka teki yhtiö nimeltään Logicon Inc. Ensimmäinen yritys joka toi päivittäistavaramarkkinoille tätä standardia käyttäviä laitteita, oli amerikkalainen Monarch marking vuonna 1970. UGPIC on kehittynyt nykyiseksi UPC standardiksi, jota käytetään Amerikassa tänäkin päivänä. UPC:tä vastaa Euroopan EAN-standardi. UPC standardin kehittäjänä pidetään George J. Laureria, ja se esiteltiin ensimmäistä kertaa vuonna 1973. (Bellis 2006; Brown 2001; Seiderman 2005.)

Mitä viivakoodit ovat?

Viivakoodeilla voidaan saavuttaa hyötyä monella eri tavalla, mutta tärkeimpänä etuna voidaan pitää ajan säästöä sekä varmemmin oikein tallennettuja tietoja. Viivakoodeja käyttämällä rutiinit nopeutuvat, koska jokapäiväinen tietojen syöttö voidaan automatisoida ja työntekijät vapautuvat mielekkäämpään ja tuottavampaan työhön. Kun käsin tapahtuvan tietojen tallennuksen normaaleja välivaiheita ei tarvitse tehdä, virheiden määrä minimoituu. Välivaiheita ovat esimerkiksi kirjaus paperille ja syöttö tietokoneelle. (Jukanen 2004.)

Aikaa säästyy tallennettaessa viivakoodinlukijalla pitkiäkin numerosarjoja muutamassa sekunnissa. Viivakoodeilla tapahtuvan tallennuksen on arvioitu olevan noin neljä kertaa nopeampaa kuin käsin suoritettu tallennus tietokoneen näppäimistöllä. (Jukanen 2004.)

Viivakoodia on lähes mahdotonta lukea väärin. Sen lukutarkkuutta on tutkittu ja saatu arvio, jonka mukaan yksi virheellinen merkki saadaan joka kahden miljoonan luetun merkin jälkeen. Toisaalta sama virheluku näppäiltäessä tietoa koneelle käsin on joka kolmensadan merkin jälkeen. Nykyiset toiminnanohjaus- ja tietojärjestelmät perustuvat niihin syötettyihin tietoihin ja siksi onkin ensiarvoisen tärkeää, että syötetty tieto pitää mahdollisimman hyvin paikkaansa ja tietoihin voi luottaa. (Jukanen 2004.)

Viivakoodin etuihin voidaan laskea sen oikeellisuus ja varmuus, nopeus, helppous ja taloudellisuus. Siksi siihen tehdyt investoinnit voivat tuottaa hintansa takaisin jo muutamassa kuukaudessa, koska tekniikka on melko halpaa. (Jukanen 2004.)

Viivakoodia käytetään hyvin monissa erityyppisissä liiketoimintaprosesseissa, joissa automaattisesta tunnistamisesta voidaan saada hyötyä. Viivakoodia hyväksikäyttäviä käyttöalueita ovat teollisuudessa muun muassa tuotanto, varastot, lähetys ja vastaanotto sekä tuotteen tunnistus. Viivakoodi menetelmiä on olemassa useita kymmeniä, mutta esimerkiksi Suomessa suurin osa käytöstä on keskittynyt kolmeen menetelmään. Nämä kolme ovat Code 39, EAN sekä Interleaved 2/5. Päältäpäin kaikki koodit ovat hyvin paljon samannäköisiä tummia viivoja vaalealla alustalla, mutta tarkemmin katsoessa niissä näkyy eroja. (Jukanen 2004.)

Koodi 39

Koodilla 39 on mahdollista koodata numerot, kirjaimet sekä muutamia erikoismerkkejä. Käyttämällä erikoismerkkejä näppäimistön vaihtonäppäimen tavoin voidaan koodilla 39 esittää koko ASCII-taulukko (ASCII= American standard code for information interchange). Koodi 39:in nimi tulee siitä, että kukin merkki muodostuu yhdeksästä viivasta, viidestä mustasta ja neljästä niiden väliin jäävästä valkoisesta viivasta. Viivoista kolme ovat aina leveitä. Koodi voi olla vaihtelevan

mittainen. Vain lukulaitteiden tekniset ominaisuudet rajoittavat pituuden noin 15-25 merkkiin. Koodi on itsensä tarkistava eli koodin rakenne on sellainen, että virheet huomataan automaattisesti. Kahden eri merkin väliin jäävään tyhjään ei sisälly tietoa. Se voidaan myös lukea kumpaankin suuntaan ja siihen voidaan mahduttaa 9,4 merkkiä tuumalle. (Finn-id 2005.)

EAN

EAN on suomessa tunnetuin koodityyppi. Merkittävin ja lähes ainoa käyttäjäsektori on vähittäiskauppa. EAN on alkujaan Euroopasta lähtöisin, mutta tällä hetkellä sitä käytetään monissa maissa Euroopan ulkopuolellakin. UPC on EAN koodin vastine USA:ssa. EAN koodilla voidaan esittää vain numerot ja se on pitkälle standardisoitu. EAN-13 koodissa kaksi ensimmäistä numeroa kertovat tuotteen valmistusmaan, neljä seuraavaa kertovat valmistajan sekä kuusi seuraavaa ovat tuotenumero, joka lasketaan edellisistä merkeistä. Standardisoimalla koodit tällä tavalla on varmistettu siitä, ettei yhtään samaa koodia löydy koko maailmasta. (Finn-id 2005.)

Interleaved 2/5

Koodin nimi tulee siitä, että kukin merkki muodostuu viidestä viivasta, joista kaksi on leveitä. Koodi lomitetaan niin, että ensimmäinen merkki muodostuu mustista viivoista ja toinen merkki niiden väliin jäävistä vaaleista viivoista. Koodin lomituksesta johtuen merkkejä on aina oltava parillinen määrä. Jos määrä on pariton, on eteen lisättävä nolla. Lomituksesta johtuen koodi saadaan lyhyeksi. Tiheimmillään saadaan mahtumaan 17,8 merkkiä tuumalle. Tämä on enemmän kuin millään muulla yleisesti tunnetulla koodilla. Koodia käytetäänkin useimmiten tilanteissa, joissa käytettävissä oleva tila on rajallinen. Interleaved 2/5 ei ole täydellisen virheetön. Jos koodi luetaan huolimattomasti vain osalta koodia, voi virheitä syntyä. Asian voi kuitenkin ratkaista asettamalla luettavalle koodille standardipituuden. Koodin ollessa lyhyempi kuin tämä, koodi hylätään. Tämä kuitenkin vaatii lukulaitteelta samaa ominaisuutta sekä rajoittaa koodin pituuden aina samaksi. (Finn-id 2005.)

Yhteenvetona voidaan sanoa että;

- Viivakoodit helpottavat tavaran löytämistä koska kuten tuotteet, myös varastopaikat voidaan merkitä viivakoodeilla.
- Tavaran vastaanotossa voidaan viivakoodit tunnistaa nopeasti ja tehdä kirjaukset nopeasti ja virheettömästi.
- Lähetys- ja pakkaustoiminnot tehostuvat. Keräilyssä tuotteet löydetään nopeasti ja vaivattomasti sekä keräilyn virheet minimoituvat. Myös lähetettävien tuotteiden tiedot päivittyvät helposti koneelle, jolloin lähetyksen asiakirjat saadaan nopeasti tehtyä. Tiedonkeruu voi tapahtua kannettavilla laitteilla tai trukkiin asennetulla erityisellä trukkipäätteellä.
- Viivakoodit auttavat ja nopeuttavat myös varaston inventointia, koska tiedonkeruulaitteeseen voidaan ladata inventaarilistat.
- Viivakoodijärjestelmän avulla varastosaldot pysyvät entistä paremmin reaaliajassa ja tiedot pitävät myös paikkansa.

(Finn-id 2005.)

2.3.2 Radiotekniikka (RFID)

RFID:n tilaa tutkiva kirjoitus on kirjoitettu vuonna 1948 Harry Stockmannin toimesta (Communication by means of reflected power). Stockman sanoi kirjoituksessaan; ” huomattavaa tutkimustyötä ja kehitystä on tehtävä ennen kuin tekniikan perusongelmat on selvitetty ja ennen kuin tekniikan käyttökohteet löydetty”. RFID tarvitsi 30 vuotta edistyksiä eri aloilla ennen kuin siitä tuli käyttökelpoinen. (Mital 2006; OPS Publishing 2006.)

RFID kokonaisuus koostuu monista eri osista: muistitarra, lukija, päätelaite, väli-tason laitteisto ja ohjelma. RFID:n tarkoituksena on mahdollistaa tiedonsiirto muistitarrasta ohjelmistoon jossa sitä käytetään eri tarkoituksiin. Tieto luetaan lukijalla ja siirretään tämän jälkeen ohjelmistoon. Muistitarrassa voi olla esimer-

kiksi tuotetieto, sijaintitieto tai vaikka tieto muistitarran tuotteesta kuten hinta, väri tai ostopäivämäärä. (Mital 2006; OPS Publishing 2006.)

RFID:n käyttö tuote- ja kulkuseurannassa aloitettiin 1980-luvulla. Se saavutti nopeasti huomiota, koska se pystyi tunnistamaan liikkuvia objekteja. Kun tekniikka on kehittynyt, parempia ja hyödyllisempiä sovellutuksia RFID:n käytöstä on tullut markkinoille. (Mital 2006; OPS Publishing 2006.)

Tyypillisessä RFID järjestelmässä yksittäisissä tuotteissa on RFID-tarrat, jotka sisältävät vastaanottimen ja muistisirun, joihin on tallennettu tarvittava tieto. Lukijapäätteessä on antenni, jossa on koodin tulkitseva laite. Tämä lukija aktivoi muistisirun, joka lähettää tiedon lukijaan. Lukijalaite voi myös uudelleen kirjoittaa sirua tarvittaessa. Kun RFID-siru tulee lukijalaitteen lähettämälle elektromagneettiselle alueelle, lukijalaite automaattisesti huomaa sirun ja pystyy sen tiedot lukemaan. Tämän jälkeen lukijalaite tulkitsee saamansa tiedon ja lähettää sen päälaitteeseen ja sen ohjelmistoon. Tietokoneen ohjelmisto prosessoi tiedon halutun mukaisesti ja käyttää sitä tarkoituksiinsa. (Mital 2006; OPS Publishing 2006.)

Radiotekniikan etu verrattuna esimerkiksi viivakoodeihin on se, että se ei tarvitse kiinteää näköyhteyttä. Se ei myöskään tarvitse työntekijän manuaalista panosta yksittäiseen tunnistamiseen, vaan tunnistaminen toimii radioaalloilla tai induktiokentällä tagin ollessa tarpeeksi lähellä lukijalaitetta. (Mital 2006.)

