

TILLÄMPNING AV IDENTIFIERINGSTEKNIK INOM LAGERHÅLLNING – EN FALLSTUDIE INOM KEMIINDUSTRIN

Examensarbete - Högskoleingenjör
Industriell ekonomi

Victor Berndtsson
Zewar Bahadin

2018.05.01



HÖGSKOLAN I BORÅS

Program: Industriell ekonomi - logistikingenjör

Svensk titel: Tillämpning av identifieringsteknik inom lagerhållning

Engelsk titel: Application of identification technology in warehousing

Utgivningsår: 2018

Författare: Victor Berndtsson & Zewar Bahadin

Handledare: Henrik Ringsberg

Examinator: Andreas Hagen

Nyckelord: Spårbarhet, streckkoder, RFID, AIDC, lagerhantering, avvikelser

Abstract

The purpose of the report is to analyse how automatic identification technology affects traceability, and then analyse the effects of automatic identification technology on inventory management. This report is based on the research questions "How can barcodes and RFID affect inventory management?" and "What advantages and disadvantages can automatic identification technologies lead to in warehousing?".

In order to answer the report's purpose and research questions, a case study was conducted. The company is a manufacturing company and is active in the chemical industry. The company is categorized as a large company located in western Sweden. Two challenges for the company are to reduce the number of incorrect deliveries and improve the inventory accuracy. These problems are due to the fact that activities in the company's warehouse are done manually. The consequence is reduced inventory efficiency and a risk for dissatisfied customers. During the 2017 fiscal year 45 non-conformances were registered, some of which derives from incorrect deliveries.

Empirical data was collected through interviews, observations and internal documents. The case study consists of a process mapping in which the company's processes and activities have been mapped. To obtain a better basis for analysis, a literature study of earlier research was conducted in the field of traceability and automatic identification technologies. A summary of the literature study is found in the theoretical framework. The theoretical framework includes traceability, automatic identification and data capture (AIDC), barcodes and radio frequency identification (RFID).

The results shows which activities in the process mapping that identification technologies can be applied to and what effects an application may lead to. It appears that the identification technologies have similar effects on inventory management as they both result in automated product identification and automated transfer of information. These effects in combination with an integration with the ERP-system can lead to increased inventory efficiency with fewer incorrect deliveries and improved inventory accuracy. The company is recommended to implement AIDC, however the study shows that further research needs to be carried out to investigate what kind of barcodes or RFID is most beneficial.

Keywords: traceability, barcodes, RFID, AIDC, inventory management, deviations.

Sammanfattning

Rapportens syfte är att undersöka hur identifieringsteknik påverkar spårbarhet, för att därefter undersöka vilka effekter en tillämpning av identifieringsteknik kan leda till inom lagerhållning. Denna rapport utgår från frågeställningarna “Hur kan streckkoder och RFID påverka lagerhållning?” och “Vilka för- och nackdelar kan automatisk identifieringsteknik inom lagerhållning leda till?”.

För att besvara rapportens syfte och frågeställning genomfördes en fallstudie. Fallföretaget är ett tillverkande företag och är verksamt inom kemiindustrin. Företaget kategoriseras som ett storföretag med säte i Västsverige. Två utmaningar för företaget är att minska antalet felaktiga leveranser och förbättra precisionen i lagersaldot. Dessa problem är en följd av att aktiviteter i företagets lagerhållning sker manuellt. Konsekvensen är en försämrad lagereffektivitet och risk för missnöjda kunder. Under verksamhetsåret 2017 registrerades 45 avvikelser, där en del av dessa kan härledas till felaktiga leveranser.

Empiriskt material insamlades genom intervjuer, observationer och dokumentstudier. Fallstudien består av en processkartläggning där företagets processer och aktiviteter kartlagts. För att få ett bättre underlag för analys så genomfördes en litteraturstudie av tidigare forskning inom ämnesområdena spårbarhet och automatisk identifieringsteknik. En sammanställning av litteraturstudien återfinns i det teoretiska ramverket. Det teoretiska ramverket innefattar spårbarhet, automatisk identifierings- och datafångstteknik (AIDC), streckkoder och radiofrekvensidentifiering (RFID).

Resultatet visar vilka aktiviteter i processkartläggningen där identifieringsteknik kan tillämpas samt vilka effekter en tillämpning kan medföra. Det framkommer att streckkoder och RFID har liknande effekter på lagerhållningen då de båda medför automatiserad produktidentifiering och automatiserad informationsöverföring. Om streckkoder eller RFID integreras med affärssystemet kan det medföra en högre lagereffektivitet med färre felaktiga leveranser och ett mer korrekt lagersaldo. Företaget rekommenderas att implementera en teknik för produktidentifiering. Däremot visar studien att fortsatt forskning behöver genomföras för att undersöka vilken typ av streckkoder eller RFID som är mest gynnsamt.

Nyckelord: spårbarhet, streckkoder, RFID, AIDC, lagerhantering, avvikelser.

Förord

Denna studie genomfördes mellan januari 2018 och juni 2018 vid Akademin för textil, teknik och ekonomi på Högskolan i Borås. Detta examensarbete är ett avslutande projekt inom programmet Industriell ekonomi - logistikingenjör motsvarande 15 högskolepoäng.

Vi vill rikta ett stort till vår interna handledare Dr. Henrik Ringsberg vid Akademin för textil, teknik och ekonomi på Sektionen för ingenjörsvetenskap. Tack för ditt engagemang, din vägledning och dina råd inom spårbarhet, lagereffektivisering och supply chain management.

Avslutningsvis vill vi tacka företaget, vår externa handledare och samtliga respondenter för att ni bidragit till denna studie och gjort detta examensarbete möjligt. Vi hoppas att detta examensarbete ger er kunskap om identifieringsteknik, hur det kan tillämpas och vilka för- och nackdelar det kan medföra. Vi hoppas även att ni får nytta av denna rapport och att den kan användas som en förstudie vid en implementering av identifieringsteknik i er lagerhållning.

Borås 2018,

Victor Berndtsson och Zewar Bahadin

Terminologilista

Kalkylprogram

Ett kalkylprogram är ett verktyg som kan användas för att analysera, visualisera, dela och hantera information (Niglas 2007).

Laborationsanalys

En laborationsanalys genomförs på företaget i syfte att fastställa en produkts specifikationer. Produktens specifikationer avgör vilka kunder den är lämplig för.

Parti

I tillverkning kan produkter resultera i ett parti. Partier av produkter karakteriseras av att de går att kvantifiera samt att de har en första och en sista produkt (Barker & Rawtani 2005).

Pisksnärtseffekt

“Pisksnärtseffekten är ett fenomen när variation i efterfrågan ökar längre upp i försörjningskedjan” (Wang & Disney 2016, s. 691).

Plocklista

En plocklista är en sammanställning av vad som ska lastas för att en leverans ska vara korrekt (Wong et al. 2003).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING.....	- 1 -
1.1 Bakgrund.....	- 1 -
1.2 Problembeskrivning.....	- 1 -
1.3 Syfte och forskningsfrågor.....	- 2 -
1.4 Avgränsningar.....	- 2 -
2. TEORETISKT RAMVERK.....	- 3 -
2.1 Spårbarhet.....	- 3 -
2.2 Automatisk identifierings- och datafångstteknik.....	- 4 -
2.2.1 Streckkoder.....	- 4 -
2.2.2 Radiofrekvensidentifiering.....	- 7 -
2.2.3 Jämförelse mellan streckkoder och RFID.....	- 9 -
3. METOD.....	- 11 -
3.1 Metodologisk ansats.....	- 11 -
3.2 Datainsamlingsmetoder.....	- 11 -
3.2.1 Litteraturstudie.....	- 11 -
3.2.2 Fallstudie.....	- 11 -
3.3 Kvalitet.....	- 12 -
3.3.1 Reliabilitet.....	- 13 -
3.3.2 Validitet.....	- 13 -
3.3.3 Generaliserbarhet.....	- 13 -
3.4 Forskningsetik.....	- 13 -
4. FALLSSTUDIE.....	- 14 -
4.1 Företagsbeskrivning.....	- 14 -
4.2 Processkartläggning.....	- 14 -
4.3 Avvikelse.....	- 17 -
5. RESULTAT OCH ANALYS.....	- 18 -
5.1 Avvikelse inom lagerhållning.....	- 18 -
5.2 Användning av AIDC inom lagerhållning.....	- 21 -
5.2.1 Användning av streckkoder.....	- 21 -
5.2.2 Användning av RFID.....	- 22 -
5.3 Jämförande analys vid användning av streckkoder och RFID.....	- 23 -
6. DISKUSSION.....	- 24 -
7. SLUTSATS.....	- 25 -
7.1. Svar på forskningsfrågor.....	- 25 -
7.2 Förslag till fortsatt forskning.....	- 25 -
7.3 Rekommendationer till företaget.....	- 26 -

FIGUR- OCH TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1. Jämförelse av streckkoder och RFID	- 10 -
Figur 1. Företagets huvudprocesser och fallstudiens avgränsning	- 14 -
Figur 2. Processkartläggning av företagets material- och informationsflöde	- 15 -
Figur 3. Registrerade avvikelser för verksamhetsåret 2017	- 17 -
Figur 4. Paretdiagram över avvikelser registrerade år 2017.....	- 18 -
Figur 5. Pallar som står på gränsen mellan två lagerplatser	- 20 -

1. INLEDNING

Detta kapitel syftar till att introducera läsaren till ämnesområdet och inleds med en kortfattad bakgrund till rapporten. Därefter beskrivs problem och utmaningar som fallföretaget har. Vidare beskrivs rapportens syfte och forskningsfrågor för att därefter avslutas med rapportens avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Inom tillverkningsindustrin sker ständiga förändringar, tillverkningen blir mer komplex och högre krav ställs på ökad effektivitet och en minimering av antalet avvikelser (Liukkonen & Tsai 2016). Vid bristfällig spårbarhet kan felaktigheter i leveranssäkerhet, lagertillgänglighet och produktåterkallelser bli kostsamt, skada varumärket eller ha en inverkan på försäljningen (Lorenzi et al. 2014). Spårbarhet har fått ett större fokus inom försörjningskedjor på grund av fördelar som dess tillämpning inom planering, styrning och kontroll associerat med tillverkning, distribution och transport kan medföra (Musa, Gunasekaran & Yusuf 2014). Spårbarhet avser förmågan att spåra produkter genom en försörjningskedja (Pawar & Driva 2000). Spårbarhet kan även beskrivas som förmågan att identifiera och verifiera information, för att säkerställa att det sker en överensstämmelse mellan kundorder och produktspecifikationer, samt att spåra felkällor (Skilton & Robinson 2009).

I syfte att effektivisera lagerhållning bör företag beakta informationsflöden (Chapman, Soosay & Kandampully 2002). Ökad spårbarhet i form av ett optimerat informationsutbyte kan användas för att eliminera slöserier och öka konkurrensfördelar för ett företag eller en försörjningskedja (Musa, Gunasekaran, & Yusuf 2014). Lorenzi et al. (2014) menar att spårbarhetslösningar som ersätter icke-automatiserade spårbarhetssystem kan minimera antalet fel och öka precisionen i lagersaldot. Olsen och Borit (2012) nämner även att minskade kostnader, minskad arbetstid och realtidsinformation är tre potentiella fördelar som automatiska spårbarhetssystem kan medföra.

Automatisk identifierings- och datafångstteknik (AIDC) kan användas som en viktig och strategisk tillgång i lagerhanteringssystem (Smith & Offodile 2002; Wong et al. 2002). Detta då företag behöver kontrollera kvalitet, kostnader, planering, lagernivåer, distribution för att skapa konkurrensfördelar (Smith & Offodile 2002) samt att AIDC kan skapa förutsättningar för bättre informationsdelning inom och mellan försörjningskedjor (Wong et al. 2002). Streckkoder och radiofrekvensidentifiering (RFID) är två automatiska identifieringstekniker som kan användas för att effektivisera spårning av produkter (Bray 2013; Beauchamp 2009) och förbättra en verksamhets effektivitet (Liukkonen & Tsai 2016). Streckkoder anses vara den identifieringsteknik som förbinder dagens försörjningskedjor genom att streckkoder skapar förutsättningar för bättre lagerhantering, styrning och spårning av varor (Nachtrieb 2013), medan RFID har liknande fördelar fast med en högre grad av automation (Kelepouris, Pramataris & Doukidis 2007).

1.2 Problembeskrivning

Fallföretagets lagerhållning kan effektiviseras och förbättras då de har problem med spårbarhet i deras lagerhållning, samt att felaktiga lagersaldon och felaktiga leveranser

förekommer. Felaktiga lagersaldon är ett stort och återkommande problem inom lagerhållning (Richards 2014) och bör enligt Sarac, Absi och Dautère-Pérès (2010) förhindras för att företag ska nå en hög lagereffektivitet. Felaktiga leveranser leder till inkorrekta lagersaldon och otillgängliga produkter, eftersom de är otillgängliga för leverans (Camdereli & Swaminathan 2005; Lee, Cheng & Leung 2005) vilket kan leda till missnöjda kunder (Plex 2016). Vidare menar Raman (2000) att felaktiga leveranser kan bli kostsamma eftersom kunder kan kräva ersättning eller att leverantörer behöver betala dubbla transportkostnader.

Informationsöverföringen sker inom fallföretagets lagerhållning till stor del manuellt och påverkas av den mänskliga faktorn. Felaktigheter kopplade till den mänskliga faktorn är särskilt vanligt under stressiga arbetsförhållanden (Hales & Pronovost 2006). Lee et al. (2017) styrker dessutom att manuell informationsöverföring inom lagerhållning leder till en låg effektivitet.

