

Bezdrátový přenos energie využívaný u technologií RFID

The Wireless Transmission of Energy Used in RFID

Bc. Petr Hlavica

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr HLAVICA**
Osobní číslo: **A11315**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Bezdrátový přenos energie využívaný u technologií RFID**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na historii technologie radiofrekvenční identifikace.
2. Analyzujte a popište využívané principy u RFID technologie.
3. Proveďte průzkum současného využití těchto technologií v průmyslu komerční bezpečnosti.
4. Vyberte a navrhněte vhodný způsob ukázkové realizace bezdrátového přenosu energie využívaného u technologií RFID.
5. Vámi navržený přenos dle možností realizujte a demonstруйте na vhodném zařízení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **BANKS, Jerry.** RFID applied. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2007, xviii, 509 p. ISBN 04-717-9365-5.
2. **HUNT, V, Albert PUGLIA a Mike PUGLIA.** RFID: a guide to radio frequency identification. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2007, xxiv, 214 p. ISBN 978-047-0107-645.
3. **CHILDRESS, David Hatcher.** Nikola Tesla a jeho tajné vynálezy. Praha: Dobra, 2008, 190 s. ISBN 978-80-86459-57-8.
4. **ŠTĚDRŮŇ, Bohumír.** Prognostické metody a jejich aplikace. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck, 2012, xxii, 197 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7179-174-4.
5. **MACŮREK, Filip.** Radiofrekvenční identifikace RFID a její použití v automatizaci a logistice. [online]. Icit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30654.
6. **ZVELEBIL, Vladislav.** Použití metody RFID ve světě a u nás. [online]. Icit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30655.
7. **SWEENEY, Patrick J.** RFID for dummies. 1st ed. Indianapolis, IN: Wiley Pub., Inc., 2005, xviii, 388 p. ISBN 07-645-7910-X.
8. **THORNTON, Frank.** RFID security. [Online-Ausg.]. Rockland, Mass: Syngress, 2006. ISBN 978-159-7490-474.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Petr Skočík

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání diplomové práce:

8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

3. června 2013

Ve Zlíně dne 8. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá bezdrátovým přenosem elektrické energie využívaný v technologii RFID. Zkoumá historii bezdrátového přenosu energie od radaru, až po nejnovější RFID tagy. Dále se zabývá různými druhy tagů i čteček a shrnuje současné využití této technologie v průmyslu komerční bezpečnosti, počínaje platebními kartami až po nejnovější systém Perimetr locator. Praktická část je zaměřena na ukázkou bezdrátové komunikace RFID čtečky a různých druhů RFID tagů. K tomuto účelu bylo využito nového vývojového kitu RFI21.1 od firmy Metra Blansko a.s.

Klíčová slova: radiofrekvenční identifikace, druhy RFID tagů, Perimetr locator, bezpečnost, vývojový kit

ABSTRACT

This thesis deals with the wireless transmission of electrical energy used in RFID technology. This work examines the history of wireless transmission of energy from the radar to the latest RFID tags. It also deals with various kinds of tags and readers and summarizes the current using of the technology in the commercial security industry from credit cards to the latest system Perimeter locator. The practical part is focused on demonstration of wireless RFID reader and various types of RFID tags. For this purpose was used a new development kit RFI21.1 made by Metra Blansko a.s.

Keywords: Radio Frequency Identification, RFID tags, sorts, Perimeter locator, security, development kit

