

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Možnosti využití RFID technologie pro potřeby Dopravního podniku měst  
Chomutova a Jirkova, a. s.

Martin Ulbert

Bakalářská práce

2014

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2013/2014

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin Ulbert**  
Osobní číslo: **D11137**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**  
Název tématu: **Možnosti využití RFID technologie pro potřeby Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova a.s.**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Charakteristika RFID technologie
2. Analýza současného stavu v Dopravním podniku měst Chomutova a Jirkova a.s.
3. Návrh možností využití RFID technologie pro potřeby podniku

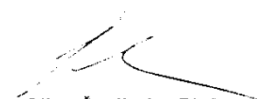
Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**  
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:  
**dle pokynů vedoucího práce**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky  
Datum zadání bakalářské práce: **29. listopadu 2013**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. května 2014**

  
prof. Ing. Bohumil Culík, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. listopadu 2013

---

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10. 4. 2014

Martin Ulbert

Touto cestou bych chtěl poděkovat doc. Ing. Liboru Švadlenkovi, Ph.D. za vedení práce a dále Ing. Petře Juránkové za přínosné rady. Současně děkuji Ing. Václavu Záveskému za poskytnutí nezbytných interních informací a možnosti zpracovat bakalářskou práci pro Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova, a.s. a dále Ing. Antonínu Škopci za poskytnutí potřebných informací a za odborné konzultace. V neposlední řadě děkuji Kateřině Demelové za grafické úpravy obrázků použitých v práci.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku RFID technologie a možnosti jejího využití pro potřeby vybraného podniku. Zabývá se tedy teoretickým vymezením uvedené technologie, ve smyslu principu fungování, potřebných komponentů a jejich vlastností. Teoretickou část týkající se RFID technologie doplňuje praktická část, ve které je radiofrekvenční identifikace použita pro potřeby Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

radiofrekvenční identifikace, tag, čtečka, dopravní podnik, vjezdový systém

## **TITLE**

The possibilities of using RFID technology for the processes of Public Transport Company Chomutov and Jirkov, a. s.

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis is focused on RFID technology and on possibilities of using this particular technology for the needs of chosen company. It deals with the theoretical elements, more specifically with the principle of operation, necessary components and its features. Theoretical part is completed by practical part, which uses characteristics of radio frequency identification for the needs of Public Transport Company Chomutov and Jirkov, a. s.

## **KEY WORDS**

radio frequency identification, tag, reader, transport company, entrance system

## Obsah

Úvod.....	9
<b>1 Charakteristika RFID technologie.....</b>	<b>10</b>
1.1 Využití v praxi.....	10
1.1.1 Logistika.....	10
1.1.2 Výroba.....	11
1.1.3 Evidence majetku .....	11
1.2 Historie RFID technologie .....	11
1.2.1 Významné milníky při vývoji RFID technologie.....	12
1.2.2 Patenty spjaté s radiofrekvenčními technologiemi.....	13
1.3 Základní komponenty pro správné fungování RFID technologie .....	14
1.3.1 RFID tag.....	14
1.3.2 RFID čtečka.....	19
1.3.3 RFID middleware.....	20
1.4 Frekvenční pásma užívaná pro RFID systémy .....	21
1.4.1 Low Frequency pásmo .....	21
1.4.2 High Frequency pásmo.....	22
1.4.3 Ultra High Frequency pásmo .....	22
1.4.4 Microwave pásmo .....	23
1.5 Legislativní úprava RFID technologie .....	23
1.5.1 Mezinárodní organizace pro vydávání standardů.....	24
1.5.2 EPCGlobal Inc.....	25
1.6 Výhody a nevýhody RFID technologie.....	26
1.6.1 Výhody RFID technologie .....	26
1.6.2 Nevýhody RFID technologie.....	27
1.7 Komparace RFID technologie a čárových kódů .....	29
<b>2 Analýza současného stavu v Dopravním podniku měst Chomutova a Jirkova a.s.....</b>	<b>31</b>
2.1 Historie podniku.....	31
2.2 Organizační struktura podniku .....	34
2.3 Politika jakosti.....	34
2.4 Vozový park .....	35
2.4.1 Městská hromadná doprava.....	35

2.4.2	Linková doprava.....	36
2.5	Mapa linek městské hromadné dopravy.....	37
2.5.1	Autobusové linky .....	37
2.5.2	Trolejbusové linky.....	37
2.6	SWOT analýza Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova.....	38
2.6.1	Silné stránky.....	38
2.6.2	Slabé stránky .....	40
2.6.3	Příležitosti.....	41
2.6.4	Hrozby.....	42
2.7	Průzkum veřejného mínění ve vztahu k službám poskytovaných Dopravním podnikem měst Chomutova a Jirkova, a. s. ....	44
2.8	Oblasti pokryté RFID technologií .....	47
2.9	Analýza současné situace .....	48
<b>3</b>	<b>Návrh možností využití RFID technologie pro potřeby podniku .....</b>	<b>50</b>
3.1	Důvody výběru RFID technologie .....	50
3.2	Odjezdový systém pro autobusové nádraží .....	51
3.3	Technické vybavení plochy autobusového nádraží.....	51
3.4	Scirocco systém.....	52
3.4.1	Ukázky aplikace Scirocco systému pro praktické využití .....	53
3.4.2	Komponenty Scirocco systému .....	54
3.5	Možnost využití Scirocco systému na autobusovém nádraží v Chomutově .....	56
3.5.1	Situační umístění přístupového systému .....	56
3.5.2	Volba komponent Scirocco systému .....	57
3.5.3	Konkrétní dispoziční řešení a zapojení komponent.....	61
3.5.4	Finanční zhodnocení návrhu .....	66
	<b>Závěr.....</b>	<b>71</b>
	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>72</b>
	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>75</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>76</b>
	<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>77</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>78</b>



## Úvod

Současný vývoj společnosti a většiny procesů, které se odehrávají při pracovní činnosti, je nakloněn zkracování časů potřebných pro činnost a snižování náročnosti. Pro dosažení snížení doby trvání procesů je vhodným prvkem automatizace. Další vlastností automatizace je zjednodušení procesů z pohledů koncových pracovníků, tzn. každodenních uživatelů. Z uvedeného tedy vyplývá, že automatizace je ideální volbou pro stále se opakující procesy, u nichž je vlivem vnitřních či vnějších faktorů kladen důraz na jednoduchost, rychlost a spolehlivost práce.

Automatický systém, který bude v bakalářské práci použit, nese označení RFID. Technologie pracuje na principu radiofrekvenční identifikace objektů. Automatická identifikace je prováděna pomocí tří základních komponent a to čtečky, antény a tagu. Vlastní automatizace pak spočívá např. v umožnění průjezdu vozidel bez přítomnosti pracovníka obsluhy.

Cílem bakalářské práce je zhodnotit charakteristiky RFID technologie a navrhnout řešení pro vybranou situaci. Návrh možnosti využití bude prováděn pro potřeby Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova, a. s. s jejichž spoluprací ve smyslu poskytování informací byla práce vypracovávána. Bakalářská práce je rozdělena do tří částí, které reprezentují tři kapitoly.

První kapitola je věnována teorii týkající se RFID technologie. Zde jsou popisované již zmiňované základní prvky. Kapitola rovněž charakterizuje základní princip fungování a legislativní normy, kterým je činnost technologie podmíněna. Závěr kapitoly slouží pro porovnání radiofrekvenční identifikace s technologií čárových kódů.

Cílem druhé kapitoly je posouzení současného stavu vybrané firmy tj. dopravního podniku. Druhá část konkrétně popisuje historii podniku a způsob organizace. Nechybí zde ani náhled na vozový park podniku a s tím úzce spojené vedení linek. SWOT analýza pak popisuje vnitřní a vnější faktory působící na podnik a jeho činnosti. V neposlední řadě byl do druhé kapitoly zpracován dotazník týkající se průzkumu veřejného mínění. Závěrem kapitola zhodnocuje oblasti, v nichž je RFID technologie již zavedena.

Cílem třetí části je již uváděný návrh řešení. Konkrétně je zde řešen odjezdový systém, který by měl zaznamenávat vjezdy vozidel. Vlastní návrh zahrnuje popis prostor, ve kterých bude systém umístěn, volba konkrétního výrobce a dispoziční řešení.

# 1 Charakteristika RFID technologie

Samotné označení RFID je zkratka anglického názvu **R**adio **F**requency **I**dentification. Z názvu tedy vyplývá, že se jedná o bezdrátovou technologii založenou na komunikaci prostřednictvím radiových vln, která identifikuje označené objekty nebo lidi. RFID technologie je stále na vzestupu a zároveň se postupem času stává finančně výhodnou a to např. vzhledem k poklesu výrobní ceny nebo opakovanému použití tagů. Neustále je pracováno na její optimalizaci a je také snaha o implementaci do dalších odvětví, ve kterých by bylo možno ji využít. [1]

V současné době nachází mnoho způsobů využití, dosud však nejsou vyčerpány všechny její možnosti aplikace. Obecně je platné, že RFID je využívána pro potřeby řady podniků zabývajících se výrobou, prodejem, slouží pro evidenci osob či zvířat a uplatňuje se také ve sportu. Dalším způsobem využití je sledování polohy dopravních prostředků. [1]

Hlavním znakem je již zmiňovaná funkčnost bez nutnosti použití kabelů, ale také rychlost práce s informacemi. Ty jsou přenášeny pomocí radiofrekvenčních vln a jsou okamžitě zpracovávány. Uvedené charakteristiky vedou ke zvýšení přesnosti, rychlosti a efektivnosti skladových, výrobních a logistických procesů. Elektronické informace, které jsou přiřazeny každému objektu, spadajícího do systému jsou zároveň uloženy do tzv. tagů. Z těchto nosičů jsou údaje následně čteny pomocí čteček a zpracovány v počítači pomocí příslušného softwaru. Výhodou tohoto způsobu přenosu je např. možnost čtení více tagů najednou. [2]

## 1.1 Využití v praxi

RFID je technologie, která je vhodná pro aplikaci do mnohých odvětví. V následující části jsou uvedeny příklady procesů, pro které je možné technologii efektivně využít.

### 1.1.1 Logistika

Toto odvětví představuje velké množství na sebe navazujících procesů, přičemž jedním z hlavních požadavků je jejich časová kontinuita. Proto je logistika sférou, ve které RFID nachází své uplatnění. [3]

V současné době globalizace je pro úspěšnost firmy rozhodující rychlost, kterou dokáže pracovat. To je důvodem prosazování RFID technologie v tomto odvětví. Technologie umožňuje rychlé čtení a okamžitou práci s informacemi. Uvedená charakteristika je využívána zejména při příjmech a výdejích dodávek. [3]

Náklady jsou další z faktorů, na který je kladen důraz během celého logistického řetězce a zároveň důvod pro zavedení RFID technologie. Snížení nákladů vyplývá zejména z možnosti umístění tagů na vizuálně nepřístupné místo. Ten tak není vystavován povětrnostním a jiným mechanickým vlivům. Další příčinou poklesu nákladů je možnost transpondér<sup>1</sup> použít opakovaně po přehrání dat. [3]

Způsob práce s informacemi je nastaven způsobem, při kterém je kladen důraz na eliminaci chyb způsobených lidským faktorem. Dalším důvodem použití je odolnost, obnovitelnost, a přesná evidence jednotek dodávky. [3]

### **1.1.2 Výroba**

Výrobní procesy jsou jedním z dalších odvětví, ve kterých se technologie založená na bázi radiofrekvenční identifikace prosazuje. Její zavedení do výrobního cyklu vede zejména k zpřesnění informace o aktuálním stavu výroby. [4]

Veškerý materiál vstupující do výroby je označen transpondérem a informace z něj se ukládají do systému. Software pro správu dat umožňuje přehlednou správu informací a tím je dosaženo potenciálně lepšího plánování výroby a zásob. Neméně důležitým faktorem je pak hodnocení pracovníka a to např. z pohledu jeho výkonnost nebo chybovost, které je prováděno prostřednictvím RFID technologie. Zároveň implementace do výroby umožňuje zpětnou dohledatelnost informací. [4]

### **1.1.3 Evidence majetku**

Vzhledem k vysoké náročnosti provádění roční inventarizace majetku je RFID vítanou technologií právě v tomto odvětví. Zjednodušení operací tkví v označení veškerého zboží RFID tagem různého typu. Zrychlení spočívá v možnosti čtení více jednotek zároveň a to na větší vzdálenost (v některých případech do sta metrů) a bez přímé viditelnosti. Pracovníci tak nemusí každý transpondér manuálně dohledávat. [4]

## **1.2 Historie RFID technologie**

Ohlédnutím do minulosti nelze přesně definovat datum, který je počátkem vlastního vývoje technologie. Její vznik je totiž propojený s vývojem a fungováním ostatních komunikačních technologií. Je však jasné, že byla vyvíjena průběžně celým 20. stoletím. Všechny tyto technologie se skládají z podobných, někdy dokonce stejných komponentů jako jsou počítače, mobilní telefony, GPS, satelity atd. [1]

---

<sup>1</sup> Transpondér je synonymum ke slovu tag, jedná se tedy o prvek pro označování objektů.

Z uvedeného vyplývá, že vývoj RFID technologie nebyl původním záměrem, avšak k jejímu vývoji přispěl rostoucí zájem o bezdrátové a taky komunikační technologie. Celý systém konkrétně vznikl propojením tří vědních oborů, a to radiofrekvenční elektroniky, informačních technologií a nauky o materiálu. [1]

### 1.2.1 Významné milníky při vývoji RFID technologie

- **Od počátků po 2. světovou válku**

První zmínkou, která by se dala považovat za počátek vývoje radiofrekvenčních technologií, byla zaznamenána v 2. polovině 19. stol. V této době se vědci jako Faraday, Maxwell a Hertz zabývali sestavením zákonů popisující její fungování. Později v roce 1896 Marconi, Alexanderson, Watson a mnoho dalších začali pracovat na možnosti využití zákonů v praxi. [1]

Je dobře známo, že důležitým obdobím pro vývoj jakékoliv techniky a technologie je období 2. světové války a ani radiofrekvenční technologie není výjimkou. Během války vědci intenzivně pracovali na vývoji a způsobu uplatnění pro civilní život. Jako jasnou známku pokroku lze považovat první zmínky a použití technologie s názvem Identifikace přítel nebo nepřítel<sup>2</sup>. Poválečný rok 1948 byl obdobím, ve kterém Harry Stockman vydal v publikaci Pokroky Institutu Radiových Inženýrů studiem komunikace prostřednictvím odrážené energie<sup>3</sup>. Ta je považována za jeden z nejdůležitějších dokumentů pro vznik RFID technologie. [1]

- **Léta 1950 - 1960**

Během 50. let 20. stol. bylo objeveno mnoho technologií příbuzných RFID a současně s tím byla publikovaná celá řada studií a pokusů. Jako příklad je uvedena studie Radiové přenosové systémy s modulovatelnými pasivními odpovídači<sup>4</sup> od autora D. B. Harrise. Současně implementovala americká armáda do svých letounů již zmiňovanou technologii Identifikace přítel nebo nepřítel. [1]

60. léta jsou pak předzvěstí rozmachu RFID v následujícím desetiletí. R. F. Harington dosáhl úspěchu při výzkumu teorie elektromagnetického pole. Následně se začala objevovat celá řada vynálezců s jejich vlastními vynálezy. Na konci dekády se objevuje jedno z prvních komerčních využití a to když byla založena organizace Sensormatic and Checkpoint pro vytvoření elektronického ochranného prvku (EAS) a s ním spolupracujícím bezpečnostním softwarem. Obě

---

<sup>2</sup> V originále: Identification, Friend or Foe (IFF)

<sup>3</sup> V originále: paper Proceedings of IRE titled Communications by Means of Reflected Power

<sup>4</sup> V originále: Radio Transmission Systems with Modulatable Passive Responders

části byly umístěny do nákupních prostor a zabraňovali krádeži zboží. EAS se později stalo prvním komerčním masově rozšířeným typem RFID technologie. [1]

- **Dekáda 70. let jako bod zlomu**

70. léta jsou svědkem růstu v RFID technologii. Jedním z důvodů je, že společnosti, laboratoře a další instituce začali technologii vyžadovat. V polovině desetiletí vědci z laboratoře Los Alamos zveřejnili výsledek svého výzkumu, který následně publikovali pod názvem Radio-telemetry krátkého dosahu pro elektronickou identifikaci pomocí modulace zpětného rozptylu<sup>5</sup> a autory Alfred Koelle, Steven Depp, Robert Freyman. Velké společnosti se rovněž pustily do vývoje v oblasti radio identifikačních systému a díky tomu byl v roce 1978 dokončen první transpondér pro mikrovlnné pásmo. [1]

Zájem o identifikační technologii projevilo i několik vládních organizací. Přístavní orgány měst New York a New Jersey experimentovaly s aplikacemi pro transport. Federální ústav spojených států pro správu dálnic svolal konferenci k projednání využití elektronické identifikace ve vozidlech. [1]

- **Rok 1980 do počátků nového milénia**

Léta 80. a 90. jsou pak obdobím komercializace a začlenění mezi masově využívané technologie. RFID technologie se začíná rozšiřovat a používají ji společnosti jako např. Asociace amerických železnic. Přestože technologie expanduje a je masově využívána, každý systém je produktem vlastního vývoje dílčích podniků. Neexistuje tedy žádná vazba k možnosti propojení systémů. [1]

Rok 2003 a vlastně celá dekáda je vzhledem k vývoji velice produktivní. Podařilo se vyvinout tag výrobní ceny 0,05 \$. Dalším úspěchem je zavedení technologie do dodavatelského řetězce jednoho z největších prodejců na světě, kterým je Walmart. To zapříčinilo další krok do povědomí a otevření nových příležitostí v podobě společností napodobující Walmart jako jsou Gillete, Target atd. [1]

## **1.2.2 Patenty spjaté s radiofrekvenčními technologiemi**

Stejně jako každý vývoj a vynález ani RFID se neobešlo bez řady patentů zajišťujících jistotu možnosti užívání či další práce na vývoji ale také patřičnou slávu. Údajně prvním člověkem, který získal patent při zabývání se technologií, která později dosáhne vysokého úspěchu, byl Mario W. Cardullo. Získal od amerického patentového úřadu patent na aktivní RFID tag s přepisovatelnou pamětí. [5]

---

<sup>5</sup> V originále: Short-Range Radio-telemetry for Electronic Identification Using Modulated Backscatter

Stejného roku byl udělen patent za pasivní transpondér. Ten umožňoval bezklíčové otevírání dveří a jeho vývojářem byl kalifornský Charles Walton. Princip spočíval v detekci validní karty čtečkou. Karta samozřejmě obsahovala čip s platným identifikačním číslem. [5]

Americká vláda také pracovala na RFID systémech. Zadala požadavek laboratoři Los Alamos, konkrétně Oddělení energetiky na systém sledování nukleárních materiálů. Vědci přišli s konceptem zahrnujícím transpondér v nákladním vozidle a čtečky v bezpečnostních bránách. Tento systém se rozšířil a sloužil jako podklad pro automatické mýtné brány. Zemědělské oddělení stejného institutu se rovněž zabývalo sledováním krav pomocí pasivních tagů. To zabraňovalo opakovanému podání dávky hormonů v případě nemoci zvířete. [5]

### **1.3 Základní komponenty pro správné fungování RFID technologie**

RFID technologie, stejně jako jiné dobře fungující systémy, vyžaduje pro svůj chod alespoň minimální množství komponentů. Tyto části využívají pro vzájemné propojení radiovou komunikaci zproštěnou veškeré kabeláže zhoršující pracovní i provozní podmínky. V případě uvedené technologie se jedná právě o tři stěžejní prvky tvořící kostru celého systému. Následující kapitola se zabývá druhy komponent, principy fungování a dalšími náležitostmi.

#### **1.3.1 RFID tag**

Základní funkcí tagu je spolehlivě identifikovat objekt. Jedná se tedy o nosič dat, který je zároveň schopen informace předávat prostřednictvím čtečky. Základem každého tagu je elektronický čip, který je spolu s anténou bezpečně umístěn do příslušného obalu. Média, jak lze tagy nazývat, disponují pamětí, na kterou jsou data ukládána a zároveň čtena. Tagy lze také dělit dle existence zdroje energie, ne všechny totiž disponují baterií. [1]

##### **Dělení z hlediska zdroje energie**

Vzhledem ke způsobu napájení jsou tagy rozlišovány na dvě základní skupiny. Přičemž energie je pro tag potřebná zejména k navázání spojení a komunikaci se čtečkou.