RFID-tekniikan täysimääräinen hyödyntäminen vaatii pitkälle vietyä langallista ja langatonta verkottumista. Potentiaalisesti Saksassa pystytään näkemään internetin kautta mitä on Lahden Prisman hyllyillä. Mutta saadakseen aktuaalista hyötyä RFID-tekniikasta on yritysten osattava hyödyntää tekniikkaa oikein esimerkiksi logistiikkansa tehostamisessa. (Mital 2006.)

RFID-tunnisteita on erilaisia myös ohjelmointiominaisuuksien suhteen ja ne määräävät pitkälti tunnisteen käyttökohteet. Muisti voi olla ”vain luku”-, ”kirjoita kerran/lue useasti”- tai ”kirjoita useasti/lue useasti”-mallia. Vain luvun sallivat mallit ovat kaikkein yksinkertaisimpia, halvempia ja jo tuotantovaiheessa koodattuja

tunnisteita. Kirjoituskertojen ja -paikan valinnan mahdollisuus kasvattaa käyttökohteiden määrää. (Mital 2006.)

RFID-tarrat voivat olla joko aktiivisia, semi-aktiivisia tai passiivisia

Passiivisilla RFID -tarroilla ei ole sisäistä virtalähdettä. Tarra toimii lukijalaitteen antennin luoman sähkövirran voimalla, jolloin se saa juuri tarpeeksi virtaa lähettää viestin. Useimmiten passiivisten tarrojen viestintä tapahtuu juuri näin ”peilaamalla” antennin virtaa. Tämä tarkoittaa sitä että antenni pitää olla suunniteltu lähettämään viestiä ja vastaanottamaan sitä. Passiivisessa tarrassa ei ole pelkästään tuotteen tunniste, vaan se voi tallentaa muutakin pysyvää tietoa tuotteesta. Passiivisessa tarrassa ei ole sisäistä patteria tai akkua, tämä tarkoittaa sitä että se voi olla erittäin pieni. Esimerkkinä voidaan mainita niin pienet tarrat, että niitä voidaan sijoittaa ihon alle. Pienin myytävä tarra on 0,4 mm x 0,4 mm ja se on ohuempi kuin paperiarkki. Nämä ovat siis käytännössä näkymättömiä. Passiivisia tarroja voidaan lukea kahdesta millimetristä muutamaan metriin riippuen radiotaajuudesta. Yksinkertaisuutensa ansiosta niitä voidaan tulevaisuudessa valmistaa pelkästään printtaamalla. Koska passiivisissa tarroissa ei ole pattereita tai akkua, niiden elinikä on rajoittamaton. (Mital 2006.)

Semi-aktiiviset tarrat ovat hyvin samankaltaisia passiivisten tarrojen kanssa. Ainoa ero niiden kesken on, että semi-aktiivisessa tarrassa on patteri tai akku. Tämän ansiosta ne ovat jatkuvasti valmiustilassa. Etuna tässä on se, että tällöin lukijalaitteen ei tarvitse olla suunniteltu muuta kuin signaalin keräämiseen ja lukemiseen. Lukijalaitteiden antennit voivat siten olla optimoituja paremmin. Semi-aktiivisilla tarroilla myös lukuetaisyys ja signaalin vahvuus ovat parempia verrattuna passiivisiin tarroihin. (Mital 2006.)

Aktiivisilla tarroilla taas on omat virtalähteensä ja ne luovat oman virtansa ja signaalinsa. Niillä on myös pidempi lukuetaisyys passiivisiin tarroihin nähden. Aktiivisilla ja semi-aktiivisilla tarroilla on se ero, että aktiiviset tarrat voivat myös varastoida lukijalaitteen lähettämää data. Optimoidakseen energiankulutustaan monet tarrat toimivat sykleissä, jolloin energiaa säästyy koska ne eivät ole koko ajan aktiivisia. Tällä hetkellä pienin aktiivinen tarra on noin kolikon kokoinen ja

niiden toimintasäde on kymmeniä metrejä sekä elinikä kymmenen vuotta. (Mital 2006.)

Tunnisteiden fyysinen ulkomuoto vaihtelee suuresti paperinohuista tarroista tultikkuaikin kokoisiin versioihin. Esimerkiksi eläinten ihon alle sijoitettavat tunnistet ovat hyvin pieniä, kun taas kontteihin sijoitettavat tunnistet voivat olla kohtuullisen suuria. Käyttökohde, aktiivisuus/passiivisuus, tietokapasiteetti ja kustannusvaikutus määräävät tunnisteen fyysisen ulkonäön. (Mital 2006.)

Koska tällä hetkellä passiiviset tarrat ovat halvempia, suurin osa käytetyistä tarroista on niitä. Vuonna 2005 tarrat maksavat keskimäärin 0,20 € ostettaessa suuria eriä. Tänä päivänä hinnat ovat laskeneet siten, että halvimmillaan myydään 7,2 sentin hintaan ostettaessa 10 miljoonaa yksikköä tai enemmän. Kun aikaisemmin tarrojen hinnat ovat olleet rajoittavana tekijänä tekniikan yleistymiseen, näillä hinnoilla odotetaan jo suurta kasvua tekniikan käytössä lähivuosina. (Mital 2006.)

Kustannukset vaihtelevat tunnisteen käyttötavasta ja ohjelmointiominaisuuksista riippuen. Esimerkiksi kymmenien tuhansien erissä tehtävät tarramaiset tunnistet ovat huomattavasti halvempia kuin konteissa käytettävät paljon tekniikkaa sisältävät tunnistet. Toisaalta ei pidä tuijottaa vain tunnisteen yksikkökustannuksia, vaan myös niiden tarjoamia säästöjä ja etuja sekä kustannusten ja säästöjen suhdetta. (Mital 2006.)

Lukuvarmuus pitää olla lähes 100 %, jotta tekniikkaa voidaan hyödyntää. Hintajerojen takia passiiviset tarrat ovat suositumpia, mutta lukuvarmuus ja suorituskyky erilaisissa ympäristöissä, kuten veden tai metallin läheisyys puoltaa aktiivisten tarrojen puolta. Täydelliseen lukutarkkuuteen ei ole tehdyissä testeissä päästy. (Mital 2006.)

RFID-tekniikka on vielä Suomessa pilottiprojektien tasolla. Mutta tekniikan edut on huomattu, ja kun toimitusketjuja on uudelleen rakennettu RFID-yhteensopiviksi, on voitu marginaalisten etujen sijasta saada suuren luokan etuja koko jakeluverkoston tehostamisessa. Saattomuistin on laajasti kytkettävä tietojärjestelmän ja logistiikan eri osa-alueita yhteen. (Mital 2006.)

RFID-tekniikan kustannukset ovat tekijä, joka vaikuttaa järjestelmän käyttöönottoon. Kustannukset voivat vaihdella eri yritysten ja erilaisten sovelluksien kesken, mutta seuraavassa on yksi esimerkki vaateteollisuuden pilottiprojektista, josta saa hieman kuvaa kustannusten määrästä.

| Järjestelmä | EUR |
|--|-------------|
| • Tiedon tallentava printteri | 6 800 |
| • Porttilukijat tehtaalla (2 kpl) | 10 930 |
| • Tietotekniikka tehtaalla | 2 000 |
| • Porttilukijat logistiikkakeskuksessa (2 kpl) | 10 930 |
| • Tietotekniikka logistiikkakeskuksessa | 2 000 |
| • Käsilukija myymälässä | 900 |
| • Ohjelmistot | 18 000 |
| Yhteensä | 51 560 |
| RFID-tarrat | |
| • Kustannus per tarra | 1.00 € /kpl |
| • Kustannus per tarra | 0.50 € /kpl |
| • Kustannus per tarra | 0.10 € /kpl |
| • Tiedonsiirtokustannukset | |
| • Yhteensä | 1 000 € /v |

(Valo-ohjelma 2001.)

RFID-tarrojen hinnassa on suuria eroja. Itse järjestelmän kustannukset eivät ole suuret, mutta eroja syntyykin RFID -tarrojen hinnoissa. Hinta siis perustuu siihen, minkälaisia RFID -tarroja yritys tarvitsee, ja minkälaisia volyymeja se käyttää lappuja. Kustannukset riippuvat myös suuresti siitä, miten laaja ohjelmisto on, miten paljon siihen vaaditaan ohjelmointityötä ja valittujen laitteiden kustannukset. (Valo-ohjelma 2001.)

Edelläkävijä suomessa RFID-tekniikan alueella on Olvi, joka on ottanut käyttöönsä paperirahtikirjat syrjäyttävän langattoman, reaaliaikaisen RFID- tekniikan. Siinä kuormatiedot näkyvät heti kuljettajan käsipäätteellä, kun ne on pistetty järjestelmään. Tällä tavalla työsuunnittelu on helpompaa. Etuja tulee myös laskutuksen nopeudesta. Laskutus voidaan hoitaa välittömästi tavarán saapumisen jälkeen, mikä vapauttaa pääomaa. (Finn-id 2005.)

Suomessa muita RFID- tekniikkaa käyttäviä yrityksiä ovat muun muassa; ABB Drives, joka on tehostanut alihankkijalogistiikka ja varastohallintaa RFID- tunnistuksella, JC Decaux, joka käyttää saattomuistia asennettavien ulkomainoksien varastokirjauksissa sekä Ponsec, jolla on RFID- tunnisteesiin pohjautuva rahanhuoltojärjestelmä kauppakeskusten ja hotellien käyttöön.(Finn-id 2005.)

Tutkimusyhtiö Gartner arvioi RFID-kulujen kasvavan vuonna 2006 noin 50 %. RFID-tekniikka yleistyy tänä ja ensi vuonna kiihtyvällä tahdilla, kun etätunnistus laajenee uusille teollisuuden alueille. Tutkimusyhtiön laskelmien mukaan RFID-tekniikkaan käytettiin vuonna 2005 maailmanlaajuisesti noin 504 miljoonaa dollaria. Edellisvuodesta kasvua oli 39 %. Vuonna 2006 ennusteiden mukaan käyttö ylsi jo 751 miljoonaan dollariin ja vuoteen 2010 mennessä Gartner ennustaa RFID-tekniikan vevän yli 3 miljardia dollaria. (Kemppainen 2006, 3.)

2.3.3 Viivakoodit verrattuna Radiotekniikkaan

Vertailu viivakoodin ja RFID:n kesken:

Viivakoodi:

- Etiketti halpa
- Manuaalisesti tunnistettava
- Lukuvarmuus, lika, vauriot
- Näkökontakti vaaditaan
- Vain luettavissa
- Luettavissa yksi kerrallaan
- Lähiluku
- Rajallinen tiedosto
- Hitaampi luku (käsin)

RFID:

- Työkustannukset matalat
- Automaattisesti käsiteltävä
- Luotettava luettavuus
- Luettavissa havaitsematta
- Lue ja kirjoita
- Moniluku kerralla
- Luku 4 metriin
- Yli 100 tietoa
- Yli 50 kohteen luku/sekunti

(Finn-id 2005.)