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Petrovi Skočíkovi za poskytnuté rady, které byly užitečné pro úspěšné dokončení diplomové práce. Dále děkuji firmě Metra Blansko, která poskytla vývojový kit, na kterém mohl být demonstrován princip bezdrátové technologie RFID.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 HISTORIE RADIOFREKVENČNÍ IDENTIFIKACE	11
1.1 RADAR	11
1.1.1 Pasivní radar	12
1.1.2 Aktivní radar	13
1.2 RADIOFREKVENČNÍ IDENTIFIKACE PO ROCE 1945.....	14
1.3 RADIOFREKVENČNÍ IDENTIFIKACE NA KONCI 20. STOLETÍ.....	15
1.4 CENTRUM AUTO-ID	16
2 VYUŽÍVANÉ PRINCIPY U RFID TECHNOLOGIE	18
2.1 FREKVENCE A STANDARDY	18
2.2 RFID TAG	21
2.2.1 Pasivní tag	22
2.2.2 Aktivní tag.....	23
2.2.3 Polo pasivní tag.....	24
2.3 MOBILNÍ RFID ČTEČKY	25
2.4 STACIONÁRNÍ RFID ČTEČKY.....	26
2.5 INFORMACE ULOŽENÉ NA TAGU.....	27
2.6 OMEZENÍ RFID	29
3 SOUČASNÉ VYUŽITÍ TECHNOLOGIE RFID V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI.....	30
3.1 BEZPEČNOST RFID TECHNOLOGIE	30
3.2 DOKLADY A PLATEBNÍ KARTY S RFID TECHNOLOGIÍ.....	31
3.2.1 E-Pas	31
3.2.2 Platební karta.....	33
3.2.3 Cryptalloy.....	34
3.3 PERIMETR LOCATOR	35
3.3.1 Architektura uzavřeného perimetru.....	38
3.3.2 Architektura neuzavřeného perimetru.....	39
3.3.3 Architektura s několika perimetry.....	40
3.3.4 Architektura velmi rozsáhlých perimetrů.....	41
3.3.5 Kontrola obchůzky strážných.....	42
3.4 RFID TECHNOLOGIE V ZABEZPEČOVACÍ TECHNICE	43
II PRAKTICKÁ ČÁST	45
4 VÝBĚR VHODNÉ TECHNOLOGIE BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE POMOCÍ RFID	46
4.1 METRA BLANSKO.....	46
4.2 RFI21.1 VÝVOJOVÝ KIT.....	47
4.2.1 RFI21.1 kompaktní UHF RFID čtečka	49
4.2.2 RFA01 anténa s kruhovou polarizací.....	50
4.2.3 UHF RFID tagy	52
4.2.4 CD s kompletní dokumentací a softwarem	52

5	UKÁZKOVÁ REALIZACE BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE NA VÝVOJOVÉM KITU RFI21.1	53
5.1	INSTALACE VÝVOJOVÉHO KITU RFI21.1	53
5.1.1	Sestavení zařízení	53
5.1.2	Instalace softwaru zařízení	54
5.1.3	Připojení čtečky vývojového kitu k PC	55
5.2	UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ APLIKACE RFID READER DEMO	57
5.2.1	Záložka Reader	57
5.2.2	Záložka Command	59
5.3	OVĚŘENÍ SPRÁVNÉ FUNKČNOSTI ZAŘÍZENÍ	60
5.3.1	Závislost polohy RFID tagu na čtecí vzdálenosti	60
5.3.2	Srovnání RFID tagů vyrobených v Evropské unii a v Číně	64
	ZÁVĚR	67
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	71
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK	76

ÚVOD

Bezdrátové technologie, a především technologie RFID (Radio Frequency Identification), patří v dnešní době k nejnovějším trendům v oblasti bezdrátové komunikace a především ke snadnější a úspornější logistice. V dnešním světě je kladen stále větší nárok na zajištění potřebných informací k fungování nadnárodních podniků, a to především informací o pohybu vlastních výrobků po celém světě. Čárové kódy, vynalezené již před mnoha lety, začínají zaostávat za stále rostoucími požadavky na okamžité a přesné informace, především o stavu skladových zásob a zboží. To umožní, v celku jednoduše, nová technologie, která nepracuje na optickém principu, jako čárové kódy, ale na principu elektromagnetických vln. Velkou výhodou této technologie je hlavně to, že čtečka i RFID tag nemusí být v přímé viditelnosti.