1.3 Syfte och forskningsfrågor

Rapportens syfte är att undersöka hur identifieringsteknik kan påverka spårbarhet, för att därefter undersöka vilka effekter en tillämpning av identifieringsteknik kan leda till inom lagerhållning. Baserat på syftet formulerades följande forskningsfrågor:

- Hur kan streckkoder och RFID påverka lagerhållning?
- Vilka för- och nackdelar kan automatisk identifieringsteknik inom lagerhållning leda till?

1.4 Avgränsningar

En tydligt avgränsad rapport skapar förutsättningar för att förenkla och tydliggöra kopplingar mellan empiri och resultat (Jensen & Sandström 2016), vilket skapar utrymme för mer detaljer och preciseringar i rapporten (Ejvegård 2009).

Rapporten avgränsar sig till att analysera automatisk identifieringsteknik och är avgränsat till effekterna av identifieringsteknik inom lagerhållning. Rapporten undersöker endast tillämpning av identifieringsteknik och således inte tillvägagångssättet för hur en implementering kan genomföras. Inom fallföretagets lagerhållning kommer det endast att fokuseras på färdigvarulagret och inte i andra delar av försörjningskedjan, vilket illustreras i figur 1. Vidare kommer splittring av pallar inte tas i beaktande.

2. TEORETISKT RAMVERK

Detta kapitel är en sammanställning av den litteraturstudie som genomförts och syftar till att underlätta för läsaren att följa de analyser och diskussioner som sker senare i arbetet. Kapitlet är uppdelat i två delar, spårbarhet och automatisk identifierings- och datafångstteknik. Avsnittet om spårbarhet syftar till att introducera läsaren till automatisk identifieringsteknik.

2.1 Spårbarhet

Olsen och Borit (2012) beskriver definitionen av spårbarhet som “The ability to trace the history, application or location of that which is under consideration“ (s.143), medan Moe (1998) definierar spårbarhet som “Traceability is the ability to track a product batch and its history through the whole, or part, of a production chain from harvest through transport, storage, processing, distribution and sales” (s.211). Qian et al. (2012) beskriver spårbarhet som en metod för att effektivt spåra och identifiera produkter, övervaka kvalitet och optimera flöden av gods i försörjningskedjor. Enligt Regattieri, Gamberi och Manzini (2007) kan produkters spårbarhet förbättras med hjälp av informations- och kommunikationsteknik (IKT), där automatiska identifieringstekniker som streckkoder och RFID ingår. Detta eftersom en förutsättning för spårbarhet är produktidentifiering och därmed information om en produkts fysiska attribut (Regattieri, Gamberi & Manzini 2007). Den största fördelen med spårbarhetssystem är förmågan att spåra tillverkning och transport uppströms i försörjningskedjan men även att följa gods nedströms, vilket anses skapa förutsättningar för att optimera försörjningskedjor (Qian et al. 2012). Storøy, Thakur och Olsen (2013) förklarar att både processoptimering och kontroll kan förbättras med ett spårbarhetssystem, samt att det leder till bättre beslutsunderlag. Lager och lagerhantering är exempel på processer där övervakning och spårning av varor är vanligt förekommande (Shukran, Ishak & Abdullah 2017). För att lagerhanteringen ska ske på ett systematiskt sätt så behöver det användas tillförlitliga identifieringsmetoder (Shukran, Ishak & Abdullah 2017). Automatic Identification System (AIS) är ett exempel på detta (Shukran, Ishak & Abdullah 2017). Vidare påstår Qian et al. (2012) att automatisk identifieringsteknik möjliggör förbättrad spårbarhet genom ett snabbare och mer exakt informationsutbyte mellan ett företags olika logistiska processer, aktiviteter och enheter. Företag med ett globalt spårbarhetssystem (GTS) har möjlighet att minska kostnader för produktidentifiering i försörjningskedjan (Ringsberg 2015a). Ringsberg (2015a) menar att företag ofta har målsättningen att minska lagerhanteringen genom införandet av GTS. Det finns både pappersbaserade och elektroniska spårbarhetssystem, där den pappersbaserade är mer arbetsintensiv och kan leda till avvikelser (Appelhanz et al. 2016). En elektronisk checklista kan enligt Boorman (2001) leda till en minskning av antalet avvikelser med 46 % i jämförelse med en fysisk checklista.

När lagervolymer ökar blir det allt svårare att kontrollera kvantitet, utgångsdatum och lagerplats, vilket försvårar lagerhanteringen (Shukran, Ishak och Abdullah 2017). Det framgår att datainsamling orsakar mer problem för företag när små partistorlekar produceras då datahanteringen ökar (Hozak & Collier 2008). Sarac, Absi och Dauzère-Pérès (2010) menar att skillnaden mellan antalet lagerförda varor i affärssystem och det faktiska lagersaldot benämns som avvikelser, vilket kan påverka ett företags prestanda. Otillgängliga lagervaror är produkter eller gods som inte är lagrade på den förutbestämda lagerplatsen (Sarac, Absi & Dauzère-Pérès 2010). En av de vanligaste orsakerna till felaktiga lagersaldon är felaktiga leveranser, då informationen om transporten inte överensstämmer med vad som transporterats

(Kang & Gershwin 2005). Enligt Lee och Ozer (2007) är en felaktig leverans en levererad kvantitet som skiljer sig från den beställda kvantiteten, medan Alexander et al. (2002) menar att felaktiga leveranser även avser leverans av felaktiga produkter. Felaktiga leveranser kan resultera i felaktigt lagersaldo och därmed att gods inte finns tillgängligt för leverans (Sarac, Absi & Dauzère-Pérès 2010). Felaktiga lagersaldon kan även medföra försämrade prognoser (Rao 2000), däremot påstår Wang et al. (2011) att pisksnärtseffekter kan minimeras och prognoser förbättras med hjälp av förbättrad informationsdelning och utbyte i försörjningskedjor. Vidare kan avvikelser kopplade till lagerhållning delas upp i fyra kategorier. Dessa är transaktionsfel, förminskning, otillgänglighet och försörjningsfelaktigheter (Sarac, Absi & Dauzère-Pérès 2010). Realtidsdata kan öka precision av lagersaldo, vilket resulterar i högre tillförlitlighet till de beslut som fattas (Yao & Carlson 1999; Smith 2002) vilket Yao och Carlson (1999) menar kan leda till högre vinst. Insamling av realtidsdata kan ske med RFID (Liukkonen & Tsai 2016) och streckkoder vilket i sin tur leder till en bättre lagerkontroll samt bättre konkurrenskraft (Yao & Carlson 1999).

2.2 Automatisk identifierings- och datafångstteknik

Det sker en ständig utveckling av automatisk identifierings och datafångstteknik (AIDC) som RFID- och streckkodslösningar. AIDC möjliggör förbättrad spårbarhet i försörjningskedjor (Parreño-Marchante et al. 2014), där kommunikation och informationsdelning är viktiga element (Soon & Gutiérrez 2008). När information överförs manuellt finns risken att fel uppstår mellan att gods förflyttas till att det registreras (Hozak & Collier 2008). Enligt Ringsberg och Mirzabeiki (2014) kan icke-automatiserad identifieringsteknik skapa ineffektivitet i operationella och logistiska aktiviteter i en försörjningskedja. AIDC medför effektiva, snabba och exakta tillvägagångssätt för att samla, lagra och överföra information. Vidare kan AIDC användas som medel för att reducera eller eliminera avvikelser avseende insamling av information, men även för manuell hantering av information i flertalet olika sammanhang (Hodgson et al. 2010). Anon (2007) utvecklar detta och menar att system baserade på AIDC kan användas för snabb, effektiv och exakt identifiering och spårning av gods. Vidare påstår Musa et al. (2014) att transparens och visibilitet inom försörjningskedjor kan uppnås genom tillämpning av AIDC-system. Smith och Offodile (2002) förklarar att AIDC är nödvändigt för lagerhantering och affärssystem samt att AIDC kan leda till konkurrensfördelar för både stora och små tillverkande företag. Företag som använder AIDC som streckkoder eller RFID skapar förutsättningar för ett effektivt utbyte av data, vilket möjliggör förbättrad spårbarhet (Bendavid et al. 2012). För ett fungerande system byggt på AIDC behövs inte bara databärare utan även avläsare, mjukvara, hårdvara samt andra förutsättningar (Smith & Offodile 2002). Därmed är RFID eller streckkoder självständigt inte tillräckligt för ett fungerande system (Smith & Offodile 2002). Däremot kan identifieringsteknik som RFID och streckkoder leda till förbättrad spårbarhet (Qian et al. 2012). Parreño-Marchante et al. (2014) påpekar att manuella spårbarhetssystem i stor utsträckning befinner sig i förändring där en automatiserad spårbarhetslösning blir allt vanligare. Enligt Schmidt et al. (2013) anses streckkoder och RFID vara de identifieringstekniker som bidragit till ökad effektivitet och transparens inom logistikbranschen.

2.2.1 Streckkoder

Streckkoder kommer nedan att beskrivas med utgångspunkt från teknologi och användningsområden.

Teknologin

Strekkoder är en optisk lagringsteknik som sker genom olika bredd på linjer och avstånd emellan dem (Chen 2008; Fröschle et al. 2009; Youssef & Salem 2007; Liukkonen & Tsai 2016), men även med mönster och ringar (Youssef & Salem, 2007). Strekkoder har många användningsområden inom flera branscher som sträcker sig från livsmedelsföretag till tillverkningsindustrin (Hayat 2012; Chen 2008) och är världens mest använda identifieringsteknik (Youssef & Salem 2007). Alec Chang, Lo och Hsieh (1997) menar att strekkoder har bidragit kraftigt till automatiska identifieringssystem (AIS) för hela företagsvärlden de senaste årtiondena, medan Fröschle et al. (2009) menar att det är en av de viktigaste utvecklingarna inom handel, automation och bibliotek. Det finns flera olika typer av strekkoder som används på olika sätt, däribland finns endimensionella och tvådimensionella strekkoder (Furness 2000). De kan användas för att läsa av vikt, utgångsdatum, serienummer, partinummer och övrig information (Furness 2000; Qian 2012).

Tvådimensionella strekkoder kallas oftast för Quick Response (QR) kod (Xiao et al. 2017; Shukran, Ishak & Abdullah 2017), dock är QR endast en typ av tvådimensionell strekkod (Liukkonen & Tsai 2016). En QR-kod består av svartvita mönster och är en optisk lagring (Hakimpour & Zardiny 2014). Strekkoder är mångfacetterade (Furness 2000) och medför låga implementerings- och driftskostnader (Chen 2008; Furness 2000). Alec Chang, Lo och Hsieh (1997) styrker att strekkoder medför låga kostnader och anser även att den är enkel att använda samt tillämpbar inom många områden. Anledningen till de låga kostnaderna är att strekkoder kan skapas med gratisprogram och en vanlig skrivare (Hakimpour & Zardiny 2014). Eftersom QR-koder är baserade på öppen källkod (Li et al. 2016) kan egna varianter skapas i syfte att anpassa dem till specifika fall, vilket också minskar kostnaderna då inga licensavtal behövs (Lorenzi et al. 2014). Strekkoder är enkla att producera och har en låg felkvot (Chen 2008), men även en hög hastighet och precision vid avläsande (Youssef & Salem 2007; Furness 2000). Studier visar även att strekkoder är minst 100 gånger fortare och mer precisa än manuell inmatning av information (Youssef & Salem 2007). Syftet med införande av ett strekkodssystem (QR) menar Shukran, Ishak och Abdullah (2017) är att höja produktiviteten och effektiviteten i lagerhanteringen.

I situationer där det finns ett behov av att kunna lagra mer information i en strekkod än vad endimensionella varianter tillåter så anses QR koder vara den bästa lösningen (Shukran, Ishak & Abdullah 2017). QR-koder har enligt Ringsberg (2015b) några huvudsakliga fördelar gentemot endimensionella strekkoder. QR-koder är läsbara oavsett från vilken vinkel de blir lästa (Ringsberg 2015b), då mönster i koden avgör kodens positionering (Hakimpour & Zardiny 2014). Vidare menar Ringsberg (2015b) i enlighet med Fröschle et al. (2009) att QR-koder kan lagra mer information, samt annan typ av information som bilder och bokstäver. En vanlig endimensionell strekkod kan lagra cirka 20 tecken (Hakimpour & Zardiny 2014), medan en tvådimensionell strekkod kan lagra över 7000 siffror eller över 4000 bokstäver (Hakimpour & Zardiny 2014; Lorenzi et al. 2014; Ringsberg 2015b). Ringsberg (2015b) påtalar även att QR-koder kan läsas även om en väsentlig del av koden är skadad, vilket även bekräftas av Xiao et al. (2017). Chen (2008) förklarar att ifall någon av siffrorna för felkorrigering skulle vara felaktig vid en strekkodsläsning så läses strekkoden in på nytt för att säkerställa att den läst korrekt. Med hjälp av liknande felkorrigering som finns för QR-koder kan de läsas med 35 % slitage (Xiao et al. 2017), eller även 60 % slitage enligt Fröschle et al. (2009). Detta är en fördel gentemot RFID, då en RFID-tagga inte kan läsas ifall en kabel inuti RFID-taggen gått av (Hakimpour & Zardiny 2014). Vidare menar Fröschle et al. (2009) att tvådimensionella strekkoder kan innehålla lika mycket information som endimensionella

streckkoder på en yta som är en trettiondel av storleken. Dock ska streckkoder inte vara så små som möjligt storleksmässigt, då det finns begränsningar i streckkodsläsaren som minskar läsbarheten vid små streckkoder (Fröschle et al. 2009). Tarjan et al. (2014) menar att läsbarheten inte är kopplad till mängden information som finns sparad i koden eller hur felkorrigeringen sker, utan beror istället på pixlarnas eller streckens storlek.

