

# **Projekt RFID identifikace ve společnosti**

**ZLINER s.r.o.**

RFID Identification in the Zliner Company

Bc. Petr Zmeškal



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr ZMEŠKAL**

Osobní číslo: **A10405**

Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Projekt RFID identifikace ve společnosti ZLINER s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

1. Charakterizujte princip RFID technologie.
2. Stanovte výhody RFID ve srovnání s dosud užívanými čárovými kódy.
3. Zpracujte studii proveditelnosti daného systému.
4. Provedte návrh systému – určete potřebné hardwarové a softwarové části.
5. Vypracujte kalkulaci zvoleného řešení.
6. Provedte ekonomické vyhodnocení zvoleného řešení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Ttrading. T-Trading s.r.o. [online]. T-Trading s.r.o., 2006, ? 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.ttrading.cz>
2. Matrix-2012 [online]. Matrix-2012, 2001, ? 2012 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: [http://matrix-2012.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=512:budemit-kady-lovk-v-tle-ip&catid=77:tajna-technologie&Itemid=94](http://matrix-2012.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=512:budemit-kady-lovk-v-tle-ip&catid=77:tajna-technologie&Itemid=94)
3. Rfidportal. Rfidportal [online]. Rfidportal, 2006, ? 2012 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: [www.rfidportal.cz](http://www.rfidportal.cz)
4. Emmicroelectronic. Emmicroelectronic [online]. 2000, ? 2012 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.emmicroelectronic.com/default.asp>
5. KODYS, spol. s r.o. [online]. KODYS, spol. s r.o., 1991, ? 2012 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/>
6. Cipherlab. Cipherlab [online]. CipherLabs, 2001, ? 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.cipherlab.com/default.asp>
7. Lux. LUX-IDent s.r.o. [online]. LUX-IDent s.r.o., 2002, ? 2012 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.lux-ident.com/>

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Radek Šilhavý, Ph.D.**

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání diplomové práce:

**24. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## ABSTRAKT

Tato práce objasňuje základy použití technologie RFID v oblasti logistiky skladového hospodářství. V teoretické části se zabývá vysvětlením podstaty radiofrekvenčního značení a principem jeho použití. Představuje potřebné technické zázemí nutné k provozování této technologie, jako je např. čtecí a zapisovací zařízení. Rovněž se práce zabývá spotřebním materiálem pro tuto technologii – RFID tagy.

V praktické části je nastíněný ucelený přehled nutných kroků k úspěšnému zavedení RFID do skladového hospodářství. Konkrétně do firmy Zliner s.r.o.. Tato firma dlouhodobě působí v oblasti autoopravárenství a v současné době se výrazně orientuje na svoji rozšiřující se obchodní činnost v oblasti náhradních dílů pro autobusy, trolejbusy a nákladní vozidla. Firma doposud nepoužívá žádnou metodu pro značení zboží. Proto je nutno s výrazně narůstající obchodní činností přistoupit k některé metodě vhodné pro automatizovaný sběr dat ze skladových položek, která nahradí pracné ruční vkládání vstupních dat do informačního systému firmy.

Cílem této práce je zpracovat studii, která poskytne představu o změnách v počítačové síti, volbě a nákupu nového technického vybavení. Práce také zmiňuje nutnost zakomponování této technologie do stávajícího firemního informačního systému Prytanis.

Klíčová slova: RFID technologie, radiofrekvence, tag/transpondér, čtečka, čárový kód, hardware, software, ...

## ABSTRACT

This diploma thesis analyses the basis of RFID technology application in the field of stock logistics administration. The theoretical part deals with the explanation of radiofrequency marking principle and its usage. It introduces essential technical facilities required to operate this technology such as reading and recording devices. It also deals with consumer materials required by this technology - RFID tags.

The practice part of this thesis outlines comprehensive overview of the steps leading to successful implementation of RFID into the stock administration. Namely the system was implemented in the company Zliner s.r.o. This company provides car repair services on a long term basis and it primarily focuses on its growing business in the sale of bus, trolleybus and lorry spare parts nowadays. The company does not use any method for goods marking. Accordingly hand in hand with increasingly growing business activities it is the inevitable to adopt a method suitable for automated data collection of stock items which would replace the laborious manual input data entries into the company's information system.

The aim of this thesis is to prepare a study which will provide for a projection of the computer net changes and selection and purchase of new technical equipment. The thesis mentions the necessity of this technology implementation into the current company's information system Prytanis.

Key words: RFID technology, radiofrequency, tag/ transponder, reader, bar code, hardware, software, ...

Poděkování

Chtěl bych vyjádřit poděkování vedoucímu diplomové práce ing. Radkovi Šilhavému, Ph.D. za cenné rady a připomínky, které mi poskytl v průběhu vypracování této práce.

Také bych chtěl poděkovat své rodině za trpělivost a podporu během celé doby mého studia.

*„Radiofrekvenční identifikátor sledující pohyb výrobku ve všech fázích výrobního procesu až do nákupního koše zákazníka, má potenciál pro ekonomický růst snad ještě větší než internet nebo osobní počítač“*

Barron, 31. května 2004

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta



**OBSAH**

<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>1 SKLADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ.....</b>	<b>13</b>
1.1 LOGISTIKA .....	13
1.2 ZNAČENÍ ZBOŽÍ .....	13
1.2.1 Značení pomocí čárových kódů .....	15
1.2.2 Značení pomocí RFID .....	16
<b>2 TECHNOLOGIE RFID.....</b>	<b>20</b>
2.1 Z HISTORIE RFID .....	20
2.2 VÝHODY A MOŽNOSTI NASAZENÍ RFID.....	21
TECHNOLOGIE RFID PŘINÁŠÍ NOVÉ VÝHODY:.....	21
2.3 TRANSPONDÉR .....	23
2.3.1 Druhy RFID transponderů a jejich funkčnost .....	25
2.3.1.1 Podle funkčnosti .....	25
2.3.1.2 Podle zdroje energie.....	25
2.3.1.3 Podle operační frekvence.....	25
2.4 ZÁPIS DAT DO TRANSPONDÉRU.....	26
2.4.1 Komunikace čtečky s transpondérem.....	26
2.4.1.1 EPC (Electronic Product Code) .....	30
<b>3 TECHNICKÉ VYBAVENÍ .....</b>	<b>33</b>
3.1 ZÁPIS DO TAGU.....	33
3.1.1 Zařízení pro zápis .....	33
3.2 ZAŘÍZENÍ PRO ČTENÍ.....	33
3.3 SOFTWAREOVÉ VYBAVENÍ .....	34
3.4 RIZIKA RFID.....	35
<b>4 NORMY A DOPORUČENÍ .....</b>	<b>36</b>
4.1 ZALOŽENÍ STANDARDU PRO RFID.....	36
4.2 NORMY A DOPORUČENÍ PŘI POUŽITÍ RDIF.....	37
4.3 GS1 CZECH REPUBLIC .....	38
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>40</b>
<b>5 ÚVODNÍ STUDIE.....</b>	<b>41</b>
<b>6 SPOLEČNOST ZLINER S.R.O.....</b>	<b>44</b>
6.1 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO SYSTÉMU SKLADU A NÁVRH NOVÉ TECHNOLOGIE ....	45
6.2 PRINCIPY VYUŽITÍ RFID VE SPOLEČNOSTI.....	46
6.2.1 Struktura EPC.....	47
6.3 RFID A PROCESNÍ ZMĚNY.....	47
6.4 NEDOSTATKY SOUČASNÉHO SYSTÉMU A NÁVRH JEJICH ŘEŠENÍ.....	48
6.4.1 Zrychlení příjmu zboží.....	49
6.4.2 Zaskladnění zboží.....	49
6.4.3 Požadavek na vyskladnění .....	50
6.4.4 Minimální zásoba .....	51

6.4.5	Expedice .....	51
6.4.6	Inventurizace .....	51
<b>7</b>	<b>NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ.....</b>	<b>53</b>
7.1.1	Reorganizace skladových prostor .....	53
7.1.2	Datové propojení .....	55
7.1.3	Nová hardwarová vybavenost .....	56
7.1.3.1	Čtečka RFID .....	57
7.1.3.2	Volba frekvence .....	58
7.1.3.3	Transpondér .....	59
7.1.3.4	Tiskárna .....	60
7.1.3.5	Print server .....	62
7.1.3.6	Počítače .....	63
7.1.3.7	Switch .....	63
7.1.3.8	Access point .....	64
7.1.4	Softwarová vybavenost .....	64
7.1.4.1	IS skladu Prytanis .....	64
7.1.4.2	Software pro tisk .....	65
7.1.4.3	Operační systém a další software.....	66
<b>8</b>	<b>EKONOMICKÉ SHRUTÍ.....</b>	<b>67</b>
8.1	CENOVÁ KALKULACE .....	67
8.2	OČEKÁVANÉ PŘÍNOSY NOVÉ TECHNOLOGIE.....	68
8.3	CELKOVÉ POSOUZENÍ A DOPORUČENÍ .....	69
8.4	REÁLNÝ NÁVRH ŘEŠENÍ.....	69
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>72</b>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>74</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>80</b>

## ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je vysvětlení technologie RFID a její aplikace do skladového hospodářství již dlouhodobě zaběhnuté firmy Zliner s.r.o..

Jak je známo, každá firma zabývající se pohyby jakéhokoliv zboží musí vést, ať už pro potřebu vlastní nebo Finančního úřadu účetnictví. Jeho nedílnou součástí v tomto případě je i Skladové hospodářství.

Skladové hospodářství má za úkol plně zprůhlednit všechny toky materiálu/zboží od vstupu do firmy až po jeho opuštění nebo spotřebování. Zaznamenává všechny jeho toky a změny stavu. Umožňuje operativně získávat informace o okamžitém stavu zásob, zboží na cestě, ceně, umožňuje provádět inventuru stavu, atd..

Materiál/zboží je nutno při vstupu do skladového hospodářství rozlišit dle kritérií skladu a zaevidovat. To se může dít za pomoci číselných rozlišovačů, což představují především výrobní čísla dodavatelů, nebo přidělené vlastní číselné značení.

Vstup číselných údajů do skladového hospodářství může být ve formě ručního zadání číselných údajů, zakódování těchto údajů do čárových kódů a jejich aplikace na materiál/zboží, nebo použití technologie RFID. Případně jejich kombinace.

Pokud firma realizuje velké pohyby materiálu/zboží, je zajisté výhodné použití nejmodernějších poznatků v oblasti značení a evidování. Toto v současnosti představuje např. moderní technologie RFID – Radio Frequency Identification.

Tato práce představí část skladového hospodářství firmy Zliner s.r.o. a možnost aplikace použití technologie RFID při značení materiálu/zboží v této firmě. V práci je rovněž zpracován návrh implementace tohoto systému jako nástavba již použitých čárových kódů.

# I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 SKLADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

Skladové hospodářství zahrnuje evidenci materiálu/zboží počínaje datem příjmu do skladu, přijímaným množstvím, dodavatelem, cenou nákupní/prodejní, místem uložení, jeho výdej ze skladu a další doplňující položky, které se liší dle potřeb firmy.

Skladové hospodářství je nedílnou součástí zastřešujícího celku - logistiky.

### 1.1 Logistika

Logistika jako vědní obor vznikla ve světě zhruba v 60letech. Vznikla jako potřeba důrazného proniknutí firem na trh ovládaný konkurencí.

V České republice se logistika začala prosazovat s výrazným zpožděním – po roce 1990, kdy skončilo socialistické plánování.

Logistika je organizovaná činnost skupiny lidí ve firmě, která zahrnuje všechny úkony z hlediska plánování, organizace, řízení a veškerých toků (informačních, fyzických i finančních). Logistika zahrnuje sled plánování, činností a úkonů od naplánování konkrétního úkolu až po jeho úplnou realizaci a vyhodnocení.

Dobře nastavená a řízená logistika firmy může znamenat výsadní a úspěšné postavení dané firmy na tržním poli. Měla by rovněž přinést vyšší efektivitu a tím i finanční úspory.

Základní oblasti logistiky jsou: [1]

- *Předpověď poptávky* (Demand planning, forecasting)
- *Řízení zásob a nákupu* (Inventory management and replenishment)
- *Řízení zákaznického servisu* (Customer service)
- *Řízení distribuce* (Distribution management)
- *Doprava* (Transport)
- *Skladování* (Warehousing)

### 1.2 Značení zboží

Při vstupu materiálu/zboží do firmy je nutno každý druh zboží a jeho počet kusů evidovat. V případě malého sortimentu a malého počtu kusů je dostatečný způsob značení ve skladě pouze označení skupiny shodných pozic v regále a jejich evidence příjmu a výdeje pod

shodným označením na papírových kartách. Je zbytečné pro každý jednotlivý kus tisknout etikety s rozlišovacím kódem a polepovat každý kus zvlášť. Zvláště, pokud se jedná převážně o vlastní spotřebu materiálu/zboží.

Pokud firma obchoduje ve větším množství a s větším sortimentem, je zajisté vhodné buď převzít značení od dodavatele, nebo značit materiál/zboží vlastním značením. Za tímto účelem je vhodné zvolit odpovídající číselné značení a toto doplnit vhodným značením pomocí čárových kódů. Těchto čárových kódů je velké množství, např.:

- lineární - EAN 8, EAN 13 (Obr. 1-1), CODE 128 atd.
- 2D kódy – PDF 417 (Obr. 1-2), DataMatrix, atd.
- kombinace lineárních a 2D kódů



*Obr. 1-1 Příklad lineárního čárového kódu EAN13*

*(vygenerováno pomocí programu Zoner Barcode Studio 2)*

Typ čárového kódu se volí podle požadavků na způsob čtení, množství informací a také lze přihlédnout na potřeby případných významných odběratelů.



*Obr. 1-2 2D kód PDF-417[3]*

V případě velkých pohybů materiálu/zboží na vstupu i výstupu firmy již může být vhodné použití technologie RFID. Tato technologie umožňuje mimo jiné především hromadné načítání dat bez nutnosti manipulace s každým fyzickým kusem. Dle typu tagu (evidenčního štítku), vzdálenosti, použité frekvence, podkladu a prostředí, lze hromadně načítat desítky až stovky tagů současně (tzv. multitagging).

RFID a čárový kód jsou dvě metody identifikace, které se spíše doplňují, než si konkurují. Naprosto se nenaplnil předpoklad starý asi deset let, že RFID vytlačí čárové kódy a stane se dominantní identifikační metodou. Nicméně je mnoho oblastí, kde je RFID logickou volbou a poskytuje lepší výsledky než čárový kód. [2]

### 1.2.1 Značení pomocí čárových kódů

Čárový kód je v současné době nejrozšířenější metoda identifikace. Je sestaven z tmavých čar a světlých mezer, ve kterých jsou zakódovány informace (číslo artiklu, číslo výrobce, cena, hmotnost, skladové informace, jméno osoby, datum, atd.). Ke čtení a dekodování čárového kódu slouží snímače, které na principu odrazu světla převedou informace v podobě čísel a znaků do počítače či jiného zařízení, kde lze s těmito informacemi dále pracovat.

Čárový kód má mnoho výhod a předností, především v oblasti logisticko-hospodářské. Z těchto důvodů je požadován a využíván ve většině výrobních a obchodních oblastech trhu. Hlavní předností strojového čtení je přesnost a rychlost oproti „lidskému“ čtení. Další výhodou je možnost pomocí kontrolní číslice ihned automatizovaně zkontrolovat správnost přečtené informace.

Stěží lze porovnávat správnost načtení čárového kódu s ručně zadávanými informacemi. Procenta chyb při ručním zadávání a následném čtení jsou vysoká. Hlavním důvodem označování většiny výrobků v obchodních řetězcích a výrobních závodech čárovým kódem je rychlost a přesnost. Významnou výhodou je také flexibilita, neboť čárové kódy mohou být natištěny na téměř jakýkoliv materiál odolný kyselinám, mrazu, vlhkosti atd.. Velikost tištěného kódu může být přizpůsobena velikosti výrobku nebo potřebě ukládaného množství dat. Práci s čárovými kódy můžeme docílit maximální efektivnosti a produktivity. [3]

Další výhody:

- **jednoduchost tisku** - v nejjednodušším případě stačí libovolná běžná tiskárna
- **velmi nízké náklady na tisk**
- **rychlost** - mnohokrát rychlejší čtení oproti ručnímu pořizování dat
- **možnost převést téměř libovolnou informaci na čárový kód**
- **produktivita a efektivnost** - zvýšení produktivity o desítky až stovky procent při zachování nebo navýšení spolehlivosti údajů
- **přesnost** - jedna z nejpřesnějších a nejrychlejších metod k registraci většího množství dat, navíc s možností ověřování správnosti čtení pomocí kontrolních mechanismů v kódu (možnost dopočítat chybějící část)

Nevýhody:

- nutnost číst tyto kódy speciálními zařízeními s optickými snímači
- nelze přepisovat záznam
- nutnost přímé viditelnosti při snímání a obvykle i správné orientace vzhledem ke snímači

### 1.2.2 Značení pomocí RFID

RFID transpondér je elektronický identifikátor s čipem s různě velkou pevnou pamětí, ve které jsou uloženy informace přístupné bezkontaktně pomocí elektromagnetických vln. Proto je charakteristickým rysem RFID transpondéru cívka, neboli anténa, která slouží jak pro vlastní komunikaci, tak v případě nejrozšířenějších pasivních identifikátorů i pro napájení čipu po dobu komunikace.