Neméně důležitým prvkem se v posledních letech stává bezpečnost. Stále více se zdokonalují prvky pro přesnou identifikaci osob či věcí a vyvíjí se prostředky, které zabraňují padělání. Pomocí RFID čipů implementovaných do pasů či občanských průkazů lze velmi ztížit jejich padělání a tím zvyšovat bezpečnost po celém světě, nehledě na jednodušší odbavení zavazadel na letištích. Čipy se instalují také do platebních karet, díky kterým lze snadno platit naprosto bezdotykově menší platby a tím razantně snížit čekací doby ve frontách. Některé státy již dokonce přestaly tisknout klasické papírové peníze a přechází na bezdotykové platební systémy.

V průmyslu komerční bezpečnosti umožňuje již nyní technologie RFID zjednodušený přístup do střežených prostor, případně naprostou kontrolu nad strážnými službami při kontrolách perimetrů. RFID čip byl dokonce již voperován do lidského těla, kde pak sloužil jako identifikační prvek. RFID technologie se v poslední době rozvíjí stále víc a do stále více různých oborů. Jednou nastane doba, kdy budou veškeré výrobky takto elektronicky označeny, a bude tedy možné bez problémů dohledat jakýkoliv výrobek kdekoliv na světě. Otázkou zůstává, zda přemíra takových informací bude prospěšná a zda nebude narušena ochrana osobních údajů před případným zneužitím. Jedno je však jisté, technologie RFID, jako všechny bezdrátové technologie, bude v příštích letech i nadále růst a rozšiřovat své působení téměř do všech oborů lidské činnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

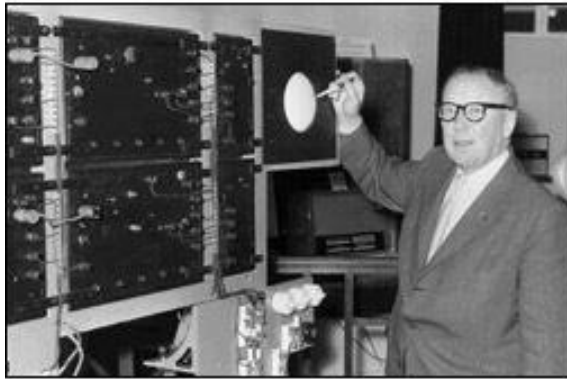
1 HISTORIE RADIOFREKVENČNÍ IDENTIFIKACE

Historie radiofrekvenční identifikace sahá daleko hlouběji do minulosti, než si mnozí myslí. Tato technologie je blízce spojena s technologií rádia. Radiová technologie totiž pracuje na principu šíření elektromagnetických vln stejně jako technologie RFID. Již v roce 1873 James Clerk Maxwell popsal matematicky princip, jakým se v prostoru šíří elektromagnetické vlny, jejichž existenci v roce 1876 experimentálně prokázal Heinrich Hertz. První veřejné představení zařízení, které pracuje na principu radiových vln, předvedl v roce 1893 Nikola Tesla. Poté pokračoval vývoj elektromagnetický vln přes uskutečněný první dálkový telegrafický přenos v roce 1896 a přes první uskutečněný telefonický hovor v roce 1906 až do Druhé světové války. Druhá světová válka byla pro radiofrekvenční identifikaci velmi významná díky velkému vynálezu – radaru. [3]

1.1 Radar

Radar je zařízení a systém, který používá radiové vlny k určení rozsahu, nadmořské výšky a rychlosti objektů. Většinou se používá pro detekci letadel, lodí, řízených střel nebo informaci o počasí. Existují dva principy, na kterých radar funguje. Buď pouhým sledováním a vyhodnocováním radiových vln v prostoru, takový radar se nazývá pasivní. Nebo aktivním vyzařováním radiových vln a následným vyhodnocováním odrazů. Takový radar se nazývá aktivní.