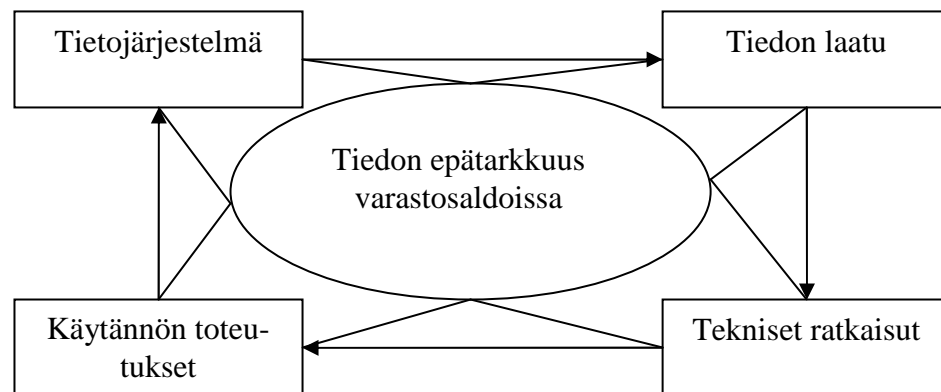
Viivakoodista on tullut universaali standardi monissa sovelluskohteissa ja se on ollut käytössä maailmalla jo vuosia. Sitä käytetään erittäin paljon esimerkiksi päivittäistavarakaupan EAN-koodeissa. Lisäksi liike-elämässä on huomattu, että EAN-koodit tuovat paljon etuja. Viivakoodeilla on kuitenkin muutamia heikkouksia, joita uudet tulevaisuudessa viivakoodin korvaavat tekniikat pyrkivät korjaamaan. Suurin ongelma viivakoodeissa on niiden vaatima näköyhteys. Tämän takia aina viivakoodia lukiessa vaaditaan ihmisen avustus. Tämä taas tarkoittaa lisäkustannuksia henkilöstössä ja herkkyyttä ihmisen virheille. Viivakoodit pitää myös lukea yksi kerrallaan, mikä joissain tapauksissa aiheuttaa hidastuksia ja ongelmia. Tällaiset yksilöluvut voivat aiheuttaa pullonkauloja logistisiin järjestelmiin sekä hidastaa tiedonkeruuta ja tavarankäsittelyä. (Salminen 2001, 52.)

Pitkään on jo puhuttu viivakoodien korvaamisesta saattomuistilla, mutta menee vielä paljon aikaa ennen kuin niillä voidaan saavuttaa viivakoodien merkittävimpiä etuja, kuten hintaa ja visuaalista tunnistamista. Jotta RFID tulisi yleisemmäksi tulevaisuudessa, on sen tärkeimpiä ominaisuuksiaan kyettävä kehittämään. Ominaisuudet, kuten lukuetaisyys, tiedonsiirron nopeus ja mahdollisuus käsitellä useampia tunnistimia yhtäaikaaisesti samassa kentässä tarvitsevat yhä kehitystä. Kun nämä ongelmat saadaan ratkaistua, saattomuisteilla on edessään valtavat markkinat myös varastologistiikassa vähittäistavarakaupassa. (Logistiikka Ry 2005; Finn-id 2005, 4.)

Gartnerin tutkimusjohtaja Jeff Woodsin mukaan käyttö yleistyy erityisesti siellä, missä ei voida viivakoodia hyödyntää. Jeff Woods korostaakin, että RFID:tä ei tulisi ajatella viivakoodin korvaajana, vaan teknologiat voisivat toimia toisiensa vaihtoehtoina tilannekohtaisesti. Viivakoodi sopii erityisesti tiedon keräämiseen ohjatuissa ja teknisissä ympäristöissä, kuten varastoissa. Tämä tilanne ei tule muuttumaan seuraavaan viiteen - seitsemään vuoteen, sanoo Woods. RFID toisaalta yleistyy mobiileissa ja laajemmin järjestäytymättömissä ympäristöissä, joista käy esimerkkeinä vähittäiskauppa ja sairaalat. (Kemppainen 2006, 3.)

3. VIITEKEHYS JA RAKENNE

3.1 Tavoite/ongelma:



Viitekehyksessä keskellä on työn keskeinen sisältö ja ongelma, jota ympäröi ongelmaan vaikuttavia tekijöitä. Jokaista ympäröivää laatikkoa käsitellään työssä erikseen ja käydään läpi sen vaikutusta työn keskeiseen ongelmaan.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten varaston seurannan tarkkuus vaikuttaa yritykseen ja miten sitä voidaan parantaa.

Tutkimuksen ongelma

- Millä tavoin yrityksen varaston saldojen tarkkuutta voidaan kehittää?

Tutkimuksen osaongelmat

- Mitkä asiat vaikuttavat ongelman syntyyn?

- Miten ongelma voidaan ratkaista?
- Mitä ovat onnistuneiden ratkaisujen tulokset yritykselle?

3.2 Tutkimusmenetelmät

Varsinainen teoriaosuus tutkimukseen saadaan kirjallaisista ja aiempien samankaltaisten tutkimusten vertailulla sekä uusinta tietoa käyttäen internetistä. Logistiikan kirjallisuutta on käsitelty jonkin verran, mutta myös muihin lähteisiin kuten lehtiin, internet-lähteisiin ja aikaisempiin tutkimuksiin on turvauduttu, jotta on saatu hyvä yleiskuva asiasta. Myös yritykset nimeltä Finn-ID Oy ja Informa Oy ovat mukana tutkimuksessa tarjoten tietoa oman alansa tekniikoista ja niiden toimivuudesta.

Työn tutkimusosassa on haettu viisi yleisesti julkaistua esimerkkiä, joiden avulla on kuvattu työssä aikaisemmin käytyjen ongelmien todellista vaikutusta yritykseen lukujen avulla. Lisäksi mukaan on otettu ennen julkaisematon työhön kerätty tieto erään yrityksen varaston saldojen epätarkuudesta. Näin on saatu parempi kuva siitä, kuinka konkreettista hyötyä seurannan kehittämisestä todella on.

3.3 Työn rakenne

Opinnäytetyön teoriaosa on jaettu kahteen erilliseen pääosaan, joissa kussakin käsitellään aihealuetta teoreettisesti. Ensimmäisessä osassa käsitellään yleisesti saldovirheiden ja varastonseurannan tarkkuuden merkitystä yritykselle ja tiedon laadun merkitystä. Toisessa osassa perehdytään nykyisiin erilaisiin tekniikoihin käsitellen niitä lyhyesti ja sitten valiten kaksi tekniikoista lähempään ja syvempään tutkimukseen.

Kun teoria aiheesta on tutkittu, siirrytään esittämään esimerkein asian todellista vaikutusta yritykseen. Tutkimuksessa kolme esimerkkiä viivakoodien ja kaksi esimerkkiä RFID:n käyttöönotosta erilaisissa teollisissa ympäristöissä. Nämä pro-

jektit ovat internetissä julkaistuja tutkimuksia. Tämän jälkeen on laskettu erään RFID-projektin käyttöönottokustannuksia ja verrattu niitä vuosittaisiin laskennallisiin säästöihin virheiden vähentyessä. Vertauksessa on käytetty kahta toisitaan erillistä internetissä julkasitua projektia. Mukaan on otettu myös laskelma erään yrityksen varastoinnin kustannuksista ja varastosaldojen virheiden vaikutuksesta niihin. Edellä mainittu tutkimus ei ole aikaisemmin julkaistu, vaan tiedot on kerätty yrityksen sisältä.

4. TUTKIMUSTULOKSET

Käytännön ratkaisuissa on kolme esimerkkitapausta viivakoodien käyttöönotosta Suomesta ja kaksi RFID-sovellusta, yksi ulkomailta ja yksi Suomesta. Näissä esimerkeissä selviää kuinka erilaisia tiedonkeruujärjestelmiä on otettu käyttöön erilaisissa ympäristöissä ja miten ongelmia on niissä ratkottu.

4.1. Viivakoodi esimerkit

4.1.1 Raaka-ainevaraston tiedonkeruu

Yritys A:lla on noin 1100 erilaista nimikettä, joille tehdään inventaari kerran kuukaudessa. Varaston henkilöstö koostuu kuudesta henkilöstä, joiden päätehtäviä ovat tavarantoimitusten vastaanotto, siirto/palautus tuotannosta sekä inventointi ja varaston siirto-toiminnot. (Finn-id 2005.)

Aikaisemmin tavarat kirjattiin saapuneiksi käsin järjestelmään ja saldot tulivat käyttöjärjestelmän reseptin ja tuotantomäärän perusteella. Tuotannon hävikkiä ei huomioitu saldoissa ja inventointi toteutettiin manuaalisesti. Tuotannon hävikkilaskennan puutteesta johtui, että ostot olivat liikaa kaiken varalta, jol-

loin varastosaldot kasvoivat. FIFO-järjestelmän (first in, first out) puuttuminen merkitsi sitä, että raaka-ainetta meni vanhaksi vuosittain noin 2 milj. mk (n. 333 000 €). (Finn-id 2005.)

Vastauksena näihin ongelmiin otettiin käyttöön tiedonkeruupäätteet, joille ohjelmoitiin päätoiminnoiksi tavaran vastaanotto, siirto/palautus tuotannosta sekä inventointi ja varaston siirto-toiminnot. Kerättävät tiedot purettiin PC:n tiedostoon purkuaseman kautta. Saapuvaan tavaraan liimattiin tarratulostimen tuottama tarra, jossa ilmoitetaan raaka-aineen numero, määrä ja parasta ennen-päivämäärä sekä viivakoodina että selkokielenä. (Finn-id 2005.)

Nyt tuotannolle saatiin eräkohtainen hävikkiprosentti, jota voitiin hyödyntää ostettaessa raaka-ainetta lisäämällä hävikkiprosentti ostettuun määrään. Kun hävikkiprosentti tiedetään, on siihen helpompi varautua ja ostaa raaka-ainetta oikea määrä. Tällöin ylivarautuminen jää pois ja säästöä tulee ostoissa. Tämä osaltaan myös rajoittaa tavaran vanhentumista, kun sitä ei ole ylimääräistä, vaan aina oikea määrä. Myös FIFO-periaate saatiin toimimaan, koska tarroissa lukee päivämäärä, jonka avulla on helppo ottaa vanhin tavara ensimmäisenä käyttöön. Näin voidaan varmistaa, että vanhentunutta tavaraa ei tule käytännössä ollenkaan. Tuotannon seisokit pilaantuneen raaka-aineen takia ovat pudonneet kolmannekseen. Saldot perustuvat nyt todelliseen saldoon, koska raaka-aineen siirtoa tuotantoon pystytään seuraamaan reaaliaikaisesti. (Finn-id 2005.)