Tato technologie přináší nové výhody oproti tištěným čárovým kódům především v oblasti zápisu a čtení zaznamenávaných informací. Radiofrekvenční metoda umožňuje bezdotykové čtení i z větší vzdálenosti, umožňuje současné hromadné čtení údajů např. z výrobků v přepravním boxu bez nutnosti fyzické manipulace s jednotlivými kusy. Lze také touto metodou zapisovat nebo přepisovat informace již v transpondéru obsažené. Při hromadném čtení data zpracovává software zajišťující prvotní zpracování (předfiltraci) dat před vstupem do IS. Data z identifikátoru totiž mohou být načtena vícekrát, případně



z jiného, než požadovaného tagu, nebo i jinou čtečkou. Teprve takto ošetřená data vstupují do samotného IS, kde již probíhá vlastní zpracování dat. [4]

Transpondéry RDIF jsou všestranně využitelné. Jejich použití vychází z konstrukce, která může být velmi různorodá. Např.:

- **značení zboží v obchodech.** Používá se převážně transpondér typu Smart-Label, náhled tohoto typu transpondéru viz Obr. 1-3. Je to RFID tag s potisknutelnou vrstvou. Tato se využívá pro tisk čárového kódu spolu s doprovodnými údaji.



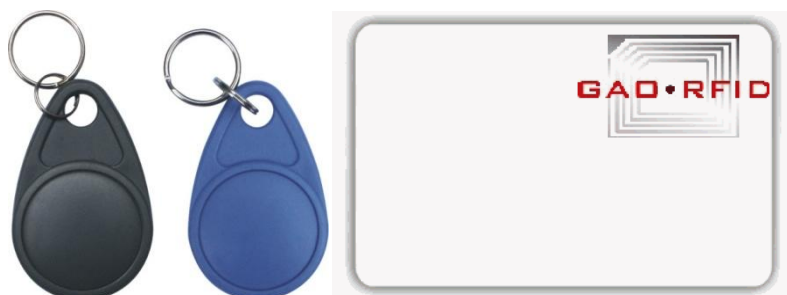
Obr. 1-3 Tagu typu SmartLabel [25]

- **značení zvířat.** Malé skleněné tagy (na Obr. 1-4) pracující na frekvencích 125 kHz a 134 kHz se také používají k čipování domácích zvířat. Zatavené skleněné trubičky průměru 2mm a délce 12mm jsou u psů a koček sterilní jehlou zavedeny pod kůži zhruba mezi lopatku a úroveň obojku. Tagy nesou sériové číslo (v České republice v souladu s normou ISO3166 začínající předponou CZE nebo číslem 203) a pokračující vlastním sériovým číslem zvířete, které je zaneseno v jeho eurobumážce známé jako Euro Pet Passport. [5]



Obr. 1-4 Skleněný tag pro značení zvířat

- **platební a docházkové systémy.** Čip může být zapouzdřen do plastové karty nebo předmětu typu klíčenky. Slouží jako elektronický klíč k přístupu či platbám. Náhled možného využití je na Obr. 1-5.



*Obr. 1-5 RFID tagy ve formě klíčenky a přístupové karty*

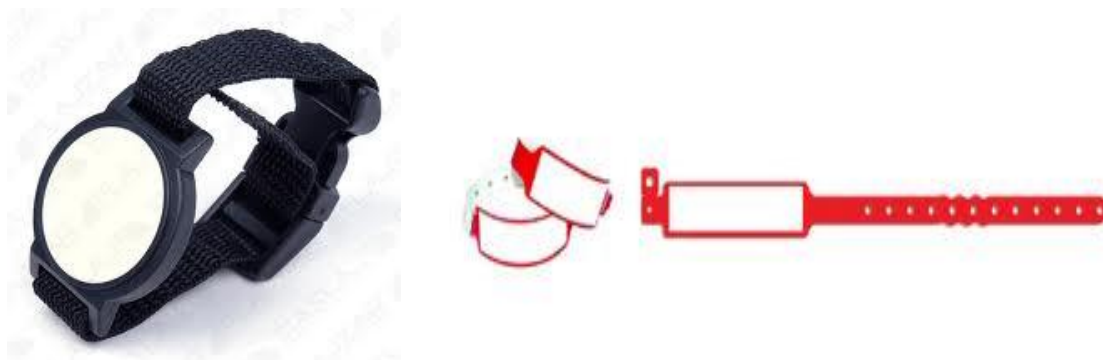
- **značení palet, přepravek.** Transpondér je zapouzdřen vhodným odolným obalem a je pevně spojen s přepravním boxem, paletou či kontejnerem. Stává se pevnou součástí přepravy, viz Obr. 1-6.



*Obr. 1-6 Tagy pro zabudování do přepravních obalů*

- **náramky.** Čip umístěný v náramku je využitelný např. ve zdravotnictví pro značení pacientů (jméno, RČ, diagnóza, léky, ...), ve sportovních areálech (doba pobytu,

přístup do skříňky v šatně, platba pro zúčtování při odchodu, ...), atd. Příklad možnosti náramkového provedení viz následující Obr. 1-7.



*Obr. 1-7 RFID náramky*

## 2 TECHNOLOGIE RFID

Jednoduše řečeno - RFID (*Radio Frequency Identification*) je komunikační technologie využívající elektrického výkonu radiofrekvenčních vln. Klíčové informace potřebné k označení sledovaného objektu jsou uloženy do nosného čipu. Z tohoto čipu jsou následně informace pomocí komunikačního zařízení načítány do informačního systému.

Podstatnou výhodou této technologie oproti technologii čárových kódů je, že lze během krátkého časového okamžiku hromadně načíst velké množství údajů z většího množství nosných čipů (tagů) současně, a to i bez přímé viditelnosti. Nutno ale zmínit i nevýhody: vyšší pořizovací náklady oproti běžně používaným papírovým čárovým kódům a složitější výroba.

### 2.1 Z historie RFID

Historie RFID se v podstatě začala psát od roku 1935, kdy byl plně zvládnutý a patentovaný systém radaru, který začal využívat radiofrekvenčního vysílání a příjmu. Klíčové časové body vývoje RFID znázorňuje následující tabulka.

1935	Watson a Watt patentují systém radaru
1952	Harrisův patent radiového přenosu informace s pasivním prvkem
1969	Mario Cardullo zveřejňuje koncept systému RFID
1973	Cardullo patentuje systém RFID
2003	vzniká organizace EPCglobal
2005	realizuje se iniciativa obchodního řetězce Wal-Mart a Ministerstva obrany USA

*Tab. 1 Důležité časové přelomy v technologii RFID*

Vlastní vývoj radiofrekvenční identifikace ale začal v době druhé světové války. Tehdy tato technologie měla pomáhat protiletadlovým bateriím odlišovat vlastní letadla od nepřátelských. Byly to tzv. friend-or-foe (IFF) MK1 odpovídače na britských letadlech. V podstatě to byly velmi jednoduché napájené (aktivní) tagy, které odpovídaly na kontakt s radarem odpovědí s pulsující silou vysílání. Tím se na monitoru radaru britské letadlo odlišovalo od ostatních blikáním. Následné vylepšené radarové systémy jsou dodnes využívány. [5]

Později v 70. letech byli na trhu představeni první komerční předchůdci technologie radiofrekvenční identifikace. Jednalo se o elektronické systémy ochrany zboží ( *Electronic Article Surveillance čili EAS*) s úložní kapacitou 1 bit. Zkouškou označení (existující/chybějící) měl být redukován počet krádeží. Systémy byly na bázi mikrovlnné techniky nebo indukce. [6]

Později začala automobilka Ford podobný, vylepšený systém využívat k předcházení poruchám aut. Důležité díly byly opatřovány radiofrekvenčními čipy se senzory. Sledované hodnoty byly shromažďovány v paměti čipu. Každý aplikovaný čip byl propojen s jednotkou GPRS (*mobilní datová služba přístupná pro uživatele GSM mobilních telefonů*) zabudovanou v autě a odesílající shromážděné informace v pravidelných časových úsecích do centrály Fordu. Sledovaná data byla bezdrátově získávána v průběhu provozu automobilu, který tak nemusel být přítomen žádným kontrolám, a vyhodnocována v automobilce. Ta tak mohla zareagovat na případné závady ještě dříve, než se začaly hromadně projevovat. [7]

Postupně se RFID systémy začaly uplatňovat i v dalších oblastech života. Skutečně ale podstatný krok k masovému využití udělaly tyto systémy až teprve v posledních několika letech. Potřebovaly k němu dořešit několik důležitých technologických překážek, které bránily jejich širšímu využití. RFID totiž není pouhá etiketa, jako například čárový kód, ale jedná se o technicko-informační systém, jehož jednotlivé četné varianty se od sebe odlišují v několika faktorech. Je to především frekvence, na které pracují. Mohou využívat čtyři vlnová pásma: LF, MF, UHF a mikrovlny (Tab.6). Dále je to velikost okruhu působnosti, tedy maximální vzdálenost, ve které je možné příslušné informace z RFID štítku číst nebo je na něj zapisovat. Tato vzdálenost se pohybuje v rozmezí od centimetrů do desítek metrů. Tuto vzdálenost dále ovlivňuje spousta činitelů: použitá frekvence, okolní materiál, prostředí, způsob napájení tagu, tvar a výkon antény, atd.. K dalším odlišným faktorům patří kapacita paměti RFID čipů, běžně se pohybující od 1 do 256 bitů.

## 2.2 Výhody a možnosti nasazení RFID

Technologie RFID přináší nové výhody:

- snížení celkové chybovosti při čtení a zápisu
- možnost zápisu a čtení velkého množství informací

- možnost dodatečných zápisů a změn uložených informací
- digitální získávání informací (rychlost, přesnost, sledování, archivace)
- není nutná přímá viditelnost pro čtení a zapisování do RFID tagů
- rychlost pořízení informace
- minimálně 10.000 programovacích cyklů (zápis / vymazání)
- variabilita media
- vhodným zapouzdřením je možné tagy nasadit téměř do jakéhokoliv prostředí
- zlepšení řízení toku zboží
- vyšší stupeň automatizace
- mobilita

Stručný přehled některých možností nasazení RFID technologie uvádí *Tab. 2*.

Úloha	Možnosti provedení	Přínosy
Identifikace objektů	Systémy správy kontejnerů a palet (čtečky na manipulačních vozících, skenery RDFI atd.)	Optimalizace interní logistiky a velikosti skladových zásob, podpora výrobních procesů, zajištění kvality výroby
Materiálové zabezpečení	Systémy řízení dodavatelských řetězců	Optimalizace řízení dodavatelských řetězců, zajištění nepřetržitých dodávek
Ochrana proti krádežím a plagiátorství	Označování výrobků štítky	Jednoduchá identifikace originálních výrobků a napodobenin
Farmacie	Záznamy o výrobě, štítky se záznamy o léčivech	Zvýšení bezpečnosti při výrobě i distribuci léčiv
Ochrana osob a budov	Přístupové systémy a osobní ochranné pomůcky	Autentifikace uživatelů nebo obsluhy zařízení, řízení přístupu do výrobních prostor, určení polohy osob
Monitorování prostředí	Záznamy o fyzikálních a chemických parametrech (transpondéry s vestavěnými senzory)	Kontrola skladovacích podmínek (chladiřny), sledování zatížení materiálu
Údržba a servis	Systémy pro operativní správu výrobních prostředků, elektronické štítky	Plánování oprav a výměny výrobních nástrojů, redukce počtu a doby výrobních odstávek, dokumentace o zařízeních a intervalech jejich oprav, záznamy o prohlídkách

*Tab. 2 Typické úlohy řešitelné pomocí RDIF [8]*

Systém RFID je využíván k bezkontaktnímu přenosu informací umožňujících identifikaci, lokalizaci a sledování prakticky čehokoliv. Může to být nejen jakákoliv věc, ale třeba i zvířata nebo lidé.

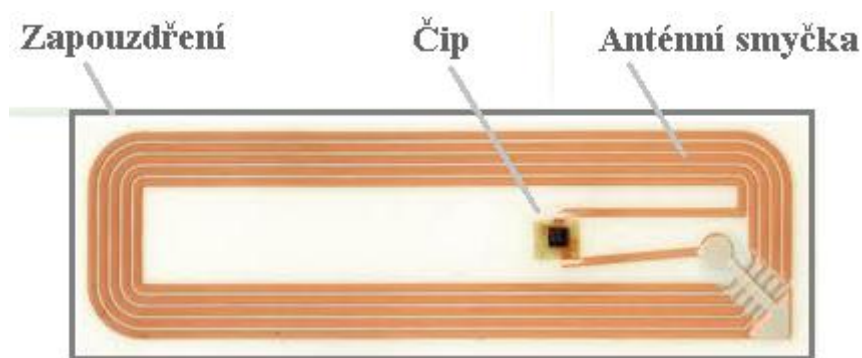
## 2.3 Transpondér

RFID funguje na principu vložení informace, jejího uchování v pasivním nebo aktivním médiu a následném čtení pomocí radiofrekvenční čtečky ze vzdálenosti od několika centimetrů až do desítek metrů podle konstrukce média – tagu a čtecího zařízení. Vlastní komunikace mezi RFID čtečkou a tagem probíhá pomocí rádiových vln, které jsou často využívány i k napájení. V takových případech hovoříme o systémech s pasivními RFID tagy. Jsou nejčastěji používané. Pro jejich identifikaci a přečtení je nutný aktivní snímač, který vysílá signály do okolí. V případě, že pasivní RFID čip je signálem nalezen, využije ho jako zdroj energie a odešle signál zpět vysílači. Pasivní RFID tagy většinou nachází využití v podobných oblastech jako čárové kódy. Dalšími typy jsou aktivní a poloaktivní tagy. Z výroby mají všechny tagy pevně integrované sériové číslo, další informace musejí být teprve uživatelsky zapsány.

Pokud tag využívá buď úplně, nebo částečně vlastní energii, hovoříme o poloaktivních nebo aktivních tagech. Aktivní čipy obsahují baterii a vysílají samy signál. Mají nejdelší dosah (až 50m) a lze je snadněji lokalizovat. Většinou nesou i další doplňující informace. Tyto čipy jsou samozřejmě dražší než pasivní, jsou tedy i méně časté. Výhodou aktivních RFID tagů je nejen větší dosah, ale i možnost doplnění funkcionality o integrovaný senzor nárazu, tlaku, teploty apod. Příkladem je hybridní RFID tag s integrovaným senzorem teploty, který dokáže v pravidelných intervalech zapisovat údaje o teplotě okolí, a tím zajistit kontrolu nakládání např. s masnými výrobky na cestě od výrobce až po chladicí box v samoobsluze.

Kombinací obou těchto typů jsou čipy BAP (*Battery Assisted Passive*), tedy pasivní čipy s baterií. Ty se chovají stejně jako běžné pasivní, čekají tedy na aktivační signál, po jehož obdržení však mohou díky baterii vysílat signál s větší intenzitou a na větší vzdálenost než běžné pasivní RFID. [9]

Každý tag se skládá z paměťového čipu, vodivého propojení, antény a zapouzdření, viz Obr 2-1. Také může být osazen baterií nebo dodatečnou funkcionalitou.



*Obr. 2-1 Pasivní tag*

RFID technologie si neklade za cíl nahradit čárové kódy, ale spíše čárové kódy doplnit o další možnosti. V celé řadě aplikací je nejvýhodnější použít kombinaci obou těchto identifikačních technologií, jako například v tzv. Smart-Labelech (Obr. 2-2), které umožňují využití i stávající infrastruktury čtení čárových kódů.



*Obr. 2-2 Smart-Label*

Etikety Smart-Label jsou vyráběny v kombinaci samolepící podkladové vrstvy, která nese RDIF transpondér, a potisknutelného povrchu. Podle potřeb uživatele lze na povrch tisknout průvodní poznámky či klasický čárový kód doplněný numerickým kódem. Čtení informací ze Smart-Labelu může probíhat jednoduše opticky bez použití jakéhokoliv zařízení, nebo pomocí čtečky čárových kódů či čtečky RDIF kódů.



### 2.3.1 Druhy RFID transponderů a jejich funkčnost

Transpondery RFID lze dělit dle různých kritérií:

#### 2.3.1.1 Podle funkčnosti

- **Read only** – data jsou do paměti zapsána při výrobě a jsou neměnná (většinou sériové číslo)
- **WORM** (*write once read many*) – po prvním zapsání dat je možné je už pouze číst
- **R-W** (*read- write*) – umožňuje opakovatelné čtení i zápis dat

#### 2.3.1.2 Podle zdroje energie

- **Aktivní nosiče** – jsou vybavené baterií, výhodou je přenos dat na vysokou vzdálenost, nevýhodou je omezená životnost baterie a vyšší cena.
- **Polopasivní nosiče** – mají baterii, ale nevyužívají ji pro komunikaci. Je určeno pro doplňkové funkce transpondéru
- **Pasivní nosiče** - jsou napájené z RF signálu vysílače, jsou menší, lehčí a tedy i levnější, prakticky je jejich životnost neomezená, mají ale menší přenosovou vzdálenost limitovanou RF dosahem vysílače.

#### 2.3.1.3 Podle operační frekvence

- **nízká frekvence 125-134 kHz LF Tag** - dosah do 0,5 m, malá rychlost čtení vysoké výrobní náklady, možnost snímání na kovu a přes kapalinu
- **vysoká frekvence 13.56 MHz HF Tag** - dosah do 1 m, dostatečná rychlost čtení, vysoké výrobní náklady, obtížné čtení přes kapalinu
- **velmi vysoká frekvence 860 - 930 MHz UHF Tag** - dosah do 3 m, velká rychlost čtení, nelze číst přes kapalinu, obtížné čtení z kovu
- **mikrovlnná frekvence 2.45, 5.8 GHz MW Tag** - dosah do 10 m, možnost čtení při extrémně vysokých rychlostech, velká cena RFID tagu [10]

## 2.4 Zápis dat do transpondéru

Vlastní data jsou do transpondéru ukládána v digitální podobě. Je možné je dle typu použitého čipu opakovaně zapisovat, modifikovat, či zcela přepisovat. Jediná data, která nelze uživatelsky zapisovat ani nijak měnit, je část struktury kódu EPC (*Electronic Product Code*) - Serial Number (viz *Kap. 3.1.3.1.*). Představuje unikátní sériové číslo, které je do čipu zapsáno již při výrobě. Zaručuje jedinečnost transpondéru i při hromadném použití.

