

Tommi Ström

Etälukutapahtuman tehostaminen BB Logisticsilla

Opinnäytetyö
Logistiikka

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Tommi Ström	Insinööri (AMK)	Maaliskuu 2020
Opinnäytetyön nimi		51 sivua 1 liitesivu
Etälukutapahtuman tehostaminen BB Logisticsilla		
Toimeksiantaja		
BB Logistics Oy		
Ohjaaja		
Petteri Oinas		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli osoittaa viivakoodillisten pallettien käsittelyprosessien lukutapahtumien näkökulmasta ilmenevät ongelmat. Työ tehtiin toimeksiantolähtöisenä BB Logisticsin Haminan toimipisteelle. Asetettujen tutkimuskysymysten myötä tekijän piti dokumentoida viivakoodien lukutapahtumaan liittyvät ongelmat ja löytää ratkaisut todettuihin ongelmiin. Työn aihe sai alkunsa syksyllä 2019, kun viivakoodit otettiin ensimmäistä kertaa käyttöön. Tutkimuksen virikkeenä toimi aiheen ajankohtaisuus.</p> <p>Opinnäytetyö ja teoreettinen viitekehys rakentuivat kvalitatiivista tutkimusmenetelmää käyttäen. Työssä käytettiin kirjallisten lähteiden lisäksi tekijän omia käytännön kokemuksia, verkkosivustoja sekä kirjallisia haastatteluita. Haastatteluiden tarkoituksena oli ensisijaisesti lisätä työssä ilmi tuotujen näkökulmien luotettavuutta. Haastattelut tehtiin suullisesti ja epävirallisesti marraskuussa 2019 työn alkuvaiheessa. Virallinen dokumentointi suoritettiin helmikuussa 2020 kirjallisten haastatteluiden muodossa. Haastattelun kysymykset olivat avoimia kysymyksiä, joihin vastasi kuusi työtoveria. Haastattelujen toteutusta voidaan opinnäytetyön tulosten kannalta pitää erittäin onnistuneena, koska haastattelussa esiin tuoduissa näkökulmissa oli yhtäläisyyksiä tekijän omien näkemysten kanssa.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteet saavutettiin tyydyttävästi. Tavoitteisiin päästiin löytämällä optimaalisin tapa viivakoodilukutapahtuman toteutukseen nykyisessä tilassa ja tarjoamalla ratkaisuja nykyisen etälukutapahtuman tuomiin ongelmiin. Opinnäytetyössä ilmi tulleet ongelmat luokiteltiin aikahäviöiden aiheuttajiksi. Päätös käsittelyprosessien aikana syntyvien aikahäviöiden minimoimisesta on tehty ja liittyy viivakooditarrojen määrän lisäämiseen tuotteessa. Päätös viivakoodien määrän lisäämisestä ajoittuu todennäköisesti vuoden 2020 jälkipuoliskolle. Tämän lisäksi työssä mainittiin RFID:n käyttöönottomahdollisuus, jonka tarkoituksena oli antaa toimeksiantajalle ja asiakkaalle laajempi näkökulma aiheeseen.</p>		
Asiasanat		
etäluku, hukka, palletti, prosessi, RFID, viivakoodi		

Author (authors)	Degree	Time
Tommi Ström	Bachelor of Engineering	March 2020
Thesis title		
Seeking a more efficient way for executing remote reading at BB Logistics Oy.		51 pages 1 appendix
Commissioned by		
BB Logistics Oy		
Supervisor		
Petteri Oinas		
Abstract		
<p>The objective of this thesis was to pinpoint key issues regarding the current state of remote reading as it is done during the pallet handling processes at BB Logistics Oy's Hamina office. The set research questions also required the author to document these issues and find possible solutions to them. The topic of this thesis originated during the fall of 2019 when the barcodes were first introduced into the handling processes with a few hindrances. The reaction to handling barcodes was initially flawed, which sparked the topic and its pitching to the author.</p>		
<p>This thesis and its theory were structured by using qualitative methods. In addition to using usual sources such as books, own practical experience and many websites, interviews were used to boost reliability of the perspectives that were highlighted in this thesis. Written interviews were conducted towards the end of the study in February 2020; however, the same interviews were conducted orally during the research process in November 2019. The questionnaire included open questions that were answered by 6 different fellow employees. The use of interviews can be considered very successful in terms of results, because the interview's results concur with the author's results.</p>		
<p>The goals of this thesis were met with satisfying results, this was achieved by locating the most optimal way of reading barcodes in their current state and by suggesting solutions to obstacles faced during the remote reading. In the thesis it was discovered that hindrances cause time losses. A step towards implementing a solution to reduce time losses during handling processes was suggested. A decision to increase the number of barcodes has been made and it is likely to take place in the second half of 2020. The aim of this is to improve the general quality of work. Additionally, the possibility of implementing RFID technology was mentioned briefly – this was mainly done to raise some follow-up questions and give the commissioner and the customer broader perspectives on remote reading.</p>		
Keywords		
barcode, pallet, process, remote reading, RFID, waste		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TUTKIMUS.....	7
2.1	Tutkimuskysymykset	8
2.2	Teoria ja tutkimusmenetelmät	9
2.3	Työn rajaus	11
3	PROSESSI.....	12
4	LEAN JA TEHOKKUUS	12
5	KAPPALETAVARA.....	14
6	ETÄLUKU.....	16
6.1	Viivakoodi.....	17
6.2	Yksiulotteiset viivakoodit	17
6.3	Kaksiulotteiset viivakoodit	18
6.4	Viivakoodin toimintaperiaate	20
7	RFID.....	22
8	LUKIJALAITTEET	25
9	KÄSITTELYPROSESSIN KUVAUS	28
9.1	Junan siirtokatevaunun purku	29
9.2	Ajoneuvoyhdistelmän kuljetusyksikön purku ja lastaus	31
9.3	Lauttavaunun kuormaus osana laivausta	31
10	KÄSITTELYSSÄ ILMENEVÄT ONGELMAT	33
10.1	Viivakooditarran ongelmat.....	33
10.2	Lukutapahtuman ongelmat.....	36
10.3	Haastateltavien näkökulmat	37
11	KEHITYSEHDOTUKSET JA TULOKSET	39
11.1	Nykyisen lukutapahtuman kehittäminen	39
11.2	Automatisointi.....	43

11.3 RFID.....	45
12 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	45
13 POHDINTA.....	47
LÄHTEET	48
KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO	
LIITE	

Liite 1. Haastattelukysymykset vakituisille ja tilapäisille ahtaajille

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii suomalainen logistiikka- ja varastointipalveluita tarjoava yritys BB Logistics Oy. Yrityksen toiminta painottuu pääasiassa bulkin eli irtotavaran käsittelyyn. Irtotavaran oleelliset ominaispiirteet ovat tuotteen suuri volyymi ja ulkoisten pakkausten puute. Bulk-tuotteiden lisäksi yritys käsittelee myös yksittäisiä kappaletavaroita. Toimeksiantaja on harjoittanut toimintaansa vuodesta 1991 hyvällä menestyksellä. Yritys tunnettiin ennen nimellä Baltic Bulk Oy, mutta vuoden 2018–2019 vaihteessa nimi vaihdettiin BB Logistics Oy:ksi. Nimenmuutoksen yhteydessä uuden nimen etuliite johdettiin vanhasta nimestä olennaiseksi osaksi uutta nimeä. Tällä hetkellä yrityksen viisi toimipistettä ovat hajautettu ympäri Suomen rannikkoalueita, pyrkimyksenä kattaa ja palvella Itämeren valuma-aluetta kokonaisuudessaan. Opinnäytetyö on tehty toimeksiantolähtöisenä Haminan toimipisteelle.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää toimeksiantajan nykyisen käsittelyprosessin etälukua saapuvan ja lähtevän kappaletavaran osalta. Tämän lisäksi on tarkoitus selvittää muiden mahdollisten etälukuun kykenevien menetelmien käyttöönottomahdollisuuksia sekä kartoittaa kehitysehdotukset tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettaville parannuksille. Toimeksiantajan toiveena on ollut myös havainnollistaa edellä mainittujen tavoitteiden lisäksi käytännön toteutustapaa opinnäytetyössä ilmi tuleville ratkaisuille ja johtopäätöksille. Tällä tarkoitetaan myös edellytysten yksityiskohtaista kuvausta.

Nykyisen kappaletavaran seurantatapa, viivakooditarrat, ovat olleet käytössä vuoden 2019 syys-lokakuun vaihteesta heikolla menestyksellä. Asiakkaan luomat lähtökohdat ovat asettaneet toimeksiantajan hankalaan kohtaan, koska ilmoitus toteutuksesta tuli lyhyellä varoitusajalla. Viivakoodien käsittely eli lukutapa on jäänyt hyvin alkeelliselle asteelle, koska toimeksiantaja ei kyennyt reagoimaan äkilliseen muutokseen tarpeeksi tehokkaasti. Muutos on aiheuttanut kustannuksia samalla luoden heikot käsittelyprosessikokonaisuudet. Toimeksiantajalla on valmis käyttöliittymä, mutta sitä ei ole pystytty ottamaan käyttöön osapuolten välisen yhteistyön vähyyden takia. Molempien osapuolten käyttöliittymät ja ohjelmistot pitää

yhdistää, jotta ne saadaan toimimaan yhtenä kokonaisuutena. Viivakoodien käyttöönoton myötä on pyritty poistamaan inhimillisistä tekijöistä johtuvia virheitä inventoinnin osalta. Inventoinnilla tarkoitetaan varaston sisällön kirjaamista (Gwynne 2011, 125). Tavoitteena on ollut myös luoda edellytykset reaaliaikaiselle varastoseurannalle, koska jokainen kappaletavara on yksilöllistettävissä. Yksilöinnin avulla pystytään myös jakamaan vastuuta toimitusketjun osapuolten kesken.

2 TUTKIMUS

Ennen viivakoodien käyttöönottoa kappaletavaraa käsiteltäessä käytössä ei ollut mitään toista seurantatapaa, jolla jokaisen kappaletavaran olisi voinut eritellä täsmällisellä tunnusnumerolla. Materiaalivirtaa säädeltiin toimeksiantajan ja asiakkaan varastohallintajärjestelmissä rahtikirjoihin merkittyjen tavaramäärien eli koolilukumäärien avulla. Materiaalivirralla tarkoitetaan tapaa, jolla ja miten tuotetta siirretään toimitusketjussa (Creativesafetysupply s.a.). Asiakkaan sekä toimeksiantajan varastohallintajärjestelmiä ei ole yhtenäistetty yhdeksi kokonaisuudeksi, koska osapuolet eivät päässeet yhteisymmärrykseen siitä, kumman järjestelmästä luovuttaisiin. Yleisesti ottaen materiaalivirran käsittely ja inventointi toimivat pääasiassa hyvin, mutta inhimillisten virheiden esiintyessä molempien osapuolten varastohallintajärjestelmien luotettavuus huononi. Inhimilliset virheet aiheuttivat eriäviä varastosaldoja jokaisen varastoinventoinnin yhteydessä ja myös tapauksia, joissa työntekijä lähti lastaamaan lähtevää autokuormaa olemattomalla kappaletavaralla. Inhimillisten virheiden aiheuttajaa eli perimmäistä syytä ei ole suoranaisesti pystytty todentamaan, koska osapuolet ovat eri mieltä virheiden aiheuttajasta. Tämän myötä voidaan todeta, että erimielisyydet vain vauhdittivat viivakoodin käyttöönottoa vuoden 2019 aikana.

Ajatus jonkinlaisesta viivakoodien tapaisesta seurantamenetelmästä oli ajankohtaisena keskustelunaiheena jo muutama vuosi sitten, kun toiminta oli juuri alkanut toimeksiantajan ja asiakkaan välillä. Tarkoituksena oli luoda seurantajärjestelmä irtotavaraa sisältävien avokattokonttien käsittelyn yhteyteen. Avokattokontti 6060 mm x 2440 mm x 2590 mm mitoiltaan oleva merikontti, i.e. suuri kuljetusyksikkö, jonka fyysisen katon tilalla on suojapeite

(DSV s.a). Käytännössä avokattokonttien kylkeen olisi laitettu muovitaskut, joiden sisällä olisi ollut viivakooditarra tai muunlainen etälukuun kykenevä tunniste. Tunnisteen avulla jokaisen avokattokontin sisältö olisi pystytty määritelmään tarkasti tuotteen ja painon osalta. Idea on hyvä, mutta ei välttämätön, koska avokattokontin purun aikana jokainen avokattokontti vaa'attiin ja tuotesisällöt oli määriteltä rahtikirjoissa joka tapauksessa. Tunnisteen käyttöönotto olisi käytännössä aiheuttanut lähinnä lisäarvotonta lisätyötä toimeksiantajalle. Toteutus on tällä hetkellä odotustilassa, koska tämäkin vaatisi ohjelmistojen ja käyttöliittymien yhdistämistä.

Kappaletavaraan liittyen asiakas työsti seurantamenetelmää muutaman vuoden ajan itse jakamatta tietoa siitä toimeksiantajan kanssa. Toteutus viivakoodillisista kappaletavaroista toteutettiin hätäisesti, minkä takia toteutus on keskeneräinen ja sisältää paljon parannusmahdollisuuksia. Työn virikkeenä toimii siis aiheen ajankohtaisuus, koska toteutus itsessään on vielä kesken toimeksiantajalla ja se sopii minun valmistumiseni aikatauluun.

2.1 Tutkimuskysymykset

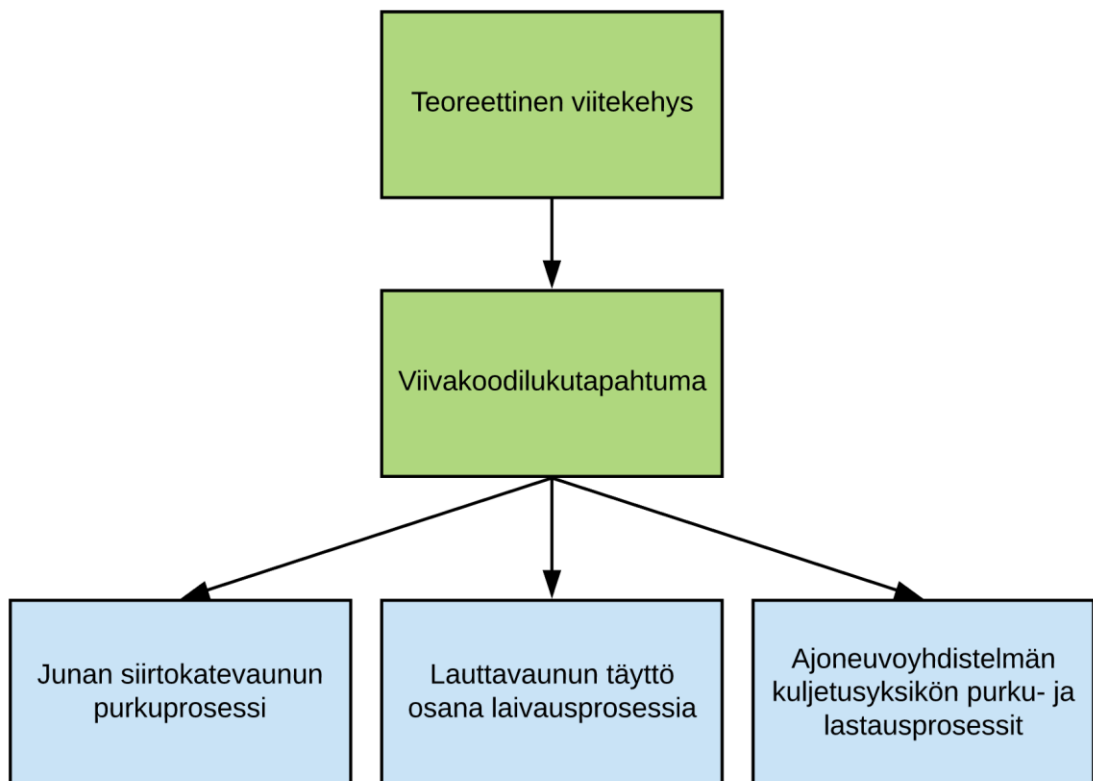
Tutkimuksen tavoitteena on selvittää ne tarpeet, jotka toimeksiantajan on huomioitava, kun viivakoodit integroidaan perusteelliseksi osaksi tehokasta käsittelyprosessia. Tarpeilla tarkoitetaan muutoksia resurssien ja niiden jaon suhteen. Resursseja voivat ovat ihmiset, tuotteet, tieto, pääoma tai muut arvoa sisältävät asiat (Gwynne 2011, 195). Keskeisiä tutkimuskysymyksiä ovat seuraavat:

- Mitä toimeksiantajan pitää tehdä, jotta kappaletavarassa oleva viivakoodi saadaan luettua mahdollisimman tehokkaasti tuotteen saapuessa ja lähtiessä?
- Mihin käsittelyprosessin toimintoon etäluku kannattaa integroida?
- Mitä ongelmia nykyisessä etälukutavassa on?
- Onko olemassa muita etälukumenetelmiä, joilla voidaan saavuttaa viivakoodien etälukutapaa parempi lopputulos?