Nämä toimenpiteet tuovat toisiaan tukevia kerrannaisvaikutuksia, jonka kokonaisvaikutusta yrityksen tulokseen ja tehokkuuteen on vaikea laskea. Aktuaalisen parannuksen kuitenkin näkee ostojen vähentymisessä ja tuotannon tehostumisessa. (Finn-id 2005.)

4.1.2 Lähettämön tiedonkeruuratkaisu

Yritys B toimii Suomen pakkaavan teollisuuden toimittajana. Tuotteina sillä on aaltopahvilaatikoita, jotka toimitetaan asiakkaalle kuormalavoilla. Toimitukset

tapahtuvat lähes yksinomaan autolla, mutta koska tuotteet ovat hyvin tilaa vieviä, yksi tilaus ei aina mahdu samaan autoon. (Finn-id 2005.)

Tuotteiden toimitusaika on yleensä yksi päivä, jolloin tuotteet ja kuljetukset tilataan edellisenä päivänä. Yhteensä lähettämöissä toimii 10 kpl trukkeja, jotka ovat pienikokoisia tuotteiden keveyden takia. Vuosittain toimitetaan noin 330 000 kpl lavoja ja keskimäärin päivittäin käy noin 65 autoa. (Finn-id 2005.)

Aikaisemmin varastossa työskenteli lähettäjän lisäksi konttoristi, jonka tehtävänä oli tuottaa rahtikirjat. Trukin kuljettajat merkkasivat lastattujen lavojen tiedot, jotka toimitettiin kuormauksen valmistuttua konttoristille, joka puolestaan syötti ne tietojärjestelmään. Trukin kuljettajilla ei ollut käytettävissä muuta tietoa varastossa olevista tuotteista. Toiminta on lisäksi nopeampaa, minkä vuoksi listat olivat joskus ajastaan jäljessä. (Finn-id 2005.)

Ratkaisuksi ongelmiin haettiin pakettia, jossa olisi sopiva varastonhallintaohjelmisto ja tarvittavat laitteet. Tarjouspyyntöjä lähetettiin useille kotimaisille toimittajille, mutta sopivaa ohjelmistoa ei ollut tarjolla. Yritykselle tarjottiin kahdenlaisia ratkaisuja, perinteisiä päätteitä ja Windows-työasemia. Kannettavat käsipäätteet hylättiin niiden pienuuden vuoksi. (Finn-id 2005.)

Ohjelmistoa ei löytynyt valmiina, vaan se päätettiin tehdä itse. Se tehtiin IBM AS/400 toiminnanohjausjärjestelmän päälle, joten se oli merkkipohjainen. Ohjelman suunnitteli loppukäyttäjistä koottu ryhmä, joten siitä saatiin juuri vaatimukseen sopiva ja lisäksi koska se käyttää AS/400-tietokantaa, se on täysin reaaliaikainen. (Finn-id 2005.)

Ohjelman perustoimintoihin kuuluvat:

- Näyttää valintaa varten asiakkaan tietyn tilauksen varastossa olevat lavat.
- Kulloinkin kuormattava lava valitaan ruudulla olevista vaihtoehdoista.
- Samanaikaisesti voidaan lastata useaa eri autoa.

- Ohjelma tekee samalla.
 - Varastosta poistot.
 - Kirjaa lähetettävät lavat lähetysilmoitusta ja laskutusta varten.
 - Laskee kuorman rahtikustannukset.
 - Päivittää lavasaldoa.
 - Tulostaa kuorman tultua valmiiksi kuljettajalle rahtikirjan.
 - Lähettää tarvittaessa tiedot asiakkaalle vastaanottoa varten.

- Trukin kuljettajalla on käytössään myös muita näyttöjä:
 - Yksittäisen tilauksen tila.
 - Tuotteen perustiedot.
 - Asiakkaan tilauskanta.
 - Tiedot pakatusta tuotannosta.
 - Tiedot varastosaldoista ja varastopaikoista sekä niiden päivitys.

(Finn-id 2005.)

Lavoissa on tunnistukseen sisäiset ja asiakkaan viivakoodit, jotka ovat lavaetiketeissä. Viivakoodin luku muovikäreen sisältä on kuitenkin epävarmaa ja iso etiketti on vaikea kiinnittää epätasaiselle pinnalle kalvon ulkopuolelle. RFID-tarra olisi yrityksen sisäisesti hyvä ratkaisu, mutta koko ketjun osalta vaikea, koska asiakaskunta on heterogeenistä eikä yhteistä standardia ole. Näistä edellä mainituista syistä lavan tunnistaa trukin kuljettaja, joka valitsee ruudulta kursorilla oikean varastossa olevan lavan. (Finn-id 2005.)

Projektin menestystekijöihin kuuluu:

- Selkeä projektiryhmä jossa loppukäyttäjä vahvasti mukana.
- Mahdollisuus käyttää riittävästi aikaa projektiin.
- Mahdollisuus muokata ohjelmisto prosesseja vastaavaksi.
- Hyvä etukäteissuunnittelu.
- Muutoshalukkuus.
- Riittävä käyttäjäkoulutus.

(Finn-id 2005).

Järjestelmä toimii teknisesti hyvin, virheet ovat vähentyneet ja toiminta muutenkin parantunut, esimerkiksi FIFO-periaate toimii paremmin. Järjestelmän tuomia muita etuja ovat muunmuassa tehokkuuden lisääntyminen lähettämössä reaaliaikaisen tiedon ollessa saatavilla, työvoimatarpeen vähentyminen tehokkuuden lisääntyneenä ja virheiden vähennyneenä korjaavien lähetysten vähentynyt määrä ja näin ollen kustannussäästö. (Finn-id 2005.)

4.1.3 Varastostaoton ratkaisu viivakoodilla

Yritys C:llä on käytössä SAP R/3-toiminnanohjausjärjestelmä, jolla on noin 4000 käyttäjää. Eri toimipisteissä on ollut käytössä erilaisia materiaalihallintosovelluksia yhteensä 10 sekä myös erillisiä viivakoodiratkaisuja. Lähes kaikki ovat olleet erillisasennuksia noin 85 toimipisteessä. Erillisiä viivakoodisovelluksia oli 13, kuuteen eri tietojärjestelmään. Toimintoja näissä olivat materiaalin lähettäminen, vastaanottaminen, lainaaminen, inventointi sekä keräily. (Pyrrö, J. 2005.)

Viivakoodiprojektin tehtävänä oli tuottaa viivakooditoiminnallisuus SAP-järjestelmään ja pilotoida sen toiminnallisuus. Projektin aikana tuli esiin myös RFID mahdollisuus, ja päätettiin selvittää osana kattavaa tiedonkeruuratkaisua WLAN-tekniikan soveltuvuus. Etuna nähtiin muun muassa erillisovelluksien

tarpeettomuus, toiminta suoraan tuotantoympäristössä ja päivitysten helppous. RFID-ratkaisusta jouduttiin kuitenkin luopumaan loppukäyttäjien toiveista huolimatta tietoturvateknisistä syistä, myöskään projektin resurssit eivät mahdollistaneet tietoturvan asettamien vaatimusten ratkaisemista. (Pyrrö, J. 2005.)

Projektissa määriteltiin ja tuotettiin tarvittavat ohjelmistot käsitietokoneille ja SAP järjestelmään, jossa toteutettuja toimintoja ovat lainaus, lainan palautus ja materiaalin varastostaotto kustannuspaikalle. SAP R/3:sen viivakooditoiminnallisuuden rajallisuuden ja muutamien erityistarpeiden vuoksi jouduttiin turvautumaan erillisiin lataus- ja purkusovelluksiin. (Pyrrö, J. 2005.)

Projektin käyttöönoton suunnitelma:

- Määritellään toteutuksen tavoitteet, laajuus, käytettävät teknologiat, tarvetulostustarpeet yms.
- Tehdään määritellyt laite- ja ohjelmistohankinnat.
- Konfiguroidaan järjestelmä.
- Asennetaan laitteet ja verkot.
- Testataan järjestelmäasennus.
- Loppukäyttäjien koulutus.
- Käyttöönotto.
- Käyttöönoton jälkihoito.
- Käytön valvonta ja tuki.

(Pyrrö, J. 2005.)

Projektissa päätettiin ottaa käyttöön muistiin keräävät tiedonkeräyspäätteet. Uuden järjestelmän käyttöönoton jälkeen esimerkiksi lainaus toimii siten, että asiakas ilmoittaa tarpeensa ja tämän jälkeen esittää henkilökorttinsa. Varastomies kirjautuu päätteelle ja lukee asiakkaan henkilötunnuksen tiedonkeruupäätteellä. Tämän

jälkeen varastomies kerää halutut tuotteet lukemalla niiden viivakoodit hyllytar-
rasta ja syöttää määrät. Lopuksi hän purkaa tiedot telakointiasemassa työasemalle
ja kirjautuu ulos koneelta. Varastomies hyväksyy tapahtuman ja asiakas allekir-
joittaa tulostuneen lainakuitin jonka varastomies arkistoi. Tällä tavalla kerätty
tieto on aina samanlaista ja tulkinnanvaraisuus häviää, kun käsin kirjoitetut laput
jäävät pois. (Pyrrö, J. 2005.)

Projektista on ollut selkeää hyötyä, muun muassa varaston asiakaspalvelu on no-
peutunut, kun neljän transaktion sijasta tarvitaan enää yksi. Varastosaldot ovat
aina ajan tasalla, keskeneräisiä tapahtumia ei jää enää roikkumaan Tositteet ovat
selkeitä, kun ne eivät ole enää käsinkirjoitettuna ja keräilijällä ei tarvitse olla SAP
käyttöoikeuksia ja virhemarginaali pienenee. (Pyrrö, J. 2005.)

Muita projektista saatuja hyötyjä ovat esimerkiksi; lainan käsittely on helpottunut,
varaston kirjaustoimintatavat selkiytyvät käyttöönotetun toiminnallisuuden osalta,
tuotteiden tunnistettavuus paranee, hyllytarrat yhdenmukaistavat tuotteiden tun-
nistamisen varastoissa, sovelluksia on helppo oppia käyttämään. Vanhoista viiva-
koodi-projekteista tulleita lukijoita ja tulostimia voitiin hyödyntää myös tässä pro-
jektissa. (Pyrrö, J. 2005.)

Varsinaisia haittoja ei ole vielä tunnistettu, mutta;

- Toimintatapojen tarkentaminen aiheuttaa alussa työtä.
- Vilkastuneen toiminnan valvominen vaatii lisää valvontatyötä.
- Käyttöönotto vaatii investointeja ja koulutusta.
- Varastojen tarroitus vaativat mittavan alkupanostuksen.
- Hätäisesti tai muutoin väärin tehdyt määritykset voivat johtaa hukkainves-
tointeihin.