Vlastní zápis uživatelských dat je prováděn radiofrekvenční cestou pomocí zapisovacího zařízení. Dle typu tagu to může být samotná čtečka nebo tiskárna vybavená zapisovacím modulem.

Zápis informací do čipu transpondéru probíhá např. během potisku Smart-Labelu. K tomu se používají termotransferové tiskárny, které dokážou nejen potisknout RFID etikety informacemi s čárovým kódem nebo grafikou, ale i současně zapisují informace do transpondéru. Je to např. poměrně rozšířený model tiskárny *SATO CL400e RFID*. Zvládá i kontrolu nepoškozenosti RFID čipu. Takový transpondér tiskárna označí přetiskem horní strany etikety jako vadný a tím ho již pohledově znehodnotí. Součástí tiskárny může být i např. navíječ nebo odlepovač vytisknutých etiket pro jejich snadnější aplikaci. [11]

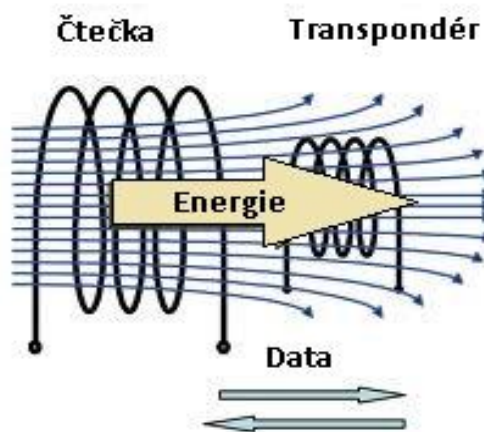


Obr. 2-3 Termotransferová tiskárna SATO CL400e RFID [11]

### 2.4.1 Komunikace čtečky s transpondérem

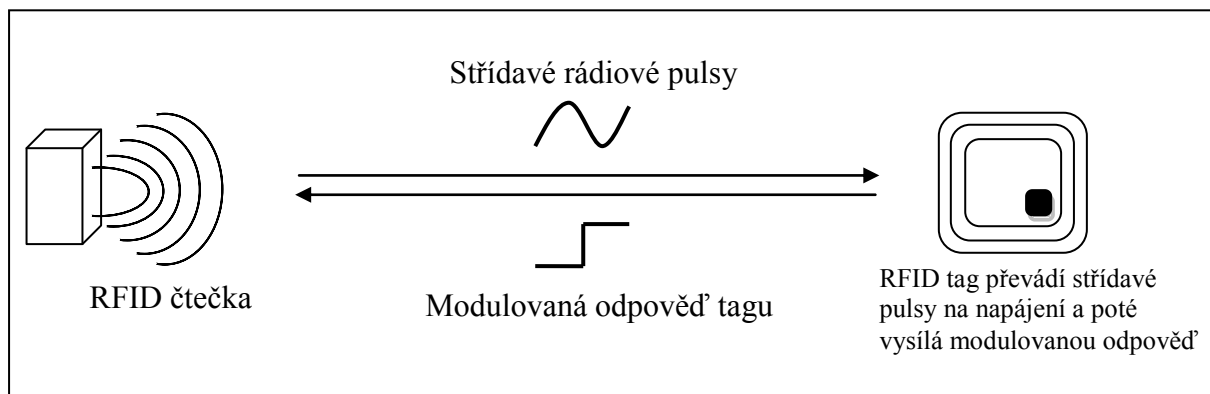
Nejběžnější pasivní tagy pracují vždy pouze v okamžiku, kdy jsou v dosahu čtečky a mají s ní navázanou komunikaci. Čtečka prostřednictvím své vysílací/přijímací antény vyše

elektromagnetický signál o frekvenci odpovídající rezonanční frekvenci přijímací antény tagu, jejíž energie se využívá pro krátkodobé napájení vnitřní elektroniky tagu, viz následující obrázek.



Obr. 2-4 Vybuzení činnosti pasivního transpondéru

Následující obrázek (Obr. 2-5) demonstruje modulaci rádiového vysílání z čtečky, kdy střídavé pulsy vyvolají indukci napětí a tok střídavého proudu, a modulovanou odpověď tagu.



Obr. 2-5 Modulace při napájení tagu a jeho odpovědi

(vlastní schéma)

Komunikace mezi čtečkou a transpondérem, tedy přečtení a odeslání EPC kódu (Kap. 2.4.1.1. a Obr. 2-6) a doplňkových dalších dat probíhá následovně:

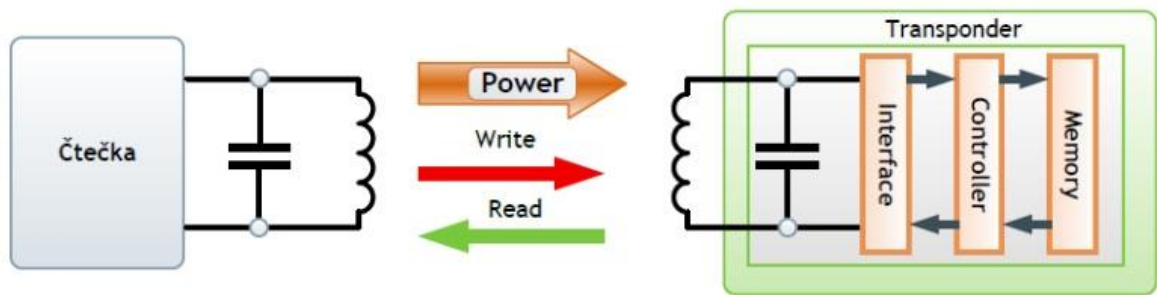
- čtecí zařízení vyšle modulovaný signál, tzv. „wake-up“

- v anténě tagu se indukuje napětí, počne procházet střídavý proud. Ten je usměrněný.
- vnitřní kondenzátory nábojové pumpy generátoru napětí se nabijí a pracují dočasně jako baterie
- po dosažení minimální úrovně energie v kondenzátorech jsou spuštěny řídicí obvody
- z frekvence nosné vlny se generuje hodinový signál
- signál, přijatý transpondérem je demodulovaný pomocí diodového detektoru
- detektor přijatá data pošle do číslicových obvodů čipu v tagu
- jsou spuštěny komunikační obvody, které začnou odpovídat čtečce
- čtecí zařízení přestane vysílat modulovaný signál a začne vysílat nemodulovanou nosnou vlnu ( $CW = \textit{Continuous Wave}$ )
- tag podle uložených dat (EPC a další možná zapsaná data) přepíná zátěž antény tagu mezi impedančně přizpůsobeným stavem, kdy maximum energie je pohlcováno v tagu, a nepřizpůsobeným stavem, kdy anténa tagu dopadající vlnu nejvíce odráží. Tímto způsobem tag mění svou efektivní odraznou plochu a moduluje odrážený signál (*backscatter modulátor*)
- takto odrážený signál je přijat čtecím zařízením, kde jsou z něj demodulována data z tagu – dvoustavový signál 0-1

Dostatečná energie pro nabití kondenzátoru v transpondéru a schopnost detekovat přijatou odpověď transpondéru čtečkou jsou tak hlavní hardwarové podmínky fungování RFID systému. S rostoucí vzdáleností mezi čtečkou a transpondérem postupně klesá kvalita RFID signálu. Narůst šumu v základním signálu vede až k nemožnosti úspěšné detekce přijaté zprávy. [12]

Čtečka následně dekóduje informaci z vysokofrekvenčního přenosového signálu čipu a předává zjištěné EPC dál přes Middleware do logistického procesu (*Client/Server princip*).

Úkolem RFID Middleware je především redukce datového toku spojeného s opakovaným rozpoznáváním stejné etikety. Tato na rychlost náročná operace částečně koliduje s dalším požadavkem a tím je z pohledu procesu řízení okamžité rozpoznání čtení z chybného transpondéru (zpoždění rozpoznání z důvodu opakovaného čtení).

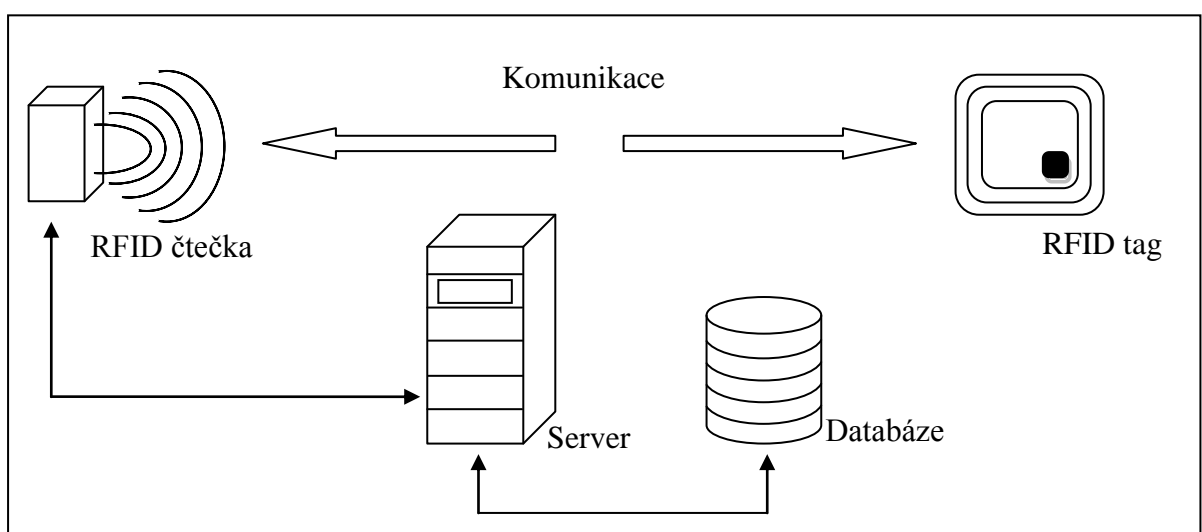


Obr. 2-6 Schéma komunikace Čtečka – Transpondér [13]

Druhou možností komunikace je použití RFID tagu bez tzv. „wake-up“ signálu, kdy čtecí zařízení stále vysílá nemodulovanou vlnu. Ve chvíli, kdy je u něj transpondér tak blízko, že má potřebnou energii pro činnost svých obvodů, začne výše popsaným způsobem vysílat svá data.

Datové rychlosti se většinou pohybují od 100 bit/s do 10 kbit/s. Kromě výše popsaného způsobu modulace, který odpovídá dvoustavové ASK (*Amplitude Shifting Key*) modulaci, je možné realizovat i PSK (příp. i FSK) modulaci odráženého signálu. [13]

Po přijetí vyslaných dat z transpondéru jsou dekodovaná a zpracovaná data odeslána jako dotaz do serverové databáze, odkud se vrátí jako kompletní informace o daném výrobku. Viz následující schéma.



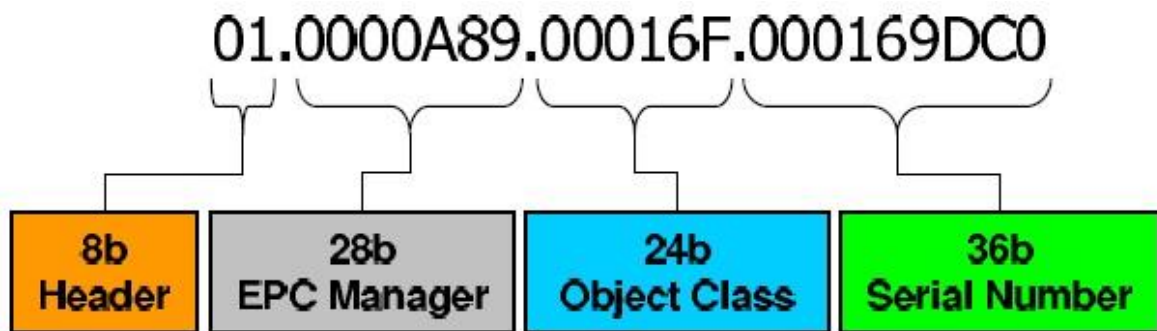
Obr. 2-7 Schéma komunikace Server – Transpondér

(vlastní schéma)

Jinou metodou získání uživatelských dat z transpondéru je využití kapacity ROM paměti tagu, kdy jsou všechna potřebná data pro kompletní identifikaci v ní zapsána. Není tedy zapotřebí propojení s databází, ale všechna data jsou již přímo uložena v transpondéru. Získává se tím absolutní nezávislost na domovské databázi. Nevýhodou je podle množství uživatelských dat možná potřeba většího paměťového prostoru a tím i vyšší cena tagu.

#### 2.4.1.1 EPC (Electronic Product Code)

EPC je v podstatě „číslo“ vytvořené za účelem jednoznačné identifikace produktů v logistickém řetězci a jeho datovým nosičem je RFID tag. Toto číslo jednoznačně určuje konkrétní transpondér, resp. objekt, na kterém je umístěn. Toto číslo má hierarchickou strukturu:



Obr. 2-8 Struktura identifikačního čísla EPC

Obr. 2-8 popisuje strukturu EPC - 96bitovou třídu 1. Jednotlivé její části mají následující význam:

- **Header - hlavička** - obsahuje údaje o délce, typu, struktuře, verzi a generaci EPC - kapacita 256 kombinací
- **EPC Manager** - číslo, identifikující společnost nebo organizační jednotku - kapacita 268 mil. kombinací
- **Object Class** - jednoznačná identifikace druhu položky - kapacita 16 mil. kombinací
- **Serial Number** - sériové číslo - jednoznačná identifikace konkrétního značeného objektu (zboží, osoby, zařízení, ...) - kapacita 68 bil. kombinací

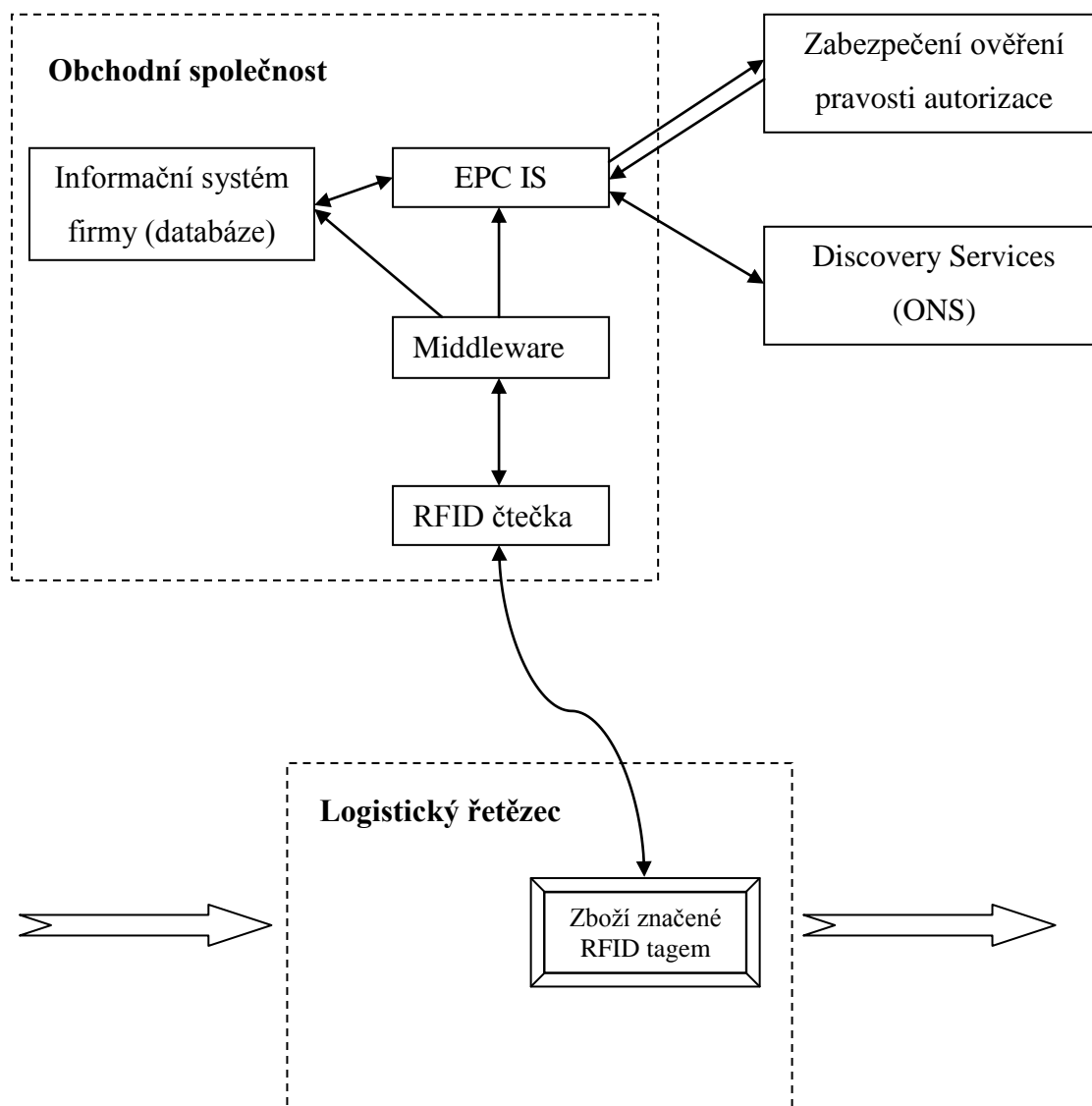
- **Dodatkové údaje** – nejsou povinné. EPC může dále obsahovat další pole sloužící správnému kódování a dekódování informací z různých systémů identifikace do jejich běžné (čitelné) podoby. [14]

EPC kód tedy slouží k jednoznačnému rozlišení konkrétního transpondéru, který se shoduje s jinými transpondéry ve všech ostatních zapsaných datech. Toto je umožněno díky Serial number transpondéru. Je tedy možné např. v dodávce tisíce kusů stejného zboží se stejným čárovým kódem jednoznačně identifikovat každý jednotlivý kus, což by nebylo možné při použití „obyčejných“ čárových kódů.

