

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačních technologií



Diplomová práce

**RFID technologie a její použití ve zvoleném
podniku**

Bc. et Bc. Natálie Brožová

© 2016 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Natálie Brožová

Evropská agrární diplomacie

Název práce

RFID technologie a její použití ve zvoleném podniku

Název anglicky

RFID Technology and its Use in Selected Enterprise

Cíle práce

Prvním cílem diplomové práce je zpracování literární rešerše zahrnující informace o identifikačních technologiích. V této rešerši bude vysvětleny pojmy: čárový kód, RFID (radiofrekvenční identifikace dat) a s nimi související HW technologie a teoretické pojmy.

Druhým cílem je zpracování případové studie o zavedení RFID technologie pro identifikaci zboží na skladě a v prodejně. Případová studie bude zahrnovat popis výchozího stavu (tj. stav před zavedením RFID) a dále popis stavu cílového (tzn. stav po zavedení RFID). V rámci případové studie bude uveden výčet klíčových přínosů zavedení RFID.

Metodika

Při zpracování literární rešerše bude využito metody studia literárních pramenů. S ohledem na zkoumanou problematiku bude využito jak odborných publikací, tak i elektronických zdrojů. Literární rešerše bude teoretickým východiskem, na základě kterého bude zpracovaná samotná případová studie.

Popis výchozího a cílového stavu podniku zpracuje autorka na základě vlastní empirické zkušenosti / praxe ve zvoleném podniku. Přínosy RFID technologie pro zvolený podnik budou získány logickou dedukcí a případně rozhovory s ostatními uživateli ve firmě.

Doporučený rozsah práce

50 – 70 stran

Klíčová slova

RFID technologie, tag, čárové kódy, RFID čtečka, automatická identifikace, AutoID, Real Time Identification, NFC

Doporučené zdroje informací

EVDOKIMOV, Sergei. RFID and the Internet of things: technology, applications and security challenges. Hanover, Mass: now Publishers, 2011. ISBN 978-160-1984-449

RIDA, Amin, Li YANG a Manos M TENTZERIS. RFID-enabled sensor design and applications. Boston: Artech House, c2010, 210 p. Artech House integrated microsystems series. ISBN 978-160-7839-811

Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Tomáš Rain, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 28. 10. 2015

Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 11. 11. 2015

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 27. 02. 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "RFID technologie a její použití ve zvoleném podniku" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14. března 2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce Ing. Tomáši Rainovi, Ph.D., za jeho konstruktivní připomínky a pomoc při psaní této diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu, kterou mi poskytovala po celou dobu mých studií.

RFID technologie a její použití ve zvoleném podniku

RFID Technology and its Use in Selected Enterprise

Souhrn

Tato diplomová práce se věnuje tématu RFID, tedy radiofrekvenční identifikaci objektů. Teoretická část práce je zaměřena na definici a historii RFID systémů, hlavní komponenty této technologie, regulaci a standardy v používání RFID, jednotlivé kategorie RFID a jeho implementování do podnikových procesů. V závěru teoretické části jsou dále popsány náklady na RFID, možné přínosy plynoucí z jeho zavedení a příklady oblastí, ve kterých je RFID technologie aplikována. Praktická část práce se zabývá implementací RFID v konkrétním podniku a popisuje výchozí a cílový stav podniku před a po této implementaci. Dále jsou v praktické části shrnuty výsledky rozhovorů se zaměstnanci podniku a uveden výčet klíčových přínosů, které RFID přineslo. V závěru praktické části jsou autorkou práce navržena možná vylepšení stávajícího používání RFID systému.

Summary

This thesis focuses on the topic of RFID - radio frequency identification of objects. The theoretical part is focused on the definition and history of RFID systems, the main components of this technology, regulation and standards in the use of RFID, categories of RFID and its implementing into business processes. The theoretical part also describes the costs of RFID, potential benefits arising from its implementation and examples of areas in which RFID technology is applied. The practical part deals with the implementation of RFID in a particular company and describes situation of the company before and after the RFID implementation. Furthermore, practical part summarizes the results of interviews with employees of the company and a listing of key benefits that RFID has brought. At the end of the practical part the author proposes some improvements to the existing use of RFID system.

Klíčová slova: RFID technologie, tag, čárové kódy, RFID čtečka, automatická identifikace, AutoID, Real Time Identification, NFC

Keywords: RFID technology, tag, bar codes, RFID reader, automatic identification, AutoID, Real Time Identification, NFC

Obsah

1	ÚVOD.....	6
2	CÍL PRÁCE.....	8
3	METODIKA PRÁCE	8
4	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	9
4.1	Definice RFID	9
4.2	Historie RFID	10
4.2.1	Čárové kódy.....	10
4.2.2	Rozvoj RFID.....	11
4.3	Komponenty RFID.....	13
4.3.1	RFID tag	13
4.3.2	Dělení tagů podle typu paměti	15
4.3.2.1	RO tag	15
4.3.2.2	WORM tag	15
4.3.2.3	RW tag	15
4.3.3	Dělení tagů podle zdroje energie	15
4.3.3.1	Tag pasivní	15
4.3.3.2	Tag aktivní	16
4.3.3.3	Tag semipasivní	17
4.3.3.4	Tag semiaktivní	17
4.3.4	Čtecí a komunikační zařízení.....	18
4.3.5	Kontrolní mechanismus a middleware.....	18
4.4	Kategorie RFID systému.....	20
4.4.1	EAS.....	20
4.4.2	Portable Data Capture Systems.....	21
4.4.3	Networked Systems	22
4.4.4	Positioning Systems	22
4.5	RFID vs. NFC	23
4.6	Hrozby a bezpečnost RFID.....	24
4.6.1	Sniffing, Tracking a Spoofing	24
4.6.2	Reply Attack, Malware a Rogue Reader.....	25
4.7	Regulace RFID	25
4.7.1	Regulace frekvence.....	26
4.7.2	Regulační regiony a jejich orgány	27
4.7.3	Výhody regulace	27
4.8	Standardy RFID	28

4.9	Implementace RFID do podnikových procesů	29
4.10	Benefity RFID systému	31
4.10.1	Efektivnost	31
4.10.2	Přesnost	32
4.10.3	Viditelnost a zabezpečení	32
4.10.4	Celkový přínos	33
4.11	Náklady na RFID	33
4.12	Příklady využití RFID technologie	35
4.12.1	Mobilní telefony	35
4.12.2	Automobilový průmysl	35
4.12.3	Systémy identifikace osob	35
4.12.4	Zdravotnictví	36
4.12.5	Vězeňství	36
4.12.6	Potravinářství	36
4.13	Green RFID	37
4.13.1	Příklady "zelených" RFID projektů	38
5	PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE	39
5.1	Výchozí stav	39
5.2	Cílový stav	41
5.3	Hlavní oblasti aplikace RFID	44
5.3.1	Balení a dodání zboží	44
5.3.2	Doplňování zboží	45
5.3.3	Služby zákazníkům	46
5.3.4	Inventura	47
5.3.5	Bezpečnost	47
5.4	Klíčové přínosy zavedení RFID	48
5.4.1	Logistika a řízení objednávek	48
5.4.2	Pro zaměstnance	49
5.4.3	Pro zákazníky	52
5.4.3.1	Zájem zákazníků o RFID	53
5.5	Riziko nesprávného zacházení a nevýhody RFID	54
5.6	Výsledky rozhovorů se zaměstnanci	57
5.7	Návrh možných vylepšení zavedeného RFID systému	59
5.8	Diskuze	62
6	ZÁVĚR	65

7	SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ.....	67
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	68
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	74
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	76
11	PŘÍLOHY.....	77
11.1	Příloha 1: Struktura rozhovoru	77
11.2	Příloha 2: Rozhovor se zaměstnancem č. 1.....	78
11.3	Příloha 3: Rozhovor se zaměstnancem č. 2.....	79
11.4	Příloha 4: Rozhovor se zaměstnancem č. 3.....	80

1 Úvod

RFID technologie čili radiofrekvenční identifikace dat patří k nejvíce se vyvíjejícím technologiím současnosti. Tento technologický proces využívá k identifikování objektů a přenosu jejich unikátních dat radiofrekvenčních vln. RFID systémy jsou používány v mnoha odvětvích, mezi které patří například potravinářství, zdravotnictví, zemědělství nebo automobilový průmysl.

Hlavním cílem RFID technologie je umožnit rychlé a přesné zpracování dat a následné poskytování těchto informací. Systémy RFID jsou po implementaci do podniku součástí výrobních, obchodních, skladových a logistických procesů. Technologii RFID lze označit za nástupce čárových kódů, které by však tento systém neměl nahradit, nýbrž by se obě technologie v identifikování objektů měly doplňovat.

Základním funkčním principem systémů RFID je bezdrátový přenos dat z nosičů. Tyto nosiče dat jsou připevněny k objektům, které jsou sledovány a jsou tedy označeny tzv. tagem. Tag obsahující anténu a paměť v sobě uchovává jedinečnou informaci o produktu, která je na základě vln vyzařujících z čtecího zařízení přenesena z čipu zpět do tohoto čtecího zařízení. Data jsou dále zpracována řídicím systémem a přenesena do systému informačního. Vzdálenost pro načítání signálů z tagů se liší podle použitých typů tagů a čtecích zařízení. Při využití nákladnějších aktivních tagů, které jsou vybaveny vlastní baterií, lze data načítat až ze vzdálenosti 100 metrů. Běžněji jsou používány tagy pasivní, které je možné načítat ze vzdálenosti přibližně do deseti metrů.

Pro správné fungování a vyhnutí se kolizím například s mobilními operátory či televizním vysíláním jsou systémům RFID vyhrazena v jednotlivých státech konkrétní frekvenční pásma, ve kterých mohou RFID zařízení komunikovat. Dalším omezením v oblasti RFID systémů je určení maximálního povoleného vyzařujícího výkonu. Hlavním kontrolním orgánem pro RFID v České republice je Český telekomunikační úřad.

Hlavními výhodami RFID systémů je zvýšení efektivnosti a přesnosti podnikových procesů a poskytování informací o aktuální poloze objektu, tedy zvýšení jeho viditelnosti v rámci například odběratelsko-dodavatelských procesů a poskytnutí informací o monitorovaných objektech v reálném čase. Dalším přínosem RFID technologie je možnost načítat elektronické informace z tagů hromadně, na větší vzdálenost a to i při absenci přímé viditelnosti tagu. Některé typy tagů je navíc možné opakovaně

přepisovat a tímto způsobem recyklovat pro několikanásobné použití v podniku. Oproti čárovým kódům pak RFID tagy vykazují také vyšší odolnost vůči okolním podmínkám (např. teplotě nebo vlhkosti).

Technologii RFID lze obecně označit za příležitost pro podnikatele především v oblasti automatizace procesů, zvyšování efektivity a evidenci pohybu objektů. Mezi světové firmy, které úspěšně používají RFID systémy, lze zařadit Wal-Mart, IBM, Volkswagen, Intel, Prada či Marks&Spencer. Z českých firem, které také využívají RFID technologii, lze jmenovat například pekárenskou společnost Penam nebo ČEZ.

V současné době je RFID běžnou součástí každodenního života a tato technologie je používána v mobilních telefonech, biometrických dokladech, Ski Pasech, zabezpečení automobilů, dále také při prodeji oděvů, výběru mýtného, měření sportovních výkonů a v mnoha dalších činnostech. V budoucím vývoji RFID lze očekávat ještě hlubší pronikání této technologie do běžného života a rozšiřování RFID systémů do dalších oblastí podnikání.

2 Cíl práce

Prvním cílem diplomové práce je zpracování literární rešerše zahrnující informace o identifikačních technologiích. V této rešerši budou vysvětleny pojmy: čárový kód, RFID (radiofrekvenční identifikace dat) a s nimi související HW technologie a teoretické pojmy.

Druhým cílem je zpracování případové studie o zavedení RFID technologie pro identifikaci zboží na skladě a v prodejně. Případová studie bude zahrnovat popis výchozího stavu (tj. stav před zavedením RFID) a dále popis stavu cílového (tzn. stav po zavedení RFID). V rámci případové studie bude uveden výčet klíčových přínosů zavedení RFID.

3 Metodika práce

Při zpracování literární rešerše bude využito metody studia literárních pramenů. S ohledem na zkoumanou problematiku bude využito jak odborných publikací, tak i elektronických zdrojů. Literární rešerše bude teoretickým východiskem, na základě kterého bude zpracovaná samotná případová studie. Popis výchozího a cílového stavu podniku zpracuje autorka na základě vlastní empirické zkušenosti / praxe ve zvoleném podniku. Přínosy RFID technologie pro zvolený podnik budou získány logickou dedukcí a na základě rozhovorů s ostatními uživateli ve firmě.

4 Teoretická východiska

4.1 Definice RFID

Písmena RFID (Radio Frequency Identification) označují technologii, která využívá radiové vlny k identifikaci objektů. Jedná se tedy o radiofrekvenční technologii pro automatické identifikování mající potenciál nahradit v blízké budoucnosti čárové kódy. V současnosti je tato technologie rozptýlena do mnoha průmyslových odvětví a aplikací jakými jsou například řízení dodavatelských řetězců, výroba, logistika, lékařství, knihovnictví, doprava a s ní spojené cestovní pasy. Dále lze technologii najít také při používání tzv. chytrých telefonů či každodenním prováděním plateb. RFID technologie tedy umožňují propojení objektů z reálného světa se světem kybernetickým, a zprostředkovávají tak vzdálenou a výhodnou interakci mezi těmito objekty a lidmi. Z tohoto pohledu RFID technologie způsobují převrat nejen v informačních technologiích, ale také zvyšují produktivitu práce a významně ovlivňují život lidí. S RFID technologiemi může být zacházeno jak na fyzické úrovni, tak na tzv. *network level*. V prvním případě se jedná především o identifikaci fyzických objektů pomocí RFID zařízení, zatímco *network level* zastupuje sdílení získaných informací mezi sítí propojenými stranami (Li, Deng a Bertino, 2014, s. 1).

Karmakar a kol. (2013, s. 1) definují RFID jako nově vznikající bezdrátovou technologii pro automatickou identifikaci, řízení přístupu, sledování majetku, bezpečnost a ostrahu, správu databází nebo řízení zásob a logistiky. Dobkin (2012, s. 2) dodává, že se nejedná o jednu technologii, nýbrž o soubor více identifikačních technologií. Ty se liší podle charakteristik radiových vln s různou frekvencí a dále podle rozdílných přístupů při provozování senzorů identifikujících individuální objekty. Chilamkurti, Zeadally a Chaouchi (2013, s. 173) popisují RFID jako technologie, které identifikují objekty, sledují jejich polohu a tyto informace poskytují specifickým aplikacím na tzv. internetu věcí¹. Souhrnně tyto technologie odpovídají na základní otázky „co, jak a kde“.

¹ Internet věcí (Internet of Things), který je také znám pod zkratkou IoT, je pojem často spojovaný s RFID technologiemi, QR kódy a dalšími bezdrátovými technologiemi. IoT je vizí, kdy se fyzické předměty každodenní potřeby budou schopny připojit k internetu a komunikovat s dalšími zařízeními. Objekty samotné v tomto konceptu tedy přesahují svou existenci a propojují se s databázemi a okolními předměty. Oproti internetu, kde jsou data tvořena lidmi, získává IoT data od věcí. Díky IoT se fyzický svět může stát jedním velkým informačním systémem snižujícím množství odpadu a minimalizujícím ztráty (Janssen, 2015).

4.2 Historie RFID

Přestože mnoho lidí věří, že RFID je novou technologií, má rozsáhlou historii. K porozumění jejího významu a vzniku je nutné zhodnotit i vývoj, který této technologii předcházel. Pro správné spravování a řízení RFID je tedy dobré porozumět celkové historii tohoto bezdrátového systému a jednotlivým přístupům technologie, protože s jejím vývojem bylo zjištěno, že některé postupy jsou vhodnější například pro řízení dodávek jiné pak například pro sledování zvíře apod. (Jones a Chung, 2008, s. 3)

4.2.1 Čárové kódy

Pasivní RFID technologie jsou často přirovnávány k čárovým kódům. Čárový kód je nejběžněji používaným typem technologie při automatickém sběru dat (Automatic Data Capture, tzv. ADC technologie). Alternativní ADC technologií jsou právě RFID systémy (Jones a Chung, 2008, s. 4) V roce 1932 Wallace Flint z rodiny velkoobchodníků s potravinami navrhl systém pro usnadnění přesunu zásob k zákazníkům. Systém využíval děrovaných karet a klouzavých regálů a dále vyžadoval zavedení určitého systému čárových kódů. Flint dále na základě svých dřívějších zkušeností podporoval zavedení standardizovaných čárových kódů (Palmer, 1991, s. 11).

To v dalším vývoji vedlo k jednotným kódům produktů, tzv. *Uniform Product Code* (UPC). Ve čtyřicátých až šedesátých letech 20. století bylo vyvinuto několik formátů kódů, včetně *bull's-eye* kódu, číselných a několika čárových kódů. Moderní čárový kód vznikl v roce 1949, kdy Norman Woodland a Bernard Silver začali informace o produktu zachycovat přímo u pokladny. Nápad začal s Morseovým kódem pomlček a teček, které byly napsány vedle sebe. Jejich protažením dolů poté vznikly tenké a tlusté čáry, ze kterých se skládá dvojdimensionální kód. Kód byl Woodlandem a Silverem patentován o tři roky později, avšak v cirkulárním tvaru. Čárové kódy nebyly zpočátku tak úspěšné, neboť průmysl nepřijal tento typ automatické identifikace okamžitě. Problémy s přesným skenováním kódů se objevovaly například při pohybu nákladových vozů obsahujících kódy. Naopak nejrozšířenější využití kódů je možné sledovat v potravinářském průmyslu. Další rozvoj byl podmíněn vysokými investicemi do čtecích technologií, které však z dlouhodobějšího hlediska znamenaly pro podnikatelské subjekty vysoké úspory. Podle výzkumu z roku 1999 ušetřily potravinářským podnikům universální kódy 17 miliard amerických dolarů (Jones a Chung, 2008, s. 4 - 6). První plně využitelný

scanner byl však představen až v roce 1974, kdy bylo poprvé naskenováno balení žvýkaček v *Marsh Supermarket* v Ohiu (Groucutt, Leadley, Forsyth, 2004, s. 413).

4.2.2 Rozvoj RFID

Kořeny RFID technologií mohou být sledovány v období druhé světové války. V tomto období byly používány radary k vytváření varovných oznámení před blížícími se letadly, avšak nebylo možné díky nim rozeznávat, zda se jedná o letadla vlastní či nepřátelská. S dalším rozvojem byl díky umístění vysílačů na každém letadle vyvinut *Identify Friend or Foe System* (IFF), který již dokázal identifikovat povahu letadla díky signálům přenášeným z jeho paluby. Počátky výzkumů RFID technologií se datují do roku 1948. Harry Stockman uvedl, že je nutno provést dlouhý výzkum a rozvoj než budou odstraněny základní problémy a bude vyvinut užitečný systém. Jeho vize rozvoje však byla zastavena rozvojem tranzistorů či mikroprocesorů. V padesátých letech 20. století pokračovaly laboratorní experimenty. V letech šedesátých byly prováděny další pokusy a až v sedmdesátých letech 20. století byl zaznamenán větší rozvoj RFID technologií (Rida, Yang a Tentzeris, 2010, s. 20 - 21).

Po roce 1970 byl zaznamenán obrovský nárůst RFID. Firmy, akademické instituce i vládní laboratoře se začaly stále více zapojovat do výzkumů a bylo dosaženo významných pokroků ve výzkumu. V roce 1975 vědecká laboratoř Los Alamos zveřejnila práci s názvem *Short-Range Radio-telemetry for Electronic Identification Using Modulated Backscatter* od Alfreda Koelleho, Stevena Deppa a Roberta Freymana. V roce 1978 byl dokončen pasivní transpondér na principu mikrovln. Na sklonku sedmdesátých let se o RFID zajímaly jak velké, tak i menší podniky a začaly výzkumy informačních technologií zásadních pro další rozvoj RFID včetně zrodu počítače a předchůdce internetu, tzv. ARPANET (Hunt, Puglia a Puglia, 2007, s. 27).

Osmdesátá a devadesátá léta proběhla ve znamení komercializace a mainstreamu RFID. Technologie se začala využívat v USA v dopravě nebo osobním přístupu v podobě *Smart ID Cards*, v Evropě bylo RFID atraktivní především pro průmyslové a businessové systémy, kde bylo využíváno ke sledování zvířat na krátké vzdálenosti nebo řízení skladu. První komerční užití našlo RFID v Norsku v roce 1987, kde bylo využito pro výběr mýtného. Po roce 1990 společnost IBM patentovala RFID na ultra vysoké frekvenci (UHF) a začala spolupracovat na výzkumu se společností Wal-Mart.

UHF nabízí větší rozsah i rychlost při čtení a transferu dat při porovnání s vysokofrekvenčními aplikacemi. Na základě těchto úspěchů byl v Oklahomě roku 1991 spuštěn první dálniční elektronický systém pro výběr mýtného. Po pilotních studiích společnosti IBM UHF RFID posílil a v roce 1999 bylo založeno Auto-ID Center na Massachusettském technologickém institutu. Jejich studie byly zaměřeny na uvedení sériového čísla na štítku a používání mikročipů a antén pro identifikaci objektů. *Tag tracking* neboli sledování objektů zlepšilo komunikaci mezi výrobcí a odběrateli, kteří nyní mohli sledovat, zda je jejich zboží již odesláno nebo stále na skladě. Auto-ID Center dále iniciovalo vznik dvou tříd (0 a 1) u protokolů a EPC schéma (Rida, Yang a Tentzeris, 2010, s. 22 - 23).