Radar byl tajně vyvíjen hned několika státy během Druhé světové války. A to především Spojenými státy americkými, Německem, Japonskem, Sovětským svazem, Itálií a Velkou Británií. Jako první s vynálezem radaru přišel skotský fyzik Robert Watson-Watt (obr. 1), jež sestrojil zařízení, které varovalo před blížícími se letadly míle předtím, než byly vůbec spatřeny. Problémem jeho radaru ovšem bylo to, že nedokázal zjistit, zda se jedná o přátelské či nepřátelské stroje. Radar tedy sloužil na začátku především k tomu, že zjišťoval přítomnost objektu, avšak nedokázal určit bližší informace o něm. To se změnilo až s vyvinutím tzv. MFF (MDM Flight forward) systému, který dokázal určit, o jaké letadlo se jedná díky odpovědi s identifikačním kódem.



Obr. 1 Watson-Watt s prvním radarovým zařízením [9]

1.1.1 Pasivní radar

Pasivní radar je systém, který dokáže detekovat a sledovat objekty díky jejich vlastnímu vyzařování radiových vln. Většinou se používá pro identifikaci a zjištění blížíícího se letadla. Sleduje např. radiovou komunikaci letadla, vyzařování elektromagnetických vln motorem nebo i dalšími zařízeními na palubě. V dnešní době nejčastěji detekuje signály vyzařované z palubních odpovídačů a radiolokátorů. Systém pasivního radaru pracuje na principu několika antén rozmístěných na různých místech a díky tomu lze určit polohu a výšku letadla. Existují dva systémy, pomocí kterých pasivní radar určí polohu blížíícího se objektu. Směroměrné systémy pracují na principu 2 antén umístěných v určité vzdálenosti od sebe. Pozice objektu se tak určí pomocí přesného směru příchodu signálu do 2 různých antén a pomocí triangulace se vypočítá poloha objektu. Časoměrné systémy naopak potřebují ke svému fungování antény 3, aby určily vzdálenost sledovaného objektu. Pro výpočet i nadmořské výšky jsou potřeba antény 4. Systémy sledují rozdílné časy příchodů signálů do antén a díky jejich známe poloze lze takto vypočítat i přesnou polohu objektu. Mezi technologickou špičku v oblasti pasivních radarů jsou zařazovány radary české výroby Tamara a Věra (obr. 2).



Obr. 2 Radiolokátor Věra [10]

1.1.2 Aktivní radar

Aktivní radar se nazývá radarový systém, který pouze nesleduje příchozí radiové vlny, ale sám radiové vlny vysílá, tzn., že obsahuje vysílač radiových vln. Dělí se na dva systémy.

Primární radar je klasický radarový systém, který obsahuje vysílač, jenž vysílá do prostoru elektromagnetické vlny ve formě impulzů. Když se ve směru vyslaných vln nachází cizí objekt, vlny se od něj odrazí a vrátí se zpět k radaru, který je pomocí přijímače detekuje. Takle technologie se používá především ve vojenské oblasti, kdy se detekují nepřátelská letadla. Proti tomuto typu radaru bojuje především technologie Stealth, které jsou použity na nejmodernějších letounech. Tyto letouny odrazí radiové vlny nikoliv zpět o 180° zpět k radaru, ale pod různými úhly do prostoru. Také jsou potaženy materiálem, který určité množství vln pohltí.

V civilním letectví se používá tzv. sekundární radar. Tento typ radaru potřebuje ke své funkci ještě další přídavné zařízení – odpovídač. Na zemi je umístěn přijímač a tzv. dotazovač. To je zařízení, které v pravidelných intervalech vysílá signál, který se dotazuje a pokud signál narazí na letadlo, které má v sobě zabudovaný odpovídač, tak odpovídač vyšle stejným směrem signál obsahující kód. Jedná se tedy o velmi spolehlivou a hlavně jasně určenou radiofrekvenční identifikaci, která se v současné době hojně využívá.