2.2 Teoria ja tutkimusmenetelmät

Teoriaosuudessa on ensin käsitelty tutkimuksen keskeisiä käsitteitä, minkä pyrkimyksenä on ollut auttaa lukijaa ymmärtämään opinnäytetyön taustaa, lähtötilannetta sekä avainkäsitteiden tarkoitusta. Tämän yhteydessä on myös käsitelty kappaletavaran nykyisiä käsittelyprosesseja, jotta käsitteet saatiin sidottua prosesseihin. Tutkimuksessa keskeisesti tutkittava asia eli viivakoodien etälukutapahtuma on sisälletty nykyisiin käsittelyprosesseihin. Ennen johtopäätösten ja kehitystarpeiden tekemistä työssä jouduttiin kartoittamaan tutkimuskysymysten kautta löydetty ongelmat. Tämä oli välttämätöntä tutkimuksen toteutuksen näkökulmasta. Teoreettinen viitekehys koskettaa käsittelyprosesseissa tehtävää etälukutapahtumaa.

Käsittelyprosessit muistuttavat toisiaan ja ne on nimetty kuvassa 1.



Kuva 1. Teoreettinen viitekehys

Työn teoriapohjan laadinnassa on käytetty lähinnä verkosta löytyviä julkisia lähteitä, kuten e-kirjoja ja verkkosivuja. Työn empiriaa on työstetty kvalitatiivisella eli laadullisella tutkimusmenetelmällä. Eskolan ja Suorannan (1998, 11-19) mukaan laadullista tutkimusta työstetään jonkinlaisen aineiston kanssa samalla pyrkien selittämään, mitä tutkittava asia on. Ominaisia tunnuspiirteitä laadulliselle tutkimukselle ovat kenttätyö, teoriaan pohjautuvat

analyysit ja aineistonkeruumenetelmät, haastattelut, hypoteesittomuus sekä tulosten monipuolinen esitystapa.

Theseus on täynnä erilaisia etälukumetodeja sisältäviä tutkimuksia, ja pelkällä viivakoodi-hakusanalla löytyi yli 1000 erilaista tutkimusta tai työtä. Monet näistä tuloksista ovat tilaustöitä yrityksille, mikä selittää hakutuloksen suuren määrän. Tämän työn tulokset ovat toimeksiantajan toiminnan osalta yksilöllisiä, mutta teoriaa pystytään tarvittaessa soveltamaan muualla.

Tätä tutkimusta on työstetty tekijän omien käytännön kokemusten kautta. Tulokset saatiin aikaiseksi, kun kerätty visuaalinen aineisto käsiteltiin teorian kanssa. Menetelmän valinta oli looginen, koska työntekijä oli aiheen ajankohtaisuuden ansioista työstämässä prosessin kulkua itse toimeksiantajan tiloissa. Tekijän omien näkökulmien ansiosta tutkittavien asioiden tarpeet on pystytty määrittelemään tarkasti. Tutkimuksen lähteiden tarkastelussa on pyritty huomioimaan uusia lähteitä, varsinkin WWW-dokumentteihin liittyen. Tuloksia on työstetty sillä oletuksella, että saapuviin auto- ja junakuormiin sekä lähteviin autokuormiin pystytään soveltamaan samoja johtopäätöksiä, koska nämä liikennöintitavat ja sitä kautta käsittelyprosessit eivät eroa toisistaan suuresti.

Työn johtopäätösten laadinnassa käytettiin myös muiden terminaalissa työskentelevien työntekijöiden näkemyksiä. Näkökulmat dokumentoitiin kirjallisten ja vapaamuotoisten haastatteluiden avulla. Päätös oli hyvä, koska useat haastateltavista omasivat aiempaa kokemusta viivakoodilukutapoihin liittyen ja pystyivät näin perustelemaan omia näkemyksiään, kuinka ja miten etäluku kannattaisi toteuttaa toimeksiantajan tapauksessa. Lisäksi työntekijät pystyivät tarjoamaan omia ideoitaan sekä näkemyksiään esimerkiksi siitä, mihin käsittelyprosessin toimintaan etälukutapahtuma kannattaisi sijoittaa ja mitä mahdollisia muutoksia tarvittaisiin, jotta lukutapahtuma itsessään toteutuisi ongelmitta. Haastateltavien näkemyksiä peilattiin tutkimuksen tekijän omiin kehitysehdotuksiin.

Tutkimuksen aineistoa, kuten haastatteluja analysoitiin luokittelun avulla. Tämän lisäksi luokiteltuja tuloksia tuettiin havainnointien avulla. Kanasen (2017, 141-144) mukaan luokittelulla pyritään kuvata ja tilastoida tuloksia.

Tilastoinnin jälkeen tulokset jaotellaan ryhmiin, jotta argumentteja ja johtopäätöksiä voidaan laatia. Tutkimuksen analyysimenetelmä valikoitui aineiston määrän mukaan. Vaikka määrä ei ollut suuri, luokittelu valikoitui yksinkertaisesti sen takia, koska lähteitä eli haastateltavia oli enemmän kuin muutama. Tässä tutkimuksessa pienen kohderyhmän koko johtui luonnollisista syistä eli haastateltavia ei ollut kohderyhmää enempää.

2.3 Työn rajaus

Tutkimuksen tavoitteena on löytää paras tapa lukea kappaletavarassa oleva viivakoodi tehokkuuden näkökulmasta, kuitenkin ilman, että lopputulos vaikuttaisi käsittelyprosesseihin negatiivisesti. Jotta edellä mainitun tavoitteen rajaus onnistuu, käsittelyprosessin toimintoihin ei tehdä muutoksia, sen sijaan etäluku pyritään integroimaan yhtenäiseksi osaksi jo olemassa olevaan toimintoon. Opinnäytetyössä käsitellään Lean-ajattelua vain etälukutapahtuman näkökulmasta eli se mitä käsittelyprosesseissa tapahtuu onnistuneen etälukutapahtuman jälkeen ei nouse keskeiseen asemaan tutkimuksen kannalta. Tämä tarkoittaa, että työssä ei käsitellä varastokäsittelyä, kuten eri varastointitapoja eikä käsittelyprosessin aikana tapahtuvia kuljetuksia ennen tai jälkeen etälukutapahtuman. Lyhyesti selitettynä Lean-ajattelulla pyritään vähentämään kaikkea ylimääräistä toimintaa yrityksen logistiikassa ja keskittymään vain oleelliseen, kuitenkin säilyttämällä optimaalinen hyöty (Sayer & Williams 2012, 11-12). Leania käsitellään lisää luvussa 4.

Logististen toimintojen kokonaisuuteen eli toimitusketjuun (Waters 2003, 7) liittyen työ rajataan vain käsittelyprosessin ympärille. Tutkimuksessa asetetaan erilaisia ehtoja ja oletuksia, jotka ovat yleensä toimeksiantajasta riippumattomia. Työssä ei myöskään käsitellä käytännön toteutuksia asiakkaan ja toimeksiantajan varastohallintajärjestelmien vaatimille muutostarpeille. Tällä tarkoitetaan myös esineiden internetiä eli järjestelmäkokonaisuutta, jossa samaan verkkoon kytketyt laitteet keskustelevat keskenään siirtäen tietoa välillään (Gilchrist 2017, 5).

3 PROSESSI

Prosessi on ennalta määrätty joukko toimintoja, jotka suoritetaan tietyssä järjestyksessä halutun lopputuloksen saavuttamiseksi. Prosessille on myös ominaista toistaa itseään. Jokaisessa prosessissa on rajoitteita, jotka asettavat ehtoja prosessin toiminnoille ja niiden toteutukselle. Rajoitteet voidaan ymmärtää resursseina, koska toiminnot vaativat resursseja toimiakseen. Prosessi voidaan suorittaa automaattisesti tai manuaalisesti. (Brandon-Jones, Johnston & Slack 2013, 18-19.) Tutkimuksen keskeinen prosessi on pallelin käsittelyprosessi saapuvassa sekä lähtevässä materiaalivirrassa.

Tutkimuksessa käsiteltävällä käsittelyprosessilla tarkoitetaan niitä prosesseja ja prosessien toimintoja, jotka liittyvät kappaleavaran käsittelyyn. Käsittelyllä tarkoitetaan kappaleavaran siirtoa paikasta A paikkaan B, esimerkiksi kuljetuksia kuljetusyksiköstä, kuten siirtokatevaunusta, varastopaikalle. Käsittelyprosessit käsitellään yksityiskohtaisemmin luvussa 9.

4 LEAN JA TEHOKKUUS

Lean-ajattelussa pyritään saavuttamaan ihanteellinen tila prosessin toteuttamiselle eliminoimalla arvoa tuottamattomat tekijät (Sayer & Williams 2012, 13). Lean itsessään koostuu seitsemästä hukasta, joita ovat kuljetus, odotus, ylituotanto, virheet, varastointi, ylimääräiset liikkeet ja yliprosessointi. Kaikki hukka on jollain tavalla sidoksissa aikaan ja tässä tutkimuksessa keskitytään vain odotukseen ja ylituotantoon. Odotus nimensä mukaisesti tarkoittaa toimintoja, joiden aikana ei tapahdu lisäarvoa. Yleisesti odotukset tapahtuvat prosessin toimintojen välissä, ennen tai jälkeen. Ylituotannolla pyritään jättämään sellaiset tekijät prosessin toimintojen ulkopuolelle, jotka eivät edistä prosessin tavoitetta. (Sayer & Williams 2012, 42-43.)

Leanin näkökulmasta viivakoodilukutapahtuma rakentuu vaikuttavimman tekijän eli tehokkuuden ympärille. Tehokkuus ymmärretään helpoiten uhrattujen resurssien ja tuloksen suhteena. Hyvän tehokkuuden saavuttamiseksi täytyy selvittää hukkaan menevät resurssit, jotta kohdetta pystytään työstämään kannattavammin. Kannattavuutta mitataan yleensä ajalla, koska aika on suoraan sidoksissa prosessin toimintojen nopeuteen ja

Brandon-Jonensin ym. (2013, 332) mukaan prosessin kokonaistyöaikaa supistavat laitteistosta johtuvat aikahäviöt, kuten laitteiston joutokäynti ja hitaus. Kun aikahäviöt otetaan huomioon, jäljelle jää nettotyöaika. Netolliseen työaikaan vaikuttaa odottamattomat laatuhäviöt, jotka edelleen vähentävät työaikaa jättäen jäljelle vain arvokasta työaikaa. Kuvassa 2 on otettu huomioon myös saatavuuden häviöt, joita ovat prosessien valmistelut sekä konerikot. Nämä eivät ole oleellisessa asemassa opinnäytetyön tutkimuksessa, joten ne jätetään käsittelemättä.

5 KAPPALETAVARA

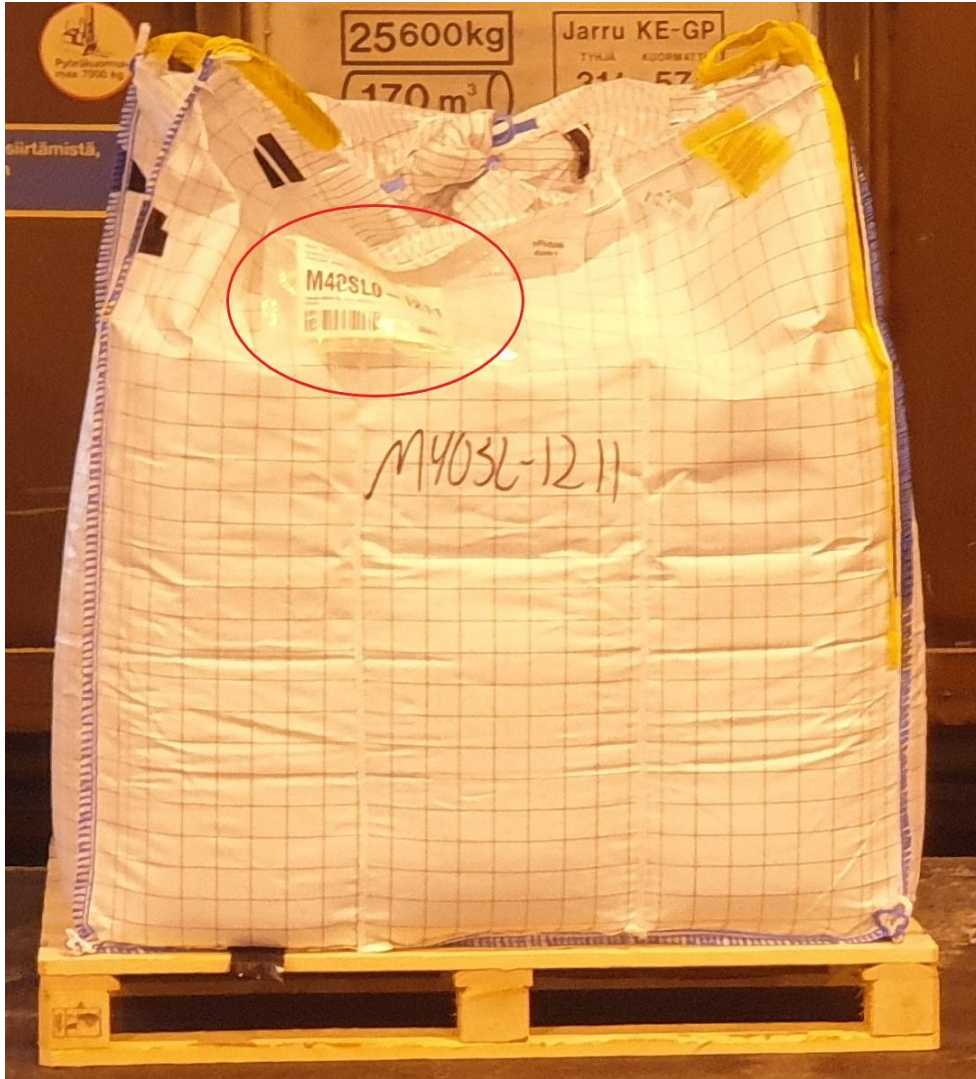
Tutkimuksen aihe keskittyy kappaletavarakokonaisuuden ympärille, joka koostuu 15 – 25 kilogramman paperisäkeistä. Paperisäkit sisältävät talkkijauhetta, joka muistuttaa koostumukseltaan valkoista hiekkaa (Laajala 2016, 7-8). Paperisäkit on pinottu standardoidulle 1000 mm x 1200 mm mittaiselle FIN-kuormalavalle niin, että yhteen kerrokseen on sijoitettu viisi paperisäkkiä. Laajalan (2016, 8-15) mukaan säkit pinotaan automatisoiduilla linjastoilla 8 – 13 kerroksen suuruisiksi kokonaisuuksiksi. Lopuksi nämä kokonaisuudet huputetaan ohuella lavanpäällysmuovilla, jotta tuotteesta saadaan yksi kokonainen paketti. Näitä kappaletavarakokonaisuuksia kutsutaan palleteiksi.