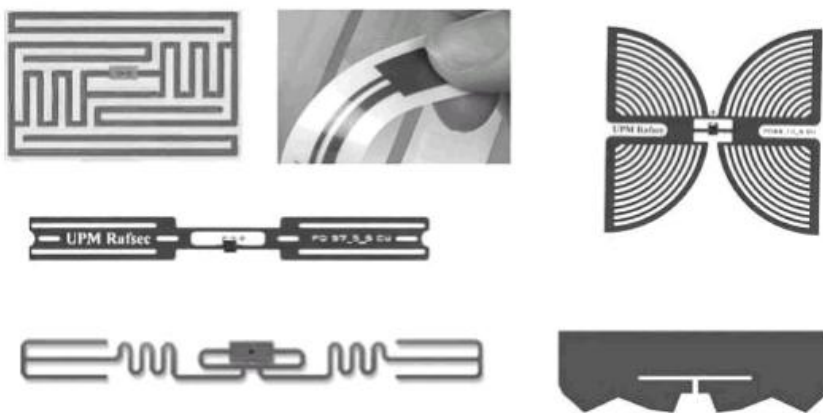
EPC neboli *Electronic Product Code* je kód, který podléhá mezinárodním pravidlům, na základě kterých je možné ho rozpoznat po celém světě. Skládá se z hlavičky identifikující typ kódu, dále identifikace výrobce, výrobkové řady a sériového čísla produktu. Toto sériové číslo umožňuje sledování konkrétního výrobku a nejen celé řady jako u čárového kódu. Toto je velkým přínosem celé RFID technologie (Štědroň, Budiš a Štědroň jr., 2009, s. 47)

4.3 Komponenty RFID

Technologie RFID je složena ze tří hlavních součástí. Jedná se o tag resp. transpondér, čtecí a komunikační zařízení, a kontrolní mechanismus (Mulačová a Mulač, 2013, s. 365 -366). Burian (2014, s. 243) uvádí jako základní součásti RFID jen dva prvky, a to RFID tag a RFID čtečku. Zahraniční autoři jako například Rida, Yang a Tentzeris (2010, s. 27) kromě RFID tagů a čteček pojmenovávají poslední prvek anglickým *Middleware*.

4.3.1 RFID tag

RFID tagy mohou být různých tvarů a rozměrů s odlišnými schopnostmi, ale vždy obsahují následující nezbytné komponenty: anténu, integrovaný obvod a substrát. Aktivní tagy (viz podkapitola Tag aktivní) obsahují více než tyto tři základní prvky. Anténu v RFID tagu je velmi snadné rozpoznat, její velikost určuje i velikost samotného tagu, neboť se jedná o největší komponent v tagu. Anténa je zodpovědná za vysílání a příjem radiofrekvenčních vln a umožňuje tedy celkovou komunikaci (Rida, Yang a Tentzeris, 2010, s. 28). Různé ukázky antén RFID tagů jsou zobrazeny na následujícím obrázku.



Obrázek 1: Ukázky antén RFID tagů (Roussos, 2008)

Integrovaný obvod (IC) neboli *Integrated Circuit* je soubor součástek, které v podstatě tvoří mozek tagu. IC v RFID tagu je podobný těm, které se nachází v mobilních telefonech či osobních počítačích, avšak není příliš sofistikovaný. V RFID tagu plní IC jediný účel a to předávat jedinečnou informaci o identifikaci v tagu. Pokud tag nese nějakou další informaci, je IC odpovědný za její přenos společně s jedinečným identifikátorem v tagu. IC dále zajišťuje implementaci správného algoritmu při přenosu informací, díky kterému tag vysílá signál ve správnou dobu nebo v náhodných intervalech

(Banks, 2007, s. 62). Substrát je společnou platformou, na které jsou umístěny všechny nezbytné obvody včetně antény a IC. Tento podklad by měl být tenký, pružný a odolný vůči přírodním vlivům. Substrát by měl poskytovat hladký povrch pro anténu a rozptylovat nahromaděný statický náboj. Běžně používané materiály pro substráty RFID tagů jsou například PVC, PET, polyestery či dokonce papír (Karmakar, 2010, s. 28).

RFID tagy lze obecně dělit podle možností pro ukládání dat, komunikační frekvence a zdroje energie. Tagy disponují různými kapacitami pro data, které se pohybují ve velikosti od několika bitů až k několika megabitům. Navíc lze tagy rozlišit na ty, u kterých lze informaci pouze přečíst a na takové, kde lze informaci neomezeně přepisovat v závislosti na jejich paměti. Tagy se také liší ve své konstrukci. Mohou být opakovaně použitelné, jednorázově použitelné, odolné vůči vysokým teplotám či vyrobené na míru tak, aby odrážely specifické podmínky konkrétních aplikací. Z pohledu frekvencí jsou tagy nejčastěji děleny na nízkofrekvenční (LF), vysokofrekvenční (HF) a ultra-vysokofrekvenční (UHF) transpondéry. Nízkofrekvenční tagy pracují na frekvenci okolo 125 kHz a komunikační rozsah je kolem půl metru. Vysokofrekvenční tagy využívají frekvence 13,56 MHz a rozsah komunikace je přibližně od půl do 1 metru. UHF tagy dosahují rozsahu až sedmi metrů a operují na frekvencích od 860 do 900 MHz (Evdokimov a kol., 2011, s. 7).

Tagy bývají dále děleny podle čtyř tříd (0, 1, 0+ a Gen 2). V třídě 0 jsou zahrnuty tagy, které jsou určeny pouze pro čtení, bývají programovány již ve výrobě, disponují 64 či 96 bitovými tagy a jejich čtení dosahuje rychlosti 1000 tagů za sekundu. V rámci třídy 1 je možné na tag informaci zapsat jednou nebo vícekrát a tag je tedy programován při jeho používání. Tagy jsou stejně jako u předchozí třídy 64 nebo 96 bitové, ale rychlost čtení je nižší a to 200 tagů za sekundu. Do třídy 0+ spadají 256 bitové tagy určené pro čtení i zápis. Mohou být programovány kdykoli a rychlost čtení je 1000 tagů za sekundu. Poslední třída Gen 2 reprezentuje tagy se stejnými vlastnostmi, jaké mají tagy z třídy 0+ s výjimkou rychlosti čtení. Ta je vyšší a dosahuje do výše 1600 tagů na sekundu (RFID portál, 2015). Rozdělení podle typu paměti a zdroje energie bude rozebráno podrobněji v následujících podkapitolách.

4.3.2 Dělení tagů podle typu paměti

Tagy lze dělit také podle různého typu a využití paměti. V základním dělení jsou rozlišeny tyto tři typy tagů:

4.3.2.1 *RO tag*

Tzv. *Read Only* tagy jsou většinou méně nákladné a již od počátku jsou naprogramované pouze pro čtení či pro jedno naprogramování, poté se jedná o *One-time Programmable* (OTP) tagy. Tyto vlastnosti tagů předurčují jeho schopnost být jednou naprogramován a poté mnohokrát přečten. Tyto tagy se využívají například v dopravě při zadání dat do cestovního pasu na autorizovaném místě, čímž jsou data po dobu používání dané věci neporušitelná (Lehpamer, 2012, s. 153).

4.3.2.2 *WORM tag*

Tato zkratka představuje *Write Once/Read Many* typ tagu. *WORM* tagy jsou všestranně použitelné a univerzální, protože nejsou napojeny na předem definované sériové číslo položky. Existuje zde tedy možnost vícenásobného čtení jednou zapsaných dat. U více pokročilejších tagů mohou být data měněna i dálkově pomocí skeneru (Lehpamer, 2012, s. 153).

4.3.2.3 *RW tag*

Read/Write tagy přinášejí možnost přepisování dat skrze příslušnou aplikaci. Tyto tagy jsou používány v takových případech, kdy jsou recyklovány pro další využití. Jedná se například o informace o tom, co se nachází v daném přepravním kontejneru apod. (Lehpamer, 2012, s. 153).

4.3.3 Dělení tagů podle zdroje energie

4.3.3.1 *Tag pasivní*

Pasivní tagy jsou takové, které nedisponují baterií nebo jiným zdrojem napájení a komunikují na základě zpětného rozptylu tzv. *backscatter*². Tento druh tagu získal svou popularitu a jsou současně užívány ve velkých obchodníků, jakými jsou například

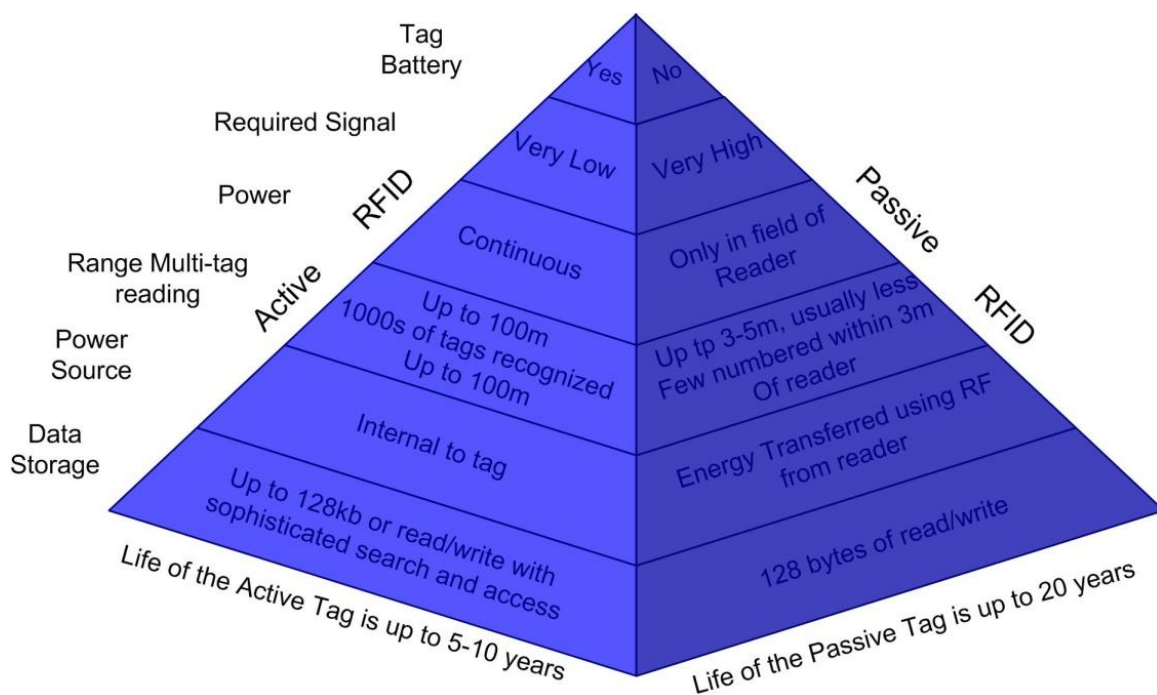
² Všechny objekty odráží radiové vlny nebo radio-frekvenční energii, které jsou základem pro radarové systémy. Pulzní radarový systém detekuje objekty na základě odrazu části vyslané energie, která se poté vrací zpět k přijímači. Časový rozdíl mezi vysláním energie a přijetím odrazu společně s rychlostí radio-frekvenčních vln slouží k určení vzdálenosti objektu (Yan, 2008, s. 8).

Wal-Mart nebo Metro. Ti je využívají především ke sledování svých zásob. Pasivní tagy veškerou energii potřebnou pro své fungování přijímají z antény a jsou tedy z tohoto pohledu životné po neomezeně dlouhou dobu za předpokladu, že nedojde k jejich fyzickému poškození. Pasivní tag samozřejmě obsahuje informaci jak o výrokové řadě, tak i o konkrétním produktu z této řady (Yan, 2008, s. 6 -7).

4.3.3.2 Tag aktivní

Aktivní tagy obsahují integrovaný zdroj energie, většinou baterii, dále napájený přijímač a vysílač. Tyto součásti umožňují příjem slabého signálu a jeho následný přenos na dlouhé vzdálenosti i skrze oblasti, kde je signál rušen. Po pasivních tagech jsou ty aktivní druhou největší skupinou v současnosti používaných tagů. Oproti pasivním tagům jsou schopny komunikace na delší vzdálenost a skrze více rušivých podnětů z okolí. Jedním z nejrušivějších materiálů pro pasivní tagy je kov a pro překonání tohoto problému jsou užívány aktivní tagy (Yan, 2008, s. 6 -7).

Typické charakteristiky aktivních a pasivních tagů jsou znázorněny na Obrázku 2.



Obrázek 2: Srovnání aktivních a pasivních tagů (Ahsan, 2011)

4.3.3.3 Tag semipasivní

Semipasivní tag je definován jako takový tag, který skrze zdroj poskytuje energii pouze mikročipu, má pasivní přijímač a komunikuje skrze zpětný rozptyl. Semipasivní tag dokáže komunikovat na delší vzdálenost než pasivní tagy díky využívání celé energie k vysílání signálu. Na rozdíl od semipasivního tagu musí pasivní tag část získané energie použít právě na napájení mikročipu. Semipasivní tagy jsou využívány v situacích, kdy čtení signálu není rušeno (například situace kdy není přítomen kov ani žádné další rušivé podněty. Jako příklad lze uvést sledování palet a jejich vystavování vlivům z vnějšího prostředí (Yan, 2008, s. 6 - 7).

4.3.3.4 Tag semiaktivní

Semiaktivní tagy disponují zdrojem napájení, mikročipem, aktivním vysílačem a pasivním přijímačem. Tyto tagy jsou používány pro sledování objektů v extrémně rušivých podmínkách a předcházejí tak neúspěšné komunikaci, která by mohla nastat v případě použití pasivních nebo semipasivních tagů (Yan, 2008, s. 6 -7).

4.3.4 Čtecí a komunikační zařízení

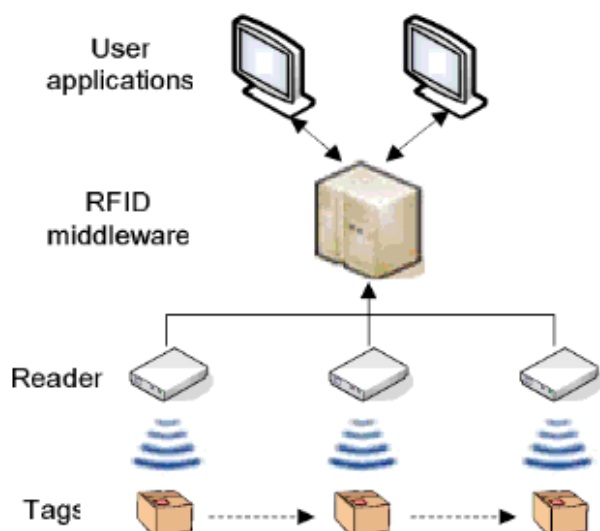
RFID čtečka neboli čtecí a komunikační zařízení je rádiový vysílač, který vysílá příkazy a načítá informace uložené v jednotlivých tagech. Čtečka vyzařuje energii pomocí rádiových vln, díky kterým aktivuje a navazuje komunikaci s tagy. Existují nařízení pro množství vydávané energie při načítání informací. V USA tato nařízení vydává *Federal Communications Commission* v Evropě poté *European Telecommunications Standards Institute*. Čtecí zařízení generuje modulované radiofrekvenční vlny a jeho anténa vysílá dál signál nesoucí data tak, aby byl vyslán dotaz směrem k tagu. Čtečka pak nepřetržitě vyhledává signály tagů a přenáší jejich odpovědi. RFID čtečka tedy působí i jako přijímač a dekódovač dat přicházejících z tagů. Takto zpracovaná informace je dále poslána do informačního systému, kde skrze *middleware* dochází k jejich dalšímu zpracování (Ayer, 2009, s. 6).

Celkově lze čtečku označit za jakési přemostění mezi tagem a kontrolním systémem. Čtecí zařízení disponuje několika základními funkcemi, kterými jsou například aktivování tagů, čtení dat z tagů, zapisování informací do tagů a přenos dat do kontrolního systému. V návaznosti na tyto funkce zajišťuje čtečka také správnou implementaci antikolizních opatření. Ty slouží k zabezpečení úspěšné souběžné komunikace s několika tagy (Bhochhibhoya, 2005, s. 8).

4.3.5 Kontrolní mechanismus a middleware

Mulačová a Mulač (2013, s. 366) popisují kontrolní mechanismus jako pracovní stanice nebo počítače, ve kterých je obsažena databáze a software určený ke kontrole probíhajících procesů. Glover a Bhatt (2006, s. 38) se zabývají definicí middleware. Celkový postup RFID, od určení správných tagů, instalace antén atd. s sebou přináší obrovské zásoby dat ve vzájemných souvislostech a vazbách. Používání RFID middleware jsou standardizovány cesty, kterými je možné se vypořádat s velkým množstvím získaných dat například v průběhu sledování dodávky zboží. Skrze middleware jsou filtrována data a je dotvořena celková aplikační úroveň RFID, díky které lze RFID smysluplně používat. Propojení s RFID čtečkami, zpracování surových informací pro další použití v aplikacích a vytvoření rozhraní pro správu zachycených informací jsou tři hlavní motivační body pro zavedení a využívání middleware.

Lee (2015, s. 99) sumarizuje základní úkoly middleware v rámci aplikací. Jedná se o sběr dat z pestrého výběru RFID tagů skrze čtení v nich uložených informací, dále o vizualizaci tagů a možnost čtení dat v různých formátech, filtrování signálů podle aktuální potřeby a jejich další využití cílovými aplikacemi. Stručně řečeno middleware data očišťuje, filtruje a přeměňuje do využitelných formátů. Uživatelské aplikace poté zpracovaná data mohou využít a sdělit užitečné informace o tom, co se stalo, kde, kdy a proč. Jako příklad lze uvést situaci, kdy například „Tag s číslem 100 je čten čtečkou A v 16 hodin odpoledne“. Middleware tyto data přemění v informaci o tom, že „LG Laptop vstoupil do místnosti A v 16 hodin odpoledne“, která je pro uživatele mnohem užitečnější (Du a kol., 2011, s. 292). Celková architektura RFID je schematicky znázorněna na Obrázku 3.



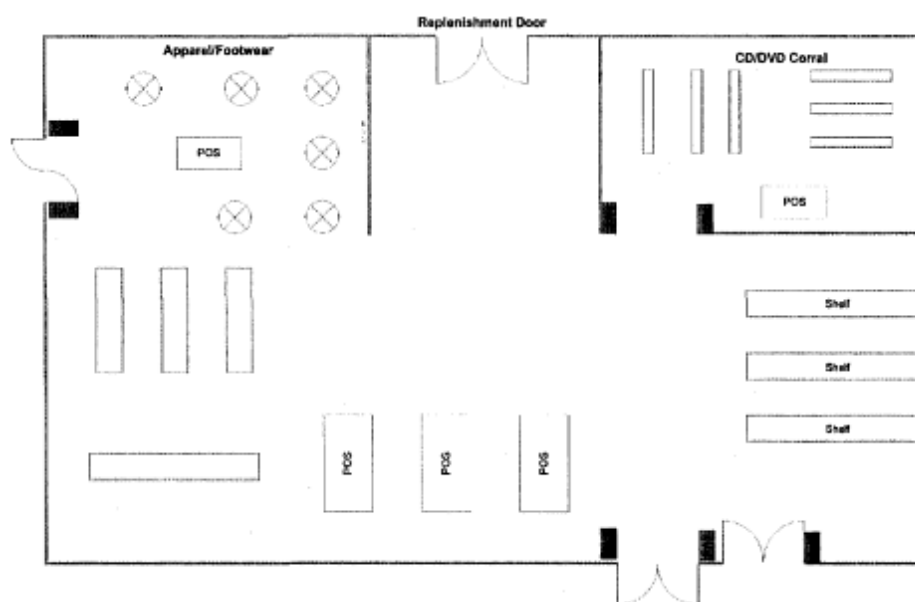
Obrázek 3: Architektura RFID systému (Du a kol., 2011)

4.4 Kategorie RFID systému

Systémy RFID lze dle Fetta a kol. (2008, s. 481) hrubě rozdělit do čtyř základních kategorií. Jedná se o EAS systémy, dále *Portable Data Capture Systems*, *Networked Systems* a *Positioning systems*.

4.4.1 EAS

Systémy EAS (*Electronic Article Surveillance*) jsou typicky jednobitovými systémy, které jsou využívány k zjištění přítomnosti nebo absence nějaké věci resp. produktu. Nejvíce je tento systém používán v maloobchodních sítích prodejen, přičemž každý výrobek je opatřen tagem a velká čtecí zařízení s anténami jsou umístěna u každého východu z obchodu. Díky tomuto rozmístění tagů a čteček je možné detekovat neautorizované přemístění produktu tedy zloděje (Huber a Huber, 2002, s. 178). Dle Pattona (2008, s. 5) tedy EAS systémy reprezentují technologie umožňující a zaměřující se na preventivní ochranu zboží před zloději v prodejních jednotkách. Existuje více typů technologií, které detekují pohyb výrobků s tagem skrze tzv. *Interrogation Field*. *Interrogation Field* lze definovat jako prostor nebo bránu, která je tradičně umístována po obvodě obchodu u jeho východů anebo uvnitř obchodu samotného a to především u větších prodejen, které nabízejí specializované prodejní plochy například se zaměřením na prodej CD a DVD (viz Obrázek 4).



Obrázek 4: Dispozice obchodu vybaveného EAS (Patton, 2008, s. 6)

Širší rozdělení EAS je možné na RF-EAS (*Radio Frequency EAS*), AM-EAS (*Acousto-Magnetic EAS*) a UHF (*Ultra High Frequency*) RFID. RF-EAS je technologií, která vysílá signály na frekvencích o velikostech 8.2, 9.0 a 9.5 MHz a má schopnost rozlišit dvě oddělené zpáteční frekvence. Tagy jsou v tomto případě deaktivovány nebo fyzicky odstraněny při prodeji a zpravidla se nedají znovu použít po jejich deaktivaci. Tagy nesou jednobitovou informaci a brány pouze detekují přítomnost tagu v detekčním poli. Typickými zástupci tagů jsou nalepovací labely (viz Obrázek 5) nebo tzv. *Hard Tags* (viz Obrázek 6). AM-EAS jsou druhým typem EAS technologie vysílající signály na frekvenci 58 KHz. Tagy mají kapacitu k tomu, aby byly opětovně zapínány a vypínány, a obdobně jako první typ tagů jsou deaktivovány nebo fyzicky odebrány při prodeji (Patton, 2008, s. 6). Charakteristiky UHF RFID již byly rozebrány (viz kapitola 4.3.1.).