- **Aktivní tag**

Tag je nazýván aktivním v případě, že jeho součástí je zdroj energie, kterým je baterie. V okamžiku kdy je třeba přenést data čtečkou, tag využije právě baterii. Aktivní tag lze využít společně s méně výkonnou RFID čtečkou, a zároveň umožňuje přenos na velké vzdálenosti v řádech desítek metrů. [1]

Aktivní tagy mají obvykle mnohonásobně větší paměť dosahující až 128 kB. Přestože baterie patří bezesporu k velkým výhodám produktu, zároveň snižuje jeho

životnost. Osazované zdroje vydrží plnohodnotně plnit svůj úkol cca 7 let. Veškeré výše uvedené kladné charakteristiky jsou vykoupeny vyššími výrobními náklady a s tím spojenou vyšší pořizovací cenou, ta se pohybuje od 15 do 100 \$. [1]

- **Pasivní tag**

Předchozí odstavce jasně vymezují aktivní tag. Zároveň z nich vyplývá, že pasivním je nazýván každý tag, který není vybaven baterií. Zdrojem energie pro tyto komponenty je signál vysílaný čtečkou přímo k tagu. Potřebná energie pro přenos dat je čerpána ze samotného signálu, jehož část je využita pro nabití tagu. [1]

Charakteristickým znakem jsou menší rozměry a nižší výrobní náklady. Další vlastností, kterou se pasivní prvky vyznačují, je menší dosah, v některých případech klesající na vzdálenosti kolem 0,6 m, např. při pronikání signálu tekutinami či kovy a také výrazně menší interní paměť. Bezbatiové komponenty se v praxi zpravidla kombinují se čtečkami většího dosahu. Výrobní cena tagu je 0,15 – 5 \$. Následující tabulka č. 1 shrnuje informace uvedené v dané části práce a zároveň poskytuje porovnání obou typů tagů.[1]

Tabulka č. 1: Souhrn vlastností aktivního a pasivního tagu

	<b>Aktivní tag</b>	<b>Pasivní tag</b>
<b>Zdroj energie</b>	Integrovan v tagu	Převedený signál od čtečky
<b>Baterie</b>	Ano	Ne
<b>Dostupnost energie</b>	Nepřetržitá	Pouze v dosahu čtečky
<b>Požadovaná síla signálu</b>	Velmi nízká	Velmi vysoká
<b>Dosah</b>	Do 100 metrů	3 – 5 metrů
<b>Čtení víc tagů současně</b>	Až 1000 tagů	V řádu stovek, do 3 metrů od čtečky

Zdroj: <http://www.csa.com/discoveryguides/rfid/review2.php#v2>

Zvláštní skupinu tvoří pak Poloaktivní tagy (semi-pasivní, semi-aktivní) s baterií, která neslouží pro navázání spojení s čtečkou. Komunikace se čtečkou je stejná jako u pasivního tagu. Tento tag disponuje baterií pro napájení senzoru, jež je jeho součástí. Úkolem transpondéru je například snímat okolní teplotu během přepravy či skladování a následně ji reportovat. [1]

## Dělení z hlediska paměti

Jedním z dalších kritérií pro kategorizaci RFID tagů je interní paměť. V současné době technologie disponuje třemi základními typy tagů. Jejich výběr je rovněž důležitou fází a to přinejmenším s přihlédnutím k finanční stránce věci. Paměť tagů je tedy volena vzhledem k požadavkům, které mají v systému splňovat. Dále je v textu uvedeno dělení tagů z hlediska druhu paměti. [1]

- **Read-Only tag**

Zkráceně také označovány jako RO. Jak už samotný název napovídá, jedná se o prvky, které slouží pouze pro čtení. Každý RO tag je naprogramován výrobcem produktu, do kterého je zakomponován. Charakter dat je statistický, nelze je dále měnit ani upravovat. Princip fungování je tedy do jisté míry shodný s čárovými kódy. Zároveň vlastní paměť je co do kapacity menší a to v provedení 64 nebo 96 bit. [1]

- **Read/Write tag**

Kategorie tagů nazývaná také jako Smart nebo zkratkou RW. Tento typ tagu disponuje větší celkovou pamětí, která je v případě potřeby snadno přepsatelná. Tag je pak doslova pohybuje se databází což otevírá možnosti využití pro další odvětví. Výrobní cena je v současné době stlačena pod hranici jednoho dolaru<sup>6</sup>. Tímto se prvek stává atraktivnějším pro využití v praxi. [1]

- **Speciální tagy**

Skupina nazvaná pro tyto účely speciální obsahuje varianty dvou výše uvedených pamětí. Výrobci se snaží technologie vyvíjet, a proto také vznikl tzv. WORM<sup>7</sup> tag. Označení je zkratkou „zapiš jednou, čti mnohokrát“. Tento druh paměti se chová jako CD-RW nosič. Podnik má tedy jednu příležitost do čipu zapsat potřebnou informaci, která bude následně čtena. Příkladem využití může být výrobní linka, kde bude do tagu zapisován datum nebo místo výroby. [1]

V některých případech dochází ke kombinaci RO a RW paměti. Statická paměť je určena pro identifikaci palety, do které je zabudovaná. Paleta má po celou dobu produktového cyklu stejné identifikační číslo, neměnná informace tedy není na škodu. RW paměť je používána pro zápis informací o produktech umístěných na paletě. To eliminuje striktní vymezení manipulačního prostředku pro konkrétní výrobek. [1]

---

<sup>6</sup> Aktuální kurz dolaru k 23. 11. 2013. dle ČNB 20,166 Kč

<sup>7</sup> V originále: **Write-Once-Read-Many**



## Dělení z hlediska provedení

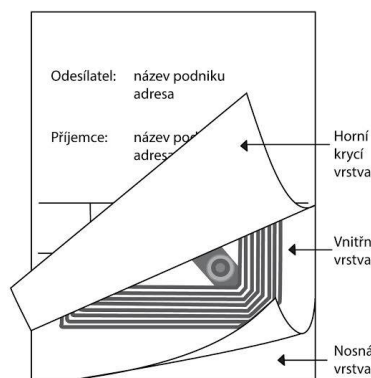
Transpondéry jsou konstruovány a vyráběny s ohledem na jejich funkci a budoucí použití. Současná vývojová fáze nabízí nepřehledné množství druhů čipů. Trh rovněž poskytuje širokou paletu výběru tagů, která je zároveň dělena do různých finančních kategorií, z hlediska pořizovací ceny. Následující kapitola popisuje vybrané druhy tagů

- **Smart label**

Jedná se o transpondér s jednou z nejnižších pořizovacích cen na trhu. Celková konstrukce vychází z požadavku na vlastní jednoduchost. V podstatě se jedná o štítek tloušťky běžného papíru, který obsahuje potřebnou cívku. Ta je vyleptána nebo tištěna pomocí sítotisku do plastové folie. Fólie je běžně laminována pomocí vrstvy papíru z přední strany a nátěrem lepidla ze strany zadní. Obrázek č. 1 graficky znázorňuje popisovanou strukturu.[6]

V praxi jsou tyto čipy dodávány ve formě jednostranných samolepících štítků, které jsou zároveň zabalené do role. Tato forma balení je zachycena na Obrázku č. 2. Jejich dobrou vlastností je také snadné upevnění k objektům, jako jsou zavazadla, zboží v obchodech apod. [6]

Obrázek č. 1: Schematické znázornění struktury Smart Labelu



Zdroj: <http://automatizace.hw.cz/rfid-smart-label-rfid-vs-carkovy-kod>

Obrázek č. 2: Role Smart Labelů

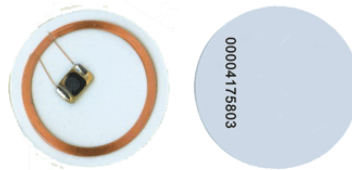


Zdroj: <http://www.unipress.de/en/rfid.php>

- **Disky a Mince**

Jednou z dalších používaných forem jsou disky a mince. Jak již název napovídá, tvarově se jedná o zaoblené tagy, přičemž konstrukce obalu je zhotovena lisováním. Velikost se liší, je možné setkat se s tagy od velikosti několika milimetrů do 10 cm. Pro osazení do forem je zpravidla používán předpřipravený otvor. Obrázek č. 3 znázorňuje jedno z možných provedení tagu v podobě mince. [6]

Obrázek č. 3: Příklad tagu v provedení disku



Zdroj: <http://www.ecardtec.com/uploads/product/PVC-DISC-TAG.png>

- **Skleněné tagy**

Tagy vyvinuté zejména pro potřebu označování zvířat, a to proto, že z praktické stránky věci je výhodné umístit tag přímo pod kůži vybranému zvířeti. Z vizuálního hlediska se jedná o skleněnou tubu, která obsahuje mikročip a jeho kondenzátor. Celý obal je maximálně 32 mm dlouhý. Komponenty jsou v něm uloženy v kapalině, která eliminuje mechanické poškození. Na obrázku č. 4 je uveden příklad skleněných tagů. [6]

Obrázek č. 4: Skleněné tagy ve dvou provedeních, z hlediska velikosti



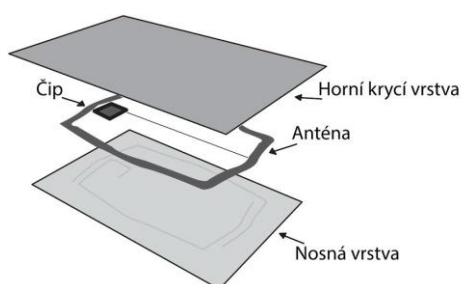
Zdroj: <http://www.rfid-ready.com/images/stories/wissen/rfid-glaskapsel-transponder.jpg>

- **Smart Cards**

Jinak označovány jako ID-1 formát, který je svými rozměry příbuzný kreditním kartám. Výše uvedený formát se stal důležitou částí pro bezkontaktní karty používané v současných RFID systémech. Velkou výhodou je velikost karty, která zvyšuje její dosah. [6]

Výroba tzv. chytrých karet je prováděna prostřednictvím laminace tagu mezi dvě vrstvy PVC folie. Vrstvy jsou permanentně spojeny pod vysokým tlakem při teplotě pohybující se kolem 100 °C, viz obrázek č. 5. Vzhledem k tomu, že transpondér vyžaduje silnější konstrukci, není vždy dosaženo rozměrů pod 1 mm. [6]

Obrázek č. 5: Schematické znázornění struktury Smart Card



Zdroj: <http://www.plasticpvccard.com/contact-less-smart-card-rfid-card--1371483.html>

### ● Další provedení

Přívěšky na klíče i samotné klíče jsou dalším způsobem provedení RFID tagů. Tento druh je používán pro imobilizéry nebo pro přístup do vybraných budov či místností. Obě možnosti jsou zaváděny v závislosti s požadavkem na zvýšenou bezpečnost. Prakticky se jedná o tag umístěný v plastovém pouzdře uzpůsobeném jako přívěšek na klíče, viz obrázek č. 6. [6]

Podobným typem jsou i tzv. „hodinky“. Jedná se o konstrukci svým vzhledem připomínající právě náramkové hodinky. Řešení bylo vyvinutou rakouskou společností a své první využití našla ve sportu. Konkrétně se RFID hodinky používali jako ski pas. Později se začaly prosazovat i v přístupových systémech. [6]

Obrázek č. 6: RFID tag v podobě přívěsku na klíče



Zdroj: <http://www.uniformswarehouse.com/prostores/servlet/-strse-1689/RFID-Key-Fob-Tag/Detail>

### 1.3.2 RFID čtečka

Dalším komponentem, a nepostradatelnou součástí je RFID čtečka. Princip jejího fungování spočívá v tom, že produkuje proud elektřiny určitého rozsahu. Elektřina následně narazí na anténu vyzařující stejný signál co do frekvence a vlnové délky. Každá čtečka pak může být zapojena k jedné nebo více anténám. Nejenom, že čtečka a její anténa vydávají signál, jejich další funkcí je ho i přijímat. Signál přichází analogový, a to od aktivních tagů, a je modifikován do digitální podoby. [7]

Další funkcí, kterou čtečka splňuje, je kontrola tagu, ta spočívá v ověřování jejich platnosti. Z předchozího odstavce vyplývá, že součástí každé čtečky je anténa, dále obsahuje

radiové rozhraní a řídicí jednotku. Poslední uvedená část je mozkiem každé čtečky. Jako každý mozek zpracovává data. Čtečka může být koncipovaná jako jeden přístroj (obrázek č. 7) nebo v provedení samostatné čtečky a externí antény (obrázek č. 8). Vzhledem k tomu se rozlišují stacionární a mobilní čtečky. [8]

Stacionární čtečky jsou pevně umístěny na předem vybraném místě, tím může být místo pro příjem zboží ve skladu, počátek výrobní linky atp. Stacionární zařízení spadají do kategorií s externí anténou. Opakem jsou mobilních čtečky, ty jsou kompletovány do jednoho ochranného krytu. Jejich hlavní výhoda tkví v malých rozměrech a bezdrátovém použití. Lze je zároveň kombinovat s čtečkami pro čárové kódy. [8]

Obrázek č. 7: Mobilní čtečka koncipovaná jako jeden přístroj



Zdroj: <http://www.msasys.com/hardware/rfid-products/rfid-readers/intermec/ip30>

Obrázek č. 8: Stacionární čtečka



Zdroj: <http://www.autoidsavings.com/unitech-rs700-fixed-rfid-readers.html>

### 1.3.3 RFID middleware

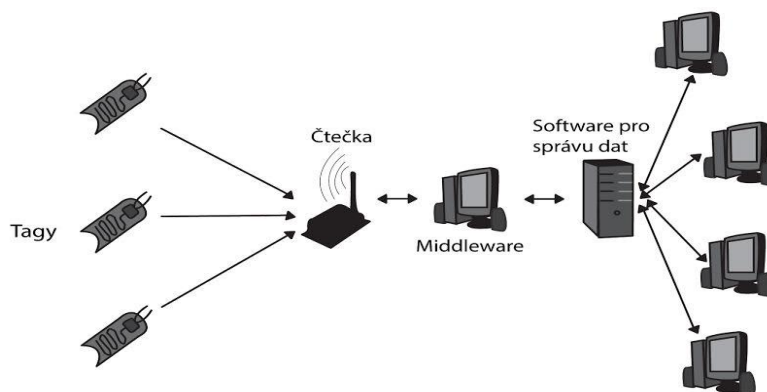
Poslední nepostradatelnou částí v pomyslné kostře systému je middleware. Jedná se o rozhraní, které figuruje mezi hardwarem a softwarem. Mezi hlavní funkce lze zařadit zpracovávání surových dat před jejich odesláním pro potřeby softwaru. Neméně důležitou funkcí je pak správa čteček. [9]

Práce middleware je však mnohem složitější a zahrnuje více procesů. Z těchto důvodů jsou zpravidla charakterizovány čtyři základní funkce: sběr dat, směrování dat, řízení procesů, nástroj managementu. Middleware je tedy zodpovědný za přijatá data, jejich následnou filtraci a zařazení. Dalo by se říci, že v případě funkce sběru dat middleware plní úlohu jakéhosi síta,

kteřé filtruje obrovské množství dat získaného od čteček. Tato filtrace se provádí zejména proto, že IT programy potřebují pro svoji práci pouze zlomek získaných informací. V některých případech je middleware součástí čtečky, jako je tomu např. u stacionární čtečky Unitech RS700 na obrázku č. 8. [9]

Směřování dat je funkce sloužící pro export dat do příslušných systému. Middleware tedy určuje, pro které účely budou již přefiltrované údaje zpracovány. Řízení procesů spočívá v provádění konkrétních praktických situací v provozu. To znamená, že se podílí např. na zpracovávání objednávek ve smyslu nalezení zboží ve skladu, kontrola stavu zásob apod. Pro management pak provádí evidenci čteček a tagů. [9]

Obrázek č. 9: Schéma zapojení middlewaru do procesu sběru dat



Zdroj: [http://www.muconlineservices.com/images/RFID\\_Technology\\_clip\\_image002.jpg](http://www.muconlineservices.com/images/RFID_Technology_clip_image002.jpg)

## 1.4 Frekvenční pásma užívaná pro RFID systémy

Používání více variant systému co do frekvence vyplývá z faktu, že RFID technologie není univerzálním souborem prvků ovládaných vybraným softwarem. Dalším důvodem je zajištění plynulého a bezproblémového chodu, jelikož různá frekvenční pásma zajišťují fungování bez jakéhokoliv rušení. Účelem této kapitoly je uvést zmiňovaná pásma a následně je charakterizovat. Z Obrázku č. 10 je patrné, že používaná pásma lze dělit i z geografického hlediska, přičemž Evropská Unie potažmo Česká republika pracuje převážně s UHF systémy.

### 1.4.1 Low Frequency pásmo

Jinak také označováno jako LF pásmo. Sám název napovídá, že se jedná o nízko frekvenční pásmo. Rozsah pásma se pohybuje v rozmezí 125 – 135 kHz. Hlavní výhodou této varianty je flexibilita a poměrně nízká výrobní cena komponentů. Vysokou míru přizpůsobivosti zajišťuje signál s velice dobrým pronikáním skrze kapaliny, kolem kovů nebo při extrémních teplotách či vlhkostech. [10]

Výše uvedené charakteristiky vytváří dobrý potenciál využití pro průmyslovou výrobu. Jednou z možností využití tohoto provedení je např. systematické pozorování výroby a výrobních dílů. [10]

#### **1.4.2 High Frequency pásmo**

Jedná se o kategorii o frekvenci 13,56 MHz. Je možno se také setkat s označením HF pásmo. Výše uvedená frekvence je i přes její název středovou variantou, jejíž nastavení umožňuje větší dosah čtení a přenos dat u pasivních RFID systémů oproti nižším frekvenčním pásmům. Díky tomu systém zvládá přenášet větší množství dat současně a to rychlostí až 26 kBit/s. [10]

Aplikovatelnost tohoto typu frekvenčního pásma je spíše univerzální. V současné době nachází uplatnění zejména pro kontrolu výrobních procesů, identifikaci objektů nebo osob, funguje jako bezpečnostní prvek při prodeji zboží nebo pro potřeby účetnictví. [10]

#### **1.4.3 Ultra High Frequency pásmo**

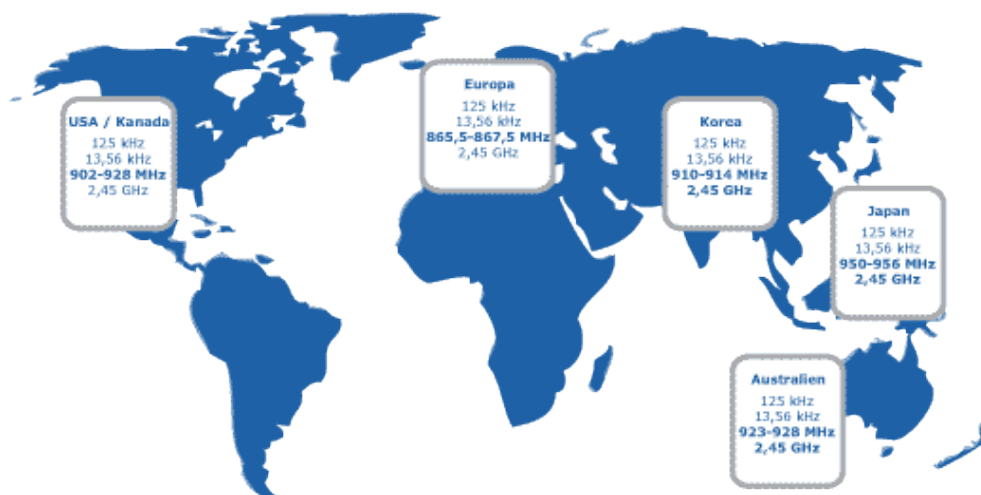
Frekvenční pásmo je nazýváno UHF, je-li v rozmezí 860 – 930 MHz. Celé nastavení má za účel zabránit vzájemnému rušení pásem a zlepšit čtecí vzdálenost. Se zvyšujícím se dosahem roste také množství přenesených dat. Veškerá komunikace mezi tagy a čtečkou probíhá v reálném čase. [10]

Vyšší výkonnost je zajištěna na úkor výrobní ceny. Ta je oproti předchozím typům vyšší, což je jeden z důvodů pro zavádění transpondérů s potenciálně delší životností. Užitečným příkladem pro aplikace takového systému je logistika. Samotné procesy monitoruje a zároveň ovládá. Dále lze systém využít pro správu elektronického mýtného. [10]

#### 1.4.4 Microwave pásmo

Zkráceně označováno jako MW pásmo. Jedná se o poslední z typů frekvenčních pásem v nastavení 2,45 nebo 5,8 GHz. Jeho výraznou výhodou a zároveň kladnou vlastností je čtecí dosah, který dosahuje na vzdálenost až 20 m. Současně s touto charakteristikou zvládá systém přenášet data nejvyšší rychlostí. Pořizovací cena tagu je vyšší a vzhledem k tomu, že signál je extrémně absorbovatelný kapalinami, není dlouhá vzdálenost vždy plně využita. A zejména proto, že tento typ pásma je využíván pro některé bezdrátové počítačové sítě (např. WIFI<sup>8</sup>) může docházet ke kolizím. Hlavním využitím v současné době je identifikace přepravních kontejnerů. [11]

Obrázek č. 10: Světová mapa vzhledem k frekvenčním pásmům používaných ve vybraných státech (převážně používané pásmo je vždy označeno tučným písmem)



Zdroj: <http://www.odbornecasopisy.cz/pouziti-metody-rfid-ve-svete-a-u-nas-30655.html>

#### 1.5 Legislativní úprava RFID technologie

RFID technologie, stejně jako ostatní kontinuálně se vyvíjející systémy, podléhá doзору regulačních orgánů a musí splňovat požadavky stanovené legislativou. Současně s vývojem každé technologie tedy vznikají společnosti, které se nepřímo podílí na způsobu budoucího fungování. Jejich hlavním účelem je zejména dohlížet na vývoj a dbát dodržování sestavených předpisů. Existence orgánů pro regulaci snižuje rizika vzniku systémů, výrobků nebo potravin, které by ohrožovali zdraví člověka nebo by svým chodem ohrožovali společnost.

V praxi lze orgány podílející se na regulaci vývoje a užívání dělit na dvě skupiny a to z hlediska pravomoci. Prvním typem, a zároveň rozhodujícím jsou společnosti s nadnárodní pravomocí. Tyto subjekty stanovují povinnosti pro každého výrobce v daném

<sup>8</sup> Wireless Ethernet Compatibility Alliance

odvětví a to v rámci přesahujícím státní hranice. Normy vydávané úřady nadnárodního charakteru se vztahují zpravidla pro kontinent nebo dokonce celý svět. Podskupinu tvoří regulační orgány národního charakteru. Jedná se zároveň o druhý typ společností, která řeší legislativní úpravu na území daného státu např. prostřednictvím úpravy nadnárodní normy pro konkrétní podmínky v zemi.

Následující kapitola se zaměřuje právě na kontrolní společnosti v odvětví radiofrekvenčních komunikací. Součástí jsou vybrané předpisy a normy nutné pro bezproblémové fungování RFID technologie.

### **1.5.1 Mezinárodní organizace pro vydávání standardů**

Jedná se o společnost s mezinárodní působností známou dle oficiálního označení ISO<sup>9</sup>. Je to zároveň největší organizace, jejímž smyslem je sestavování a vydávání mezinárodních norem. Veškeré předpisy jsou koncipovány tak, aby bylo vyhověno požadavkům praxe a vývojářům, s přihlédnutím na efektivitu průmyslu. [12]

Společnost byla založena v roce 1946 na základě schůzky 25 delegátů různých zemí v Institutu civilního inženýrství v Londýně<sup>10</sup>. Požadavek pro vznik byl jednoznačný, a to usnadnit a sjednotit koordinaci průmyslových standardů. V následném roce, tedy 1947 začala vlastní činnost a do dnešního dne bylo publikováno 19 500 mezinárodních standardů. Veškeré standardy se týkají technologií a výroby. V současné době ISO čítá 164 členských zemí a 3 368 technických orgánů pracujících na vývoji další norem. [12]

#### **● Proces tvorby ISO standardů**

Proces zpracování norem je v kompetenci technického výboru, který podává návrh budoucích norem. Návrh je v případě schválení postoupen vybrané skupině expertů, kteří jsou součástí výboru, pro vytvoření návrhu aplikovatelného pro praxi. Zpracovaný předpis je následně předkládán zpět pro schválení technickému výboru a centrálnímu sekretariátu. V další fázi je budoucí norma předložena vybraným členským zemí pro ohodnocení její kvality. Po úspěšném provedení a schválení všech předchozích kroků se koncept stává ISO standardem a je rozeslán veškerým členským státům. [13]

Tvorba standardu je založená na určitých faktorech, z důvodu dosažení jejich aktuálnosti. Z toho vyplývá, že organizace pracuje na vyvíjení norem na základě požadavků trhu. Jinak řečeno společnost reaguje na požadavky členských zemí podobně, jako výrobce reaguje na zvýšení poptávky. [13]

---

<sup>9</sup> V originále: International Organization for Standardization

<sup>10</sup> V originále: Institute of Civil Engineers



## Vybrané normy vydané organizací ISO

Regulace zaměřená na fungování technologie je velice obsáhlá záležitost, proto tato kapitola popisuje základní charakteristiky pouze vybraných norem. Dalším podstatným faktem je, že technologie se neustále vyvíjí, což sebou přináší požadavky na vznik nových mezinárodních standardů.