Přidělování kódu EPC řídí organizace *EPCglobal* a to především z důvodu zachování jednoznačnosti vlastností definovaných standardem. Každý identifikovaný objekt tak používá jednoznačnou strukturu svého identifikačního čísla, které je následně zpracováváno v nadřazené datové síti.

Následující Obr. 2.9 naznačuje možnost dotazovací komunikace mezi obchodními partnery a databází EPC kódů včetně ověření oprávněnosti přístupu do ní.

RFID čtečka načte EPC kód z tagu zboží putujícího v obchodním řetězci. Pokud dekódované informace z tagu projdou úspěšně přes Middleware (software zajišťující komunikaci mezi snímačem a IS, řídí zpracování, kontrolu, filtrování a přenos dat), jsou následně zpracovány systémem EPC IS (*Electronic Product Code Information Service*). EPC IS vytváří podporu pro výměnu EPC dat mezi obchodními partnery. Jeho úkolem je provést proces ověření (autorizaci) a spustit následné hledání vlastností zjišťovaného objektu v příslušné databázi přes Discovery Services (podpora pro vyhledávání dat k příslušnému EPC, jehož součástí je i ONS (*Object Naming Service*)). Celý děj využívá EPC Global Network, což je internetové rozhraní za účelem globální identifikace čipů RFID. Jedná se o síť informačních serverů EPC, které umožňují plné využití globálního předávání informací v reálném čase. [16], [22], [23]



Obr. 2-9 Schéma dotazu na kód EPC do domovské databáze  
(vlastní schéma)



### 3 TECHNICKÉ VYBAVENÍ

#### 3.1 Zápis do tagu

Každý tag má paměťový prostor rozdělený dle Kap. 2.4.1.1.

Ve výrobě je pevně zapsáno jedinečné sériové číslo, které nelze žádným způsobem změnit. Do uživatelské oblasti lze pomocí radiofrekvenčního vysílání zapisovat uživatelská data.

##### 3.1.1 Zařízení pro zápis

Zápis do paměti tagu lze provádět pomocí RFID čtečky nebo RFID modulu tiskárny.

Např. tisk a zápis na etiketu Smart-Label probíhá pomocí speciální, k tomu vybavené digitální tiskárny. Tiskárna kóduje vstupní data a pomocí radiofrekvenčního zapisovače „zapiše“ požadovaná data do paměti transpondéru. Současně může definovanou informaci vytisknout na povrch transpondéru ve formě čárového kódu nebo jiných doprovodných údajů.

Zápis do jiných typů tagů probíhá stejným způsobem.

#### 3.2 Zařízení pro čtení

Ke čtení informací z tagů se používají mobilní nebo stacionární čtečky.

Stacionární čtečky mohou být ve formě panelů s integrovanou anténou, nebo samotné zařízení, ke kterému lze připojit jednu nebo více antén. [15]



Obr. 3-1 Stacionární čtečka Motorola FX9500 [15]

Také může být provedení stacionární brány, které může mít různý počet antén pro plné pokrytí sledovaného prostoru. Nosná konstrukce bývá jakéhokoliv tvaru a velikosti dle potřeb.



*Obr. 3-2 Jednoduchá stacionární brána RFID [21]*

Mobilní čtečky jsou přenosná zařízení, která mohou komunikovat s PC on-line nebo off-line.



*Obr. 3-3 Mobilní čtečka Motorola MC9090-Z RFID [26]*

Komunikační spojení může být realizováno pomocí WIFI, Bluetooth, USB nebo RS232.

### **3.3 Softwarové vybavení**

Pro vzájemnou komunikaci čtečky a tagů je nutný obslužný software, nebo aplikace zásuvného modulu do stávajícího používaného software. V tomto případě je nutno zajistit možnost komunikace aplikace s připojenou RFID čtečkou, přenos dekódovaných dat do

stávající aplikace a zajistit integritu a jednoznačnost dat např. z hromadně načtených tagů více čtečkami najednou.

### 3.4 Rizika RFID

Všeobecně každá technologie, která usnadňuje bezpečnostní nebo informační sledování objektů a lidí představuje v nepovolaných rukou jistý stupeň rizika. Toto především umožňuje propojení čtecích zařízení zejména do bezdrátových sítí. Dále k tomu přispívá i v některých případech zákonná povinnost ukládat záznamy o provedených transakcích, kde a kdy bylo to které vozidlo viděno, kdy byla která platební karta přiložena ke kterému terminálu, kdy byl který průkaz předložen na které vrátnici atd.. K těmto datům pak mohou zpětně získat přístup subjekty s kladnými i zápornými úmysly (např. policie versus rozvodový právník). [5]

RFID samo o sobě nepředstavuje přidané riziko. Krizový scénář rizika je možné sehrát s jakoukoliv jinou identifikační technologií: od biometriky (rozpoznávání obličejů, otisků prstů, oka) přes klasické tištěné čárové kódy (použité např. jako 2D - barcodes ve strojově čitelných zónách pasů, technologické předchůdce čipů s nižším množstvím uložených dat) až po nyní široce používané optické rozpoznávání poznávacích značek na vozidlech.

Maximální eliminaci případného rizika lze realizovat u RFID technologie:

- omezením čtecí vzdálenosti na minimum (přístupové karty, RFID náramky, ...)
- volba vhodné frekvence (výkon, dosah, ...)
- zabezpečení bezdrátového přenosu (šifrování dat, filtrace MAC adres, ...)
- výběrem vhodného hardwaru (bezpečná zařízení, optické kabely pro přenos, ...)

## 4 NORMY A DOPORUČENÍ

Všeobecné způsoby použití čárových kódů a RFID technologie musí být sjednoceny vzhledem ke způsobu jejich použití v oblasti průmyslu, obchodu, vědě, ekonomice, atd. na úrovni počínaje podniky a končící mezinárodními styky. Vzhledem k tomu, že nejednotnost kódů by znemožnila předávání jednoznačných informací, bylo nutno vytvořit normy pro přenos informace a její dekódování. Jsou to např. pravidla pro značení jednotlivých zemí, (čísla jednotlivým státům přiděluje sdružení GS1 se sídlem v Bruselu, čísla výrobcům přiděluje v ČR GS1 Czech Republic), vzájemnou výměnu dat, jednotnou symboliku použití, jakost čitelnosti kódů, atd. Z těchto důvodů vznikly mezinárodní normy řešící tuto problematiku. Každá ze zúčastněných zemí (je jich nyní asi 120), přebírá tyto normy a pro svoji vlastní potřebu si je dále upravuje.

Součástí každé normy a doporučení je výkladový slovník pojmů, který zabraňuje nejednoznačnosti při výkladu jednotlivých terminologií. [17]

### 4.1 Založení standardu pro RFID

Organizace NATO (*The North Atlantic Treaty Organization*) přijala roku 2005 pod označením Standardization Agreement (STANAG) 2233 svůj standard v oblasti RFID. Návrh dokumentu o sledování zboží a hmotného majetku při použití RFID (*NATO STANAG 2233 Consignment and Asset Tracking by Radio-Frequency Identification*) získal potřebný počet hlasů členských států organizace a byl přijat. Formálně byl STANAG 2233 vyhlášen koncem roku 2005. Členské státy jeho přijetím souhlasí s tím, že při sledování pohybu zboží a hmotného majetku mezi sebou budou používat stanovenou standardní metodu RFID. Přijatý standard odkazuje na současné normy ISO pro aktivní a pasivní štítky RFID a použití infrastruktury členských států. [7]

V současné době probíhají revize standardu a provádějí se standardizační úpravy, které odrážející technologický vývoj jak na trhu, tak změny a zavádění příslušných norem ISO. Standard STANAG 2233 platí pouze pro operace v rámci NATO, nicméně je doporučeno jeho používání i uvnitř jednotlivých členských států (*převzato ze stránek: © Český normalizační institut, 2005*).

Následující tabulka představuje některé závazné standardy pro použití RFID technologie:

ISO 7816	Standard pro kontaktní čipové karty
ISO 7816-1	Standard popisuje elektrické a mechanické vlastnosti karet.
ISO 7816-2	Standard popisuje velikost, pořadí, umístění a funkčnost kontaktních oblastí karty.
ISO 14443	Standard pro bezkontaktní karty na frekvenci 13,56 MHz se čtecím rozsahem do 15 cm.
ISO 15693	Standard pro bezkontaktní karty na frekvenci 13,56 MHz se čtecím rozsahem od 1m do 1,5m.
ISO 18000-1	Standard popisuje obecné parametry RFID
ISO 18000-2	Standard popisuje parametry pro rozhraní <135kHz.
ISO 18000-3	Standard popisuje parametry pro rozhraní 13,56 MHz.
ISO 18000-4	Standard popisuje parametry pro rozhraní 2,54 GHz.
ISO 18000-5	Standard popisuje parametry pro rozhraní 5,8 GHz.
ISO 18000-6	Standard popisuje parametry pro rozhraní 860 až 930 MHz.
ISO 18000-7	Standard popisuje parametry pro rozhraní 433 MHz (ve vývoji).
ISO 11784	Standard pro RFID identifikaci zvířat. Popisuje strukturu kódu v tagu.
ISO 11785	Standard pro RFID identifikaci zvířat. Popisuje přenosový protokol.

Tab. 3 Standardy v technologii RFID [8]

## 4.2 Normy a doporučení při použití RDIF

Normy a doporučení vznikají za účelem úpravy použití technologií pro jejich úspěšné zavedení a standardizování, To je velmi důležité pro masové rozšíření a využívání. Bez těchto pravidel je není možné využívat díky nejednoznačnosti při interpretaci významu kódovaných informací. Norem a doporučení je nepřehledné množství, liší se podle jednotlivých oblastí jejich nasazení a potřeb jim specifických.

Níže jsou uvedeny pouze některé z vydaných doporučení a norem.

Německé sdružení NAMUR vydalo v souvislosti s použitím RFID v průmyslu *Doporučení NE 127*, které se podrobně zabývá důvody, možnostmi a technickými podmínkami použití techniky RFID v průmyslu.

Doporučení konstatuje, že pro použití RFID v průmyslu existují dva základní argumenty: první je ekonomický, tedy zákazník očekává, že mu RFID pomůže zefektivnit výrobní procesy a to mu přinese žádoucí finanční efekt, a druhý je regulatorní, kdy technika RFID pomáhá splnit požadavky příslušných vyhlášek nebo přání zákazníků, především v oblasti dokladovatelnosti výroby. V tomto případě jde o projekty, kde přímý finanční efekt není hlavním cílem, ale může být pozitivním vedlejším účinkem. [9], [18], [21]

Doporučení NE 127 podrobně rozebírá tyto aspekty použití RFID:

- fyzikální omezení
- spolehlivost
- pracovní podmínky (zvláště v chemickém průmyslu)
- typické příklady použití
- náklady, přínosy a rizika
- standardy a normy
- zabezpečení dat

### 4.3 GS1 Czech Republic

Pokud chce firma obchodovat v širším měřítku, např. i v zahraničí, je již téměř nutností se zaregistrovat v Systému GS1.

Systém GS1 je nejrozšířenějším globálním standardem pro identifikaci, automatický sběr dat a jejich komunikaci mezi obchodními partnery. Pro udržení mezinárodní jednoznačnosti je nezbytné, aby byli zájemci o využívání Systému GS1 registrováni, nejlépe v zemi, kde hodlají systém využívat. GS1 Czech Republic je jediným autorizovaným pracovištěm pro Českou republiku, kde je možno se zaregistrovat.

Organizace GS1 vznikla z původních společností: UCC (americká společnost) a EAN (evropská společnost). Obě usilovaly o vytvoření standardizovaného označování produktů, umožňující jejich identifikaci ve výrobě i při prodeji. Jejich spojením vzniklo sdružení EAN International, které bylo roku 2003 přejmenované na GS1.

#### **Historie GS1:**

Evropští výrobci a prodejci zboží následovali americký příklad UCC a založili v roce 1977 asociaci EAN – European Article Numbering Association – a vytvořili kód EAN-13, plně kompatibilní s americkým kódem UPC. Spolupráce mezi americkým výborem UCC a evropskou asociací EAN tím však rozhodně neskončila, naopak. V roce 1988 obě organizace společně vytvořily kód Code 128 s větším obsahem informací, než měly EAN-13 a UPC, a v následujících letech vznikaly další společné pracovní skupiny a společné projekty. Koordinovány byly i snahy o začlenění metod identifikace do mezinárodních

standardů. Vývoj se soustředil na požadavek rozměrově úsporných kódů a na metody softwarového zpracování informací. Současně se začala vyvíjet i radiofrekvenční metoda identifikace – RFID. [12]

Všechny symboly využívané v rámci Systému GS1 obsahují standardizovaná data. Oproti ostatním čárovým kódům, které nejsou zaregistrovány v GS1, je tak zajištěna a zaručena jedinečnost a standardní datová struktura. Ostatní čárové kódy nemají tuto vlastnost, a jsou tedy využitelné pouze vždy po konkrétní domluvě mezi dvěma či více uživateli, nebo mohou dobře fungovat v tzv. uzavřených systémech.

Společnost, která v současné době vyrábí nebo obchoduje s různými regiony světa a nevyužívá daných možností standardizace Systému GS1, musí specifikovat přesně své reference např. v objednávkách, fakturách, dodacích listech a věnovat speciální pozornost specifikacím různých regionů. Výsledkem jsou pak zvýšené náklady, zvýšené riziko chyb, reklamací a komunikačních komplikací. V důsledku může tato situace vést až k celkové nespokojenosti zákazníka. [13], [19]

Jednotnost a způsob typu kódování informací při značení materiálu/zboží je tedy nutný především pro firmy, které chtějí obchodovat s jinými velkými firmami a pokud chtějí obchodovat se zahraničním trhem.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 5 ÚVODNÍ STUDIE

Úkolem této práce je zpracovat studii, zda je reálné a ekonomické aplikovat technologii RFID do skladového hospodářství firmy Zliner s.r.o.. Je nutno si vytvořit obraz celkového náhledu na současný systém a jeho dosavadní chod. Dále vypracovat studii nového systému, který by byl plně funkční v reálném prostředí firmy. Z těchto poznatků a rozhodnutí vzejde ekonomický rozbor, který slouží ke konečnému rozhodnutí, zda přistoupit k aplikaci či nikoliv.

Při zvažování, zda modernizovat současný systém, je nutno si předem odpovědět alespoň na tyto následující otázky počáteční studie: [11]

### **Jaké jsou předpoklady nasazení RFID ve firmě?**

Ochota akceptovat změny a podřídit se jim.

Vypracovaná, zhodnocená a schválená studie určená k realizaci.

### **Jaké druhy technologií je optimální využít?**

Čárový kód, RFID

### **Místo, způsob a etapy případného nasazení RFID.**

Místo - sklad, způsob – spolupráce s vývojáři firemního IS, postupné zavádění.

### **Jaké jsou ekonomické dopady nasazení technologie RFID?**

Nutno vytvořit návrh budoucího systému a jeho ekonomický rozbor, dle něho provést konečné rozhodnutí.

### **SWOT analýza RFID ve firmě.**

Studie budoucího přínosu aplikace ve firmě a současně na okolní trh.

### **Manažerské shrnutí – koho, čeho se změna bude týkat, co je potřeba přeorganizovat, úplně změnit?**

Změna v organizaci skladu a celé firemní logistiky včetně změny v postoji zaměstnanců k akceptování nezbytného vývoje v oboru.

Prvotní otázka: "Co toto řešení přinese pro firmu a jak rychle je možné dosáhnout návratnosti vložené investice?" Toto je zásadní otázka, na kterou je potřeba znát odpověď.

Další úkol je velmi podrobně zmapovat všechny systémové procesy a úkony, které se dějí při jakémkoliv pohybu ať už zboží, či s nimi souvisejících dat. Cílem je najít procesní

chyby a nedokonalosti v systému, které mohou při pozdější aplikaci změny firemních pochodů znamenat narušení integrity toku dat a informací.

Pokud bude možné docílit ve firmě alespoň částečné zautomatizování některých procesů, nebo je alespoň výrazně časově urychlit za použití stejného, nebo lépe menšího počtu pracovníků, dá se hovořit o úspěšnosti. To samé platí o ekonomické stránce zaváděných změn. Rozhodující je doba návratnosti, která musí být ze strany vedení firmy akceptovatelná. V opačném případě bude zřejmě dosahováno ekonomické a obchodní ztráty. V těchto případech zřejmě nejsou správně nastavené firemní procesy, nebo je zvolena špatná technologie.

Analýza vhodnosti nasazení RFID technologie slouží jako podklad ke konečnému rozhodnutí, zda je ekonomicky a technologicky reálné její nasazení do praxe.