(Pyrrö, J. 2005.)

Toteutettu projekti avaa mahdollisuuksia viivakoodien laajempaan hyödyntämiseen toiminnanohjausjärjestelmässä. Jo yksistään materiaalihallinnossa on olemassa useita kehitystarpeita, kuten materiaalin vastaanotto ja lähettäminen, inventoinnit ja materiaalin merkitseminen. (Pyrrö, J. 2005.)

Projektista opittiin se, että aloittaessa kannattaa istahtaa hetkeksi ja miettiä mitä ollaan tekemässä. Kannattaa varmistaa rajallisten resurssien oikea kohdistus ja katkoa siivet liian lennokkailta ajatuksilta. Pohjaksi määrittelytyölle tarvitaan toimintatapa-mallit siitä, mitä viivakoodilla halutaan tukea. Sillä usein saatetaan itsekään yllättyä siitä, miten organisaatiossa toimitaan. (Pyrrö, J. 2005.)

4.2 RFID esimerkit

4.2.1 RFID lääketeollisuudessa

Yritys D toimii lääketeollisuudessa Yhdysvalloissa, jossa sillä on noin 10 prosentin markkinaosuus kaikista lääkemääräyksistä Yhdysvalloissa. Noin 70 prosenttia sen myynneistä tulee lääkärin määräämistä lääkkeistä ja loput vapaasti myytävistä lääkkeistä. Yksi suuri syy miksi yritys halusi kehittää RFID järjestelmää, oli sen luomat mahdollisuudet ja aiemmin viivakoodijärjestelmän kehittämisen kanssa tulleet ongelmat, jotka pakottivat yrityksen luomaan oman standardin viivakoodeille sen sijaan että se olisi ottanut yleisesti käytössä olleen UPC -standardin. Nyt yritys halusi päästä samaan RFID:n EPC -standardiin mukaan. (Garfinkel, S. 2006, 201.)

Ongelmana lääkemyynissä on esimerkiksi se, että lääkkeet ovat varsin arvokkaita tuotteita ja niiden myynti saattaa vaihdella jonkin verran paikkakunnittain. Niissä on myös parasta ennen-päivämäärät, jotka aiheuttavat tuotteiden menemistä myyntikelvottomiksi, koska tuotteet voivat olla hyllyssä useita vuosiakin. Myös väärennetyt lääkkeet tuottavat ongelmia lääketeollisuudelle. (Garfinkel, S. 2006, 203.)

Testivaiheiden jälkeen yrityksessä otettiin käyttöön RFID-tunnisteet tuotteille tunnistamaan tuotteen ketjun jokaisessa vaiheessa. Lääkkeiden tullessa tuotannosta ne pakattiin omiin pulloihinsa ja pantiin omille lavoilleen. Jokaiseen pulloon liitettiin RFID-tunniste, jolloin käytännössä jokaisella lääkepullolla oli oma tunniste, josta voitiin seurata sen liikkeitä aina loppuasiakkaalle asti. Kun lavoille lastatut pullot lähtevät tehtaalta, RFID tunnistaa ne ja luo lähetteen sisältäen kaikki tarkat tiedot lähtevistä tuotteista. Tämä lähete tulostuu automaattisesti yrityksen jakelukeskukseen, jossa tavaran oikeellisuus voidaan tarkastaa sen saapuessa RFID:n tehdessä vastaavanlaisen tunnistuksen ja vertailun lähetteeseen. Näin saadaan helposti täsmällinen tieto siitä onko tavara sitä mitä on sovittu ja onko määrä oikea. Sama prosessi toistuu lähetettäessä jakelukeskuksesta tuotteet vähittäismyyjille. Prosessi toistuu myös takaisin vähittäismyyjiltä jakelukeskukseen ja lopulta tehtaalle. Koska vähittäiskauppaan tulevat pullot sisältävät noin 100 pilleriä, ne jaetaan pienempiin yksiköihin. Näin RFID:n sisältämät pullot tulevat takaisin tuottajalla ja koko tuotteen elinkaari pystytään seuraamaan RFID:llä. (Garfinkel, S. 2006, 204.)

Tämän järjestelmän käyttöönotto on mahdollistanut monia parannuksia yrityksen toimintaan. Nyt on esimerkiksi mahdollista seurata tuotteiden parasta ennen-päivämääriä reaaliaikaisesti ja yhdistää tieto eri vähittäismyyjien menekin seurantaan. Näin yritys voi toimittaa lähempänä parasta ennen-päivämäärää olevia tuotteita sellaisiin pisteisiin, jossa ne todennäköisimmin menevät loppuasiakkaalle nopeimmin. Tämä vähentää tuotteiden käyttöiän takia tulleita tappioita huomattavasti. Suuri ongelma lääketeollisuudessa on myös väärennetyt lääkkeet, joita tulee markkinoille. RFID-järjestelmän avulla voidaan tunnistaa tuote myös jos sama koodi useassa paikassa samaan aikaan. Mahdolliset väärennökset tulevat tässä vaiheessa ilmi. (Garfinkel, S. 2006, 204-205.)

Järjestelmä mahdollistaa reaaliaikaisen saldoseurannan kaikissa yksiköissä, mikä helpottaa tuotannon jaksottamista menekin mukaan (Garfinkel S. 2006, 205.)

Yrityksessä on RFID:n käyttöönoton yhteydessä suunniteltu myös kuljetuksen aikaista seurantaa laittamalla RFID-tunnistus jokaiseen autoon. Tällöin tiedettä-

siin tuotteiden liikkeet myös kuljetuksen aikana. Tämä on kuitenkin toistaiseksi osoittautunut liian kalliiksi toteuttaa käytännössä. (Garfinkel, S. 2006, 205.)

4.2.2 RFID-lavojen seuranta

Yritys E on Suomen johtava kuormalavojen valmistaja. Tehtaita sillä on Muurlas- ja Oulussa. Yritys valmistaa standardi-lavoja sekä asiakkaan toiveiden mukaisesti valmistettuja kuormalavoja. (Virkkunen, A. 2005.)

Yritys E päätti lähteä kehittämään RFID:llä seurattavia lavoja. Lava on muuten normaali standardi-mittainen puulava, mutta siihen on asennettu sisäänrakennettu RFID-tunniste. (Virkkunen, A. 2005.)

RFID-tunniste mahdollistaa Yritys E:lle asiakkaille esimerkiksi;

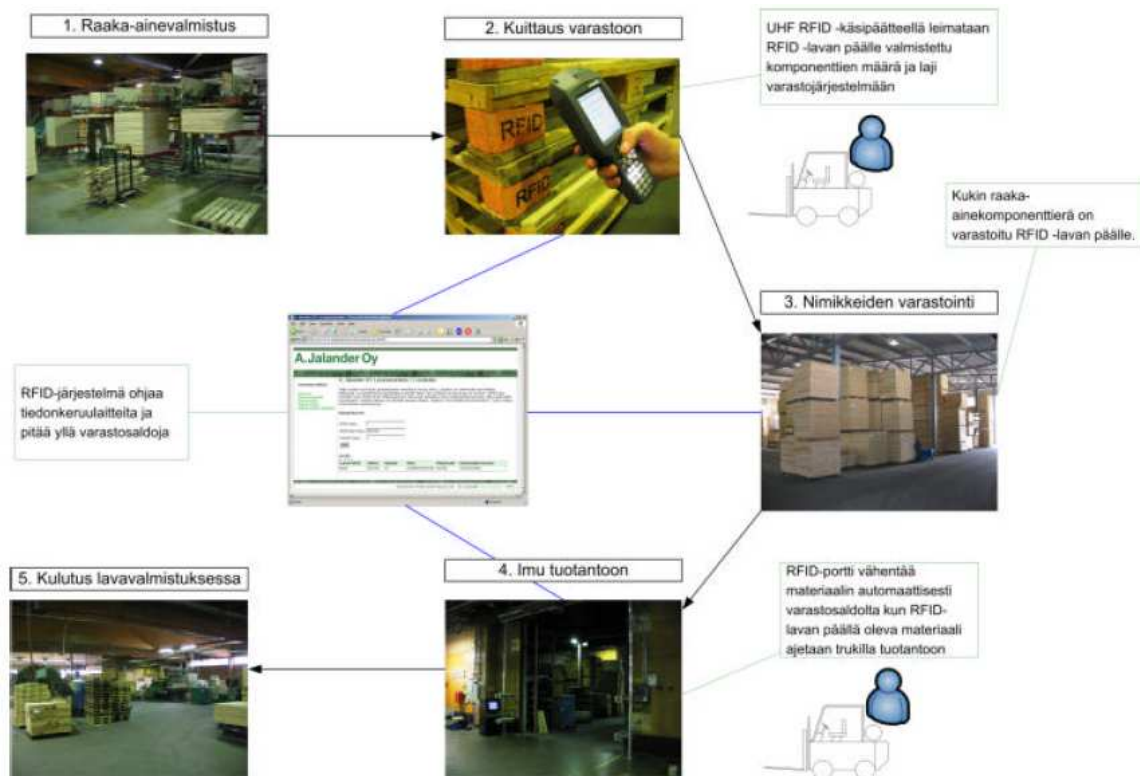
- Kuormalavojen automaattisen tunnistamisen tuotannon ja kuljetusten eri osissa.
- Kuormatietojen yhdistämisen lavan RFID-tunnisteeseen.
- reaaliaikaisen logistiikkaprosessien seurannan.
- Vähentyneen manuaalisen työn ja virheiden määrään.
- Toimitusvarmuuden parantumisen häiriöiden vähentymisen johdosta.

(Virkkunen, A. 2005.)

Yritys E on kohdistanut RFID-lavat erityisesti asiakkaille, joilla on prosessien sisäisesti ja toimittajien kanssa kiertäviä lavoja. Tästä esimerkkinä ovat elektronikka teollisuuden räätälöidyt raaka-ainelavat. Hyötyjä tästä olisi toimitusketjun reaaliaikainen seuranta. Suuremman volyymin ja asiakaskunnan tuotteeksi RFID-lavoista ei vielä ole, koska käytännöt kuormalavojen käytön suhteen ovat hyvin vaihtelevia ja silloin mahdolliset hyödyt jäävät helposti saavuttamatta. (Virkkunen, A. 2005.)

Pilottina Yritys E toteutti oman tuotantonsa hallintaan soveltuvan RFID-seurantajärjestelmän. Jalanderilla on varastoissaan satoja komponentteja, joiden saldoa seurataan ja jotka ovat kuormalavojen päällä. Nyt normaali-lavat korvattiin RFID-lavoilla, jolloin saatiin reaaliaikainen tieto siitä, kuinka paljon mitään komponenttia varastossa on. (Virkkunen, A. 2005.)