- **ISO/IEC<sup>11</sup> 15961: 2013**

Jedná se o specifikaci datového protokolu, který je používán pro výměnu dat a management položek RFID technologie. Mezi základní charakteristiky tohoto standardu lze zařadit pokyny pro označování objektů, popis struktury RFID tagu a v neposlední řadě příkazy pro přenos dat mezi softwarem a RFID tagem. Norma 15962 slouží rovněž pro stejnou činnost jako norma předcházející a konkrétně pro zpracování dat získaných od tagů. [14]

- **ISO/IEC 15963: 2009**

Jde o standard, jehož úkolem je popis systému číslování potřebného pro radiofrekvenční identifikaci. Dále stanovuje případy, ve kterých může být toto unikátní označení použito např.: pro označování výrobku na výrobních linkách jako systém kontroly kvality, pro vyhledání označené položky, vysledování RFID tagu během výroby a následně doby jeho životnosti. [15]

- **ISO/IEC 18000**

Standard 18000 slouží pro specifikaci druhů frekvenčních pásem dané technologie. Skládá se z několika částí, které jsou logicky rozděleny podle frekvenčních pásem (viz kapitola 1.4 Frekvenční pásma užívaná pro RFID systémy). První kapitola je úvodní a definuje parametry, které jsou předmětem vlastního standardu. [16]

### 1.5.2 EPCGlobal Inc.

Jedná se o organizaci, která má společně s ISO velký vliv na použití RFID technologie v praxi. Za založení společnosti lze považovat rok 1999, kdy bylo založeno Auto-ID Center jako organizace více jak sta světových podniků a pěti univerzit. Hlavním cílem je vytvořit tzv. internet věcí, neboli světovou infrastrukturu, která umožní specifické označení veškerých věcí. Toto označení má vést k okamžité a spolehlivé identifikaci objektu. [1]

---

<sup>11</sup> V originále International Electrotechnical Commission

Oficiální založení společnosti EPCGlobal pak proběhlo v roce 2003 prostřednictvím založení joint venture mezi Jednotnou radou pro kódy<sup>12</sup>, mezinárodní společností EAN<sup>13</sup> a výrobcí UPC symbolu<sup>14</sup>. Tímto způsobem vznikla nezisková organizace, jejímž úkolem je vytvoření standardů pro EPC síť<sup>15</sup>. [1]

Organizace slouží pro vydávání standardů týkajících se např. specifikace dat uložených na EPC tagu a komunikačního rozhraní HF a UHF systémů. EPC v tomto případě označuje tzv. **Electronic Product Code**, který je podobný UPC. EPCGlobal současně s vydáváním norem tvoří skupinu GTIN<sup>16</sup>, která zaštiťuje EPC i UPC. [1]

Obrázek č. 11: Příklad provedení EPC



*Zdroj: RFID A Guided to Radio Frequency Identification*

EPC je číslo, které se skládá z hlavičky a dalších tří částí. Hlavička, tzv. header ,slouží pro rozpoznání verze daného kódu. Druhá část je určena pro rozpoznání výrobce, třetí identifikuje konkrétní druh produktu a poslední část obsahuje sériové číslo daného výrobku. Obrázek č. 11 znázorňuje příklad EPC včetně vyobrazení jednotlivých částí kódu. [1]

## 1.6 Výhody a nevýhody RFID technologie

Následující kapitola popisuje výhody RFID technologie a jejich použití v praxi. Dalším cílem této části práce je charakteristika nevýhod, které jsou technologií přinášeny.

### 1.6.1 Výhody RFID technologie

Implementace RFID technologie do procesů podniku přináší celou řadu zjednodušení a urychlení týkajících se výroby, logistiky nebo samotné výměny informací. Neustálý vývoj zajišťuje nejen nové prvky a způsoby využití, je zaměřen i na eliminaci negativních stránek technologie. Zejména kladné stránky této technologie jsou příčinou rozšíření využití pro podnikové potřeby.

- **Čtení více tagů zároveň**

Jedná se o nespornou výhodu RFID. Tato vlastnost snižuje časový horizont pro identifikaci označených objektů. Během identifikace objektů může docházet

<sup>12</sup> V originále: Uniform Code Council

<sup>13</sup> V originále: European Article Number International

<sup>14</sup> V originále: Universal Product Code Symbol

<sup>15</sup> V originále: EPC Network

<sup>16</sup> Global Trade Identification Numbers

k nepřesnostem, jako je například vynechání některého kusu zásob. To je samozřejmě nežádoucí, a proto tato výhoda tvoří částečně i nevýhodu technologie. [17]

- **Čtení tagů bez nutnosti přímé viditelnosti**

Je další charakteristikou, která usnadňuje proces přenosu informací. Tag může být v tomto případě situován i na místa, která nejsou bezprostředně viditelná, nebo jsou těžko přístupná. Tato vlastnost snižuje nároky na osobu provádějící identifikaci, a to ve smyslu menší fyzické námahy. Jako příklad mohou sloužit tagy označující firemní počítače, jejichž načítání nevyžaduje po zaměstnanci manipulaci s PC (naklání, otáčení). Tato výhoda ve spojení s předcházející je také důležitým prvkem pro zefektivnění inventarizace její větší přesností a rychlejším získáním informací. [17]

- **Rychlost čtení**

Z pohledu trendů poslední doby jako je zkracování výrobních časů nebo časů potřebných pro již zmiňovanou inventarizaci je rychlost čtení silnou stránkou technologie jako celku. Na vlastní rychlosti se kromě hromadného čtení podílí i rychlost reakce tagu, která je zpravidla kratší než jedna tisícinová sekunda. [18]

Podle rychlosti čtení lze tagy začlenit do čtyř skupin s označením Class 0, Class 0+, Class 1, Gen 2. Skupiny Class 0 a Class 0+ jsou tagy čtené rychlostí 1000 tagů za sekundu (dále jen tagů/sec), liší se zejména kapacitou paměti a čtením, resp. zápisem. Tagy třídy Class 0 jsou programovány ve výrobě (zápis jednou) a určeny pouze pro opakované čtení, s kapacitou 64 nebo 96 bit, Class 0+ slouží pro opakovaný zápis i čtení a disponují kapacitou paměti 256 bit. Do kategorie Class 1 řadíme tagy čtené rychlostí 200 tagů/sec a kapacitou paměti 64 nebo 96 bit, taktéž určené pro opakované čtení a zápis. Poslední kategorie zahrnuje prvky čtené rychlostí 1600 tagů/sec, pro opakované čtení a zápis s kapacitou paměti 256 bit. [6]

### **1.6.2 Nevýhody RFID technologie**

Technologie bezesporu disponuje celou řadou výhod, avšak stejně jako každý systém není bezchybná. Nevýhody a s nimi spojené komplikace, např. vyšší výdaje se objevují jak při samotné implementaci technologie, tak i při jejím použití pro procesy podniku. [19]

- **Vyšší cena**

Cenu, která je spojena s implementací a současně i s provozem, např. při fyzické obnově tagů, lze považovat za jednu z největších nevýhod technologie jako celku. Jednou z reálných možností jak se vyvarovat finančním ztrátám je prvotní

pořízení zkušebního balíku. Právě na tomto balíku jsou testovány možnosti využití a samotné výhody při využití technologie. [20]

Zásadně se cena liší v závislosti na typu použitých tagů. Přičemž platí, že aktivní tag je dražší než tag pasivní. Vyšší cena je spojena s lepšími vlastnostmi, např. přenos dat na větší vzdálenost a s přítomností baterie. V případě této nevýhody je nutné zhodnotit potenciální pořizovací náklady vzhledem k úspoře, a návratnosti investice, kterou technologie v budoucnu umožní. [20]

- **Menší spolehlivost**

Radio-frekvenční komunikace je největší výhodou a zároveň největší slabinou celé technologie. Tato slabina spočívá v síle signálu během komunikace. Není-li jeho síla dostatečná, pak přenos dat nemusí být úspěšný. Řešení problémů při přenosu je daleko složitější než např. u čárových kódů. Problémy při řešení jsou spojeny i s tím, že tag nemusí být přímo viditelný. To v praxi znamená, že v případě chybovosti (např. systém vykazuje menší počet výrobních dílů než je na skladové příjemce) by měl zaměstnanec ověřit, zda je tag přítomen. [20]

Kolísání spolehlivosti je ovlivňováno přítomností kovových předmětů, které částečně pohlcují radio-frekvenční signál. Tento jev lze popsat na příkladu, který uvažuje, že radio-frekvenční signál se chová jako světlo s tím rozdílem, že není viditelné. Stejně jako světlo, které při nasvícení na objekty vytváří stín, se pak chová kovová konstrukce vzhledem k radio-frekvenčnímu signálu. Anténa čtečky v tomto příkladu funguje jako elektronické oko a tag jako žárovka. Pro eliminaci tohoto problému je možné objekty přemístit mimo radio-frekvenční stín, např. mimo sloupky regálového systému ve sladech. [20]

- **Větší velikost**

Rozměry tagu mohou být dalším faktorem, který řadíme mezi nevýhody technologie. Čím větší je tag, tím složitější může být jeho osazení např. do palet nebo jiných objektů. Výsledná velikost tagu je v zásadě závislá na velikosti antény. Čip se v porovnání s anténou jeví jako malý. Na anténu je kladen požadavek na co možná nejmenší rozměry s dosažením požadovaných vlastností, např. dosah. Velikost antény je závislá na frekvenci signálu a platím, že čím je frekvence vyšší, tím je anténa menší. [20]

## 1.7 Komparace RFID technologie a čárových kódů

Cílem kapitoly je porovnat vlastnosti čárových kódů a RFID technologie. Čárovým kódem technologie se rozumím prvek sloužící pro automatickou identifikaci. Systém čárových kódů podobně jako RFID technologie umožňuje poměrně rychlý a bezchybný sběr informací. Samotné kódy lze rozdělit na jednodimenzionální (1D) a dvoudimenzionální (2D) s tím, že důvodem rozdělení je objem informací v nich vložených. [21]

1D kódy vzhledem k menší paměti obsahují zpravidla pouze alfanumerický řetězec, který odkazuje na databázi, ve které jsou další příslušné informace o objektu. 2D kódy díky větší kapacitě paměti obsahují veškeré potřebné informace o označeném objektu. [21]

- **Životnost**

Životnost RFID tagu je zpravidla vysoká. Tato skutečnost je zapříčiněna tím, že tagy mohou být osazeny do pevných a mrazuvzdorných obalů a nejsou bezprostředně ovlivňovány vlivy prostředí. [21]

Čárové kódy vzhledem k jejich způsobu fungování jsou značnou měrou ovlivněny jak vlivy prostředí, tak i samotným užíváním ve smyslu načítání informací. V tomto případě je čárový kód poškozován např. nečistotami nebo potem na lidských rukou, kódy vzniklé termografickým tiskem prostřednictvím termálních tiskáren jsou navíc znehodnocovány i vysokými teplotami. [21]

- **Padělání**

Jedná se o činnost, se kterou se potýkají mnohá odvětví např. tisk bankovek, padělání tabákových výrobků nebo obchodních značek. Výrobci RFID tagů se snaží eliminovat možnosti pro padělání přidělením sériového čísla každému tagu a to již ve výrobě. Sériové číslo nelze měnit a tag je tak extrémně odolný vůči padělání. Proti tomu čárové kódy jsou poměrně snadno padělatelné. Falzifikát čárového kódu je pak umístěn na objekt což vede ke ztrátám např. zásob. [22]

- **Načítání dat**

RFID technologie, jak již bylo uvedeno, umožňuje skenování mnoha tagů současně a zároveň nevyžaduje přímou viditelnost. Tyto vlastnosti výrazně zkracují čas potřebný pro načtení informací. Dalo by se říci, že čárové kódy fungují opačným způsobem. Pro načtení dat je nutné být ve vzdálenosti několika centimetrů od kódu a z toho vyplývá čtení právě jednoho kódu. Výraznou nevýhodou tento způsob čtení představuje například při kontrole obsahu krabic, jejíž prvky jsou označené čárovými

kódy. To pak vyžaduje nejen otevření krabice, ale i následné načtení celého jejího obsahu. [22]

- **Inventarizace**

RFID technologie poskytuje výraznou výhodu v podobě automatické inventarizace. Ta představuje pro velké sklady co do rozlohy a množství skladovaných prvků úsporu času, pracovní síly a neomezený průběh procesů (výroba, manipulace s výrobky, expedice). [22]

V porovnání s čárovými kódy se RFID jeví jako lepší varianta. Inventarizace u systému čárových kódů, vzhledem k principu, na kterém jsou založené je zdlouhavá, náročná na využití pracovní síly a v některých případech nepřesná např. v případě velkého množství skladovaných výrobků. [22]

- **Označování objektů**

Jedná se o prvek, který je rozhodující např. pro vyhledávání objektů ve skladu. Vyhledávání při použití RFID pak probíhá např. prostřednictvím ruční čtečky. Zaměstnanec se pohybuje po prostorách skladu se čtečkou, do které zadá informace o hledaném objektu. Na základě vstupních informací pak čtečce odpovídá pouze tag, který je přidělen hledanému objektu. Ruční čtečka upozorňuje zaměstnance vizuálním nebo zvukovým signálem. Samotné dohledávání je pak v mnohých případech až padesátkrát rychlejší než u čárových kódů. V případě čárových kódů se opět čtečkou skenuje objekt za objektem a proces se tak stává zdlouhavým. [22]

## **2 Analýza současného stavu v Dopravním podniku měst Chomutova a Jirkova a.s.**

Jedná se o společnost provozující dopravu na území měst Chomutova a Jirkova. Chomutov je statutárním městem, které leží v západní části Ústeckého kraje. Počet obyvatel tohoto města je cca 50 tisíc obyvatel. V rámci dopravy je město napojeno na významné železniční dopravní cesty, např. trať č. 124 (Lužná u Rakovníka – Žatec – Chomutov), č. 130 (Ústí n. Labem – Chomutov) a č. 140 (Chomutov – Karlovy Vary – Cheb). Dálková silniční doprava je zajištěna např. prostřednictvím pozemní komunikace I/13 což je část komunikace, která tvoří silnici mezinárodního významu E442, další komunikací je silnice R7 (hlavní silniční tah ve směru Praha – Chomutov a dále na státní hranice). Město Jirkov sousedí s Chomutovem, patří do chomutovské aglomerace a spadá rovněž do jeho okresu. Počet obyvatel přilehlého Jirkova je cca 20 tisíc.[23], [24], [25]

Samotná společnost byla založena v roce 1996 na základě rozhodnutí obou měst o založení dopravního podniku jako akciové společnosti. Městská hromadná doprava však byla podle záznamů v Chomutově provozována už od roku 1927. Po 2. světové válce, a to konkrétně v roce 1949 převzala od původních soukromých dopravců provozování této služby Československá automobilová doprava (ČSAD). [26]

Hlavní činností Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova, a.s. (dále jen DPCHJ) je provozování autobusové a trolejbusové dopravy v rámci území obou měst a zároveň provozování meziměstské linkové dopravy. Vzhledem k tomu, že v současné době zaměstnává cca 250 zaměstnanců, je dle členění Evropské unie řazen mezi střední podniky (počet zaměstnanců od 99 do 499). Současně s provozováním hlavních činností, které jsou zároveň hlavními přepravními potřebami města, podnik provozuje služby jako je servis, myčka autobusů, nákladních vozidel nebo pronájem reklamních ploch. V zimním období pak každý víkend a státem uznaný svátek vypravuje, tzv. skibusy určené pro příznivce zimních sportů. V neposlední řadě poskytuje také zájezdovou dopravu do sousedního Německa nebo na vybrané kulturní akce. Současně s příchodem roku 2014 začal podnik prodávat CNG<sup>17</sup> (stlačený zemní plyn) z vlastní stanice. [26]

### **2.1 Historie podniku**

Vznik a založení DPCHJ byl v minulosti závislý na celé řadě okolností. Výše uvedené odstavce již poukazují na okamžik vzniku firmy, kterým je rok 1996 a nastiňuje také jeho hlavní příčiny. Dalším faktorem vzniku byla výstavba trolejbusové dráhy v obou městech,

---

<sup>17</sup> V originále: Compressed Natural Gas

jejíž oficiální počátek je zapsán do roku 1992. Veškeré přípravy pro výstavbu dráhy spojující Chomutov s Jirkovem však započali s ročním předstihem. Prvním objektem rozsáhlého projektu se stala administrativní budova podniku. Celý areál, jehož je budova součástí, zahrnuje dále např. umývárnu vozidel a halu denní údržby vozidel. První část výstavby byla realizována za pouhých 33 měsíců. [27]

V roce 1994 byla zahájena odborná školení řidičů zaměřené na funkce trolejbusů a dráhy samotné. Po nabytí potřebných znalostí a praktických zkušeností byl zahájen zkušební provoz, a to konkrétně v roce 1995. Vrcholem celého projektu bylo založení nového provozovatele, kterým se stal právě Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova. Po ukončení zkušebního provozu bylo vydáno úřední povolení Městským úřadem v Chomutově jakožto orgánem vykonávajícím funkci státní správy. Důvodem, že povolení vydal právě Chomutovský městský úřad, byla skutečnost, že větší část trasy leží na území města Chomutova. [27]

V roce 1996 započal projekt obnovy zastávek, které budou v budoucnu osvětlené a opatřené reklamní plochou. Stejný rok je také okamžikem uzavřením dohody mezi dopravním podnikem (dále jen DP) a provozovatelem a současně výrobcem Škoda Ostrov nad Ohří o využívání chomutovské tratě pro zkoušky prototypů trolejbusů. Další část trolejbusové dráhy je připravena v roce 1998 (vede ulicemi Beethovenova, Kochova a Edisonova). Výstavba okružní křižovatky v roce 2000, která nahrazovala stávající světelnou křižovatku, spolu s novým dopravním terminálem představuje další rozšíření trolejbusové sítě. V neposlední řadě je vhodné zmínit, že trolejbusová trakce je pod napětím 750 voltů. [27]

- **Autobusové nádraží**

Skutečnost, že je v práci autobusové nádraží zmiňováno v samostatné části, je spojena s další fází, kterou se práce ubírá. V třetí části práce hraje autobusové nádraží (dále jen AN) podstatnou roli při aplikaci RFID technologie. AN je stavbou, která je situována do Wolkerovy ulice ve městě Chomutově. Počátek jeho vlastní výstavby byl zahájen demolicí staré zástavby na druhé straně ulice. Její realizace probíhala již v 70. letech prostřednictvím demolice právě této části. Další zajímavostí je fakt, že původní zamýšlená rozloha AN byla mnohonásobně větší a měla zasahovat i na druhou stranu ulice. [27]

Poloha, která byla pro AN zvolena, koresponduje s požadavkem na krátkou docházkovou vzdálenost z blízkého železničního nádraží a zároveň je v blízkosti historického i obchodního centra města. Původně výhodné umístění AN v blízkosti jedné z hlavních křižovatek města se později ukázalo jako slabina. Tehdejší světelná

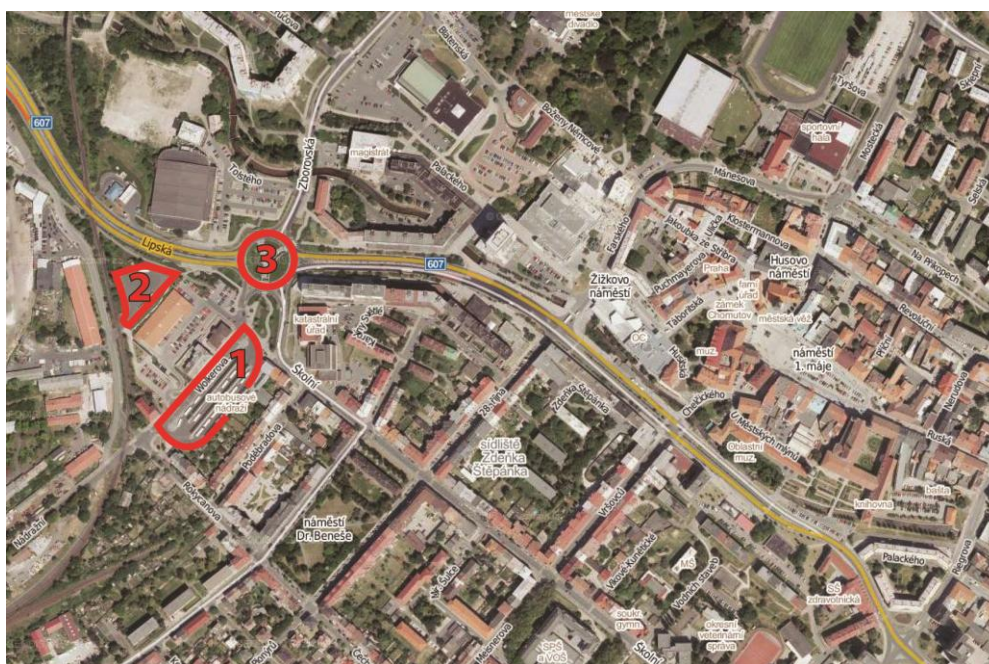


křižovatka nebyla dostačující vzhledem k rostoucímu provozu jak ve městě, tak i v tomto úseku. Významnou roli hrál také fakt, že autobusy by zde vyjížděli z vedlejší ulice. Z tohoto důvodu probíhala víceméně současně s výstavbou AN i výstavba okružní křižovatky v místě původního křížení komunikací. Součástí nového typu křižovatky je v nadzemní části pět odbočovacích ramen a v podzemní části několik malometrážních obchodů a možnost průchodu pod křižovatkou. [27]

Výstavba obou objektů byla doprovázena zavedením trolejového vedení do prostor AN. Chomutovské AN není oproti autobusovým terminálům v okolních městech, jako jsou např. Kadaň, Louny považováno za předimenzované. Zároveň existence okružní křižovatky zvyšuje bezpečnost dopravy a velkého množství chodců. Vlastní provoz na novém přepravním terminálu byl spuštěn 1. 12. 2000. [27]

Výpravní budova, kanceláře a zázemí pro zaměstnance je umístěno v domě na rohu Školní ulice. Nová přístavba k stávající budově obsahuje sociální zařízení a místnost pro prodej občerstvení a tisku. Vlastní plocha AN je vybavena třemi přístřešky, které kryjí odjezdové stanoviště. Plocha na protější straně ulice, kde byla zdemolována stará zástavba, v současnosti slouží jako odstavná, parkovací plocha pro autobusy a parkoviště osobních vozidel. Uvedený popis je pro lepší přehlednost graficky znázorněn na obrázku č. 12. [27]

Obrázek č. 12: Část mapy města Chomutova s vyznačením AN (č. 1), odstavné plochy pro autobusy (č. 2) a okružní křižovatky (č. 3)



Zdroj: autor

## 2.2 Organizační struktura podniku

Samotný název podniku napovídá, že vzhledem k typu podniku jde o akciovou společnost. Jedná se tedy o klasický příklad kapitálové obchodní společnosti, která vzniká na základě součinnosti akcionářů. Ti poskytují kapitál pro uskutečnění samotného založení, řízení společnosti je v kompetenci profesionálního managementu. [28]

Obecné parametry definující akciovou společnost jsou vyhovující zejména pro střední a velké společnosti, např. vzhledem k velké kumulaci kapitálu. Nejvyšším orgánem DPCHJ stejně jako každé akciové společnosti je valná hromada akcionářů. Statutárním orgánem je představenstvo jmenované generálním ředitelem společnosti. Kontrolním orgánem je pak dozorčí rada. Příloha č. 1 zachycuje vlastní organizační strukturu DPCHJ. [29]

## 2.3 Politika jakosti

V souvislosti s poskytováním služeb, DPCHJ klade důraz na dosažení jejich kvality. Osvědčením o kvalitních službách se stal certifikát ISO 9001, tzv. Certifikace systému managementu kvality (jinak také QMS<sup>18</sup>). Obecně je platné, že tuto normu aplikují jak výrobní organizace, tak i společnosti poskytující služby. Důvodem je charakteristika činností (např. služba veřejnosti, konkurenceschopnost), která v podstatě vyžaduje dosahování co možná nejvyšší kvality. [30]

Smyslem politiky jakosti je stanovení určitého směru fungování a vývoje společnosti v budoucnosti. Je kladen důraz zejména na vytváření, uplatňování a rozvíjení managementu kvality. Samotná norma ISO 9001: 2009 se zaměřuje na následující body. [31]

- **Vztah k zákazníkovi**

V tomto odvětví se společnost snaží postupně zkvalitňovat poskytované služby v příslušné oblasti. Tímto způsobem zvyšuje pravděpodobnost uspokojení potřeb zákazníků. [31]

- **Vztah ke společnosti a přístupu zakládajícího se na faktech**

Plnění tohoto bodu spočívá v poskytování systému služeb v souladu s platnými legislativními, zdravotními, hygienickými, bezpečnostními a ekologickými pravidly. [31]

- **Vztah k zaměstnancům**

Tento bod popisuje, že každý zaměstnanec vnímá kvalitu jako faktor, který je nezbytný pro dosažení prosperity společnosti. Zaměstnanci znají a ovládají svou práci

---

<sup>18</sup> V originále: Quality management systems

a jsou plně seznámeni s odpovědností za úkony, které provádějí. Podnik také pracuje na jejich neustálém zdokonalování prostřednictvím školení. [31]

- **Vztah k dodavatelům**

Vztah podniku vůči dodavatelům je uzpůsoben pro uskutečňování dodávek právě v okamžiku potřeby podniku. Při výběru se tedy klade důraz na spolehlivost dodavatelů, kteří jsou během procesu výběru hodnoceni. Společně se spolehlivostí je kladen důraz na úzkou a dlouhodobou spolupráci, která by měla zajistit dodávky podle podnikových potřeb. [31]

- **Systémový a procesní postup**

Uvedený bod spočívá v kontrole veškerých výstupů po stránce kvalitativní, přičemž ke kontrole se zavazuje vedení podniku. Kontroly jsou důležitým faktorem pro realizaci jak vlastních procesů a funkčnosti systému služeb, tak dosažení jejich kvality. [31]

- **Neustále zlepšování**

Podnik a zejména jeho vedení se zavazuje k ustavičnému zdokonalování a zefektivňování systému poskytovaných služeb. Změny lze provádět ve sféře organizace nebo řízení. [31]

## **2.4 Vozový park**

DPCHJ disponuje celou řadou vozidel, která jsou používána pro provádění městské hromadné dopravy a linkové dopravy. Následující část práce se zaměřuje na vybraná vozidla vozového parku včetně rozdělení na vozidla pro MHD a linkovou dopravu.