Pallettien korkeus voi vaihdella käsiteltävän tuotteen eli talkkijauheen laadusta. Eri laatujen tiheys vaihtelee, minkä seurauksena pallettien korkeus vaihtelee 850 mm:n ja 1750 mm:n välillä. Korkeuseroa on havainnollistettu kuvassa 3, jossa pallettien välillä ei ole painoeroa. Palletit ovat keskeinen osa tutkimusta, koska tarra, jolla viivakoodi sijaitsee, on yhtenäistetty osaksi palletin toista pitkää sivua.



Kuva 3. Korkein ja pienin palletti (Ström 2019)

Toimeksiantaja käsittelee myös suursäkkejä (kuva 4) pienemmissä määrin. Suursäkit sisältävät talkkijauhetta bulkin eli irtotavaran muodossa, mutta monen pienen säkin sijasta käytetään yhtä suurta säkkiä. Suursäkkien tuotesisältö ja paino voi vaihdella talkkilaadun mukaan, mutta kokoero suursäkkien välillä on huomaamaton.



Kuva 4. Suursäkki, dokumenttitasku korostettu punaisella (Ström 2019)

Suursäkin yläosassa sijaitsee dokumenttitasku, jonka sisään mahtuu viivakooditarra. Tästä eteenpäin suursäkeistä tullaan käyttämään myös nimitystä palletti. Jos myöhemmin nousee tarve erottaa piensäkeistä koostuva kappaletavarakokonaisuus suursäkeistä, tullaan se kertomaan erikseen.

6 ETÄLUKU

Sanastokeskus TSK (2015, 21) määrittelee etäluvun *“datan lukemisena etäältä tietotekniikan avulla”*. Tunnisteen tai kuvion tieto luetaan ja käsitellään joko radiotaajuuden toimintaan eli RFID:n (*radio frequency identification*) perustuvalla radiotunnistetekniikalla tai optisella lukijalla. Tiedon sisältämä lukukohde voi olla joko RFID-tunniste tai yksi- tai kaksiulotteinen viivakoodikuvio. RFID:tä ja viivakoodeja käsitellään myöhemmissä luvuissa. Tästä eteenpäin etäluukuun viitataan myös sanalla lukutapahtuma.

6.1 Viivakoodi

Viivakoodit ovat tummista pystysuorista viivoista tai geometrisistä kuvioista koostuvia yhtenäisiä kokonaisuuksia. Viivakoodit voidaan jakaa kahteen päätyyppiin; yksi- tai kaksiulotteisiin viivakoodeihin. Suurin ero näiden kahden välillä on viivakoodin sisältämä merkkikapasiteetti sekä käyttötarkoitus. Mitä monimuotoisempia viivakoodeja käytetään, sitä enemmän erilaisia merkkejä saadaan sisällytettyä viivakoodiin. Viimeisen 60 vuoden aikana erilaisia viivakoodeja ja niiden muunnelmia on keksitty satoja erilaisia.

Kehitystavoitteena on aina ollut lisätä viivakoodien sisältämän tiedon määrää, luettavuutta ja räätälöintimahdollisuutta. (DBK concepts 2017.)

6.2 Yksiulotteiset viivakoodit

Tunnetuimpia lineaarisia eli yksiulotteisia viivakoodeja (kuvassa 5) ovat vähittäiskauppojen käytössä olevat UPC- ja (*Universal Product Code*) EAN-viivakoodit (*International Article Number*). Molemmat pystyvät näyttämään vain numeroita. Yksiulotteisella viivakoodilla on standardien mukaisia rajoituksia merkkikapasiteetin suhteen. Esimerkiksi EAN-8-viivakoodi käsittää kahdeksan merkkiä, EAN-13-viivakoodi 13 merkkiä ja niin edelleen. Lyhyen merkkikapasiteetin ansiosta yksiulotteiset viivakoodit voidaan luokitella eräänlaisiksi etikettitarroiksi, jotka kertovat vain kohteen indeksin. Tämän lisäksi yksiulotteiset viivakoodit sisältävät dataa vain pystysuunnassa. (Surnouf Technology 2017.)



Kuva 5. EAN-, UPC- ja Code-viivakoodit (Scandit 2011b)

Teollisuudessa käytetään pääasiassa Code-viivakoodeja erilaisine muunnelmineen. Tutkimuksessa käsiteltävä viivakoodi edustaa Code 128:aa kymmenen merkin pituisella merkkijonolla. Code-viivakoodit muistuttavat

EAN-viivakoodia (kuvassa 3 erikorkuiset palleetit) ja kykenevät näyttämään laajemman ryhmän merkkejä Code 39, 39 ASCII-merkkiä ja Code 128, 128 ASCII-merkkiä. Code 128 -viivakoodin suuren kuviotiheyden ansiosta viivakoodiin pystytään sisällyttämään mikä tahansa ASCII:n 128:sta merkistä (Scandit 2011c). ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) on tietotekniikassa yleisessä käytössä oleva standardi, joka edustaa merkkejä ja tapaa, miten kyseiset tekstit näytetään käyttäen binääriä (Code 128 FAQ 2018). Binääri puolestaan on kantalukujärjestelmä, jossa käsitteet muodostetaan yleensä käyttäen lukuja, 0 ja 1 (Binary 2019). Binäärin avulla pystytään esittämään ääretön määrä erilaisia merkkikombinaatioita.

6.3 Kaksiulotteiset viivakoodit

Scanditin (2011c) mukaan käytetyimpiä kaksiulotteisia viivakoodeja ovat Data Matrix ja QR-koodi (kuvassa 6). Kaksiulotteisia viivakoodeja ei pystytä lukemaan tavallisella viivakoodinlukijalla, koska viivakoodi sisältää tietoa vaaka- sekä pystysuunnassa. Tämän takia käyttäjä joutuu turvautumaan optiseen lukijaan. Optisella lukijalla tarkoitetaan esimerkiksi kamerallista matkapuhelinta tai kameran sensorilla varustettua käsipäätettä. Kaksiulotteisten viivakoodien merkkikapasiteetti on yksiulotteisiin verrattuna huomattavasti suurempi, ja ne pystyvät näyttämään ASCII:n lisäksi logogrammeja sekä kuvia. Logogrammi on merkki, jolla pystytään esittämään kokonaisia sanoja, esimerkiksi hieroglyfejä (Tiede 2007). Suuren merkkikapasiteetin avulla viivakoodin merkkijonot voidaan tarvittaessa salata salakirjotustekniikkaa käyttäen. (Surnouf Technology 2017.) Kaksiulotteiset viivakoodit mahdollistavat onnistuneen lukutapahtuman jopa silloin, kun puolet viivakoodin rakenteesta on vaurioitunut. Tämä on mahdollista, koska vaurioitunut tieto voidaan palauttaa virheenkorjausominaisuuden avulla matemaattisesti. (Barcodesinc 2015.) Yksiulotteiset viivakoodit eivät pysty

tähän, koska yksiulotteisen viivakoodin merkkikapasiteetti verrattuna kaksiulotteiseen on huomattavasti pienempi.



Data Matrix



QR CODE

Kuva 6. Data matrix ja QR-koodi (Scandit 2011b)

QR-koodi voi sisältää yli 7000 merkkiä ja Data Matrixin merkkikapasiteetti on QR-koodiin verrattuna hieman pienempi, noin 2300 merkkiä.

Merkkikapasiteetit ovat vain suuntaa antavia, koska sisällytetyn tiedon määrä vaihtelee. Suosituin QR-koodin käyttökohde kohdistuu matkapuhelinten kautta suoritettavaan etälukumenetelmään, koska kameralla ja verkkoyhteydellä varustetut matkapuhelimet ovat yleisessä käytössä ympäri maailmaa (Turner 2019). Esimerkkitapauksessa QR-koodiin voidaan upottaa verkkosivun merkkijono, joka ohjaa käyttäjän verkkosivulle automaattisesti, kun viivakoodi luetaan puhelimen kameralla. Tästä syystä QR-koodeja käytetään pääasiassa mainospohjaisissa tarkoituksissa. Data Matrix eroaa QR-koodista pienellä koolla, jonka ansiosta sen käyttökohteina ovat pienet tuotteet, joihin tavalliset yksiulotteiset viivakoodit tai QR-koodit eivät mahdu. (Scandit 2011a.)

Taulukko 1. Viivakoodien erot

Ominaisuus	Yksiulotteinen viivakoodi	Kaksiulotteinen viivakoodi
Merkkikapasiteetti	Pieni	Suuri
Lukusuunta	Kiinteä ja vain yhdestä suunnasta	Voidaan lukea monesta suunnasta
Sisältö	ASCII	ASCII, Logogrammit, kuvat
Virheen korjaus	Ei	Kyllä

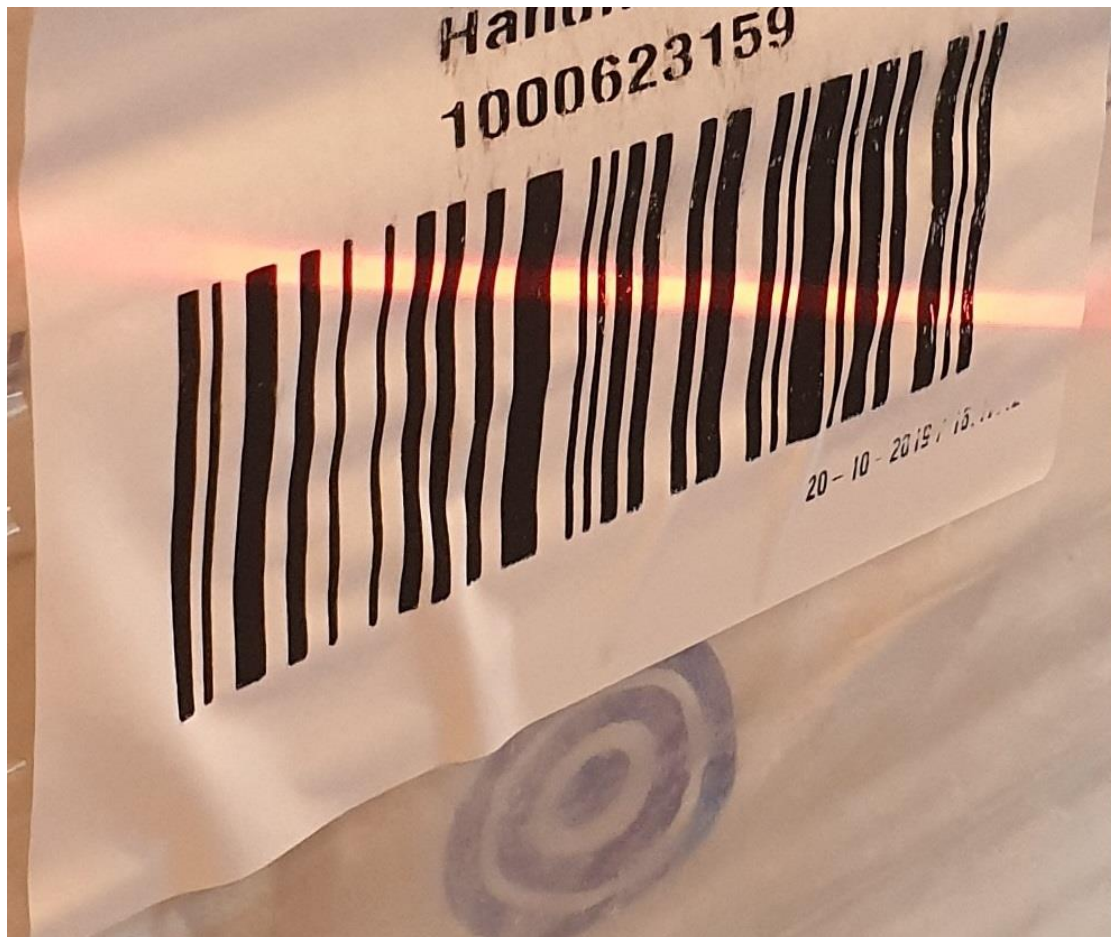
Vaatii tietokannan toimiakseen	Kyllä, i.e. indeksiluettelo tms.	Ei pakollinen
---------------------------------------	----------------------------------	---------------

Taulukkoon 1 on kerätty oleellisia eroavaisuuksia viivakoodien ominaisuuksien osalta. Taulukosta voidaan nähdä, että viivakoodin merkkikapasiteetti on suoraan sidoksissa viivakoodin sisältämiin ominaisuuksiin. Yksiulotteisissa tieto sisällytetään vaakasuuntaan, kun taas kaksiulotteisissa tieto sisällytetään vaak- ja pystysuuntaan. Kaksiulotteisen viivakoodin suuren merkkikapasiteetin ansiosta tavallisten ASCII-merkkien lisäksi tietoa voidaan kirjoittaa myös logogrammien sekä muiden kirjainkokoelmien avulla. Viivakoodin lukutapa vaihtelee kunkin viivakoodityypin mukaan. Jos viivakoodin tieto on kirjoitettu pystysuuntaan eli yksiulotteisen viivakoodin tapaan, voidaan viivakoodi lukea vain yhdestä suunnasta. Kaksiulotteiset viivakoodit voidaan lukea monesta eri suunnasta, koska tieto on kirjoitettu pysty- ja vaakasuuntaan. Yksiulotteisten viivakoodien merkkijonot eivät itsessään kerro kohteesta tarpeeksi, koska tiedon määrä on vähäinen. Tämä tarkoittaa, että yksiulotteiset viivakoodit kykenevät vain indeksoimaan kohteita, kun taas kaksiulotteiset viivakoodit pystyvät kertomaan kohteesta enemmän suuremman merkkikapasiteetin ansiosta. Jotta yksiulotteisista viivakoodeista saadaan suurin hyöty irti, täytyy käyttäjän usein turvautua indeksiluettelon kaltaiseen tietokantaan, jotta viivakoodien merkkijonoja voidaan jollain tapaa käyttää hyväksi. (Surnouf Technology 2017.)

6.4 Viivakoodin toimintaperiaate

Viivakoodin sisältämä kuvio sisältää alfanumeerisia merkkejä (*ASCII*), jotka saadaan luettua lukijan avulla. Lukija lukee viivakoodin ja käsittelee sekä varmistaa merkkisarjan eli koodin. Useat lukijat vaativat ulkoisen laitteen tai sisäisen järjestelmän eli päätteen, joka kirjaa luettavan viivakoodin arvon. Viivakoodin läheisyydessä (kuvassa 5 EAN- ja UPC-viivakoodien alla ja kuvassa 7 viivakoodin yläpuolella) sijaitsee viivakoodia vastaava alfanumeerisesti tulkittu merkkijono. Tämän tarkoituksena on toimia eräänlaisena varmenteena viivakoodin aitoudesta, jos merkkijonoja halutaan verrata keskenään. Lukukelvottoman viivakoodin kohdalla merkkijono voidaan syöttää myös manuaalisesti lukulaitteeseen. Viivakoodin lukutapahtuma on

välitön, olettaen, että viivakoodin ja lukijan välillä ei ole ulkoisia rajoitteita. (Viivakoodiopas 2019) Rajoitteita käsitellään enemmän luvussa 10.