Streckkoder kan jämföras med en registreringsskylt till en bil (Furness 2000; Johnston & Yap 1998), då den kan fungera som en identifieringsteknik (Youssef & Salem 2007; Shukran, Ishak & Abdullah 2017) för att sedan lagra informationen i en databas (Furness, 2000; Shukran, Ishak & Abdullah 2017; Lorenzi et al. 2014; Johnston & Yap 1998). Identifiering sker med streckkoden, vilket förutsätter att läsaren är uppkopplad mot databasen för att informationen ska bli tillgänglig (Shukran, Ishak & Abdullah 2017). Med tvådimensionella streckkoder är det möjligt att informationen som vill tillgås sparas direkt i streckkoden (Shukran, Ishak & Abdullah 2017), men då begränsad till lagringskapaciteten (Furness 2000). Användandet av QR-koder är därmed inte beroende av en databas för lagring av informationen (Shukran, Ishak & Abdullah 2017). Vidare menar Shukran, Ishak och Abdullah (2017) att läsningen av en QR-kod sker fortare då informationen är läsbar och inte behöver hämtas från en databas. Det finns dock varianter på detta, då viss information kan sparas direkt i QR-koden och viss information lagras i databasen, vilket medför att en kod i sig inte kan avläsas helt av en tredje part (Shukran, Ishak och Abdullah 2017).

Användningsområden

Streckkoder används inom flera olika branscher för produktidentifiering, lagerhantering (Alec Chang, Lo & Hsieh, 1997; Fröschle et al. 2009; Kärkkäinen & Holmström 2002) och distribution (Hodgson, Nabhani & Zarei 2010; Kärkkäinen & Holmström 2002). Manthou och Vlachopoulou (2001) menar att företag är beroende av streckkoder inom allt från lager till distribution för att spåra gods och effektivisera materialflöden. Shukran, Ishak och Abdullah (2017) menar att streckkoder ofta används vid lagerhantering. Vidare beskriver Shukran, Ishak och Abdullah (2017) att streckkodsteknik i lagerhållning har visat sig vara effektivt vid flödeskontroll av produkter och har använts till det under en längre tid. Manthou och Vlachopoulou (2001) förklarar dock att streckkoder visat sig vara ett effektivt verktyg för lagerkontroll. Med streckkodsläsare och streckkoder kan produkter knytas till specifika lagerplatser genom att de skannas dit (Qu et al. 2012; Shideler 1988). Shukran, Ishak och Abdullah (2017) menar att ett lagerhanteringssystem baserat på streckkoder är det bästa valet då det är bärbart men ändå kapabelt.

Streckkoder kan användas för att höja kvaliteten och minska antalet fel som inträffar i samband med färdigställande och distribution av produkter (Hayat 2012). Enligt Hayat (2012) har streckkoder tre huvudsakliga effekter vilka är; ökad spårbarhet, minskande av fel vid manuell införande av data samt en kortare tid för identifiering av produkter. Regattieri, Gamberi och Manzini (2007) förklarar att streckkoder påverkar materialhanteringen för hela försörjningskedjan och har en direkt påverkan på spårbarheten. Vidare menar Hayat (2012) att en människa skriver fel information en gång av 300, medan det endast blir fel en gång av 1 000 000 med en streckkodsläsare, medan Furness (2000) menar att det är en på 3 000 000 eller mer sällan. Streckkodsmärkning i kombination med automatisk materialhantering kan leda till effektivare spårning, lagring och transporthantering (van Dorp 2002). Med hög hastighet, hög precision och automatiserade system medför streckkoder ett ekonomiskt och precist spårbarhetssystem (Regattieri, Gamberi & Manzini 2007). Smith och Offodile (2002) menar att införandet av streckkoder leder till kostnads- och tidsbesparingar.

Chen et al. (2003) ger ett exempel på hur streckkoder kan användas inom lagerhantering.

Chen et al. (2003) förklarar att när en kundorder skapats så kan logistiksystemet skapa en plocklista över godset, vilken kan ske i form av en tvådimensionell streckkod. Vid lastning kan lastningspersonal avläsa produkterna för att se om de överensstämmer med plocklistan (Chen et al. 2003). I de fall då informationen överensstämmer med plocklistan så lastas produkterna och IT-systemet uppdateras med nytt lagersaldo (Chen et al. 2003; Smith 2002). Vidare menar Chen et al. (2003) och Samaranyake et al. (2014) att plocklistor med streckkoder kan leda till att antalet felaktiga leveranser minskar då lastningspersonal kan säkerställa att rätt produkter är lastade. Enligt van Dorp (2002) så finns det begränsningar i vissa typer av streckkoder då de inte kan hantera olika typer av samma produkt, som produkter från olika parti. Ett parti anses vara den mest detaljerade egenskap hos en produkt som kan spåras (van Dorp 2002).

2.2.2 Radiofrekvensidentifiering

Radiofrekvensidentifiering kommer nedan att beskrivas med utgångspunkt från teknologi och användningsområden.

Teknologin

Radiofrekvensidentifiering (RFID) är en samling tekniker för trådlös identifiering, lagring och informationsöverföring (Furness 2000; Liukkonen & Tsai 2016; Hozak & Collier 2008; Ngai et al. 2008; Tarjan et al. 2014), där information kan avse volym, vikt, produktionsdatum och partinumner (Ngai et al. 2008). Trådlös identifiering leder till att dataavläsning utom synhåll möjliggörs (Furness 2000; Musa et al. 2014), samt att avläsning kan ske genom fysiska objekt (Liukkonen & Tsai 2016). Detta möjliggör att RFID fungerar bra utmärkt vid komplicerade och operationella driftförhållanden (Murphy et al. 2012; Cronin 2008). RFID kan dock påverkas kraftigt av dess närmiljö (Murphy et al. 2012; Ringsberg & Zettergren 2013).

RFID-baserade system består av läsare och taggar (Furness 2000; Musa et al. 2014), men även applikationer och databaser nödvändiga komponenter som förbinder databärare och avläsare med program och affärssystem (Qian et al. 2012; Jones & Chung 2011). Furness (2002) redogör att RFID-taggar i detta sammanhang även kallas för transponder, medan Musa et al. (2014) klagör att dessa avläsare även benämns som interrogator. RFID-taggar kan delas upp i kategorierna "read and write" (RW) och "read only" (RO) (Murphy et al. 2012). Murphy et al. (2002) förklarar att RW syftar till RFID-taggar som kan användas för att lagra, läsa och ändra befintlig information, medan RO syftar till RFID-taggar som används i samband med avläsning och identifiering. RFID taggar kan även kategoriseras efter huruvida de är aktiva eller passiva (Murphy et al. 2012). En aktiv RFID-tagga är till skillnad från en passiv tag utrustad med ett inbyggt batteri, kretskort och antenn som möjliggör trådlöst informationsutbyte (Murphy et al. 2012; Furness 2000; Musa et al. 2014), vilket möjliggör läsbarhet på längre avstånd (Furness 2000). En aktiv RFID-tagga fungerar utmärkt på avstånd över en meter (Furness 2000) och kan avläsas på flera hundra meters avstånd (Qian et al. 2012). Den är till skillnad från en passiv inte begränsad till kortare läsavstånd (Murphy et al. 2012; Furness 2000). Murphy et al. (2012) menar dock att läsbarheten försämras när avståndet ökar. Livslängden för ett inbyggt batteri i en aktiv RFID-tagga varierar mellan fem till tio år (Murphy et al. 2012). RFID-taggar kan lagra en stor mängd information (Ngai et al. 2008) där passiva RFID-taggar kan lagra data på upp till fyra kilobyte, medan det i aktiva taggar kan lagras upp till cirka en megabyte (Qian et al. 2012). Passiva RFID-taggar är generellt sett små och billiga (Furness 2000; Murphy et al. 2012). I ett RFID-system kan flera taggar hanteras och läsas av simultant (Furness 2000; Tarjan et al. 2014), då det har en så kallad anti-kollisionsfunktion (Furness 2000). Qian et al. (2012) lyfter även fram att RFID-taggar kan

läsas av med en hastighet av 100 taggar per sekund. En RFID-tagga kan vara utrustad med sensorer som mäter temperatur och luftfuktighet (Furness 2000), samt vara vattentåligen och fungera i omgivningar med höga temperaturer (Ngai et al. 2008). Furness (2000) menar att valet en RFID-tagga beror på produkttyp, användningsområde, avstånd, omgivning och data överföringsförmåga.

Användningsområden

Ett användningsområde för RFID är inom försörjningskedjor (Soon & Gutiérrez 2008), där Furness (2000) menar att det är mest lämpligt. RFID kan enligt Sarac, Absi och Dauzère-Pérès (2010) förbättra spårbarheten hos gods i försörjningskedjor medan Ringsberg och Mirzabeiki (2014) redogör att tillämpning av RFID i försörjningskedjor skapar förutsättningar för att effektivisera logistiska processer. RFID är ett effektivt sätt att samla, dela och utbyta information vilket kan bidra till att förbättra logistiska aktiviteter (Ngai et al. 2008) och resultera i kostnadsbesparingar avseende arbetskraft (Ngai et al. 2008; Soon & Gutiérrez 2008) och mer exakta lagersaldon (Soon & Gutiérrez 2008). Wang et al. (2011) menar att RFID kan användas för att minimera pisksnärtseffekten genom förbättrad visibilitet av gods i realtid. Sambandet mellan RFID och spårbarhet berörs av Tarjan et al. (2014) där de sammanfattar teknikens fördelar till två kategorier, vilka är identifikation och spårbarhet. Datainsamling avseende positionering och identifiering anses vara vanliga förekommande tillämpningsområden (Hozak & Collier 2008). RFID kan användas som ett medel för att förbättra spårbarhet (Ngai et al. 2008) med potentiella utfall som förbättrad produktkvalitet och förbättrad riskhantering vid återkallelser av produkter (Hozak & Collier 2008). Information som integreras med affärssystem kan underlätta för aktiviteter som berör avvikelshantering (Jones & Chung 2011).

Vid användningsområden avseende spårbarhet har RFID tydliga fördelar i komplexa eller ostrukturerade processer (Hozak & Collier 2008). Enligt Wang et al. (2011) är det vanligaste användningsområden för RFID inom lagerhantering, där Camdereli och Swaminathan (2010) menar att det leder till fördelar avseende spårning av gods, minimerade arbetskostnader och minimerat lager. Wang et al. (2011) förtydligar att RFID kan användas för lageroptimering genom förbättrad precision i prognoser. Detta bekräftas av Ringsberg och Mirzabeiki (2014) när de uttrycker att RFID har positiva effekter på spårbarhet, lagerhantering, påfyllnad av lager, minimering av arbetskostnader, realtidskommunikation och hantering av data. Camdereli och Swaminathan (2010) tillägger att förbättrad prognostisering, förbättrad kvalitetskontroll och förbättrad och mer exakta lagersaldon är de mest signifikanta fördelarna med RFID-teknik. Med system baserade på RFID kan lagervaror bli spårade på ett precist, enkelt och tidseffektivt vis, vilket kan leda till reduktion av arbetstid och arbetskostnader relaterade till lagerhållning (Wang, McIntosh & Brain 2010) samt en effektiviserad lagerhållning (Liukkonen & Tsai 2016; Soon & Gutiérrez 2008). Företag kan effektivisera packning av varor, lagring, spårning och distribution av material genom att lagra och integrera information med hjälp av RFID (Jones & Chung 2011), detta med en unik produktidentifiering (Sarac, Absi & Dauzère-Pérès 2010) och förbättrad kommunikation (Ngai et al. 2008; Sarac, Absi & Dauzère-Pérès 2010). En eventuell effektivisering av logistiska aktiviteter kan således resultera i lägre lagernivåer och förbättrad produktivitet (Jones & Chung 2011). Fler konsekvenser av att använda RFID är att antal produkter som lagerhålls minskas samtidigt som servicenivåer kan optimeras (Wang et al. 2011). Ett välfungerande lager kan i sin tur leda till kostnadsbesparingar och minska eventuella problem och risker som är förknippat med lagerhållning (Jones & Chung 2011).

Camdereli och Swaminathan (2010) menar på att felplacerade varor kan leda till problem i försörjningskedjor och att användning av RFID anses vara en lösning på denna typ av problem. Ytterligare fördelar med användning av RFID är att aktiviteter som spårning och distribution kan effektiviseras och göras mer pålitliga, vilket kan leda till ett förbättrat flöde av korrekt information och ett bättre flöde av varor (Sarac, Absi & Dauzère-Pérés 2010). Det är vanligt förekommande att RFID-taggar används i distribution genom märkning av pallar, eftersom det kan leda till en minskning av antalet felplacerade varor (Camdereli & Swaminathan 2010). Hozak och Collier (2008) skildrar att RFID-teknik kan eliminera mänskligt arbete i datainsamlingsprocesser, vilket möjliggör en högre grad av automation i tillverkning och distribution av varor. Shin och Eksioglu (2014) framhäver att RFID skapar förutsättningar att förbättra lagerhantering med resultatet att genomsnittskostnaden för anställda kan minimeras. Wang et al. (2011) påstår att automatisering av operationella processer med hjälp av RFID kan förbättra distribution, förbättra kontrollen över lagerhantering, minska kostnaden för lagerhantering och minska genomloppstiden för gods. RFID kan även ses som ett steg i riktning mot en fullständigt automatiserad fabrik eller tillverkning (Hozak & Collier 2008).