Yritys E:n varastojärjestelmä koostuu kolmesta eri osasta; palvelimesta, automaattisesta RFID-postista ja RFID-käsiopasteista. Järjestelmä toimii siten, että käsiopasteilla kuitataan komponenttien määrä järjestelmään. Kun komponentit menevät tuotantoon RFID-porttien läpi järjestelmästä vähennetään komponentit. Kuviossa 6 on kuvaus prosessista. (Virkkunen, A. 2005.)



Kuvio 6. Yritys E:n komponenttien seuranta RFID:tä hyväksikäyttäen. (Virkkunen, A. 2005.)

Yritys E testasi ja otti järjestelmän käyttöönsä omassa tuotannossaan ja on todennut sen toimivaksi. Lavojen RFID-tunniste on standardisoitu niin, että se sopii yleisimpiin tuotanto-olosuhteisiin. RFID on luettavissa kolmen metrin etäisyydel-

tä, jolloin se sopii useimmiten käytettävien ovien ja porttien läpiluettavaksi. (Virkkunen, A. 2005.)

4.3 Esimerkki saldovirheiden merkityksestä yrityksen tulokseen

Yritys F on Suomessa toimiva teollisuudelle komponentteja toimittava yritys. Yritys F ostaa raaka-aineita Keski-Euroopasta, ja niiden toimitusajat ovat kohtalaisen pitkät. Toisaalta taas omien tuotteiden toimitusajat ovat lyhyet. Tämä käytännössä pakottaa yrityksen pitämään raaka-ainetta varastossa isompia määriä. Koska minimi tilauserät ovat toimittajalla suuret, se joutuu tilaamaan isoissa erissä. (Foxconn Oy sisäinen data 2005.)

Yritys F:llä on raaka-ainevarastossaan kymmeniä eri nimikkeitä, joita kutakin käytettiin yhden tai useamman eri tuotteen valmistukseen. Tuotteen menekistä riippuen raaka-ainetta täytyy olla varastossa valmiina tuotantoon koko ajan vaihteleva määrä. Ostajan täytyy siis varautua viikoittain muuttuviin menekin muutoksiin tilaamalla lisää tuotetta hyvissä ajoin, sillä raaka-aineiden toimitusajat ovat pitkiä verrattuna yrityksen tuotteen toimitusaikaan. (Foxconn Oy sisäinen data 2005.)

Raaka-aineet inventoidaan joka kuukausi käsin laskemalla, jolloin saadaan oikea tieto varastosaldoista. Tällöin kuitenkin käy ilmi poikkeamia tietojärjestelmän tiedoissa ja aktuaalisen oikean saldon välillä. Ostaja on kuitenkin pakko tilata raaka-aine tietojärjestelmän tietojen perusteella. (Foxconn Oy sisäinen data 2005.)

Kuten alla olevista taulukosta 2 näkyy, raaka-ainetta ”hukkuu” jokaisen inventaation aikana vaihtelevia määriä, kolmen kuukauden otoksessa keskimäärin 35 %. Itse asiassa raaka-aineet voivat myös lisääntyä, mikä tietysti tarkoittaa että raaka-aine on edellisessä inventaariossa jäänyt inventoimatta. Tämä tietysti kertoo myös yritys F:lla olevan ongelmia tavaran löytämisessä varastosta. Kuitenkin seuraamus tästä on se, että ostaja joutuu varautumaan hävikkeihin välttääkseen tuotannon seisahtumisen ostamalla suurempia määriä raaka-ainetta varastoon. Tästä seuraa

varaston arvon kasvu ja suurempi varaston tilan tarve sekä kiertonopeuden laske-
minen. (Foxconn Oy sisäinen data 2005.)

Taulukko 2. Yritys F:n raaka-aineiden hävikki kolmen kuukauden ajalta. (Foxconn Oy sisäi-
nen data 2005.)

Inventaarihävikki kk 01

| Raaka- aine | Saldo ennen | Saldo € | Saldo jälkeen | Saldo € | Erotus kg | Kg hintaa | Yht. € | Hävikki % |
|----------------|----------------|------------|------------------|------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| A | 2 482,00 | 9 307,50 | 1 495,00 | 5 606,25 | 987,00 | 3,75 | 3 701,25 | 39,77 % |
| B | 2 925,00 | 11 524,50 | 2 162,00 | 8 518,28 | 763,00 | 3,94 | 3 006,22 | 26,09 % |
| C | 1 860,00 | 8 258,40 | 825,00 | 3 663,00 | 1 035,00 | 4,44 | 4 595,40 | 55,65 % |
| D | 4 025,00 | 17 871,00 | 3 226,00 | 14 323,44 | 799,00 | 4,44 | 3 547,56 | 19,85 % |
| E | 1 553,00 | 6 165,41 | 1 129,00 | 4 482,13 | 424,00 | 3,97 | 1 683,28 | 27,30 % |
| F | 5 500,00 | 22 055,00 | 4 569,00 | 18 321,69 | 931,00 | 4,01 | 3 733,31 | 16,93 % |
| G | 934,00 | 4 856,80 | 269,00 | 1 398,80 | 665,00 | 5,20 | 3 458,00 | 71,20 % |
| H | 1 395,00 | 6 193,80 | 1 305,00 | 5 794,20 | 90,00 | 4,44 | 399,60 | 6,45 % |
| I | 1 220,00 | 2 318,00 | 2 025,00 | 3 847,50 | 805,00 | 1,90 | 1 529,50 | 65,98 % |
| J | 475,00 | 4 588,50 | 467,00 | 4 511,22 | 8,00 | 9,66 | 77,28 | 1,68 % |
| | 22 369,00 | 93 138,91 | 17 472,00 | 70 466,51 | 4 897,00 | 4,58 | 22 672,40 | 33,09 % |

Inventaarihävikki kk 02

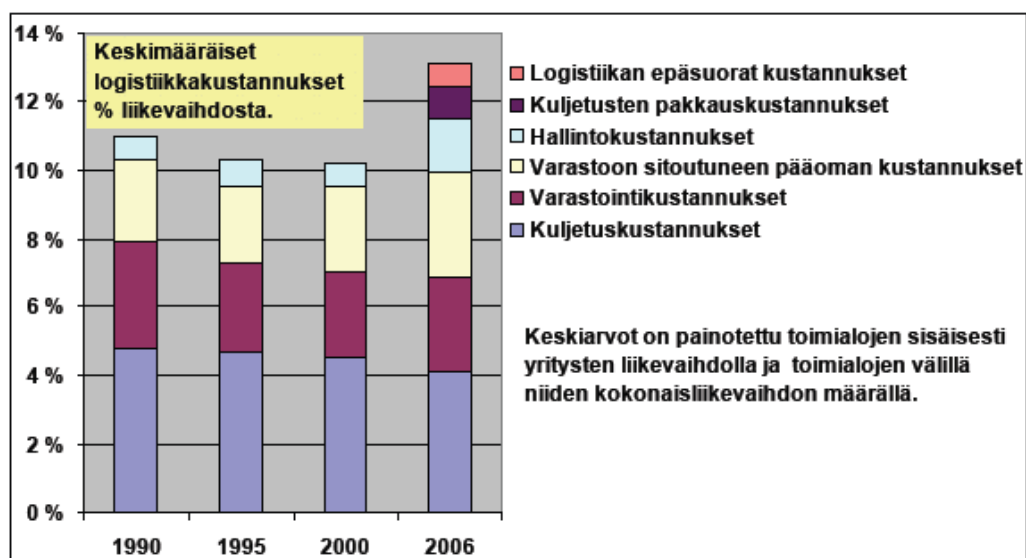
| Raaka- aine | Saldo ennen | Saldo € | Saldo jälkeen | Saldo € | Erotus kg | Kg hintaa | Yht. € | Hävikki % |
|----------------|----------------|------------|------------------|------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| A | 2 267,00 | 8 501,25 | 2 228,00 | 8 355,00 | 39,00 | 3,75 | 146,25 | 1,72 % |
| B | 1 083,00 | 4 267,02 | 1 135,00 | 4 471,90 | 52,00 | 3,94 | 204,88 | 4,80 % |
| C | 173,00 | 768,12 | 173,00 | 768,12 | 0,00 | 4,44 | 0,00 | 0,00 % |
| D | 1 600,00 | 7 104,00 | 1 075,00 | 4 773,00 | 525,00 | 4,44 | 2 331,00 | 32,81 % |
| E | 850,00 | 3 374,50 | 207,00 | 821,79 | 643,00 | 3,97 | 2 552,71 | 75,65 % |
| F | 3 650,00 | 14 636,50 | 4 250,00 | 17 042,50 | 600,00 | 4,01 | 2 406,00 | 16,44 % |
| G | 167,00 | 868,40 | 150,00 | 780,00 | 17,00 | 5,20 | 88,40 | 10,18 % |
| H | 1 920,00 | 8 524,80 | 1 640,00 | 7 281,60 | 280,00 | 4,44 | 1 243,20 | 14,58 % |
| I | 0,00 | 0,00 | 1 915,00 | 3 638,50 | 1 915,00 | 1,90 | 3 638,50 | 100,00 % |
| J | 372,00 | 3 593,52 | 435,00 | 4 202,10 | 63,00 | 9,66 | 608,58 | 16,94 % |
| | 12 082,00 | 51 638,11 | 13 208,00 | 52 134,51 | 1 126,00 | 4,58 | 496,40 | 27,31 % |

Inventaarihävikki kk 03

| Raaka- aine | Saldo ennen | Saldo € | Saldo jälkeen | Saldo € | Erotus kg | Kg hintaa | Yht. € | Hävikki % |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|
| A | 2 394,00 | 8 977,50 | 2 700,00 | 10 125,00 | 306,00 | 3,75 | 1 147,50 | 12,78 % |
| B | 3 810,00 | 15 011,40 | 3 957,00 | 15 590,58 | 147,00 | 3,94 | 579,18 | 3,86 % |
| C | 59,00 | 261,96 | 0,00 | 0,00 | 59,00 | 4,44 | 261,96 | 100,00 % |
| D | 1 895,00 | 8 413,80 | 1 539,00 | 6 833,16 | 356,00 | 4,44 | 1 580,64 | 18,79 % |
| E | 1 277,00 | 5 069,69 | 2 176,00 | 8 638,72 | 899,00 | 3,97 | 3 569,03 | 70,40 % |
| F | 4 500,00 | 18 045,00 | 4 500,00 | 18 045,00 | 0,00 | 4,01 | 0,00 | 0,00 % |
| G | 64,00 | 332,80 | 50,00 | 260,00 | 14,00 | 5,20 | 72,80 | 21,88 % |
| H | 1 867,00 | 8 289,48 | 1 564,00 | 6 944,16 | 303,00 | 4,44 | 1 345,32 | 16,23 % |
| I | 950,00 | 1 805,00 | 0,00 | 0,00 | 950,00 | 1,90 | 1 805,00 | 100,00 % |
| J | 201,00 | 1 941,66 | 38,00 | 367,08 | 163,00 | 9,66 | 1 574,58 | 81,09 % |
| | 17 017,00 | 68 148,29 | 16 524,00 | 66 803,70 | 493,00 | 4,58 | 1 344,59 | 42,50 % |

Hävikki % keskimäärin 34,30 %

Jos varaston taso vaihtelee keskimäärin 35 %, ostaja joutuu ostamaan ainakin saman verran enemmän raaka-ainetta. Kuten kuvio 7 osoittaa, varastointiin sitoutuu suomalaisilla mikroyrityksillä noin 4 % ja suurilla yrityksillä hieman tätä vähemmän. Varaston arvo on siis merkittävä osa yrityksen liikevaihdosta. (Logistiikka-tutkimus 2006.)