Kuva 7. Viivakoodia kohti tähdätty säde (Ström 2019)

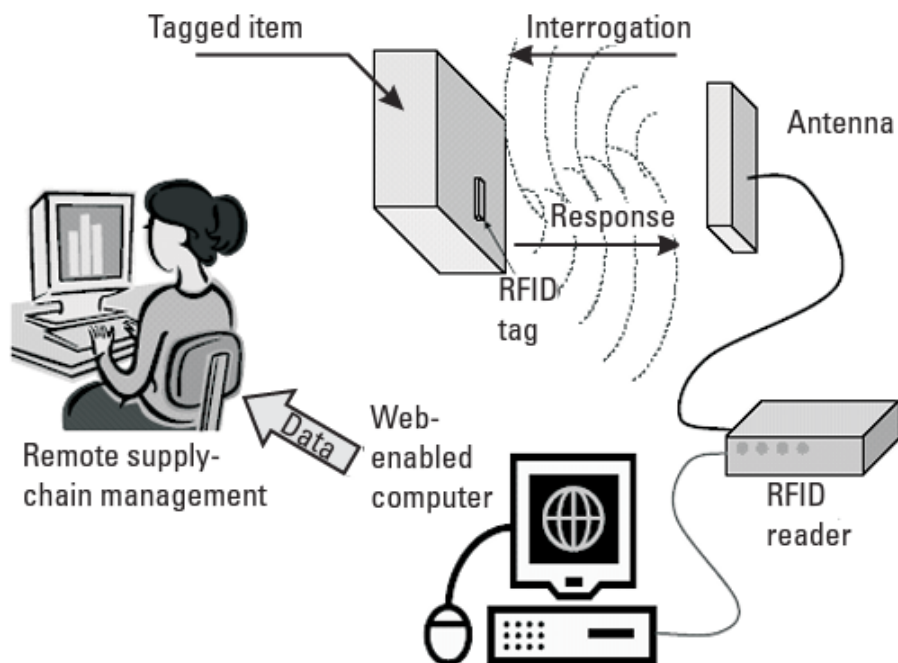
Viivakoodin lukutapahtuman kannalta oleellinen asia on se, että tummat värit eivät heijasta värejä ja vaaleat heijastavat. Lukutapahtumassa laserlukijalla ammutaan tasainen lasersäde viivakoodia kohti (kuva 7), jolloin viivakoodista heijastuu valo takaisin lukijaan. Lukija tulkitsee rivien välisen etäisyyden heijastuksen binääriin symboleiden 0 ja 1 avulla, jossa tummat kuviot edustavat binääriä 1 ja vaaleat alueet binääriä 0. Lukija jakaa viivakoodin binäärilukujonon tasaisiin osioihin ja laskee jokaisen osion binäärijonoa vastaavan ASCII:n eli merkin. Nämä merkit vastaavat viivakoodin läheisyydessä olevaa merkkijonoa. (Viivakoodiopas 2019) Kuvassa 7 lasersäde ei lukisi viivakoodia, koska lasersäde ei ole kohtisuorassa asennossa viivakoodiin nähden.

Viivakoodin ympärille jätetään pieni tyhjä valkoinen alue (kuva 7), jonka tarkoitus on kertoa lukijalle mistä viivakoodin sisältämä tieto alkaa ja päättyy. Tätä kutsutaan hiljaiseksi alueeksi (eng. *quiet zone*), jota sovelletaan jokaisessa viivakoodissa. (Whatis 2005.) Tämän lisäksi jokaiseen viivakoodiin on sisällytetty tarkistussumma, joka antaa lukulaitteelle kyvyn vahvistaa, että luettu viivakoodi on luettu kuten se oli tarkoitus lukea. Luetun viivakoodin merkkijono tarkistetaan matemaattisesti ja tarkistussummien tulkintatavat vaihtelevat viivakoodityypikohtaisesti.

7 RFID

Radiotaajuinen tunnistus eli RFID on etälukutapa, jossa päätteen antenni (kuva 8) kuulustelee tunnisteen antennia radiotaajuuden avulla aktiivoiden tiedon vaihdon radiotaajuuden välityksellä. RFID ei viivakoodin tavoin tarvitse suoraa näkölinjaa tunnisteen ja lukijan välillä. Toisin sanoen, radiotaajuudet pystyvät kiertämään esteen ja joissain tapauksissa menemään esteen läpi. Vastaavasti metallit ja nesteet voivat imeä radiotaajuuksia itseensä, jolloin tunniste voi jäädä lukematta (Dobkin 2008, 336–338). Radiotaajuuksilla on myös rajoituksia, koska tunnistet toimivat vain tiettyjen taajuuksien kohdalla. Lisäksi, jotta tunniste ja lukija toimisivat yhdessä, ne on viritettävä samalle taajuudelle.

Tunnisteessa sekä lukijassa on omat antennit, jotka mahdollistavat tiedon vastaanoton ja tarvittaessa siirron tunnisteen ja lukijan välillä. Tämän lisäksi kokonaisuus tarvitsee päätteen, joka käsittelee tiedon. Kuvassa 8 on havainnollistettu RFID-järjestelmän toimintaa. Antenni kuulustelee tavarassa olevaa tunnistetta radiotaajuuden avulla, johon tunniste reagoi taajuuden ollessa sama. Lopuksi lukija muuttaa radiotaajuuden sisältämä tiedon digitaaliseen muotoon, joka siirtyy eteenpäin esimerkiksi yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Toiminnanohjausjärjestelmä (*enterprise resource planning, ERP*) sisältää yrityksen kaikki hallinnolliset alueet, kuten palkanlaskennan, hankinnan, varastohallinnan, prosessihallinnan, tuotannon yms. (Brandon-Jones ym. 2013, 440-441).



Kuva 8. RFID-järjestelmä (Lehpamer 2012)

RFID käyttää pääasiassa kolmea eri taajuusaluetta LF (*low frequency*), HF (*high frequency*) tai UHF (*ultra high frequency*). Käytössä oleva taajuus kertoo teoreettisen lukuetaisyyden tunnisteen ja lukijan välillä, sekä useimmissa tapauksissa tunnistetyypin. Tunnisteet voidaan luokitella kolmeen eri tyyppiin aktiivisiin, puolipassiivisiin tai passiivisiin. Lehpamerin mukaan (2012, 157-161) passiiviset ja puolipassiiviset toimivat induktion avulla. Esimerkiksi nykyisten älypuhelimien langaton lataus perustuu sähkömagneettisen induktion ilmiöön. Näissä tunnisteissa ei ole erillistä lähetintä, joka voisi kuulustella antennia aloittaen tiedonsiirron. Jotta nämä tunnisteet toimisivat, täytyy antennin eli lukijan olla kuulustelun käynnistäjä. Aktiiviset tunnisteet puolestaan pystyvät aloittamaan kuulustelun lisäten signaalia ja lukuetaisyyttä.

Taulukko 2. RFID-tunnisteiden ominaisuudet

Ominaisuus	Passiivinen	Puolipassiivinen	Aktiivinen
Virtalähde	Ei	Kyllä	Kyllä
Hinta	Enintään muutamia kymmeniä senttejä	Kymmeniä tai satoja euroja, riippuu sovelluksesta	Kymmeniä tai satoja euroja, riippuu sovelluksesta
Lukuetaisyys	Jopa 20 metriä	Yli 100 metriä	Yli 100 metriä

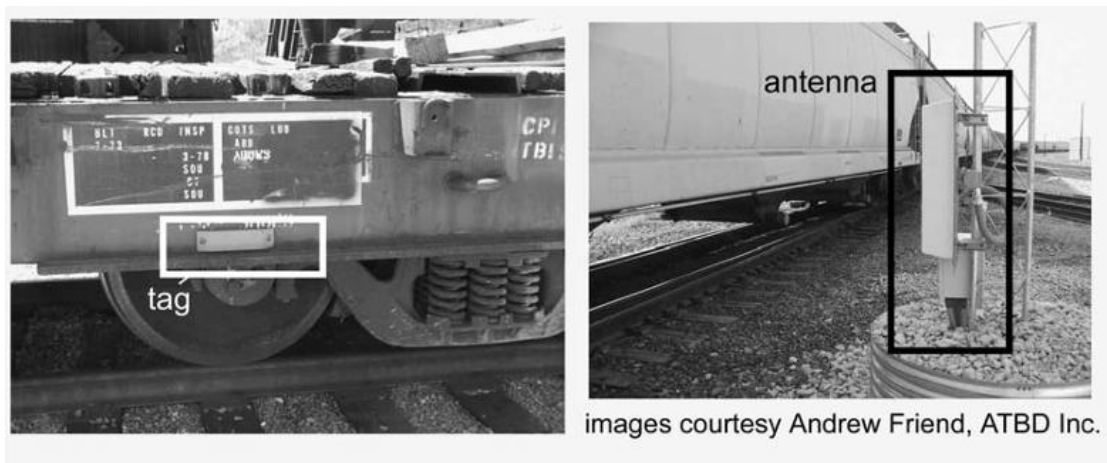
Muistikapasiteetti	Rajallinen	Suuri	Suuri
Voi aloittaa kuulustelun eli omaa lähettimen	Ei	Ei	Kyllä
Signaalin voimakkuus	Riippuu lukijasta	Riippuu lukijasta, sisäinen virtalähde tehostaa signaalia	Riippuu lukijasta, sisäinen virtalähde tehostaa signaalia
Anturit	Ei	Kyllä	Kyllä
Säilyvyys	Teoriassa ikuinen, käytännössä yli 20 vuotta	Virtalähde rajoittaa	Virtalähde rajoittaa

Taulukkoon 2 on koottu oleellisia eroavaisuuksia tunnisteen ominaisuuksien osalta. Ominaisuuksia on kuvattu vain yleisellä tasolla, koska erilaisia muunnelmia on olemassa paljon. Ainoa oleellinen ero tunnisteen välillä on virtalähteen olemassaolo. Virtalähteen avulla voidaan lisätä tunnisteen sisäistä toimintaa. Virtalähteen avulla tunnisteseen voidaan esimerkiksi sisällyttää erilaisia antureita, jotka ovat virtalähteen ansioista päällä tarvittaessa jatkuvasti. Tämä mahdollistaa muun muassa reaaliaikaisen seurannan sekä reagoinnin ulkoisiin ärsykkeisiin, kuten lämpötilan vaihteluihin. Jotkut aktiiviset ja puolipassiiviset pystyvät lisäämään teoreettista lukuetaisyttä antennin ja tunnisteen välillä. (Miller 2019.)

Tunnisteen tieto voidaan tarvittaessa kirjoittaa uudelleen lukutapahtuman yhteydessä (Lehpamer 2012, 156-157). Uudelleenkirjoitus riippuu tunnisteen käyttämästä tallennustyyppistä, joita on olemassa kolme erilaista. Luku-kirjoitus (*read-write*), kirjoita kerran – lue monta (*WORM*) tai vain luku (Lehpamer 2012, 153-154). Edellä mainitut tallennustavat on lueteltu monipuolisimmasta heikoimpaan.

RFID voidaan kokonaisuudessaan käsittää automaattiseksi, koska lukutapahtuma ei vaadi työpanosta ihmiseltä. Antennit pystyvät vaihtamaan tietoa välillään ilman, että lukutapahtuman toteutusta tarvitsee valvoa. Jotta lukutapahtumat RFID:n osalta saadaan varmistettua, pitää antennit asentaa keskeisille paikoille esimerkiksi kulkuväylien risteyksiin tai kuvan 9 mukaisesti lähelle RFID-liikennettä. (Lehpamer 2012, 195-199.) Kuvan 9 junanvaunu on

varustettu aktiivisella RFID-tunnisteella. Vaunun liikkeessa sen sijaintia voidaan seurata säännöllisesti, koska vaunun reitillä sijaitsevat antennit lähettävät digitaalisen tiedon vaunun sijainnista rautatieyhtiön toiminnanohjausjärjestelmään reaaliajassa.



Kuva 9. Vaunussa oleva RFID-tunniste luetaan matkan varrella sijaitsevien antennien avulla mahdollistaen reaaliaikaisen seurannan (Dobkin 2008)

Aluekohtaisten asetusten lisäksi RFID:n taajuusalue määräytyy käyttökohteen sovelluksen mukaan. Riippuen siitä, mikä taajuus on käytössä tai otetaan käyttöön, täytyy selvittää tunnisteiden ja antennin välisen lukuetaisyyden vaatimukset, mahdolliset ulkoiset häiriötekijät, tarvittava tallennuskapasiteetti sekä kulujen näkökulmasta se pääoman määrä, joka voidaan investoida toimintojen infrastruktuuriin. Mitä enemmän etuja halutaan RFID:n toimintoihin, sitä enemmän se tulee yleensä maksamaan. (Atlasrfidstore 2019). Yleisesti ottaen RFID:n toteutusta pidetään kalliina sekä monimutkaisena, kun sitä verrataan esimerkiksi viivakoodien toteutukseen. Viivakoodeja voidaan verrata Plug & Play -menetelmään, koska asennusominaisuuksia ei toiminnan aloittamiseksi ole.

8 LUKIJALAITTEET

Viivakoodinlukijat voidaan jakaa toimintatavaltaan kahteen pääryhmään, laser- ja kameralukijoihin. Yksinkertaisen laserpohjaisen viivakoodinlukijan toimintaa avattiin luvussa 6.4. Muitakin laserpohjaisia lukijoita on olemassa, joista yleisimpiä ovat monisädelukijat ja CCD-lukijat. Monisädelukija ampuu monta sädettä monesta eri kohdasta luoden tähtikuvion kaltaisen lukualueen, joten se pystyy lukemaan kohteen viivakoodin mistä tahansa asennosta.

Lukualueen kuvion muoto vaihtelee sovelluksen mukaan, koska lukukohteita on olemassa paljon erilaisia. Monisädelukijat ovat yleisessä käytössä esimerkiksi vähittäiskauppojen kassoilla, koska laajan tuotevalikoiman takia tuotteissa olevien viivakoodien sijainnit vaihtelevat paljon. CCD-lukijoissa eli tassulukijoissa on satoja led-valoja, jotka muodostavat suorakulmion näköisen skannausalueen valaisemalla viivakoodin. CCD-lukija osaa erottaa viivakoodin kuvion harvennuksen heijastuvan valon perusteella. (Viivakoodiopas 2019)

Kameratekniikkaan pohjautuvat optiset lukulaitteet toimivat samalla periaatteella kuten laserlukijat, mutta lasersäteiden tilalla käytetään kameraa. Kamera ottaa viivakoodista kuvan, jolloin kameran tekniikkaa tulkitsee kuvan sisältämän viivakoodin. Tätä kutsutaan myös binarisoinniksi eli kuvien analysoinniksi (Alelso 2013).

RFID:lle on olemassa kuvan 9 kaltaisia kiinteitä antennoja, jotka on yhdistetty päätteeseen. Pääte voi olla erillään antennista tai osana sitä, riippuen käytettävästä sovelluksesta. RFID-tekniikkaa hyödynnetään myös porttien tai sisäänkäyntien yhteydessä, joissa RFID-tunnisteen vaatima toiminto aktivoituu, jos tunniste on lukuetaisyysdellä. Hyvä esimerkki on vähittäiskauppojen sisäänkäyntien yhteydessä sijaitsevat tuotesuojaportit, jotka antavat kovan äänimerkin, jos tuotetta ei ole ensin maksettu kassalla. Sekä RFID- että viivakoodinlukijat voivat olla kiinteitä tai liikuteltavia. Useimmissa sovelluksissa sama koskee myös päätteitä. Markkinoilla on olemassa myös käsipäätteitä (kuva 10) joissa lukija ja pääte on yhdistetty yhdeksi. Käsipäätteet ovat olemassa mukavuuden ja työn laadun parantamiseksi.