Správně provedená analýza má za úkol ověřit možnost a vhodnost implementace technologie RFID a přesně stanovit přínosy vyplývající z této změny. Současně je nutné definovat případná rizika. Analýza zkoumá např.: [20]

- **Spolehlivost čtení tagů** – jaká je úspěšnost čtení tagů v závislosti na jejich umístění – podkladní materiál, úhel natočení směrem k čtečce, čtecí vzdálenosti, př. další vlivy
- **Použitelnost** - schopnost označení produktů z různých materiálů
- **Rychlost** - čtení musí být dostatečně rychlé a přesné
- **Čtení více tagů najednou** v návaznosti na požadovaném procesu – množství, rychlost, integrita dat
- **Definování rozsahu položek** – co vše je potřeba do tagu zakódovat a to i s ohledem na možnost budoucích dalších požadavků
- **Určení časové náročnosti jednotlivých fází implementace** – odhad doby implementace
- **Odhad očekávané ceny** – reálná současná cena implementace tohoto projektu s prognózou vývoje dle hrubého harmonogramu

Úspěšné zavedení nové technologie je náročný aplikační proces především na koordinaci jednotlivých složek. Je nutné dbát zejména na:

- ekonomickou návratnost investice v únosném časovém období
- akceptovatelnost ze strany uživatelů

- současné zvyklosti ve firmě
- vzájemnou kompatibilitu všech použitých součástí
- jednoduchost a přehlednost systému pro uživatele
- rozšiřitelnost systému s ohledem na budoucí vývoj a trendy v ekonomice a hospodářství

## 6 SPOLEČNOST ZLINER S.R.O.

Zliner s.r.o. je česká firma působící již dlouhou dobu v oblasti autoopravárenství a obchodu. Hlavní podnikatelskou činností jsou částečné a generální opravy autobusů a trolejbusů, a původně doplňková obchodní činnost především v oblasti náhradních dílů na tyto vozy. Dalšími aktivitami jsou maloprodej elektro a železářství, prodej osobních a užitkových automobilů značek Toyota, Fiat a Alfa Romeo, včetně záručního a pozáručního servisu. Mezi poslední aktivity patří i kompletace krátkých nízkopodlažních elektrobuses pro zahraničního partnera.

S rozrůstajícími aktivitami firmy nastává potřeba reorganizace vnitřní struktury firmy, a tedy i skladového hospodářství. Jednou z požadovaných změn je nutnost zavedení nových technologií ve značení materiálu/zboží na vstupu do firmy a okamžitá provázanost informací mezi nákupním oddělením, vlastním skladem, účtárnou a on-line prodejny náhradních dílů, kterých má Zliner s.r.o. v současnosti 12 rozmístěných v celé České republice, nově i na Slovensku. Firma také provozuje 5 konsignačních skladů. Domovská firma působí mimo jiné i jako centrální sklad pro prodejny a sklady, a denně vychystává zboží pro jejich zásobování.

Firma se také snaží o rozšíření svého obchodního sortimentu. Navazuje jako jednu ze svých aktivit dodavatelskou činnost v oblasti dodávek pneumatik od předních výrobců. Konkrétně se jedná o nákladní pneumatiky GoodYear, které jsou určeny především pro nákladní přívěsy a návěsy. Tento výrobce zařadil do svého portfolia nabídku pneumatik se zabudovaným RFID transpondérem. Jeho předností je možnost rychlého a přesného načtení jedinečného sériového čísla dané pneumatiky do IS. Při kontrole pneumatik na voze umožňuje tento systém předejít špatnému vizuálnímu přečtení identifikačních údajů, které jsou vylisovány na bočnici a bývají vlivem zašpinění či dvojité montáže na nápravě špatně čitelné. Informace z RFID jsou pro kontrolujícího pracovníka velmi rychle dostupné, stačí přiložit k bočnici pneumatiky čtečku a přenést načtená data do systému. Výhodou je okamžité zjištění typu a rozměru pneumatiky, stáří, zda se jedná o pneumatiku novou či protektor, případně celou její historii. [24]



Obr. 6-1 Pneumatika s technologií RFID [24]

Vzhledem k narůstajícím možnostem technologie RFID bude v budoucnu běžné sledovat on-line údaje přímo z pneumatiky i za jízdy – tlak a teplotu, ale to je zatím u běžných uživatelů vzhledem k ceně vozového komunikačního zařízení budoucnost.

Další výhodou spatřuji u této technologie možnost snadnějšího vystopování ukradených pneumatik. Očekáváme u velkých odběratelů – především dopravních podniků – postupný zájem o tuto inovativní technologii.

## 6.1 Zhodnocení současného systému skladu a návrh nové technologie

Současný stav v nynější podobě je nevhodný, převážně z hlediska produktivity práce (a tím i z hlediska ekonomického) a provázanosti s firemní logistikou. Kombinace úpravy používaného IS skladu a zavedení technologie RFID má za cíl zvýšit ekonomičnost fungování celého systému včetně zkvalitnění komunikace mezi jednotlivými zúčastněnými složkami systému.

Změnou technologie by mělo dojít k úspoře času při:

- **příjmu zboží** – rychlejší identifikace přijímaného zboží (v případě již použité RFID), porovnání s dodejkou, zápis změn do skladových karet
- **předávání výdejek skladníkovi** – výdejka mu může být nahrána přímo do čtečky,
- **vyhledání skladového pole** – každé pole bude označeno kódem RFID – funkce čtečky vyhledávání (akustický signál)

- **vyhledání zboží v poli** – funkce čtečky vyhledávání (akustický signál)
- **kontrola vychystaného zboží v expedičním prostoru** – hromadné načtení EPC kódů a *elektronické* porovnání s výdejkou
- **okamžité změny ve skladových kartách** – po potvrzení vyskladnění proběhne automaticky zápis do skladových karet
- **jednoduchá skladová inventura** – jednoduché načtení kódu skladových položek, zadání počtu kusů a automatické porovnání se skladovou databází
- **zjednodušení kancelářských prací** – maximální převedení většiny papírových prací na elektronické

Změnou technologie by mělo také dojít k:

- rychlejší a jednodušší komunikaci mezi prodejny, konsignačními sklady a centrálním skladem
- rychlejšímu předání požadavků mezi centrálním skladem a oddělením zásobování
- rychlejší a snadnější komunikaci při tvorbě objednávek a požadavků na vyskladnění zboží
- rychlejší komunikaci mezi skladem a účtárnou
- jednodušší orientaci ve skladových plochách

## 6.2 Principy využití RFID ve společnosti

Prvotním požadavkem na úspěšnou a ekonomickou aplikaci nové technologie značení je synchronizace označovacích údajů s širokou oblastí dodavatelů náhradních dílů a odběratelů - jednotnost využívání číselného značení zboží.

Za tímto účelem vzniká ve firmě aplikace, která páruje v případě rozdílného číselného značení jednoho výrobku od různých dodavatelů jejich značení s firemním. K takovéto položce lze přistupovat kterýmkoliv číselným značením, které odpovídá kódům v databázi konkrétní položky. Zliner také u velkého počtu skladových položek zavádí vlastní značení, a to především u položek vlastní výroby. Tato aplikace tedy vytváří databázi, která umožňuje dohledávat a párovat různé výrobní kódy patřící ke konkrétní položce.

Z hlediska funkčnosti a ekonomiky provozu skladu je vhodné rozlišit potřebu značení materiálu/zboží jednoduchou etiketou čárového kódu, nebo Smart-Labelem, tedy kombinací čárového kódu a RFID transpondéru. Je nutno ve firmě vytipovat položky, u

kterých je žádoucí ekonomický a manipulační přínos při použití modernější (ale dražší) technologie. Jedná se např. o zmiňované pneumatiky, montážní celky (motory, čerpadla, sestavované minibusy určené k prodeji, atd.), přepravní palety a kontejnery, atd.. Naproti tomu u materiálu, určeném převážně pro vlastní spotřebu, jako je hutní, spojovací a jiný materiál, je dostatečné použít značení pomocí tištěných čárových kódů.

Se zavedením RFID technologie do skladového hospodářství se současně počítá i s realizací docházkového a přístupového systému využívajícího tuto technologii. Dalším projektem firmy je postupné využití RFID při plánované budoucí výrobě náhradních dílů pro IVECO a.s., což je úspěšný výrobce autobusů produkující své výrobky do celé Evropy.

### 6.2.1 Struktura EPC

V případě obchodování s využitím RFID technologie je nutno zažádat společnost EPCglobal pro Českou republiku o přijetí do společnosti. Registrací získá firma právo k přidělení EPC čísla a přístupu do EPCglobal Network (Kap. 2.4.1.1). Je nutno zaplatit jednorázový vstupní poplatek a roční licenci. [22], [23]

Protože zatím nedošlo k realizaci registrace, uvádím zde pouze možný náhled budoucí možné struktury příslušného kódu EPC:

**01 . 0000A89 . 00016F . 00169DC0**

└──┘
└──────────┘
└──────────┘
└──────────┘

1
2
3
4

1 Záhlaví – určuje strukturu následující řady čísel

2 Správce domédy – identifikace společnosti zodpovědné za správu následujících čísel

3- Třída objektu - identifikuje třídu objektů reprezentující skupinu produktů

4 – Sériové číslo - jednoznačná identifikace objektu

### 6.3 RFID a procesní změny

Dalším požadavkem je změnit nevyhovující stav procesů skladu, kdy např. příjem a výdej všech položek probíhá pomocí tištěných příjemek a výdejek s následnou ruční aktualizací

skladových karet. Příchozí materiál je na vstupu do skladu fyzicky přijatý, ručně zkontrolovaný dle příjemky a poté je zaskladněn. Příjemka je ručně účetně zpracována, a tedy až s časovou prodlevou se změny promítnou ve skladových sestavách. Výdej materiálu probíhá obdobným způsobem, tedy mimo real-time.

Vyhledání zboží ve skladě a prepis dat je zdoluhavý. To samé platí i u vystavování výdejk a faktur. Výdejky se sestavují dle požadavků obchodů, konsignačních skladů a výroby. Každá zpracovávaná výdejka je pověřeným pracovníkem sestavena, zkontrolována na dostupnost zboží, vytištěna a předána skladníkovi. Ten vyhledá zboží a přemístí jej do prostoru expedice. Tady je zboží překontrolováno a naloženo do přepravních boxů. Tím je obsah výdejky přichystán k odvozu. V případě nedostupnosti zboží je dán písemný požadavek do oddělení zásobování.

Nevýhodou časového zpoždění mezi fyzickým a účetním stavem je, že pokud některý prodejce z obchodu nahlédne do databáze centrálního skladu, nemá 100% jistotu aktuálního dostupného stavu položek, což je v případě on-line prodeje, objednávání a naskladňování zboží z centrálního skladu do prodejen nežádoucí faktor. Politikou firmy je co nejmenší skladová zásoba na prodejnách a operativní navázení zboží dle požadavků zákazníka, mimo to i co nejmenší kapitál rozložený v náhradních dílech v prodejnách a skladech. Plánované změny v evidenci skladových položek by měly pokud možno co nejvíce eliminovat nejisté stavy v databázi zboží. Dalším požadavkem je úplná operativní provázanost obchodů, centrálního skladu, konsignačních skladů, oddělení logistiky a účetnictvím. Firma chce využít a navázat na způsob identifikace zboží od většiny svých dodavatelů, kteří již systém značení pomocí čárových kódů a RFID technologie zavedli.

#### **6.4 Nedostatky současného systému a návrh jejich řešení**

Úkolem této studie je najít vhodné řešení pro odstranění současných nedostatků ve skladových procesech a dalších nedostacích s nimi souvisejících. Jedná se o nedostatky, které je potřeba řešit jak technologicky, tak systémově.



### 6.4.1 Zrychlení příjmu zboží

Při příjmu zboží je vysokozdvížným vozíkem složen náklad objednaných dílů a převezen do prostoru příjmu a expedice. Dva skladníci postupně vybírají došlé zboží z přepravních palet a na každém jednotlivém balení musí najít číselné označení. Toto označení přečíst, vyhledat na faktuře a zkontrolovat počet došlých kusů. Po kontrole je faktura předána skladové účetní, která fakturu zpracuje a ručně provede zápisy do elektronických skladových karet.

Pokud dodavatel neumistuje RFID tagy nebo čárový kód na své zboží, je nutno přijímané kusy ručně roztřídit a dle firemní databáze kódů vytisknout buď klasické štítky s čárovým kódem nebo štítky RFID. Tyto následně nalepit na přijímané kusy zboží.

**Řešení:** Skladníci načítají kódy jednotlivých balení pomocí čtečky, v případě více kusů skladník načte položku a na svém terminálu zadá počet kusů. Takto načte celou dodávku do paměti čtečky a odešle ji do IS, kde je založena položka Příjem. Zde se zobrazí všechny načtené položky a jsou porovnány s došlou fakturou od dodavatele. Po odsouhlasení jsou automaticky provedeny zápisy do Skladových karet.

**Úspora:** Pomocí navrhovaného řešení lze denně ušetřit cca 20min u každého zúčastněného, tzn. celkem 1hod denně.

### 6.4.2 Zaskladnění zboží

Pracovník příjmu po roztřídění zboží jej zaskladní do příslušných oddělení a pozic ve skladě. Pokud skladník dle svých zkušeností nezná toto místo, musí jít do kanceláře a v IS si dle čísla položky vyhledat místo uložení, zapsat si ho do svých poznámek a poté zaskladňovat zboží.

**Řešení:** Skladník převeze zboží ke skladovým pozicím a uskladní ho. Pokud nezná místo uskladnění, načte si ručním terminálem kód zboží a přímo v terminálu si zobrazí místo uložení.

Pro snadnější orientaci mezi skladovými poli jsou na každém klíčovém místě namontovány tagy s informací o typu a názvu skladového pole. Tyto tagy si může skladník načíst pomocí ruční čtečky (v případě RFID fce vyhledání – čtečka v případě nalezení kódu zvukově upozorní na úspěšné vyhledání). Rovněž jsou umístěny pro lepší orientaci i vizuální označovače.

**Úspora:** Pomocí navrhovaného řešení lze denně při zaskladňování většího množství položek ušetřit cca 0,5hod u každého zúčastněného, tzn. celkem 1hod denně.

### 6.4.3 Požadavek na vyskladnění

Požadavky na vyskladnění jsou vytvářeny v rámci vnitrofiremních požadavků v papírové podobě, vytištěny a předány do skladu. Příslušný skladník, který má požadovaný sortiment na starost, si požadavek převezme. Pokud nezná umístění položek, musí si je stejně jako v případě zaskladňování nejprve v IS vyhledat a udělat si poznámky k jednotlivým položkám. Teprve potom může jít do vlastního skladu vychystávat jednotlivé položky. Po vychystání objednávky předá do kanceláře objednávku s odsouhlasenými položkami. Účetní přepíše výdej položek, vytvoří fakturu, kterou elektronicky odešle k dalšímu zpracování. Poté provede ručně aktualizaci změn do Skladových karet zboží.

**Řešení:** Požadavky budou vytvářeny elektronicky přímo v příslušném modulu IS. Je potřeba jasně definovat všechny údaje nutné k identifikaci objednávacího, požadovaných položek, počtu kusů a čas, kdy má být zboží vychystáno. Tento modul není v IS aplikován, je nutno jej doprogramovat.

Použití ručního terminálu umožní skladníkovi si přímo ve skladě zobrazit kód hledané skladové pozice hledané položky.

Elektronické objednávky se budou shromažďovat u vedoucího skladu. Ten si je rozdělí dle převažujícího typu sortimentu a odešle je zodpovědnému skladníkovi za daný typ zboží na jeho terminál. Současně lze objednávku vytisknout pro její větší přehlednost (v papírové podobě se lze snáze orientovat než na displeji terminálu). Skladník objednané zboží vyhledá, načte kód vyskladňovaného zboží a přemístí jej do přepravního vozíku. Po ukončení výdeje všech položek ukončí objednávku, čímž se automaticky budou generovat změny na Skladových kartách.

**Úspora: Teoretická** časová úspora může být u elektronického vyhotovení objednávky, odeslání přes IS, vyskladnění a zápis do karet 2hod denně u všech zúčastněných.

#### 6.4.4 Minimální zásoba

V současné době je nutno u položek s častým pohybem hlídat minimální skladovou zásobu. Toto mají na starost skladníci. V případě dosažení předepsané minimální zásoby je skladník povinen upozornit vedoucího skladu na tuto skutečnost. Vedoucí sepíše požadavek na nákup a odešle jej do oddělení zásobování.

**Řešení:** IS bude při změně stavu na Skladové kartě sledovat skutečný stav s přednastavenou hodnotou minimálního stavu. V případě dosažení minima bude systém automaticky generovat požadavek na nákup a odešle jej vedoucímu skladu a do oddělení zásobování.

**Úspora:** Teoretická denní časová úspora může být 0,15hod u všech zúčastněných.

#### 6.4.5 Expedice

Z pomocných přepravních vozíků je vyskladněné zboží přemístěno na paletu, která bude po kontrole zabalena. Vzhledem k množství vychystaných položek bývá nereálné provést fyzickou kontrolu úplnosti objednávky.

**Řešení:** Expediční kontrola zkontroluje obsah palety načtením RFID položek v paletě. Hromadně načtené EPC se porovná s objednávkou a odsouhlasí se. Současně kontrola odhalí chybějící zboží nebo i případné zboží, které do dané dodávky nepatří.

**Úspora:** Zde se časová úspora nedá vyjádřit, protože vzhledem k četnosti položek nebyla při expedici žádná kontrola většinou prováděna. Není tedy možnost porovnání. Zde by se mohlo pouze hovořit o čase spotřebovaném při případné výměně nebo opětovném dodání správné položky za chybějící či zaměněnou.

#### 6.4.6 Inventurizace

Inventura ve skladě se provádí ručně a s využitím i jiných pracovníků než jsou zaměstnanci skladu. Vedoucí skladu vytiskne skladové sestavy a rozdělí je mezi inventarizující pracovníky. Každý z nich postupně vyhledá přidělené položky a zaznamená počet nalezených kusů do vytištěné sestavy. Po ukončení fyzické inventury jsou tyto stavy porovnány se stavy na Skladových kartách. Vše se vlastně děje ručním porovnáním.