### **2.4.1 Městská hromadná doprava**

V současné době DPCHJ provozuje městskou hromadnou dopravu prostřednictvím autobusů a trolejbusů. V rámci autobusového parku má v provozu šest vozidel značky Karosa (typ B 932 4 kusy, kapacita každého vozu 95 osob, B 941 1 kus, kapacita 151 osob, B952 1 kus, kapacita 100 osob). Za účelem zvýšení komfortu přepravy a bezbariérového přístupu společnost dále provozuje nízkopodlažní vozidla značek Renault (PS09B4 1 kus, kapacita 95 osob) a Solaris (PU09D1 Citelis 1 kus, kapacita 158 osob, PS09D1 Citelis 3 kusy, kapacita 10 osob, Urbino 12 8 kusů, kapacita 105 osob, Urbino 18 3 kusy, kapacita 166 osob). V neposlední řadě pak provozují vozidlo Iveco Daily Stratos, kapacita 38 osob. [32]

Trolejbusovou dopravu ve městech podnik realizuje za použití vozidel značek Škoda (15 TR 11/7, kapacita 150 osob), Irisbus (25 TR Citelis, kapacita 150 osob) a Solaris

(Trollino 12AC, kapacita 90 osob). Vozidla výrobce Škoda mají ve sféře trolejbusů největší zastoupení v podobě 12 kusů. Vozidel značky Irisbus vlastní podnik 1 kus a společně s vozy Škoda mají kapacitu 150 osob. Nejmenší vozidla jsou pak trolejbusy s kapacitou 90 cestujících a celkovým zastoupením 5 kusů. Tabulka č. 2 poskytuje sumarizaci uvedených údajů o vozovém parku. [33]

Tabulka č. 2: Vozový park určený pro provozování městské hromadné dopravy

Autobusy		Trolejbusy	
Model	Počet vozidel	Model	Počet vozidel
Iveco Daily Stratos	1	Irisbus 25 TR Citelis	1
Renault PS09B4	2	Solaris Trollino 12AC	5
Irisbus PU09D1 Citelis	1	Škoda 15 TR 11/7	12
Irisbus PS09D1	3	–	–
Solaris Urbino 18	3	–	–
Solaris Urbino 12	8	–	–
Karosa B 941	1	–	–
Karosa B 952	1	–	–
Karosa B 932	4	–	–
<b>Celkem</b>	<b>24</b>	<b>Celkem</b>	<b>18</b>

Zdroj: [http://seznam-autobusu.cz/dopravce/DP\\_Chomutov\\_a\\_Jirkov](http://seznam-autobusu.cz/dopravce/DP_Chomutov_a_Jirkov)

#### 2.4.2 Linková doprava

Doprava linková je realizována prostřednictvím autobusů určených pro dálkovou a meziměstskou dopravu. V současné době ve vozovém parku převládá zastoupení vozidel výrobce Iveco. Sedm modelů lišících se např. co do velikosti se podílí na realizaci linkové dopravy. Obsaditelnost vozidel se pohybuje v rozsahu 26 – 101 cestujících. Největším je model Iveco Arway 15 a naopak nejmenším Daily Stratos. Dalšími vozidly, kterými podnik disponuje, jsou vozidla Karosa (C934, C954, C956 Axer) a vozidlo výrobce Sor (CN 9.5). Tabulka č. 3 shrnuje informace o vozovém parku určeném pro linkovou dopravu. [32]

Tabulka č. 3: Vozový park určený pro provozování linkové dopravy

Autobusy		Autobusy	
Model	Počet vozidel	Model	Počet vozidel
Iveco Arway 12	1	Iveco Daily Stratos L37	10
Iveco Arway 15	1	Iveco Daily Stratos LE37	3
Iveco Crossway 10,6	16	Karosa C 934	4
Iveco Crossway 12	3	Karosa C 954	5
Iveco Daily Stratos	3	Karosa C 956 Axer	1
Iveco Daily Stratos L27	8	SOR CN 9.5	2
<b>Celkem</b>			<b>57</b>

Zdroj: [http://seznam-autobusu.cz/dopravce/DP\\_Chomutov\\_a\\_Jirkov](http://seznam-autobusu.cz/dopravce/DP_Chomutov_a_Jirkov)

## 2.5 Mapa linek městské hromadné dopravy

Následující kapitola je určena pro popis uvedené problematiky. Síť linek je zde řešena odděleně a to na linky autobusové a trolejbusové dopravy. V příloze je pak celá síť MHD graficky znázorněna a to prostřednictvím Přílohy č. 2.

### 2.5.1 Autobusové linky

V současné době síť autobusových linek čítá celkem 14 pravidelných linek. Pro jejich označení bylo využito rozmezí od 1 do 17 s výjimkou čísel 5, 11 a 15. Číslo 11 označuje nepravidelnou linku spojující železniční nádraží v Chomutově s AN v Jirkově a to 24.12 a 31.12 každého roku. U uvedené linky se v poslední době měnil pouze počet spojů nikoliv její trasa. Linky číslo 5 a 15 byly zrušeny. Důvodem vynechání těchto čísel je zachování prostoru pro nové linky a zároveň dodržení určitých zvyklostí v číslování. Neustálé změny v podobě přečíslování by mohly vést ke zmatení cestujících, kteří jsou na čísla linek zvyklí. [34]

Pravidelné linky, celkem čtyři linky (č. 1, 2, 10 a 16), jsou provozovány způsobem spojující obě města, přičemž se liší např. počáteční a konečnou zastávkou nebo trasou. Další tři jsou vedeny jako linky okružní na území města Chomutova a Jirkova (č. 7, 12, 14). Druhá polovina autobusových linek je provozována v podstatě odděleně vzhledem k hranicím měst. [34]

### 2.5.2 Trolejbusové linky

Síť trolejbusových linek je v současné době přepracována do podoby, která by měla zaručit lepší obslužnost zastávek. Veškeré změny v této sféře lze považovat za poměrně nové,

jelikož nabyly platnosti 15. 12. 2013. Při zpracovávání nové podoby byl kladen důraz rovněž na zjednodušení značení vlastních linek trolejbusů (viz Příloha č. 3). Trolejbusová doprava je tedy založená na fungování páteřních a doplňkových linek. Hlavním cílem poměrně radikální změny je navýšení spojů, zajištění jejich pravidelnosti a zvýšení počtu přepravených osob. [35]

Předcházející trolejbusová síť byla poměrně atypická a založená na lince spojující Chomutov a Jirkov. Tato spojnice byla vedena přes vystavěná sídliště Březenecká, Kamenná a Zahradní. Dalším faktorem pro předcházející koncepci trolejbusových linek byla silnice č. I/13 zbudovaná rovnoběžně s pásem výše uvedených sídlišť, po které byla linka vedena za účelem zkrácení doby jízdy. Hlavní nevýhodou předešlé sítě byla nepravidelnost linek a zároveň dlouhý interval mezi spoji, cca 60 minut. [36]

Poměrně nová změna, která byla uvedena v platnost, má podniku přinést stabilizaci počtu cestujících s vynaložením stejných nákladů na trolejbusovou dopravu, přičemž se neliší ani počet najetých kilometrů ročně (696 tis. km). Jako zásadní změnu je považováno přiřazení pravidelného intervalu, který je u páteřních linek (č. 40 a 41) ve špičce 30 minut a v sedle stejně jako ostatních linek 60 minut. [36]

Veškeré prováděné změny byly provázeny informační kampaní. Jejím účelem bylo získání pozornosti seznámení cestujících s plánovanými změnami a to v dostatečném předstihu. Pro celou kampaň bylo použito motto „Celé to změnili“. Toto heslo dopravní podnik použil po vzoru informační kampaně prováděné v roce 2012 v Praze. Hlavními nástroji kampaně byli informační letáky na zastávkách a v autobusech a také internetové stránky, které jasně a srozumitelně cestujícím poskytovaly informace. [36]

## **2.6 SWOT analýza Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova**

Následující kapitola je věnována SWOT analýze. Jedná se o nástroj, který je určen pro analyzování podniku jako celku. Smyslem analýzy je zaměřit se na vybrané silné a slabé stránky podniku, potenciální příležitosti a hrozby, kterým podnik v budoucnu může čelit. Tento prvek je v práci uveden zejména pro bližší nahlédnutí na současný stav podniku a případných budoucích možností, které jsou schopny podpořit vývoj nebo naopak zhoršit pozici podniku na trhu.

### **2.6.1 Silné stránky**

Jedná se o charakteristiky, které jsou tvořeny uvnitř v podniku a jsou jedním ze stěžejních faktorů pro dosažení úspěchu firmy. V podstatě se jedná o soubor věcí, které jsou

např. v podniku na vyšší úrovni než u konkurence nebo jsou příčinou pozitivního dojmu na zákazníky. [37]

- **Tradice**

Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.1 (Historie podniku), dopravní podnik byl v Chomutově založen v roce 1996. Z toho vyplývá, že podnik se na trhu pohybuje již osmnáctým rokem. Podle názoru autora bakalářské práce se jedná o dobu dostatečně dlouhou, aby mohl být podnik klasifikován jako tradiční. Tento faktor je mezi silné stránky zařazen zejména proto, že tradice je jedním z trendů dnešní doby a také vzhledem k celé řadě zákazníků, kteří neradi přijímají změny.

- **Stabilní zázemí**

Za dobu svého působení podnik dokázal zbudovat zázemí, které je pro jeho činnosti potřebné. Počínaje nejdůležitějšími základními prvky tvořící zázemí podniku jako jsou zaměstnanci, dopravní prostředky a jejich servis prováděný ve vozovně. V současné době zázemí podniku přináší i doplňkové služby pro veřejnost jako je např. již uvedená myčka vozidel.

Zázemí je obecně považováno za nejdůležitější prvek pro počátky podnikání a jeho další rozvoj. Zvláštní funkci zde plní díky doplňkovým službám (myčka vozidel, plnička CNG), které zároveň tvoří další příjmy podniku.

- **Program politiky jakosti**

Vzhledem k tomu, že podnik je držitelem certifikátu kvality ČSN EN ISO 9001: 2009 lze tuto položku zařadit mezi silné stránky. Na základě tohoto certifikátu byla stanovena politika jakosti podniku (viz kapitola 2.2 Politika jakosti), která by měla zaručit kvalitu služeb poskytovaných jak v současné době, tak i v budoucnu. Kontroly prováděné vedením podniku a neustálá kvalifikace zaměstnanců by měla být také jedním z faktorů zkvalitňování služeb, jakož i silné stránky podniku.

- **Nový odbavovací systém**

Výměna starého způsobu odbavení za nový odbavovací systém v MHD (dále jen OS), který funguje na principu bezkontaktních karet, bylo fyzicky dokončeno v roce 2011 a stále se jedním z důležitých projektů společnosti. Zavedením nového OS bylo dosaženo zjednodušení odbavení cestujících a nabídka výhodnějších cen jízdného pro držitele bezkontaktních karet. Nižší cena je pak lákadlem pro nové zákazníky. [31]

- **Pozitivní dopad na životní prostředí**

Je obecně známo, že MHD zlepšuje podmínky pro život ve městech. Přepřavou více osob jedním vozidlem je dosaženo např. snížení emisí a také snížení hustoty dopravy. To, že DPCHJ používá pro MHD i trolejbusy je dalším plusem, který méně zatěžuje ovzduší ve městě.

## 2.6.2 Slabé stránky

Jedná se o soubor faktorů, které mají naprosto opačný vliv na podnik, než položky silných stránek. Nepříznivě ovlivňují např. vývoj firmy a její postavení na trhu. [37]

- **Vazba na dráhu**

Jedná se o charakteristický znak pro kategorii drážních vozidel, mezi které jsou řazeny i trolejbusy. Tato nevýhoda je spojena s potřebou dráhy pro pohyb vozidla. Chce-li dopravce rozšířit síť linek, musí současně rozšířit i infrastrukturu což je z pohledu financí a času výrazně nákladnější investice.

- **Vyšší cena jízdného**

Tento faktor pocítují zejména cestující, kteří nejsou držiteli bezkontaktní karty. Základní jízdné nepřestupní je v hodnotě 20 Kč (jedna a více zastávek) a zlevněné 10 Kč. Ve srovnání např. s cenou základního jízdného v Pardubicích, které činí pro Zónu I 15 Kč a Zónu II 17 Kč je v poměru k velikosti města cena poměrně vysoká. Tuto cenu však DPCHJ kompenzuje tzv. BUS kartou, díky které je možné základní jízdné snížit až na 9 Kč (pro 1 – 3 zastávky), 14 Kč (4 – 10 zastávek) nebo 17 Kč (více jak 10 zastávek). [34]

- **Zastarávání vozového parku**

Vlastnost, která je spojena s každým produktem, je zastarávání. Dopravní prostředky nejsou výjimkou. Stárnutí vozidel je spojeno jak s jejich vlastním užíváním, tak i technologickým vývojem. Zastaralá vozidla jsou důsledkem nižší bezpečnosti cestujících a silničního provozu a zároveň snižují vlastní komfort přepravovaných osob. V první řadě zastaralá vozidla zvyšují výdaje na provoz (např. častější servis a opravy, vyšší silniční daň) a v druhé řadě nepůsobí dobře na zákazníka.

- **Nedostatečná informovanost cestujících**

V tomto případě je myšlen konkrétní problém v podobě chybějících jízdních řádů. Jedná se o zdánlivě bezpředmětnou záležitost, která však může vést ke ztrátě celé řady potenciálních zákazníků. Příchozímu cestujícímu na takovéto zastávce nejsou



poskytovány informace, které by nutně potřeboval. Podnik pak může tuto osobu jako zákazníka nenávratně ztratit.

### **2.6.3 Příležitosti**

Příležitosti lze charakterizovat jako další možnosti, které podniku přináší dané odvětví. Jsou to v podstatě další varianty rozšíření vlastní podnikatelské činnosti, či portfolia nabízených služeb. [37]

- **Další varianty slev jízdného**

V současné době DPCHJ poskytuje běžné množství slev na jízdném. Jedná se o klasické slevy v podobě zlevněného jízdného (děti ve věku od 6 – 15 let) od základní částky, nebo o slevy odvíjející se od počtu ujetých zastávek (1 – 3, 4 – 10 a 10 a více zastávek). Návrh, který lze podle názoru autora považovat za příležitost v oblasti cen, by mohlo být např. zavedení sezónních slev poskytovaných v období letních prázdnin (vzhledem k vyššímu množství turistů), nebo zvýhodněné jízdenky platné 30 a 60 minut.

- **Modernizace zastávek**

Je krokem k zvelebování jednotlivých prvků, se kterými se cestující při přepravě běžně setkává. Tyto prvky pak na cestujícího působí pozitivním, případně negativním dojmem. Jednou z možností modernizace menšího rozsahu je provedení opatření právě proti krádežím jízdních řádů, např. pomocí uzamykatelných vývěsných tabulí.

- **Rozšíření trolejbusových linek**

Konkrétně k hypermarketu Globus na Černovické ulici v Chomutově. Jako příležitost je tato skutečnost uváděna zejména proto, že by znamenala vznik další přímé linky Chomutov - Jirkov a to s konečnou zastávkou právě u zmiňovaného obchodu. Tento projekt by vzdálenostně znamenal prodloužení trolejbusového vedení o cca 1 km. Jako dobrý základ by mohlo posloužit stávající vedení na silnici I/13 končící na sjezdu do centra města Chomutova.

- **Větší využití reklamních ploch**

Tento druh příležitosti by mohl spočívat např. ve využití veškerých autobusů pro vnější reklamní polepy. S tímto typem reklamy by souvisely další příjmy do podniku.

- **Neustálá obnova vozového parku**

Jedná se z části o slabou stránku, která sebou však přináší i příležitosti. Nákupem nových vozidel je možné získat nové zákazníky, snížit náklady na údržbu, opravu a v neposlední řadě zlepšit komfort přepravovaných osob.

#### **2.6.4 Hrozby**

Veškeré faktory, které představují pro podnik hrozby, přicházejí z vnějšího prostředí. Oblast této problematiky je nutné vzhledem k dobrému fungování řešit a neponechávat bez povšimnutí. Již z názvu je patrné, že z dlouhodobého hlediska představují vlivy, které by mohli zapříčinit celou řadu neúspěchu v podnikání (např. ztráta zákazníků, snížení prodejů). [37]

- **Zdražování jízdného**

Zvyšování ceny obecně jakéhokoliv výrobku či služby je prvkem, který zákazník vnímá v zásadě negativně. Z tohoto důvodu bylo zdražení uvedeno mezi potenciální hrozby. Zdražování je faktor, který je použit v mnohých případech pro záchranu podniku, nebo je spojen s jinými vnějšími vlivy. Provozování osobní dopravy je ovlivňováno celou řadou faktorů, jako je např. růst cen pohonných hmot, snížení dotací určených pro provozování MHD apod. Od roku 2001 byla cena základního a sníženého jízdného zdvojnásobena z 5 na 10 Kč pro zlevněné a z 10 na 20 Kč pro základní jízdné. I nevyhnutelné zdražení (pro udržení ziskovosti) jízdného může vést ke ztrátě zákazníků.

- **Ztráta či pokles zákazníků**

Jedná se prakticky o zcela běžně vyskytující se jev. Tento fakt je spojen např. se změnou preferencí zákazníků (chůze pěšky jako zdravý životní styl) nebo s jejich vlastními potřebami (zkrácení jízdní doby). Podnik by se měl snažit této situaci předejít a to např. některou z možností uvedenou mezi příležitostmi nebo užším kontaktem s jeho zákazníky. Pořádání schůzí s vedením, dotazování cestujících a zjišťování jejich potřeb nebo věrnostní program je taktéž dobrým způsobem jak firma může udržet své zákazníky.

S již zmiňovaným vstupem dopravce Student Agency na trase Chomutov – Praha, DPCHJ zaznamenal úbytek cestujících. Dle informací získaných od podniku nástup tohoto konkurenta zapříčinil ztrátu cca 1/3 dosavadních cestujících. Další hrozbu představuje fakt, že od 24. 2. 2014 právě Student Agency rozšířilo jízdní řád

o obsluhu Jirkovského autobusového nádraží. S ohledem na tuto skutečnost DPCHJ očekává další pokles zákazníků.

- **Nedostatek kvalifikovaných pracovníků**

Nedostatek zaměstnanců v oboru dopravy lze chápat jako chybějící pracovníky jak na nižších pozicích, kteří jsou však velice důležití pro zprostředkování vlastní služby tak i nedostačující množství zaměstnanců, schopných vedení firmy. V prvním případě se jedná o problém, kdy jsou potenciální řidiči nedostatečně kvalifikovaní (postrádají řidičský průkaz případně profesní průkaz) a jejich celkové proškolení je časově i finančně náročné. Druhý případ může představovat absolventy vysokých škol, kteří nemají praktické zkušenosti, nebo je podniky vyhodnotí jako příliš kvalifikované.

- **Konkurence v oblasti linkové dopravy**

Linková doprava je sférou, ve které působí celá řada dopravců a tím vzniká konkurence. Za její poměrně zásadní zvýšení autor považuje srovnání cen dopravce ČD, a.s. na lince Praha – Chomutov s cenou DPCHJ a vstup dopravce Student Agency na stejné lince. I v minulosti tuto linku obsluhovalo více dopravců, ale díky srovnání cen je konkurence v současnosti daleko vyšší. Pro srovnání běžných jízdenek dopravce: Student Agency nabízí jízdenku na uvedenou trasu za cenu 100 Kč, ČSAD Slaný 100 Kč, DPCHJ za 110 Kč a ČD prostřednictvím včasné jízdenky za 130 Kč.