Kuva 10. RFID -käsipääte (Zebra s.a)

Toimeksiantajan käytössä on SF61B-mallinen yksiulotteisia viivakoodeja lukeva viivakoodinlukija (kuva 11) ja Panasonicin CF-19 -mallinen kannettava tietokone (kuva 11), joka toimii päätteenä. Pallettien viivakoodit luetaan viivakoodinlukijalla, joka on liitetty päätteeseen Bluetooth-yhteydellä. Bluetooth on tietyllä radiotaajuusalueella toimiva langattomaan tiedonsiirtoon kykenevä radiotaajuus (Woodford 2020). Teoreettinen maksimi lukijan ja päätteen väliselle etäisyydelle on 100 metriä, jos työympäristön läheisyydessä ei ole häiriötekijöitä, kuten pylväitä tai varastoituja tuotteita. Käytännön etäisyys vaihtelee paljonkin, koska varastotila ei aina ole kokonaan tyhjä. Paikan päällä tehtyjen testien perusteella käytännöllinen ja toimiva etäisyys on noin 30 metriä. Luetut viivakoodit käsitellään taulukkolaskentaohjelmassa, minkä jälkeen viivakoodit lähetetään eteenpäin asiakkaalle.



Kuva 11. SF61B (Finn-ID s.a.) ja CF-19 (Ruggedtech s.a.)

Pääte eli tietokone tallentaa tiedon luetuista viivakoodeista ja tarvittaessa siirtää tiedon eteenpäin toiminnanohjausjärjestelmään. Pääte ja lukija voivat olla kiinteässä sijainnissa tai toimeksiantajan nykyisessä tapauksessa liikuteltavina erillisinä laitteina. Riippuen käytössä olevasta laitteistosta, lukijoiden ja päätteiden ominaisuudet voivat vaihdella paljon. Lehpamerin (2012, 172-174) mukaan ominaisuuksia ovat käsittelynopeus, lukuetaisyys, muoto, yhdistettävyyys sekä ulkoisten olosuhteiden tuomat vaatimukset, kuten äärimmäiset lämpötilat.

Viivakoodien lukutapahtuma pystytään suorittamaan RFID:n tapaan automaattisesti kameroiden ja läheisyysantureiden avulla. Toteutus muistuttaa RFID:n toteutusta, mutta antennien sijaan käytössä on monta kameraa. Syy moneen kameraan piilee siinä, että monen kameran avulla pyritään varmistamaan onnistuneen lukutapahtuman toteutus. Monella kameralla lisätään onnistuneen lukutapahtuman toteutusta ja samalla lisätään lukualueen kattavuutta. (Envisage systems s.a.) Viivakoodien automatisointia varten tarvitaan jonkinlainen fyysinen liipaisin, joka esimerkiksi tutkimuksen tapauksessa on palletti.

9 KÄSITTELYPROSESSIN KUVAUS

Tuotteen materiaalivirta on toimitusketjussa suhteellisen säännöllistä. Palletteja saapuu toimeksiantajan toimipisteeseen pääasiassa kuvan 12 näköisissä siirtokatevaunuissa rautateitse, vaihtoehtoisesti palletoja voi myös

saapua maateitse ajoneuvoyhdistelmissä poikkeusjärjestelyin.

Ajoneuvoyhdistelmä on kuorma-auton ja perävaunun muodostama kokonaisuus (Kielitoimisto s.a.). Palletit toimitetaan eteenpäin toimitusketjussa tarkan aikataulun mukaisesti vesiteitse. Osa palleteista kulkeutuu lopullisiin määräpaikkoihin maateitse epäsäännöllisin väliajoin.



Kuva 12. Avattu siirtokatevaunu (Ström 2019)

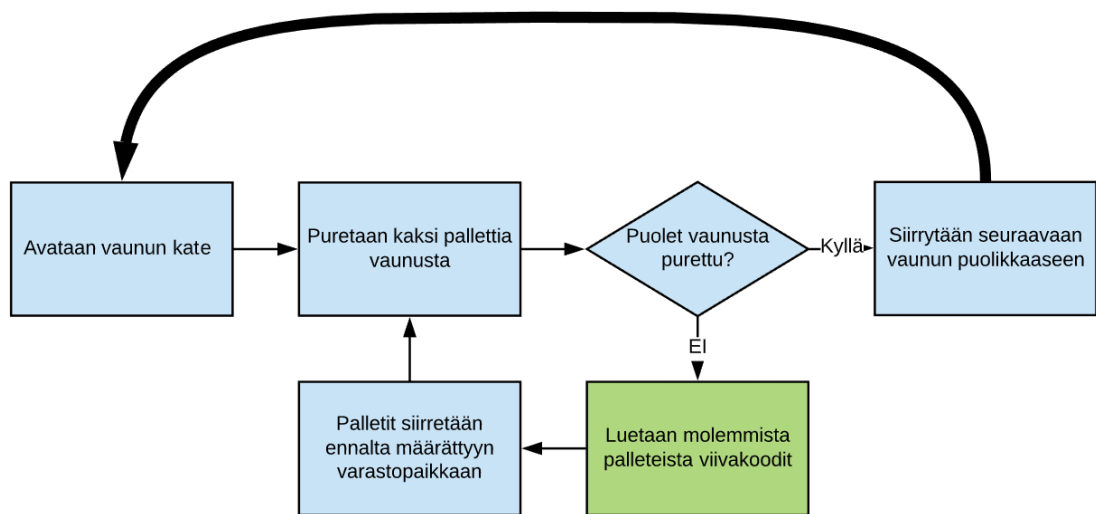
Pallettien toimitusketjun järjestelyistä päättävät kaikki osapuolet yhdessä. Toimeksiantaja toimii toimitusketjussa eräänlaisena palveluvarastona, jonka tavoitteena on keskittää suurin osa lähtevästä materiaalivirrasta yhteen toimipisteeseen. Toimeksiantaja voidaan täten luokitella kolmannen osapuolen logistiikkapalveluiden tarjoajaksi (3PL-palveluntarjoaja). 3PL-palveluntarjoaja tuo lisäarvoa tai lisätoimintoja toimitusketjun logistiikkaan esimerkiksi tarjoamalla kuljetus- tai varastointipalveluita tuotteelle (Physical Distribution & Logistics Management 2006, 488). Toimeksiantajan näkökulmasta muita 3PL-palveluntarjoajia pallettien toimitusketjussa ovat VR-Yhtymä, Wagenborg Shipping ja sekalaiset kuljetusyrietykset. VR-Yhtymä vastaa saapuvan materiaalivirran toimituksesta ja Wagenborg Shipping käsittää suuren osan lähtevästä materiaalivirrasta. Kuljetusyrietykset käsittävät pienen osan saapuvasta ja lähtevästä materiaalivirrasta palvelun lähinnä toimitusketjun loppupäässä olevia asiakkaita. Edellä mainitut palveluntarjoajat voidaan luokitella myös neljännen osapuolen logistiikkapalveluiden tarjoajiksi (4PL) sivullisen näkökulmasta.

9.1 Junan siirtokatevaunun purku

Purettavien siirtokatevaunujen määrä on suoraan sidoksissa asiakkaan tuotantoon, jonka takia purettavien siirtokatevaunujen määrä vaihtelee

keskimäärin 6 – 12 vaunun välillä. Siirtokatevaunuja sisältäviä junia saapuu viikon aikana korkeintaan kaksi, keskiviikkoisin ja lauantaisin. Tiheän aikataulun takia vaunut pyritään purkamaan jo saman päivän aikana, jotta vaunut voidaan lähettää takaisin asiakkaalle odottamaan seuraavaa lähetystä.

Tällä hetkellä siirtokatevaunun (havainnollistettu kuvassa 13) purkuun osallistuu säännöllisesti neljä henkilöä eli kaksi paria. Yksi pari purkaa vaunuja ja toinen pari vastaa laaduntarkastuksesta ja viivakoodien lukemisesta. Henkilötarve voi vaihdella vaunumäärän mukaisesti, jos purussa on esimerkiksi suhteellisen vähän vaunuja. Tästä päätetään erikseen ja tarvittaessa. Pallettien käsittelyyn tarkoitetut trukit ovat varustettu kahdella trukkihaarukkaparilla. Kahdet trukkihaarukkaparit mahdollistavat kahden kuormalavan samanaikaisen käsittelyn eli palleteja voidaan käsitellä kaksi kerralla.



Kuva 13. Siirtokatevaunun purku

Siirtokatevaunun purku ei ole käsittelyprosessin toimintojen osalta täsmällinen, koska se vaihtelee työntekijäkohtaisesti. Esimerkiksi jotkut työntekijät purkavat puoli vaunua laiturille ja vasta tämän jälkeen luettavat pallettien viivakoodit laaduntarkastajilla. Vaunun katteen avauksen ajoitus vaihtelee ajan salliman tilanteen mukaan, koska siirtokatevaunujen katteet voidaan avata yksi puoli kerrallaan. Tehokas operaattori kykenee purkamaan tunnissa 1 – 1½ vaunua. Vaihtelevuuteen vaikuttaa vaunujen sisältö, varastopaikan ja vaunun välinen etäisyys sekä kuljetusyksikön kuormaustapa. Purulle on varattu kokonaistyöaika yhdeksän tuntia. Kokonaistyöajassa pitää

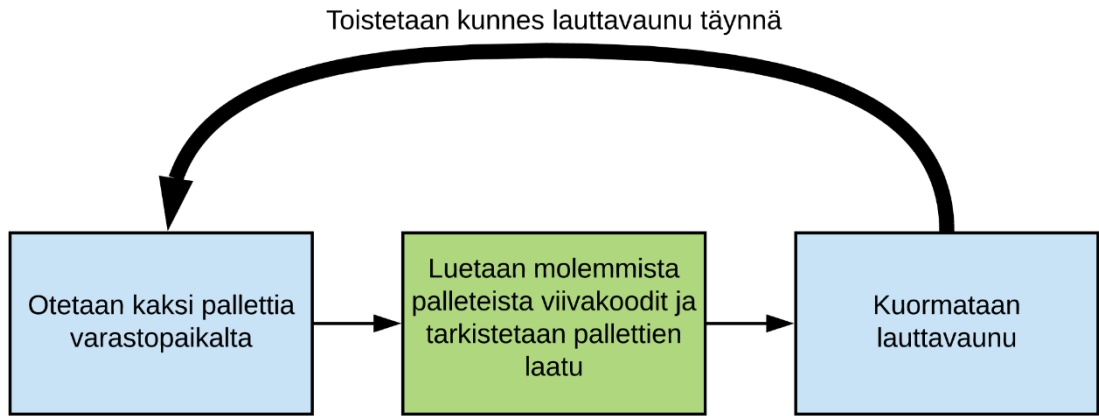
huomioidaan arvoa tuottamattomat toiminnot, mahdolliset ylityöt, ruokatauko ja kahdeksan tunnin työpäivät, joten jäljelle jää keskimäärin seitsemän tuntia kokonaistyöaikaa.

9.2 Ajoneuvoyhdistelmän kuljetusyksikön purku ja lastaus

Jokaisella operaattorilla on omat muunnelmat ja toimintatavat kuormauksen toteutuksen suhteen. Autokuormien lastaukset ja purut toteutetaan yleisesti ottaen yksin, koska pallettien määrä on alhainen. Saapuvien pallettien viivakoodit luetaan yleensä purun päätteeksi, jotta kuorma-autojen kuljettajat pääsevät lähtemään pois niin pian kuin mahdollista. Lähtevien kuormien viivakoodit luetaan aina sen mukaan, kuinka monta pallettia operaattori käsittelee sillä hetkellä. Jotkut operaattorit voivat vaihtoehtoisesti myös eritellä lähtevän kuorman kollit varaston käytävälle ja vasta erittelyn jälkeen lukea viivakoodit. Tämän seurauksena palletoja kuormataan kuljetusyksikköön vasta, kun viivakoodit on luettu

9.3 Lauttavaunun kuormaus osana laivausta

Suurin osuus lähtevästä materiaalivirrasta laivataan säännöllisin väliajoin. Laivauksen aikataulutusta vaihtelee joka kerta toimeksiantajasta riippumattomista tekijöistä, mutta laivaus pyritään ajoittamaan keskelle viikkoa. Yleisiä tekijöitä voivat olla äkilliset säämuutokset ja asiakkaan tuotannolliset rajoitukset. Sää vaikuttaa laivauksen muihin prosesseihin ja sitä kautta epäsuorasti pallettien laivausprosessiin. Asiakkaan tuotannollisten rajoitusten myötä lastaus voi viivästyä, jos laivaussuunnitelman mukaista tuotetta ei ole saatavilla. Tämän seurauksena asiakas joutuu järjestämään kiireellisiä autokuljetuksia jopa laivausten aikana, jos tuotetta ei voida korvata toisella tuotemallilla. Viivästysten myötä laivaa voidaan seisottaa toistaiseksi. Koko laivausprosessia ei tässä käsitellä, koska viivakoodeja käsitellään kokonaisuuden näkökulmasta vain laivauksen alussa. Palletoja laivataan laivaussuunnitelman mukaisesti arviolta yli tuhat yksikköä, kuvan 14 mukaisen toimintaohjeen mukaisesti.



Kuva 14. Lauttavaunun kuormaus

Lauttavaunu on materiaalinkäsittelyyn soveltuva kuljetusalusta (kuvassa 15). Lauttavaunujen kuormauksessa trukinkuljettaja ottaa kaksi pallettia varastopaikalta, jonka jälkeen hän luetuttaa pallettien viivakoodit laaduntarkastajan luona. Onnistuneen lukutapahtuman jälkeen palleitit kuormataan lauttavaunun päälle kuvan 15 mukaisella tavalla. Lauttavaunun ollessa täynnä se ajetaan ulos varastosta kohti laivauksen seuraavaa toimintoa. Toisin kuin siirtokatevaunujen purussa, lauttavaunun kuormauksessa ei hyvän työkulun ansiosta tarvita toista laaduntarkastajaa. Vastaan tulevat myös kapasiteettirajat ja pullonkaulat, jotka yhdessä rajoittavat toisen laaduntarkastajan olemassaoloa. Esimerkiksi tavaraa voidaan ajaa ulos vain tietty määrä kerralla ja nosturi pystyy nostamaan 4 pallettia kerralla.



Kuva 15. Täysi lauttavaunu sivusta kuvattuna (Ström 2019)

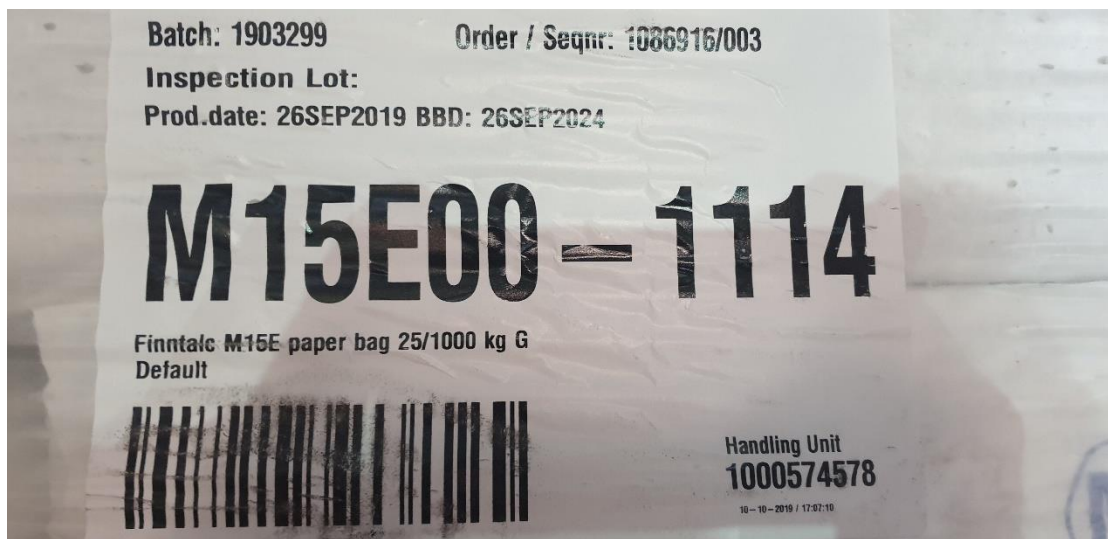
Laivauksessa käytetään kolmea lauttavaunua, jotta laivauksen aikana välttyään ylimääräiseltä odotukselta nosturin sekä varaston välillä. Palletteja kuormataan lauttavaunuun 16 kappaletta kerralla käsittelyn helpottamiseksi. Käsittelyn näkökulmasta tämän on osittain myös välttämätöntä, koska palleiteja laivataan neljän palleitin erissä eli yhdessä lauttavaunussa on 4 pienempää erää.