Obrázek 5: EAS Label (TradeKorea, 2015)



Obrázek 6: Hard Tag
(Retail Security World, 2015)

4.4.2 Portable Data Capture Systems

Tyto systémy jsou charakteristické používáním přenosnými datovými terminály s integrovanými RFID čtečkami. Dále jsou systémy používány především v aplikacích, kde je vysoká míra variability ve zdrojích dat, kterým jsou čtecí zařízení vystavovány. Ruční mobilní terminály tedy zachycují data, která jsou poté buď přímo přenesena do hostitelského systému pro správu informací a to prostřednictvím radiofrekvenčního datového komunikačního spojení (RDFC), anebo jsou uchovány pro další zpracování (Pandian, 2010, s. 20). S tímto typem systému je spojen termín „*Portable Data Capture Devices*“. Velký nárůst v používání těchto zařízení byl zaznamenán již od devadesátých let minulého století. Přenosné přístroje se začaly používat pro inventurní kontroly skladů, plánování přepravy zboží, následné monitorování a dodání. Většina z těchto přenosných čtecích zařízení kombinuje klávesnici, skener pro čtení čárových kódů nebo jiných značek

s bezdrátovým spojením k pevné základní stanici, pokladně nebo počítačovému systému. Jednotlivá zařízení se však liší v míře vloženého napájení počítače. Jednodušší zařízení fungují pouze jako I/O³ systém, který posílá sesbíraná data skrze kabel nebo přes bezdrátové připojení do počítače. Komplexnější přístroje jsou samy v podstatě přenosnými počítači s vloženými I/O nástroji, kterými mohou být například skenery čárových kódů, RFID čtečky anebo digitální kamery (Burd, 2015, s. 253).

4.4.3 Networked Systems

U toho druhu systémů jsou čtecí zařízení umístěna na fixní pozici s přístupem na síť a jsou přímo připojena na informační řídicí systém. Transpondéry jsou naopak pohyblivé a jsou umístěny na lidech nebo pohyblivých objektech v závislosti na konkrétní aplikaci (Huber a Huber, 2002, s. 178). Příkladem využití tohoto systému mohou být čtecí zařízení umístěná na dálnici. Nejdříve je v distribučním centru naložen kamion dodávkou zboží, poté co kamion projede kolem fixně umístěných čtecích zařízení je poslána zpráva do počítačů odběratele o tom, zda je aktuálně dodávka zboží zpožděná či nikoli, zda směřuje správným směrem a zda obsahuje všechny požadované položky (Bever, 2011, s. 106).

4.4.4 Positioning Systems

V rámci tzv. *Positioning System* tedy v podstatě polohovacího systému jsou používány transpondéry za cílem zjednodušení automatického lokalizování vozidel a jejich navigování. Čtecí zařízení jsou umístěna na vozidlech a jsou propojena s palubním počítačem a také s informačním řídicím systémem. Transpondéry jsou zabudovány do spodních úrovní provozního prostoru a naprogramovány s využitím vhodných identifikačních a lokalizačních údajů. Čtecí anténa je obvykle umístěována pod vozidlo tak, aby byla co nejbližší vestavěným transpondérům (Huber a Huber, 2002, s. 178). Na tento systém dále navazuje RTLS neboli *Real Time Location System*. Tento systém lokalizující objekty v reálném čase využívá princip triangulace. V triangulaci jsou zahrnuta měření vzdáleností tagu od tří přístupových bodů umístěných v dané oblasti. Obvykle je z tagu vyslán signál do tohoto bodu a zpět, na základě času nutného ke zdolání této vzdálenosti je vypočtena vzdálenost tagu od bodu. Při použití tohoto výpočtu ze tří různých bodů je dosaženo vysoce přesného výpočtu aktuální pozice (Zeisel a Sabella, 2006, s. 76).

³ Input/Output

4.5 RFID vs. NFC

NFC neboli *Near Field Communication* je v současnosti rozvíjejícím se oborem (Coskun, Ok a Ozdenizci, 2012, s. 1). NFC představuje bezdrátovou technologii umožňující vzájemnou komunikaci na velmi krátkou vzdálenost mezi elektronickými přístroji. NFC je technologie podobná RFID, ale je zaměřena na více než identifikování objektů. NFC operuje na frekvenci 13,56 MHz, díky čemuž lze navázat spojení i s ostatními RFID systémy. „*Near Field*“ v reálném světě znamená vzdálenost přibližně do deseti centimetrů. Všechna NFC zařízení disponují radiofrekvenční vrstvou tak, aby byla schopna komunikovat skrze NFC technologii v různých módech. Komunikace *Peer-to-Peer* znamená, že NFC zařízení je přímo spojeno a komunikuje s jiným NFC zařízením. Mód *Reader/Writer* umožňuje NFC zařízení, aby přečetlo či zaznamenalo data do existující bezkontaktní karty (*Proximity Card*) a NFC se v tomto módu chová jako čtečka bezkontaktních karet. Posledním ze základních módů je *Card Emulation Mode*, kdy NFC přístroj napodobuje bezkontaktní kartu, která může být čtena bezkontaktní čtečkou karet (Zhang a Kitsos, 2009, s. 483). V tomto módu lze tedy například používat mobilní telefon místo platební, kreditní či přístupové karty (Marwaha, 2014).

Igoe, Coleman a Jepson (2014, s. 15) uvádějí, že NFC technologie může být viděna jako nástavba RFID. Stejně pro obě technologie je přítomnost iniciátora (čtečky) a cíle. Hlavní odlišností je pak v charakteristice cílů, neboť u NFC technologie jsou cílovými přístroji především programovatelná zařízení, jakými jsou například mobilní telefony. V celém procesu se poté nepřenáší statická data z paměti zdroje, ale jedná se o aktivní přenos informací, které jsou často filtrovány podle toho, zda již zařízení byla v minulosti propojena či nikoliv. Výměna dat mezi NFC zařízeními a tagy probíhá skrze formát NDEF neboli *NFC Data Exchange Format*, který je klíčovou výhodou NFC oproti RFID. V rámci NDEF existuje mnoho dalších typů záznamů a NFC zařízení umí rozpoznat, co s nimi dále udělat. Může se jednat o jednoduché textové záznamy obsahující libovolný text a dále metadata určující jazyk a schéma dekódování. Druhým typem jsou tzv. URI nesoucí síťovou adresu. Cílové zařízení na základě tohoto záznamu otevře příslušnou aplikaci, která dokáže záznam zobrazit (např. webový prohlížeč). Dalším formátem jsou „chytré“ plakáty (*Smart Posters*) uchovávající nadstavbové informace. Tento záznam v zařízení spustí například webový prohlížeč, e-mail nebo SMS.

Posledním typem jsou *Signatures* poskytující důvěryhodné informace o původu dat obsažených v NDEF záznamech.

4.6 Hrozby a bezpečnost RFID

Bezpečnost v RFID aplikacích je velmi důležitá. Jednoduchým příkladem může být zloděj vybavený RFID čtečkou. Ten pomocí čtečky může bezkontaktně naskenovat čipy a data lidí nacházejících se v blízkém okolí a na základě těchto dat poté zjistit, který člověk vlastní a nosí u sebe drahé věci. Pro zabránění takovému nepovolenému přístupu jsou používány bezpečnostní protokoly, bez nichž je přístup k uloženým datům odepřen. V posledních letech bylo navrženo několik nových bezpečnostních protokolů a v rámci jejich navrhování došlo k objevení zranitelných míst v systému. Obtíže při zabezpečování RFID systému jsou způsobovány omezenými možnostmi tagů, které znemožňují přijmout stávající bezpečnostní prostředky z jiných oborů, jakými jsou například mobilní výpočetní technologie nebo technologie bezdrátových sítí (Chen, Ji a Zhang, 2013, s. 7).

Nelegálně získané informace mohou být i zdrojem konkurenční výhody, a proto je nutné chránit bezpečnostní vlastnosti systému. Tyto vlastnosti jsou reprezentovány dostupností a důvěrností dat, anti-klonovacím zabezpečením, nerozlišitelností dat, ověřováním autenticity čtečky, zpětným kontrolním systémem apod. Před implementací RFID a spuštěním řetězce výměny a sběru dat je tedy nezbytné zajistit bezpečnostní standardy. Pro minimalizování možných hrozeb je nutné tyto hrozby odhalit ještě před použitím RFID technologie. Do dnešní doby existuje řada zavedených zabezpečení a ochrany před potenciálními hrozbami (Karmakar, 2013, s. 2 -3).

4.6.1 Sniffing, Tracking a Spoofing

Sniffing neboli jakési „čenicování kolem“ představuje krádež informací z tagu. K té může dojít, neboť každý RFID tag je navržen tak, aby mohl být přečten jakoukoli RFID čtečkou. Čtečka se může bez vědomí tagu vyskytovat, jak v blízké, tak i větší vzdálenosti a načítat data například z cestovních pasů nebo kreditních karet. *Tracking* znamená sledování jednotlivých čipů a je hrozbou především pro jednotlivce. Příkladem může být nedobrovolně sledovaný zaměstnanec, školák nebo senior. *Spoofing* poté znamená vytvoření naklonovaného tagu správným formátováním již existujícího tagu. Takto napodobený tag je poté schopný ukrást originální identitu konkrétního objektu (Karmakar, 2013, s. 3).

4.6.2 Reply Attack, Malware a Rogue Reader

V případě, že je tag zneužit v rámci platebních systému, přístupu do budovy apod. jedná se o *Reply Attack*, kdy bylo zneužito zařízení vysílající dotazy k tagům a sdílející jejich data. Další hrozbou je v RFID technologiích je *Malware*. I přesto, že tagy dokážou uložit jen malé množství dat RFID malware, červy a viry jsou v této technologii reálné. Vir dokáže nabourat strukturu systémových komponentů, koncovou databázi i protokoly. Závažným problémem mohou být i neautentické čtečky, které manipulují s daty, poškozují je a přerušují spojení s mezi tagy a autentickými čtečkami. Na základě škodlivých signálů mohou být získávány osobní informace o preferencích uživatele, lékařské záznamy a další citlivé údaje (Karmakar, 2013, s. 3).

4.7 Regulace RFID

Otázka, která v rámci rozšiřování RFID průmyslu přitáhla nejvíce pozornosti, byla zaměřena na osobní soukromí ve vztahu k RFID technologii. Zda je soukromí RFID technologiemi narušováno či nikoli bylo diskutováno veřejností i politickými zástupci, neboť cokoli je spojené s ochranou soukromí většinou vyvolá emocionální debaty (Clampitt, 2007, 417). Z pohledu ochrany osobních informací je u RFID důležité zabezpečení personální komunikace (např. informace o poloze), osobních informací (např. jméno, kontakt, finanční a zdravotní informace) a dále ochrana dat o osobním chování jako jsou zvyky, preference, politická příslušnost apod. (Karmakar, 2013, s. 20). Obchodníci mají zakázáno nutit zákazníky kupovat produkty s aktivními i aktuálně neaktivními tagy. Dále by nemělo být zakázáno detekovat a deaktivovat tagy na objektech, které daná osoba vlastní. RFID tagy samozřejmě nesmí být používány ke sledování jednotlivců bez informování dané osoby a jejího písemného souhlasu (Hunt, Puglia a Puglia, 2007, s. 102).

RFID jako radiokomunikační technologie zajisté spadají do pole vládní regulace. Ta je požadovaná právě kvůli koordinaci používání elektromagnetického spektra mezi jednotlivými konkurenty. Může se jednat o televizní vysílání, rádia, mobilní systémy, ale i veřejný zájem jako takový. Vládní zásahy jsou nezbytné k zabezpečení následujících podmínek. Nejprve je nastolen pořádek díky přidělování licencí uživatelům elektromagnetického spektra. Využívání celého spektra je koordinováno tak, aby vzájemně soutěžící aplikace (včetně aplikací RFID systému) nepřerostly v chaos a tím nezničily

funkčnost celého spektra. S cílem zajistit spravedlivé rozdělení spektra mezi mnoho uživatelů, využívá vláda možnosti licencovat jednotlivé segmenty spektra konkrétním uživatelům. Některé segmenty jsou pak přímo licencovány například pro televizní vysílání, mobilní operátory nebo družicovou komunikaci (Hunt, Puglia a Puglia, 2007, s. 83).

Dalším cílem je ustavit bezpečnostní pokyny a postupy. Dané předpisy jsou povinny ochraňovat zájmy a zdraví veřejnosti. Příkladem prvního je ochrana rozmanitosti zdrojů v médiích a zákaz držení příliš mnoha licencí na jednom trhu, v druhém případě se jedná například o závazné limity pro vyzařování antén a vystavování lidského organismu tomuto záření. Tyto regulace jsou závazné i pro RFID zařízení. V neposlední řadě jsou významné předpisy, které stanovují horní hranici míry rušení jednoho uživatele druhým. V případě narušování platné licence jiným uživatelem je možné na základě stížnosti ustanovit vyšetřovací řízení a případně nápravná opatření. Tento bod regulací je pro RFID velmi důležitý, neboť se v budoucnosti předpokládá provoz více RFID systému v jednom uzavřeném prostoru, kterým může být například nákupní centrum (Hunt, Puglia a Puglia, 2007, s. 84).

4.7.1 Regulace frekvence

Při používání RFID systému využívají čtečky a tagy k vzájemné komunikaci radiové vlny o jisté frekvenci. Tato frekvence je označována jako tzv. operační frekvence a je součástí radiofrekvenčního spektra. Tudíž je RFID klasifikováno jako radiový systém a spadá pod jeho regulační předpisy. Nicméně je nutné podotknout, že zařízení používaná před příchodem RFID (např. rádio, televize, mobilní zařízení, námořní a letecké radiové služby) nejsou nijak narušována nově vznikajícími systémy, neboť je novým systémům vyčleněno odlišné frekvenční pásmo. RFID systémy jsou dostupné ve všech frekvencích: LF, HF, UHF a mikrovlny. Nízkofrekvenčním zařízením (LF) je ve většině států přidělena frekvence od 125 KHz do 134 KHz a vysokofrekvenčním 13,56 MHz. Pro relativně nová UHF zařízení a mikrovlnná zařízení jsou v jednotlivých státech přiděleny různé frekvence (Sanghera a kol., 2007, s. 103). V České republice je pro UHF čtečky vyděleno pásmo od 860 MHz do 930 MHz (Codeware, 2015).

4.7.2 Regulační regiony a jejich orgány

Vzhledem k různým operačním frekvencím pro RFID systémy ve světě je časté, že jedno zařízení RFID pracující v jednom regionu nemusí pracovat v regionu jiném. S narůstajícím zájmem o UHF RFID zařízení je v budoucnosti žádoucí určitá uniformita pro operační frekvence ve světě. Ve snaze najít určitou míru jednotného používání frekvencí pro UHF zařízení, je svět rozdělen podle organizace ITU⁴ do následujících regulačních oblastí: Region 1 (Evropa a Afrika), Region 2 (severní a jižní Amerika) a Region 3 (Asie a Austrálie). Pro jednotlivé regiony jsou ustanoveny hlavní regulační orgány (Sanghera a kol., 2007, s. 104). V Evropě je situace složitější, protože každý stát disponuje svým regulačním orgánem. Nejvíce z nich je však spojeno ve dvou organizacích (*European Radiocommunications Office* a *European Telecommunications Standards Institute*), které jsou navázány na *European Conference of Postal and Telecommunication* (CEPT). V USA reguluje elektromagnetické spektrum *Federal Communications Commission* (FCC) a v Japonsku naplňuje roli regulačního orgánu MPHPT neboli *Ministry of Public Management, Home Affairs, Posts and Telecommunications* (Hunt, Puglia a Puglia, 2007, s. 84 - 85).

4.7.3 Výhody regulace

Výhody výše popsané regulace shrnují Sanghera a kol. (2007, s. 112) následovně. Zprvce snižují riziko nepříznivého vlivu záření. Dále pomáhají udržovat zdravé konkurenční prostředí díky regulaci oblastí, do kterých by jinak mohly pronikat nečisté obchodní praktiky. Jako příklad lze uvést regulace frekvencí a maxim vysílané energie u radiofrekvenčních zařízení, které chrání veřejnost před radiačními efekty a ostatní uživatele RFID před narušováním systému. Navíc regulace podněcují prodejce k soutěži v oblasti ceny, zákaznického servisu nebo funkčnosti zboží. Regulační opatření také pomáhají rozvoji odvětví a to díky zjednodušení přístupu nových uživatelů na trh.

⁴ International Telecommunication Union

4.8 Standardy RFID

U složitých a komplexních systémů jakými jsou RFID, které jsou vyráběny mnoha výrobci z celého světa, je kladen velký důraz na vzájemnou kompatibilitu výrobků od jednotlivých firem. Standardy byly definovány včas ve formě norem a ty jsou následně výrobci dodržovány. Pro koncového zákazníka je dodržování standardů důležitým bodem pro efektivní využívání svých zařízení. Díky standardům jsou určeny technické parametry RFID řešení, mezi které je řazeno vymezení jednotlivých frekvencí, fyzikální vlastnosti etiket, přenosový protokol apod. Dále standardy určují způsob, jakým jsou informace ukládány do paměti a rozsah těchto informací. Jakýkoli systém na základě dodržování tohoto pravidla dokáže vyhledat pro něj potřebný údaj a správně komunikovat s dalšími systémy (Zajíček a Rýzek, 2013). Pro standardizaci RFID systému existují dva hlavní mezinárodní orgány: *International Standards Organisation (ISO)* a *Electronics Product Code Global Incorporated (EPCglobal)*. Tyto dvě organizace poskytují hlavní standardy pro RFID, ale funguje i mnoho dalších organizací zabývajících se standardizací v konkrétních oblastech. ISO standardy jsou rozděleny do několika kategorií podle toho, které aspekty RFID jsou jimi upravovány (Poole, 2015).

Organizací ISO byly vypracovány standardy pro automatickou identifikaci a řízení položek. Tento standard je znám pod názvem ISO 18000, který se skládá ze sedmi částí a pokrývá protokol o vzdušném rozhraní pro systémy určené ke sledování produktů v rámci dodavatelského řetězce. Ve standardu ISO 18000 (viz Tabulka 1) jsou zahrnuty nejčastěji používané frekvence ve světě (Violino, 2005).

ISO 18000-1	Obecné parametry RFID
ISO 18000-2	Parametry pro rozhraní menší než 135 kHz
ISO 18000-3	Parametry pro rozhraní 13,56 MHz
ISO 18000-4	Parametry pro rozhraní 2.45 GHz
ISO 18000-5	Parametry pro rozhraní 5,8 GHz
ISO 18000-6	Parametry pro rozhraní od 860 MHz do 930 Mhz
ISO 18000-7	Parametry pro rozhraní 433,92 MHz

Tabulka 1: Sedm částí ISO 18000 (Violino, 2005)

4.9 Implementace RFID do podnikových procesů

Pro zajištění návratnosti zavedení RFID v podniku je nutné zapojit systém do obchodních procesů ve firmě. Paul Blossom (2005) popisuje tuto implementaci v modelu skládajícím se z pěti stupňů. Na základě tohoto modelu lze zjistit, do jaké míry se daří podniku integrovat technologie RFID do svých procesů a infrastruktury. Strategie zavedení RFID musí být dlouhodobě životaschopná a podněcující zlepšení obchodních procesů.

V první části zavádění RFID jsou aktivně posuzovány reálné možnosti RFID a možné budoucí výsledky. V této části jsou vedením podniku stanoveny vhodné cíle a záměry celé iniciativy a to s důrazem na minimalizování potřebných oprav v průběhu realizace. Do první fáze lze tedy zahrnout aktivity, kterými jsou například nastavení strategie RFID, určení pilotních cílů, definování požadavků pro synchronizaci dat s EPC, plánování projektu, zavádění politiky pro řízení změn, vytváření standardů a měřítek pro zjištění naplnění cíle, rozvoj řízení zásob apod. (Blossom, 2005).

Druhá fáze nazývaná *Tagging and Tracking* představuje proces označení například palety tagem, odeslání, jeho následné monitorování a přenos dat od výrobce k obchodníkovi. Dodavatelé musí splňovat nároky odběratelů nebo je v této fázi vylepšit. V této části RFID vede ke zvýšení nákladů. Firmy na této úrovni zvažují různá řešení RFID a měla by brát v potaz několik faktorů. Jedná se o skenování a integritu dat, které by měly nabízet spolehlivou správu dat i při velkých objemech dat, dále by společnost měla investovat do takového řešení, které přinese dostatečnou flexibilitu, a na základě kterého bude vystavena dlouhodobě funkční celková architektura systému. Vybrané řešení RFID je nutné integrovat se současnými WMS⁵ či ERP⁶ systémy a mělo by podporovat automatické přenosy dat v reálném čase do dodavatelského řetězce nebo skladu. Dalším faktorem v této fázi jsou systémová ovladatelnost. Dobré řešení tak bude schopné identifikovat příčiny selhání systému, upozornit na ně a podat řešení. Posledním bodem je provádění školení v oblasti poskytovaného řešení, jeho kontroly a zlepšování procesů, aby byla zajištěna plná návratnost investic (Blossom, 2005).

⁵ Warehouse Management System

⁶ Enterprise Resource Planning

Třetí fáze v podstatě představuje integraci RFID řešení s ostatními aplikacemi v podniku, které jsou zaměřeny například na správu objednávek, skladové hospodářství nebo účetnictví. V rámci zavádění RFID tak mohou být zvýšeny nároky na připojení k síti a náklady na konfiguraci aplikací a připojení dodavatelského řetězce k RFID nebo může být vyžadována změna ve skladovací architektuře (Blossom, 2005).