Tabulka č. 4: Shrnutí interních záležitostí podniku (silné, slabé stránky) a externího prostředí (hrozby, příležitosti)

Silné stránky (Strengths)	Slabé stránky (Weakness)
Tradice	Vazba na dráhu
Stabilní zázemí	Vyšší cena jízdného
Program politiky jakosti	Zastarávání vozového parku
Nový odbavovací systém	Nedostatečná informovanost cestujících
Pozitivní dopad na životní prostředí	
Příležitosti (Opportunities)	Hrozby (Threats)
Další varianty slev jízdného	Zdražování jízdného
Modernizace zastávek	Ztráta či pokles zákazníků
Rozšíření sítě linek MHD	Nedostatek kvalifikovaných pracovníků
Větší využití reklamních ploch	Konkurence v oblasti linkové dopravy
Neustálá obnova vozového parku	

*Zdroj: autor*

## 2.7 Průzkum veřejného mínění ve vztahu k službám poskytovaných Dopravním podnikem měst Chomutova a Jirkova, a. s.

Názor veřejnosti, jejíž část současně tvoří stávající zákazníci je pro každý podnik (např.: výrobní, poskytující služby) poměrně důležitým faktorem vzhledem k vlastní existenci. Spokojený zákazník bude opakovaně využívat poskytované služby a také šířit své zkušenosti se společností. Z tohoto důvodu firmy během svého působení pracují na zlepšení kvality služeb a své image (kladou důraz na ekologii, pořádají setkání s veřejností, sponzorují zájmové aktivity apod.).

Pro potřeby průzkumu veřejného mínění a jeho následného zpracování byl využit dotazník. Ten byl poskytován k vyplnění občanům měst Chomutova a Jirkova a na jeho základě se autor pokusí zhodnotit názor veřejnosti. Jedná se pouze o orientační průzkum, jelikož pro sběr informací byl vybrán pouze vzorek obyvatelstva (55 osob) těchto měst, přičemž dotazovaných bylo 85 osob. Otázky směřovaly na využívání služeb DPCHJ, jejich spolehlivost a spokojenost s nimi. Náhled na vzor dotazníku je pak umístěn v příloze č. 4.

- **Demografická, genderová a věková struktura respondentů**

Jak již bylo uvedeno, dotazováno bylo celkem 55 osob, přičemž 41 respondentů trvalé pobývá na území města Chomutova a 14 na území Jirkova. Většina z nich byly

ženy a to cca dvě třetiny. Dále pak byly dotazované osoby rozděleny do věkových kategorií 15 – 20 (3 osoby), 21 – 35 (33 osob), 36 – 60 (15 osob) a 60 a více (4 osoby). Pro další průběh dotazníku je dobré zmínit, že 15 z 55 respondentů odpovědělo na otázku, zda jezdí MHD variantou b) nejezdím a to zejména z důvodu využívání osobního automobilu nebo pěší chůze. Tyto osoby nebudou v následujícím průběhu dále uvažovány.

- **Druh dopravního prostředku, pravidelnost a účel cesty**

Na otázku zda dotazovaní využívají častěji autobusové nebo trolejbusové linky odpovídala větší část (29 osob) variantou a) autobus. Co do pravidelnosti v rámci jednoho týdne byly odpovědi rozděleny a seřazeny vzestupně na rozmezí 1 – 4, 5 – 10, 11 a více. Nejčastěji se respondenti shodovali na první odpovědi, četnost výběru dalších kategorií klesala úměrně s jejich pořadím. Smyslem cesty byla nejvíce doprava do zaměstnání nebo kaváren, kina a jiných prostor.

- **Spokojenost zákazníků s počtem spojů na linkách MHD**

Otázka mířená na pravidelnost spojů byla rozdělena, a to na uživatele autobusových a trolejbusových linek. Z výsledků odpovědí vyplývá, že většina zákazníků není spokojena s množstvím spojů jak autobusových tak trolejbusových linek. Přičemž podstatně hůře jsou na tom podle jejich názoru trolejbusy. Zde 11 z 15 respondentů vyjádřilo svou nespokojenost. Četnost spojů autobusových linek je podle 10 dotazovaných zákazníků v pořádku, naopak 17 osob není spokojeno.

- **Informovanost týkající se změn v trasách trolejbusových linek**

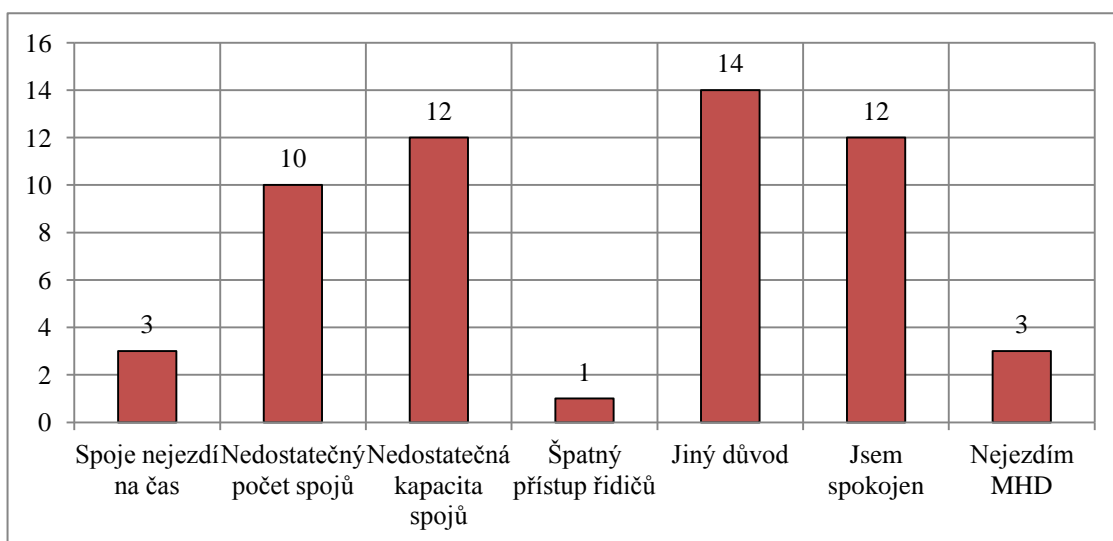
Tato otázka byla do dotazníku zařazena zejména vzhledem k informační kampani, která v městech probíhala v souvislosti se změnami trolejbusových linek (viz kapitola 2. 5. 2 Trolejbusové linky). V tomto případě více jak polovina dotazovaných (33 osob) sdělilo, že změnu, která se odehrála, zaznamenali. Dále v návaznosti na tuto problematiku 2 respondenti reagovali pozitivně, tzn., změna pro ně představuje lepší dojíždění, 11 reagovalo negativně a pro 42 osob změna nepředstavuje žádný přínos, resp. ztrátu.

- **Spolehlivost služeb**

Další série otázek byla sestavena za účelem zjištění názoru dotazovaných obyvatel o službách poskytovaných DPCHJ. Na otázku týkající se spolehlivosti služeb (ve smyslu jízdy na čas, dostatečné kapacity apod.) a spokojenosti s těmito službami odpovídali dotazovaní zhruba ve stejných skupinách 18 ano, 22 ne. Nejčastějším

důvodem nespokojenosti byla zejména nedostatečná kapacita a počet spojů autobusů a trolejbusů. Objevovaly se zde i důvody týkající se ceny jízdného a nepříliš dobrého přístupu řidičů (netrpělivost při odbavování osob, které neznají OS). Obrázek č. 13 slouží jako grafické vyobrazení důvodů nespokojenosti se službami poskytovanými DPCHJ.

Obrázek č. 13: Grafické znázornění odpovědí na otázku týkající se důvodu nespokojenosti s poskytovanými službami.

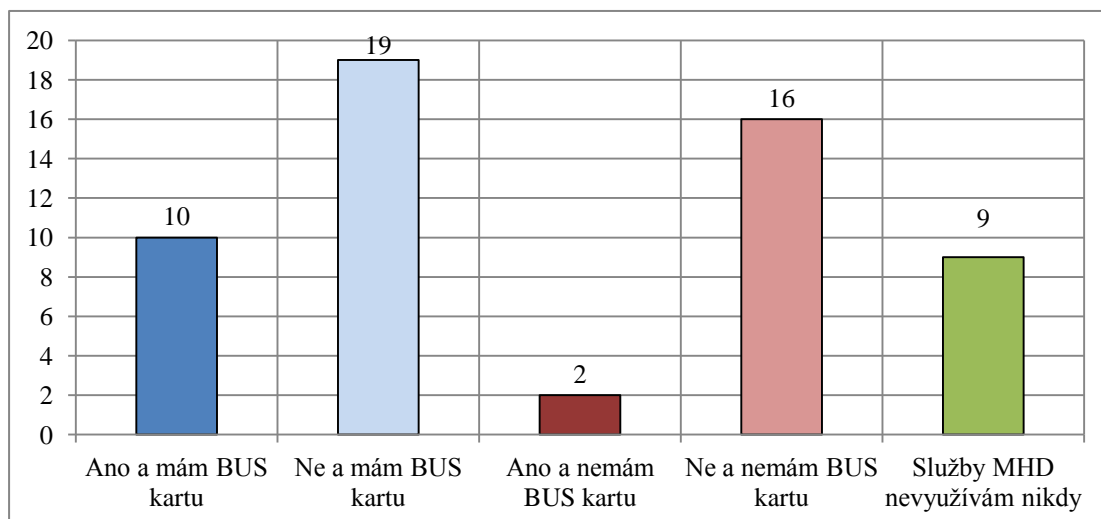


*Zdroj: autor*

- **Cena jízdného**

Poslední dvě otázky dotazníku byly zaměřeny na cenu jízdného a vztahu respondentů k ní. Otázky byly sestaveny tak, aby bylo zřetelné, zda jsou spokojeni, resp. nespokojeni osoby, které vlastní, resp. nevlastní BUS kartu (viz kapitola 2.8 Oblasti pokryté RFID technologií, Elektronické peněženky pro nový odbavovací systém). Více jak polovina (29 respondentů) tuto kartu vlastní a z toho 10 jich je současně spokojeno s cenou jízdného. Pro druhou skupinu, tzn. osoby, které tuto bezkontaktní kartu nevlastní platí, že nejsou spokojeni s výší ceny jízdného. To vyplývá ze skutečnosti, že pouze 2 osoby na otázku ohledně spokojenosti s cenou jízdného odpovědělo pozitivně. Pro větší názornost byl použit obrázek č. 14.

Obrázek č. 14: Grafické znázornění odpovědí na otázku: Jste spokojen/a s cenou jízdného



Zdroj: autor

## 2.8 Oblasti pokryté RFID technologií

Následující kapitola popisuje oblasti, v nichž je v současné době RFID technologie zavedena. DP využívá možnosti technologie zejména pro potřeby v oblasti dopravy. Management lidí v podobě docházkového systému není v současné době přítomen a ani není plánován. Management věcí není v DP zastoupen v takovém měřítku, aby vyžadoval automatizaci.

- **Vjezdový systém do areálu DPCHJ**

DP se v minulých letech vydal cestou modernizace a s tím spojené automatizace vybraných procesů. Z nadpisu je patrné, že uvedené změny jsou spojeny s vlastním areálem firmy. Ten je v současné době vybaven automatickým systémem pro identifikaci vozidel. Systém identifikace funguje na principu RFID technologie a jedná se o oblast, do které je již technologie implementována.

Vjezdový systém pracuje s pasivními ID kartami (viz kapitola 1. 3. 1 RFID tag), které jsou díky použití UHF frekvence (viz kapitola 1. 4. 3 Ultra High Frequency pásmo) čtené na vzdálenost 3 až 5 m. Každé vozidlo je vybaveno právě jednou kartou, která je na rubové straně celoplošně potištěna čárovým kódem a upevněna do plastového držáku, který je připevněn pomocí fixačních samolepek. Další součástí je kompatibilní anténa a čtečka karet. Karta by pro správné fungování systému měla být umístěna na vhodné místo, kterým je v případě osobního automobilu pravý horní roh předního skla a u nákladních automobilů levý dolní roh. Vše vzhledem k požadované výšce karty vůči zemi (cca 1,2 m). [38]

- **Elektronické peněženky pro nový odbavovací systém**

Elektronické peněženky (dále jen EP) jsou součástí OS, jehož realizace byla započata v polovině roku 2009 získáním potřebné finanční částky 30 milionů od organizace ROP (**R**egionální **O**perační **P**rogram) severozápad. Přičemž celkové náklady na realizaci OS činily cca 39 milionů. V témže roce pak bylo zahájeno výběrové řízení na dodávku nového OS, jež bylo i v tomto roce úspěšně ukončeno. [34]

Elektronické peněženky fungují na principu bezkontaktních čipových karet, které slouží pro odbavení v MHD a linkové dopravě. Současně s nástupem bezkontaktních karet přichází i dobíjecí místa, kde je cestujícím umožněno nabytí karet částkou vloženou v hotovosti, nebo nákup časových kuponů. Uvedené operace lze provést na celkem čtyřech místech, kterými je AN v Chomutově a Jirkově, hypermarket Globus v Chomutově a hypermarket Tesco v Jirkově. Celý projekt je koncipován tak, aby v budoucnu umožnil napojení na IDS Ústeckého kraje. [34]

Hlavním účelem bezkontaktní karty je funkce hodnotového souboru (ukládání peněz). Karty pracují na frekvenci 13,56 MHz, jedná se tedy u HF pásmo, které je vybaveno antikolizním systémem zabraňujícím vnějšímu narušení. Systém, díky frekvenci na které pracuje, vykazuje poměrně malou čtecí vzdálenost (do 100 mm). Zálohování dat je pak možné na dobu až 10 let. [31]

## **2.9 Analýza současné situace**

Následující kapitola je zaměřena na posouzení současné situace na AN v městě Chomutově. Tento přepravní terminál je již od svého zbudování volně přístupný. Vjezd vozidel jak DPCHJ tak ostatních, tedy konkurenčních dopravců není v současné době zatížen žádným poplatkem. Z hlediska financí lze tuto skutečnost považovat za ztrátu, kterou představuje potenciální zisk, který je vzhledem těmto faktorům ztracen. Pro DPCHJ je tedy racionálním krokem vjezdy zpoplatnit a zařadit je tak mezi složky tvořící zisk za určené období.

Výše uvedené informace byly zhodnoceny jako slabina. Současně s tím se jedná rovněž o možnost rozšíření podnikatelské činnosti, která bude přinášet další zisky. Podnikání by tedy mohlo být rozšířeno do oblasti výběru poplatků za vjezd na AN v daném městě. Dále je nutné zmínit, že zpoplatnění za vjezd není žádnou novinkou a celá řada měst již tuto činnost praktikuje. Pro podnik se tedy otevírají nové příležitosti podnikání, které konkurenční dopravci, kteří budou plátcí finanční částky, tuto skutečnost mohou vnímat negativně a nahradí tak zastávku, která je poplatkem zatížena za jinou. Potenciální vznik tohoto



problému by měl být vyřešen navržením vhodné ceny (viz kapitola 3. 5. 4 Finanční zhodnocení návrhu).

Dispozičně je AN řešeno jako plocha tvaru lichoběžníku, která je dělena jednotlivými pásy určenými pro nástup. Tyto pásy jsou výškově odděleny, tím je dosaženo bezpečnosti cestujících a přehlednosti ve smyslu dobré orientace cestujících v prostorách AN. Součástí prostor je i výpravní budova, kde je cestujícím umožněno zakoupit jízdenky a náhled na časy odjezdů linek prostřednictvím elektronické tabule.

Vjezd i odjezd na AN není v současné době žádným způsobem monitorován. To znamená, že informace o pohybech v těchto prostorách jsou získávány pouze o na základě jízdních řádů všech dopravců včetně DPCHJ. Nelze tedy dohledávat možné viníky škod a krádeží, tato problematika je řešena v kapitole 3. 5. 3 Konkrétní dispoziční řešení a zapojení komponent.

### **3 Návrh možností využití RFID technologie pro potřeby podniku**

V této části bude vybrán konkrétní případ z praxe, pro který se autor pokusí vytvořit reálné řešení prostřednictvím RFID technologie a to s přihlédnutím na podmínky okolí (např.: poloměry zatáček, technické vybavení) a vnějších vlivů (např.: cestující, vandalizmus, povětrnostní vlivy).

#### **3.1 Důvody výběru RFID technologie**

Návrh opatření, který bude řešit problematiku zpoplatnění vjezdů, resp. odjezdů (viz kapitola 2. 9 Analýza současné situace), bude koncipován pro RFID technologii. Teoreticky lze řešení provést pomocí jiných systému, jako jsou čárové nebo QR kódy. Úkolem této kapitoly je tedy zhodnotit faktory, které vedly autora k výběru radiofrekvenční identifikace.

RFID technologie byla vzhledem ke svým parametrům (viz kapitola 1 Charakteristika RFID technologie) vyhodnocena jako nejvhodnější. Jak již bylo uvedeno, řešení systému by teoreticky mohlo být provedeno pomocí čárových kódů. To zejména vzhledem k tomu, že princip systému je podobný RFID technologii (označení objektu čárovým kódem a následné čtení informací čtečkou). Z praktického hlediska jsou čárové kódy nevyhovující. Tento fakt bude demonstrován na jednoduchém případě popisujícím řešení pomocí čárových kódů.

Vozidla by tedy byla označena čárovým kódem (1D nebo 2D), který by musel být umístěn na viditelném místě (přední sklo, stínítka předního skla nebo spíše vhodnější boční sklo v místě prostoru řidiče). Toto umístění by pro čárový kód znamenalo vyšší riziko poškození řidičem, a to jak úmyslného tak neúmyslného. Dalším negativním faktorem by bylo působení slunečního světla, které by povrch kódu během doby užívání znehodnocovalo. Jako čtecí zařízení by byly použity snímače čárových kódů v provedení digitálním – princip obdobný jako u digitálního fotoaparátu, tzn., vyfotí čárový kód a dále ho zpracovává nebo laserové – produkují jeden nebo více paprsků vyzařovaných laserovými diodami. Tyto prvky jsou schopné čtení na vzdálenost cca 55 cm. Čtečky by pak musely být umístěny v úrovni kódu, přičemž toto umístění by zvýšilo riziko krádeže nebo poškození. Z uvedených faktů vyplývá, že při řešení situace čárovými kódy by negativa převyšovala nad pozitivy a tím se tedy systém stává nevhodným. Mezi hlavní nevýhodu lze považovat čtecí vzdálenost, která by celým proces výrazně zpomalovala (vozidlo by muselo zastavit přesně v blízkosti čtečky)

Řešení pomocí QR kódů by z praktického hlediska (rozmístění komponentů) bylo obdobné. Lišily by se jednotlivé prvky systému jako je např. vlastní kód, čtečka a jejich

princip fungování. Z praktického hlediska by byly rovněž nevyhovující. Autor na základě uvedených argumentů považuje za nejvhodnější využití radiofrekvenční automatické identifikace.

### **3.2 Odjezdový systém pro autobusové nádraží**

Hlavním cílem kapitoly je navrhnout možnost využití RFID technologie pro odjezdový systém na AN. Klíčovým důvodem pro zavedení takového typu systému je větší míra kontroly o pohybech vozů v těchto prostorách. V současné době je AN v podstatě volně přístupné. Co do legislativy, tzn. dopravního značení, je vjezd povolen pouze autobusům MHD a linkové dopravy. Není zde však žádná fyzická překážka zabraňující neoprávněnému vniknutí do těchto prostor.

Tento problém by měl být řešen právě opatřením odjezdového systému s fyzickou překážkou. Zabránění nepovolených vjezdů, resp. odjezdů by představovalo pouze jeden z vyřešených problémů. Druhým významným důvodem pro zavedení je počítadlo vjezdů, případně výjezdů. Tímto způsobem by bylo poměrně snadné dosáhnout dalšího zdroje příjmů. Finance by plynuly od cizích dopravců, kteří na AN v rámci linkové dopravy zajíždí a v mnohých případech pobývají.

V neposlední řadě by systém mohl sloužit pro kontrolu odjezdů vzhledem k času a to konkrétně dodržování odjezdů. V tomto případě by systém plnil funkci pro zlepšení kvality při poskytování služeb a zapadal by tak do firemní politiky jakosti. Z uvedených informací vyplývá, že tento systém by mohl pro podnik představovat velký přínos. Dalším místem, na které by bylo možné systém použít, je odstavné parkoviště situované poblíž AN (viz obrázek č. 12). S uvedenými přínosy ale přicházejí náklady, a to jak vstupní tedy pořizovací, tak náklady na opravy a údržbu.

### **3.3 Technické vybavení plochy autobusového nádraží**

AN je situováno vzhledem k dopravní situaci ve Wolkerově ulici (viz kapitola 2.1 Historie podniku a obrázek č. 12), přičemž toto umístění by mělo zajišťovat snadnější dostupnost, např.: vzdálenost od hlavního vlakového nádraží cca 0,7 km, od centra 0,8 km. Území, na kterém se AN rozkládá, má rozlohu cca 4000 m<sup>2</sup>.

Přepravní terminál, jak je také AN nazýváno, je vybaven veřejným osvětlením a rovněž je na jeho území vedeno trolejové vedení. Vlastní plocha určená pro pojezd vozidel je pokryta asfaltovou směsí. Nástupiště jsou od této komunikace výškově odděleny a jejich

pevnou hranu tvoří betonové obrubníky. Pochozí plocha je dlážděná, tzn., že je pokryta rovněž betonovou hladkou zámkovou dlažbou.

Z pohledu stavebnictví je patrné, že nástupiště je tvořeno dvěma zhruba stejně dlouhými pásy (cca 95m) a jedním kratším pásem (cca 70 m), které jsou určeny pro nástup do vozidel autobusové a trolejbusové dopravy. Tyto pásy jsou však rozděleny do více nástupišť podle cílových zastávek (meziměstské linky), přičemž nejkratší pás je určen pro potřeby MHD. Celkem AN disponuje 12 nástupními místy pro linkovou dopravu.

Bezpečnost je na většině prostranství řešena mechanickými prvky. Zejména nástupiště jsou opatřeny dvoutrubkovým zábradlím, které mají za úkol zajistit co možná největší bezpečnost cestujících. Komfort cestujících a současně i celý ráz AN dotváří zastřešení nástupištních pásů. To je tvořeno jednoduchou ocelovou konstrukcí v podobě podpůrných svislých sloupů a na ně kolmých nosníků pro podporu střechy. Tuhost v podélném směru je pak zajištěna podélnými ocelovými prvky. Střecha je jednovrstvá, vytvořená z lehké plastové krytiny. Vlastnosti použitých materiálů by měly představovat odolné a prakticky bezúdržbové řešení.