10 KÄSITTELYSSÄ ILMENEVÄT ONGELMAT

Viivakooditarran ongelmat luokitellaan laadullisiksi. Ongelmia on hankala käsitellä, koska ne ovat moninaisia ja ne aiheuttavat vaihtelevia viiveitä eli aikahäviöitä lukutapahtumassa. Tässä pääluvussa käsiteltävät ongelmat on dokumentoitu kuvien avulla tutkimuksen tekijän nimissä. Dokumentoinnin avuksi kuville annetaan konteksti, joka rakentuu tekijän omien kokemusten pohjalta. Tutkimuksessa kartoitettiin myös työkavereiden näkökulmia haastatteluiden muodossa. Haastatteluiden tarkoituksena oli tuoda uskottavuutta ja luotettavuutta esitettyihin näkökulmiin.

10.1 Viivakooditarran ongelmat

Suurin viivakooditarran vaikuttava tekijä on kosteus, erityisesti pitkäaikainen altistuminen kosteudelle vaikuttaa tarran. Kosteuden päästessä kosketuksiin tarran kanssa, tarran muste voi tahriintua ja tehdä viivakoodista lukukelvottoman. Kuvan 16 esimerkissä osa viivakoodin segmentistä on päässyt kokonaan tuhoutumaan, jonka takia viivakoodi on lukukelvoton. Tarran altistuessa kosteudelle se voi kuivuessaan myös rypistyä. Rypistynyttä tarraa voidaan venyttää, mutta tämän toiminnan tulokset ovat usein sattumaa onnistuneen lukutapahtuman saavuttamiseksi, joten rypistyneet tarrat ovat yleensä lukukelvottomia. Kosteuden tuomiin ongelmiin törmätään monessa vaiheessa palletoimitusketjua. Tyypillisesti ongelma nousee esiin kostealla säällä siirtokatevaunujen purun yhteydessä sekä laivauksen aikana, kun palletoja käsitellään lyhyesti ulkona. Kosteus pääsee kosketuksiin vaunuissa oleviin palletoihin, kun vaunu altistuu kuormauksen aikana ulkoiselle tekijälle eli säälle.



Kuva 16. Kosteusvaurioitunut tarra (Ström 2019)

Toiseksi yleisin ongelma johtuu pakkauksesta eli lavanpäällysmuovista. Käytössä olevan lavanpäällysmuovin on ominaista poimuttua tuotannollisista syistä. Poimuttumisen myötä viivakooditarra muotoutuu aaltomaiseksi (kuva 17) ja rypistyy lukukelvottomaksi. Käsittelyprossien aikana syntyneet hiertymät ja naarmut voivat myös vaurioittaa viivakoodia. Hiertymät ja naarmut eivät usein ole niin vakava ongelma onnistuneen lukutapahtuman kannalta, koska täydellisesti vaurioituneet koodit ovat harvinaisia. Muita harvinaisia ongelmia ovat haalistuneet viivakoodit huonon tulostusjäljen ja epätasaisen musteen jakautumisen takia, inhimillisistä tekijöistä johtuvat repeämät sekä viivakooditarrojen kaksoiskappaleet. Lukukelvottoman viivakoodin myötä työntekijä joutuu usein näppäilemään viivakoodin merkkijonon päätteeseen, pois lukien tapauksissa, joissa painettu viivakoodi sekä merkkijono ovat jollakin tavalla vahingoittuneet.

Viivakoodien lukutapahtumissa aiheutuu määrällisesti vähän vääriä tulkintoja. Prosentuaalisesti nykyinen onnistumisaste viivakoodilukutapahtumalle on noin 99,5 % eli jokaista tuhatta luettua viivakoodia kohden viisi viivakoodia luetaan keskimäärin väärin. Onnistumisasteen luku pohjautuu omaan henkilökohtaiseen kokemukseen, jossa huomioitiin vuoden 2019 jälkipuoliskon yhdeksän viimeisintä laivausta. Viivakoodin idea eli täydellinen seuranta ei toteudu, jos lukutapahtumassa ilmenee edes yksi poikkeavuus.



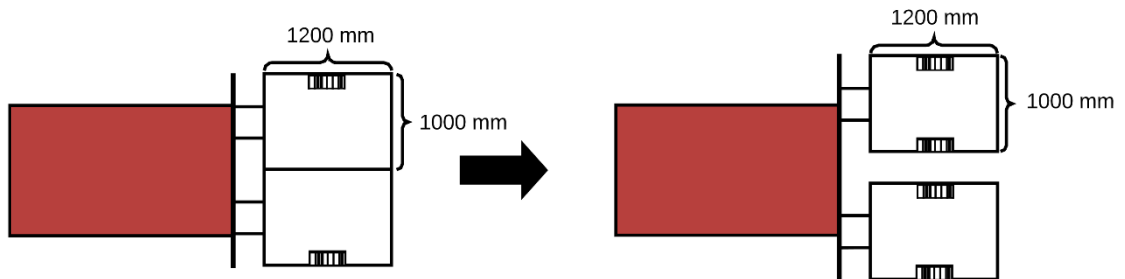
Kuva 17. Rypistynyt tarra poimuttuneen muovin takia (Ström 2019)

Suursäkit ovat paremmassa asemassa, koska suursäkkejä käsitellään määrällisesti vähemmän. Tämän lisäksi suursäkkien asemaa parantaa edelleen suursäkeissä oleva dokumenttitasku, koska dokumenttitasku tarjoaa erinomaisen suojan viivakooditarralle epätoivotuilta ulkoisilta elementeiltä. Ulkoiset elementit, kuten sää eivät vaurioita tarraa, mutta erilaiset valonlähteet esimerkiksi varaston valaistus, trukin ajovalot ym. voivat viivästyttää lukutapahtumaa. Liassa määrin ulkoiset valonlähteet aiheuttavat heijastuksia, kun valonlähteen valo osuu dokumenttitaskun muovipintaan (kuva 4). Dokumenttitaskun heijastava pinta voi aiheuttaa viiveitä lukutapahtuman aikana, koska viivakoodinlukija ei erota ulkoisten valonlähteiden aiheuttamaa heijastusta oman laserin heijastuksesta. Lukija voi tämän myötä myös tunnistaa viivakoodin väärin ohittaen viivakoodin tarkistussumman.

Kaikki tämän luvun ongelmat voivat aiheuttaa väärää lukutapahtumia, joiden myötä päätte voi kirjata satunnaisia merkkijonoja laskentataulukkoon. Yleensä tapahtunut ongelma huomataan vasta vähän ajan päästä, koska laaduntarkastaja eli lukutapahtuman toteuttaja ei aina ole päätteen lähettyvillä. Virhelukemiin voidaan siis reagoida nopeammin, jos päätte olisi jatkuvasti käyttäjän lähettyvillä esimerkiksi kädessä käsipäätteenä. Toteutus nykyisellä laitteistolla ei ole mahdollinen, koska päätteenä toimii kannettava tietokone, jota ei pystytä kantamaan jatkuvasti mukana ympäri varastoa.

10.2 Lukutapahtuman ongelmat

Lukutapahtuman ongelmat eivät ole laadullisia, koska ne määräytyvät käytössä olevan laitteiston, laitteiston toimintojen ja käsiteltävän tuotteen mukaan. Lukutapahtuman ongelmat aiheuttavat aikahäviöitä käsittelyprosessin aikana. Suurin aikahäviöiden aiheuttaja on viivakooditarran tämänhetkinen sijainti, koska se esittelee lukutapahtumaan tietyn asteisen satunnaisuuden. Tarrallisia sivuja voi olla kaksi, minkä seurauksena tarran paikannus vie aikaa. Pallettien lyhyet sivut (1000 mm) ovat kohtisuorassa trukkia kohti, joten pallettien pitkät sivut (1200 mm) jäävät pallettien väliin ja vastakkaisiin sivuihin. Kuvassa 18 on hahmotettu edellä mainittua asiaa.



Kuva 18. Palletit pitää levittää lukutapahtuman ajaksi (Ström 2019)

Kuvasta 18 voidaan päätellä, että kahden pallelin samanaikaisen käsittelyn aikana viivakoodit voivat esiintyä joko kahden pallelin välissä tai vastakkaisilla ulkosivuilla. Tämän epäjohdonmukaisuuden myötä pallelit joudutaan levittämään lukutapahtuman ajaksi, jotta viivakoodit saadaan luettua lukijalla. Asia nousee esiin siirtokatevaunun purun ja lauttavaunun kuormauksen aikana. Kahden levitetyn pallelin väliin jäävä tila (noin 200-250 mm) luo huonot lähtökohdat hyvälle lukuasennolle, koska lukija ei pysty lukemaan viivakoodia äärimmäisistä kulmista tai viivakoodin myötäisesti, jos lukijan ja viivakoodin välinen tila jää alle 50 millimetrin. Satunnaisuutta lisää myös tarrojen sijainnit pallelin sivuilla, koska tarrat eivät ole aina samassa kohdassa pysty- tai vaakasuorassa.

Lukijalaite voi tulkita viivakoodin väärin, jos lukijan ja päätteen välisen etäisyyden ylittää. Ongelma esiintyy pidemmällä etäisyyksillä, kun selkeää näköyhteyttä lukijan ja päätteen välillä ei varmisteta. Poikkeavuus ilmenee, kun laaduntarkastaja suorittaa käsittelyprosessin muita toimintoja

lukutapahtuman yhteydessä. Ristiriitaisia lukutapahtumia eli väärin luettuja viivakoodeja ei pystytä valvomaan samaan aikaan muiden toimintojen suorituksen yhteydessä, koska päätettä ei kanneta mukana jatkuvasti. Näitä toimintoja ovat esimerkiksi siirtokatevaunun katteen avaamiseen liittyvät toiminnot sekä lukutapahtuma itse. Tästä syystä lukutapahtuman toteuttava työntekijä ei pysty samanaikaisesti myös valvomaan luettuja viivakoodeja. Ongelma on osittain laadullinen, jos työntekijälle on tarkoitus antaa vapaat oikeudet varastossa liikkumiseen ilman, että yhteyden katkeamisesta tarvitsee huolehtia.

Toimeksiantaja ei hyödynnä viivakoodien sisältämää tietoa tällä hetkellä ollenkaan, koska viivakoodeja ei olla yhtenäistetty toimeksiantajan varastohallintajärjestelmään. Toimeksiantaja ei myöskään saa ennakkotietoa saapuvien kuljetusten sisältämisestä viivakoodeista. Tällä hetkellä tiedot luetuista viivakoodeista lähetetään asiakkaalle erillisinä Excel-tiedostoina, jotka asiakas sitten lisää omaan varastohallintajärjestelmään. Toimenpidettä sovelletaan saapuviin sekä lähteviin materiaalivirtoihin epäjohdonmukaisesti, koska jokaisia toimintoja ei seurata tai valvota.

Yksi huomionarvoinen asia koskee suursäkkejä, sillä dokumenttitaskun sijainnin takia lukuasennon täytyy olla täsmällinen. Jotta suursäkeissä olevat viivakoodit saadaan luettua, täytyy lukijan olla lähellä dokumenttitaskua manuaalisesti tapahtuvan lukutapahtuman toteuttamiseksi. Jos lukutapahtuma toteutettaisiin automaattisesti, täytyisi käyttöön ottaa monisädelukija tai optinen lukija, jotta lukija kattaisi jokaisen mahdollisen lukuasennon tai -kulman.

10.3 Haastateltavien näkökulmat

Työssä haastateltiin kuutta ahtaajaa kirjallisen haastattelun muodossa. Haastateltavista neljä olivat vakituisia työntekijöitä ja kaksi tilapäisiä työntekijöitä. Kysymykset laadittiin tämän työn loppupuolella tammikuun aikana. Haastattelu toteutettiin helmikuun alkupuolella yhden haastattelutilaisuuden aikana. Haastattelulomakkeen kysymykset olivat avoimia kysymyksiä, joihin vastattiin vapaamuotoisesti ja perustellen. Avointen kysymysten tarkoituksena oli saada aitoja vastauksia ja näin välttyä turhilta

kyllä/ei -kysymyksiltä. Haastattelussa ei myöskään ollut johdattelevia kysymyksiä, jotka sisältäisivät valmiita vastauksia. Seuraavaksi käsitellään haastattelun kysymyksiä ja vastauksia.

- Mitä mieltä olet viivakooditarrallisten pallettien nykyisestä tilasta?

Vastaukset ensimmäiseen merkitykselliseen kysymykseen olivat pääasiassa negatiivisia. Vain kolmasosa vastaajista koki viivakoodien jollain tapaa hyödylliseksi, yksi perustelu puolesta liittyi varastosaldoihin ja siihen, että viivakoodien avulla toimeksiantaja pystyy ylläpitämään tarkempaa varastokirjanpitoa viivakoodien ansiosta. Loput vastaajista kokivat viivakoodit epäkäytännöllisiksi osittain, koska nykyinen yhden tarran toteutus aiheuttaa paljon ylimääräistä työtä verrattuna entiseen tapaan, kun palleissa ei ollut viivakooditarroja.

- Mitä keskeisiä ongelmia pystyt nostamaan esiin liittyen etälukuun?

Tämän kysymyksen vastaukset tulivat osittain ilmi edellisessä kysymyksessä. Keskeisimmäksi ongelmaksi nousi turhan tuntuinen työ ja hitaus. Hitaudella tarkoitetaan lukutapahtumasta aiheutuvaa aikahäviötä tai ylimääräistä työtä, jota ei verrattuna entisissä käsittelyprosesseissa ollut. Puolet vastaajista nostivat esiin yhden tarran aiheuttaman ongelman, kolmasosa nosti esiin nykyisen lukulaitteiston tuomat epäkäytännöllisyydet ja yksi vastaajista ei vastannut kysymykseen. Lukulaitteistosta nostettiin esiin laitteiston epävarma toiminta eli yhteysongelmat päätteiden ja lukijan välillä, väärät lukutapahtumat, sekä erillisen päätteiden mukana raahaaminen. Kaikki lukulaitteistoon liittyvät ongelmat aiheuttivat kahden vastaajan mielestä aikahäviötä.

- Koska mitään virallista toimintaohjetta ei ole annettu liittyen etälukutapahtuman toteutukseen, miten ja millä sinä luet pallettien viivakoodit?

Vastaukset tähän kysymykseen jakautuivat tasan puoliksi. Puolet vastaajista käyttävät omia henkilökohtaisia puhelimia lukutapahtuman suorittamiseksi ja loput vastaajista käyttävät SF61B -viivakoodinlukijaa ja kannettavaa tietokonetta päätteidenä. Yhden vastaajan mielestä puhelimen kautta

suoritettava lukutapahtuma on viivakoodinlukijaan verrattuna paljon reagoivampi ja käytännöllisempi.

- Onko pallettien viivakooditarrassa kehitettävää tai parannettavaa?

Viisi kuudesta vastaajasta nosti esiin lisätarrat, kolmen vastaajan mielestä palletin jokaiselle sivulle pitäisi laittaa tarra, jotta käsittelyprosessien aikana syntyvistä aikahäviöistä päästäisiin eroon. Yksi haastateltava nosti esiin tarran pienen koon ja toinen ehdotti, että viivakooditarra laitettaisiin tulevaisuudessa palletin päälle, niin sanotusti viidennelle sivulle.

- Onko lukulaitteistossa kehitettävää tai parannettavaa?