2.2.3 Jämförelse mellan streckkoder och RFID

RFID är automatiserat till en högre grad än streckkoder, då streckkoder kräver manuell avläsning (McFarlane & Sheffi 2003; Kinsella 2005). Det råder skepticism gällande RFID (Hozak & Collier 2008), trots de många fördelarna så kvarstår tveksamheter kring spridning och användning av data (Badia-Melis et al. 2015) och huruvida RFID skapar nytta för verksamheter eller ej (Hozak & Collier 2008). För att kunna nyttja effekterna av RFID så krävs en integration med lagerhållningssystem, transportplaneringssystem, orderhanteringssystem och affärssystem (Jones & Chung 2011), vilket medför förändringar i utformningen av existerande processer (Soon & Gutiérrez 2008). En annan aspekt avser all infrastruktur, konsultering och träning som kan komma att krävas för RFID-systemet ska fungera (Hozak & Collier 2008). En nackdel med RFID är den höga implementeringskostnad som tekniken medför (Badia-Melis et al. 2015; Tarjan et al. 2014). Enligt Hozak och Collier (2008) förväntar sig endast ett fåtal företag att tekniken ger avkastning två år efter implementering, samt att en eventuell avkastning är komplicerad att definiera, då den är indirekt och kan påverka flera processer inom företag. Shin och Eksioglu (2014) konstaterar att RFID bidrar till en effektiviserad lagerhållning samtidigt som de är tydliga med att konstatera att det råder osäkerhet kring huruvida en implementering av RFID bidrar till en ökad lönsamhet. En implementering av RFID-baserade system är en kostsam investering i jämförelse med streckkodsteknik och kan ha en påverkan på det totala priset av en produkt (Hozak & Collier 2008), då en investering och implementering av RFID medför höga kostnader (Camdereli & Swaminathan 2010). Detta är en anledning till att det råder osäkerhet kring huruvida företag väljer att använda sig av RFID-system eller andra lösningar (Camdereli & Swaminathan 2010).

Streckkoder bör användas istället för RFID då RFID inte är ekonomiskt försvarbart (Bray 2013; Appelhanz et al. 2016), dock bör de båda användas i kombination där det är möjligt (Appelhanz et al. 2016; Regattieri, Gamberi & Manzini 2007). Li, Sun och Zhang (2012) menar att streckkoder både kan vara en förutsättning samt att det underlättar en RFID-implementering. Valet mellan streckkoder och RFID bör enligt Qian (2012) baseras på läsavstånd, lagringskapacitet och kostnad. Tvådimensionella streckkoder kan inte lagra lika mycket information som en RFID-tag, men ändå en avsevärd del (Tarjan et al. 2014). Vidare menar Tarjan et al. (2014) att nackdelen med streckkoder är beroendet av streckkodens skick

och uppkopplingen av streckkodsläsaren. Vidare är streckkodsteknik både tidskrävande och personalkrävande i jämförelse med RFID-teknik (Kärkkäinen & Holmström 2002; Hozak & Hill 2010; Wang, Mcintosh & Brain 2010), då avläsningen behöver göras från nära håll och endast en i taget (Qian et al. 2012).

Hakimpour och Zardiny (2014) menar att streckkoder har flertalet fördelar vid lokalisering av produkter (eng. tracking) gentemot RFID då streckkoder är lätta implementera, billiga, snabblästa samt inte kräver avancerad mjuk- och hårdvara. Hozak och Collier (2008) förklarar att streckkoder har aningen lägre prestanda än RFID och medför en betydligt lägre kostnad. Implementeringskostnaden för RFID är hög (Camdereli & Swaminathan 2010), medan streckkodstekniken är mindre kostsam (Hozak & Collier 2008). Däremot påstår Cronin (2008) att valet mellan RFID och streckkoder beror på hur företag avser att använda tekniken. Streckkoder anses vara utmärkt i de fall produktidentifiering sker inom synhåll medan RFID är mer fördelaktig i processer då direkt avläsning inte är möjlig eller i de fall en högre grad av automation är nödvändig (Cronin 2008). Därav är det svårt att rättfärdiga en RFID-implementering då endast sekunder sparas gentemot läsningen av streckkoder (Hozak & Collier 2008). En sammanställning av de olika teknikernas effekter visas i tabell 1.

Tabell 1. Jämförelse av streckkoder och RFID.

Effekt	Streckkoder	RFID
Spårbarhet	+	+
Implementeringskostnad	+	-
Produktidentifiering	+	+
Automation	-	+

Källa: Alec Chang, Lo & Hsieh 1997; Badia-Melis et al. 2015; Camdereli & Swaminathan 2010; Chen 2008; Furness 2000; Hayat 2012; Hozak & Collier 2008; Kinsella 2005; Kärkkäinen & Holmström 2002; Lorenzi et al. 2014; McFarlane & Sheffi 2003; Regattieri, Gamberi & Manzini 2007; Ringsberg & Mirzabeiki 2014; Sarac, Absi & Dauzère-Pérès 2010; Tarjan et al. 2014.

3. METOD

I detta kapitel motiveras studiens tillvägagångssätt, hur valda metoder bidragit till att skapa tillförlitlighet i rapporten och hur arbetet syftar till att besvara rapportens syfte och forskningsfrågor. Metoden är indelad i fyra underkapitel vilka omfattar forskningsansats, datainsamlingsmetoder, kvalitet och forskningsetik.

3.1 Metodologisk ansats

Rapporten har en deduktiv forskningsdesign då den börjar med teori som utvärderas i förhållande till empiri, för att därefter generera slutsatser (Hörte 2010; Kovács & Spens 2005; Jacobsen 2017; Bryman 2011). En deduktiv design utgår från generella fall till att utvärdera enskilda fall (Kovács & Spens 2005; Williamson 2002) och är bäst lämpad för att analysera existerande teorier och inte för att skapa nya (Kovács & Spens 2005). Rapporten har en kvalitativ utgångspunkt där problemformuleringen analyseras och forskningsfrågorna besvaras. Valet av kvalitativ forskningsmetod grundar sig i att det leder till en djupare kunskap än vid kvantitativ metod (Patel & Davidson 2011; Bryman 1997).

3.2 Datainsamlingsmetoder

Valet av datainsamlingsmetoder baseras på syftet, problemformuleringen och de avgränsningar som har gjorts i rapporten (Ejvegård 2009). Datainsamling bestod av litteraturstudier, intervjuer, observationer och dokumentgranskning, vilket Mik-Meyer och Justesen (2011) anser är kvalitativa metoder.

3.2.1 Litteraturstudie

Jensen och Sandström (2016) uttrycker en tumregel gällande litteraturstudien att ta hänsyn till, då de menar att "litteraturgenomgången ska genomföras för att ge en bild av tidigare kunskap om företeelsen och därigenom undvika en naiv syn på empirin" (s.52). I enlighet med Jensen och Sandström (2016) har hänsyn tagits till tidigare forskning då en litteraturstudie av vetenskapligt publicerade artiklar har genomförts. Litteraturstudien har genomförts under stora delar av arbetsprocessen och har sin utgångspunkt i att belysa tidigare kunskap inom problemområdet och forskningsfrågorna.

De granskade vetenskapliga artiklar som använts i denna rapport har identifierats med hjälp av Högskolan i Borås söktjänst Primo och Google Scholar, i databaser som ProQuest, Emerald Insight och ScienceDirect. Utöver vetenskapliga källor användes tryckt facklitteratur från Högskolan i Borås bibliotek samt internetkällor.

3.2.2 Fallstudie

Rapporten utgick från en enskild fallstudie med syftet att beskriva verkligheten utifrån ett specifikt fall (Busha & Harter 1980). Fallstudien fokuserar endast på ett förlopp i en serie av processer (Yin et al. 2007), där empiri har samlats in genom intervjuer, observationer och dokumentstudier (Yin 1981).

Intervjuer

Författarna till denna rapport har valt ut intervjupersonerna utifrån målstyrt urval (Bryman 2013) vilket innebär att deras förmåga att bidra med kunskap till bakgrunden,

problembeskrivningen och nulägesbeskrivningen. På så sätt skapas en överensstämmelse mellan urvalet och forskningsfrågorna (Bryman 2011). Procedurer och tillvägagångssätt för intervjuer, motiveras med hjälp av facklitteratur inom rapport- och vetenskapsmetodik (Bryman 1997; Ejvegård 2009; Mik-Meyer & Justesen 2011). Intervjuerna genomfördes på företagets kontor, vilket innebär en bekant miljö för respondenterna. Författarna till rapporten genomförde intervjuerna på företagets kontor för att minska risken för missförstånd och oklarheter kring de tolkningar och beskrivningar som intervjupersonerna utgivit (Bryman 2011). Intervjuer som genomfördes bestod av ostrukturerade och semistrukturerade intervjuer (Bryman 2011). Inför de semistrukturerade intervjuerna har intervjupersonerna förberetts med teman, ämnesområden medan de ostrukturerade intervjuerna utgjordes av vanliga samtal (Bryman 2013) där intervjupersonen fick en större frihet att styra samtalet (Mik-Meyer & Justesen 2011). På grund av konfidentiella skäl utelämnades viss information från analyserade intervjuer.

Observationer

Enligt Patel och Davidson (2011) är observationer människans främsta metod att samla information kring omvärlden. Observationer har i detta arbete använts för att skapa en djupare förståelse för problemet och situationen, särskilt som underlag vid nulägesanalysen. Vidare har observationer använts i kombination med intervjuer och dokumentstudier i syfte att få en uppfattning av situationen som inte bygger på informantens uppfattning. Vid användning av observationer kan företeelser upptäckas som inte kunnat upptäckas med hjälp av andra datainsamlingsmetoder (Ejvegård 2009). Eftersom en observation beroende av tid och plats, så anses den på egen hand ha en låg grad av tillförlitlighet (Bryman 1997).

Interna dokument

Dokumentstudier har genomförts genom att undersöka dokument för att skapa en tydligare förståelse till bakgrunden och problemformuleringen. Även om dokumentstudier anses vara kvalitativt material, så utgör det underlag till beslut (Mik-Meyer & Justesen 2011). Dokument kan vara allt från arbetsrutiner till statistiska rapporter och kan bestå av text, ljud och bilder. (Patel & Davidson 2011). Rapportens dokumentstudie har bestått av att författarna sökt, läst och analyserat data från interna källor i form av pärmar, affärssystem, rapporter och övriga dokument.

I rapporten används Paretdiagram för att illustrera fallföretagets avvikelser eftersom det är ett effektivt analysverktyg som kan användas för att visa den procentuella och kvantitativa fördelningen av fel inom olika processer (Gawdzińska 2011; Lemler & Semke 2015; Graham 2004). En processkartläggning har utförts för att visualisera en serie av aktiviteter som berör rapportens syfte och avgränsning, detta då processkartläggning är ett användbart verktyg för att analysera processer och aktiviteter (Kumar & Phrommathed 2006). En processkartläggning är viktig för förståelsen av nuläget och väsentlig för förändringsarbete (Jacka & Keller 2002) samt ett effektivt verktyg för att identifiera problem och underlätta förbättring (Graham 2004). Processkartläggningen som används i rapporten är utformad i enlighet med Damelio (2011).

3.3 Kvalitet

Enligt Mik-Meyer och Justesen (2011) är validitet och reliabilitet viktiga kvalitetskriterier för en kvalitativ rapport. Kvalitetsproblem avseende datainsamling kan härledas till tillförlitlighet och giltighet, vilket sedermera kan förklaras med hjälp av begreppen reliabilitet och validitet

(Kjær Jensen 1995). Valet av källor påverkar om en rapport kan anses vara av god kvalitet eller inte (Ejvegård 2009). En bedömning av tillförlitligheten hos källorna har gjorts utifrån en saklighets- eller objektivitet synpunkt. Sakligheten avser i vilken utsträckning informationen är rätt medan objektivitet anspelar på opartiskhet (Ejvegård 2009).

3.3.1 Reliabilitet

Begreppet reliabilitet kan beskrivas som huruvida mätinstrument eller mätmetoder är tillförlitliga (Fink 2010) och därav är det fördelaktigt att använda flera datainsamlingsmetoder för att nå en hög reliabilitet (Lindstedt 2017). Detta har sin bakgrund i begreppet triangulering, vilket innebär att flera verktyg och undersökningsmetoder kan användas för att få en tydligare bild av problemet (Lindstedt 2017). I rapporten beaktas detta och datainsamlingen har utförts med hjälp av flera olika metoder, i syfte att den ska vara triangulerad (Kjær Jensen 1995). Således anses den triangulerade datainsamlingen ge en mer tillförlitlig beskrivning av empirin (Kjær Jensen 1995). Forss (2007) påstår att triangulerad datainsamling eller källtriangulering kan användas för att öka tillförlitligheten i diskussionen och slutsatsen ökar samtidigt som eventuella störningar eller att icke-objektivitet kan elimineras i utvärderingsprocessen av data.

3.3.2 Validitet

Traditionellt beskrivs validitet som huruvida arbetet faktiskt besvarar forskningsfrågan (Mik-Meyer & Justesen 2011). Det är en utvärdering av att det som ska undersökas faktiskt besvaras (Mik-Meyer & Justesen 2011). Det är här viktigt att metoden som används för att besvara forskningsfrågan är lämplig för ändamålet samt att användandet av metoden sker konsekvent (Ejvegård 2009). En hög reliabilitet på mätningen är en förutsättning för hög validitet, dock medför hög reliabilitet inte hög validitet (Ejvegård 2009; Grennes 2005). Yin (2013) och Kjær Jensen (1995) menar att en fallstudies validitet stärks vid triangulering. Validitet är av subjektiv karaktär och kan uppfattas olika av olika personer (Grennes 2005). Vidare finns det flera olika metoder att mäta validitet (Grennes 2005).