### **3.4 Scirocco systém**

Následující kapitola pojednává již o systému konkrétního výrobce pracujícím na principu RFID technologie. Konkrétně je systém koncipován pro práci v tzv. UHF frekvenčním pásmu (viz kapitola 1. 4. 3 Ultra High Frequency pásmo) a to vzhledem k rychlosti čtení a čtecím vzdálenostem. Fungování Scirocco systému je založeno na součinnosti všech potřebných hardwarových a softwarových atributů, které budou konkrétně popsány níže. Jejich společnou a zároveň z legislativního hlediska velmi důležitou skutečností je, že veškeré prvky splňují podmínky normy ISO 18000-6C (standart pro RFID technologie pracujícím v UHF pásmu). [39]

Firma Scirocco vyvinula za dobu svého působení, tzv. Aveico systém, který je určen pro automatickou identifikaci vozidel, nebo pro elektronické mýtné. Pro tyto účely využívá radiový signál vysílaný anténou, který je určen pro čtení, zápis a dodání dostatečného množství energie pasivnímu tagu. Z toho vyplývá, že RFID tagy používané v tomto systému jsou pasivní, z pravidla umístěné na předním skle vozidla. Dalším nepostradatelným hardwarem je čtečka a v neposlední řadě potřebná kabeláž. [39]

Obecně je platné, že Aveico systém představuje přínos pro obě zúčastněné strany (řidiči, operátoři) ve výše uvedených procesech. Obě strany jistě ocení např.: rychlé odbavení vozidel, poměrně vysokou bezpečnost zajištěnou prostřednictvím zašifrování dat obsažených

v tagu nebo fyzické zabezpečení tagu způsobem, kdy jakýkoliv pokus o jeho krádež znamená trvalé a nenávratné poškození tagu. Operátoři a pracovníci oprav a údržby dlouhodobě kvitují dobrou přístupností k čtečce, která je umístěna zpravidla v místě blízko terénu (v nižších polohách, ve smyslu výšky) nebo její robustní konstrukci. [39]

### **3.4.1 Ukázky aplikace Scirocco systému pro praktické využití**

Kapitola má za úkol uvést způsoby použití Scirocco systému. Z hlediska použitelnosti lze systém implementovat do celé řady procesů, proto je v této kapitole uveden pouze výběr z mnoha uplatnění.

- **„Check – Point“ na státních hranicích**

Tento způsob vychází zejména z požadavku na výběr poplatku za průjezd nákladních vozidel přes státní hranice. Tyto poplatky jsou založeny na různých parametrech, jako je např.: hmotnost nebo zákonem stanovená částka (odvívá se od vládních nařízení). Obecně se v těchto případech doporučuje tag umístit na stejnou stranu, na které je umístěna anténa. Tato poloha umožňuje v mnohých případech nejlepší podmínky pro čtení tagu. V ideálním případě se anténa navíc umísťuje podél vozovky, čímž je zabráněno čtení vozidel, která nejsou na řadě (anténa sejme tag vozidla stojícího za vozem, které se chystá projet závorou). V okamžiku, kdy je nesprávně a zároveň předčasně čtené vozidlo čteno znovu, pro jeho odbavení mu nemusí být umožněn průjezd. [39]

- **Elektronické mýtné**

I v tomto případě se jedná o způsob výběru poplatku, tentokrát však za průjezd po dálnicích. Rozdílné jsou i typy vozidel, které podléhají tomuto poplatku, jimiž jsou osobní automobily a autobusy. Princip výběru těchto poplatků spočívá v umístění čtečky nad každý pruh, který je určen pro platbu. Vybraná čtečka pak provádí verifikaci vozidla na základě jemu přidělenému tagu. [39]

Po přečtení existují dvě varianty. První možnost představuje otevření bariéry, kterou pro většinu případů představuje závora a umožnění bezproblémového průjezdu. V druhém případě čtečka vyhodnotí vozidlo jako nevyhovující pro průjezd a jeho řidič pak musí poplatek uhradit osobně. Pro úplnost celého případu je nutné uvést ještě předem připravený účet, který se vztahuje k tagu (účet je vázán k tagu, tzn., že tag v podstatě odkazuje na účet). To znamená, že po úspěšném čtení a ověření tagu vozidla je z tohoto účtu daná částka stržena. [39]

- **Další možné aplikace**

Jedním z dalších využití Scirocco systému je vysoko rychlostní čtení železničních vozidel přímo na trati. Prakticky je situace řešena anténou, která je obvykle umístěna 3 m od nejbližší koleje. Čtečka pak čte tagy, které jsou umístěny na jednotlivých vagónech. Jelikož se vlaky pohybují na různých územích a v mnohých případech v nevlídných povětrnostních podmínkách, jsou na tagy kladeny zvláštní požadavky týkající se jejich odolnosti. Tag jako nosič informací obsahuje vložená data, jako jsou např.: geografická polohy. Nasbírané informace čtečka dále odesílá prostřednictvím GPRS middlewaru. [39]

Jak již bylo uvedeno v předcházejícím odstavci, tagy jsou schopné pracovat i v nehostinných podmínkách. Proto byly v minulosti mezi další oblasti pro implementaci Scirocco systému zařazeny podzemní i povrchové doly pro těžbu nerostů a horniny (hnědé a černé uhlí, grafit, břidlice apod.). Požadavky na bezproblémovou funkčnost a dostatečnou životnost podporuje robustní konstrukce antény, čtečky a v neposlední řadě tagu. Za zajímavost lze považovat možnost připevnit tag prostřednictvím šroubů přímo na ocelový povrch pracovních strojů. RFID technologie přináší do dolů větší přehlednost, která se týká vytiženosti vozidel nebo samotných řidičů. Řidiči projíždí s vozidlem přes váhu, kde jsou současně s hmotností zjištěny informace z tagu (řidič, vozidlo). Lze tak lépe kontrolovat dodržování přestávek nebo přetěžování vozidel. [39]

### **3.4.2 Komponenty Scirocco systému**

Scirocco systém je založen na principech RFID technologie, proto se i jeho komponenty shodují. Následující kapitola poskytuje pouze hrubý náhled na konkrétní prvky, ze kterých se systém se stává. Bližší technická specifikace bude probrána v další části práci při výběru konkrétních prvků.

- **Tagy**

Systém Scirocco nabízí tři typy tagů a to konkrétně T100/100, T200/210 a T500/510. Všechny uvedené typy jsou vyráběny ve dvou verzích. První uvedený je produkován ve formě laminovaného tagu, který je určen pro umístění na vnitřní stranu předního skla. Z toho vyplývá, že jedna strana je opatřena adhesivní vrstvou a zároveň celoplošně potištěná čárovým kódem. Verze T110 poskytuje proti T100 ochranu proti neoprávněnému sejmutí, kdy se poškodí struktura tagu a ten je tak dále nepoužitelný. [39]

T200/210 je v provedení karty, která již byla uvedena v kapitole 1. 3. 1. RFID tag. Značka T210 je pouze katalogové označení, které představuje kartu včetně jejího plastového pouzdra. Poslední uváděný typ je určen pro označování vlaku nebo použití v dolech (viz kapitola 3. 3. 1. Ukázky aplikace Scirocco systému pro praktické využití) a vyznačuje se tedy robustní konstrukcí a vysokou odolností. [39]

- **Antény**

Scirocco systém pracuje se dvěma typy antén, které lze dohledat pod označením A100/110, přičemž v obou případech je kladen důraz na jejich odolnost vůči povětrnostním vlivům. První varianta A100 nabízí lepší čtecí a zapisovací vzdálenosti (až 10 m), ale v zásadě je náchylná na směrovou orientaci os antény a tagu. Anténa A110 pracuje nezávisle na směru obou prvků ale vzdálenost pro čtení a zápis činí cca 70% vzdálenosti antény předcházející. [39]

- **Čtečky**

Nabídka čteček je v případě Scirocco systému zúžena na čtečky série R600. Tato série zahrnuje čtyři druhy čteček, a to R600, R610, R620, R630. Stejně jako všechny součásti systému i na čtečku byly při jejím vývoji kladeny vysoké požadavky na odolnost, z toho vyplývá schopnost čtečky fungovat i při teplotách do -40 °C. Pouzdro je vyrobeno z kvalitních kovových materiálů a je dostatečně odvětráváno. [39]

Čtečka disponuje čtyřmi konektory pro antény, v zásadě však lze ke čtečce připojit osm antén a to s použitím anténního rozbočovače. Zařízení je navrženo tak, aby dosahovalo co možná největších čtecích vzdáleností, rychlosti čtení a aby ke své činnosti využívala co možná nejmenší množství elektrické energie. Pro názornost, čtečka v nečinném módu dosahuje spotřeby 3 W a při čtení tagu 12 W. [39]

- **Příslušenství**

Scirocco systém disponuje celou řadou doplňků, jako jsou plastové kryty tagů, fixační samolepky, anténní rozbočovače, kabeláž atd. Právě kabeláž je prvek, který je nezbytný pro propojení celého systému. Systém rozlišuje několik typů kabeláže. Například pro propojení čtečky a antény obsahuje dva druhy kabelů a to standardní „ztrátový“ kabel (délka do 5 m) a „nízkoztrátový“ kabel (pro větší délky, má větší průměr a tvrdost). Ty jsou používány pro propojení čtečky a antény v závislosti na jejich vzájemné vzdálenosti. [39]

### **3.5 Možnost využití Scirocco systému na autobusovém nádraží v Chomutově**

Celý návrh bude proveden za použití Scirocco systému, který byl vyhodnocen jako vhodný pro uvedenou situaci.

#### **3.5.1 Situační umístění přístupového systému**

Koncepce většiny komplexnějších a sofistikovanějších systémů si žádá stejný přístup. To znamená, že pro jejich správné fungování by měly být zohledněny veškeré faktory, které mají vliv na bezporuchovou činnost. Autor bude klást důraz na reálnost realizace, v souladu se svými znalostmi. Z uvedených důvodů a vzhledem k dodržení posloupnosti úkolů, které je třeba řešit, bude jako první řešena poloha přístupového systému.

Katastrální mapa, která je v práci uvedena v příloze č. 5 by měla poskytovat dobrý přehled o situaci v blízkosti AN. Jako vhodná poloha pro umístění komponent přístupového systému, byla zvolena spodní část AN, která je zároveň určena pro odjezd vozidel. Tato poloha byla zvolena zejména vzhledem k tomu, že AN disponuje pouze jedním vjezdem a jedním odjezdem, z toho důvodu autor práce vybral jako vhodné umístění okolí prostoru určeného pro odjezd.

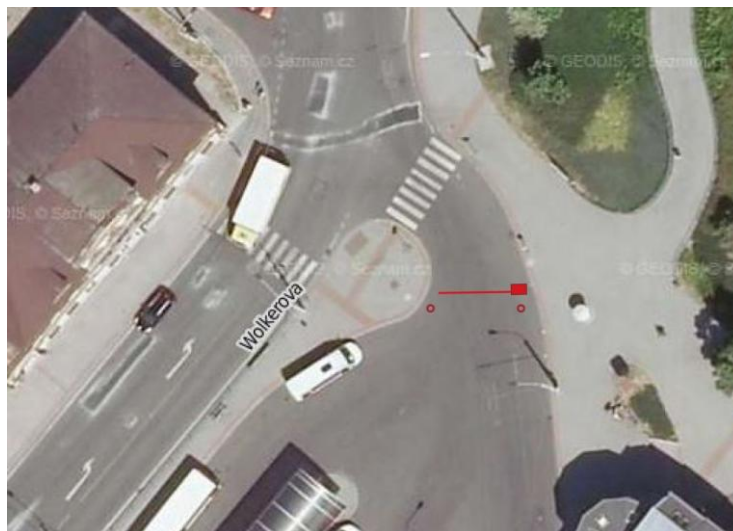
Dalším důvodem, pro toto umístění je fakt, že vjezd na nádraží umístěný na rohu ulic Rokycanova a Wolkerova (dle katastrální mapy vjezd v blízkosti parcely č. 2733/9) byl vyhodnocen jako nevhodný pro takovéto účely. Vjezd je totiž situován poblíž křižovatky (viz katastrální mapa) a též přímo v jeho prostoru vede přechod pro chodce. Vozidla najíždějící k fyzické zábraně, kterou bude v tomto případě představovat závora, by mohla bránit plynulému provozu nejen při prodlení během čtení tagů ale i v kritických případech (dopravní špička – ranní do 8:30 směrem do centra města, odpolední od 13:00 do 19:00 směrem z centra města; nehoda atp.). Skutečnost, která tomuto umístění rovněž zabraňuje, je železniční přejezd ve vzdálenosti cca 45 m od vjezdu. Uvedené případy by mohly představovat snížení bezpečnosti dopravy v tomto bodě (pro vozidla i chodce) nebo zhoršení dopravní propustnosti.

Umístění v blízkosti výjezdu by vzhledem k frekvenci dopravy v prostorách AN nemělo představovat pro systém problém, který by narušoval jeho chod. Další věcí, kterou je nutné vzhledem k situačnímu umístění řešit je úhel, ve kterém budou vozidla k zábraně přijíždět a to pro zajištění bezchybného čtení. Způsob, jakým bylo AN projektováno (pro užívání autobusy a trolejbusy) by měl zajistit potřebný prostor pro pohyb a najíždění vozidel ke čtení. Předcházející zkušenosti také naznačují, že pohyb vozidel v souladu s umístěním tagů by měl tvořit dobrý základ pro úspěšnou činnost systému. Závora a ostatní komponenty



systemu budou situovány v místě zúžení výjezdu z AN. Navrhované umístění je pro lepší představu zaneseno do obrázku č. 15.

Obrázek č. 15: Návrh umístění závory a dvou antén (kružnice)



*Zdroj: autor*

### 3.5.2 Volba komponent Scirocco systému

System nabízí větší množství komponent (viz kapitola 3. 3. 2 Komponenty Scirocco systému). Výběr, jakož i důvody pro zvolení konkrétních součástí systému byl proveden na základě katalogů a technických specifikací poskytnutých firmou IVAR, a. s.

- **Tag**

Označení všech vozidel bude provedeno pomocí pasivního tagu T110 (paměť 128 bit) jehož vlastnosti byly již z části zmíněny (viz kapitola 3. 3. 2 Komponenty Scirocco systému) a zároveň je pro ilustraci vyobrazen na obrázku č. 16. Jedná se tedy o tag, který je jednostranně potištěn čárovým kódem a na stejné straně opatřen adhezivní vrstvou pro jeho připevnění na nekovové povrchy (zpravidla přední sklo, nebo plastové povrchy). Kovové povrchy jsou pro tento typ vyloučeny a to z důvodu, že právě kov radiový signál tlumí nebo odráží. Právě vybraná varianta klade důraz na zvýšenou bezpečnost proti krádeži a vykazuje rovněž poměrně vysokou odolnost a životnost. Zmiňovaná odolnost proti krádeži je zajištěna takovým zpracováním tagu, které při jeho sejmutí zajistí porušení a znemožní tak další použití (tag je nečitelný).

Roli při výběru hrají i menší rozměry tagu T110, které jsou 86 x 54 x 0,8 mm a hmotnost 5 g. Konstrukce tagu je tvořena z PVC materiálu. Tag pracuje

ve frekvenčním rozhraní 865 – 868 MHz (tedy UHF) a využívá lineární polarizaci<sup>19</sup>. Rychlost čtení ve spojení s vhodnou čtečkou dosahuje až 160 tagů za minutu. [45]

Obrázek č. 16: Tag T110 zvolený pro označení vozidel vjíždějících na AN



*Zdroj: interní dokument*

- **Anténa**

Čtení výše uvedeného tagu T110 bude prováděno anténou s označením A100, která umožňuje delší vzdálenosti (až 10 m) pro čtení i zápis. Jedná se rovněž o anténu, která pracuje s lineární polarizací. Uvedené vlastnosti jsou vykoupené skutečností, že čtení je poměrně hodně závislé na poloze podélné osy karty vůči anténě. Jedním z dalších důvodů pro použití je fakt, že sám výrobce doporučuje na základě dobrých zkušeností tento výrobek pro přístupové systémy určené pro identifikaci vozidel. [39]

Obal prvku je tvořeno kombinací polykarbonátu a kovu a splňuje stupeň krytí IP 65 (**I**ngress **P**rotection) a je opatřeno otvory pro připevnění kotvícími prvky k vybranému objektu. Uvedený kód označený IP stanovuje odolnost proti vniknutí cizího tělesa nebo kapaliny a je tvořen dvěma číslicemi, první označuje ochranu proti nebezpečnému dotyku (6 – jakoukoliv pomůckou) a druhá stupeň odolnosti proti vniknutí kapaliny (5 – proti tryskající vodě)<sup>20</sup>. Rozměry antény jsou 212 x 212 x 46 mm. Pro názornost je konkrétní anténa uvedena na obrázku č. 17. [39]

---

<sup>19</sup> Jedná se o jev elektromagnetického vlnění, kdy je toto vlnění vyzařováno směrem od antény k tagu ve stejném směru (pro názornost teoretický příklad: Anténa je schopna absorbovat el. mag. vlnění ve směru osy „x“, tzn. že vektor E (elektrického pole) proniká ve směru „x“. Absorpce vlnění zapříčiní v anténě zároveň pohyb elektronů ve směru „x“. Tatáž anténa pak není schopna absorbovat vlny ve směru osy „y“ a čtení je tak neuskutečnitelné). V praxi to znamená, že musí být dodrženy pokyny k instalaci tagů co do orientace na ploše (na výšku, na šířku) pro zajištění správného fungování (zpracováno na základě odborné konzultace).

<sup>20</sup> Zdroj: Štěpán Berka; Elektrotechnická schémata a zapojení 2; BEN - technická literatura, Praha 2010, ISBN 978-80-7300-254-1, str. 229 (Stupně ochrany krytí + nejvíce používané IP kódy)

Obrázek č. 17: Scirocco anténa A100



*Zdroj: interní dokument*

- **Čtečka**

R610 je označení pro čtečku, která bude použita jako součást systému. Jedná se o prvek, který kloubí většinu funkcí, které jsou potřebné pro bezproblémový chod celku. Jedná se o součástku, která je vhodná pro případy, kdy jsou kladeny vysoké nároky na čtecí vzdálenost a rychlost v případě vjezdových systémů určených pro silniční vozidla. [39]

Čtečka pracuje na frekvenci 865 – 868 MHz (UHF) a společně se zvolenou anténou by měla tvořit spolehlivý systém (rychlost, vzdálenost čtení). Na horní části disponuje čtyřmi konektory pro připojení antén a ve spodní části přípojkou pro napájení a komunikaci. Obsahuje rovněž i 4 relé neboli elektrické spínače, které jsou nedílnou součástí automatizovaných systémů. V praxi fungují tak, že dostávají příkaz od řídicí jednotky pro sepnutí (například na 0,5 sekundy) a tím zajišťují otevření závor. [39]

Fyzicky je anténa tvořena hliníkovým pouzdem o rozměrech 160 x 218 x 45 mm a hmotnosti 1,5 kg. Splňuje stupeň krytí IP 65. Pouzdro, a tím samotná čtečka, je schopno odolávat teplotám v rozmezí - 40 a + 50 °C a vlhkosti do 95 % bez kondenzace vodních par. Jak je viditelné na obrázku č. 18, na povrchu čtečky jsou umístěny LED diody, které indikují připojení k síti a režim čtení nebo nečinnosti. V neposlední řadě je obal čtečky opatřen otvory pro kotvící prvky, kterými bude připevněn na určené místo. [39]

Ve spojení s výše uvedenou anténou A100 dosahuje vzdálenost pro čtení 7 – 10 m a pro zápis 3,5 – 5 m. Dalším parametrem, který je nutno dodržet pro dosažení uvedených vzdáleností je délka kabelu propojujícího čtečku s anténou. Ta by neměla překročit 4 m. Nespornou výhodou je správa čtečky pomocí webového rozhraní tzn., že pro aktualizaci, opravu nebo obnovu informací o tagu (seznam povolených tagů)

lze využít internetový prohlížeč a možnost nahrát seznam povolených tagů přímo do paměti čtečky. [39]

Obrázek č. 18: Scirocco čtečka R610



*Zdroj: interní dokument*

- **Příslušenství**

Jako první bude řešena problematika propojení výše uvedených částí systému. Pro propojení antény s čtečkou bude použit anténní kabel, který slouží pro přenos informací o tagu mezi anténou a čtečkou. Konkrétně bude použit kabel katalogově označen A40, jehož konstrukce umožňuje použití do vlastní délky 4 m. Vzhledem ke koncepci, jakou bude systém proveden, bude tato délka dostačující. Dále bude vyřešen přívod energie, tok elektrického proudu bude zajištěn pomocí napájecího kabelu (katalogově označen A20) vedeného od čtečky ke zdroji umístěném na krytém místě (budova, buňka). Komunikace čtečky s řídicím prvkem (v tomto případě řídicí jednotka 914 Hotmax) bude provedena komunikační kabeláží (katalogové označení A21). [39]

Dále bude použita anténní konzola (prvek A81), pomocí které bude anténa upevněná a bude umožněné její natáčení a nastavování v obou směrech (horizontální, vertikální), a to pomocí stavěcích šroubů. Konzola bude připevněna k upevňovacímu prvku (katalogově označen A84), který umožňuje její připevnění k prvkům kruhového průřezu (ve vodorovné ose). [39]

- **Software Viking**

Jedná se o část, která není přímou součástí Scirocco systému, ale bez jejího zavedení by činnost systému byla omezena pouze na práci bez jakékoliv zpětné vazby. Uvedený program je vhodný pro použití právě pro daný případ. Jeho výhodou je, že dokáže poměrně dobře filtrovat data potřebná pro podnik. Například je možné, filtrovat počet průjezdů za den, týden nebo měsíc a se závislostí na konkrétního řidiče nebo dopravce. [39]

- **Řídící prvky**

System kromě výše uvedených komponentů obsahuje tzv. řídicí prvky, které jsou jeho nedílnou součástí. Mezi tyto prvky řadíme již zmiňovanou řídicí desku 914 Hotmax což je prvek, který přebírá informace od čtečky a uchovává je dočasně ve své paměti, přičemž platí, že pro každou čtečku je určena právě jedná řídicí deska. Nadřazeným prvkem je pak řídicí jednotka Supermax, která získává informace od desek a na základě jejich validace dává příkaz k otevření, resp. neotevření závory. Řídící jednotka je pak přímo spojena s počítačem, který disponuje potřebným softwarem. Tyto prvky jsou v práci zmíněny pouze orientačně, vzhledem k tomu, že se jedná o oblast elektrotechniky a informatiky, která není předmětem práce ani oborem autora. [39]

### **3.5.3 Konkrétní dispoziční řešení a zapojení komponent**

Uvedená kapitola má za úkol popsat písemně a graficky dispoziční řešení jakým by bylo možno systém provést. System je možné provozovat jako online, semionline nebo offline. Výhoda online systému tkví v okamžité dostupnosti nashromážděných dat, tzn., že v jakýkoliv okamžik je možné získat nejnovější informace. Nevýhodou je pak nutnost připojení k serveru. V okamžiku kdy server přestane pracovat, systém je nefunkční. Offline verze funguje bez tzv. vyššího pracoviště a je tím pádem stabilnější. Ani tento typ není bezchybný, hlavní nevýhodou je, že uživatel není schopen získávat okamžitě informace. Ty jsou reportovány a přijímány prostřednictvím pravidelných aktualizací, které lze nastavit např. v intervalu 10 minut. Semionline systém kloubí výhody offline a online systému, jeho použití je vhodné pro rozsáhlé systémy (například co do přístupových bodů v budově). Autor po odborné konzultaci a vzhledem k parametrům systému volí offline systém. Varianta byla vybrána na základě zohlednění daných parametrů. System není v porovnání s jinými variantami (elektronické mýto) nijak zvláště rozsáhlý a složitý a není zde potřeba práce v reálném čase. Pro účely podniku budou pravidelné aktualizace dostačujícím prvkem a stabilita výhodou.