Kolmasosa haastateltavista ehdotti käsipäätteen käyttöönottoa, jotta lukutapahtuman luotettavuutta saadaan mahdollisesti lisättyä. Yksi vastaaja ehdotti käsipäätettä juuri sen kompaktiuden ja helppokäyttöisyyden takia, koska vastaajalla oli aikaisempaa kokemusta viivakoodillisten paperirullien käsittelystä. Yhden vastaajan mielestä nykyinen lukulaitteisto on hyvin kankea ja vanhanaikainen. Kahden haastateltavan mielestä työkonisiin eli trukkeihin pitäisi asentaa erilliset lukijalaitteet, jotka lukisivat viivakoodit automaattisesti käsittelyn aikana. Yhden vastaajan mielestä tämä parantaisi työnlaatua nykyiseen verrattuna, koska trukista ei tarvitsisi nousta erikseen ulos lukutapahtuman suorittamiseksi.

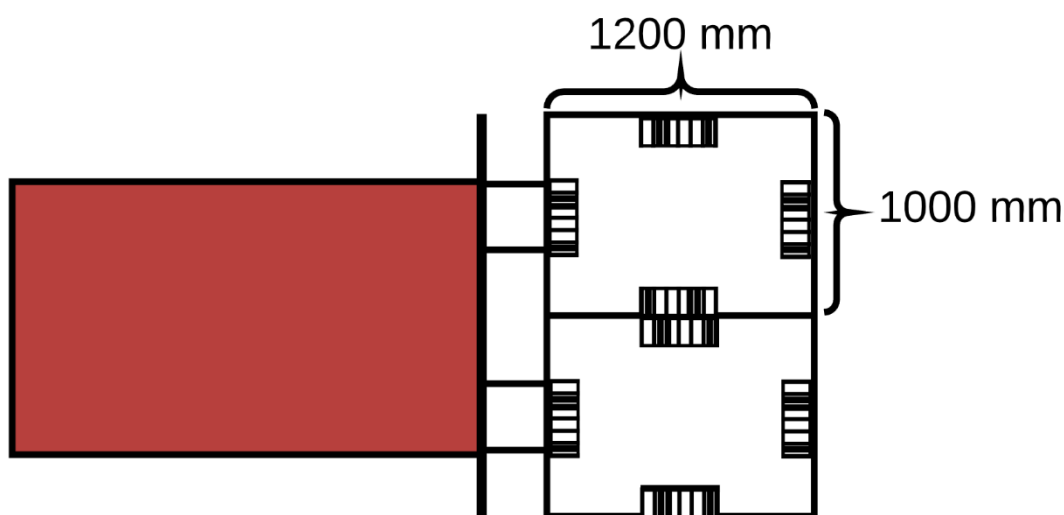
11 KEHITYSEHDOTUKSET JA TULOKSET

11.1 Nykyisen lukutapahtuman kehittäminen

Yksi viivakooditarra asettaa rajoituksia käsittelyprosessin lukutapahtuman nopeudelle. Mahdolliseksi ratkaisuksi ehdotetaan usean viivakooditarran sisällyttämistä yhteen pallettiin. Lisätarrat vähentäisivät tarroista johtuvia ongelmia ja parhaimmassa tapauksessa poistaisi suurimman osan viivakoodilukutapahtuman aikana tapahtuvista aikahäviöistä. Toteutus loisi perustan täysin itsenäiselle työnteolle, koska se ei vaatisi erillistä työntekijää suorittamaan lukutapahtumaa. Lukutapahtuman toteutus kuuluisi sen sijaan kappaletavarojen käsittelijöille eli trukinkuljettajille. Kehitysehdotus koskee

enimmäkseen siirtokatevaunujen purkua, koska se on ainoa käsittelyprosessi, jonka prosessin toiminnassa on mukana erillinen laaduntarkastaja.

Kehitysehdotus antaa ymmärtää, että työn määrä tulisi teoriassa vähenemään. Tarrojen etsintään ei tarvitsisi uhrata aikaa, koska tarrojen sijainnit tiedettäisiin etukäteen. Laadullisesta näkökulmasta katsottuna vahingoittunut tarra ei olisi ongelma, koska samanlainen tarra löytyisi kolmelta muulta sivulta. Todennäköisyys, että kaikki neljä tarraa olisivat lukukelvottomia olisi erittäin epätodennäköistä. Tilanteet, joissa kaikki neljä tarraa olisivat lukukelvottomia viittaisi konkreettiseen ongelmaan, eikä puhtaaseen sattumaan. Palletteja ei myöskään tarvitsisi levittää nykyisen lukutapahtuman vaatimalla tavalla, koska viivakoodit olisivat luettavissa jokaiselta sivulta. Kuvassa 19 on hahmotettu uusien tarrojen mahdollisia sijainteja.



Kuva 19. Viivakooditarra pallein jokaisella sivulla (Ström 2019)

Lukutapahtumaa ei nykyisessä muodossa tarvitse toteuttaa ollenkaan, koska lukutapahtuma voidaan toteuttaa käsittelyprosessin ensimmäisen tai viimeisenä toimintona esimerkiksi varastopaikalla tai kuljetusyksikössä. Toisin sanoen, viivakoodit voidaan lukea vaihteittain riippuen missä käsittelyprosessin vaiheessa mennään. Työntekijä voi itsenäisesti valita tietyn määrän palleteja, jotka hän lukisi lukijalla yhdellä kertaa. Parhaana etuna tässä poistuisi yksi kohta ylituotannosta, koska tarve erillisen henkilön työllistämiseksi viivakoodien lukutapahtuman ajaksi poistuisi. Tämä vähentäisi

henkilöstökuluja huomattavasti ainakin vaunujen purun yhteydessä ja palauttaisi kustannustason viivakoodeja edeltävän käsittelyprosessin tasolle.

Yksityiskohtaisemmin, kun palleja tai suursäkkejä puretaan siirtokatevaunuista tai ajoneuvoyhdistelmistä, voidaan lukutapahtuma toteuttaa kuljetusyksikön avauksen aikana tai vaihteittain varastopaikalla. Vastaavasti ajoneuvoyhdistelmien kuormauksen yhteydessä viivakoodit voidaan lukea vasta, kun yhdistelmä on kuormattu. Tämän etuna työntekijä pystyy keskittymään yhteen käsittelyprosessin toimintoon kerralla, koska prosessin toimintojen ja sitä kautta ylimääräisen työn ja ajan määrä vähenisi. Samaa toimintatapaa voidaan soveltaa jollain asteella myös lauttavaunujen kuormauksessa, jos viivakoodit luetaan vasta lauttavaunun ollessa täynnä. Tässä pitää kuitenkin muistaa, että lauttavaunujen kuormausprosessin yhteydessä yhdessä trukinkuljettajien kanssa toimii erillinen henkilö laaduntarkastuksen parissa varmistaen laivattavien kappaletavarojen eheyden. Tämä luo mahdollisuuden sille, että lukutapahtuma voidaan toteuttaa laaduntarkastuksen yhteydessä ilman sen suurempaa työpanosta. Viivakooditarraan kohdistuvien parannusten lisäksi voidaan katse kääntää myös käytössä olevaan laitteistoon.

Koska työntekijä ei voi olla kahdessa paikassa samaan aikaan, voidaan lukijan ja päänteen tuomat rajoitukset ratkaista käsipäänteen avulla. Käsipäänteen hyödyt tuotiin esiin tekijän omien ja haastateltavien havaintojen kautta. Käsipäänteen toimintaperiaatetta voidaan verrata suoraan puhelimen kautta suoritettavaan etälukuun, koska ne toimivat samalla tavalla. Käsipäänteen (kuva 10, s. 29) avulla lukija ja päänte ovat yhdessä ja samassa laitteessa. Tämän myötä tieto luetuista viivakoodeista on heti tarkasteltavissa ja tarvittaessa muokattavissa. Käsipäänteen avulla lisättäisiin käyttövarmuutta nykyiseen lukutapahtumaan verrattuna, koska haastateltavien sekä tekijän henkilökohtaiset kokemukset tukevat väitettä. Käsipäänteen toimintaa voidaan verrata puhelimen kautta suoritettavaan lukutapahtumaan, jossa virheet pystytään korjaamaan heti niiden ilmetessä, koska työntekijä näkee heti luetun viivakoodin merkkijonon. Tämän lisäksi käsipäänte mahdollistaa työntekijälle vapaat liikkumisoikeudet varastossa, koska laitteisto on langaton ja ei vie tilaa.

Lukutapahtuman toteutusta edesauttaisi viivakoodien ennakkotieto. Tämä väite perustuu puhtaaseen päättelyyn, eikä tarvitse erillistä lähdettä. Ennakkotiedon avulla voidaan lisätä seurannan varmuutta, koska lukutapahtuma tapahtuisi useaan otteeseen toimitusketjussa. Ennakkotiedon avulla asiakkaan indeksoituja merkkijonoja voidaan verrata omiin lukutietoihin, jolloin seurannan oikeellisuus pystytään todentamaan. Jos lähtöpaikassa kirjataan kolli A lähteneeksi ja vastaanottopäässä kirjataan kolli B saapuneeksi, voidaan todeta, että lähtöpaikassa on tapahtunut virhe. Tällä hetkellä asiakas ei lähetä ennakkotietoa saapuvista viivakoodeista, joten lukutapahtuman oikeellisuudesta ja jokaisen viivakoodin merkkijonon kirjaamisesta vastaa yksinomaan toimeksiantaja.

Toimeksiantajalla on oma näkemyksensä lukutapahtuman toteutuksesta ja se jakaa samankaltaisuuksia tutkimuksen tekijän kehitysehdotusten kanssa. Ainoa eroavaisuus nousee esiin siinä, millä ja milloin lukutapahtuma toteutetaan. Edellä todettiin, että perusteellisen lukutapahtuman edellytykseksi viivakoodit kannattaisi lukea vaiheittain selvästi käsittelyprosessin alussa tai lopussa sekä käsipääteellä. Toimeksiantajan näkemyksen mukaan viivakoodit luettaisiin nykyiseen tapaan kaksi kerralla, mutta lukutapahtuma toteutuisi trukin sisältä CCD-lukijalla. Lukijan säde tähdittäisiin tuulilasin läpi kohti viivakoodeja ja lukutapahtuman päätteenä toimisi erillinen taulutietokone, joka olisi yhdistettynä toimeksiantajan päivitettyyn varastohallintajärjestelmään. Päätös erillisestä päätteestä perustellaan lisäksi sähköisillä asiakirjoilla, sillä tulevaisuuden näkymiä on visioitu niin, että asiakirjat toteutettaisiin sähköisinä taulutietokoneella mukavuussyistä. Sähköisten rahtikirjojen käyttöönotto vähentäisi fyysisten asiakirjojen laadinnassa syntyvää vaivaa.

Lukutapahtuman toteutustapaa toimeksiantajan näkemyksen mukaisesti on testattu kahteen otteeseen tämän opinnäytetyön aikana, mutta tulokset olivat valitettavasti riittämättömiä. Tuulilasin kautta tapahtuvan lukutapahtuman ongelmaksi nousee trukin masto, koska viivakooditarrat jäävät maston taakse. Lukutapahtuman toteutusta ei testattu yhdellä palletilla, koska tehokkaan käsittelyprosessin edellytyksenä palleteja täytyy käsitellä pareittain. On myös mahdollista, että trukinkuljettaja nousisi ulos trukista, mutta tämä johtaisi siihen, että lukutapahtuma palautuisi nykyistä toteutusta hitaammalle tasolle.

Tämän lisäksi työntekijä joutuisi ravaamaan edestakaisin trukin edustalla, jota ei tulnaisi todennäköisesti suvaitsemaan. Toimeksiantaja on ehdottanut, että viivakoodit luettaisiin vaihtoehtoisesti sivulasien läpi erittäin, mutta tässäkin vaihtoehdossa nousee esiin rajoitukset liikkumisen vapauden suhteen.

11.2 Automatisointi

Automaattisella lukutapahtumalla tarkoitetaan täydellisen automaation integrointia lukutapahtumaan, jossa ihmisen puuttuminen lukutapahtuman toteutukseen ei ole tarpeen. Otin tätä varten yhteyttä brittiläiseen tarkastusjärjestelmiä tarjoavaan yritykseen, Envisage Systemsiin. Tiedustelun päätavoitteena oli kartoittaa tarkastusjärjestelmän kyvyt.

Tarkastusjärjestelmä koostuu kahdesta pylvästä, jotka ovat varustettu korkean kuvatarkeyden omaavilla kameroilla. Pylvää luovat niin sanotun portin, josta trukki ajaa läpi. Tarkastusjärjestelmän jokainen kamera ottaa viivakoodillisesta kappaletavarasta 25 valokuvaa sekunnissa trukin ajaessa pylväiden välistä. Konfiguraation kameroiden määrä vaihtelee kohteen sovelluksesta. Optisten eli kamerapohjaisten koodinlukijoiden toimintaa on avattu tarkemmin kohdassa 8. Vaadittujen kameroiden määrä on tämän opinnäytetyön osalta tuntematon, koska kokonaisuuden vaatimia yksityiskohtia ei käyty läpi. Kokonaisuuden toimintaa kuvataan siis vain yleisestä näkökulmasta ilman käsittelyprosessien vaatimia yksityiskohtia, jotta järjestelmän toimintaperiaate tulee ilmi. Kuvassa 20 on havainnollistettu järjestelmän rakennetta.



Kuva 20. Palletscan Lite (Envisage Systems s.a.)

Kuten kaikki muut kameratekniikkaan pohjatuvat optiset lukulaitteet, tarkastusjärjestelmän kamerat analysoivat kuvat vain viivakoodin läsnä ollessa, jättäen tarpeettoman kuvat käsittelemättä. Pylväissä on omat valaistukset, jotka luovat valaistun alueen lukijoita varten. Luetut merkkijonot voidaan käsitellä ja synkronoida heti toiminnanohjausjärjestelmään tai pylvään vieressä sijaitsevaan päätteeseen. Järjestelmä kykenee noudattamaan montaa ennalta määrättyä ohjetta. Näitä ohjeita ovat esimerkiksi etuliitteet viivakoodien merkkijonoissa, jotta järjestelmä tunnistaa vain oikeat viivakoodit. Viivakoodien kaksoiskappaleet voidaan tarvittaessa hävittää, jos jokin merkkijono kirjataan useaan otteeseen. Järjestelmä pystyy käyttämään hyväkseen myös saapuvan materiaalivirran ennakkotietoa. Tätä voidaan soveltaa menestyksekkäästi jokaisen kuljetusyksikön kohdalla olettaen, että asiakas antaa ennakkotiedon.

Kehitysehdotusta sivuaa samankaltaisuudellaan kiintolukijat. Kiintolukijat voidaan asentaa edellä mainittujen optisten lukijoiden tapaan kiinteään paikkaan esimerkiksi porttiin tai vaihtoehtoisesti trukin etuosaan. Trukin etuosaan tai mastoon asennetut laserlukijat lukisivat viivakoodit CCD-lukijoiden tapaan. Lukutapahtuma tapahtuisi automaattisesti käsittelyprossien aikana, kun trukki käsittelisi palleja. Päätteenä toimisi erillinen toimeksiantajan kuvailema päätte, joka sijaitisi trukin sisällä. Kiintolukijoiden huonona puolena ne eivät pysty joustavuuteen lukuasennon suhteen. Suursäkkien lukutapahtuma ei tulisi toteutumaan, koska dokumenttitaskut

sijaitsevat suursäkin yläosassa osittain suursäkkien päällä ja näin kiintolukijan lukualueen ulottumattomissa.