Využití dat z RFID k zlepšení obchodních procesů je obsahem čtvrté úrovně modelu. Po postupném provedení zlepšení v rámci dodavatelského řetězce mohou podniky realizovat vyšší zisky díky možnosti okamžité reakce na měnící se poptávku. Firmy, které budou chtít využívat RFID právě ke zlepšení podnikových procesů, budou muset své zaměstnance i procesy řídit tak, aby došlo k podpoře celé firemní strategie. Po zvládnutí čtyř předchozích fází jsou podniky schopné vytvořit *Predictive Business Intelligence* představující systém, který identifikuje a řeší problémy dříve, než nastanou. Systém využívá pokročilé analytické techniky a algoritmy pro identifikování dané situace. Touto cestou pak podniky vytváří nové příležitosti a lépe uspokojují potřeby zákazníků skrze personalizované propagační akce (Blossom, 2005).

Obecný proces implementace RFID ve firmě je složen ze šesti následujících kroků: porozumění cílům, vypracování plánu zavádění, výběru dodavatele, řízení pilotního řešení, implementace v plném rozsahu a měření výkonnosti včetně kontinuálního vylepšování zavedeného řešení (Aqua Management Consulting Group, 2009).

4.10 Benefity RFID systému

K tomu, aby bylo možné změřit výhody plynoucí z investování do RFID, musí být brány v potaz čtyři základní faktory, které podrobně popisuje Ustundag (2012, s. 9 - 10). Jedná se o efektivnost, přesnost, viditelnost a zabezpečení. Díky jednotlivým implementacím RFID systému je možné zajistit úspory v kontextu právě těchto čtyř faktorů. Nicméně tyto úspory se odráží od různých úrovní, které RFID systém rozvíjí a do kterých je v rámci celého podniku zahrnutý. Proto lze návratnost investic do RFID systém/u kvantifikovat zvlášť pro každý z těchto faktorů. Parvinová (2013) dále shrnuje veškeré výhody plynoucí ze zavedení RFID systému v celém řetězci dodavatelsko-odběratelských vztahů. Řetězec zahrnuje všechny procesy spojené s tokem zboží z výroby až k zákazníkovi, a to včetně distribuce a přepravy. Všechny kroky řízení dodavatelského řetězce jsou spojeny i s marketingovými rozhodnutími, změnami v poptávce spotřebitelů, strategickým řízením a hlavními cíli organizace. Právě kvůli komplexnosti a intenzitě veškerých výše zmíněných procesů může být implementace RFID významným přínosem pro organizaci.

4.10.1 Efektivnost

Z pohledu faktoru efektivnosti RFID napomáhá automatizovat a restrukturalizovat logistický proces ve firmě a tím jsou snižovány mzdové náklady. Zavedení RFID ovlivňuje z pohledu efektivnosti hlavního skladu a jeho logistických procesů především příjem, výdej, sčítání, výběr a dopravu produktů na sklad (resp. ze skladu). Při příjmu zboží jsou díky RFID zjednodušeny kontrolní procesy a omezeny manuální činnosti. Skrze RFID čtečky a antény, které jsou umístěny u vstupní brány skladu, jsou produktová data automaticky transferována do firemního informačního systému. Navíc RFID čtečky mohou být připevněny i k různým zařízením (například vysokozdvížným vozíkům), které poté automaticky načítají RFID tagy z produktů a skladovacích regálů, čímž snižují pravděpodobnost špatného zařazení zboží. Pro zjišťování stavu zásob a celkového provedení inventury je možné využít dvě možnosti. Čtečky mohou být umístěny na skladovacích regálech nebo lze využívat přenosných ručních čteček. První možnost je z pohledu nutného hardwarového vybavení vysoce náročná, a proto se upřednostňují ruční čtečky používané personálem. RFID systému jsou dále využívány pro proces výběru, balení a odeslání zboží. Díky čtečkám umístěným na výstupní bráně skladu lze zajistit automatickou kontrolu celého doručovacího procesu (Ustundag, 2012, s. 9).

4.10.2 Přesnost

Faktor přesnosti souvisí s kvalitou procesu měření chybovosti. Integrace RFID systému pomáhá snižovat chyby, které způsobují inventarizační rozdíly v jednotlivých dodavatelských řetězcích. Jsou definovány základní čtyři typy těchto chyb. Prvním typem je trvalé snížení stavu zásob v důsledku například krádeží, zastarávání nebo zničení zboží. Druhým typem chyb je nesprávné umístění zboží, což dočasně snižuje stavy zásob. Další chyby jsou označeny jako chyby náhodné a chyby transakčního typu. Náhodné chyby jsou zapříčiněny chybami dodavatelů a vedou například k přebytkům ve fyzické inventuře zboží. Chyby transakčního typu na rozdíl od prvních tří typů ovlivňují informační systém a nikoli fyzický stav zásob. Za normálních okolností vzniká vzhledem k míře chybovosti mezera mezi skutečným a inventárním stavem zboží ve společnosti. Firmy poté pro jistotu naskladňují více zboží než je skutečně zapotřebí. Při použití RFID lze však míru chybovosti snížit a tím snížit i průměrnou úroveň zásob. Tímto způsobem se sníží i celkové náklady na skladování zboží a zvýší se tak dostupnost potřebného zboží (Ustundag, 2012, s. 9 - 10).

4.10.3 Viditelnost a zabezpečení

Viditelnost zboží představuje jeho sledovatelnost v celém procesu od výrobce až po cílovou destinaci. Tato sledovatelnost umožňuje dostupnost dat, která mohou být později analyzována a na základě kterých lze vytvořit doporučení a strategie ke zlepšení funkčnosti dodavatelského řetězce. Monitorování pohybu zboží lze využít ke snižování stavu zásob díky lepšímu reagování na poptávku. Mimoto se RFID stává pro firmy konkurenční výhodou, neboť díky získaným datům jsou před svými konkurenty napřed v plánování nastávajících situací. RFID poskytuje data v reálném čase a tím eliminuje nejistotu a zvyšuje dostupnosti produktů. Celkově je zlepšena možnost plánování dodávek a snižuje ztráty v prodeji. Na snížení ztrát navazuje poslední faktor bezpečnosti. Tento faktor je zaměřen na krádeže, ničení a ztrátu zboží. Díky RFID technologiím lze významně zvýšit úroveň zabezpečení produktů v prodejnách a tím snížit celkové náklady na úbytek zboží (Ustundag, 2012, s. 9 - 10).

4.10.4 Celkový přínos

Technologii RFID se podařilo nahradit čárové kódy a zajistit situaci, kdy je k dispozici správné zboží na správném místě bez nesrovnalostí a chyb. Celkově je tedy díky implementování tohoto systému zlepšena přesnost a spolehlivost v dodavatelském řetězci. Díky přístupu k informacím v reálném čase jsou zlepšeny také administrativní činnosti a procesy plánování. Přehled o získaných datech slouží také k optimalizaci výrobních procesů. RFID nahrazuje ruční činnosti ve fázích výroby a balení, kdy umožňuje sčítání produktů v několika sekundách. Rychlost je zajištěna funkcemi, které čtečkám umožňují skenovat několik tagů najednou. Výrobce tak celkově snižuje náklady na tyto činnosti a zvyšuje rychlost, kterou jsou prováděny. Při příjmu zboží RFID podává informace o naskladnění, umístění a přijmutí zboží a lze tedy řídit velké množství výrobků najednou. Při řízení skladu lze díky RFID systému rychle lokalizovat produkty, strategicky plánovat jejich umístění a monitorovat ztráty (Parvinová, 2013).

4.11 Náklady na RFID

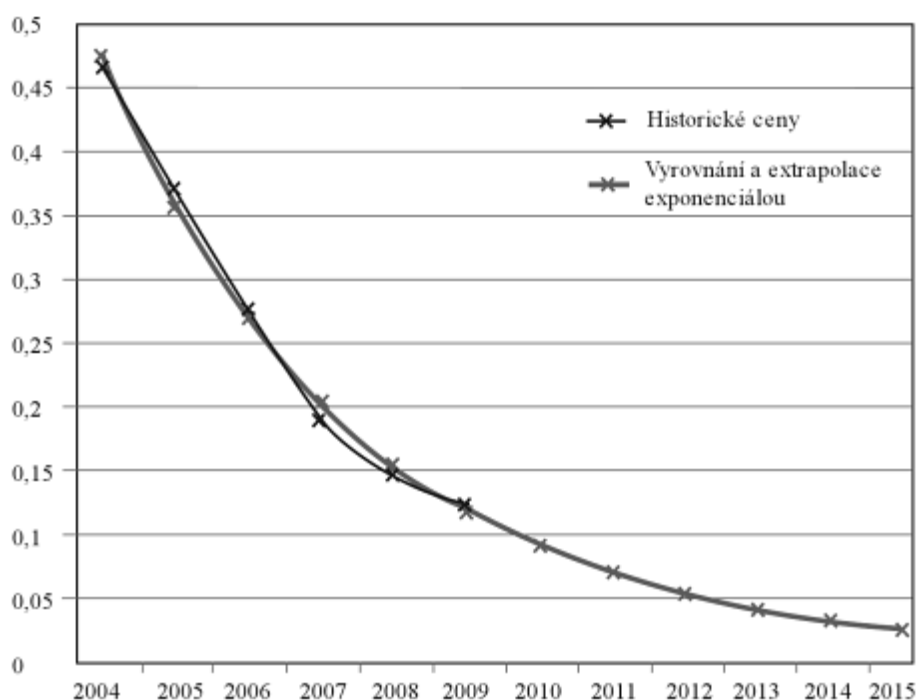
Přístup ke sdíleným informacím je středem celého RFID systému. K používání RFID technologií a aplikací je zapotřebí velkého množství tagů, a právě proto jsou provozní náklady na ně základní otázkou z pohledu nákladů. Tyto náklady mohou utvářet hlavní bariéru v rozhodnutí o implementaci systému do podniku. Proto je důležitá počáteční důvěra v RFID samotné. Implementace RFID s sebou nese počáteční nutnost investovat do několika specifických oblastí značnými zdroji. Do těchto dvou oblastí jsou nejprve zahrnuty *Initial Capital Cost* (prvotní náklady na kapitál) a dále také *Operating Cost*, které představují další provozní a operační náklady (Weerakkody, 2013, s. 98).

V prvotních nákladech jsou zahrnuty veškeré náklady na vybudování infrastruktury potřebné k načítání tagů. Konkrétně se v této skupině jedná o náklady na čtecí zařízení, cenu systému, který poskytuje rozhraní mezi RFID čtečkami a stávajícím systémem, dále sem patří náklady na trénink a zaškolení zaměstnanců k používání RFID systému. Do provozních nákladů jsou započítávány náklady na samostatně používané tagy, náklady na načítání informací do těchto tagů, dále náklady na údržbu čteček a na softwarový upgrade (Weerakkody, 2013, s. 98).

Jiné rozdělení nákladů přináší Hellstrom (2009, s. 1 - 21). Základní skupina je tvořena náklady na hardware a jsou do ní společně zabaleny všechny náklady na fyzické

objekty, jakými jsou tagy, čtečky, antény nebo jiné provozní součástky. Ve druhé skupině lze nalézt náklady na integraci systémových serverů a kabelů, a dále instalaci hardwaru i softwaru a následný rozvoj softwaru. Další součástí nákladů jsou výdaje na počáteční investice, které zahrnují softwarovou licenci, provoz systému a další provozní náklady zabezpečující chod systému. Podle Hellstroma tak celkové náklady na integraci systému, čtecí zařízení a proces používání tagů mohou být vyšší než náklady na tagy jako takové.

Štědroň a kol. (2012, s. 133) dále ukazují (viz Graf 1), že trend cenového vývoje pasivních tagů je klesající. Jejich prognózy z roku 2011 předpovídají díky hromadné výrobě a technologickému rozvoji ještě další pokles u cen pasivních tagů. Pro rok 2015 byla odhadnuta cena okolo tří centů amerického dolaru. Tyto nižší ceny by poté mohly vést k dalšímu rozvoji RFID systémů. Nano Dimension (2015) dodávají, že cena pasivního tagu bude jeden cent právě tehdy, až jejich výrobci nahradí proces leptání mědi procesy založenými na inkoustovém tisku.



Graf 1: Vývoj cen pasivních tagů v USD (Štědroň a kol., 2012, s. 133)

4.12 Příklady využití RFID technologie

V současné době je využití RFID technologií široké a její implementování lze sledovat v mnoha oborech lidské činnosti. Navíc RFID technologie nabízí významné možnosti z hlediska využití potenciálu celé technologie. Konkrétní příklady využití RFID v současné praxi dobře shrnuje například Pešek (2010, s. 5 - 8): využití pro mobilní telefony, v automobilovém průmyslu, v systémech pro identifikaci osob, ve zdravotnictví, vězeňství nebo potravinářství.

4.12.1 Mobilní telefony

Mobilní telefony lze v podstatě považovat za jeden typ RFID tagů. Zařízení jsou volně, přesto téměř nastálo umístěny poblíž konkrétní osoby, která tak může být identifikována. K rozpoznání uživatele dochází pomocí SIM karty a také skrze IMEI, tedy vlastního identifikačního čísla každého mobilního telefonu. Toto číslo je uloženo na nálepce čárového kódu a u modernějších přístrojů i uvnitř samotného mobilního telefonu na RFID tagu. Díky tagu lze například při opravě závad sledovat jednotlivé procesy při řešení problému až po jeho opravení. Při dalším nevyužití přístroje a jeho recyklaci lze tagy využít pro rozřídění jeho částí (Pešek, 2010, s. 5).

4.12.2 Automobilový průmysl

RFID tagy jsou již běžně součástí klíčů (popř. karet) k vozidlu. Na základě jeho identifikování dochází k rozhodnutí, zda je majitel klíče oprávněn vozidlo nastartovat. Některé automobilky vyrábí takové klíče, které při jejich ztrátě musí majitel opět zaregistrovat v počítačové řídicí jednotce automobilu, aby bylo možné další nastartování vozidla. Klíče dále slouží k uložení uživatelských nastavení a na základě vsunutí do zámku jsou automaticky nastavena například sedadla, zpětná zrcátka nebo poloha volantu právě tak, jak bylo majitelem konkrétního klíče vybráno (Pešek, 2010, s. 5).

4.12.3 Systémy identifikace osob

Pro identifikování osob jsou používány různé typy RFID tagů. Pro použití na úřadech, v kancelářích či v hromadné dopravě je nejčastěji využíván typ karet o velikosti klasických platebních karet. Při provozování sportovních aktivit (např. plavání, lyžování) jsou využívány náramkové tagy podobné hodinkám a pro parkovací či stravovací systémy jsou běžně používány plastové přívěsky malých rozměrů. Všechny

tyto tagy jsou již běžnou součástí našeho života a setkáváme se s nimi téměř každý den (Pešek, 2010, s. 5).

4.12.4 Zdravotnictví

Ve zdravotnictví jsou RFID technologie využívány ve dvou případech. Zaprvé se jedná o identifikování pacientů a to především ve větších nemocnicích tak, aby bylo sníženo riziko záměny zdravotnického zákroku na jednotlivých pacientech a byly přesně známy dávky a typy předepsané medikace. Ve druhém případě jsou tagy používány pro identifikování předmětů, které jsou určeny pro výkon lékařských zákroků a snížení rizika nepřítomnosti potřebných nástrojů. Dále jsou tagy označovány i léčiva a to především v případech, kdy jsou léky míchány přesně pro potřeby konkrétního pacienta (Pešek, 2010, s. 6).

4.12.5 Vězeňství

V oblasti vězeňství RFID tagy snižují státní náklady na provozování trestu odnětí svobody ve formě domácího vězení. Vězeň je vybaven tagem a je sledován v daném vymezeném prostoru. Veškerá překročení hranic tohoto prostoru jsou monitorována a zaznamenávána do historie výkonu trestu (Pešek, 2010, s. 6).

4.12.6 Potravinářství

V potravinářském průmyslu je RFID technologie vhodná pro urychlení některých procesů (např. přepravy a logistiky). Navíc lze díky technologii zmenšovat dopady rizik a také jim aktivně předcházet. Od počátečního identifikování zvířat má RFID tag oproti ušním známčkám výhodu, že jej nelze ztratit a celkový průběh identifikace je rychlejší a bezkontaktní. Po zpracování masa jsou tagy využívány k efektivnímu přesunu masa k zpracovateli. Riziko dodávání zkaženého zboží je snižováno díky teplotnímu čidlu, které je zabudované v tagu a měří, ukládá a předává informace o aktuálním stavu teploty u konkrétního kusu výrobku během přepravy anebo jednoduše vydává signál při překročení teplotního limitu, který byl předem nastaven. Díky tomuto systému je tedy konkrétní kus masa dohátelný jak zpětně, tak směrem dopředu a lze zjistit míru vzniklého rizika (Pešek, 2010, s. 8).

4.13 Green RFID

RFID často hraje zásadní roli v aplikacích a programech, které pomáhají tomu, aby byla naše planeta „zelenější“. Recyklační systémy často využívají právě RFID pro identifikaci palet, dopravních přepravek nebo jiných balení. RFID také přispívají k efektivnímu sledování volně žijících živočichů a pomáhají ke snižování emisí. RFID samotné však čelí několika ekologickým problémům. Hlavní součástí RFID procesoru je anténa obsahující silikon a kovové komponenty, které nejsou biodegradovatelné. Navíc mnoho RFID tagů je umístěno do plastových či dalších materiálů vznikajících na petrochemickém základě. Dokonce i velmi tenké a samolepící tagy jsou vyráběny z tenkých polymerních substrátů, jakými jsou například PVC nebo PET. Všechny tyto materiály nejsou biologicky rozložitelné a z pohledu recyklovatelnosti mohou jakékoli balení učinit nerecyklovatelným. RFID tagy jsou tedy velmi složité na recyklaci, protože obsahují mnoho různých materiálů, které jsou často díky tendenci zmenšování tagů také velmi malé. Tyto malé části se od sebe složitě oddělují a minimalizují tak další možnosti recyklace. V podstatě je tedy složitá recyklace nejen samotných tagů ale i objektů, ke kterým jsou připojeny (CoreRFID, 2009).

Na druhé straně vzniká mnoho iniciativ a výzkumů na téma biodegradovatelnosti tagů. John Rogers, profesor na *University of Illinois*, vede tým výzkumníků, který již pět let vyvíjí kompletně biodegradovatelné elektronické zařízení. Výzkum se původně soustředil na vývoj zařízení, která jsou zaváděna do lidského těla pro pozorování či z jiných terapeutických důvodů. Cílem bylo zajistit takové vlastnosti zařízení, aby mohlo být lidským tělem rozebráno a neškodně absorbováno. Výzkum se poté přesunul k RFID tagům, které jsou méně náročné než většina lékařských senzorů zaváděných do těla. V současnosti je navržen biodegradovatelný substrát i anténa. Poslední fáze výzkumu se soustředí na výrobu biodegradovatelného čipu (Robertí, 2014).

I přes výše zmíněné problémy RFID systémy pomáhají „zelenějšímu“ světu. Podpora RFID u některých systémů snižuje zanechávanou uhlíkovou stopu, zlepšuje recyklování díky řízení odpadů, snižuje emise vozidel, pomáhá řízení přírodních zdrojů, nabádá k opětovnému používání dopravních kontejnerů, sleduje zvířata a tím zajišťuje lepší pozorování klimatických vlivů na přírodu nebo snižuje stavy strojů lepším řízením majetku a aktiv (CoreRFID, 2009).

4.13.1 Příklady “zelených” RFID projektů

Nové příležitosti RFID technologie a její implementací využilo i mnoho „zelených“ projektů. Jedním z příkladů může být *Argonne National Laboratory*, která RFID využívá k monitorování nákladů obsahujících nukleární a radioaktivní látky. Od roku 2010 také *Walmart Stores* využívají RFID technologie a to při dodávání pánských džínů a dalších částí oblečení. Dodávky jsou sledovány, tím je optimalizován proces dodávání zboží a nepřímo jsou tedy snižovány emise CO₂. Další světovou firmou používající RFID je *Nestlé*, které díky technologii kontroluje teplotu a poté snižuje objem znehodnoceného zboží a nákladů spojených se spotřebou energie. RFID čipy se dále používají ve zdravotnictví, kde si pacient nechá zavést čip s informacemi o jeho problémech pod kůži a nosí tak životně důležitá data stále na sobě (Duroc a Kaddour, 2012, s. 93 - 94).

5 Praktická část práce

Praktická část práce je zaměřena na výchozí a cílový stav, tedy před a po zavedení RFID systému v podniku, jehož identita nesmí být v práci uvedena. Z tohoto důvodu je v další části práce označována firma jako podnik B a žádné z výrobků nejsou nazývány konkrétními pojmy. Dále nejsou v praktické části práce uvedeny žádné informace jako například poslání, historie či oblast podnikání firmy, ze kterých by mohla být logicky odvozena identita podniku. Podnik B je společností s ručením omezeným, provozuje na území České republiky šest prodejen a zaměstnává 300 - 400 zaměstnanců. Obrat podniku převyšuje 100 000 tis. Kč.

5.1 Výchozí stav

Před zavedením RFID technologie do podniku B neexistuje systém, který by rychle a efektivně zjistil, kde se nachází konkrétní paleta se zbožím či jednotlivý výrobek. Veškerá identifikace výrobků na skladě i na prodejně probíhá pomocí načítání čárových kódů a to jednotlivě u každého výrobku anebo ručním počítáním kusů, které jsou fyzicky přítomny např. na skladě, na prodejně, při dodávce zboží anebo při převozu na jinou pobočku.

Inventura prodejny a skladu je zaměstnanci prováděna jednou za šest měsíců a trvá přibližně pět hodin. V důsledku lidského faktoru vznikají další např. početní chyby, které celý proces sčítání zboží ještě prodlužují. Inventura tak není prováděna ani rychle ani s minimální chybovostí. Při sledování ztrátovosti v důsledku krádeží neexistuje možnost pro zpětné dohledání konkrétní identity ukradeného zboží.