3.3.3 Generaliserbarhet

Generalisering är en grundläggande fråga i forskningsdesigner som avser fallstudier då målet med fallstudier generellt sett är att utveckla eller att dra allmänna slutsatser om en teori (Jensen & Sandström 2016). Kjær Jensen (1995) förklarar att generaliserbarhet i kvalitativa termer handlar om att ge svar på problemställningar i form av indikationer och beskrivningar av verkligheten. Generaliserbarhet kan vara främst viktigt att undersöka vid en fallstudie och avser huruvida resultatet är korrekt endast för ett eller flera fall (Mik-Meyer & Justesen 2011; Yin 2013).

3.4 Forskningsetik

De etiska riktlinjerna är informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet samt nyttjandekravet (Lindstedt 2017; Jensen & Sandström 2016). Ett urval av de åtagande som gjorts i enlighet med de etiska riktlinjerna är att informera de inblandade om syftet med undersökningen och att deras deltagande är frivilligt. Vidare informerades respondenterna om att insamlade uppgifter kommer behandlas på sådant sätt att obehöriga ej kan ta del av den samt att information de lämnar endast kommer användas i forskningssyfte.

4. FALLSTUDIE

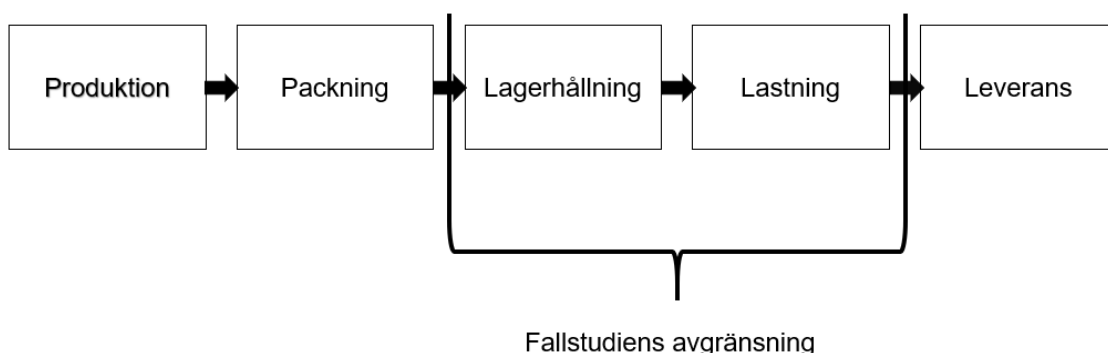
Detta kapitel utgörs av en nulägesbeskrivning baserad på empirisk data insamlad på företaget. Processkartläggning används för att kartlägga företagets aktiviteter. Vidare görs en sammanställning av företagets registrerade avvikelser. Processkartläggningen och sammanställningen av avvikelser utgör underlag för analys och diskussion senare i rapporten. Empirin har insamlats genom intervjuer, dokumentstudier och observationer, däremot utelämnas viss information av konfidentiella skäl.

4.1 Företagsbeskrivning

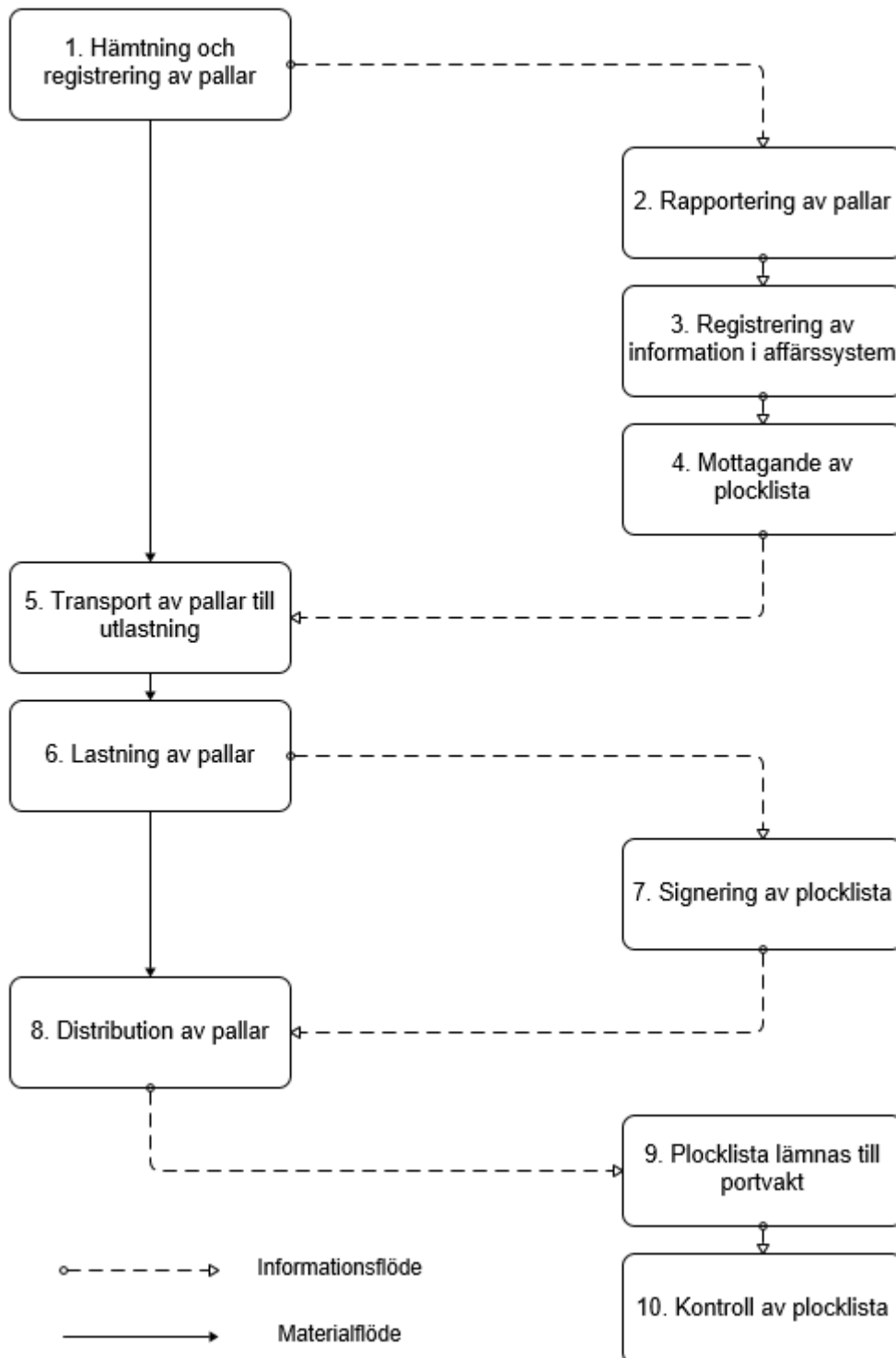
Fallföretaget har sin verksamhet i Västsverige och har hundratals anställda. Företaget är ett tillverkande företag inom kemiindustrin och kategoriseras som ett större företag och vars kunder består av företag. Företaget är en del av en internationell koncern med cirka 20 000 anställda.

4.2 Processkartläggning

En beskrivning av företagets flöde illustreras i figur 1 vilket omfattar huvudprocesser för produktion, packning, lagerhållning, lastning och leverans. Efter produktion transporteras produkten till packningsavdelningen för att packas i säckar. Därefter blir säckarna vägda, staplade på pallar och märkta med produkttyp och partinummer. Ett partinummer kan innehålla olika antal pallar beroende på produkt. Nästa process avser företagets internlogistik vilket berör materialhantering och lagring där personalen arbetar dygnet runt i tre skift. Därefter sker lastning av pallar där personalen arbetar dagtid. I figur 2 så beskrivs material- och informationsflödet mer ingående i form av en processkartläggning bestående av tio steg.



Figur 1. Företagets huvudprocesser och fallstudiens avgränsning.



Figur 2. Processkartläggning av företagets material- och informationsflöde.

Aktivitet 1: Hämtning och registrering av pallar

Aktiviteten startar med att pallar hämtas från packningen och transporteras till en ledig lagerplats av en truckförare (1). Vid lagring får inte två olika typer av produkter eller partier blandas i samma rad. Varje lagerplats har en unik identitet och är uppdelad i fyra rader. Truckförare (1) antecknar pallarnas lagerplats, partinummer, vikt och produkttyp på förarens arm, handske, på papper eller i sin telefon. Information om lagringen kommuniceras muntligt eller skriftligt till annan lagerpersonal, men kan även behållas av truckföraren (1).

Aktivitet 2: Rapportering av pallar

Truckförare (1) eller lagerpersonal som mottog informationen kan antingen direkt rapportera in informationen, göra det innan rast eller i slutet av skiftet. Inrapporteringen sker i ett kalkylprogram och avser informationen om pallarnas lagerplats, partinummer, vikt och produkttyp. Inmatningen är manuell och informationen sker från anteckningen eller minnet.

Aktivitet 3: Registrering av information i affärssystem

Informationen överförs från kalkylprogrammet till ett affärssystem. Överföringen utförs av lagerpersonal och sker genom avläsning i kalkylprogrammet och manuell inskrivning i affärssystemet. Efter denna aktivitet är pallen lagerförd och inväntar lastning.

Aktivitet 4: Mottagande av plocklista

Logistikavdelningen skapar en plocklista vilken hämtas av chauffören för att sedan lämnas till lagerpersonalen. Varje plocklista har ett unikt identitetsnummer. Plocklistan innehåller information om vilken produkt, kvantitet, lagerplats samt vilket parti som ska lastas. Valet av parti beror på partiets laborationsanalys vilket avgör ifall det är lämpligt för kundens specifikationer. I plocklistan har produkten kopplats ihop med en kundorder och lastbilen ankommit till utlastningen.

Aktivitet 5: Transport av pallar till utlastning

På plocklistan finns information om vilka pallar som ska lastas. Truckföraren (2) kör därefter till angiven lagerplats och säkerställer pall med rätt produkt, kvantitet och parti identifieras. Därefter transporterar truckföraren (2) de identifierade pallarna från lagret till utlastningen. I detta skede står pallarna på lastbryggan och i direkt anknnytning till lastbilen. Om antalet pallar, produkt eller parti inte överensstämmer med plocklistan så måste logistikavdelningen kontaktas.

Aktivitet 6: Lastning av pallar

Lastning av pallar på lastbilen sker av en annan truckförare (3) än den som placerat pallarna på lastbryggan och lastningen sker med en mindre truck. Truckföraren (3) kontrollerar pallarnas produkttyp, kvantitet och parti. Dock finns pallar där produktinformationen endast står skrivet på en sida av pallen. När pallar endast märkta med produkttyp och partinummer på en sida av pallen transporteras till utlastningen av truckföraren (2), innebär det svårigheter för den sistnämnda truckföraren (3) att utföra en kontroll av pallarna. I dessa situationer kontrolleras pallarna endast av den en truckförare (2). Om det blir ändringar i lastningen av pallar så antecknas detta på plocklistan.

Aktivitet 7: Signering av plocklista

Plocklistan bekräftas med signatur från båda truckförarna (2 och 3) som därmed intygar att lastningen skett i enlighet med plocklistan.

Aktivitet 8: Distribution av pallar

Chauffören övertar plocklistan och lämnar sedan utlastningen.

Aktivitet 9: Plocklista lämnas till portvakt

Chauffören lämnar plocklistan till portvakten i utbyte mot transportdokument. Därefter lämnar lastbilen företaget för utleverans till kund.

Aktivitet 10: Kontroll av plocklista

Processen avslutas med att logistikavdelningen kontrollerar om det finns ändringar i plocklistan eller inte. Ifall annat partinummer eller produkt från annan lagerplats lastats så sker en korrigerig i affärssystemet utefter plocklistan. Efter kontroll av plocklistan så försvinner produkten ut ur affärssystemet.

4.3 Avvikelser

Fallföretaget har registrerat att 45 avvikelser inträffade under verksamhetsåret 2017 för hela deras verksamhet, dock råder det osäkerhet kring det faktiska antalet avvikelser eftersom alla avvikelser inte registreras. De registrerade avvikelserna har sitt ursprung i olika orsaker och förekomsten av fel blir mer frekvent vid stora lagervolymer. Avvikelseerna kan vara av olika karaktär och är indelade i kategorierna produktion, lager, distribution, kundservice, kvalitetskontroll och finans. Figur 3 illustrerar ett diagram och visar antalet avvikelser uppdelade efter olika kategorier.

Avvikelseerna kan leda till felaktigt i lagersaldo och felaktiga leveranser, vilket logistikavdelningen måste hantera. Vid lastning av felaktigt material och vid sen upptäckt kan det kosta företaget hundratusentals kronor. Vid leverans av felaktig kvantitet måste företaget endast kreditera kunden eller skicka ytterligare en leverans.