11.3 RFID

RFID:n avulla lukutapahtuma olisi huomattavasti helpommin ja nopeammin toteutettavissa viivakoodeihin verrattuna, koska pääte pystyy lukemaan tunnisteiden tiedon, vaikka näköyhteyden välillä olisi esteitä. Antennillisia päätteitä voidaan toimeksiantajan tapauksessa levittää keskeisiin pisteisiin ympäri varastoa täyden lukukattavuuden saavuttamiseksi. Lukutapahtuma voidaan tarvittaessa toteuttaa myös käsipäätteen avulla viivakoodillisten tunnisteiden tapaan, jos koetaan, että kiinteät antennit koetaan ongelmallisiksi toteuttaa. Tällä tarkoitetaan käsittelyprosessin aikana ilmeneviä häiriötekijöitä, kuten varaston metallisia kattotukia. On syytä mainita myös se, että RFID:n avulla suursäkit eivät vaatisi erityiskohtelua lukutapahtuman aikana, koska kaikki kappaletavarat olisivat tasa-arvoisia lukutapahtuman näkökulmasta katsottuna.

UHF- tunnisteet ovat passiivisia ja tulostettavia, joten ne eivät myöskään ole hintavia. Kustannukset laskevat huomattavasti, kun tunnisteita ostetaan paljon kerralla. Kustannusten määrä riippuu siitä, mikä lukutapa todetaan laadullisesta näkökulmasta parhaimmaksi. Halutaanko mieluummin investoida hintaviin antenneihin, jotta lukutapahtuma toteutetaan automatisoidusti, vai toteutetaanko lukutapahtuma käsipäätteen avulla?

12 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa nykyisen etälukutapahtuman haasteet ja hahmottaa järkeviä ratkaisuja ilmenneille haasteille, kuitenkin samalla huomioiden käytännöllisyys. Lähtökohtaisesti todettujen ongelmien ratkaisuja lähdettiin lähestymään mukavuuden ja yksinkertaisuuden näkökulmasta. Selkeiden tavoitteiden avulla jo työn alkumetreillä tuli selväksi, millaisia tuloksia piti löytää tyydyttävään ratkaisuun saamiseksi. Tarpeettomat asiakohdat jätettiin myös käsittelemättä tutkimuksen rajaus huomioiden.

Aikahäviöiden pääaiheuttaja pystyttiin osoittamaan ja todetuille avainkohdille tarjottiin useampi ratkaisuehdotus perusteluiden kanssa. Yhden tarran

ratkaisu todettiin erittäin aikaa vieväksi tehokkaan käsittelyprosessin näkökulmasta. Suurimmaksi ongelmaksi muodostuu viivakooditarrojen sijaintien satunnaisuus, mikä lukutapahtuman näkökulmasta vie erittäin paljon turhaa aikaa käsittelyprosessin käytännöllisestä työajasta. Tämän lisäksi nykyisen lukulaitteiston päivitystarpeet kartoitettiin parhaan mukaan. Tarran sekä lukulaitteiston tuomiin ongelmiin pystyttiin tarjoamaan ratkaisuja ottamalla huomioon tekijän näkökulmien lisäksi haastateltavien näkökulmat. Kehitysehdotukset oli osittain helppo laatia, koska tekijän näkemykset jakoivat monia yhtäläisyyksiä haastateltavien näkökulmien kanssa.

Askelia kehitysehdotusten kuvailemaan suuntaan on jo tehty asiakkaan toimesta. Asiakas on ilmoittanut alustavasti, että viivakooditarrojen toteutus palletilin jokaiselle sivulle on mahdollinen, jos kustannuskartoitus täytäntöönpanon osalta on hyväksyttävä. Arvio täytäntöönpanon aikataulutuksesta asettuu kesälle 2020. Tämän toimeenpanon myötä käsittelyprosesseissa ei pitäisi esiintyä tarrasta tai sen sijainnista johtuvia aikahäviöitä. Lisäksi tämän muutoksen avulla toimeksiantaja pystyy nopeuttamaan nykyisiä lastaus- ja purkuprosesseja huomattavasti. Lukulaitteiston päivitystarpeeseen ei toimeksiantajan puolelta olla vielä reagoitu.

Tämän tutkimuksen tulosten myötä pystytään nostamaan esiin yksi palletilin varastointitapaa koskeva jatkokehitysidea. Toimeksiantaja ei tällä hetkellä pysty täyttämään asiakkaan toivetta FIFO-periaatteen toteutuksesta osittain liian pienen varastotilan, varastointitavan ja palletilin suuren määrän takia. FIFO eli First In First Out on varastointikäsittelytapa, jossa tuotteita pyritään käsittelemään niiden saapumisjärjestyksessä (Gwynne 2011, 314). Jos FIFO-periaate pannaan täytäntöön tulevaisuudessa, voidaan tämän kautta teoriassa säästää vielä enemmän aikaa käsittelyprosessien yhteydessä. Toteutus on hyvinkin mahdollinen, jos varastotilaa saadaan lisättyä huomattavasti ja toimitusketjussa tapahtuvaa kommunikointia ja avoimuutta saadaan lisättyä jokaiselta osapuolelta.

Toinen jatkokehitysidea liittyy RFID-tunnisteisiin. Olen sitä mieltä, että asiakkaan pitäisi todella harkita RFID-tunnisteen käyttöönottoa tai ainakin

suorittaa jonkinlainen testiajo, jotta väitteet RFID:n eduista saadaan todennettua pallein toimitusketjussa. Hankinta voi olla hyvin ajankohtainen lähitulevaisuudessa, jos viivakoodien käyttöönottoon liittyviä ongelmia ei tulla ratkaisemaan.

13 POHDINTA

Tutkimuksen tuloksia voidaan yleisesti pitää luotettavina, koska tutkimuksessa käytettiin montaa eri lähdettä. Teoriaosuus laadittiin ilman haasteita, koska käytetyt lähteet olivat kattavia. Teoriaosuuden laadinnassa opin paljon uutta tietoa etäluvusta käsitteenä ja erilaisista etäluvun toteutustavoista.

Haastatteluissa tuotuja näkökulmia voidaan yleisesti pitää luotettavina, koska jokaisella haastateltavalla oli monen vuoden kokemus logistiikasta ja palleista yleensä. Olen erittäin tyytyväinen, että päätin dokumentoida haastattelut tätä tutkimusta varten, vaikkakin tämä tapahtui tutkimuksen loppupuolella.

Tutkimuksen tuloksiin olisi voinut paneutua yksityiskohtaisemmin, jotta työhön olisi saanut lisää sisältöä. Tätä voidaan osittain perustella laajan teoriaosuuden avulla. Työn teoriaa oli yleisesti helppo työstää, koska lähteiden määrä oli huomattava. Haastatteluissa tuotiin esiin trukkilukijat, joita ei tässä tutkimuksessa käsitelty. Tämä oli osittain virhe, koska trukkilukijat olisivat mahdollisesti tuoneet lisää näkökulmia työhön automatiikan kautta.

Työn laajuuteen olen jokseenkin tyytyväinen ja varsinkin opinnäytetyön loppupuolella yllätyin positiivisesti sivujen ja sanojen määrästä. Opinnäytetyön aikataulu viivästyi alkuperäisestä aikataulusta noin kahdella kuukaudella, koska opinnäytettä ei saatu esitysvalmiiksi joulukuun 2019 esitysseminaariin. Tavoitteena oli valmistua vielä vuoden 2019 puolella, jotta rahallisen motivaattorin lupaukset olisivat toteutuneet. Kuitenkin joulukuun aikana selvisi, että valmistumisella ei ole sellaista kiirettä, kuin olisi voinut olettaa. Valmistumisen siirtäminen myöhemmäksi oli tämän takia hyväksyttävää, ja olen iloinen, että en kiirehtinyt työn julkaisussa.

LÄHTEET

Alelso. 2013. Kuvien analyysi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://alelso.fi/blogi/kuvien-analyysi/> [viitattu 27.10.2019].

Atlasrfidstore. 2019. What is RFID? The beginners guide to RFID systems. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-beginners-guide/> [viitattu 13.11.2019].

Barcode coder. 2009. EAN 13 Barcode. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://barcode-coder.com/en/ean-13-specification-102.html> [viitattu 25.10.2019].

Barcodesinc. 2015. The most common causes of unreadable barcodes. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.barcodesinc.com/news/the-most-common-causes-of-unreadable-barcodes/> [viitattu 2.12.2019].

Binary. 2019. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.computerhope.com/jargon/b/binary.htm> [viitattu 8.11.2019].

Brandon-Jones, A., Johnston, R. & Slack, N. 2013. Operations management. E-kirja. Pearson Education. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 5.11.2019].

Code 128 FAQ. 2018. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.barcodefaq.com/1d/code-128/#CalculationExamples> [viitattu 8.11.2019].

Creativesafesupply. s.a. Material flow. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.creativesafetysupply.com/glossary/material-flow/> [viitattu 14.3.2020].

DBK concepts. 2017. History of the barcode scanner. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.dbk.com/resources/barcode-scanner-history.html> [viitattu 22.10.2019].

Dobkin, D. 2008. The RF in RFID. Passive UHF RFID in Practice. E-kirja. Newnes. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 12.11.2019].

DSV. s.a. Avokattokontti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.fi.dsv.com/sea-freight/sea-containers/open-top-containers> [viitattu 13.3.2020].

Envisage Systems. s.a. Automated scanning system. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://envisagesystems.co.uk/pallet-scan/> [viitattu 2.12.2019].

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. E-kirja. Osuuskunta Vastapaino. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 6.11.2019].

Finn-ID. s.a. Tuotteet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://kauppa.finn-id.fi/tuotteet/> [viitattu 19.11.2019].

Gilchrist, A. 2017. IoT security issues. E-kirja. DEG Press. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 29.11.2019].

Gwynne, R. 2011. Warehouse management. E-kirja. Lontoo: Kogan Page. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 14.3.2020].

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. E-kirja. Jyväskylä: JAMK. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 13.3.2020].

Kielitoimisto. s.a. Ajoneuvoyhdistelmä. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/ajoneuvoyhdistelm%C3%A4> [viitattu 14.3.2020].

Laajala, T. 2016. Säkityksen laadunvaihtojen tehostaminen. Kajaanin ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Saatavissa: <https://www.theseus.fi> [viitattu 18.10.2019].

Lehpamer, H. 2012. RFID Design Principles. E-kirja. Norwood Artech House. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 12.11.2019].

Miller, J. 2019. RFID and the differences in passive, semi-passive and active tags. Artikkel. Saatavissa: <https://www.computype.com/blog/rfid-and-the-difference-in-passive-semi-passive-and-active-tags> [viitattu 2.12.2019].

Physical distribution & logistics management. 3PL, 4PL and reverse logistics: 1 osa. 2006. E-kirja. Emerald Group Publishing. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 6.11.2019].

Ruggedtech. s.a. Panasonic Toughbook CF-19. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://rugged.tech/product/panasonic-toughbook-cf-19-i5-mk5/> [viitattu 15.11.2019].

Sanastokeskus TSK. 2015. Mobiilisanasto – matkaviestisanaston täydennysosa. PDF-tiedosto. Helsinki. Saatavissa: http://www.tsk.fi/tsk/termitalkoot/fi/mobiilisanasto_tsk_48-909.html [viitattu 6.11.2019].

Sayer, N. & Williams, B. 2012. Lean for dummies. E-kirja. John Wiley & Sons. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 29.11.2019].

Scandit. 2011a. Barcode types. Blogi. Saatavissa: <https://www.scandit.com/blog/barcode-types-qr-codes-datamatrix-and-proprietary-2d-codes/> [viitattu 24.10.2019].

Scandit. 2011b. Symbologies. Blogi. Saatavissa: <https://www.scandit.com/products/barcode-scanning/symbologies/> [viitattu 24.10.2019].

Scandit. 2011c. Types of Barcodes. Blogi. Saatavissa: <https://www.scandit.com/blog/types-of-barcodes-choosing-the-right-barcode-type-ean-upc-code128-itf-14-or-code39/> [viitattu 22.10.2019].

Surnouf Technology. 2017. Barcodes. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://surnuftech.com/index.php/en/products/barcode> [viitattu 31.1.2020].

Sutter, B. 2016. The rise of barcode scanners and how we got here. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.waspbarcode.com/buzz/rise-of-scanners/> [viitattu 22.10.2019].

Tiede. 2007. Miksi kirjoitus pitää pintansa? Artikkelit. Saatavissa: https://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/miksi_kirjoitus_pitaa_pintansa [viitattu 13.3.2020].

Turner, A. 2019. How many phones are in the world? bankmycell. Artikkelit. Saatavissa: <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world> [viitattu 27.10.2019].

Waters, D. 2003. Logistics an introduction to supply chain management. E-kirja. Palgrave Macmillan. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 29.11.2019].

Whatis. 2005. Quiet zone. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://whatis.techtarget.com/definition/quiet-zone> [viitattu 6.11.2019].

Woodford, C. 2020. Bluetooth. Artikkelit. Saatavissa: <https://www.explainthatstuff.com/howbluetoothworks.html> [viitattu 13.3.2020].

Viivakoodiopas. 2019. Optiscan. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.optiscangroup.com/fi/en.php?k=219742> [viitattu 24.10.2019].

Zebra. s.a. MC3330R Integrated UHF RFID handheld reader. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.zebra.com/gb/en/products/rfid/rfid-handhelds/mc3330r-rfid.html> [viitattu 18.11.2019].

KUVALUETTELO

Kuva 1. Teoreettinen viitekehys	9
Kuva 2. Laitteiden tehokkuus (Brandon-Jones ym. 2013)	13
Kuva 3. Korkein ja pienin palletti (Ström 2019).....	15
Kuva 4. Suursäkki, dokumenttitasku korostettu punaisella (Ström 2019)	16
Kuva 5. EAN-, UPC- ja Code-viivakoodit (Scandit 2011b)	17
Kuva 6. Data matrix ja QR-koodi (Scandit 2011b).....	19
Kuva 7. Viivakoodia kohti tähdätty säde (Ström 2019)	21
Kuva 8. RFID-järjestelmä (Lehpamer 2012).....	23
Kuva 9. Vaunussa oleva RFID-tunniste luetaan matkan varrella sijaitsevien antennien avulla mahdollistaen reaaliaikaisen seurannan (Dobkin 2008)	25
Kuva 10. RFID -käsipäätte (Zebra s.a).....	27
Kuva 11. SF61B (Finn-ID s.a.) ja CF-19 (Ruggedtech s.a.)	28
Kuva 12. Avattu siirtokatevaunu (Ström 2019)	29
Kuva 13. Siirtokatevaunun purku.....	30
Kuva 14. Lauttavaunun kuormaus.....	32
Kuva 15. Täysi lauttavaunu sivusta kuvattuna (Ström 2019).....	32
Kuva 16. Kosteusvaurioitunut tarra (Ström 2019).....	34
Kuva 17. Rypistynyt tarra poimuttuneen muovin takia (Ström 2019).....	35
Kuva 18. Palletit pitää levittää lukutapahtuman ajaksi (Ström 2019)	36
Kuva 19. Viivakooditarra pallelin jokaisella sivulla (Ström 2019).....	40
Kuva 20. Palletscan Lite (Envisage Systems s.a.)	44

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Viivakoodien erot	19
Taulukko 2. RFID-tunnisteiden ominaisuudet.....	23

Viivakoodillisten kappaletavaroiden ja käsittelyprossien tilannekartoitus
Haastattelukysymykset vakituksille ja tilapäisille ahtaajille

Oletko vakituinen vai tilapäinen työntekijä?

Kuinka kauan olet työskennellyt pallettien (=suursäkkien) parissa?

Mitä mieltä olet viivakooditarrallisten pallettien nykyisestä tilasta?

Mitä keskeisiä ongelmia pystyt nostamaan esiin liittyen etälukuun (esim. ajoneuvoyhdistelmien lastaukset ja lauttavaunujen täyttö laivauksen aikana)?

Koska mitään virallista toimintaohjetta ei ole annettu liittyen etälukutapahtuman toteutukseen, miten ja millä sinä luet pallettien viivakoodit (esim. missä kohtaa lastausta luet viivakoodin)?

Onko pallettien viivakooditarrassa kehitettävää tai parannettavaa? Perustelee näkemystäsi.

Onko lukulaitteistossa kehitettävää tai parannettavaa? Perustelee näkemystäsi.