V případě, kdy přichází do prodejny zákazník s dotazem týkajícím se dostupnosti zboží, je nutné fyzicky vyslat jednoho ze zaměstnanců na sklad. Ten na skladě dále zjišťuje, zda je dané zboží s požadovanými parametry dostupné. Pokud toto zboží není k dispozici, neexistuje další možnost, jak zákazníkovi sdělit, zda bude zboží doručeno v nejbližší očekávané objednávce. Veškeré služby poskytované zákazníkům v rámci této prodejny spočívají v orientaci na skladě, znalosti fyzicky dostupného zboží a ochotě právě přítomného zaměstnance. Při nízkém pracovním nasazení a nezájmu některého ze zaměstnanců tak není v některých případech vyhověno požadavkům zákazníka. Celkově tedy nemusí dojít k uspokojení potřeb zákazníka a dochází ke snížení tržby prodejce, přestože zboží je v daný moment dostupné buď na skladě prodejny anebo na jiné

prodejní pobočce. Další běžnou situací je stav, kdy zaměstnanec z evidence zboží zjistí, že hledaný výrobek je v určitém oddělení skladu, ale fyzicky ho nemůže najít. I přes aktivní zájem zaměstnance najít zboží je tato situace často neřešitelná kvůli velkému množství výrobků na skladě, chybám v zařazování zboží do oddělení na skladě nebo přítomnému nepořádku.

Doplňování zboží ze skladu na prodejnu bez zavedeného RFID systému probíhá dvěma způsoby. Prvním je doplňování zboží v situaci, kdy si zaměstnanec všimne, že některá místa na prodejně jsou prázdná a je nutné doplnit částečně vyprodaný produkt anebo vyložit ze skladu zcela jiný produkt, který nahradí zcela vyprodaný výrobek. Tento způsob doplňování není příliš efektivní, protože většina zaměstnanců je zaneprázdněna provozem prodejny a obsluhou zákazníků.

Druhý způsob doplňování zboží lze označit za více systematický. V pravidelných intervalech (většinou každé dvě hodiny) je pomocí evidence prodaného zboží vytisknut seznam výrobků, které se prodaly od posledního tisknutí tohoto seznamu. Celý proces tisknutí někdy i desítek stránek je časově náročný a značně neekologický z pohledu spotřeby papíru. Orientace ve vytisknutém seznamu a následné vyhledání zboží na skladě je složité, protože takto vytisknutý seznam neuvádí přehledně, v jakém oddělení a části skladu jsou jednotlivé produkty umístěny. Často se tedy stává, že výrobky, které by mohly být již dávno vyskladněné a dány do prodejní nabídky, jsou stále uschovány ve skladu.

Při prodeji zboží bez zavedeného RFID systému je nutné u každého produktu načíst čárový kód a potvrdit správnost zboží v pokladním systému, a dále odstranit bezpečnostní kód tak, aby nedošlo k aktivaci bezpečnostní brány tzv. Interrogation Field.

Celkově lze tedy počáteční procesy týkající se evidence zboží, zákaznického servisu, doplňování zboží apod. popsat jako relativně pomalé a neekologické (a to především při doplňování zboží), dále pro zaměstnance zbytečně složité a pro zákazníky nepřinášející žádnou přidanou hodnotu.

5.2 Cílový stav

Po zavedení systému RFID do podniku B jsou jeho možnosti a nástroje pro sledování objektů díky této technologii následující. Na každém ze dvou pater prodejny jsou nainstalovány Wifi routery a přijímací antény. V prodejně jsou dále nainstalovány dvě pracovní stanice (počítače), skrze které je možné komunikovat s RFID čtečkami. Jedna pracovní stanice se nachází na skladě a druhá přímo na prodejně, přičemž ke každé z nich jsou připojeny dva adaptéry pro RFID čtečky. Adaptéry fungují též jako nabíjecí stanice pro čtecí zařízení.

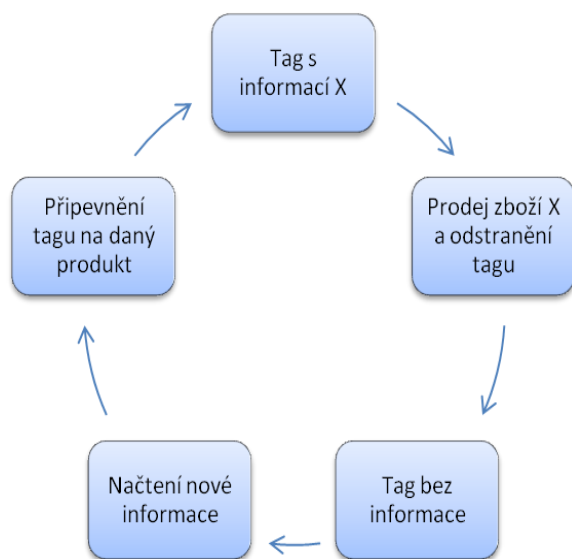
Veškerá čtecí zařízení, která byla vybraná pro tuto prodejnu, jsou mobilní a skládají se ze samotného čtecího zařízení a z volně připojitelného držadla. Po spojení těchto dvou částí tedy vzniká zařízení podobné „pistoli“, ze které zaměstnanci vysílají signál směrem k tagům připevněným na produktech. Téměř ve všech případech používání čteček jsou ovládány s připojeným držadlem. Manipulace se samotnou čtečkou bez držadla je tak spíše výjimečná a dochází k ní spíše v situacích, kdy není zařízení zcela funkční a je například nutné vyměnit či na určitou dobu vyndat baterii, lépe uzavřít krytku baterie apod.

Dále je čtečka vybavena klipem, díky kterému je možné toto zařízení nosit připevněné za pásek či okraj kalhot. Každé čtecí zařízení je vybaveno vlastní baterií a na skladě jsou dále zaměstnancům k dispozici další dvě náhradní baterie. Čtecí zařízení je možné propojit i s přenosnou tiskárnou malých rozměrů. Ta je využívána především k tisknutí cenovek k výrobkům, které byly naskenovány pomocí RFID. Samotná tiskárna je také vybavena klipem, díky kterému mohou mít zaměstnanci tiskárnu stále při sobě (například za opaskem) a tím je zajištěna vysoká mobilita zaměstnanců a ušetřen čas, který by zaměstnanci strávili přecházením z různých částí prodejny k tiskárně.

Čtecí zařízení umožňuje nastavit tři stupně síly signálu. První stupeň představuje nejmenší rozsah načítání a při jeho používání je pro načtení tagu v podstatě fyzický dotek čtečky a plastového krytu tagu. Načítání při tomto malém rozsahu je využíváno především v oblastech, kde hrozí nechtěné načtení dalších tagů (například v blízkosti zdi oddělující sklad od prodejny). První stupeň lze využít také k načtení právě jednoho produktu, o kterém zaměstnanec potřebuje získat informaci. Často se jedná o případy, kdy je v tagu načtena chybná informace o produktu, kterou je nutno změnit. Právo ke změně informace o produktu má pouze vedoucí pobočky a jeho zástupce. Druhý stupeň síly signálu dokáže

zachytit tagy ve vzdálenosti přibližně do tří metrů. Tento rozsah signálu je užíván při běžném skenování prodejny či skladu. Třetí stupeň signálu načítá tagy vzdálené až pět metrů. Jeho využívání je potřebné v situacích, kdy je nutno načíst velké množství tagů v krátkém čase. Při plné síle signálu je nutné dbát na nasměrování čtecího zařízení a vyhýbání se oblastem, ve kterých by mohlo díky silnému signálu dojít k nezáměrnému načtení jiných tagů. V takovém případě vzniká nesoulad mezi skutečným stavem zboží na skladě či na prodejně a stavem v systému. Obecně je nutné podotknout, že po každém transferování zboží je nutné přes Wifi synchronizovat aktuálně načtená data tak, aby každý další pracovník, který má k dispozici jinou čtečku, disponoval platnými daty. V reálném chodu prodejny to znamená, že po každém transferu stačí potvrdit akci tlačítkem „synchronizovat“, popřípadě synchronizovat čtečku preventivně před každým transferem.

Podnik B po implementaci technologie kombinuje EAS a RFID, využívá pasivní hard tagy u větších produktů a u menších výrobků jsou používány nalepovací labely. Hard tagy jsou používány především z důvodu ochrání čipu, který se nachází uvnitř. Oba dva typy tagů jsou odstraňovány při prodeji. Nalepovací label již není znovu použitelný na rozdíl od hard tagů, které jsou po vymazání informace znovu vráceny do procesu identifikace objektů. Do těchto hard tagů je možné opětovně načítat informace o výrobku, který aktuálně označuje. Schéma recyklování tagů je znázorněno na Obrázku 7. Takovéto opětovné používání tagů je pro podnik efektivní a šetří náklady na pořízení nových tagů.



Obrázek 7: Schéma opětného užití tagu (vlastní zpracování)

Navíc jsou v podniku B k RFID technologii nainstalovány aplikace do mobilních dotykových zařízení, které se synchronizují společně se synchronizací RFID, a které díky Wifi routerům mají nově dostupné informace v reálném čase. Aplikace v těchto zařízeních stále využívají čárových kódů k identifikaci produktu a skrze ně pomáhají zaměstnancům v efektivnějším doplňování zboží ze skladu na prodejnu a dále jsou používány pro poskytování rychlejšího a interaktivního zákaznického servisu. Toto zařízení má k dispozici každý zaměstnanec ve své pracovní době tak, aby mohl rychleji získávat informace o nabízených produktech.

Při prodeji zboží (označeného hard tagy) již po zavedení RFID není potřeba skenovat jednotlivé čárové kódy, protože k načtení informací o produktu dochází skrze systém již při fyzickém odebrání hard tagu. U menších produktů, označených nalepovacími labely je stále nutné načítat jednotlivé čárové kódy a provést jeho deaktivaci. I po zavedení RFID je stále nutné chránit produkty bezpečnostními alarmy, které jsou při prodeji odebírány stejným způsobem jako před zavedením.

Odhadované náklady na počáteční pořízení šesti UHF čtecích zařízení, tří antén a 2000 pasivních tagů s možností opětovného nahrání informace se pohybují přibližně od 195 000 Kč do 217 000 Kč s DPH (viz Tabulka 2). Celková výše nákladů se odvíjí od typů tagů a kvality použitých čtecích zařízení. Dalšími nutnými náklady na systém jsou samozřejmě náklady na instalaci, rozvod sítí, middleware a aktualizaci softwaru.

	Cena	Počet ks	Celkem
Čtecí zařízení Chainway c4050	25 507 Kč	6	153 042 Kč
Anténa	4 000 - 6 000 Kč	4	16 000 - 24 000 Kč
Read Write tag	13 - 20 Kč	2000	26 000 - 40 000 Kč

Tabulka 2: Odhad nákladů na RFID čtečky, antény a tagy (vlastní zpracování)

5.3 Hlavní oblasti aplikace RFID

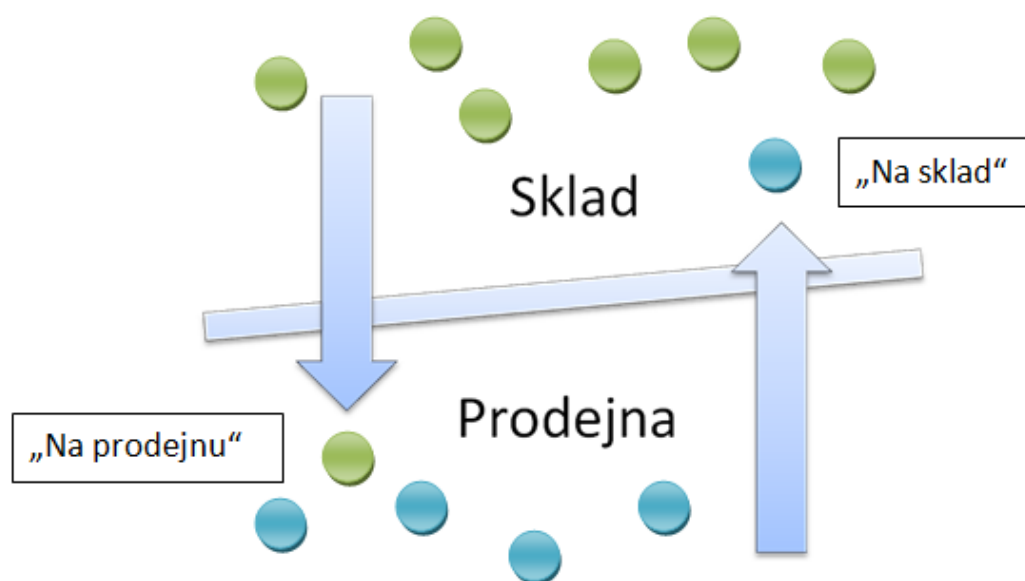
5.3.1 Balení a dodání zboží

RFID systém v podniku B je součástí pěti základních oblastí prodejního procesu. Tagy jsou nejdříve umístěny na výrobky v procesu balení. Jednotlivé kusy jsou poté zabaleny do krabice, která je opatřena dalším kódem. Po přijetí této krabice zaměstnanci na prodejně a po načtení jejího kódu jsou zaměstnanci ihned přístupné informace o tom, jaké produkty a v jakých variantách jsou dodávány právě v tomto balení. První částí, ve které je RFID implementováno, je tedy identifikace objektů při balení výrobků, jejich kompletaci do krabic a při následném příjmu na prodejnu.

Poté, co je dodávka přijata, je nutné potvrdit na čtecím zařízení příjem této dodávky a transferovat veškeré nově přijaté zboží „na sklad“. Zboží nemusí být fyzicky přítomné na skladě, neboť velikost krabic to ani nedovoluje. V systému se však toto zboží musí nejdříve transferovat na sklad a teprve po vybalení z krabic tyto produkty i fyzicky na sklad umístit. Dochází tak k částečnému časovému nesouladu mezi systémovým a fyzickým stavem zboží na skladě a na prodejně. Běžné transferování tagů (tedy v situacích nezahrnujících příjem zboží) je však nutné provádět následovně: tagy nově transferované „na sklad“ je nutné transferovat vždy až po překročení hranice skladu, jinak by došlo k transferu i těch tagů (resp. výrobků), které zůstávají na prodejně. To platí i naopak: tedy při transferování výrobků nově „na prodejnu“ je nutné tyto výrobky vynést ze skladu a transferování provést až za hranicemi skladu, v opačném případě, by byly transferovány i ty tagy (resp. výrobky), které zůstávají fyzicky na skladě. V obou případech jsou samozřejmě transferovány i tagy, které jsou již přítomné buď v prostorách skladu anebo na prodejně. Dodržování tohoto pravidla je základním předpokladem pro efektivní využívání RFID technologie pro sledování zboží na skladě a na prodejně.

Obrázek 8 názorně ukazuje toto pravidlo transferování. Při přesunu jednoho produktu ze skladu na prodejnu (zelený bod mezi modrými) je nutné tento výrobek transferovat až za hranicemi skladu. Naopak výrobek, který je zaměstnanci uklízen zpět na sklad (modrý bod mezi zelenými), je nutné transferovat až mimo území prodejny. Při nedodržení tohoto pravidla, například neprovedení transferu nově vydaného výrobku ze skladu či jeho transferování ve špatné zóně, vzniká nesoulad mezi faktickou přítomností produktů na prodejně (resp. na skladě) a dostupnými informacemi v RFID čtečce. I z tohoto důvodu jsou v podniku B v pravidelných intervalech prováděny jakési kontrolní

transfery, aby došlo k synchronizaci faktického a systémového stavu zásob. V některých situacích (při velké denní tržbě a malém počtu pracovníků na prodejně, při častých výpadcích Wifi spojení, nedokončení synchronizace transferu apod.) je v rámci těchto kontrolních transferů načteno i několik desítek produktů. Při nedostatečném provádění těchto transferů dochází ke zmateným situacím, ve kterých pracovník skladu hledá zboží, které už má pracovník prodejny dávno u sebe.



Obrázek 8: Schéma transferování „na sklad“ a „na prodejnu“ (vlastní zpracování)

5.3.2 Doplnování zboží

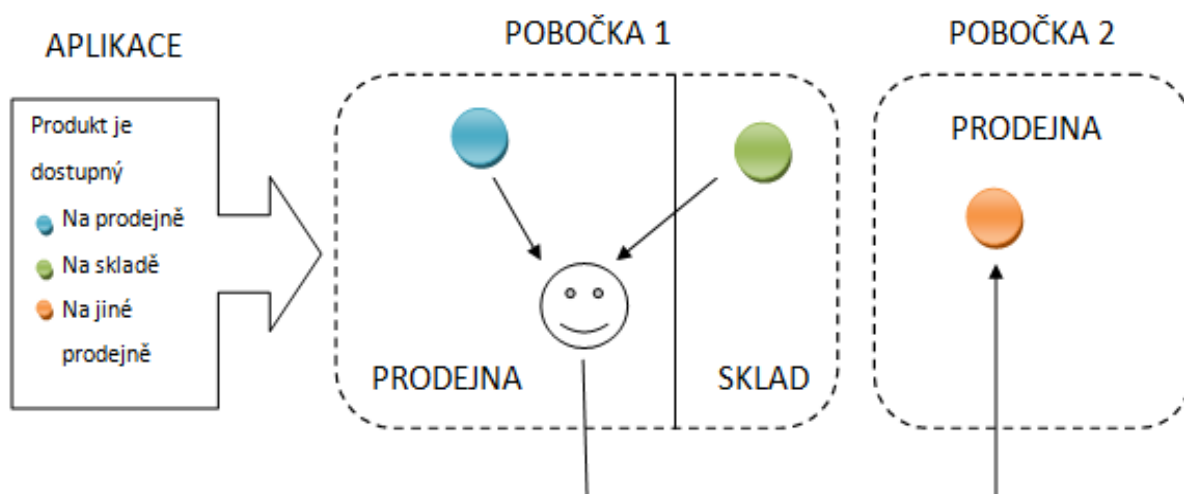
Po správném provedení transferů jsou tedy zaměstnanci k dispozici informace o tom, které produkty a v jakých variantách jsou aktuálně přítomné na skladě nebo přímo na prodejně. Po přijetí, rozbalení a uklizení výrobků na sklad je dále proveden transfer tagů. Nové informace jsou zpracovány a přeneseny pomocí Wifi routerů až do aplikací v přenosných dotykových zařízeních. Každý zaměstnanec tak může zjistit, které produkty lze nově doplnit ze skladu na prodejnu (např. u velmi žádaného zboží, jehož některé varianty byly až do doby nové dodávky zboží vyprodané). Přehledná aplikace uvádí v jakém oddělení skladu je zboží umístěno a nabízí možnost označení dané položky jako nalezené, a tím je proces doplňování značně usnadněn. Navíc je možná zpětná kontrola doplněného zboží nebo předání zařízení dalšímu zaměstnanci, který může pokračovat v doplňování tam, kde přestal předešlý pracovník. RFID systém je tedy vhodně propojen se

zaměstnaneckou aplikací a stává se tak součástí doplňovacího systému aktuálně chybějícího zboží na prodejně.

5.3.3 Služby zákazníkům

Třetí oblastí, ve které je RFID systém implementován v podniku B je oblast zákaznického servisu. Díky dostupnosti informací v reálném čase je zaměstnanec schopen díky své aplikaci zjistit, zda zákazníkem hledaný produkt není dostupný na skladě nebo na jiné prodejně. Veškeré informování probíhá bez fyzického přesouvání zaměstnance, který tak neustále zůstává v osobním styku se zákazníkem.

Díky informacím z RFID zaměstnanec vidí, jaké produkty, v jaké variantě a v jakém množství jsou dostupné na prodejně, vlastním skladu či jiné pobočce. Zákazník tak získává okamžitě informace o jím hledaném produktu. V případě přítomnosti na prodejně zaměstnanec sám vyhledá produkt a předá ho zákazníkovi. Při dostupnosti zboží ze skladu, je kontaktován pracovník skladu, který dále předá výrobek zákazníkovi. V případě, že hledané zboží není k dispozici ani na prodejně ani na skladě, jsou zkontrolovány díky RFID i prodejny ostatních poboček a popřípadě zákazníkovi poskytnuta informace o dostupnosti produktu na jiné pobočce. Všechny možnosti, které uspokojí zákaznickou potřebu, jsou znázorněny na Obrázku 9. V případě, že zboží není k dispozici na žádné z prodejen, je tu díky RFID další způsob, jak předat více informací zákazníkovi. Každá dodávka je monitorována a zaměstnanec má možnost na pracovní stanici přesně zjistit, jaké zboží a datum, kdy bude dodáno. Zákazník je poté informován o možnosti přijít v den dodání zboží a produkt zakoupit.



Obrázek 9: Schéma poskytování zákaznického servisu (vlastní zpracování)

5.3.4 Inventura

V rámci provádění inventury prodejny i skladu pomáhá RFID snížit počet pracovníků i celkový čas potřebný k získání výsledků o fyzickém stavu zboží na pobočce. Při inventuře je několik zaměstnanců pověřeno projitím celého obchodu včetně skladu se čtecím zařízením zapnutým na nejvyšší stupeň signálu. Po provedení synchronizace všech čteček je možné zjistit výsledky. Zboží, u kterého neodpovídá fyzický stav stavu v systému, je nutné použít vyhledávací funkci čtečky. Ručně je zadán specifický kód produktu do čtečky, která poté vysílá signál a hledá tag odpovídající zadanému kódu. Při přibližování se hledanému produktu se zmenšují zvukové intervaly vydávané čtecím zařízením. Při přiložení čtečky přímo na hledaný tag vydává zařízení jednoduchý signál oznamující úspěšné nalezení tagu a ne vždy výrobku. V některých případech je totiž v důsledku krádeží nalezen tag například na jiném výrobku, který tak nese tagy dva - jeden vlastní a druhý z již nepřítomného zboží. Pokud ani tímto hledáním nebyl tag (resp. výrobek) nalezen je nutné přepočítat zboží ručně. Přesto je toto ruční počítání oproti inventuře bez RFID prováděno významně méně. Navíc je po zavedení RFID prováděna inventura v podniku B v menších časových rozestupech.