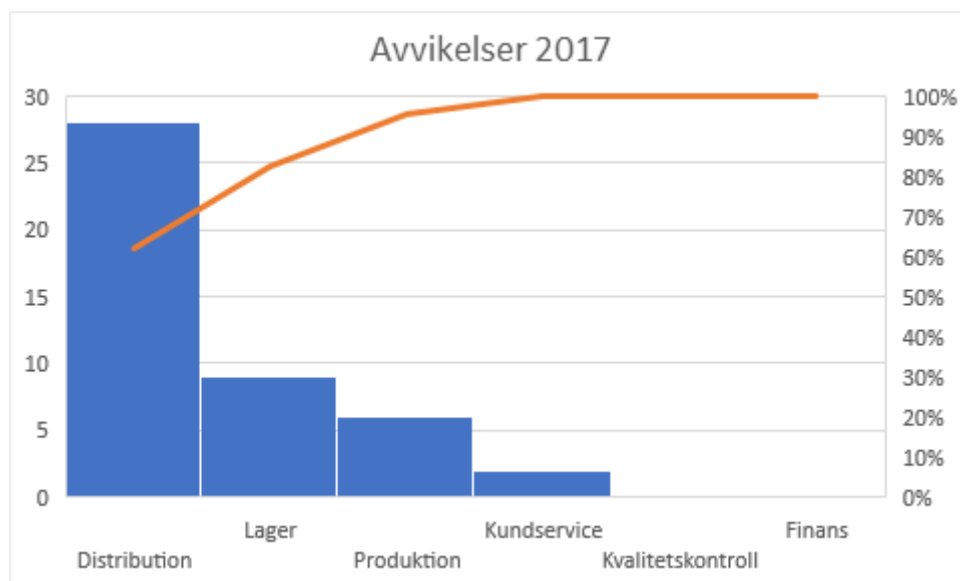
Figur 3. Registrerade avvikelser för verksamhetsåret 2017.

5. RESULTAT OCH ANALYS

Detta kapitel avser resultat och analys av empirin och litteraturstudien. Inledningsvis presenteras avvikelser inom lagerhantering för att därefter analysera rapportens viktigaste resultat. Vidare appliceras det teoretiska ramverket på empirin i syfte att uppfylla rapportens syfte och besvara forskningsfrågorna. Kapitlet består av tre underrubriker, vilka är avvikelser inom lagerhållning, användning av AIDC inom lagerhållning samt jämförande analys vid användning av streckkoder och RFID.

5.1 Avvikelser inom lagerhållning

Analyserade resultat visar att lagerhanteringen blir komplex i när lagervolymer ökar och därmed även antalet avvikelser. I figur 4 sammanställs avvikelser i ett Paretdiagram utefter distribution, lager, produktion, kundservice, kvalitetskontroll och finans. Diagrammet visar att distribution och lager utgör cirka 80 % av de rapporterade avvikelserna. Vid analys av avvikelserna framgår det att kategoriseringen av fel varierar samt att problem relaterade till bristfällig spårbarhet och lagerhållning kopplas till kategorin "Distribution" då det är kunder som rapporterat dessa. Sex avvikelser utmärker sig eftersom de anses vara direkt förknippade med lagerhållningen då de blivit registrerade som felaktiga leveranser. Dessa avvikelser består av leveranser med felaktig kvantitet, produkt eller produktmärkning. Ifall information om en leverans skiljer sig gentemot vad som faktiskt har levererats kan inkorrekta lagersaldon uppstå, vilket kan medföra att produkter inte kan levereras som utlovat.



Figur 4. Paretdiagram över avvikelser registrerade år 2017.

Anledningen till att avvikelser ofta uppstår i lagerhållning och distribution kan härledas till hur informations- och materialflödet sker, vilket illustreras i figur 2. Nedan följer en analys av processkartläggningen och de aktiviteter inom lagerhållning där avvikelser uppkommer.

Aktivitet 1: Hämtning och registrering av pallar

Efter lagring av pallar så dokumenterar truckföraren (1) produkttyp, kvantitet och lagerplats. Eftersom avläsning och dokumentationen sker manuellt så påverkas den av truckförarens (1) syn och skrift, vilket kan leda till att avläsning och dokumentationen blir felaktig. Om gränsen mellan två lagerplatser är otydlig kan det medföra att information om produkters lagerplats

antecknas felaktigt. Analys visar att om truckföraren (1) som placerat pallen på lagerplatsen inte personligen överför informationen till kalkylprogrammet så förekommer det att informationsöverföringen kommuniceras muntligt, vilket kan medföra hörfel och att fel information förmedlas. Brister kan även bero på att arbetssättet inte är standardiserat, eftersom dokumentation sker på förarens arm, handske, papper eller i telefon. Att information behandlas manuellt i *aktivitet 1, 2 och 3* kan innebära att det endast krävs felaktigheter i en av aktiviteterna för att lagersaldot ska bli inkorrekt. Detta kan medföra att plocklistan blir inkorrekt, vilket påverkar *aktivitet 5*. Eftersom arbete i *aktivitet 1, 2 och 3* sker dygnet runt påverkar tiden på dygnet uppkomsten av fel då det finns risk för trötthet och ouppmärksamhet hos lagerpersonal.

Aktivitet 2: Rapportering av pallar

Resultat visar att registrering av information kan ske manuellt från en anteckning, vilket kan medföra tryck- och läsfel. Om registrering inte sker från en anteckning utan istället från minnet hos lagerpersonalen så finns det en risk för felaktig registrering.

Aktivitet 3: Registrering av information i affärssystem

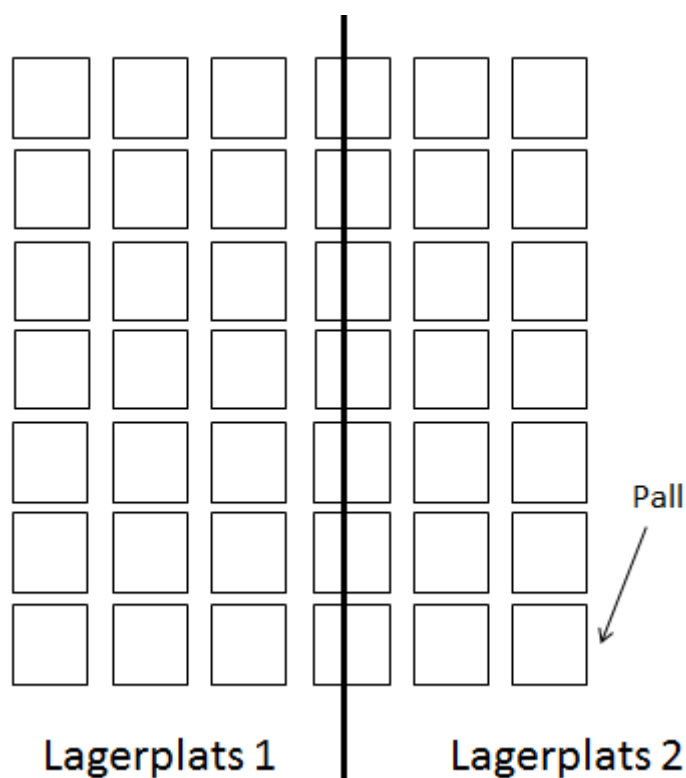
Informationen överförs manuellt eller kopieras från kalkylprogrammet, vilket kan orsaka felaktigheter i affärssystemet. Inrapportering i *aktivitet 3* kan leda till inkorrekta lagersaldon och merarbete för logistikavdelningen.

Aktivitet 4: Mottagande av plocklista

Denna aktivitet avser ett fysiskt överlämnande av plocklistan där lagerpersonal måste vänta med att hämta pallar i lagret tills att de mottagit plocklistan.

Aktivitet 5: Transport av pallar till utlastning

Resultat visar att fel uppkommer om truckföraren (2) läser fel på partinummer eller produkttyp samt när antalet pallar ska kontrolleras. Om det uppkommer situationer då pallar angivna i plocklistan ej kan lokaliseras trots korrekt lagerföring kan det leda till pallar raderas ur affärssystemet och att lagersaldot blir felaktigt. Om ett parti med pallar står intill varandra samt på gränsen mellan två lagerplatser så uppstår tvivel i *aktivitet 5* kring vilken lagerplats pallarna på linjen tillhör, vilket illustreras i figur 5. Om pallar hämtas från en lagerplats där truckföraren (2) tror att pallarna på gränsen tillhör den ena platsen men egentligen tillhör den andra, så kan resultatet bli ett felaktigt lagersaldo. Konsekvensen av detta blir att framtida plocklistor innehåller felaktig information. Då den mänskliga faktorn är inblandad i *aktivitet 5* ökar risken för en felaktig produktidentifiering, vilket kan vara särskilt förekommande när partinummer liknar varandra.



Figur 5. Pallar som står på gränsen mellan två lagerplatser.

Aktivitet 6: Lastning av pallar

Resultat visar att det finns produkter där endast den ena truckföraren (2) kontrollerar partinummer och produkttyp, vilket innebär att det inte sker en verifiering från båda förarna att informationen överensstämmer med plocklistan. Om verifiering endast sker av en av truckförarna (2) leder detta till en ökad risk för läsfel och räknefel. Felaktig produktidentifiering leder till att fel produkt eller kvantitet lastas. Vidare riskerar detta att leda till kostnader på hundratusentals kronor. Felaktiga leveranser medför även inkorrekta lagersaldon.

Aktivitet 7: Signering av plocklista

Om andra pallar lastats i aktivitet 6 än vad som angivits i plocklistan så görs en dokumentation av detta på pappret. Det medför att det finns risk för att dokumentationen blir felaktig.

Aktivitet 8: Distribution av pallar

Kontroll av att plocklistan följts är inte längre möjligt. Ifall osäkerhet uppstår kring vad som lastats behöver lastbilen återkallas till utlastningen.

Aktivitet 9: Plocklista lämnas till portvakt

Överlämningen sker fysiskt vilket fördröjer kontrollen i *aktivitet 10*.

Aktivitet 10: Kontroll av plocklista

Vid kontroll av plocklistan finns det risk för felaktig avläsning och därmed en felaktig uppdatering av affärssystemet.

5.2 Användning av AIDC inom lagerhållning

Nedan följer en analys av användning av streckkoder och RFID inom lagerhållning.

5.2.1 Användning av streckkoder

Streckkoder är en tillförlitlig identifieringsteknik som förbättrar lagerhållningen utifrån aspekterna spårbarhet, produktidentifiering och informationsdelning. Fallstudien visar att flertalet aktiviteter avseende material- och informationsflöde i lagerhanteringen sker manuellt, vilket anses vara orsaker till avvikelser som uppkommit. En implementering av streckkoder anses därmed medföra effekter på lagerhållningen då utformningen av aktiviteter kommer att förändras.

Fallstudien visar att pallen vid emballering kan streckkodmärkas med en unik identitet där information i affärssystemet kopplas till pallens unika identitet. Detta möjliggör att information som partinummer, vikt och produkttyp kopplas till pallen, samt även den laborationsanalys som tillkommer efter att varan är packad. Därmed används streckkoden för unik produktidentifiering och inte för lagring av information då all information lagras i affärssystemet, vilket även möjliggör ändring av informationen.

Aktivitet 1, 2 och 3

Streckkoder har i *aktivitet 1, 2 och 3* fördelar som leder till att avvikelser minimeras. Vid hämtning av pallen i *aktivitet 1* identifierar truckföraren (1) pallen med en streckkodsläsare för att sedan skanna lagerplatsen där truckföraren (1) lämnar pallen, vilket medför att informationen om pallen uppdateras i affärssystemet med en lagerplats. Detta är möjligt om truckföraren (1) har en lista i trucken över alla lagerplatser med streckkoder kopplade till dem. Detta medför att truckföraren (1) inte längre behöver anteckna lagerplatser och rapportera in lagerföringen manuellt i affärssystemet, vilket istället sker snabbare och precisare med streckkoder. Dataöverföringen vid inskanning sker då automatiskt och *aktivitet 2 och 3* elimineras. Detta medför en fördel gentemot nuläget där informationen överförs manuellt i flera steg, vilket visat sig orsaka fel. Fel relaterade till den mänskliga faktorn minimeras då truckföraren (1) inte längre behöver anteckna eller vidarebefordra information manuellt, samt att det blir mindre att läsa och kontrollera då skannern automatiskt identifierar produkttyp och partinummer. Ifall en lagerplats endast består av en rad motverkar affärssystemet felskanning då det kan hindra att produkter med olika partinummer lagras i samma rad. Streckkoder underlättar därmed vid lagerföring då det fungerar som ett hjälpmedel för truckföraren (1), i syfte att minska risken för felaktig lagerföring. Detta leder till att lagersaldon blir mer korrekta samt att lagerhanteringen effektiviseras.

Aktivitet 4, 5 och 6

När plocklistan tas emot i *aktivitet 4* så kan det antingen ske elektroniskt eller i nuvarande form fast med en streckkod. Detta möjliggör att truckföraren (2) i *aktivitet 5 och 6* kan skanna produkten gentemot streckkoden eller den elektroniska plocklistan, vilket möjliggör att en matchning dem emellan kan göras. Om en produkt inte överensstämmer med plocklistan så visas ett felmeddelande som meddelar att fel pall är hämtad och att den inte överensstämmer med plocklistan. Om en kunds specifikationer kopplas till plocklistan möjliggörs en sista verifiering att specifikationen överensstämmer med kundens krav. Denna kontroll minskar antalet felaktiga lastningar och minskar kostnaden för felaktiga leveranser. Vid minskat antal felaktiga leveranser minskar risken för felaktiga lagersaldon, vilket i sin tur leder till bättre underlag vid planering och prognostisering.

Aktivitet 7, 8, 9 och 10

I streckkodsläsaren kan plocklistan och status om utlastningen visas. Om plocklistan ej är uppfylld med korrekt kvantitet kan information synas på skannern, vilket underlättar för truckföraren (2) vid kontroll av lastade produkter. Om plocklistan är elektronisk eller utskrivet med en streckkod kan signering ske elektroniskt i *aktivitet 7*, då plocklistan är kopplat till affärssystemet. När plocklistan är uppfylld kan det elektroniskt skickas till logistikavdelningen vilket eliminerar *aktivitet 9*. Detta försäkrar att plocklistan inte försvinner och leder till förbättrad realtidsinformation. Om truckförare (2) ej kan hämta de pallar angivna i plocklistan så ger logistikavdelningen order om att lasta andra pallar som matchar kundens specifikation. Ändringar sker då direkt i plocklistan och uppdateringarna visas i truckförarens (2) avläsare. Detta medför att ändringar i plocklista uppdateras innan lastningen och inte i efterhand, vilket underlättar för logistikavdelningen i *aktivitet 10*.