1.2 Radiofrekvenční identifikace po roce 1945

Po 2. světové válce se radiofrekvenční identifikace samozřejmě dále rozvíjela ve formě radarové identifikace letadel. V 60. a 70. letech 20. století se naplno začala projevovat Studená válka mezi západem a východem. V této době velmi výrazně vzrostl počet jaderných zbraní a tedy a tím se zvýšil důraz na jejich zabezpečení a identifikaci. V této době se začala využívat technologie RFID ke značkování jaderných hlavic a personálu, který s nimi mohl manipulovat. [1]

Technologie RFID byla vynalezena ve vojenských laboratořích v Los Alamos v Kalifornii především pro využití ve vojenském sektoru. V roce 1977 se ovšem začalo uvažovat o komerčním využití těchto technologií a byly založeny 2 společnosti, které se zabývaly zavedením technologie RFID do běžné praxe. Byly to společnosti Amtech a Identrox založené v Santa Cruz v Kalifornii.

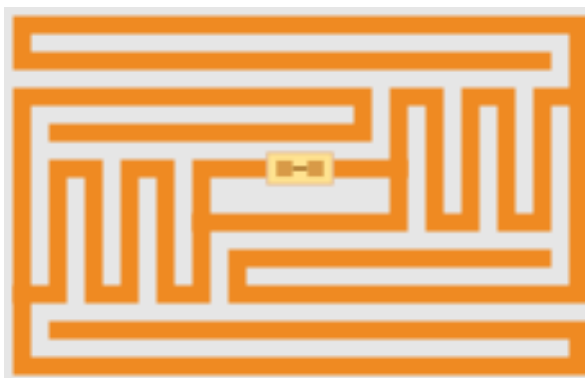
První vyloženě komerční využití technologie RFID bylo demonstrováno v roce 1979, kdy byly RFID tagy implementovány pod kůži krav. Pomocí těchto tagů se u zvířete sledovala přesná teplota, a také automatické krmení. Každé zvíře tedy mělo jednoznačně určené identifikační číslo a pomocí něho mu bylo dodáváno přesné množství krmiva, aby nedocházelo k překrmení. Tímto praktickým využitím se zabývala univerzita v Chicagu. [2]

V roce 1981 dopadl katastrofálně pokus americké železnice použitím čárových kódů pro sledování kolejových vozidel. Americké železnice se tedy tehdy obrátily k RFID jako k možnému řešení jejich problémů. Technologie RFID měla tu výhodu, že se dalo kolejové vozidlo identifikovat z mnohem větší vzdálenosti, nevadila jí mlha, déšť, bláto, sníh, olej a samozřejmě schopnost číst i na přímém slunečním světle. V roce 1982 se technologie dále rozvíjela a RFID tagy se začaly uplatňovat nejen pro identifikaci kolejových vozidel, ale i pro tahače, přívěsy, kontejnery či automatické placení mýtného. V roce 1984 se už RFID tagy vyráběly v několika továrnách ve Spojených státech Amerických ale i v Evropě. Některé tagy byly naprogramovány přímo při výrobě, zatímco některé až při konečné instalaci. Takové tagy mohly být přeprogramovány až 500 000 krát. Na začátku 90. let se upnuly snahy na použití RFID v co nejvíce odvětvích a samozřejmě i na zvýšení výkonu tagů, snížení nákladů na výrobu a na redukci jejich velikostí. Velmi vzrostla konkurence mezi firmami vyrábějícími RFID tagy.

1.3 Radiofrekvenční identifikace na konci 20. století

V 90. letech 20. století se především podniky, které sídlily v Evropě, začaly utvářet myšlenku na používání vyšších přenosových frekvencí u RFID tagů. Do této doby se používala frekvence 125 kHz, ovšem použití vyšší frekvence mělo hned několik výhod. Začala se využívat frekvence 13,56 MHz, která doposud nebyla využívána jinými technologiemi a zároveň vyšší frekvence umožňovala rychlejší datový přenos i zvětšení vzdálenosti čtení.