Před zavedením RFID bylo nutné vyhradit pět hodin na provedení inventury, nyní je inventura provedena za dvě hodiny a počet potřebných zaměstnanců snížen na jednu čtvrtinu. Inventura prodejny a skladu se po zavedení systému neprovádí jednou za šest měsíců, ale jednou za šest týdnů.

5.3.5 Bezpečnost

Na oblast inventury úzce navazuje obecnější téma bezpečnosti. Po provedené inventuře lze totiž díky tagům nalezených bez výrobku zjistit, které konkrétní kusy daného zboží byly z prodejny či skladu odcizeny. Vedení podniku tak na základě těchto výsledků neumísťuje nejvíce kradené typy zboží například k východům z prodejny a dále vede statistiky o krádežích zaměřující se nejen na typ zboží, ale také místo a přibližný čas krádeže. Na druhé straně je nutné podotknout, že některé zboží je přijato v důsledku chyby bez RFID kódu, takové zboží, pak zpravidla zaměstnanci podniku B naleznou později a přidělí mu RFID tag již přímo na prodejně. Nastávají však i případy, kdy toto neoznačené zboží není nalezeno a stává se tak snadným cílem zlodějů.

5.4 Klíčové přínosy zavedení RFID

Implementace RFID v podniku B přinesla zlepšení v mnoha oblastech dodavatelského řetězce i řízení podniku. Dále jsou přínosy rozděleny na výhody plynoucí ze zavedení RFID pro zaměstnance podniku B a jeho zákazníky.

5.4.1 Logistika a řízení objednávek

Díky RFID je možné získat rychlé informace o tom, jaké zboží a v jakých variantách bude přijato při převzetí další dodávky. Tento celkový přehled o dodávaném zboží a jeho aktuální pozici je využíván pro plánování vzhledu prodejny a umístění zboží na prodejní ploše. Dále RFID vylepšuje proces dodávání zboží a to především v přehledu o počtu kusů a jejich aktuálním pohybu od dodavatele k podniku B. V pracovní stanici na prodejně lze tedy po implementaci zjistit, které zboží bude v nejbližší době doručeno na pobočku a na základě těchto informací fyzicky přizpůsobit prodejnu i sklad na přijetí zboží.

Díky RFID jsou dále získávány přehledné statistiky o prodaném zboží. Statistiky jsou tisknuty jak za celý pracovní den, tak za uplynulý měsíc. Na základě denních statistik jsou odesílány zprávy vedení podniku B, které poté přizpůsobí objednávky nového zboží zájmům spotřebitelů. Dodávané zboží má tedy vyšší pravděpodobnost prodeje a zaměstnanci i vedení získávají lepší přehled o produktech, které jsou pro zákazníky atraktivní. Vedení prodejny tak díky lepšímu zacílení prodeje může dosáhnout na vyšší denní tržby. Řadoví zaměstnanci díky aplikaci v chytrém zařízení mohou po načtení kódu přehledně sledovat počet kusů na prodejně, počet kusů na skladě a především počet prodaných kusů celkem.

Dalším přínosem RFID je možnost nastavení počtu kusů od konkrétního zboží v daných variantách, které mají být přítomny na prodejně resp. nastavení nevystavování zboží a pokyn k jeho ponechání na skladě. V případě, že zákazník koupí kus zboží, které je nastaveno v daném počtu kusů „na prodejnu“ a na skladě je přítomný další kus tohoto výrobku, zobrazí se v zaměstnanecké aplikaci příkaz k jeho doplnění. Propojením RFID s touto aplikací získal podnik B možnost snadného a přehledného doplňování zboží ze skladu na prodejnu. V podniku B jsou tedy díky RFID a zaměstnanecké aplikaci splněny předpoklady pro efektivní doplňování. Celkově tak RFID vnesla do procesu řízení dodávek a doplňování zboží především rychlost a menší chybovost.

5.4.2 Pro zaměstnance

Pro zaměstnance podniku B znamená implementování RFID technologie především zjednodušení manuálně vykonávané práce, více možností v rámci zákaznického servisu a úsporu času související s rychlostí prováděných pracovních činností.

Co se týče zjednodušení manuálních činností, jedná se především o příjem zboží, zjišťování inventurního stavu zásob a doplňování výrobků ze skladu. Při příjmu zboží již není nutné načítat jednotlivé čárové kódy připojené ke zboží a v podstatě ručně provádět sčítání. Díky RFID jsou vždy v den inventury připravena a plně nabitá čtecí zařízení. Odpovědný zaměstnanec poté ihned po přijetí zboží naskenuje kód. Skrze tento kód jsou do systému synchronizovány informace o tom, jaké zboží by mělo být přítomné právě v tomto dodávaném balíku. Přes RFID jsou pak během několika vteřin zaměstnancem načteny tagy u zboží z tohoto balíku a systém vyhodnotí shodu (resp. nenalezení některého z tagů). Zboží je tak oproti ručnímu skenování načteno v kratším čase a se zapojením jen jednoho pracovníka. Nevznikají tak neshody mezi zaměstnanci o tom, které zboží již bylo naskenováno. Tyto spory před zavedením RFID ještě více prodlužovaly dobu nutnou k sečtení aktuálně dodávaných výrobků.

Podobné výhody plynou pro zaměstnance podniku B i při zjišťování skutečného a inventurního stavu zboží. Již není nutné jednotlivě skenovat kódy na zboží, protože RFID čtečky umožňují hromadné načítání informací z tagů. Při začátku inventury jsou zaměstnanci rozděleni do týmů (v některých případech pouze na jednotlivce). Každý tým či samotný zaměstnanec je poučen o tom, kterou část pobočky má za úkol naskenovat tedy transferovat do systému (např. první patro vpravo, první patro vlevo, přízemí, sklad přední část, sklad zadní část apod.).

Po provedení těchto transferů je nutné dokončit jejich synchronizaci tak, aby každé čtecí zařízení a pracovní stanice disponovaly stejnými informacemi. Po synchronizování dat, které v tomto případě může trvat i několik minut, je systémem vyhodnocen stav zboží a rozdíly vzniklé mezi skutečným stavem zboží a stavem v systému. Pokud u některého typu zboží nebylo dosaženo shody, provedou u těchto „problémových“ položek zaměstnanci kontrolu fyzicky přítomného zboží na pobočce.

Existují tři možné případy řešení těchto nesrovnalostí. První dvě situace jsou velmi podobné. V první situaci je produkt přítomen na prodejně a pouze chybí jeho

označení RFID tagem. Zaměstnanec připevní na produkt tag a vedení prodejny načte správnou informaci o tomto produktu. Inventurní stav nyní odpovídá stavu systémovému. V druhém případě je produkt přítomen na prodejně, je označen RFID tagem, ale v tagu není načtena informace o produktu. V podstatě je toto zboží označené „prázdným“ tagem. RFID čtečkami je tak vnímáno jako neoznačené, jelikož neexistuje informace, kterou by bylo možné načíst. Vedoucí pracovník načte do tagu správnou informaci a tím je srovnán stav faktický i stav systémový.

Třetí možnou situací je nenalezení produktu ani jeho tagu (odhalení krádeže) a je nutné provést systémovou korekci. Vedoucí pracovník smaže ze systému toto zboží, podá o tomto vymazání informaci vedení (v rámci celkové zprávy o inventuře) a tím je opět srovnán stav fyzicky dostupného zboží na pobočce a stavu zboží v systému. Pro zaměstnance, tak RFID díky rychlé inventuře a odhalení nesrovnalostí přináší méně chybné informace o tom, jaké zboží mohou aktuálně nabízet zákazníkům.

Výhody po implementaci RFID při doplňování zboží jsou také významné. Po správném provedení transferů prodejny i skladu, synchronizování a nastavení počtu požadovaných kusů přítomných na prodejně, lze jednoduše zjistit položky právě chybějící na prodejně. Zaměstnanec otevře aplikaci v „chytrém“ zařízení a v té přehledně nalezne nejen položky, které je potřeba doplnit ze skladu, ale i název části skladu, ve které jsou umístěny. Pomocí zaškrtačacích polí si zaměstnanec každou nalezenou položku označí a získá přehled o právě doplňovaných produktech. Doplnění tak probíhá bez zbytečného tisku na papír a je ušetřen i čas potřebný k doplnění zboží. Po nalezení položek provede zaměstnanec transfer „na prodejnu“ a synchronizuje data přes anténu a Wifi. Ostatní zaměstnanci tak po připojení svých zařízení k Wifi a otevření aplikace vidí informace o aktuálním stavu zboží na prodejně.

Správně synchronizované a transferované tagy tak vedou k přesným informacím, které mají zaměstnanci k dispozici. Vzhledem k celkem rutinnímu charakteru práce na prodejně patří k motivaci zaměstnance i uspokojování zákaznických požadavků a přání. K tomu je využíváno právě přesných a dostupných informací o přítomnosti (resp. nepřítomnosti) daných výrobků na prodejně. Zaměstnanec bývá často osloven zákazníkem s dotazem týkajícím se přítomnosti některého z výrobků v konkrétní variantě na pobočce či na skladě. Pokud si zákazník již předem zjistil číslo výrobku na webových

stránkách podniku B, zaměstnanec pouze zadá toto číslo do své aplikace a ihned vidí, kolik kusů zboží je přítomno u něj na prodejně nebo na skladě a dále také, kolik přibližně je přítomno kusů na jiných prodejních. Zaměstnanec má také díky RFID k dispozici informace o tom, zda je produkt přítomný na prodejně nebo prozatím uchovávan na skladě. To zaměstnanci odstraní problém týkající se přítomnosti produktu na skladě či na prodejně. Další výhodou RFID je možnost označení konkrétního tagu resp. výrobku, který byl dán do úschovy či rezervace na přání zákazníka. Pokud jiný zákazník hledá právě toto odložené zboží, zaměstnanec jej na základě své aplikace informuje o tom, že jím hledaný produkt je právě v rezervaci a dále již na základě přečtení lístku o rezervaci předá zákazníkovi informace o čase, do kterého je výrobek odložen pro jiného zákazníka.

Celkově tak zaměstnanec může díky informacím z RFID systému poskytovat lepší zákaznický servis a tím uspokojit nejen zákazníka, ale i sebe. RFID lze tedy vnímat i jako nástroj motivující zaměstnance k vyššímu pracovnímu nasazení.

Dalším přínosem pro zaměstnance implementováním RFID technologie do podniku B je snazší dohledávání výrobků, které nejsou na místě, kde by měly být. Jedná se například o výrobky špatně zařazené na skladu po přijetí zboží nebo jednoduše takové výrobky, se kterými bylo nedbale zacházeno ze strany zaměstnanců (například spadnutí produktu ze skladovací police, neúmyslné umístění produktu pod polici apod.). Takto špatně viditelné výrobky se samozřejmě dostávají do listu produktů určených k doplnění nebo jsou požadovány zákazníky jako každý jiný výrobek. V tomto případě však zaměstnanec nenalezne produkt na svém místě a je nutné ho dohledat. Bez RFID byla tato činnost časově náročná a často nepřinášela žádné výsledky. Produkt tak nebylo možné ani doplnit ani vyndat ze skladu na přání zákazníka.

S RFID existuje možnost, jak výrobek vyhledat (zadáním kódu a následným skenováním). Činnost je také časově náročná, neboť je nutné projít celý sklad popřípadě i prodejnu a dále sledovat signál, který naznačuje bližší polohu hledaného výrobku. Výhodou je, že po zaznění zvukového signálu z čtečky zaměstnanec ví, že výrobek je opravdu přítomen například na skladě, a že nedošlo k jeho krádeži (a jeho vyhledávání tak není zcela zbytečné). Se snižujícím se intervalem signálu pak zaměstnanec ví, že se nachází v okolí hledaného výrobku a svou energii na vyhledání produktu investuje právě

v oblasti, kde je zvukový signál nejsilnější. Výsledky vyhledávání s RFID čtečkou vedou k více nalezeným kusům „ztraceného“ zboží než před implementací.

Pro pracovníky pokladny přineslo RFID ulehčení při markování produktů. Zaměstnanec již nenačítá u většiny produktů čárový kód, nýbrž při odstraňování hard tagu nesoucího informaci je automaticky tento produkt načten do pokladního systému. Povinnost načítat čárové kódy zůstala pouze u menších výrobků, které jsou označeny nalepovacími labely. Tyto labely je navíc nutné deaktivovat společně s deaktivováním dalších bezpečnostních alarmů.

5.4.3 Pro zákazníky

Ze zákaznickova pohledu je hlavním přínosem zavedení RFID do podniku B především možnost zjistit aktuální umístění hledaného výrobku a to buď přímou návštěvou podniku a vyhledání zaměstnance na prodejně nebo zjištěním referenčního čísla výrobku na webových stránkách podniku B a následným zatelefonováním na jednu z poboček. Zaměstnanec podniku B poté podá na základě aktualizace RFID čtečky a aplikace v chytrém zařízení zákazníkovi informace o hledaném produktu. Tyto informace jsou díky RFID systému přesnější a především rychlejší než před jeho implementací. Zákazník tak disponuje lepšími informacemi získanými v kratším čase.

Zákazník podniku B, který vlastní smartphone nebo jiné „chytré“ zařízení má navíc možnost stáhnout si zdarma do svého přístroje aplikaci od tohoto podniku. V aplikaci je v případě připojení k internetu samozřejmě k dispozici produktový katalog včetně aktuálních cen a slev, a dále vyhledávač nejbližších poboček podle současné polohy zařízení. Navíc může zákazník v aplikaci využít příkazu *Scan*. Po kliknutí na příkaz je v zařízení otevřeno okno, skrze které lze naskenovat čárový kód nebo QR kód produktu⁷.

Po načtení kódu vidí zákazník na obrazovce fotografii produktu a možnost získat další informace o výrobku. Po otevření *více informací* je na zařízení zobrazeno referenční číslo výrobku, jeho základní popis a další možnosti jakými jsou například sdílení (na sociálních sítích, přes e-mail apod.), informace o tom, jak zacházet s produktem a také informace o dostupnosti produktu. Pro zjištění dostupnosti je nejdříve nutné zadat hledanou variantu produktu a dále polohu (např. město), v jejímž okolí bude produkt

⁷ Referenční kód produktu, lze do aplikace zadat i ručně přes číselnou klávesnici.

vyhledán. Po nalezení shody je zobrazen seznam poboček podniku B, kde lze požadovanou variantu produktu s vysokou pravděpodobností nalézt. Aplikace dále zákazníkovi doporučuje, aby se sám ujistil o dostupnosti produktu přes telefon. Kontakt je zobrazen zákazníkovi ihned po kliknutí na vybranou pobočku. Informace o dostupnosti produktů jsou zajišťovány právě skrze RFID a například při výpadku spojení se skutečný stav od stavu uvedeného v aplikaci může lišit. I přesto je zákazníkovi k dispozici velmi rychlý a spolehlivý systém, přes který lze zjistit dostupnost vyhledávaného výrobku.

5.4.3.1 Zájem zákazníků o RFID

Pro zákazníky je tedy RFID také přínosem, i když je patrné, že mnoho z nich neví o zavedení RFID do podniku B. V některých případech v průběhu praxe v podniku B byl však zaznamenán zájem zákazníků o provádění transferů a zaměstnancům byly kladeny dotazy ze strany zákazníků ohledně čtecích zařízení a způsobu načítání tagů či principu fungování celého systému. V jiných situacích byli zákazníci překvapeni vybaveností zaměstnanců chytrými zařízeními a jejich vhodným používáním k zjišťování informací pro zákazníky. Jiní již více znalí zákazníci naopak rádi využívali pomoci zaměstnanců a již s předstihem si zjišťovali referenční čísla produktů tak, aby po vstupu do prodejny pouze vyhledali zaměstnance, který jim rychle zjistí více informací o konkrétním výrobku popř. o jeho dostupnosti. Využívání mobilní aplikace a samostatné skenování kódů bylo zaznamenáno v průběhu praxe jen velmi zřídka.

5.5 Riziko nesprávného zacházení a nevýhody RFID

Zavedením RFID získal podnik B mnoho výhod, na druhé straně jsou v běžném používání RFID systému patrná i rizika, která plynou z nesprávného zacházení s RFID a další možné nevýhody zavedení RFID systému.

Mezi hlavní rizika nového systému patří nezáměr o něj ze strany zaměstnanců, ať už z pohledu technického nebo ryze praktického. Často tak v běžném provozu pobočky podniku B dochází k několika situacím, které funkčnost a výhody plynoucí z implementace RFID omezují. Prvním příkladem nesprávného zacházení se systémem RFID v podniku B je zapomínání na nutné nabíjení čtecích zařízení, tedy jejich neumístění do adaptérů spojených s pracovní stanicí. Nastávají tak situace, kdy jsou čtečky vybité nebo disponují pouze malou energií. V případě, že všechna čtecí zařízení se v důsledku nedbalého zacházení naráz vybijí, dochází z důvodů čekání na nabití zařízení k větším a relativně zbytečným časovým prodlevám mezi potřebným transferováním skladu či obchodu.

S nedbalostí zaměstnanců souvisí i padání čteček na zem a jejich následná nefunkčnost. Zaměstnanci mají často jen málo času na provedení transferu anebo operují s čtečkami v menším prostoru, ve kterém není místo na odložení čtečky. Dochází tak ke zbrklému odkládání čtecích zařízení na různé police či stoly, ze kterých jsou poté čtečky nedopatřením některým zaměstnancem shozeny na zem. Dopad na tvrdou zem pak často způsobí fyzické poškození čtečky (například odlomení klipu či krytky baterie) anebo vede k nefunkčnosti celého zařízení. V některých situacích je čtečka zaměstnancem upuštěna přímo z ruky. Tento problém souvisí i s vahou čtecího zařízení, které by ideálně mělo být lehčí.

Jiným typem rizika spojeného s nesprávným používáním RFID je neposkytnutí základního školení o technologii a žádaném zacházení s čtecími zařízeními. Řada zaměstnanců podniku B tak často používá RFID nesprávně a v podstatě narušuje chod systému. Jedná se například o situaci, kdy zaměstnanec v blízkosti hranice skladu a prodejny provádí transfer s plným rozsahem signálu. Tento transfer je zaměstnancem uložen a synchronizován do ostatních zařízení. Došlo například k transferu „na sklad“ položek, které jsou však fyzicky přítomny na prodejně. Zaměstnanecká aplikace na doplnění zboží automaticky tyto položky zařadí do seznamu položek nutných k doplnění a zaměstnanec skladu jde tyto položky vyhledat. Buď jsou tyto výrobky

zaměstnancem skladu nalezeny a vyndány ze skladu na prodejnu anebo je zaměstnanec skladu nemůže na skladě najít. V prvním případě dochází k fyzickému přeplnění prodejny těmito produkty a je nutné je opět vrátit do skladu, v případě druhém hledá zaměstnanec skladu výrobku, které jsou již dávno na prodejně a další kusy na skladě již nejsou k dispozici.

Obdobné problémy jsou způsobeny i synchronizováním dat na místech bez signálu (například schodiště mezi jednotlivými patry), kdy signál není dostatečný k přenesení dat z jednoho zařízení do ostatních. Provedený transfer, který nebyl synchronizován, je nutné provést znova. V případě, kdy nebyl synchronizován transfer nově vyskladněných produktů a nesprávná synchronizace byla odhalena až po větším časovém úseku, zvyšuje se pravděpodobnost, že vyskladněné výrobky jsou již každý umístěn na své pozici v prodejně a transfer již trvá déle než při hromadném vyskladnění výrobků. Podobné situace vznikají i při transferování skladu v podniku B, ve kterém jsou umístěny kovové police pro skladování zboží. Skrze kov signál neprochází a je tedy nutné čtečku směřovat mezi kovové police tak, aby signál načel všechny přítomné tagy. Někteří zaměstnanci však nevědí o tomto problému a sklad transferují běžným způsobem. Při vyšším výskytu špatně provedených transferů poté dochází v podniku B k narušení efektivního fungování RFID systému a zaměstnanci jsou vystaveni většímu množství fyzické práce než by bylo zapotřebí.

Posledním problémem v zacházení s RFID je neznalost fungování softwaru propojeným se čtecím zařízením. Zaměstnanci podniku B často zahlcují přístroj více příkazy najednou a tím zpomalí jeho celkovou činnost. V situacích, kdy přístroj přestane odpovídat, zaměstnanci přechází k řešení pomocí „tvrdého“ vypnutí. Časté využívání tohoto postupu má za následek nejen časové ztráty při čekání na opětovné naběhnutí systému v zařízení, ale také celkově postupné zpomalování práce přístroje.

Mezi rizika či nevýhody spojené se zavedením RFID, za které nenesou vinu řadoví zaměstnanci podniku B, patří především selhání síťového připojení a neaktualizování softwaru. V podniku B nastávají situace, kdy je přerušeno wi-fi spojení. Ve chvíli, kdy je tato skutečnost zjištěna řadovým zaměstnancem, jsou problémy s připojením nahlášeny vedení. Pokud kdy není v silách vedoucích pracovníků opět spustit připojení k síti, dochází k několika pro zaměstnance nepříjemným povinnostem.

Každý zákazník, který nyní přijde s dotazem týkajícím se například dostupnosti zboží, neobdrží jím požadované informace a zaměstnanec na prodejní ploše se tak musí omlouvat za vzniklé potíže. Někteří zákazníci jsou již na RFID systém tak zvyklí, že dochází k jejich výraznému zklamání při jeho nefunkčnosti. Výjimečně dochází i k nevhodnému chování ze strany zákazníka a zaměstnanec se pak dostává do těžké psychické zátěže, neboť bez připojení k systému nejsou informace o produktech tak snadno dostupné.