- **Umístění tagu**

První část dispozičního řešení bude věnována tagům, ty budou umístěny do vnitřních prostor zrcátka. Tento postup bude vyžadovat servisního technika, který provede sejmutí a rozebrání zrcátka. Technik by měl být dostatečně proškolen ohledně místa a polohy v zrcátku, aby tag správně pracoval. Kryty zrcátek jsou plastové, to znamená, že pro radiový signál nebudou představovat problém. Problém nebude

představovat nepřímá viditelnost čárového kódu, kterým je tag potištěn a to vzhledem k radiovému signálu. Toto umístění bude dalším krokem ke zvýšení bezpečnosti, ve smyslu krádeží nebo poškozování tagů a dodržování legislativních norem. Vyhláška ministerstva dopravy a spojů č. 302/2013 Sb., o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů říká, že v zorném poli řidiče nesmí být umístěno nic, co by mu bránilo ve výhledu, zorným polem se pak zpravidla myslí prostor, který je stírán stěrači.

- **Umístění antény a čtečky**

Anténa společně se čtečkou bude umístěna na vybraném místě (viz obrázek č. 15) a to v přímé blízkosti fyzické odjezdové závory. Jako příklad by mohla být použita silniční závora Signo kit s délkou ramene 6 m s pevnou výškově stavitelnou podpěrou ramene WA11 viz obrázek č. 19.

Obrázek č. 19: Silniční závora Signo kit (vlevo), Stavitelná podpěra včetně kotvicích prvků (vpravo)



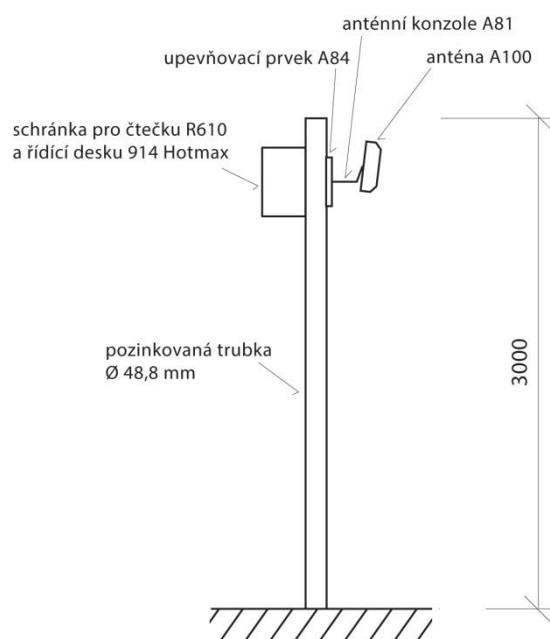
*Zdroj: <http://eshop.montego.cz/>*

Pro dosažení co možná nejpřesnějšího čtení budou použity dvě výše uvedené antény A100, které budou umístěny po obou stranách odjezdu, přičemž každá z nich bude připojena k vlastní čtečce. Tímto způsobem bude zároveň provedena jakási záloha systému, tzn., že v případě, kdy vypadne jedna čtečka, resp. anténa bude zde druhá záložní a zároveň tak bude rozšířen prostor snímaný anténami.

Umístění do výšky cca 2,9 m (pomocí pozinkované tyče délky 3 m) s náklonem 10° od svislé osy po obou stranách výjezdu by mělo zajistit dobré čtení a vlastní výška by měla zabezpečit nedosažitelnost prvku. Je nutné zmínit, že nastavení antény je pouze orientační, konkrétní seřízení by bylo provedeno na základě praktických zkoušek. Uvedené výšky bude dosaženo pomocí pozinkované trubky o průměru 48,8 mm, na kterou bude připevněn držák konzoly (katalogově označen A84) a následně anténní konzola (katalogově označena A88)

Na protilehlé straně ve směru vodorovné osy bude umístěna krabice určená pro úschovu čtečky a řídicího prvku (914 Hotmax). Umístění vysoko nad zem je žádoucí, vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně drahé součástky a jejich ztráta či poškození by rovněž znamenala nefunkčnost systému. Veškerá kabeláž pak bude vedena vnitřním prostorem trubky. Výše uvedený způsob instalace je pro názornost zobrazen na obrázku č. 20.

Obrázek č. 20: Schematické znázornění umístění antény A100 a čtečky R610



*Zdroj: autor*

### ● Umístění řídicích prvků

Nadřazený prvek bývá obvykle umístěn do krytých prostor, jako jsou různé vrátnice (např.: kontejnerové provedení) či přímo budovy. Vzhledem k tomu, že budova na parcele č. 2749 (viz katastrální mapa) je ve vlastnictví DPCHJ (výpravní budova, kanceláře, zázemí pro zaměstnance) bude umístěn zde. Tím budou splněny požadavky stanovující maximální délku kabeláže (max. 1 km) a bezpečnostní opatření proti poškození či krádeži.

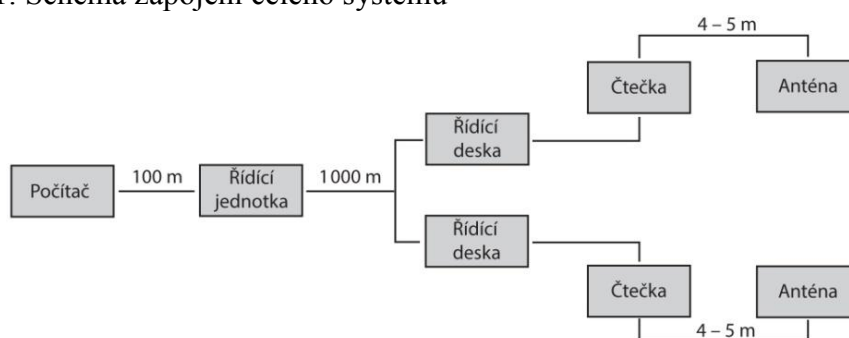
### ● Zapojení komponent

Následující text zjednodušeně vyobrazuje zapojení komponent vzhledem k jejich pořadí. Obrázek č. 21 graficky zobrazuje jak schematické zapojení celého systému tak právě zmiňovanou anténu. Anténa vydává signál pro pasivní tag, který na základě něj „odpoví“ a získaná informace přechází pomocí anténního kabelu do čtečky. Doporučená délka kabelu je pak 4 – 5 m, což bude vzhledem k řešení dodrženo.

Čtečka je spojena s řídicí deskou prostřednictvím výše uvedeného přenosového kabelu A40. V tomto případě bude zapojení anténa – čtečka – řídicí deska použito dvakrát a to z výše uvedených důvodů. Jelikož jsou oba komponenty umístěny ve stejné skříně, není třeba řešit délku kabeláže je spojující.

Řídicí jednotka je v systému umístěná mezi vybraný počítač a řídicí desku. Směrem od řídicí desky přichází kabeláž (sběrnice), jejíž délka může dosahovat až 1 km. Z řídicí jednotky pak vychází síťový kabel, který je určen pro spojení se zmiňovaným počítačem a jeho doporučená délka je do 100 m.

Obrázek č. 21: Schéma zapojení celého systému



*Zdroj: autor na základě odborné konzultace*

- **Rizika spojená s provedením navrhované varianty**

Stejně jako každý systém tak i autorem navrhované řešení vykazuje určité riziko spojené s nefunkčností, krádežemi atd. Systém by měl vykazovat 100% funkčnost v podobě čtení tagů, jejich ověřování a zpracování informací. S uvedenými úkony je pak úzce spjatá činnost závory. Jedno z rizik by tedy mohl představovat výpadek jednoho z komponent na trase anténa-čtečka-řídicí prvky. Tento výpadek by zapříčinil nefunkčnost závory a tím neumožnění průjezdu vozidel. Poruchový systém by pak představoval zpoždění právě odjíždějících linek, do okamžiku provozního vyřazení antény (zvednutí mechanicky do svislé polohy). Pro eliminaci rizika výpadku byly uvedené komponenty zdvojeny (viz obrázek č. 21: Schéma zapojení celého systému). Zapojení v bezporuchovém chodu zlepšuje pokrytí zóny pro čtení. Fungují nezávisle na sobě a v případě poruchy jeden okruh (anténa-čtečka-řídicí deska) zastupuje druhý.

Dalším rizikem je vandalismus, případně krádež komponentů. Jedná se poměrně o obvyklou věc, se kterou se podniky běžně setkávají. Předmětem krádeže by mohly být komponenty uvedené v předcházejícím odstavci. Další věcí, která se často stává terčem krádeže, je kabeláž, v tomto případě by se jednalo o kabeláž



umístěnou ve skříni závory. Vandalismus by pak představoval fyzické zničení závory (nešetrné odejmutí z místa, v němž je připevněná), vyvrácení pozinkovaných tyčí apod. Ochrana kabeláže byla částečně vyřešena tak, že potřebné kabely pro Scirocco systém jsou vedeny pozinkovanými tyčemi. Pro eliminaci zbytku případů by bylo možné použití průmyslové kamery, která by mohla být připevněna na sloup veřejného osvětlení umístěný v blízkosti odjezdového systému. Pravděpodobně by bylo vhodné použití kamery s nočním viděním monitorující okolní prostor ve všech směrech (360°).

Vzhledem k tomu, že prvky Scirocco systému a vlastní závora potřebují být pro svoji činnost napájeny elektrickou energií, za další riziko lze považovat výpadek proudu v městě nebo jeho částech. K nedostatku elektrické energie může docházet neočekávanými výpadky nebo plánovanými odstávkami. V obou případech bude chybějící energie představovat problém v podobě nefunkčnosti systému. Toto riziko by bylo možné vyřešit pomocí záložního zdroje. Takovýto agregát by byl schopen napájení během nečinnosti elektrické sítě. Vzhledem k složitosti by zdroj mohl být řešen pomocí akumulátorů, které by pokryly neočekávané výpadky. Návrh a volba typu záložního zdroje včetně jeho zapojení není předmětem práce. V případě uvedeném v práci by byla situace řešena co možná nejrychlejším přesunutím závory do svislé polohy. Nevýhodou tohoto východiska by byla absence informací o pohybech na AN a časech odjezdů vozů.

- **Přínosy návrhu řešení**

Vlastní návrh je proveden takovým způsobem, který by měl představovat přínosy v podnikové činnosti. Jako hlavní výhodu lze považovat již zmiňovaný poplatek za vjezd vozidel. Návrh výše poplatku je uveden v kapitole 3. 5. 4 Finanční zhodnocení návrhu, kde jsou popsány parametry, které by měl poplatek splňovat. Finanční částka v první řadě bude představovat prostředky pro splacení návratnosti investic. Následně pak bude možné částku započítávat do ročních příjmů podniku. Vzhledem k uvedeným skutečnostem je zřejmé, že zavedený systém by se podílel na tvorbě příjmů následujících období.

Přítomnost navrhované varianty by dále představovala prostředek pro kontrolu kvality poskytovaných služeb. V tomto případě by hlavním prostředkem pro dozor byl použitý software Viking. Reportované informace z tohoto programu se týkají času a počtu odjezdů. Na základě těchto dat pak může vybraný pracovník či vedení podniku zhodnotit přesnost odjezdů. V případě nepřesnosti má pak možnost v první řadě tuto skutečnost zjistit a podniknout nápravná opatření (varování řidiče, finanční tresty apod.).

Je tedy faktem, že přítomnost systému by výrazně přispěla k informovanosti o pohybech na AN. Tuto skutečnost by dále dotvářelo zavedení kamerového systému (viz Rizika spojená s provedením navrhované varianty). Uvedená kamera by jednak monitorovala situaci vzhledem k zajištění bezpečnosti vlastního systému. Druhým možným způsobem využití je i sledování přilehlé části AN a to vzhledem k dalšímu možnému výskytu vandalizmu (krádeže košů, ničení laviček apod.).

#### **3.5.4 Finanční zhodnocení návrhu**

Provedení, které je uvedeno v předcházející kapitole, by po vlastní realizaci mělo představovat odjezdový systém. Jako hlavní důvod pro uskutečnění provedení autor považuje zpoplatnění užívání AN konkurenčním dopravcům, to vzhledem k tomu, že stavba je ve vlastnictví DPCHJ. Zpoplatnění vjezdů by mohlo být nastaveno s ohledem na počet vjezdů. Správně nastavený finanční poplatek by pak pro podnik představoval zdroj příjmů a s tím spojenou konkurenční výhodu (v podobě vlastnictví významného dopravního bodu).

Jako další možnost by systém mohl představovat nástroj pro kontrolu přesnosti spojů. V takovémto případě by určený pracovník mohl reportovat údaje pro vedení podniku o konkrétní lince či řidiči, to současně s údaji o času odjezdu z AN. RFID technologie by pak tvořila prvek pro zkvalitnění poskytovaných služeb co do přesnosti příjezdu na přilehlé zastávky. V tomto případě je nutné zmínit, že přesný odjezd by zároveň zajišťoval předpoklad o dodržení avizovaného příjezdu pouze do zastávek v okolí AN, tedy v centru města. Tato možnost, tedy nástroj pro kontrolu kvality by byla prováděna pomocí uvedeného softwaru Viking, který poskytuje rozšířené možnosti filtrování údajů.

Součástí plánování odjezdového systému je i odhad nákladů na instalaci tohoto systému pro DPCHJ. Vycházeno bude z katalogových cen uvedeného systému. Pro uvedené ceny a výčet položek je nutné zmínit, že nejsou uvedeny zcela všechny, a to vzhledem k tomu, že systém je velice sofistikovaný a pojí několik oborů (logistika, management, elektrotechnika, informační technologie atd.). Z tohoto důvodu jsou uvedeny položky, které

jsou dle názoru autora důležité vzhledem k tématu práce a pro představu o provedení systému. Cena za instalaci systému je pouze orientační a to z důvodu její různorodosti. Odvíjí se například od složitosti systému, délky realizace a případných komplikací při provádění.

UHF čtečka uvedeného výrobce je k dostání za 58 000 Kč, přičemž v systému bude zapotřebí dvakrát. Kompatibilní anténa stejného frekvenčního rozsahu je nabízena za 5 500 Kč a stejně jako vybraná anténa i tato umožňuje lineární polarizaci. Rovněž anténa bude zapotřebí ve dvou kusech. Pasivní tag ve vybrané variantě je možné pořídit za 55 Kč, počet kusů je odvozen od počtu všech vozů, kterými DPCHJ disponuje (viz kapitola 2.4 Vozový park). Pro podrobnější náhled na odhad ceny komponent systému, jejího příslušenství a ostatních součástí systému je určena tabulka č. 5.

Tabulka č. 5: Struktura odhadovaných cen komponentů a doplňkových prvků

Komponenta/Prvek	Cena [Kč]	Počet kusu	Celkem [Kč]
Čtečka	58 000	2	116 000
Napájecí kabel čtečky	3 330	2	6 600
Příslušenství pro připevnění čtečky	2 549	2	5 098
Anténa	5 500	2	11 000
Anténní kabel 4 m	1 375	2	2 750
Tag	55	99	5 445
Řídicí deska	4 680	2	9 360
Řídicí jednotka	14 890	1	14 890
Napájení řídicí jednotky	4 990	1	4 990
Software Viking	10 000	1	10 000
Silniční závora	33 096	1	33 096
Podpěra ramene	1 597	1	1 597
Pozinkovaná trubka Ø 48,8 mm	357	2	714
Instalace systému	60 000	–	60 000
<b>Celkový součet potenciálních nákladů na pořízení</b>			<b>281 540</b>

*Zdroj: autor na základě interních dokumentů*

Z tabulky vyplývá, že výsledná částka není nijak zvlášť vysoká a podnik velikosti DPCHJ by neměl mít problém ji pokrýt. Pro ověření byly použity hospodářské výsledky podniku za poslední léta a to konkrétně předcházející tři roky. V roce 2010 hospodářský výsledek podniku vykazoval ztrátu 2 438 tis. Kč, v následujícím roce 2011 podnik dosáhl historicky nejvyššího zisku 12 787 tis. Kč. Nejnovějším dostupným záznamem je údaj z roku

2012 kdy se zisk podniku snížil na 967 tis. Kč a to vlivem provedených investic (pořízení nového vozidla, zahájení projektu realizace plničky CNG atd.). V témže roce byl naopak zvýšen vlastní kapitál DPCHJ na 136 522 tis. Kč, k této skutečnosti významně přispěl pokles hodnoty neuhrazené ztráty z minulých let. Z uvedeného vyplývá, že pořízení odjezdového systému by měl být pro podnik z finanční stránky reálnou záležitostí. [34]

- **Určení poplatku za použití autobusového nádraží**

Stanovení výše poplatku bude určeno na základě poznatků získaných průzkumem cen na AN jiných měst. Dále je nutné zmínit, že by v případě realizace byly použity dva druhy poplatků a to co do hodnoty finanční částky. Z toho vyplývá, že i dopravci budou rozděleni do dvou skupin. První jsou dopravci, jejichž dopravní výkon je na území vybraného kraje dotován právě tímto orgánem, druhou skupinu tvoří ostatní dopravci.

V roce 2007 uzavřel Ústecký kraj smlouvu s následujícími dopravci: Dopravní podniku měst Mostu a Litvínova a. s., DPCHJ, Veolia Transport Teplice s. r. o., ČSAD Slaný a. s., Dopravní podnik města Děčína a. s., Autobusová doprava s. r. o. Podbořany, Dopravní podnik města Ústí nad Labem a. s., Autobusy Kavka a. s., Autobusy Karlovy Vary a. s. a to s platností do konce roku 2014. Uvedení dopravci by v případě dopravy v rámci kraje (dotovaná doprava) platili za použití AN nižší poplatek. V případě dopravy mezi kraji (nedotované linky) by spolu s ostatními dopravci hradili vyšší variantu poplatku. Důvodem nižší sazby pro smluvní dopravce kraje je skutečnost, že vykonávají dopravu jako nezbytnou službu pro zajištění dopravní obslužnosti kraje.

Jako první bude stanoven snížený poplatek pro smluvní dopravce. Pro porovnání byly využity ceny za vjezd na AN v městě Jičín (16 792 obyvatel) a Hořice (8 805 obyvatel). Ve městě Jičín snížený poplatek za vjezd na AN činil 5 Kč a v Hořicích byl plánován na 10 Kč. Budou-li porovnávány uvedená dvě města s městem Chomutov vzhledem k velikosti je jasné, že poplatek by měl být čtyř až pětkrát vyšší. Dále musí být vzata v potaz skutečnost, že město Jirkov se nachází v bezprostřední blízkosti Chomutova. Snížený poplatek tedy vzhledem k uvedeným zkušenostem bude navrhován ve výši 20 Kč.

Zvýšený poplatek bude opět porovnáván s výší poplatku ve vybraných městech. Finanční částka pro ohodnocující užití AN ostatními dopravci je v Hořicích a Jičíně stanovena na 40 Kč. V Praze jsou logicky vzhledem k vyšší vytíženosti

poplatky mnohem vyšší. Poplatek za vjezd na AN Florenc a Holešovice je rozlišován v případě linkové dopravy na vnitrostátní a mezinárodní. Vnitrostátní linková doprava je zatížena vjezdovým poplatkem 295 Kč pro první zmiňované AN a 110 Kč pro AN Holešovice. Zvýšený poplatek by tedy mohl být stanoven do výše 55 Kč.

- **Návratnost investice, v případě realizace systému**

Následující text má za úkol určit návratnost finančních prostředků, které by byly v případě realizace vynaloženy. Odhadovaný údaj týkající se nákladů na pořízení (tabulka č. 5) 281 540 Kč bude použit jako informace o nákladech na investici. Zisk, který investice přinese, je určen na základě průměrné roční využitelnosti AN jinými dopravci než je DPCHJ. Tato hodnota byla stanovena 4 888 vjezdů ročně. Z toho 1 664 vjezdů je uskutečňováno smluvními dopravci (VSD) kraje a 3 224 ostatními. Roční zisk z vjezdů dopravců smluvených krajem je tedy:

$$\begin{aligned} \text{VSD} &= \text{počet vjezdů za rok} \cdot \text{snížený poplatek za vjezd} = \\ &= 1\,664 \cdot 20 = \mathbf{33\,280\,Kč} \end{aligned}$$

Z vjezdů ostatních dopravců (VOD):

$$\begin{aligned} \text{VOD} &= \text{počet vjezdů za rok} \cdot \text{zvýšený poplatek za vjezd} = \\ &= 3\,224 \cdot 55 = \mathbf{177\,320\,Kč} \end{aligned}$$

Celkový roční zisk z vjezdů je tedy **210 600 Kč**.

Pro další výpočet je vhodné zmínit, že očekávaná doba životnosti bez poruch a výraznějších nákladů na opravy a servis je 5 let. Výnosy z předpokládaného období (VPO) tedy jsou:

$$\begin{aligned} \text{VPO} &= \text{celkový roční zisk z vjezdů} \cdot \text{počet let} = \\ &= 210\,600 \cdot 5 = \mathbf{1\,053\,000\,Kč} \end{aligned}$$

Výnosnost investice tedy ROI učíme jako poměr mezi ziskem, který investice přinese a náklady na počáteční investici. Vycházíme tedy ze vztahu:

$$\begin{aligned} \text{ROI} &= \frac{\text{čistý zisk} - \text{počáteční investice}}{\text{počáteční investice}} \cdot 100 = \\ &= \frac{1\,053\,000 - 281\,540}{281\,540} \cdot 100 = \mathbf{274\%} \end{aligned}$$

Výnosnost investice je tedy 274 %.

Dobu návratnosti investice (DNI) pak lze určit jako dobu, za kterou příjmy z investice vyrovnají výdaje na tuto investici. Tuto dobu lze tedy určit dle vztahu:

$$\text{DNI} = \frac{\text{náklady na pořízení investice}}{\text{celkový roční zisk}} = \frac{281\,540}{210\,600} = 1,337 \Rightarrow \mathbf{1,4 \text{ let}}$$

Investice tedy bude splacena za 1,4 let tj. cca 17 měsíců.

## Závěr

Cílem bakalářské práce bylo nalézt možnosti využití RFID technologie pro potřeby dopravního podniku. Tyto možnosti představuje právě odjezdový systém, který byl v práci řešen. Při výběru oblasti, pro kterou by mohla být technologie aplikována, byl kladen důraz skutečnou využitelnost. To znamená, že uvedené řešení by mělo pro podnik představovat přínos.

Druhá kapitola ukázala, že podnik již vybranou technologií do svých procesů zapracoval a má o ní určité povědomí. Tato skutečnost by měla představovat dobrý základ v podobě zkušeností pro případné zavedení uvedené varianty systému. Pracovníci rozhodující o fyzické realizaci jsou tedy již seznámeni s potřebnými náležitostmi.