5.2.2 Användning av RFID

RFID användas för trådlös och automatisk identifiering, lagring och överföring av data, vilket integreras med affärssystemet i syfte att förbättra spårbarheten i lagerhållningen. Tekniken är tillförlitlig och medför förbättrad visibilitet samtidigt som data lagras och överförs mer effektivt. När en pall är emballerad kan en RFID-tagga fästas på pallen och fungera som unik produktidentifiering, där information som partinummer, vikt och produkttyp kan lagras i affärssystemet. Nedan följer en analys av hur RFID skulle kunna användas och hur det påverkar lagerhållningen.

Aktivitet 1, 2 och 3

Då lagring sker i affärssystemet möjliggörs det att information ändras efter att RFID-taggen är fastsatt. En truckförare (1) hämtar pallen i *aktivitet 1* och placerar den på en lagerplats där RFID-läsare är monterade i taket eller på marken. Detta medför att en läsare registrerar att pallen står på just den specifika lagerplatsen och därefter uppdaterar informationen om pallens lagerplats i affärssystemet, vilket minskar risken för felplacerade pallar. RFID är automatisk och kräver minimalt med mänsklig inblandning, vilket leder till minskade arbetskostnader. Om RFID används sker informationsöverföringen i *aktivitet 1, 2 och 3* automatiskt utan inblandning från truckförare (1) och övrig lagerpersonal, vilket minskar antalet felaktigheter kopplade till den mänskliga faktorn.

Aktivitet 4, 5 och 6

Truckförare (2 & 3) kan vara utrustade med handdatorer för att ta emot och arbeta gentemot en elektronisk plocklista, vilket medför att *aktivitet 4* istället sker elektroniskt. Om pall och plocklista sammankopplas möjliggör det att RFID-läsare placerade vid utlastningen kan avläsa huruvida rätt pall transporterats till utlastningen i *aktivitet 5*. RFID-läsaren kan vara placerad antingen vid ingången till utlastningen eller i direkt anknötning till lastbilen. En avläsare placerad vid ingången till utlastningen eliminerar den manuella verifiering som sker av truckförarna (2 & 3) i *aktivitet 5 och 6*. Ifall korrekt pall passerar RFID-läsaren så försvinner pallen ur affärssystemet, medan om en felaktig pall passerar så kan en siren ljuda och en varningslampa tändas. Truckföraren (2) blir därmed uppmärksam om att en felaktig pall passerat, för att sedan återlämna den felaktiga pallen på lagerplatsen och därefter hämta rätt pall. Med ett kontrollsystem i *aktivitet 5 och 6* bestående av RFID-läsare med sirener och lampor samt handdatorer i truckar så säkerställs det att rätt produkt och kvantitet blir lastat, vilket medför att antalet felaktiga lastningar minskar. Ifall RFID-läsaren registrerar passage av pallar och därefter uppdaterar lagersaldot, minskar risken för felaktiga lagersaldon.

Automatisk registrering av pallar främjar således realtidsinformation vilket underlättar vid prognostisering och leveransplanering. Då RFID medför ett mer korrekt lagersaldo minskar risken för att logistikavdelningen reserverar material som inte finns tillgängligt i lagret.

Aktivitet 7, 8, 9 och 10

När plocklistan är uppfylld så kan det meddelas på handdatorn och genom att en lampa tänds. I *aktivitet 7* signeras plocklistan elektroniskt i en handdator för att sedan överförs elektroniskt i *aktivitet 8* och *9*. I de fall truckföraren (2) ej kan följa angivelserna i plocklistan gör logistikavdelningen ändringar i plocklistan. Ändringarna uppdateras då automatiskt i truckförarens (2) handdator vilket förenklar *aktivitet 10* då ingen korrigerings behöver ske i efterhand.

5.3 Jämförande analys vid användning av streckkoder och RFID

Streckkoder och RFID har olika påverkan på informations- och materialflödet i lagerhållningen. En implementering av RFID medför en högre grad av automation än streckkoder. En högre grad av automation leder till mindre inblandning av lagerpersonal och därmed en minskning av antalet avvikelser. Streckkoder medför en lägre grad av automation då de behöver bli avlästa manuellt, vilket kan leda till felaktiga avläsningar. En nackdel med en hög grad av automation är att mänskliga kontrollen till viss del försvinner om lagerhållningen automatiseras.

Resultatet visar att RFID och streckkoder medför en effektiviserad lagerhållning med förbättrad realtidsinformation. Litteraturstudien visar att de har liknande effekter på lagerhållningen då de leder till förbättrad spårbarhet, produktidentifiering, korrektare lagersaldo, färre avvikelser samt kostnads- och tidsbesparingar. Vidare visar litteraturstudien att streckkoder är mindre kostsamt än RFID att implementera. Det framkommer även i litteraturstudien att en streckkod kan skrivas ut på ett papper och är till skillnad från RFID inte beroende av ett batteri, kretskort och antenn, vilket medför att driftskostnaden blir låg. Detta kan motivera att flera streckkoder fästs på samma pall eftersom att det underlättar ifall en streckkod blir skadad eller om en streckkod är utom synhåll för avläsning.

6. DISKUSSION

I detta kapitel kommer rapportens syfte, litteraturstudien och fallstudien att diskuteras utefter författarnas egna resonemang. Vidare diskuteras rapportens validitet, reliabilitet samt dess generaliserbarhet.

Rapportens syfte anses vara uppfyllt då forskningsfrågorna är besvarade genom att det teoretiska ramverket applicerats på fallstudien. Litteraturstudien visade att det finns betydligt fler studier med RFID i tillverkningsindustrin i jämförelse med streckkoder (Beauchamp 2009). Det framkommer även att studier avseende streckkoder till stor del genomförts inom livsmedelsnäringen. Vidare visar litteraturstudien på ett gap i forskningen eftersom det finns bristfälligt med vetenskapliga artiklar avseende streckkoder och dess påverkan på tillverkningsföretag. Rapportens syfte var initialt att endast undersöka streckkoder, men utökades till att även omfatta RFID på grund av bristen på vetenskapliga publikationer. I kombination bristfälligt antal publikationer kring tillämpning av streckkoder i lagerhållning och att fallstudien är utförd på ett enskilt företag så är det osäkert om resultaten är generaliserbara. Vidare forskning bör av den anledningen utföras för att undersöka om resultaten är generella samt för att minska det gap som påvisats.

En datainsamling genomfördes genom en triangulering, vilket stärker rapportens validitet (Yin 2013; Kjær Jensen 1995) och reliabilitet (Lindstedt 2017). Genom att flera intervjuer genomförts med olika personer där samma frågor ställts har en källtriangulering utförts. Detta kan leda till mer objektiv data (Forss 2007) och bidrar till ett bättre underlag för analys. För att säkerställa att intervjuerna och observationerna inte är beroende av tidpunkten för genomförandet kan en longitudinell studie genomföras för att försäkra sig om att data från empirin är densamma över tid. Vidare kan rapportens slutsatser ifrågasättas eftersom vissa slutsatser enbart är baserade på litteraturstudien och inte med säkerhet stämmer på detta fallföretag.

Företaget och de intervjupersoner som deltagit i studien har skyddats genom aidentifiering och säker hantering av information. I empirin refererats det inte till intervjupersoner i syfte att inte kunna härleda vem informationen kommer ifrån. Hållbar utveckling beaktas i rapporten då resultatet påvisar att en tillämpning av identifieringsteknik kan leda till att antalet felaktiga leveranser minskar och därmed även antalet returerna. Därmed kan en tillämpning vara fördelaktig ur miljösynpunkt då onödiga leveranser minimeras.

I fallstudien framgår det att det förekommer osäkerhet kring det faktiska antalet avvikelser. Därmed kan antalet felaktigheter kopplade till lagret vara fler än vad som framkommer i fallstudien och därmed kan nyttan av identifieringsteknik vara större än vad som framgår i resultatet.

7. SLUTSATS

I detta kapitel besvaras rapportens forskningsfrågor. Kapitlet avslutas med förslag till framtida forskning samt rekommendationer till företaget.

7.1. Svar på forskningsfrågor

Rapportens syfte är att undersöka hur identifieringsteknik kan påverka spårbarhet, för att därefter undersöka vilka effekter en tillämpning av identifieringsteknik kan leda till inom lagerhållningen. Baserat på syftet formulerades forskningsfrågorna:

- Hur kan streckkoder och RFID påverka lagerhållning?
- Vilka för- och nackdelar kan automatisk identifieringsteknik inom lagerhållning leda till?

Fallstudien visar att avvikelser uppkommer vid lagerföring och lastning av pallar. Felaktigheter uppkommer till följd av den mänskliga faktorn och att arbetet vid lagerföring av pallar i viss utsträckning inte är standardiserat. Felaktigheter uppkommer även vid lastning av pallar eftersom att kontroll av lastningen sker manuellt. Avvikelserna förekommer i form av felaktiga leveranser och felaktiga lagersaldon. Resultatet visar att avvikelser beror på manuell produktidentifiering samt manuell informationsöverföring.

Resultatet visar att en tillämpning av streckkoder och RFID automatiserar produktidentifiering och informationsöverföring vid lagerföring och lastning av pallar. Vid lagerföring av pallar sker informationsöverföringen automatiskt vid avläsning, vilket eliminerar den nuvarande manuella överföringen. Detta kan leda till att antalet felaktigt lagerförda pallar minskar. Vid utlastning kan en automatisk kontroll utföras för att säkerställa att rätt pallar blir lastade. Kontrollen sker genom avläsning av pallarnas unika identitet, vilket jämförs mot plocklistan. Därmed kan streckkoder och RFID leda till att antalet felaktiga leveranser minskar och att lagersaldot blir mer korrekt. Slutsatsen är sålunda att identifieringsteknik kan tillämpas på fallföretaget för att eliminera avvikelser och effektivisera lagerhållningen. Vidare visar litteraturstudien att den största skillnaden mellan streckkoder och RFID är graden av automation där en streckkod manuellt behöver avläsas, medan RFID avläses automatiskt. Dock medför RFID en högre implementeringskostnad (Hozak & Collier 2008).

7.2 Förslag till fortsatt forskning

Studien är avgränsad till att undersöka hur tillämpning av streckkoder och RFID kan påverka lagerhållning, dock undersöks inte olika varianter av teknikerna. Av denna anledning kan fortsatta studier genomföras för att jämföra olika varianter av streckkoder och RFID, samt undersöka hur kostnaden för streckkoder och RFID skiljer sig. Vidare kan undersökningen utökas till att analysera en detaljerad implementering av identifieringsteknik i lagerhållningen, vilken typ av hård- och mjukvara som bör användas samt hur identifieringsteknikerna integreras med affärssystem. Undersökningen kan utvecklas genom att analysera hur identifieringsteknik påverkar försörjningskedjan som helhet. Då studien är genomförd på ett företag finns det även skäl att undersöka huruvida resultaten är generaliserbara till andra företag.

7.3 Rekommendationer till företaget

Med utgångspunkt i rapportens slutsatser om att automatisk identifieringsteknik kan effektivisera lagerhållningen samt minska antalet avvikelser, rekommenderas företaget att implementera en teknik för produktidentifiering i syfte att förbättra lagerhållningen. Företaget bör låta vidare studier genomföras i syfte att få mer ingående kunskap om hur identifieringsteknikerna skiljer sig åt och vilken teknik som är mest fördelaktig att implementera.

Referenser

- Alec Chang, C., Lo, C. & Hsieh, K. (1997). Neural networks and fourier descriptors for part positioning using bar code features in material handling systems. *Computers & Industrial Engineering*, 32(2), pp.467–476.
- Alexander et al. (2002). IBM business consulting services applying Auto-ID to reduce losses associated with shrink. Technical Report, Auto-ID Center Massachusetts Institute of Technology, pp.1-56.
- Anon, (2007). ImageID Unveils the Visidot™ 2.0 automatic identification and data capture solution. *Assembly Automation*, 27(1), Assembly Automation, 27 February 2007, 27(1).
- Appelhanz et al., (2016). Traceability system for capturing, processing and providing consumer-relevant information about wood products: system solution and its economic feasibility. *Journal of Cleaner Production*, 110, pp.132–148.
- Badia-Melis, R., Mishra, P. & Ruiz-García, L. (2015). Food traceability: New trends and recent advances. A review. *Food Control*, 57, pp.393–401.
- Barker, M. & Rawtani, J., (2005). Practical batch process management, Amsterdam; Boston: Elsevier/Newnes.
- Beauchamp, M., (2009). Trends in labelling. *Pharmaceutical Technology Europe*, 21(11), pp.38–40.
- Bendavid, Y., Boeck, H. & Philippe, R., (2012). RFID-Enabled Traceability System for Consignment and High Value Products: A Case Study in the Healthcare Sector. *Journal of Medical Systems*, 36(6), pp.3473–3489.
- Boorman, D. (2001). Today's electronic checklists reduce likelihood of crew errors and help prevent mishaps. *ICAO Journal*. 56, pp.17-36.
- Bray, A. (2013). Tracking physical assets: Barcodes vs. RFID. *American Bankers Association.ABA Banking Journal*, 105(2), p.11
- Bryman, A. (2011). Samhällsvetenskapliga metoder. 2. uppl., Malmö: Liber.
- Bryman, A. (1997). Kvantitet och kvalitet i samhällsvetenskaplig forskning. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Busha, C. & Harter, S. (1980). Research methods in librarianship: techniques and interpretation. 1. uppl., New York: Academic P.
- Camdereli, A.Z. & Swaminathan, J.M. (2010). Misplaced Inventory and Radio-Frequency Identification (RFID) Technology: Information and Coordination. *Production and Operations Management*, 19(1), pp.1–18.