Další přitížení při výpadku je patrné při doplňování zboží. Je nutné vytisknout seznam položek, které mají být doplněny, a celý proces je prováděn starým způsobem, který je časově náročnější. Vedení prodejny je poté nespokojeno, neboť doplňování neprobíhá dostatečně rychle a zaměstnanec je opět vystaven vyššímu psychickému, ale také fyzickému vypětí. Dále byly zaznamenány případy, kdy zaměstnanec, který byl pověřen doplněním zboží, byl v pracovním poměru již od doby, kdy bylo zavedeno RFID. Tento zaměstnanec tudíž neměl informace o tom, jak je doplňování prováděno bez RFID systému. Tato neznalost vede k dalšímu časovému prodloužení celého procesu. Celkově tak při nemožnosti připojení zaměstnanců k systému dochází k neuspokojení zákazníků a větší frustraci a nižší motivaci pracovníků podniku B.

Efektivní fungování RFID je podmíněno také aktualizováním softwaru. V podniku B nejsou prováděny pravidelné aktualizace ani údržba systému a dochází k sekání při transferech nebo synchronizaci dat. Nedobré fungování má mimo narušení RFID systému, vliv především na pracovní nasazení a náladu zaměstnanců.

Poslední pozorovanou nevýhodou je poskytování nesprávných informací zákazníkům. RFID čtečky transferují do systému veškeré přítomné tagy na prodejně resp. na skladě. Někdy jsou ovšem přítomny tagy, ale daný produkt již dostupný není. Tyto situace jsou způsobeny krádežemi, kdy zloděj ukradne produkt a odstraní z něj všechny hard tagy a alarmy. V systému poté produkt zůstane zaznamenán jako přítomný na konkrétní prodejně a zákazník obdrží nesprávné informace o jeho dostupnosti. Podobné potíže nastávají i při odtržení RFID labelů z menších výrobků. Produkt, který byl tímto labelem označen, je již prodán, ale label se stále nachází v prostorách podniku. Při provádění transferu jsou čtečkami samozřejmě načteny i tyto samostatné labely bez odpovídajících výrobků.

5.6 Výsledky rozhovorů se zaměstnanci

Na základě provedených krátkých strukturovaných rozhovorů byly zjištěny tyto základní informace o praktickém názoru zaměstnanců na RFID v podniku B.

Zkratku RFID zaměstnanci podniku B znají, ale spíše nevědí, co přesně tato zkratka znamená. Anglický termín je pro ně tedy neznámý, i přesto, že zkratka se v podniku B používá.

Co se týče fungování RFID lze říci, že zaměstnanci podniku B vnímají systém RFID jako pomocníka především při transferování skladu či obchodu. Přímý technický princip nebyl popsán ani v jednom z provedených rozhovorů a zaměstnanci spíše vědí, co a jak prakticky udělat, aby byly tagy pomocí zařízení načteny, a nedisponují dalšími informacemi o obecném fungování systému.

Tato neznalost je odůvodněna především tím, že v podniku B nejsou zatím zavedena žádná speciální školení na práci s RFID ani základní přednáška o tom, jak RFID systémy fungují. Veškeré potřebné informace k provedení transferu „na obchod“ nebo „na sklad“ jsou zaměstnancům podány v prvních dnech jejich zaškolení a to přímo na prodejně. Ostatní již více pokročilé funkce jsou využívány spíše zaměstnanci, kteří jsou v podniku B zaměstnáni déle (přibližně jeden rok), a tudíž se více účastní například příjmu zboží. Z jednoho z rozhovorů vyplynulo, že podnik B organizuje například bezpečnostní školení nebo školení o přístupu k zákazníkům, tudíž zaměstnanci bývají školeni v jiných oblastech.

RFID je v podniku B používáno denně a velmi často. Čtecí zařízení jsou využívána nejvíce k transferování skladu, obchodu a nově vydaných či právě uskladňovaných produktů. Dále bylo RFID v rozhovorech zmíněno jako nástroj pro příjem dodávaného zboží nebo vyhledávání ztracených produktů.

V otázce, zda je RFID spíše výhodou či nevýhodou převažuje názor na RFID jako na výhodný systém. Zaměstnanci podniku B uvedli, že RFID slouží především k časovým úsporám, ale i k snížení manuálně prováděné práce. Dále je výhodou RFID rychlá pomoc při poskytování zákaznického servisu či vyhledání konkrétního produktu. Na druhé straně byly z rozhovorů patrné i nevýhody při obsluze RFID a to především při přerušení signálu. Situace, kdy není možné transferovat produkty anebo je synchronizování dat přerušeno před dokončením pak zaměstnanci vnímají jako přitížení

při práci. V jednom z rozhovorů bylo také zmíněno obtížnější porozumění systému RFID u zaměstnanců, kteří nejsou příliš zdatní v technických záležitostech.

Obtíže při používání RFID popsané v rozhovorech jsou nejčastěji právě výpadky spojení, nenabití baterie u zařízení nebo provádění špatných transferů (skrz zeď). Zaměstnanci, se kterými byly provedeny tyto stručné rozhovory, by v zavedeném systému RFID v podniku B zlepšili ochranu před špatným načítáním tagů, tedy transferování přes hranici skladu a prodejny a dále by ocenili vyšší kontrolu povinnosti dávat čtecí zařízení do nabíječek, aby nedocházelo k jejich vypínání v důsledku vybité baterie uprostřed právě prováděné činnosti.

5.7 Návrh možných vylepšení zavedeného RFID systému

Na základě empirického pozorování a provedených rozhovorů se zaměstnanci podniku B je autorkou práce navrženo několik možných vylepšení zavedeného RFID systému.

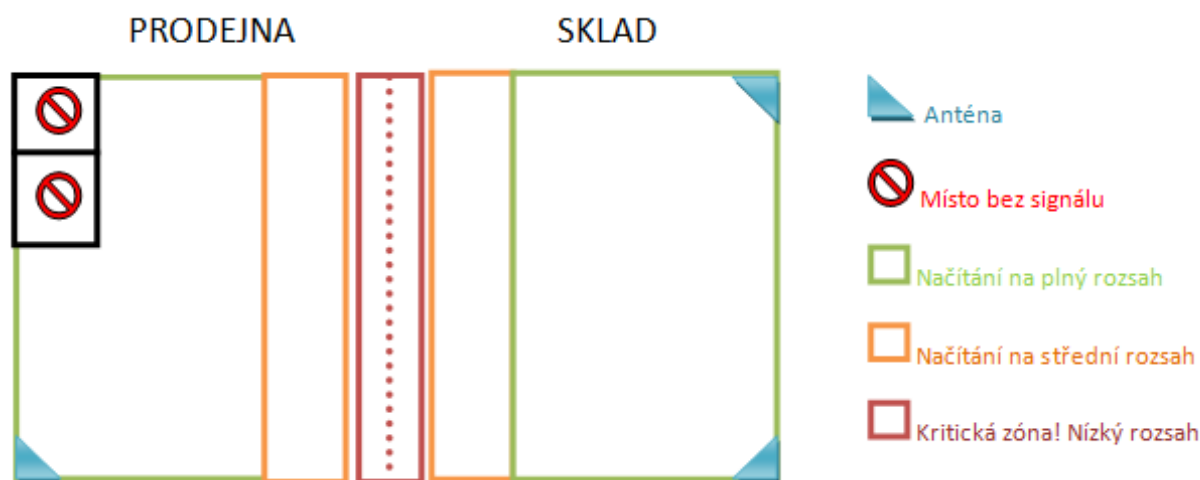
Z pohledu vzdělávání zaměstnanců by jako první bylo vhodné zavést do procesu zaškolování nových pracovníků povinný kurz o RFID. Navrhuji, aby se tento kurz skládal z přednášky o základním fungování RFID a jeho hlavních přínosech, dále by zahrnoval pravidla správného používání RFID čteček včetně popisu správného provádění transferů a výše zmíněných problémů, které nastávají při používání RFID na prodejně podniku B. V neposlední řadě by součástí školení byla praktická ukázka správného popřípadě nevhodného používání čtecích zařízení a možnost si tato zařízení dopředu vyzkoušet.

Do odhadu nákladů na toto vylepšení je nutné zahrnout hodinové mzdy pro pracovníky podniku za absolvování školení a výši finanční odměny pro odborného školitele. Školení by bylo vhodné provést v zázemí prodejny nebo v prostorách vedení podniku, aby se náklady snížily o výdaje na pronájem prostor. Jediným dalším nákladem by tedy byly výdaje na spotřebované energie. Při dvouhodinovém trvání školení o deseti účastnících, jejichž hodinová mzda je 100 Kč, by náklady na školení neměly přesáhnout 4 000 Kč. Celkový počet pracovníků, které by podnik B školil na jedné pobočce, se pohybuje od 20 do 30 lidí. Celkové náklady na jednu pobočku za provedení školení by tedy měly být maximálně 12 000 Kč. Samozřejmě je nutné počítat s opakováním školení při příchodu více nových pracovníků do podniku B.

Co se týče samotného provozu prodejny podniku B, je doporučeno určit několik odpovědných pracovníků, kteří by po dobu své směny mimo běžných úkolů zodpovídali i za základní funkčnost RFID. Jednalo by se především o situace, kdy není RFID čtečka zrovna žádným ze zaměstnanců používána a je mimo nabíjecí zařízení nebo se nachází na nevhodném místě, kde hrozí například pád z vyšší polohy na zem. V takových případech by odpovědný pracovník umístil RFID čtečky do nabíječek a dále upozorňoval ostatní pracovníky na povinnost dbát o bezpečnost čteček a dávat zařízení zpět do nabíjecích zařízení tak, aby každý další pracovník mohl čtečku efektivně využívat a nemusel dále čekat na její dobití.

Další možností, jak zlepšit přehlednost RFID na prodejně v podniku B, je vytvoření schematického plánu prodejny včetně rozmístění antén a barevné odlišení jednotlivých částí prodejny na plánu podle síly signálu, která by měla být přibližně v daných místech obchodu používána. Oblasti na schématu by bylo možné rozdělit do tří skupin: plný rozsah signálu, střední rozsah signálu, nízký rozsah signálu (kritická zóna).

Lze doporučit použití plného rozsahu v oblastech, kde nehrozí nechtěné načtení ostatních tagů (např. prostřední část prodejny), naopak kritické zóny by byly vyznačeny u hranice plochy prodejny a skladu. Střední rozsah by byl použit pro místa mezi těmito dvěma zónami. Dále je navrženo vyznačení míst do plánu, kde není signál a nelze tedy provést úspěšné ukládání dat a synchronizaci (např. schodiště mezi patry nebo výtah). Tyto schematické plány by poté byly vytisknuty a umístěny na stěnu ve skladu a zaměstnaneckém zázemí, aby nebyla narušena image prodejny a přesto byly tyto plakáty viditelné a dostupné zaměstnancům v podniku B. Vlastní návrh tohoto schematického plánu je zobrazen na Obrázku 10.



Obrázek 10: Plánek prodejny s RFID zónami (vlastní zpracování)

Mezi nákladnější vylepšení zavedeného RFID systému v podniku B by patřilo lepší zabezpečení hranice mezi skladem a prodejnou. Lze doporučit provedení fyzických úprav na skladě a připevnit tenké kovové pláty na zeď skladu, skrze které by neprocházel signál čtecích zařízení používaných na prodejní ploše podniku. Náklady na jeden m² plechového materiálu se pohybují přibližně okolo 500 Kč bez DPH. Celková plocha, kterou by bylo vhodné takto zabezpečit je přibližně o velikosti 30 m². Cena samotného materiálu by vyšla na 15 000 Kč. K těmto nákladům je samozřejmě nutné přičíst náklady

na instalaci těchto plechů a další potřebné pracovní úkony, které jsou obtížně vyčíslitelné. Po provedení instalace je však očekávána vysoká životnost této investice. Další navrhovanou změnou je výměna kovových polic na uskladňování produktů za police například z tvrzeného plastu, skrze které by naopak signál procházel snadno, a nebylo by zapotřebí důkladného nasměrování čtečky mezi kovové stojany při transferování produktů na skladě.

Prozatím spíše teoretickým vylepšením systému je dle autorky práce odstranění RFID labelů a zavedení hard tagů i na menší produkty nabízené podnikem B. Tyto tagy by však musely být menších rozměrů, čímž by byla narušena jednotnost všech používaných hard tagů a tím i celý relativně jednoduchý proces jejich recyklace a odesílání zpět do výroby.

5.8 Diskuze

Podle zpracované literatury přináší zavedení RFID do podniku úspory a to především v kontextu zlepšení efektivnosti, přesnosti, viditelnosti a zabezpečení podnikových procesů.

Faktor efektivnosti představuje automatizaci logistických procesů a změny v logistice, které vedou ke snížení například nákladů na mzdy. Dále je implementováním RFID pozměněna činnost skladu a to zejména při přijímání nového zboží, jeho průběžném sčítání nebo selekci. Díky zavedení RFID by mělo dojít ke snížení nutné manuální práce při provádění činností na skladě a na prodejně a celý kontrolní proces by měl být pro zaměstnance jednodušší. Všechny tyto teoretické předpoklady jsou v podniku B po zavedení systému splněny.

Příkladem je omezení načítání jednotlivých čárových kódů u každého z výrobku při příjmu zboží a nahrazení této manuální činnosti taktéž ručním, ale významně kratším načítáním skrze RFID čtečky. Další zefektivnění je patrné při provádění inventury. Po zavedení RFID systému je možné zjišťovat inventurní stav zboží v kratším čase a s méně pracovníky. Díky tomu, jsou sníženy mzdové náklady a inventura je prováděna v menších časových rozestupech. Z pohledu změn v činnostech skladu jsou patrné jiné přístupy při vyhledávání zboží a doplňování zboží, které probíhá rychleji a pro zaměstnance je celkově proces doplňování jednodušší. Jak již bylo zmíněno výše, jsou v podniku B používány ruční čtecí zařízení obsluhované personálem podniku, které jsou dle zpracovaných autorů méně náročné na potřebné hardwarové vybavení oproti pevným čtecím zařízením, a proto i obecně více využívané. Čtečky pevně umístěné například na vstupní bráně nebo vysokozdvíhových vozících nejsou v podniku B instalovány.

Faktor přesnosti z pohledu zavedení RFID snižuje chybovost způsobenou rozdíly zjištěných při inventuře. Běžně jsou kvůli vyšší míře chybovosti mezi stavem inventárním a skutečným naskladňovány produkty v jiné kvantitě než by bylo odpovídající. Implementací RFID je možné chybovost v procesu měření snížit a tím docílit poklesu nákladů na skladování produktů a lépe přizpůsobit dostupnost zboží, které je právě poptávané. I tato výhoda byla po implementaci RFID systému do podniku B naplněna. Díky podávaným prodejním statistikám, dohledávání ztracených tagů a přesněji prováděným inventurám, je zajišťována menší chybovost mezi fakticky dostupným zbožím

a jeho inventárním stavem. Dodávka zboží je díky RFID lépe přizpůsobována aktuální poptávce na základě odesílaných reportů a nejsou naskladňovány produkty, po kterých neexistuje dostatečně silná poptávka.

Posledními z faktorů jsou viditelnost a zabezpečení. První z nich odráží lepší monitorování produktů v celém procesu od výroby přes balení až po příjem a prodej konkrétního zboží. Sledování a ukládání dat umožňuje přizpůsobení stavu zásob aktuální poptávce a dále i analyzování a tvorbu strategických plánů v dodavatelském řetězci.

V podniku B jsou po zavedení RFID zákazníkům poskytovány přesnější informace o aktuální či budoucí dostupnosti zboží. Díky těmto real-time informacím je zlepšen zákaznický servis. Odpovědný pracovník podává reporty o vysoce poptávaném zboží a dodávka je této poptávce přizpůsobována. Zaměstnanci podniku B disponují dále informacemi o tom, jaké zboží, které jeho varianty, kdy a v jaké kvantitě budou doručeny. Díky těmto datům může pracovník zodpovídající za vzhled prodejny a umístování produktů lépe přizpůsobit prodejnu podle následující dodávky zboží, a tím jsou sníženy nároky na manuálně prováděnou činnost.

Z pohledu bezpečnosti je po zavedení RFID v podniku B sledováno, které konkrétní kusy zboží byly odcizeny, zda jsou tagy funkčně poškozeny, odcizeny společně se zbožím nebo ponechány na prodejně. Tato data poté slouží specialistům bojujícím proti krádežím.

Celkově dle zpracované literatury umožňuje zavedení RFID podnikům dodávat správné zboží ve správný čas a to s minimálními nesrovnalostmi. Také jsou zlepšeny plánovací a administrativní procesy, optimalizovány procesy výrobní a nahrazena manuální činnost při sčítání zboží. Náklady na tyto procesy jsou díky RFID snižovány a rychlost jejich provádění naopak roste. V podniku B po implementaci došlo ke snížení ručně prováděných činností, sčítání i doplňování zboží je prováděno v kratším čase a s menší chybovostí a jsou prováděny činnosti pro co nejlepší přizpůsobení dodávaného zboží aktuální poptávce. Celkově vnesl RFID systém do podniku B větší systematičnost, přesnost, lepší zákaznický servis a nadto také významné odlišení se od konkurence ve svém oboru.

Z pohledu technického vybavení přináší zavedení RFID vyšší nároky na síťové připojení nebo uspořádání aplikací a dodavatelského řetězce. V podniku B jsou tyto vyšší

nároky patrné, avšak nastávají i situace, kdy dochází k výpadkům spojení. V těchto případech je v podstatě ochromen proces doplňování zboží a zákaznický servis. Bylo by vhodné snížit míru výpadků a provést školení zaměstnanců zaměřené na doplňování zboží starým způsobem, jakým se provádělo před implementací, aby nedošlo k úplnému zastavení doplňování.

Podniky mohou dále díky RFID zvyšovat své zisky hlavně vhodným přizpůsobením nabídky. Zlepšení podnikových procesů však vyžaduje řízení nejen samotných procesů, ale také zaměstnanců, aby byla strategie firmy komplexně podporována. Z pohledu reagování nabídky na poptávku je podnik B úspěšný, avšak řízení zaměstnanců je možné i nadále zlepšovat. Po implementování RFID by bylo vhodné organizovat školení pro zaměstnance zaměřená na základní principy a praktické fungování RFID systému. Tyto znalosti by poté pomohly zaměstnancům ve vykonávaných činnostech, zlepšily by se procesy na skladě resp. na prodejně a zaměstnanci by více přilnuli k RFID systému.

6 Závěr

Závěrem je, že RFID technologie je důkazem dalšího rozvoje v bezdrátovém identifikování a monitorování objektů ve fyzickém světě. V současné době je RFID technologie implementována a využívána v podnicích působících v mnoha různých oblastech a významně ovlivňuje jak svět informačních technologií, tak i běžný život lidí. Díky RFID je možné identifikovat jednotlivé objekty, sledovat jejich aktuální polohu a poskytovat real-time data dalším aplikacím propojených s tímto systémem.

Pro funkčnost a bezpečnost užívání RFID technologie jsou zavedena určitá regulační opatření například v oblasti regulace frekvence a ustaveny regulační orgány, které kontrolují dodržování předpisů a norem platných pro tuto technologickou oblast. Vzhledem ke komplexnosti RFID systémů je dalším významným bodem dodržování daných standardů v odvětví, díky kterým jsou systémy a komponenty RFID od více světových výrobců vzájemně kompatibilní. Tato slučitelnost je nezbytná pro zajištění efektivního používání RFID technologie koncovými uživateli, bezproblémového vyhledání potřebných dat a přesné komunikace s ostatními systémy.

Při implementování technologie do podniku je možné vybírat z několika druhů tagů, čtecích zařízení i dalších komponentů RFID a celkově přizpůsobit RFID systém požadovaným kritériím. Zavedení RFID do podniku přináší značné výhody například oproti jeho alternativě - čárovým kódům. Mezi tyto výhody patří například zvýšení přesnosti, efektivnosti, a zabezpečení v monitorování objektů nebo zvýšení produktivity práce. Zavedený RFID systém je nutné sledovat a kontinuálně vylepšovat.

Ve zkoumaném podniku B lze označit implementování RFID technologie za úspěšné, neboť z pohledu podnikových procesů přináší značné časové úspory, snížení podílu manuálně prováděných činností a zvýšení jejich přesnosti. Dále je díky RFID v podniku B poskytován zákaznický servis s přesnějšími daty a tím je zvyšována pravděpodobnost uspokojení aktuálních zákaznických potřeb. RFID zlehčuje pracovní činnosti a nabízí možnost provádět je při menším počtu zaměstnanců a častěji jako například v případě zjišťování inventurního a fyzického stavu zásob. Tím jsou snižovány mzdové náklady a zvyšována produktivita práce. Dalším významným přínosem RFID v podniku B je možnost lépe přizpůsobit nabídku produktů aktuálním zákaznickým potřebám, a tím zvyšovat zisky firmy. Celkově je RFID v podniku B užíváno při balení

a dodání zboží, doplňování zboží (resp. uklízení zboží zpět na sklad), při poskytování zákaznického servisu a při provádění inventury.

Na druhé straně jsou v podniku B po zavedení RFID patrné nedostatky v jeho používání a to především v obsluhování čtecích zařízení, motivování pracovníků ke správnému používání celého RFID systému a v základních znalostech technického fungování RFID. V podniku B nejsou zatím zavedena povinná školení o fungování RFID a opakovaně tak dochází k narušení efektivního používání RFID systému.

Nejčastěji se jedná o situace, kdy jsou načítány signály z tagů skrz hranici skladu a prodejny nebo je čtecí zařízení synchronizováno s ostatními systémy na místě se slabým či dokonce žádným signálem. Z tohoto pohledu pak nesprávné zacházení s RFID čtečkou ze strany jednoho zaměstnance přináší nadbytečnou práci všem ostatním zaměstnancům prodejny či skladu. Nesprávně načtené tagy dále vedou k poskytování nepravdivých informací i zákazníkům podniku B. Dalším pozorovaným problémem je nefunkčnost čtecích zařízení, která pramení z nedbalosti při nabíjení zařízení (resp. nedávání přístrojů do nabíječek) a dále z nepravdivého aktualizování softwaru.