Pro řešení byl vybrán systém konkrétního výrobce. Dokumentace k vybrané variantě byla poskytnuta firmou IVAR, a. s. Výběr komponent stejně jako celé řešení bylo zpracováváno na základě poskytnutých materiálů. Při řešení bylo nutné dodržet podmínky, pro které jsou komponenty konstruovány a zajistit jejich vhodné rozmístění. Dispoziční řešení autobusového nádraží poskytovalo dobré podmínky pro takovýto typ systému a jeho zavedení by tvořilo další krok k jeho modernizaci.

Jak je v práci uvedeno odjezdový systém by nepředstavoval pouze modernizaci autobusového nádraží a zavedení kontroly o pohybech v jeho prostorách. Prvek, který by vlastní řešení doplňoval, by představoval zpoplatnění užívání terminálu. Tato skutečnost by pro podnik znamenala další příjem v podobě zpoplatnění vjezdů konkurenčním dopravcům a jistou formu kontroly vlastních vozidel.

Poslední kapitola je věnována finanční stránce věci, a to konkrétně tabulka č. 5. Zde jsou uvedeny ceny jednotlivých částí komponent, cena za instalaci a je zde tak proveden hrubý odhad jak struktury cen, tak ceny finální. Výsledná finanční částka činí cca 281 500 Kč, což není vzhledem k zisku dosaženému v roce 2011 nijak zvlášť vysoká částka. Z uvedeného vyplývá, že pořízení navrhované varianty by pro podnik nemělo představovat problém, jelikož doba návratnosti investice je 17 měsíců. Cíl práce byl naplněn.

## Použitá literatura

- [1] HUNT, Daniel, Albert Puglia a Mike Puglia. *RFID - A Guide to radio frequency identification*. New Jersey: Wiley, 2007. ISBN 978-0-470-10764-5
- [2] Co je RFID: Základní informace o technologii RFID. *RFID portál* [online]. 2012 [cit. 2013-11-12]. Dostupné z: [http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid\\_obecne](http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne)
- [3] Příklady využití: Logistika. *RFID portál* [online]. 2012 [cit. 2013-11-12]. Dostupné z: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=pouziti-logistika>
- [4] Příklady využití: Výroba. *RFID portál* [online]. 2012 [cit. 2013-11-13]. Dostupné z: [http://www.rfidportal.cz/index.php?page=pouziti-evidence\\_majetku](http://www.rfidportal.cz/index.php?page=pouziti-evidence_majetku)
- [5] The History of RFID Technology: The firsts RFID patents. *RFID Journal* [online]. 16. 1. 2005 [cit. 2013-11-14]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1338/>
- [6] FINKENZELLER, Klaus. *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency and Near-Field Communication*. 3. vyd. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, 2010. ISBN 978-0-470-69506-7
- [7] SWEENEY II, Patrick J. *RFID for Dummies*. Hoboken: Wiley, 2005. ISBN 978-0-7645-7910-3
- [8] SOMMEROVÁ, Martina. *Základy RFID technologií, Výukový materiál*.
- [9] VACULÍK, Juraj, aj. Rádiofrekvenčná identifikácia v praxi (5). *Atp journal* [online]. 2011, č. 9, s. 28-29 [cit. 2014-04-15]. ISSN 1336-233X. Dostupné z: <http://www.atpjournal.sk/buxus/docs/atp%20journal%209%202011%20str%2028.pdf>
- [10] RFID Frequencies. *Brooks accelerating innovation* [online]. 2013 [cit. 2013-12-03]. Dostupné z: <http://www.brooks.com/applications-by-industry/rfid/rfid-basics/rfid-frequencies>
- [11] Frekvence RFID, standardy a normy: Standardy pro RFID, vlastnosti jednotlivých frekvencí, normy. *Codeware* [online]. 2013 [cit. 2013-12-03]. Dostupné z: <http://www.codeware.cz/rfid-standardy-frekvence-vlastnosti.html>
- [12] AboutISO. *ISO* [online]. 2013 [cit. 2013-12-07]. Dostupné z: <http://www.iso.org/iso/home/about.htm>



- [13] How does ISO develop standards?. *ISO* [online]. 2013 [cit. 2013-12-07].  
Dostupné z: [http://www.iso.org/iso/home/standards\\_development.htm](http://www.iso.org/iso/home/standards_development.htm)
- [14] ISO/IEC 15961:2013: Abstract. *ISO* [online]. 2013 [cit. 2014-03-17]. Dostupné z: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=43458](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=43458)
- [15] ISO/IEC 15963:2009: Abstract. *ISO* [online]. 2009 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=52124](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=52124)
- [16] ISO/IEC 18000-1:2008: Abstract. *ISO* [online]. 2008 [cit. 2014-03-18].  
Dostupné z: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=46145](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=46145)
- [17] RFID for tracking assets. *InLogic* [online]. 2013 [cit. 2014-02-14].  
Dostupné z: [http://www.inlogic.com/rfid/rfid\\_for\\_tracking\\_assets.aspx](http://www.inlogic.com/rfid/rfid_for_tracking_assets.aspx)
- [18] The ABCs of RFID. *ProQuest* [online]. 2007 [cit. 2014-02-14]. Dostupné z: <http://www.csa.com/discoveryguides/rfid/review2.php>
- [19] Čárové kódy a RFID. *OR komplexní informační technologie* [online]. 2013 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.orcz.cz/www/wwwnew.nsf/0/0C85EB6336136A34C12577A0002E5EB5?OpenDocument>
- [20] Disadvantages of RFID: Summary of the disadvantages of RFID. *Wireless Technology Advisor* [online]. 2008-2014 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.wireless-technology-advisor.com/disadvantages-of-rfid.html>
- [21] Čárový kód. *Kodys* [online]. 2009 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/carovy-kod.html>
- [22] I am a barcode user, Are there any advantages of Using RFID?. *SKRFID* [online]. 2012 [cit. 2014 02-15]. Dostupné z: <http://www.skrfid.com/technology/advantage-rfid.html>
- [23] Chomutov – Poloha. *Chomutov* [online]. 11. 12. 2013 [cit. 2014-02-20].  
Dostupné z: <http://www.chomutov-mesto.cz/poloha/d-106510/p1=36883>
- [24] Ředitelství silnic a dálnic ČR. 2012 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz/>
- [25] Seznam tratí - Česká republika. *ŽelPage* [online]. 2001-2014 [cit. 2014-02-20].  
Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/trate/ceska-republika>
- [26] O společnosti. *Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova a.s* [online]. 2013 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: <http://dpchj.cz/o-spolecnosti>

- [27] KLÍMA, Jiří. *75 let autobusové dopravy na Chomutovsku*. Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova, 2002
- [28] Akciová společnost v nové úpravě od roku 2014. *BusinessInfo* [online]. 2013 [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/akciova-spolecnost-v-nove-uprave-od-roku-2014-43858.html>
- [29] Organizační struktura společnosti. *Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova a.s* [online]. 2013 [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://dpchj.cz/o-spolecnosti/organizacni-struktura-spolecnosti>
- [30] QMS – ISO 9001. *AZ Cert EU* [online]. 2011 [cit. 2014-02-26]. Dostupné z: <http://www.certifikace-iso.eu/certifikace/qms-iso-9001.html>
- [31] Dopravní podnik města Chomutova a Jirkova, a. s. Interní materiál.
- [32] Evidence DP Chomutov a Jirkov – autobusy. *Seznam-autobusů* [online]. 2014 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: [http://seznam-autobusu.cz/typy/DP\\_Chomutov\\_a\\_Jirkov/autobusy](http://seznam-autobusu.cz/typy/DP_Chomutov_a_Jirkov/autobusy)
- [33] Evidence DP Chomutov a Jirkov – trolejbusy. *Seznam – autobusů* [online]. 2014 [cit. 2014-02-27]. Dostupné z: [http://seznam-autobusu.cz/typy/DP\\_Chomutov\\_a\\_Jirkov/trolejbusy](http://seznam-autobusu.cz/typy/DP_Chomutov_a_Jirkov/trolejbusy)
- [34] Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova, a.s. 2013 [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://www.dpchj.cz/>
- [35] Změnili MHD!. 2013 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.dpchj.cz/zmenamhd/>
- [36] HINČICA, Libor. Reorganizace provozu trolejbusových linek v Chomutově a Jirkově. *Československý dopravák*. 2013, č. 5, s 36-39. ISSN 1804-2309.
- [37] SWOT analýza. *Brain Tools* [online]. 2011-2014 [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://www.braintools.cz/swot-analyza.htm#.UxXqMfl5Oa8>
- [38] IVAR, a. s. Interní materiál.
- [39] SCIROCCO. Interní materiál.

## **Seznam tabulek**

Tabulka č. 1: Souhrn vlastností aktivního a pasivního tagu .....	15
Tabulka č. 2: Vozový park určený pro provozování městské hromadné dopravy .....	36
Tabulka č. 3: Vozový park určený pro provozování linkové dopravy .....	37
Tabulka č. 4: Shrnutí interních záležitostí podniku (silné, slabé stránky) a externího prostředí (hrozby, příležitosti) .....	44
Tabulka č. 5: Struktura odhadovaných cen komponentů a doplňkových prvků .....	67

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Schematické znázornění struktury Smart Labelu.....	17
Obrázek č. 2: Role Smart Labelů .....	17
Obrázek č. 3: Příklad tagu v provedení disku.....	18
Obrázek č. 4: Skleněné tagy ve dvou provedeních, z hlediska velikosti.....	18
Obrázek č. 5: Schematické znázornění struktury Smart Card .....	19
Obrázek č. 6: RFID tag v podobě přívěsku na klíče.....	19
Obrázek č. 7: Mobilní čtečka koncipovaná jako jeden přístroj .....	20
Obrázek č. 8: Stacionární čtečka .....	20
Obrázek č. 9: Schéma zapojení middlewaru do procesu sběru dat .....	21
Obrázek č. 10: Světová mapa vzhledem k frekvenčním pásmům používaných ve vybraných	23
Obrázek č. 11: Příklad provedení EPC.....	26
Obrázek č. 12: Část mapy města Chomutova s vyznačením AN (č. 1), odstavné plochy pro autobusy (č. 2) a okružní křižovatky (č. 3).....	33
Obrázek č. 13: Grafické znázornění odpovědi na otázku týkající se důvodu nespokojenosti s poskytovanými službami. ....	46
Obrázek č. 14: Grafické znázornění odpovědi na otázku: Jste spokojen/a s cenou jízdného...47	47
Obrázek č. 15: Návrh umístění závory a dvou antén (kružnice) .....	57
Obrázek č. 16: Tag T110 zvolený pro označení vozidel vjíždějících na AN.....	58
Obrázek č. 17: Scirocco anténa A100 .....	59
Obrázek č. 18: Scirocco čtečka R610.....	60
Obrázek č. 19: Silniční závora Signo kit (vlevo), Stavitelná podpěra včetně kotvících prvků (vpravo) .....	62
Obrázek č. 20: Schematické znázornění umístění antény A100 a čtečky R610.....	63
Obrázek č. 21: Schéma zapojení celého systému .....	64

## Seznam zkratk

AN	Autobusové nádraží
CNG	Compressed Natural Gas
ČSAD	Československá autobusová doprava
ČSN	Česká státní norma
DPCHJ	Dopravní podnik měst Chomutova a Jirkova, a. s.
EAN	European Artical Number
EAS	Electronic Article Surveillance
EP	Elektronická peněženka
EPC	Electronic Product Code
GTIN	Global Trade Identification Number
HF	High frequency
IEC	International Electrotechnical Commision
ISO	International Organization for Standartization
LF	Low frequency
MHD	Městská hromadná doprava
MW	Microwave
OS	Odbavovací systém
QMS	Quality Management System
RFID	Radio Frequency Identification
RO	Read Only
ROP	Regionální operační program
RW	Read/Write
UHF	Ultra High Frequency
UPC	Universal Product Code
WIFI	Wireless Fidelity
WORM	Write Once, Read Many

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1: Organizační struktura Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova, a. s.

Příloha č. 2: Orientační plán linek městské hromadné dopravy

Příloha č. 3: Systém nového značení trolejbusů

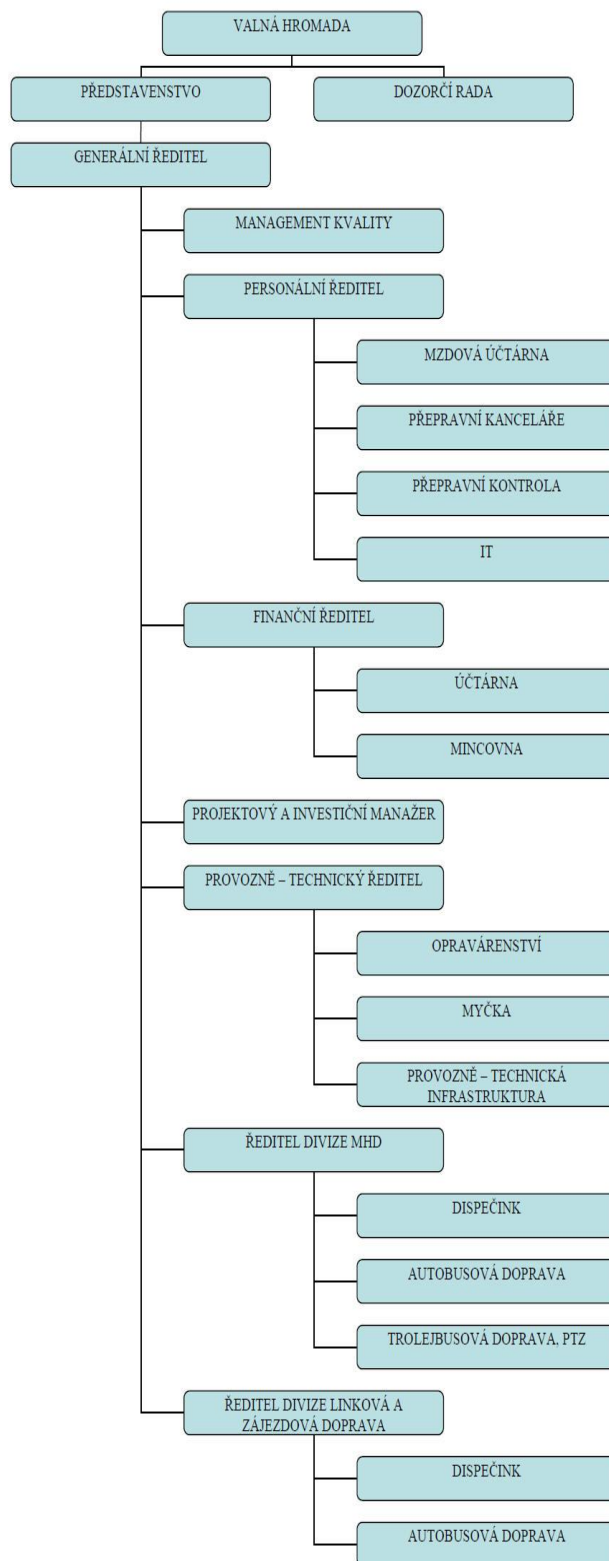
Příloha č. 4: Vzor dotazníku vytvořeného pro průzkum veřejného mínění

Příloha č. 5: Výňatek z katastrální mapy města Chomutova



# Příloha č. 1

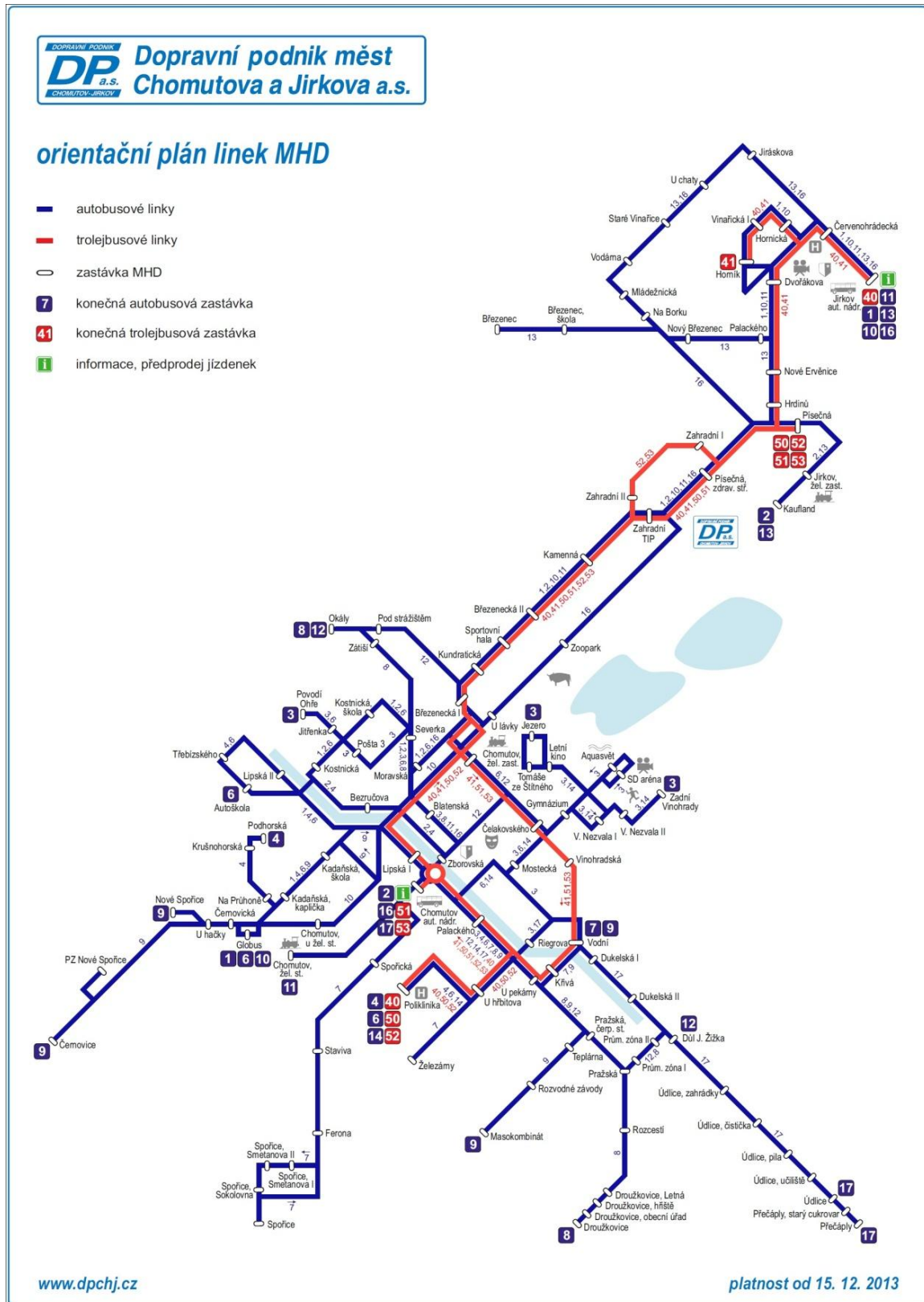
Organizační struktura Dopravního podniku měst Chomutova a Jirkova, a. s.



Zdroj: <http://dpchj.cz/o-spolecnosti/organizacni-struktura-spolecnosti>



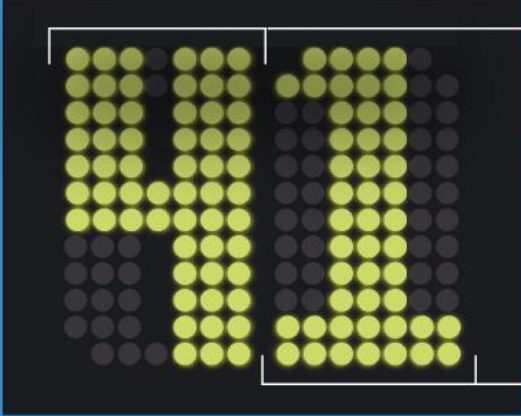
Orientační plán linek městské hromadné dopravy



Zdroj: <http://dpchj.cz/pro-zakazniky/mestska-hromadna-doprava/o-mestske-hromadne-doprave/sit-linek-mhd>

## Příloha č. 3

### System nového značení trolejbusů



**PRVNÍ ČÍSLO:**  
4 Jirkov–Chomutov  
5 Písečná–Chomutov

**DRUHÉ ČÍSLO:**  
0, 1 přes Písečná zdrav. stř.  
2, 3 přes Zahradní I, II  
liché směr Vodní  
sudé směr Poliklinika

Zdroj: <http://www.dpchj.cz/zmenamhd/index.php/dali-tomu-rad>

## Příloha č. 4

Vzor dotazníku vytvořeného pro průzkum veřejného mínění

Dobrý den,  
následující dotazník je anonymní a bude použit pro zpracování části bakalářské práce. Na níže uvedené otázky odpovídejte pravdivě. Děkuji Vám za Váš čas a ochotu při vyplňování.

Pohlaví:

- a) Muž
- b) Žena

Věková kategorie:

- a) 15 – 20
- b) 21 – 35
- c) 36 – 60
- d) 61 a více

Bydliště:

- a) Chomutov
- b) Jirkov

Jezdíte městskou hromadnou dopravou (dále jen MHD)?

- a) Ano
- b) Ne

Pokud ne, proč?

- a) Chodím pěšky
- b) Jezdím na kole
- c) Jezdím osobní automobilem
- d) Jezdím MHD

Pokud ano, jak často v rámci týdne?

- a) 1 – 4
- b) 5 – 10
- c) 11 a více
- d) Nejezdím vůbec

Kam nejčastěji dojíždíte?

- a) Do školy
- b) Do zaměstnání
- c) Do zdravotnických zařízení
- d) Do obchodu
- e) Jinam (restaurace, kavárny, divadlo, kino)
- f) Nejezdím MHD

Nejčastěji jezdím:

- a) Autobusem
- b) Trolejbusem
- c) Nejezdím MHD

Jste spokojen/a s pravidelností spojů?

- a) Autobusy – ano
- b) Autobusy – ne
- c) Trolejbusy – ano
- d) Trolejbusy – ne
- e) Nejezdím MHD

Zaznamenal/a jste změnu provedenou v trolejbusové MHD?

- a) Ano
- b) Ne

Jak tuto změnu vnímáte?

- a) Pozitivně, ulehčila mi dojíždění
- b) Negativně, jezdí málo spojů
- c) Nic se pro mě nezměnilo

Připadají Vám poskytované služby spolehlivé (jízda včas, dostatečná kapacita pro cestující apod.)?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Nejezdím MHD

Jste spokojen s poskytovanými službami?

- a) Ano
- b) Ne
- c) Nejezdím MHD

Pokud ne, proč?

- a) Spoje nejezdí na čas
- b) Nedostatečný počet spojů
- c) Nedostatečná kapacita spojů
- d) Špatný přístup řidičů
- e) Jsme spokojen/a
- f) Nejezdím MHD

Jste majitelem BUS karty?

- a) Ano
- b) Ne

Jste spokojen s cenou jízdného?

- a) Ano a mám BUS kartu
- b) Ne a mám BUS kartu
- c) Ano a nemám BUS kartu
- d) Ne a nemám BUS kartu
- e) Služby MHD nevyužívám nikdy

*Zdroj: autor*