- Chapman, R., Soosay, C. & Kandampully, J. (2002). Innovation in logistic services and the new business model: A conceptual framework. *Managing Service Quality: An International Journal*, 12(6), pp.358-371.
- Chen et al. (2003). A case study in the design of BTO/CTO shop floor control system. *Information & Management*, 41(1), pp.25–37.
- Chen, W.-Y. (2008). Multiple-watermarking scheme of the European Article Number Barcode using similar code division multiple access technique. *Applied Mathematics and Computation*, 197(1), pp.243–261.
- Cronin, R. (2008). RFID versus Barcode. *Pharmaceutical Technology*, 32(11), pp.177-178.
- Damelio, R. (2011). *The Basics of Process Mapping*. [Electronic] 2. uppl., New York: CRC/Productivity Press.
- Ejvegård, R. (2009). *Vetenskaplig metod*. 4. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Fink, A. (2010). *Conducting research literature reviews*. 3. uppl., Thousand Oaks: SAGE Publications. pp. 114-120.
- Forss, K. (2007). *Utvärdering som hantverk*. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur
- Fröschle et al. (2009). Investigation of the potential use of e-tracking and tracing of poultry using linear and 2D barcodes. *Computers and Electronics in Agriculture*, 66(2), pp.126–132.
- Furness, A. (2000). Machine-readable data carriers - a brief introduction to automatic identification and data capture. *Assembly Automation*, 20(1), pp.28–34.
- Gawdzińska, K. (2011). Application of the Pareto chart and Ishikawa diagram for the identification of major defects in metal composite castings. *Archives of Foundry Engineering*, 11(2), pp.23–28.
- Graham, B.B. (2004). *Detail process charting speaking the language of process*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. pp.31-163
- Grennes, T. (2005). *Hur kan du veta om något är sant?*. 1. uppl., Malmö: Liber.
- Hakimpour, F.Z. & Zardiny, A.Z. (2014). Location based service in indoor environment using Quick Response Code Technology. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 40(2), pp.137–140.
- Hayat, K (2012). Linking barcode technology to quality control: scanning the way to productivity. Case Study. *Quality*, 51(7), pp.57–59.
- Hodgson, S., Nabhani, F. & Zarei, S. (2010). AIDC feasibility within a manufacturing SME. *Assembly Automation*, 30(2), pp.109–116.

- Hozak, K. & Collier, D.A. (2008). RFID as an Enabler of Improved Manufacturing Performance*. *Decision Sciences*, 39(4), pp.859–881.
- Hozak, K. & Hill, J.A. (2010). The material handling trade-off when lot splitting with RFID in a job shop. *International Journal of Production Research*, 48(9), pp.2723–2743.
- Hörte, S.Å. (2010). Att ge struktur åt rapporter och uppsatser. Halmstad: Högskolan i Halmstad.
- Jacka, J.M. & Keller, P.J. (2009). Business process mapping improving customer satisfaction. 2. uppl., Hoboken, NJ: Wiley.
- Jacobsen, D.I. (2017). Hur genomför man undersökningar?. 2. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Jensen, T. & Sandström, J. (2016). Fallstudier. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Johansson, L.G. (2011). Introduktion till vetenskapsteori. 3. uppl., Stockholm: Thales.
- Johnston, R.B. & Yap, A.K.C. (1998). Two-Dimensional Bar Code as a Medium for Electronic Data Interchange. *International Journal of Electronic Commerce*, 3(1), pp.86–100.
- Jones, E.C. & Chung, C.A. (2011). *RFID and Auto-ID in Planning and Logistics A Practical Guide for Military UID Applications*, Hoboken: Taylor and Francis.
- Justesen, L. & Mik-Meyer, N. (2011). Kvalitativa metoder. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Kang, Y. & Gershwin, S.B. (2005). Information inaccuracy in inventory systems: stock loss and stockout. *IIE Transactions*, 37(9), pp.843–859.
- Kelepouris, T., Pramataris, K. & Doukidis, G. (2007). RFID-enabled traceability in the food supply chain. *Industrial Management & Data Systems*, 107(2), pp.183–200.
- Kinsella, B. (2005). Delivering the goods. *Industrial Engineer*, 37(3), pp.24–30.
- Kjær Jensen, M. (1995). Kvalitativa metoder. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Kovács, G. & Spens, K.M. (2005). Abductive reasoning in logistics research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(2), pp.132–144.
- Kumar, S. & Phrommathed, P. (2006), "Improving a manufacturing process by mapping and simulation of critical operations", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), pp.104-132.
- Kärkkäinen, M. & Holmström, J. (2002). Wireless product identification: enabler for handling efficiency, customisation and information sharing. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(4), pp.242–252.
- Lee, Y.M., Cheng, F., & Leung, Y.T. (2005). A quantitative view on how RFID will improve a supply chain. *Technical Report, IBM Research Report*.

Lee et al. (2017). Design and application of Internet of things-based warehouse management system for smart logistics. *International Journal of Production Research*, pp.1–16.

Lee, H. & Ozer, O. (2007). Unlocking the value of RFID. *Production and Operations Management*, 16(1), January-February 2007, pp.40–64.

Lemler, K.J.J. & Semke, W.H.H. (2015). The Reduction of Modal Sensor Channels through a Pareto Chart Methodology. *Journal of Sensors*, New york, pp.1-10.

Li, H., Sun, S. & Zhang, Y. (2012). Using auto-ID technologies to implement real-time manufacturing resources tracking and tracing. *Applied Mechanics and Materials*, 121-126(2), pp.1574–1578.

Li et al. (2016). An aesthetic QR code solution based on error correction mechanism. *The Journal of Systems & Software*, 116, June 2016, pp.85–94.

Lindstedt, I. (2017). *Forskningsens hantverk*. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur.

Liukkonen, M. & Tsai, T. (2016). "Toward decentralized intelligence in manufacturing: recent trends in automatic identification of things", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 87(9), pp. 2509-2531.

Lorenzi et al. (2014). Enhancing the government service experience through QR codes on mobile platforms. *Government Information Quarterly*, 31(1), pp.6–16.

Manthou, V. & Vlachopoulou, M. (2001). Bar-code technology for inventory and marketing management systems: A model for its development and implementation. *International Journal of Production Economics*, 71(1), pp.157–164.

McFarlane, D. & Sheffi, Y. (2003). The impact of automatic identification on supply chain operations. *The International Journal of Logistics Management*, 14(1), pp.1–17.

Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science & Technology*, 9(5), pp.211–214.

Musa, A., Gunasekaran, A. & Yusuf, Y. (2014). Supply chain product visibility: Methods, systems and impacts. *Expert Systems With Applications*, 41(1), pp.176–194.

Murphy, G., Clark, J.A. & Pilkerton, S. (2012). "Current and Potential Tagging and Tracking Systems for Logs Harvested from Pacific Northwest Forests", *Western Journal of Applied Forestry*, 27(2), pp.84.

Ngai et al. (2008). RFID research: An academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics*, 112(2), pp.510–520.

Niglas, K., (2007). Media Review: Microsoft Office Excel Spreadsheet Software. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(3), pp.297–299.

Olsen, P. & Borit, M. (2012). How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology*, 29(2), pp.142–150.

- Parreño-Marchante et al. (2014). Advanced traceability system in aquaculture supply chain. *Journal of Food Engineering*, 122, pp.99–109.
- Patel, R. & Davidson, B. (2011). *Forskningsmetodikens grunder*. 1. uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Pawar, K.S. & Driva, H. (2000). “Electronic trading in the supply chain: a holistic implementation framework”, *Logistics Information Management*, 13(1), pp.21-32.
- Plex, 2016. 3 Inventory Control Problems That May be Caused by Your Legacy ERP. *Industry Week*, Dec 19, 2016.
- Qian et al. (2012). A traceability system incorporating 2D barcode and RFID technology for wheat flour mills. *Computers and Electronics in Agriculture*, 89, pp.76–85.
- Qu et al. (2012). A case of implementing RFID-based real-time shop-floor material management for household electrical appliance manufacturers. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(6), pp.2343–2356.
- Raman, A. (2000). Retail-data quality: evidence, causes, costs, and fixes. *Technology in Society*, (22), pp.97–109.
- Rao, B.P. (2000). Improving retail effectiveness through technology: a survey of analytical tools for physical and on-line retailers. *Technology in Society*, 22(1), pp.111–122.
- Regattieri, A., Gamberi, M. & Manzini, R. (2007). Traceability of food products: General framework and experimental evidence. *Journal of Food Engineering*, 81(2), pp.347–356.
- Richards, G. (2014). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. London: Kogan Page
- Ringsberg, H.A. (2015a). Implementation of global traceability standards: incentives and opportunities. *British Food Journal*, 117(7), pp.1826–1842.
- Ringsberg, H.A. (2015b). Bar Coding for Product Traceability. *Reference Module in Food Sciences*. Elsevier, pp.1-7.
- Ringsberg, H.A. & Mirzabeiki, V. (2014). Effects on logistic operations from RFID- and EPCIS-enabled traceability. *British Food Journal*, 116(1), pp.104–124.
- Ringsberg, H. & Zettergren, G. (2013). Challenges in utilising rfid in international fresh food supply chains. *The 25th Logistics Research Network (NOFOMA), Conference proceedings*, Gothenburg, Sweden, pp.1-16.
- Samaranayake et al. (2014). Implementing a bar-code assisted medication administration system: Effects on the dispensing process and user perceptions. *International Journal of Medical Informatics*, *International Journal of Medical Informatics*, 83(6), June 2014, pp.450-458.

- Sarac, A., Absi, N. & Dauzère-Pérès, S. (2010). A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. *International Journal of Production Economics* 128(1), pp.77–95.
- Schmidt, M., Thoroé, L. & Schumann, M. (2013). RFID and Barcode in Manufacturing Logistics: Interface Concept for Concurrent Operation. *Information Systems Management*, 30(2), pp.100–115.
- Shideler, D. (1988). Bar Code/RF System Improves Inventory. *Production and Inventory Management Journal*, 8(10), p.21.
- Shin, S. & Eksioğlu, B. (2014). Effects Of RFID Technology On Efficiency And Profitability In Retail Supply Chains. *Journal of Applied Business Research*, 30(3), pp.633-646.
- Shukran, M., Ishak, M. & Abdullah, M. (2017). Enhancing Chemical Inventory Management in Laboratory through a Mobile-Based QR Code Tag. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226(1), pp.1-7
- Skilton, P.F. & Robinson, J.L. (2009). Traceability and Normal Accident Theory: How Does Supply Network Complexity Influence the Traceability of Adverse Events? *Journal of Supply Chain Management*, 45(3), pp.40–53.
- Smith, A.D.D. & Offodile, F. (2002). Information management of automatic data capture: An overview of technical developments. *Information Management and Computer Security*, 10(2-3), pp.109–118.
- Soon, C.-B. & Gutiérrez, J. (2008). Effects of the RFID Mandate on Supply Chain Management. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 3(1), pp.81–91.
- Storøy, J., Thakur, M. & Olsen, P. (2013). The TraceFood Framework – Principles and guidelines for implementing traceability in food value chains. *Journal of Food Engineering*, 115(1), pp.41–48.
- Tarjan et al. (2014). A readability analysis for QR code application in a traceability system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 109, pp.1–11.
- van Dorp, K.-J. (2002). Tracking and tracing: a structure for development and contemporary practices. *Logistics Information Management*, 15(1), pp.24–33.
- Wang et al. (2011). Improving inventory effectiveness in RFID-enabled global supply chain with Grey forecasting model. *Journal of Strategic Information Systems*, 20(3), pp.307–322.
- Wang, Q., McIntosh, R. & Brain, M. (2010). A new-generation automated warehousing capability. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23(6), pp.565–573.
- Wang, X. & Disney, S. (2016). The bullwhip effect: Progress, trends and directions. *European Journal of Operational Research*, 250(3), pp.691–701.
- Williamson, K. (2002). Research methods for students, academics and professionals :

information management and systems. 2.uppl., Wagga Wagga: Centre for Information Studies.

Wong et al. (2002). The intelligent product driven supply chain. *Systems, Man and Cybernetics*, 2002 *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 1(4), pp.1-6.

Wong et al. (2003). A QoS-aware dynamic transfer order optimisation methodology for automated material-handling systems. *International Conference on Control and Automation*, pp.228–232.

Xiao et al. (2017). SMS-CQ: A Quality and Safety Traceability System for Aquatic Products in Cold-Chain Integrated WSN and QR Code. *Journal of Food Process Engineering*, 40(1), pp.1-11.

Yao, A. & Carlson, J. (1999). The impact of real-time data communication on inventory management. *International Journal of Production Economics*, 59(1), pp.213–219.

Yin, R. (1981). The Case Study Crisis: Some Answers. *Administrative Science Quarterly*, 26(1), p.58.

Yin, R.K. (2013). Validity and generalization in future case study evaluations. *Evaluation*, 19(3), pp.321–332.

Yin et al. (2007). Adding new dimensions to case study evaluations: The case of evaluating comprehensive reforms. *New Directions for Evaluation*, 2007(113), pp.75–93.

Youssef, S. & Salem, R. (2007). Automated barcode recognition for smart identification and inspection automation. *Expert Systems With Applications*, 33(4), pp.968–977.



HÖGSKOLAN I BORÅS

Besöksadress: Allégatan 1 · Postadress: 501 90 Borås · Tfn: 033-435 40 00 · E-post: registrator@hb.se · Webb: www.hb.se