Celkově však implementovaný RFID systém přináší podniku B výhody a umožňuje mu získat náskok před svými konkurenty v odvětví díky rychle dostupným a relativně přesným informacím o poptávaných produktech.

7 Seznam tabulek a obrázků

Tabulka 1: Sedm částí ISO 18000 (Violino, 2005)	28
Tabulka 2: Odhad nákladů na RFID čtečky, antény a tagy (vlastní zpracování)	43
Obrázek 1: Ukázky antén RFID tagů (Roussos, 2008).....	13
Obrázek 2: Srovnání aktivních a pasivních tagů (Ahsan, 2011).....	16
Obrázek 3: Architektura RFID systému (Du a kol., 2011).....	19
Obrázek 4: Dispozice obchodu vybaveného EAS (Patton, 2008, s. 6).....	20
Obrázek 5: EAS Label (TradeKorea, 2015)	21
Obrázek 6: Hard Tag (Retail Security World, 2015).....	21
Obrázek 7: Schéma opětovného užití tagu (vlastní zpracování).....	42
Obrázek 8: Schéma transferování „na sklad“ a „na prodejnu“ (vlastní zpracování)	45
Obrázek 9: Schéma poskytování zákaznického servisu (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 10: Plánek prodejny s RFID zónami (vlastní zpracování)	60

8 Seznam použitých zdrojů

1. AYER, Nikhil. *Evaluation of ISO 18000-6 Type C Class 1 Generation 2 RFID protocol artifacts*. Texas, 2008. Thesis. The University of Texas at Arlington.
2. BANKS, Jerry. *RFID applied*. Hoboken, N. J.: John Wiley & Sons, 2007, 509 s. ISBN 978-0-471-79365-6.
3. BEVERS, Bart. *Memo From The Devil*. USA: West Bow Press, 2011, 188 s. ISBN 978-144-9729-752.
4. BURD, Stephen D. *Systems Architecture*. USA: Course Technology, 2015, 656 s. ISBN 978-1-305-08019-5.
5. BURIAN, Pavel. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada, 2014, 332 s. ISBN 978-80-247-5137-5.
6. COSKUN, Vedat, Kerem OK a Busra OZDENIZCI. *Near Field Communication: From Theory to Practice*. Hoboken, NJ: Wiley & Sons, 2012, 361 s. ISBN 978-1-119-97109-2.
7. DOBKIN, Daniel M. *The RF in RFID: UHF RFID in practice*. United Kindgdom: Newnes, 2012, 529 s. ISBN 978-012-3945-839.
8. DU, Xiaoyong a kol. *Web Technologies and Applications: 13th Asia-Pacific Web Conference, APWeb 2011 and APweb 2011*. New York: Springer, 2011. ISBN 36-422-0290-X.
9. EVDOKIMOV, Sergei a kol. *RFID and the Internet of Things: Technology, Applications and Security Challenges*. Hanover, MA: now Publishers, 2011, 51 s. ISBN 978-160-1984-449.
10. FETTE, Bruce a kol. *RF & Wireless Technologies*. Boston: Newnes/Elsevier, 2008, 827 s. Newnes know it all series. ISBN 978-0-7506-8581-8.
11. GLOVER, Bill a Himanshu BHATT. *RFID Essentials*. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2006, 260 s. ISBN 05-960-0944-5.

12. GROUCUTT, Jon, Peter LEADLEY a Patrick FORSYTH. *Marketing: Essential Principles, New Realities*. Sterling, VA: Kogan Page, 2004, 540 s. ISBN 07-494-4114-3.
13. HELLSTROM, Daniel. *The Cost and Process of Implementing RFID Technology to Manage and Control Returnable Transport Items*. International Journal of Logistics Research and Applications. 2009, 12 (1): 1 - 21. DOI: 10.1080/13675560802168526.
14. HUBER, Alexander Joseph a Josef Franz HUBER. *UMTS and Mobile Computing*. Boston: Artech House, 2002, 438 s. Artech House mobile communications series. ISBN 1-58053-264-0.
15. HUNT, V. Daniel, Albert PUGLIA a Mike PUGLIA. *RFID: A Guide to Radio Frequency Identification*. Hoboken, N. J.: Wiley-Interscience, 2007, 214 s. ISBN 978-047-0107-645.
16. CHEN, Lei, Jiahuang JI a Zihong ZHANG. *Wireless Network Security: Theories and Applications*. New York: Springer, 2013, 274 s. ISBN 978-364-2365-102.
17. IGOE, Tom, Don COLEMAN a Brian JEPSON. *Beginning NFC: Near Field Communication with Arduino, Android & Phonegap*. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2014, 233 s. ISBN 14-493-7206-6.
18. KARMAKAR, Nemai Chandra a kol. *Chipless RFID Reader Architecture*. United States of America: Artech House, 2013, 300 s. ISBN 16-080-7561-3.
19. KARMAKAR, Nemai Chandra. *Advanced RFID Systems, Security, and Applications*. Hershey, PA: Information Science Reference, 2013, 392 s. ISBN 978-146-6620-827.
20. KARMAKAR, Nemai Chandra. *Handbook of Smart Antennas for RFID Systems*. Hoboken, N. J.: Wiley & Sons, 2010, 620 s. ISBN 978-047-0387-641.
21. LEE, In. *RFID Technology Tntegration for Business Performance Improvement*. Hershey PA, USA: Business Science Reference, 2015, 317 s. ISBN 978-146-6663-084.

22. LI, Yingjiu, Robert H. DENG a Elisa BERTINO. *RFID Security and Privacy*. San Rafael: Morgan and Claypool Publishers, 2014, 158 s. ISBN 978-162-7053-259.
23. MULAČOVÁ, Věra a Petr MULAČ. *Obchodní podnikání ve 21. století*. Praha: Grada, 2013, 520 s. ISBN 978-80-247-4780-4.
24. PALMER, by Roger C. *Bar Code Book: Reading, Printing and Specification of Bar Code Symbols*. Helmers Pub, 1991, 320 s. ISBN 978-091-1261-059.
25. PANDIAN, M. Paul. *RFID for Libraries: A practical guide*. Oxford: Chandos Publishing, 2010, 174 s. ISBN 978-184-3345-459.
26. PATTON, Justin. *Rfid as Electronic Article Surveillance: Feasibility Assessment*. University of Arkansas: Proquest, Umi, 2008. ISBN 978-124-3410-801.
27. PEŠEK, David. *RFID - radiofrekvenční identifikace: Důvod k obavám?*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2010, 12 s. Publikace České technologické platformy pro potraviny. ISBN 978-80-903930-9-7.
28. RIDA, Amin, Li YANG a Manos M. TENTZERIS. *RFID - Enabled Sensor Design and Applications*. Boston: Artech House, 2010, 210 s. ISBN 9781607839811.
29. ROUSSOS, George. *Networked RFID: Systems, Software and Services*. London: Springer-Verlag, 2008, 187 s. ISBN 978-184-8001-527.
30. SANGHERA, Paul a kol. *How to Cheat at Deploying and Securing RFID*. Burlington, MA: Syngress Publishing, 2007, 343 s. ISBN 15-974-9230-2.
31. ŠTĚDRONĚ, Bohumír, Petr BUDIŠ a Bohumír ŠTĚDRONĚ. *Marketing a nová ekonomika*. Praha: C. H. Beck, 2009, 198 s. ISBN 978-80-7400-146-8.
32. ŠTĚDRONĚ, Bohumír. *Prognostické metody a jejich aplikace*. Praha: C. H. Beck, 2012, 197 s. ISBN 978-80-7179-174-4.
33. USTUNDAG, Alp. *The Value of RFID: Benefits vs. Costs*. New York: Springer, 2013, 174 s. ISBN 14-471-4344-2.

34. WEERAKKODY, Vishanth. *E-government Services Design, Adoption, and Evaluation*. Hershey, PA: Information Science Reference, 2013, 449 s. ISBN 978-146-6624-603.
35. YAN, Lu. *The Internet of Things: From RFID to the Next-Generation Pervasive Networked Systems*. New York: Auerbach Publications, 2008, 318 s. ISBN 14-200-5281-0.
36. ZEISEL, Eva a Robert SABELLA. *RFID+*. Indianapolis, IN: Que Certification, 2006, 307 s. ISBN 07-897-3504-0.
37. ZHANG, Yan a Paris KITSOS. *Security in RFID and Sensor Networks*. Boca Raton: Auerbach Publications, 2009, 524 s. ISBN 978-142-0068-405.

Internetové zdroje

38. AQUA MANAGEMENT CONSULTING GROUP. *RFID Advantage in the Supply Chain* [online]. 2009 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: http://www.aquamcg.com/DesktopModules/ListingOfEvents/UploadFile/633779245311778750AquaMCG_RFID.pdf
39. BHOCHHIBHOYA, Rupesh. *Mobile Tag Reading in a Multi-reader RFID*. Pokhara, Nepal, 2005 [cit. 2015-07-16]. Dostupné z: https://shareok.org/bitstream/handle/11244/8124/Bhochhibhoya_okstate_0664M_2827.pdf?sequence=1. Thesis. Pokhara University.
40. BLOSSOM, Paul. RFID JOURNAL. *Levels of RFID Maturity* [online]. 2005 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1347>
41. CODEWARE. *Frekvence RFID, standardy a normy: Standardy pro RFID, vlastnosti jednotlivých frekvencí, normy* [online]. 2015 [cit. 2015-11-14]. Dostupné z: <http://www.codeware.cz/rfid-standardy-frekvence-vlastnosti.html>
42. CORERFID. *How Green Is RFID?* [online]. 2009 [cit. 2015-07-16]. Dostupné z: <http://www.corerfid.com/Files/White%20Papers/071%20Green%20Issues%20Fact%20Sheet.pdf>

43. DUROC, Yvan a Darine KADDOUR. *RFID Potential Impacts and Future Evolution for Green Projects* [online]. France, 2012 [cit. 2015-07-16]. Dostupné z: <http://www.science.smith.edu/~jcardell/Courses/EGR328/Readings/RFID%20for%20Green.pdf>
44. JANSSEN, Cory. *Internet of Things (IoT)* [online]. 2015 [cit. 2015-07-12]. Dostupné z: <http://www.techopedia.com/definition/28247/internet-of-things-iot>
45. MARWAHA, Ganeshji. *What is NFC Card Emulation Mode?* [online]. 2014 [cit. 2015-07-16]. Dostupné z: <http://www.gmarwaha.com/blog/2014/08/07/mobile-payments-what-is-nfc-card-emulation-mode/>
46. NANO DIMENSION. *How can RFID tag cost 1 cent?* [online]. 2015 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: <http://www.nano-di.com/blog/how-can-rfid-tags-cost-1-cent>
47. PARVINOVÁ, Roksana. *Benefits of Implementing RFID in Supply Chain Management* [online]. 2013 [cit. 2015-10-31]. Dostupné z: <http://www.rfidarena.com/2013/11/14/benefits-of-implementing-rfid-in-supply-chain-management.aspx>
48. POOLE, Ian. *RFID Standards* [online]. Radio-Electronics.com, 2015 [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/radio-frequency-identification-rfid/iso-epcglobal-iec-standards.php>
49. RFID PORTÁL. *Co je RFID: Základní informace o technologii RFID* [online]. 2015 [cit. 2015-07-13]. Dostupné z: http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne
50. ROBERTI, Mark. RFID JOURNAL. *Green RFID Tags* [online]. 2014 [cit. 2015-07-16]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?11715>
51. VIOLINO, Bob. *A Summary of RFID Standards* [online]. 2015 [cit. 2015-11-29]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1335>

52. ZAJÍČEK, Pavel a Ján RÝZEK. *Standardy a pravidla pro technologii RFID* [online]. 2013 [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: http://itlib.cvtisr.sk/archiv/2013/2/standardy-a-pravidla-pro-technologiei-rfid.html?page_id=2461

Internetové zdroje obrázků

53. AHSAN, Kamran. *RFID Components, Applications and System Integration with Healthcare Perspective* [online]. 2011 [cit. 2016-01-26]. Dostupné z: <http://www.intechopen.com/books/deploying-rfid-challenges-solutions-and-open-issues/rfid-components-applications-and-system-integration-with-healthcare-perspective#exportas>

54. RETAIL SECURITY WORLD. *Black Mini Golf Hard Tag 8.2 MHz* [online]. 2015 [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://www.tradekorea.com/product/detail/P434405/am-dr-label,-sensormatic-label,-eas-security-label,-am-soft-tag-.html>

55. TRADEKOREA.COM. *EAS Security Label* [online]. 2015 [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://www.tradekorea.com/product/detail/P434405/am-dr-label,-sensormatic-label,-eas-security-label,-am-soft-tag-.html>

9 Seznam použitých zkratek

ADC - Automatic Data Capture

AM-EAS - Acousto-Magnetic EAS

CEPT - European Conference of Postal and Telecommunication

EAS - Electronic Article Surveillance

EPC - Electronic Product Code

EPCglobal - Electronics Product Code Global Incorporated

ERP - Enterprise Resource Planning

FCC - Federal Communications Commission

HF - High Frequency

HW - Hardware

I/O - Input/Output

IC - Integrated Circuit

IFF - Identify Friend or Foe

IMEI - International Mobile Equipment Identity

ISO - International Standards Organisation

ITU - International Telecommunication Union

LF - Low Frequency

NDEF - NFC Data Exchange Format

NFC - Near Field Communication

OTP - One-time Programmable

RDFC - Radiofrekvenční datové komunikační spojení

RF EAS - Radio Frequency EAS

RFID - Radio Frequency Identification

RO - Read Only

RTLS - Real Time Location System

RW - Read/Write

UHF - Ultra High Frequency

UPC - Uniform Product Code

URI - Uniform Resource Identifier

WMS - Warehouse Management System

WORM - Write Once/Read Many

10 Seznam příloh

Příloha 1: Struktura rozhovoru

Příloha 2: Rozhovor se zaměstnancem č. 1

Příloha 3: Rozhovor se zaměstnancem č. 2

Příloha 4: Rozhovor se zaměstnancem č. 3

11 Přílohy

11.1 Příloha 1: Struktura rozhovoru

- 1 Víte, co znamená zkratka RFID?
- 2 Víte, jak RFID funguje?
- 3 Byl/a jste vyškolen/a na práci s RFID?
- 4 Jak často používáte RFID při práci?
- 5 Vnímáte RFID z pohledu zaměstnance spíše jako výhodu nebo nevýhodu?
- 6 Zaznamenal/a jste nějaké potíže při používání RFID? Jaké?
- 7 Co byste změnil/a v procesu používání RFID?

11.2 Příloha 2: Rozhovor se zaměstnancem č. 1

1 *Hmm, no ta zkratka RFID se říká dost často, ale netuším, co by to mělo znamenat. Nějaký identifikování možná.*

2 *No jak funguje, to vím. Vlastně máš takový pédeáčko napojený na držadlo a tam už jen zadáváš, co potřebuješ. Když něco vyndávám ze skladu, tak to nejdřív vynesu ven, pak to natransferuju a uložím. No a vlastně to samý, když mi někdo řekne, ať něco dám na sklad. Tak to od nich vezmu, vezmu si to na sklad, tam to netransferuju a uložím.*

3 *Ne, ne přímo školení jsem neměl. Je tady takovýto bezpečnostní školení a pak školení na zákaznické servis, ale školení o RFID nebylo. Mně když jsem přišel na první směnu, tak mi ukázali ty dvě hlavní věci, jak transferovat na sklad a na obchod, a to bylo asi všechno. Pak postupem času, když jsem tu byl dýl, tak se někoho člověk zeptá, když potřebuje udělat něco víc, anebo to za něj udělá někdo jinej.*

4 *No jako každé den vlastně. Když je zboží, tak se to musí přijmout, když se doplňuje, tak se to musí netransferovat. Když je odplnění z obchodu a jsem na skladě, tak to zas natransferuju sem. Jako to se řeší pořád, kde je čtečka, jestli je nabitá, jestli funguje, jak se něco udělalo a tak.*

5 *No určitě výhoda. Protože když si představím, jak se to načítá bez toho po jednom, tak to fakt ne. Určitě je to prostě rychlejší a jednodušší. Navíc když přijde někdo a ptá se na něco, tak já to načtu a vidím, kolik toho máme my a taky kolik toho maj ostatní. A některý lidi už rovnou choděj jen s číslama, naditkujou, já to nařukám a je to hned. No a nevýhody to nevím. Asi když se to zasekne, nic nefunguje nebo se to vybije. To pak fakt nevím co. Musí se prostě počkat, jestli to naběhne anebo si vzít jiný PDA. Takže občas je to na hlavu dost... Když to spadne? No tak to se pak ta práce nakupí a někdy se to dohání fakt celý den potom.*

6 *Když se to seká. Anebo když se to nechce natransferovat, když je nějaký alarm prostě nefunguje... Taky se stává, že někdo jde, hodí tam transfer, a vezme i věci ze skladu omylem. To je pak takovej zmatek. Zboží ze skladu ven, zas zpátky, do toho když se začne předělávat obchod, no pak je toho dost.*

7 *Mně asi nejvíc vadí, jak se to načítá přes zed'. To totiž dělá dost nepřehledný pak. No a jinak nějak nevím, podle mě je to dobrý.*

11.3 Příloha 3: Rozhovor se zaměstnancem č. 2

1 *Ne, to nevím no.*

2 *Tak já vlastně načítám věci buď na sklad, nebo na prodejnu, takže to je takovej přenos věci vlastně. Když je něco potřeba, tak se to natransferuje a to hlavně, když se vydává nebo dávají věci na sklad. Takže to načtu, pak to musím uložit a jakoby synchronizovat s ostatníma PDAčkama a tak. No ale nějaký spešl technický věci neumím.*

3 *Tak jako vyškolená asi úplně ne. Někdy na začátku, co jsem tu začínala pracovat, tak když se vysvětluje celej tady ten systém prodejny a tak, tak v rámci toho se nějak řekne, jak se transferuje obchod a sklad a to je takovej základ. Potom, jak jsem tu na plnej úvazek, tak při zboží se člověk naučí další věci s tím. Ale jakoby přímo školení nebylo o tomhle. Je to takový spíš, že kdo ti, co řekne přímo tady v práci anebo na co se zeptáš.*

4 *Tak to se používá každě den. Bez toho by se tu už nedalo asi fungovat. Ráno a celej den se dělají transfery a doplňuje se, takže když se zrovna třeba nevybaluje nebo nejsem na krámě, tak se s tím dělá dost i s počítačem.*

5 *Tak mně to docela trvalo, než jsem pochopila, jak to mám ovládat. Nejsem tak nějak typ na tyhle technický věci, ale teď už úplně v pohodě, takže teď už to беру tak jako normální... Takže asi spíš výhoda. Dá se toho přes to daleko víc načíst, je to asi rychlejší a akorát někdy to úplně nefunguje. Když se to sekne a pak se čeká, a nikdo pomalu neví, co s tím, tak to pak se zdržuje, dělá se práce i navíc mi přijde zbytečně. Ale zas třeba můžu vypípat něco ztracenýho, tak to je dobrý.*

6 *No to už jsem vlastně říkala. Mně to ze začátku chvíli trvalo, ale dobrý. No a pak právě, když něco nefunguje. My jako prodavači jsme našťvaný, že vlastně nejdou transfery, vedení začne lítat a taky není úplně nadšený a začne takovej zmatek, teda když to vypadne na dýl. Nebo se hodně teď vybijej čtečky a člověku to pak v půlce ukládání spadne a musí to jít teda udělat znovu. Pak se to celý protahuje no.*

7 *No třeba s těma baterkama, kdyby lidi dávali PDAčka normálně do nabíječek, tak by to bylo asi o dost lepší. A to když to vypadne, za to asi nikdo nák extra nemůže a našťestí se to neděje moc často. A jinak asi dobrý.*

11.4 Příloha 4: Rozhovor se zaměstnancem č. 3

1 *No, RFID znám, ale tu zkratku nevím co přesně je.*

2 *Vlastně se jedná o to, že máme na skladě i na prodejně nějaký vysílače, díky kterejm se dá transferovat. Buď se věci transferujou na sklad nebo na obchod. To podle toho, kam je potřebujem dát. A načte se to přes PDA a pak se to uloží. Takže jakoby to funguje bezdrátově a jen se ukládají data do počítače přes tadyto načtení.*

3 *No pokud se počítá vysvětlení od vedoucího, tak asi jo... Jo tak jestli nepočítá, tak to jsem vyškolenej nebyl. Tady se to řekne jenom, že tohle takhle a tohle takhle, aby člověk věděl ty základní věci a pak se nějak přes další směny naučí nějaký další věci. Ale vím, že spousta lidí tady umí s tím hodně věcí a já používám spíš jen ty základní.*

4 *Furt. Já dělám hlavně na prodejně, a když někdo nestihá ze skladu, tak mi hodí věci a čtečku a jí transferuju. Nebo když toho hodně nesedí v systému, tak taky furt transferuju obchod. A vlastně máme dycky napsaný, kdo kdy má udělat transfer. Takže docela dost se to používá.*

5 *Jako výhodu stoprocentně. Nemusí se toho dělat tolik ručně totiž. I když někdy to teda nesedí a pak se zbytečně tahají věci ven a pak zas zpátky, ale to je tak jediný. Jinak je to podle mě dobrý.*

6 *No tohle, jak to nesedí a pak třeba když nefungují čtečky najednou. To jsou pak časový prodlevy docela velký a jeden chudák se to snaží nastartovat a ostatní vlastně čekají.*

7 *No, nějak nevím. Já si myslím, že to funguje docela dobře, až na to, že se to někdy seká a že někdy někdo načte něco špatně a tím se pak přidělává práce ostatním.*