Kuvio 7. Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset 1990-2006 logistiikkaselvityksen mukaan. (Logistiikkatutkimus 2006.)

Jos otetaan esimerkki, jossa yrityksen G liikevaihto on 10 000 000 €, on tällöin varaston arvo noin 400 000 € (Esimerkissä otettu varaston arvoksi 4 % liikevaihdosta). Jos varastoa joudutaan kasvattamaan taulukoiden hävikin mukaisesti noin 35 % (yleistetään sama hävikki koko varastolle), on varaston arvo ($400\,000 * 1,35 \Rightarrow 540\,000$ €). Varaston arvo on siis kasvanut 400 000 eurosta 540 000 euroon. Näin siis kulut ovat kasvaneet 140 000 euroa vuodessa vain sen takia, että ei tiedetä tarkalleen, mitä varastossa on.

Ylimääräiselle kululle voidaan laskea myös korko, jotta nähtäisiin paremmin mitä yritys menettää sijoittaessaan rahat varastoon joka ei tuota mitään lisäarvoa. Yleisesti käytetään 8 tai 10 % korkoa laskettaessa yrityksen sisäisesti. Jos lasketaan 140 000 € korolla 10 %, tulee summaksi 154 000 € ($140\,000 * 1,1 = 154\,000$ €).

On myös muistettava välillisten kustannusten kasvu, joka voi olla portaittain kasvavana kustannuksena suurempi kuin 35 %. Tällaisia kuluja voivat olla varastotilan tarve, henkilöstö tarve, suurempi määrä pilaantunutta tai vanhentunutta tavaraa tai huonontunut tehokkuus lisääntyneen varastotilan käytön vuoksi. Nämä välilliset kustannukset ovat toisiaan kasvattavia, mutta ne voivat jäädä huomiotta laskettaessa vain varaston arvon kasvua.

Lisäksi voidaan todeta, että väärä ja epätarkka tieto vaikeuttaa tehokkuuden toteuttamista yrityksessä ja koko tuotantoketjussa. Edellä nähtyillä argumenteilla on varsin helppo saada yrityksen johto ymmärtämään, että varastosaldojen paikansäilytyksellä on erittäin tärkeää koko yritykselle.

4.4 Esimerkki tiedonkeruujärjestelmän takaisinmaksuajasta

Joskus investoinneista koituvat hyödyt ovat vaikeasti rahassa mitattavia. Esimerkiksi on vaikeaa määrittellä hintaa työntekijän työmotivaation kasvulle. Ainakaan etukäteen on vaikeaa määrittellä edut, jotka tulevat kun työntekijän työmotivaatio ja into tehdä työtä kasvaa. Säästyneitä työtunteja voi laskea, mutta parantuneesta työilmapiiristä ja uusista ideoista on monia hyötyjä yritykselle. Nämä muutokset näkyvät kuitenkin vasta pidemmän ajanjakson jälkeen. Kuitenkin jo yhden työn-

tekijän työpanoksen vähentyminen on merkittävä tekijä yrityksen varaston ja logistiikan kustannuksia laskettaessa. (Salminen 2001.)

Järjestelmän kustannuksia ja takaisinmaksuaikaa voidaan kuitenkin ennakoida laskemalla keräilyvirheistä aiheutuvat kuukausittaiset kustannukset. Eräs tiedonkeruujärjestelmän hankkinut yritys laski keräilyvirheen kertakustannukseksi n. 95 €. Tämä summa koostui mm. laskun käsittelyrutiinista; hyvityslaskusta/uudesta laskusta (25 €), palautuksen rahdista (30 €), varaston töistä palautuksessa (20 €) sekä myynnin reklamaation kirjauksesta järjestelmään (20 €). Keskimäärin tässä yrityksessä oli virheitä ennen tiedonkeruujärjestelmän hankkimista noin 16–23 kappaletta kuukaudessa. Toisin sanoen, pelkästään inhimillisistä keräilyvirheistä johtuvia kustannuksia oli kuukaudessa noin 1520–2185 €/kk. Kun varaston tiedonkeruujärjestelmän käyttöönoton jälkeen virheet tippuivat alle kymmeneen, säästöä kuukaudessa tuli noin 1100 € ja vuodessa 13200 €. (Salminen 2001.)

Kun muistetaan luvussa 2.3.2 lasketussa RFID-järjestelmän kustannuslaskennassa, tällaisen järjestelmän käyttöönotto tuli maksamaan n. 52 000 €. Kun oletetuista säästöistä lasketaan pois vuosittaiset käyttökustannukset (RFID-tarrojen kustannus, joka riippuu yrityksen volyymista ja tavarantoiminnan laadusta), saadaan laskettua tällaisen järjestelmän takaisinmaksuaika. Jos kuitenkin jätetään käyttökustannukset pois laskuista, järjestelmä maksaa itsensä takaisin noin neljässä vuodessa puhuttaessa vain keräilyvirheistä aiheutuneista kustannuksista. Kun ajatellaan RFID-projektin kustannusta Yritys A:n tilanteessa, maksaisi se itsensä takaisin noin puolessa vuodessa. Tietysti on muistettava, että jokaisessa tapauksessa kustannukset ja saadut hyödyt ovat yksilöllisiä eikä niitä voi yleistää. Varmaa kuitenkin on, että oikein toteutettuna RFID tai viivakoodit säästävät paljon rahaa.

4.5 Yhteenveto

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa käy selkeästi ilmi, että jokaisesta kehitysohjelmasta yritys on saanut selkeää parannusta toimintoihin ja apua hakemaansa ongelmaan.

Taulukko 3. Yhteenveto esimerkerkkiprojekteista ja niiden hyödyistä

| | Ongelma | Ratkaisu | Tulokset |
|----------|---|--|--|
| Yritys A | Käsinkirjaus saldoihiin, sen jälkeen ei seurantaa Hävikkiä ei huomioitu, Osto ylivarautuu Tavaraa menee vanhaksi | Tiedonkeruupäätteet, joilla kirjataan tavaran liike myös sen mennessä tuotantoon | Tavaran seuranta parani Eräkohtaiset hävikkiprosentit Tavaran vanhentuminen väheni |
| Yritys B | Trukit kirjoittavat rahtikirjat käsin, ne kirjataan järjestelmään myöhässä Saldot eivät ole ajantasalla | Trukkipäätelaitteet, joissa yhteys pääjärjestelmään Trukit voivat itse kirjata tavaran ulos sitä lastatessa | Saldot eivät ole enää myöhässä Saldovirheet vähenivät kun rahtikirjoja ei enää huku Trukkien toiminta nopeutui |
| Yritys C | Tietojen kirjaamisen virheet | Viivakoodilaitteet tavaran kuittaukseseen | Tavaran kuittauksessa ilmenneet virheet hävisivät Toiminta tehostui |
| Yritys D | Tuotteiden seuraaminen tuotantoketjun eri vaiheissa Piratismi Vanhentuneet tuotteet | RFID tunnisteet jokaiseen tuotteeseen | Täydellinen seuranta ketjun joka vaiheessa Piratismiin mahdollisuus pieneni Vanhentuneiden tuotteiden määrä väheni |
| Yritys E | Kehitysprojekti | RFID-lavat otettiin käyttöön tuotantotiloissa | Saatiin reaaliaikainen seuranta koko tuotannolle ja varastolle |

Edellä nähdyssä laskelmassa oli kuitenkin laskettu vain keskimääräisen virheen hinta. Tiedonkeruujärjestelmä tuo mukanaan myös muita parannuksia ja säästöjä, kuten esimerkiksi inventoinnin nopeutuminen, ostotoimintojen ja keruun nopeutuminen, tietojärjestelmän oikean tiedon ja sitä kautta parantuneen asiakaspalvelun sekä nopeutuneen varastonkierron ja sitä kautta pienemmän pääoman sitoutumisen varastoon. Varaston tiedonkeruujärjestelmä voi siis maksaa itsensä hyvinkin nopeasti takaisin. (Finn-id 2005.)

Jos tarkentunut saldoseuranta ja tiedon laadun parantuminen antavat työkalut esimerkiksi tuotannon uudelleen järjestämiseen ja välivarastojen osittain pois jättämiseen, voidaan arvioida varastoon sitoutunutta pääomaa säästyneen jopa 50 %, joka on Suomessa mikroyrityksillä n. 4 % liikevaihdosta (Logistiikkaselvitys 2006). Tällöin puhutaan jo merkittävästä osasta yrityksen liikevaihtoa ja näin ollen yritysjohtajien on vaikea jättää asia huomiotta. Tällaiset säästöt ja kehitykset ajavat yrityksen kehittämisen kierteseen, jossa edellinen kehitys mahdollistaa

seuraavan. Voidaan siis sanoa, että pieneltäkin tuntuva kehitys esimerkiksi varaston seurannassa voi vaikuttaa ratkaisevasti koko yritykseen ja sen tulevaisuuteen.

5. PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön alkuosassa läpikäyty osio, jossa puhutaan tiedon laadusta ja sen tärkeydestä yrityksen toiminnalle näyttää tiedon laadun ja yrityksen tuloksen välisen korrelaatio-suhteen. Tulevaisuudessa tämä on vielä ilmeisempi, kun siirrytään enenevässä määrin tietopainotteiseen yhteiskuntaan ja business- maailmaan. Tällöin oikealla tiedolla oikeassa paikassa oikeaan aikaan on kriittinen merkitys yrityksen menestykselle, varsinkin kun muistetaan että globaalissa kilpailussa yritysten marginaalit pienenevät ja uusien kilpailuetujen löytäminen vaikeutuu jatkuvasti. Tällöin ei ole enää varaa minkäänlaisiin viivytyksiin oman yrityksen sisällä eikä koko toimitusketjussa. Tiedolla on siis suuri merkitys yrityksen menestykselle. Saldojen paikkansapitävyys on ensimmäinen edellytys yritykselle siirtyä monimutkaisempiin järjestelmiin jakaa tietoa. Jos tämä ei ole kunnossa, kaiken muun työn merkitys häviää.