**Řešení:** Pracovníci skladu načtou čtečkou kód zboží a zadají počet nalezených kusů. IS po ukončení fyzické inventury porovná skutečný stav s nalezeným stavem a vygeneruje sestavu případných rozdílů.

**Úspora:** Zde je časová úspora značná. Doposud inventuru provádělo 7-8 zaměstnanců v průběhu 5 dnů. S technologií RFID by teoreticky za stejný čas zvládlo inventuru 5 zaměstnanců skladu. Teoretická časová úspora při inventarizaci by mohla být 80 – 120hod.

## 7 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ

Cílem návrhu řešení je úspěšné a ekonomické zavedení nové technologie značení materiálu a zboží ve skladě (Kap. 5).

Mým navrhovaným řešením dříve popsané problematiky je zavedení technologie RFID. Současně nutně dojde k nastavení nových a hlavně jednoznačně definovaných pravidel v systémové komunikaci mezi jednotlivými zúčastněnými pozicemi. Dosavadní firemní pravidla nepopisují, nebo popisují nejednoznačně povinnosti jednotlivých funkčních pozic. Je tedy nutné jednoznačně popsat pracovní činnost a komunikační kanály u každého pracovníka, kterého se jakýmkoliv způsobem dotkne chystaná změna. Toto je velmi nutné z důvodu eliminace jakýchkoliv zpoždění a nejasností při komunikaci a pohybu zboží.

Aplikace RFID bude obnášet nákup a instalaci příslušného zařízení včetně spotřebního materiálu. Rovněž musí být zakoupen software pro generování kódů a jejich tisk/kódování do tagů. Komunikace mezi čtečkami RFID a PC bude probíhat bezdrátově, proto bude muset být zřízena WIFI síť. S probíhající rekonstrukcí skladu musí být i rozšířena počítačová síť. Všechny tyto změny rozebírají následující kapitoly.

### 7.1.1 Reorganizace skladových prostor

V současné době probíhá ve firmě reorganizace skladových ploch. Na další skladové prostory je nyní přestavována málo využívaná vedlejší budova. Po rekonstrukci zde budou naskladňovány pneumatiky a náhradní díly pro nákladní vozidla. Současně využívaný skladový prostor v hlavní hale firmy bude určen především pro náhradní díly na různé typy autobusů a trolejbusů. Tyto díly jsou mimo prodej určeny především pro hlavní opravárenskou činnost firmy, kterou jsou generální a střední opravy těchto vozů. Z důvodu nejčastější manipulace s těmito díly hlavně pro vnitřní potřebu firmy je nutné zachovat jejich místo uskladnění v této budově, kde probíhají zmíněné opravy. Do rekonstruované haly tedy budou přesunuty náhradní díly pro nákladní vozidla.

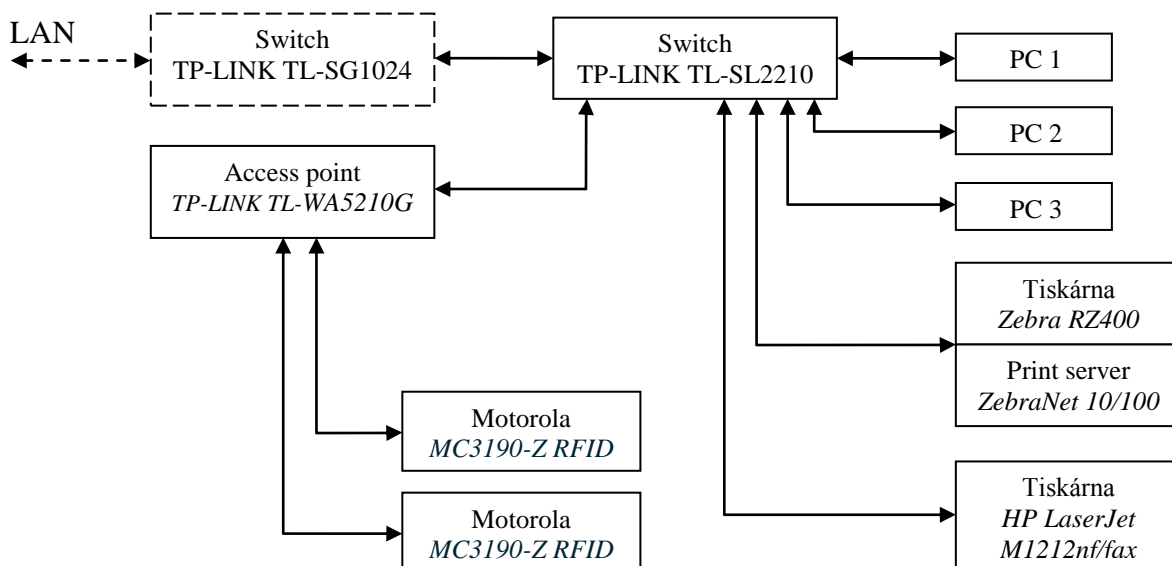
Počítačová skladová část firmy v rekonstruované hale bude propojena s firemní sítí pomocí metalického kabelu CAT6 ze stávajícího firemního switche *TP-LINK TL-SG1024*.

V této hale vzniknou PC pracoviště pro příjem zboží, vlastní skladovou část a kancelář. Všechna pracoviště budou vybavena novým vybavením – kancelářský nábytek a počítačové vybavení.

Navrhovaná PC vybavenost nového skladového prostoru počítá již s aplikací RFID:

počítač	3ks
switch TP-LINK TL-SL2210	1 ks
RFID čteček Motorola MC3190-Z RFID	2 ks
tiskárna Zebra RZ400 RFID	1 ks
print server ZebraNet 10/100	1 ks
síťová tiskárna HP LaserJet M1212nf/fax	1 ks
access point TP-LINK TL-A5210G	1 ks

Tab. 4 Nový hardware vznikajícího skladového prostoru



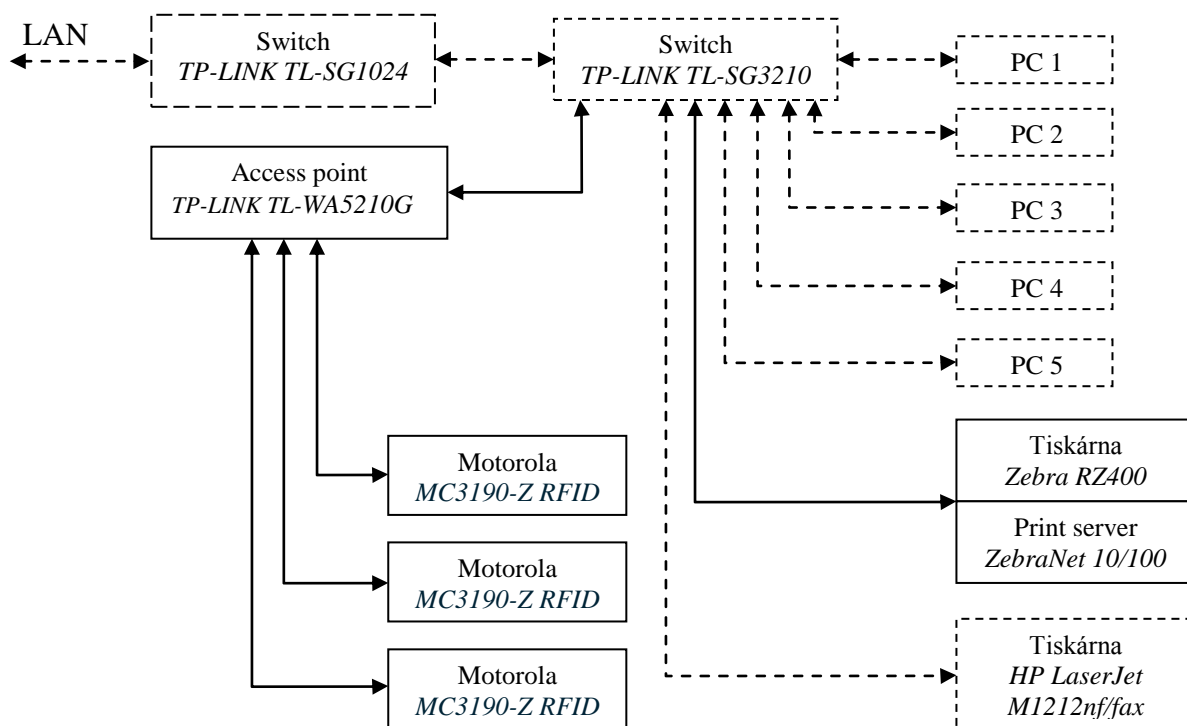
Obr. 7-1 Blokové schéma propojení IS skladu v nově připojované části

(vlastní schéma)

Navrhované doplnění PC vybavenosti původního skladového prostoru:

čtečka Motorola MC3190-Z RFID	3ks
tiskárna Zebra RZ400 RFID	1ks
print server ZebraNet 10/100	1ks
access Point TP-LINK TL-A5210G	1ks

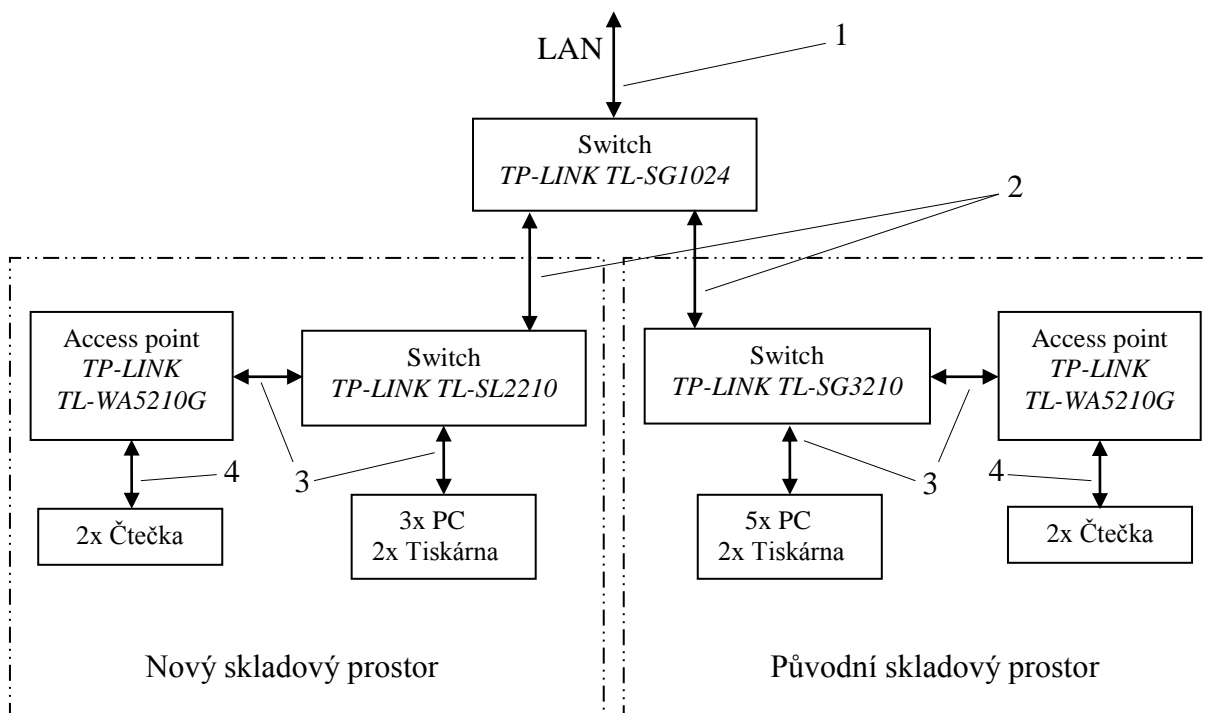
Tab. 5 Nový hardware původního skladového prostoru



Obr. 7-2 Blokové schéma propojení IS skladu v rozšiřované stávající části  
(vlastní schéma)

### 7.1.2 Datové propojení

Obě skladové části budou nově propojeny s páteří sítě a původním switchem TL-SG1024 kabelem CAT6 o rychlosti 1Gb. Ostatní vnitřní komunikace bude probíhat přes kabel CAT5, čtečky Motorola budou komunikovat přes WIFI access point pomocí standardu 802.11/g. Čtečky se při zapnutí a přihlášení do sítě musí identifikovat a registrovat. Toto bude zajišťovat zásuvný modul do skladové aplikace Prytanis, do kterého budou přenášena data z čteček. Jejich provoz bude zabezpečený pomocí šifrování WAP2.



Obr. 7-3 Blokové schéma datového propojení firmy a skladu

(vlastní schéma)

Popis použitého datového propojení skladové části s páteřním rozvodem firmy.

- 1 - CAT6 (páteřní síť firmy)
- 2 - CAT6 (firemní a skladové switche)
- 3 - CAT5 (skladový switch – PC, tiskárny, access pointy)
- 4 – WIFI 802.11 b/g (access point - čtečky)

### 7.1.3 Nová hardwarová vybavenost

Hardwarové zařízení je možné vybírat z široké škály nabídek. V dalších kapitolách jsou navržena zařízení, která umožňují spojení obou technologií značení, a to čárové kódy i RFID. Spojením obou funkcí je možné docílit výrazných ekonomických úspor, než pokud by byly použity samostatné zařízení pro každou technologii zvlášť. Navrhují zařízení



především od českých dodavatelů, kteří se alespoň částečně zabývají vývojem, výrobou, dodáním a servisem těchto zařízení, včetně obslužného softwaru.

### 7.1.3.1 Čtečka RFID

Jako čtečku pro čárové i RFID kódy navrhuji *Motorolu MC3190-Z*. Součástí tohoto terminálu je snímač čárového kódu 1D i 2D a modul RFID. Pracuje v rozsahu UHF a HF pásma. Připojení do podnikové sítě se bude realizovat pomocí Wi-Fi modulu o standardu 802.11a/b/g. Zabezpečení přenosu zajistí šifrování dat WAP2. Další možností tohoto zařízení je propojení s PC pomocí USB kabelu, nebo propojení přes RS232, a to v případě dávkových přenosů mimo real-time. Komunikaci s uživatelem zajišťuje inovovaný komfortní mobilní operační systém Windows Mobile 6.5 obhospodařující paměti 512 MB RAM a 1 GB Flash. Tento mobilní terminál v sobě spojuje vysoký výkon, ergonomický design a příznivou cenu. Je vhodný do prostředí skladu pro svou odolnost vůči prašnému prostředí. Terminál dobře zvládá i hrubší zacházení – dle údaje výrobce je odolný i proti opakovaným pádům na beton z výšky 1,2metru.

Všechny použité čtečky je možné centrálně spravovat pomocí zdarma dodávané aplikace *Motorola MSP*.

*Cena: 47.775,-Kč*



*Obr. 7-4 Mobilní terminál MC3190-Z RFID [21]*

Uskladnění a dobíjení terminálu bude zajišťovat *Základna pro MC30xx/MC31xx*. Tato základna není určena pro datový přenos, což v případě této aplikace, kdy bude použitý přenos on-line, nevadí.

*Cena: 3.150,-Kč*



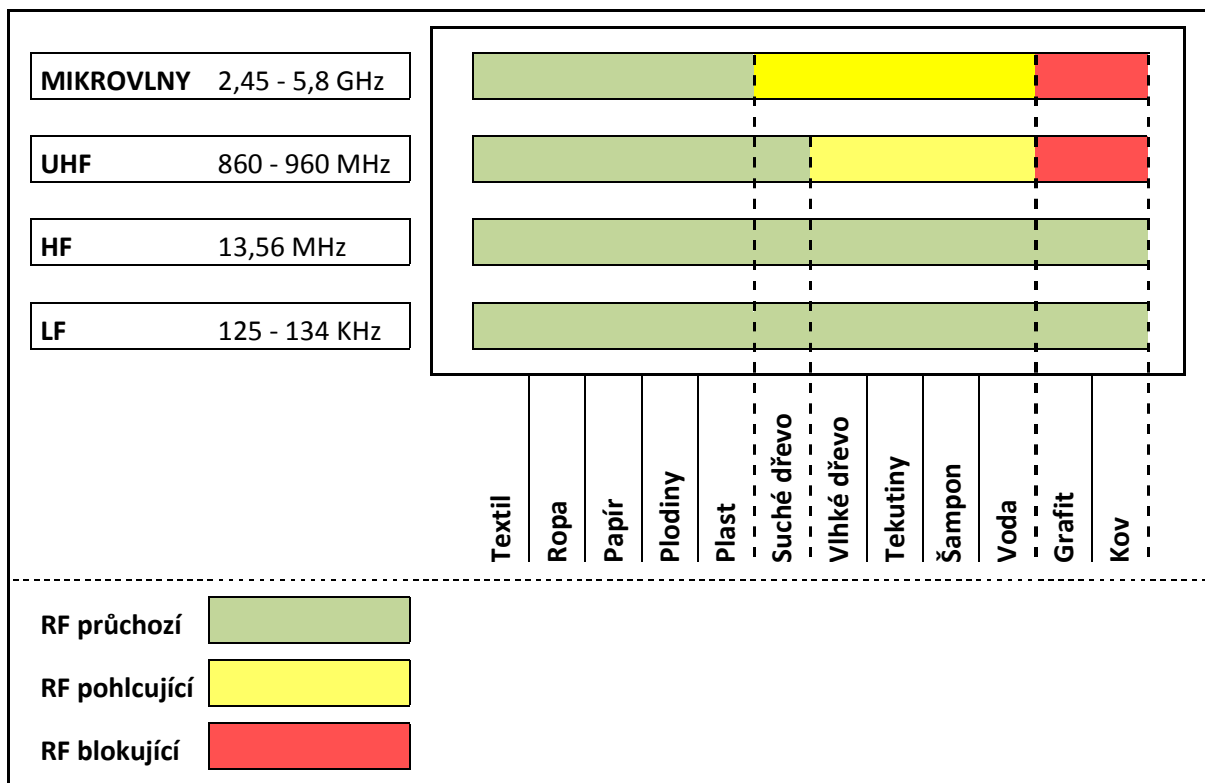
*Obr. 7-5 Základna pro MC30xx/MC31xx [21]*

### **7.1.3.2 Volba frekvence**

Systémy RFID se provozují na různých vlnových délkách (viz Kap.2.3.1.3 a Tab.6). Každá vlnová délka je vhodná do jiného prostředí a má různou komunikační vzdálenost. Volba vhodné frekvence je jedna z nejdůležitějších fází návrhu řešení. Při špatné volbě frekvence by došlo ke špatné, poruchové komunikaci mezi čtečkou a tagem, případně by nebylo možné komunikaci navázat vůbec nebo jen na velmi malou vzdálenost.