Teoriaosassa käydään läpi teoriassa saldovirheisiin ja niihin liittyviä asioita sekä mitä niistä tiedetään tällä hetkellä. Työn alkuosassa käydään läpi tiedon laatua ja sen merkitystä yleisesti yrityksen kilpailukykyyn. Tärkeät asiat tässä ovat yrityskohtaisen tietojärjestelmän, varastomallin ja tiedon keräämisen suunnittelu. Tässä asiassa ei ole yhtä totuutta, vaan jokainen yritys on oma maailmansa ja jokaiseen tapaukseen on räätälöitävä juuri sille sopiva malli toimia. Tärkeintä kuitenkin on, että malli toimii resursseja säästäen, tehokkaasti ja varmasti. Tiedon laatu on perusasia yrityksen menestyksen reseptissä eikä siitä voi tinkiä. Vasta tämän jälkeen voidaan ryhtyä suunnittelemaan tiedon jakamisen ja jalostamisen strategioita.

Koska kyse on varastosaldojen paikkansapitävyydestä ja tiedon laadusta, paneudutaan viivakoodeihin ja RFID:in tarkemmin, tällöin saadaan hyvä kuva siitä,

millä keinoin erilaisissa tilanteissa voidaan vastata saldojen epätarkkuuteen ja tiedon laatuun liittyviin ongelmiin. Tämä sen takia, että on olemassa erilaisia ratkaisuja, jotka sopivat erilaisiin tilanteisiin. Teoriaosan aikana tulee selväksi, että viivakoodit ja RFID ovat hyvin erilaisiin tilanteisiin ja ympäristöihin sopivia ratkaisuja. On paikkoja, joissa viivakoodi tulevaisuudessakin pitää paikkansa ja taas toisaalta RFID:lle löytyy jatkossa paljon eri käyttötarkoituksia, joissa se voi tuoda aitoa lisäarvoa. Näistä RFID:llä on vielä paljon potentiaalia kehittyä tulevaisuudessa ja sen avulla voidaan kehittää varsin pitkälle vietyjä ratkaisuja.

Tällä hetkellä RFID:n käytännöllisiä sovelluksia ovat esimerkiksi sellaiset paikat, joissa tapahtuu jatkuvaa, linjamaista tunnistusta kuten tuotantolinjat. Viivakoodin vahvuuksia taas ovat sen halpuus verrattuna RFID:hen. Tällöin ympäristöt, joissa RFID:stä ei saada huomattavaa etua verrattuna viivakoodiin, kannattaa varustaa viivakoodeilla sen hinnan vuoksi.

RFID:n käyttöönotto vaatisi paljon lisätutkimusta ja sen täysi hyödyntäminen vaatisi koko toimitusketjun yhteistyötä. RFID:tä ei kuitenkaan pidä unohtaa, vaan sitä tulisi tutkia jatkossakin ja tunnistella sen hyötyjä verrattuna kustannuksiin.

Erilaisista käytännön toteutuksista vastaavissa projekteissa Suomessa on otettu muutama kuvamaan ja antamaan suuntaa tälle työlle. Näistä projekteista on paljon opittavaa siitä, miten erilaiset ympäristöt ja vaatimukset vaikuttavat valittuihin laitteisiin ja malleihin. Näissä projekteissa on paljon tulokseen vaikuttavia muutujia, joista on mahdollisesti esitetty vain muutama. On kuitenkin yritettävä vetää yhteen muutamia onnistumisen yhteisiä tekijöitä. Näitä ovat muun muassa:

- Hyvä suunnittelu.
- Oman prosessin hyvä tunteminen.
- Tiedottaminen ja yhteistyö loppukäyttäjien kanssa.

Tutkimusosassa käydään muutaman esimerkinomaisen laskennan kautta läpi teoriaosassa käytyä asiaa ja saadaan selville miten nämä asiat todella vaikuttavat yri-

tyksen talouteen. Laskelmissa on käytetty viitteellisiä lukuja, mutta tämä on kuitenkin hyödyllistä jotta nähdään säästöjen ja kulujen välisen suhde joista varsinainen etupotentiaali syntyy. Työhön ei ole saatu yhtä kokonaista esimerkkiä projektin kuluineen ja säästölaskelmineen alusta loppuun asti, mutta kuten jo aikaisemmin on mainittu, on jokainen yritys omanlaisensa eikä mitään esimerkkiä tai laskelmaa voi kopioida suoraan toiseen yritykseen. Tarkoitus onkin antaa viitteitä erilaisille yrityksille lähteä tutkimaan itseään, löytämään omat parhaat ratkaisunsa ongelmiin ja saada mahdolliset säästöt ja toteuttaa kehityspotentialit.

5.1 Jatkotutkimukset

Opinnäytetyö osoitti että varastoinnin ja tuotannon saldovirheisiin voidaan löytää viivakoodeista tai RFID:stä vastaus. RFID tulee varmasti yleistymään jatkossa ja siitä tulee monilla aloilla ja ympäristöissä yleinen. Jatkossa yritysten tulisi selvittää lisää kuinka täysin hyödyntää RFID:n mahdollisuuksia arvonsisään. Varmasti löytyy paljon kohteita, joissa RFID voi tuoda tärkeän etulyöntiaseman kilpikumppaneihin nähden.

6. LÄHDELUETTELO

Adams, R. 2006. Bar Code 1. [online] Adams Communications. [Viitattu 25.2.2006] Saatavilla: www.adams1.com/pub/russadam/stack.html

Ballard, R. 1996. Methods of inventory monitoring and measurement. Cranfield Logistics information management.

Ballou, R. 1992. Business logistics management. Englewood Cliffs. Prentice Hall.

Bellis, M. 2004. Barcodes. [online] [Viitattu 11.1.2006] Saatavilla: http://inventors.about.com/library/inventors/blbar_code.htm

Brown, S. 2001. A History of the bar code. [online] EH.net encyclopedia. [Viitattu 11.1.2006] Saatavilla: www.eh.net/encyclopedia/article/brown.bar_code

Bunduchi, R. 2005. Business relationships in internet-based electronic markets: the role of goodwill trust and transaction costs. Info Systems Journal.

Business Logistiikka. 2003. [online] Logistiikka Ry. [Viitattu 28.11.2005] Saatavilla: www.logy.fi/Business.pdf

Finn-ID Oy. 2005. luentomateriaali. Helsinki. Finn-ID Oy.

Foxconn Oy. 2005. Sisäinen data. Lahti. Foxconn Oy.

Garfinkel S. 2006. RFID Applications, Security and Privacy, Addison-Wesley

Halliday, S. 1997. Introduction to magnetic stripe and other card technologies. [online] High Tech Aid. [Viitattu 25.1.2006] Saatavilla: www.hightechaid.com/tech/card/intro_ms.htm

Jukanen J, 2004. Varastohallintajärjestelmät, nykytila ja kehittämisen suuntaviivat, TU-22.155 Logistiikan erikoistyö. [online] Teollisuustalouden laboratorio. Teknillinen korkeakoulu. [Viitattu 12.12.2005] Saatavilla: http://www.valo-ohjelma.fi/Wadelma/Wadelma_WMS.pdf

Karrus, K. 2003. Logistiikka. Helsinki. WSOY.

Kemppainen, K. 2006 Etätunnistus laajenee uusille alueille. Talous-sanomat. IT-viikko. 5.1.2006, 3.

Lais, S. 2002. Optical Character Recognition. [online] Computerworld.com [Viitattu 20.1.2006] Saatavilla: www.computerworld.com/softwaretopics/software/apps/story/0,10801,73023,00.html

Logistiikkaselvitys. 2006. Helsinki. Liikenne- ja viestintäministeriö.

Machine Vision. [online] Whatis.com. [Viitattu 1.2.2006] Saatavilla: whatis.techtarget.com/definition/0,,sid9_gci212508,00.html

Mital, T. Under the supervision of Dr. Ives, B. The emergence of RFID technology. [online] University of Houston. [Viitattu 20.2.2006] Saatavilla: <http://www.uhsrc.com/FTB/RFID/RFID%20Sep03.pdf#search='RFID%20brief'>

Optical Character Recognition. [online] Internet.com. [Viitattu 20.1.2006] Saatavilla: www.webopedia.com/TERM/o/optical_character_recognition.html

Piasecki, David. 2003. Inventory Accuracy: People, Processes, & Technology, Ops Publishing

Pyrrö, J. 2005. Yhtenäiset viivakoodi- ja tiedonkeruutoiminnallisuudet Puolustusvoimien SAP-järjestelmään. Finn-ID-lehti 2, 5

RFID update. [online] OPS Publishing. [Viitattu 12.1.2006] Saatavilla: <http://accuracybook.com/RFIDUpdate.htm>.

Rinne, T. 2002. Älykortit - tekniikka, sovellusalueet ja käyttöönotto. Helsinki. Talentum.

Sakki, J. 001. Tilaus-toimitusketjun hallinta: Logistinen b to b – prosessi. Espoo. Jouni Sakki Oy.

Salmela, E. Nieminen, L. Lukka, A. 2006. Prosessien kehitys ja ICT:n hyödyntäminen hankintatoiminnassa, logistiikassa ja toimitus- ja kysyntäketjun hallinnassa. Kolmen tapauksen tutkimus. [online] Lappeenrannan teknillinen yliopisto. [Viitattu 20.3.2007] Saatavilla: http://partnet.vtt.fi/serviisi/tiedostot/serviisi_loppuraportti.pdf.

Salminen, S. 2001. Tietojärjestelmien käyttö logistisissa toiminnoissa. Turku. Pro gradu. Turun kauppakorkeakoulu.

Schreibfeder, J. 1997. Encouraging inventory accuracy. [online] Effective Inventory Management Inc. [Viitattu 12.1.2006] Saatavilla: www.effectiveinventory.com/article12.html

Seiderman, T. 2006. Barcodes sweep the world. [online] Barcoding Inc. [Viitattu 11.1.2006] Saatavilla: www.barcoding.com/Information/barcode_history.shtml

The Value of clean Data. 2006. [online] UCCnet -A Universal Foundation for Electronic Commerce. [Viitattu 26.02.2006] Saatavilla: http://search400.techtarget.com/generic/0,295582,sid3_gci1049430,00.html

Virkki, O. 2005. Tietokantasuunnittelu [online] Helia. [Viitattu 22.04.2007] Saatavilla: http://myy.helia.fi/~virou/TKS/mats/tns_tietotarpeet.pdf.

Virkkunen, A. 2005. A. Jalander – RFID-lava [online] Eglo-ohjelma. [Viitattu 20.10.2007] Saatavilla: <http://www.eglo.info/?file=35>.