Z této volby vyplývá celá řada dalších (nejen fyzických) omezení, jako například dosah čtečky, zákonná omezení, rychlost čtení a zapisování, použitelnost v různém prostředí a další.

Pro potřeby značení především kovových dílů ve firmě je nutno zvolit frekvenci dle následující tabulky:



Tab. 6 Průchodnost frekvencí různými materiály

Z této tabulky vyplývají pouze dvě vhodné možnosti - pásmo HF a LF. S ohledem na prostředí a nejčtenější zastoupení kovů, navrhuji použití pásma HF – 13,56Mhz. Pásmo LF má již příliš krátkou komunikační vzdálenost. Terminál *Motorola MC3190-Z* bude přepnut do HF módu. Pro frekvenční pásmo LF je již čtecí vzdálenost z kovových povrchů velmi krátká (max 50cm ), zůstává tedy jako jediná volba HF frekvence. Tady se pohybuje čtecí vzdálenost cca 1m. Pásmo UHF není pro čtení z kovových povrchů příliš vhodné.

### 7.1.3.3 Transpondér

Dle způsobu použití je nutno zvolit takový typ transpondéru, který bude plně vyhovovat potřebám firmy. Jedná se především o přihlídnutí k převážně kovovým povrchům značených výrobků. Dalším požadavkem je potisknutelnost čárovým kódem a tisk krátkého textu. Odolnost tagu je postačující běžná. Tagy se nebudou znovu používat.

Po zhodnocení provozních podmínek (převážná část skladových položek a materiál v okolí je, nebo obsahuje kov) navrhuji použití potisknutelného pasivního RFID tagu

*LBL082049PB-RFID13*. Jedná se o papírovou nálepkou typu Smart-Label s integrovaným RFID čipem a výkonnější anténou.

*Cena: 17,-Kč*



*Obr. 7-6 Smart-Label LBL082049PB-RFID13*

Dále navrhuji transpondéry pro trvalé označení pozic skladových regálů a palet, které umožní lepší orientaci při vyhledávání pozice uskladnění.

Navrhovaný typ *TAGS0279* je vyrobený z recyklovatelného plastu, uzpůsobený pro montáž šroubováním a je odolný běžným povětrnostním podmínkám. Má 96bitovou paměť, která je dostatečná pro všechny popisné informace.

*Cena: 210,-Kč*



*Obr. 7-7 Tag TAGS0279 - HF*

#### **7.1.3.4 Tiskárna**

Tiskárna *Zebra RZ400* je určena pro tisk štítků s čárovými kódy a má rozšířené vlastnosti o možnost kódování informací do tzv. Smart-Labelů. Lze tedy zapsat do paměti čipu

informace a současně potisknout horní stranu Smart-Labelu např. čárovým kódem případně i grafikou či jinými doprovodnými údaji.

Tiskárna okamžitě po zápisu provede ověření jeho správnosti. V případě úspěšného čtení teprve následuje potisk etikety čárovým kódem, grafikou nebo textem.



Obr. 7-8 Správně a chybně zakódovaný Smart-Label

Vadné tagy jsou označeny nápisem VOID po celé jeho ploše a tím se zabrání následné aplikaci vadného tagu na značený předmět. Informace pro tisk na vadnou etiketu se posunou ve frontě na následující Smart-Label.

*Cena: 59.500,-Kč*



Obr. 7-9 Tiskárna Zebra RZ400

#### 7.1.3.5 Print server

Protože tyto typy tiskáren (např. *Zebra RZ400*) jsou standardně vybaveny porty USB, sériovým a paralelní portem, je nutno tiskárnu doplnit interním print serverem ZebraNet 10/100 pro připojení do LAN sítě a možností sdílení s ostatními uživateli.

*Cena: 2.950,-Kč*



Obr. 7-10 Print Server ZebraNet 10/100

### 7.1.3.6 Počítače

V původní skladové části není potřeba instalovat nové počítače, byly již před dvěma roky obměněny.

Do nové skladové části je nutno zakoupit celé počítačové vybavení včetně tiskárny pro RFID, kancelářské tiskárny a zařízení pro WIFI.

Navrhovaná sestava PC pro kancelářské použití:

CPU - INTEL cpu CORE i3-2100 1155 3.1GHz	2.259,- Kč
paměť 2GB/1333MHz DDR3	295,- Kč
MB ASUS MB P8H61-M LE Rev.3.0 mATX	1.279,- Kč
integr. zvuková karta 7.1, GLAN	0,- Kč
integrovaná grafická karta	0,- Kč
HDD WD 500GB/7200/SATA2 16MB	2.530,- Kč
DVD±RW vypalovačka LG 22x SATA	399,- Kč
PC case se zdrojem mATX	990,- Kč
Klávesnice, myš	350,- Kč
LCD monitor AOC 919VZ, 19", 1280x1024, repro	2.650,- Kč
<i>CENA CELKEM</i>	<i>10.752,- Kč</i>
<i>CENA CELKEM – 3ks PC</i>	<i>32.256,- Kč</i>

Tab. 7 Navrhovaná sestava PC

### 7.1.3.7 Switch

Zařízení *TP-LINK TL-SL2210* umožňuje propojení skladových počítačů, tiskáren a access pointu s firemní sítí.

*Cena 1.200,-Kč*

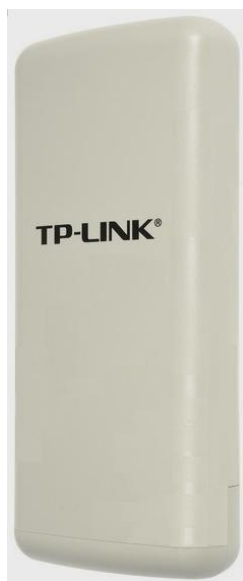


Obr. 7-11 Switch TP-LINK TL-SL2210

### 7.1.3.8 Access point

Access point slouží k vybudování bezdrátového spojení mezi čtečkami a počítači. Mezi jeho bezpečnostní protokoly patří WEP, WPA i WPA2 včetně PSK. Síťový provoz bude šifrován pomocí WPA2.

*Cena 1.100,-Kč*



*Obr. 7-12 TP-LINK TL-WA5210G*

### 7.1.4 Softwarová vybavenost

Pro aplikaci RFID technologie je nutno zakoupit software pro generování a tisk čárových kódů na Smart-Labely s možností provedení RFID zápisu do tagu.

Dalším softwarem je nutno vybavit obslužné PC, kde je potřeba mimo operačního systému instalovat Excel, Word a Outlook z produkce Microsoftu a skladovou část firemního IS Prytanisu.

#### 7.1.4.1 IS skladu Prytanis

Firma Zliner používá dlouhodobě jako celopodnikový IS software od společnosti UNIS-computers Prytanis. Je to výsledná aplikace sestavovaná vždy dle přesných požadavků zákazníka. Celkovou sestavu aplikace tvoří až 60 modulů, které jsou určeny pro nejrůznější užití v oblasti logistiky, účetnictví, atd.



Instalovaná skladová část Prytanisu bude dodavatelem rozšířena v části Sklad o zásuvný modul, který umožní komunikaci, identifikaci a autorizaci čteček *Motorola MC3190-Z* při přihlášení. U položek Příjem, Výdej, Vyhledání, atd. bude možné zvolit vstup dat z čtečky nebo z klávesnice. Doposud byl tento vstup realizovaný pouze jako manuální vstup z klávesnice. Rozšířením možnosti vstupu dat přibude volba vstupu dat Klávesnice/Externí.

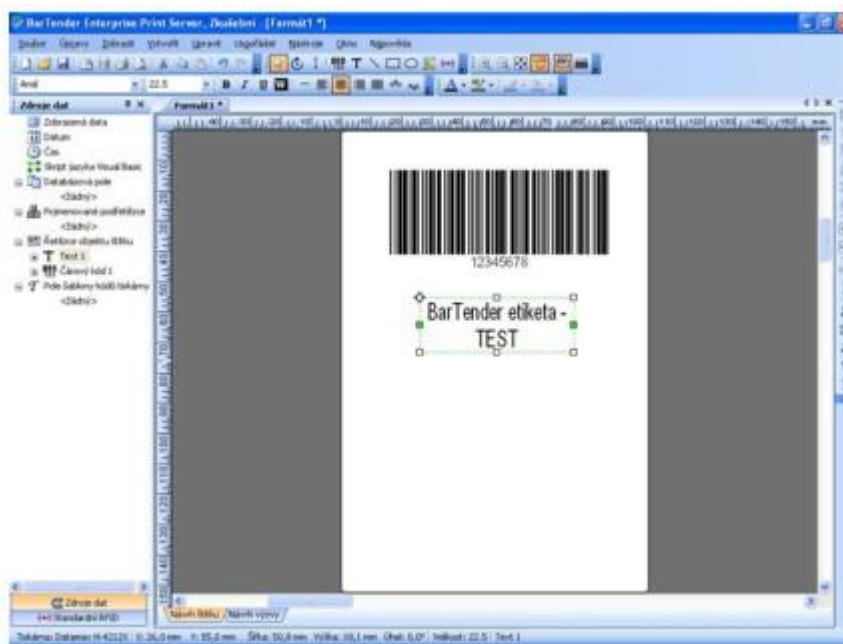
Současně bude modul fungovat jako tzv. *Middleware*, což v této implementaci znamená ošetření několikanásobných vstupů dat z čtečky/čteček (opakovaných dat z jednoho tagu), rozlišení nekonzistentních dat v přijímaném řetězci a předání správných dat IS. Během dávkového načtení je možnost narušení dat z jednoho tagu a proložení daty z tagu jiného, případně některá data nemusí být kompletní. Toto ošetřuje zmíněný *Middleware*.

*Úprava softwaru: 25.000,-Kč*

#### **7.1.4.2 Software pro tisk**

Navrhují pro obsluhu tiskáren použít software *BarTender*. Je to špičkový software pro tvorbu štítků s čárovými kódy a podporou technologie RFID. Software bude zakoupen ve verzi *Enterprise Automation 3*, která umožňuje přístup do databází a má podporu technologie RFID. Licence této verze neomezuje počet uživatelů, pouze umožňuje přístup pouze na 3 tiskárny, což je pro potřeby firmy dostatečné.

*Cena: 37.000,-Kč*



Obr. 7-13 Software BarTender

(vlastní Obr.)

#### 7.1.4.3 Operační systém a další software

Na nové PC bude nainstalován operační systém Windows XP Profesional. Licence bude použita z vyřazených PC, čímž se ušetří finanční prostředky na nákup licencí. Pro kancelářské užití bude mít každé PC instalovaný Office 2007 a skladovou část Prytanisu.

Následující tabulka shrnuje pořizovací náklady na software:

SW Windows XP Pro SP3 CZ	0,- Kč
SW Office 2007 Pro – licence 1PC	5.200,- Kč
SW Prytanis – licence na 1PC/1rok	2.500,- Kč
BarTender Enterprise Automation 3 – neomezeno na dobu a počet PC	37.000,-Kč
<b>CENA CELKEM – SW pro 3ks PC</b>	<b>60.100,- Kč</b>

Tab. 8 Návrh softwarového vybavení PC

## 8 EKONOMICKÉ SHRNU TÍ

### 8.1 Cenová kalkulace

Počítačové vybavení včetně nákupu softwaru, instalací a nastavení dodá externí smluvní firma, která také provede veškeré kabelové montáže. Je zde zahrnuto připojení obou skladových částí k firemní síti, dodávka PC včetně běžného softwaru a instalace switchů, access pointů a kancelářské tiskárny. **Cena 77.906,-Kč.**

Tato firma rovněž provede dodávku a instalaci tiskáren Zebra RZ400 (kap.7.1.3.4) a print serverů ZebraNet 10/100 (kap.7.1.3.5) pro jejich připojení do sítě. Součástí dodávky je i software pro tisk BarTender. **Cena 161.900,-Kč.**

Dodávku RFID čteček (kap. 7.1.3.1) a jejich nastavení provede oslovená dodavatelská firma. **Cena 254.625,-Kč.** Pro plnohodnotné využití technologie RFID a plné využití terminálů firma provede cca 3hodinové zaškolení určených pracovníků skladu. **Cena školení 12.000,-Kč.**

Programátorskou úpravu IS skladu Prytanis (kap.7.1.4.1) provede firma zabývající se jeho vývojem a distribucí. **Cena 25.000,-Kč.**

Dále je zapotřebí nakoupit spotřební materiál – RFID tagy. Tyto tagy (kap.7.1.3.3) je zapotřebí nakoupit jak pro označování skladových ploch, regálů a skladových buněk (případně i pro palety) – cena je při cca 250kusech **52.500,-Kč.**

Je nutno také zakoupit spotřební tagy (kap.7.1.3.3) doporučené pro značení veškerého zboží s ohledem na kovové povrchy. Vzhledem k měsíčnímu pohybu cca 15.000 kusů položek ze skladu a při ceně jednoho tagu 17,-Kč činí nákupní cena tagů **255.000,-Kč.**

Finanční shrnutí zřizovacích nákladů:

Nutné výdaje pro rozšíření PC vybavenosti	77.906,-
Nutné výdaje pro aplikaci RFID technologie	428.525,-
Úprava IS skladu	25.000,-
Nákup označovacích tagů	52.500,-
<b>INVESTICE CELKEM</b>	<b>583.931,-</b>

Tab. 9 Celková investice zřizovacích nákladů

Částka **583.931,-Kč** vyjadřuje cenu, za kterou je možno ve firmě zavést technologii RFID. Jedná se ale jen o okamžité pořizovací náklady. K této ceně je nutno dále kalkulovat s provozními náklady, které tvoří především nákup Smart-Labelů pro vlastní značení výrobků. Jelikož skladem měsíčně projde průměrně 15.000 položek, při **17,-Kč** za 1kus činí měsíční částka jen za nákup etiket **255.000,-Kč**. Ročně by tato částka činila **3.600.000,-Kč**.

## 8.2 Očekávané přínosy nové technologie

Očekávaný přínos:

- *Ekonomická úspora – není reálná.*

Vzhledem ke zkvalitnění systémové komunikace a logistiky, lepší orientaci na skladových plochách, jednoduššímu zaskladňování, vyskladňování a inventarizaci, lze kalkulovat s průměrnou denní úsporou času cca 4,5hod u všech zúčastněných pracovníků, což činí ročně cca 1.080 pracovních hodin. Při přímé mzdě 110,-Kč na hodinu bude úspora **118.800,-Kč**. Tato úspora je ale několikanásobně převyšena částkou investice **583.931,-Kč**. Při této částce by mohla být teoretická návratnost **do 5let**.

Je ale nutno připočítat roční náklady na aplikaci Smart-Labelů, která je **3.600.000,-Kč**. Z tohoto důvodu je ekonomicky nereálné zavedení technologie RFID do skladového hospodářství ve firmě.

- *Ostatní přínosy – jsou reálné.*

Přínos ve formě zkvalitnění logistických toků by mohl být splněn za předpokladu jasné definovanosti veškerých komunikačních toků a definování povinností všech osob spojených s fyzickými i datovými toky napříč skladovým hospodářstvím. Samozřejmě za předpokladu důsledné kontroly.

Zavedením RFID technologie je možné získat okamžité informace o pohybech jednotlivých položek, vytvářet přesné statistiky, jednoduše inventarizovat, sledovat stavy zásob atd. Je to tedy jednoznačný přínos z hlediska logistiky a managementu firmy.

### 8.3 Celkové posouzení a doporučení

Ekonomické návratnosti samotné investice lze dosáhnout v průběhu 5let, což je přijatelná doba. Ale vzhledem ke stále vysokým cenám spotřebního materiálu (Smart-Labelů) je v této době neekonomické pokoušet se RFID realizovat. Pomocí tohoto typu implementace RFID (do skladového hospodářství) totiž není generován žádný výrobní zisk, ale jedná se z valné části jen o manipulační a časové úspory.

Proto doporučuji ustoupit od této technologie, která se neúměrně prodražuje díky doposud vysokým spotřebním nákladům. Do budoucna toto jistě bude zajímavá a přínosná technologie, která má opravdu budoucnost a nesporné výhody. Podmínkou je ale podstatné snížení cen především označovacích tagů tak, aby se téměř vyrovnaly cenám „obyčejných“ čárových kódů.

### 8.4 Reálný návrh řešení

Mým návrhem řešení problematiky firmy je nasadit do provozu technologii čárových kódů. Její aplikace v porovnání s RFID by v praxi znamenala finanční úsporu již při samotné implementaci. Především ale dojde k výrazné úspoře při nákupu spotřebního materiálu v porovnání s RFID.

Cena čteček čárových kódů v provedení vhodném do průmyslového prostředí s možností WIFI připojení je **16.500,-Kč**, což činí při nákupu 5ks **82.500,-Kč**, úspora proti RFID čtečkám je **172.125,-Kč**.

Další úspora je v ceně tiskáren. Cena dvou tiskáren pro tisk čárových kódů s print servery je pouze **23.600,-Kč**, úspora je tedy **101.300,-Kč**.

Pokud pominu náklady na spotřební materiál, dá se pouze při použití technologie čárových kódů ušetřit **276.425,-Kč**.

Této výrazné úspory se docílilo pouze změnou typu čteček a tiskáren. Vybudování kabelového a bezdrátového propojení by zůstalo při použití obou technologií stejné. Rovněž cena za úpravu softwaru a školení zůstává stejná.

Následující tabulka znázorňuje reálné výdaje na aplikaci obou technologií. Varianta A je technologie RFID, varianta B představuje technologii čárových kódů.

	CENA 1ks	Ks	Varianta - A	Varianta - B
PC + příslušenství	10 752,00	3x	32 256,00	32 256,00
Switch TP-LINK TL-SL2210	1 200,00	1x	1 200,00	1 200,00
AP TP-LINK TL-WA5210G	1 400,00	2x	2 800,00	2 800,00
Software PC	7 700,00	3x	23 100,00	23 100,00
Software pro tisk	37 000,00	1x	37 000,00	37 000,00
Úprava Prytanis	25 000,00	1x	25 000,00	25 000,00
Motorola MC3190-Z	47 775,00	5x	238 875,00	0,00
Základna pro MC3190-Z	3 150,00	5x	15 750,00	0,00
Datalogic Falcon X3 - WiFi	16 500,00	5x	0,00	82 500,00
Tiskárna Zebra RZ400	59 500,00	2x	119 000,00	0,00
Print server ZebraNet 10/100	2 950,00	2x	5 900,00	0,00
Tiskárna Zebra GK420T	10 300,00	2x	0,00	20 600,00
Tiskárna HP LaserJet M1212	3 550,00	1x	3 550,00	3 550,00
Zaškolení	12 000,00	1x	12 000,00	12 000,00
Instalační materiál + práce	15 000,00	1x	15 000,00	15 000,00
<b>CELKEM</b>			<b>531 431,00</b>	<b>255 006,00</b>
<b>ROZDÍL VARIANT A - B</b>			<b>276 425,00</b>	

Tab. 10 Přehled cen při aplikaci různých technologií pro značení výrobků

Cena jedné samolepící etikety vychází při nákupu 2.500ks v balení pouze **0,1Kč**. Při měsíčním pohybu 15.000 položek bude náklad na značení jen cca **1.500,-Kč**, což činí rozdíl proti nákupu Smart-Labelů (cena 1ks **17,-Kč**) **253.500,-Kč**, za rok rozdíl tvoří neuvěřitelných **3.042.000,-Kč**.

	CENA 1ks	Ks	Varianta - A	Varianta - B
Smart-Label LBL082049 RFID	17,00	15 000	255 000,00	0,00
Samolepící etiketa SLE 75 x 38	0,10	15 000	0,00	1 500,00
<b>CELKEM MĚSÍČNÍ NÁKLADY</b>			<b>255 000,00</b>	<b>1 500,00</b>
<b>ROZDÍL NÁKLADŮ ZA MĚSÍC</b>			<b>253 500,00</b>	

Smart-Label LBL082049 RFID	17,00	180000	3 060 000,00	0,00
Samolepící etiketa SLE 75 x 38	0,10	180000	0,00	18 000,00
<b>CELKEM ROČNÍ NÁKLADY</b>			<b>3 060 000,00</b>	<b>18 000,00</b>
<b>ROZDÍL NÁKLADŮ ZA ROK</b>			<b>3 042 000,00</b>	

Tab. 11 Přehled nákladů na spotřební materiál různých technologií

Z porovnání cen spotřebního materiálu vyplývá, že pokoušet se za každou cenu aplikovat technologii RFID pro značení skladových položek je při stále vysokých cenách Smart-Labelů velmi neekonomické. RFID technologie je tedy pro firmu nepřínosná, protože negeneruje přímý zisk, slouží pouze pro manipulační a logistické účely, a jako pohodlný vstup pro statistická data managementu.

Vzhledem k dosavadnímu způsobu značení a organizace skladového a logistického způsobu vedení skladu bude zajisté přínosné aplikovat technologii čárových kódů. Ekonomická návratnost aplikace se bude pohybovat zhruba do čtyř let, přičemž cena spotřebního materiálu je v ročním objemu fakturace téměř zanedbatelná.

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo nastínit potřebné kroky a ekonomický rozbor pro implementaci technologie RFID do již zaběhnuté firmy, konkrétně do skladového hospodářství. Využití této technologie by mělo ve firmě při správně nastavených systémových pochodech přinést úspory jak v oblasti lidských zdrojů, tak v oblasti logistiky a ekonomiky.

Před zavedením RFID technologie je vždy nutno zvážit a posoudit, zda vyšší cena aplikace a spotřebního materiálu je akceptovatelná především z hlediska ekonomické návratnosti či nových možností a příležitostí. Je to jistě velmi zajímavá možnost, jak úplně, nebo i částečně automatizovat výrobní, či systémové procesy. Je také vždy nutno přihlídnout k limitům této technologie. Jedná se o omezení fyzické, bezpečnostní a právní.

Cílem této práce bylo ucelit potřebné kroky pro úspěšnou realizaci této technologie a nastínit ekonomickou stránku takového rozhodování. Při propočítání návratnosti a ročních nákladů lze ale dojít ke zjištění, že snaha o aplikaci RFID technologie nemusí být vždy ekonomickým přínosem. Tak je tomu i v případě tohoto návrhu. Ekonomickým řešením je tedy zvolit jinou technologii, která má již akceptovatelné provozní náklady. Jedná se o technologii čárových kódů, která může nabídnout stejné, nebo alespoň podobné výsledky.

Je nyní na vedení firmy, kterou technologii zvolí. Obě dvě splňují požadavek na realizovatelnost, zkvalitnění logistiky, zprůhlednění materiálového toku, dodají podklady pro management a přinesou časové úspory. Propastný rozdíl je ale v provozních nákladech, které budou určitě rozhodujícím faktorem.



## CONCLUSION

The aim of this diploma thesis is to outline the necessary steps and economic analyses of the RFID technology implementation into the running business of the company, namely into the stock administration system. If the system processes were correctly set up this technology would bring human resources, logistics and economic savings to the company.

RFID technology implementation must be considered and assessed from all aspects. Particularly one must consider whether the higher price of the application and consumer material is acceptable from the view of the economic return and new possibilities and opportunities. It is of course very interesting option how to totally or partially automate production or system processes. However one should also pay attention to limits of this technology. Such limits are physical, security and legal.

This thesis intends to sum up the necessary steps to the successful implementation of the technology and outline economic aspects of such decision making. The return and yearly costs calculation may however reveal that the attempt to implement RFID technology does not necessarily mean the economic benefit. This proposal comes to this result as well. The economic solution is to opt for another technology with acceptable operational costs. The bar codes technology offers the same or at least similar results.

The decision about the technology selection lays on the company's management. Both solutions fulfil the implementation, logistics improvement, material flow transparency, management reports and time savings demands. However an immense difference is in operational costs which will certainly be a decisive element.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Logistika - efektivní řízení materiálových toků. *Logistika.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.logistika.cz/>
- [2] RFID – principy, typy, možnosti použití: Logistika - efektivní řízení materiálových toků. *Www.odbornecasopisy.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=44083](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=44083)
- [3] Čárový kód: Čárový kód. *Http://www.carovykod.com* [online]. 2009 [cit. 2012-03-21]. Dostupné z: <http://www.carovykod.com/index.php?id=2&lang=cz>
- [4] Radiofrekvenční identifikace v oblasti obchodu a distribuce: Základní princip RFID. *Http://www.odbornecasopisy.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=30659](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30659) [5] <http://eldar.cz/mozek/mirror/nightmares-RFID3b.html>
- [6] Možnosti využití technologie radiofrekvenční identifikace v knihovnách: Standardizace radiofrekvenční technologie. *Http://kzv.kkvysociny.cz* [online]. 2005 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://kzv.kkvysociny.cz/archiv.aspx?id=1138&key=Chemnitz>
- [7] Možnosti efektivního tisku RFID štítků. *Http://www.svettisku.cz* [online]. 2004 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: [http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=1039&buxus\\_](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=1039&buxus_) [8] <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39724.pdf>
- [9] Možnosti efektivního tisku RFID štítků. *Http://businessworld.cz* [online]. 2004 [cit. 2012-04-02]. Dostupné z: <http://businessworld.cz/it-strategie/bajecny-svet-rfid-6728>
- [10] Dotkněte se RFID!. *Http://www.rfid-epc.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.rfid-epc.cz/download/prezen/RFIDWorkingGroup>
- [11] CL400e RFID. *Http://www.combitrading.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-03-30]. Dostupné z: <http://www.combitrading.cz/nabizime/produkty/rfid-tiskarny.html>
- [12] Bezdrátová RFID identifikace od Elatecu. *Http://automatizace.hw.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/bezdratova-rfid-identifikace-od-elatecu>
- [13] RFID - technologie pro internet věcí. *Http://access.fel.cvut.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-04-03]. Dostupné z: <http://access.fel.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2009020001>
- [14] Příprava implementace technologie RFID. *Http://is.muni.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/333628/ff\\_b/BesperatovaP\\_bakalarska\\_prace.txt](http://is.muni.cz/th/333628/ff_b/BesperatovaP_bakalarska_prace.txt)
- [15] Motorola FX9500. *Http://www.kodys.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/produkty/ctecky-rfid/stacionarni-ctecky/fx9500.html>

- [16] RFID - technologie pro internet věcí: Síť RFID EPCglobal. *Http://access.fel.cvut.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <http://access.fel.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2009020001>
- [17] Nová akvizice GS1 Germany posílí obchodní strategii a pozici společnosti SA2 Worldsinc. *Http://www.gs1cz.org* [online]. 2012 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <http://www.gs1cz.org/o-nas/novinky/nova-akvizice-gs1-germany-posili->
- [18] Doporučení pro použití RFID v průmyslu. *Http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\_document=39723* [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=39723](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39723)
- [19] Historie a současnost EAN, UCC a GS1. *Http://www.odbornecasopisy.cz* [online]. 2008, .02.209 [cit. 2012-04-07]. Dostupné z WWW: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=30657](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30657).
- [20] Jak začít. *Http://www.rfidportal.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: [http://www.rfidportal.cz/index.php?page=potrebuje\\_rf](http://www.rfidportal.cz/index.php?page=potrebuje_rf)
- [21] RFID. *Http://www.bartech.cz* [online]. 2010 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.bartech.cz/index.php/cs/technologie/rfid>
- [22] Seriál: Pravidla pro přiřazování GTIN – úvod. *Http://www.edizone.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-04-08]. Dostupné z: <http://www.edizone.cz/clanky/zajimave-clanky/serial-pravidla-pro-priřazovani-gtin-uvod/>
- [23] RFID – Identifikace budoucnosti. *Http://www.bartech.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.bartech.cz/index.php/cs/technologie/rfid>
- [24] Goodyear prodává první nákladní pneumatiky s mikročipem. *Http://www.autorevue.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/goodyear-prodava-prvni-nakladni-pneumatiky-s-mikrocipem>
- [25] Smart Label. *Http://www.unipress.de* [online]. 2012 [cit. 2012-03-30]. Dostupné z: <http://www.unipress.de/rfid.php>
- [26] Motorola MC9090-Z RFID. *Http://www.kodys.cz* [online]. 2009 [cit. 2012-03-30]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/produkty/ctecky-rfid/motorola-mc9090-z-rfid.html>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

<b>RFID</b>	<i>Radio frequency identification</i> - Radiofrekvenční metoda čtení kódů
<b>Middleware</b>	software zajišťující zpracování načtených dat a přenos do návazného informačního nebo řídicího systému
<b>EPCEAN</b>	<i>Electronic Product Code</i> - Elektronický kód produktu <i>European Article Numbering Association</i> – Evropská asociace založená pro správu a standardizaci kódu EAN
<b>EAN</b>	<i>European Article Numbering Association</i> – Evropská asociace založená pro správu a standardizaci kódu EAN
<b>GS1</b>	Organizace zastřešující a upravující registrované použití čárových kódů
<b>IS</b>	Informační systém
<b>ISO</b>	<i>International Standard Organisation</i> – mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem
<b>GPRS</b>	<i>General Packet Radio Service</i> - mobilní datová služba přístupná pro uživatele GSM mobilních telefonů
<b>LF</b>	<i>Low frequency</i> – frekvence 30–300 kHz
<b>HF</b>	<i>High Frequency</i> – frekvence 3–30 MHz
<b>UHF</b>	<i>Ultra High Frequency</i> – frekvence 300–3000 MHz
<b>MW</b>	<i>Mikrovlnná frekvence</i> – 2,45 a 5,8 GHz
<b>RF</b>	Radio-frekvence
<b>Wake-up</b>	Technologie buzení počítače přes síť LAN
<b>LAN</b>	<i>Local Area Network</i> - počítačová síť, která pokrývá malé geografické území
<b>ROM</b>	<i>Read-Only Memory</i> – typ elektronické paměti
<b>MAC</b>	<i>Media Access Control</i> - jedinečný identifikátor síťového zařízení
<b>WIFI</b>	<i>Wireless LAN</i> - bezdrátová technologie komunikace
<b>USB</b>	<i>Universal Serial Bus</i> - univerzální sériová sběrnice
<b>RS232</b>	<i>Sériový port</i> - komunikační rozhraní osobních počítačů a další elektroniky

**ONS**            *Object Name Service*

**EPCglobal**    organizace věnující se technické standardizaci v oblasti využití RFID v  
v praxi

**EPCIS**            *Electronic Product Code Information Service*

**GTIN**            *Global Trade Item Number* - Globální číslo obchodní položky

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1-1 Příklad lineárního čárového kódu EAN13</i> .....	14
<i>Obr. 1-2 2D kód PDF-417[3]</i> .....	14
<i>Obr. 1-3 Tagu typu SmartLabel [25]</i> .....	17
<i>Obr. 1-4 Skleněný tag pro značení zvířat</i> .....	17
<i>Obr. 1-5 RFID tagy ve formě klíčenky a přístupové karty</i> .....	18
<i>Obr. 1-6 Tagy pro zabudování do přepravních obalů</i> .....	18
<i>Obr. 1-7 RFID náramky</i> .....	19
<i>Obr. 2-1 Pasivní tag</i> .....	24
<i>Obr. 2-2 Smart-Label</i> .....	24
<i>Obr. 2-3 Termotransferová tiskárna SATO CL400e RFID [11]</i> .....	26
<i>Obr. 2-4 Vybuzení činnosti pasivního transpondéru</i> .....	27
<i>Obr. 2-5 Modulace při napájení tagu a jeho odpovědi</i> .....	27
<i>Obr. 2-6 Schéma komunikace Čtečka – Transpondér [13]</i> .....	29
<i>Obr. 2-7 Schéma komunikace Server – Transpondér</i> .....	29
<i>Obr. 2-8 Struktura identifikačního čísla EPC</i> .....	30
<i>Obr. 2-9 Schéma dotazu na kód EPC do domovské databáze</i> .....	32
<i>Obr. 3-1 Stacionární čtečka Motorola FX9500 [15]</i> .....	33
<i>Obr. 3-2 Jednoduchá stacionární brána RFID [21]</i> .....	34
<i>Obr. 3-3 Mobilní čtečka Motorola MC9090-Z RFID [26]</i> .....	34
<i>Obr. 6-1 Pneumatika s technologií RFID [24]</i> .....	45
<i>Obr. 7-1 Blokové schéma propojení IS skladu v nově připojované části</i> .....	54
<i>Obr. 7-2 Blokové schéma propojení IS skladu v rozšiřované stávající části</i> .....	55
<i>Obr. 7-3 Blokové schéma datového propojení firmy a skladu</i> .....	56
<i>Obr. 7-4 Mobilní terminál MC3190-Z RFID [21]</i> .....	57
<i>Obr. 7-5 Základna pro MC30xx/MC31xx [21]</i> .....	58
<i>Obr. 7-6 Smart-Label LBL082049PB-RFID13</i> .....	60
<i>Obr. 7-7 Tag TAGS0279 - HF</i> .....	60
<i>Obr. 7-8 Správně a chybně zakódovaný Smart-Label</i> .....	61
<i>Obr. 7-9 Tiskárna Zebra RZ400</i> .....	62
<i>Obr. 7-10 Print Server ZebraNet 10/100</i> .....	62
<i>Obr. 7-11 Switch TP-LINK TL-SL2210</i> .....	63
<i>Obr. 7-12 TP-LINK TL-WA5210G</i> .....	64

---

*Obr. 7-13 Software BarTender* ..... 66

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 Důležité časové přelomy v technologii RFID .....</i>	20
<i>Tab. 2 Typické úlohy řešitelné pomocí RDIF [8] .....</i>	22
<i>Tab. 3 Standardy v technologii RFID [8] .....</i>	37
<i>Tab. 4 Nový hardware vznikajícího skladového prostoru .....</i>	54
<i>Tab. 5 Nový hardware původního skladového prostoru .....</i>	54
<i>Tab. 6 Průchodnost frekvencí různými materiály .....</i>	59
<i>Tab. 7 Navrhovaná sestava PC .....</i>	63
<i>Tab. 8 Návrh softwarového vybavení PC .....</i>	66
<i>Tab. 9 Celková investice zřizovacích nákladů .....</i>	67
<i>Tab. 10 Přehled cen při aplikaci různých technologií pro značení výrobků .....</i>	70
<i>Tab. 11 Přehled nákladů na spotřební materiál různých technologií .....</i>	70