Na začátku 90. let se firma IBM snažila o vylepšení stávajících technologií. Vyvinula proto další generaci RFID tagů tzv. UHF (Ultra High Frequency) RFID (obr. 3). Pracovala s velmi vysokými frekvencemi nad 400 MHz. Díky tomu se opět zvýšil datový přenos a prodloužil se dosah komunikace, který nyní mohl být až 6 metrů. Firma IBM (International Business Machines) pracovala na této technologii společně s firmou Wall-Mart, ale bohužel v té době nedošlo k jejímu rozsáhlejšímu využití.



Obr. 3 RFID tag používaný firmou Wall-Mart [11]

V polovině 90. let odkoupila patenty na UHF RFID firma Intermac, která jej používala v různých oblastech své činnosti. Masivnímu rozšíření technologie bránila neexistence jakýchkoliv mezinárodních standardů. Technologie tedy v té době byla velmi drahá neboť UHF RFID tagů bylo v té době velmi málo a byly velmi drahé. Velkou změnu přineslo až v roce 1999 založení Auto-ID centra na MIT (Massachusetts Institute of Technology), které se zabývalo levnými RFID tagy a jejich praktickému využití v různých oblastech průmyslu.

1.4 Centrum Auto-ID

Auto-ID centrum je nezávislá, nezisková globální výzkumná organizace se sídlem na MIT. Zakládajícími organizacemi byly společnosti UCC (Uniform Code Council), Gillette a Procter & Gamble. Centrum bylo založeno v roce 1999 a její hlavní vizí byl svět, ve kterém počítače dokážou identifikovat jakýkoliv předmět, kdekoliv na světě a okamžitě. Dalším posláním Auto-ID centra bylo navrhnout infrastrukturu k vytvoření univerzální a otevřené sítě pro identifikaci jednotlivých produktů a pro sledování toku zboží v dodavatelsko-odběratelském řetězci. Centrum má sesterské laboratoře na univerzitách v Cambridge v Anglii, Adelaide University v Austrálii, Keio University v Japonsku, Fudan University v Číně a St Gallen univerzity ve Švýcarsku. Společně vytvářejí standardy a montují stavební bloky pro vytvoření tzv. Internetu věcí. To je celosvětová síť sledující veškerý pohyb zboží po světě pomocí RFID tagů.

V říjnu roku 2003 bylo Auto-ID centrum nahrazeno nově založenými výzkumnými sítěmi v Auto-ID Labs (obr. 4), které jsou nyní zodpovědné za financování a řízení dalšího rozvoje EPC (Electronic Product Code) technologií. EPC technologie jsou technologie, které jsou navrženy jako univerzální identifikátor a poskytují jedinečnou identitu jakémukoliv objektu na světě. Velmi často se jako nosiče informací používají RFID tagy. Výzkumné témata laboratoří se nezabývají jen RFID technologií, ale zabývají se výzkumem i v oblasti senzorových sítí a nově se rozvíjejícími snímacími technologiemi. Laboratoře průběžně zveřejňují výsledky svých výzkumů a poskytují veřejnosti volně svůj archív s více než 150 publikacemi. Výzkum lze v podstatě rozdělit do tří hlavních oblastí: hardware, software a obchod. V obchodní sféře se zaměřují především na obchodní aplikace, ochranu osobních údajů a další odvětví zaměřené na platby leasing nebo řízení kvality. Výzkum v oblasti softwaru se zabývá především EPC sítěmi a jejich budoucí architekturou nebo také její integrací do stávajících systémů. Hardwarová část výzkumu se zabývá RFID tagy, štítky s pamětí, bateriemi, čidly a akčními členy.



Obr. 4 Logo Auto-ID Labs [12]

2 VYUŽÍVANÉ PRINCIPY U RFID TECHNOLOGIE

2.1 Frekvence a standardy

Technická část technologie RFID není vše. Velmi důležitou stránkou je bezesporu standardizace. Díky ní totiž mohou různí výrobci postupovat v rámci stejných pravidel a norem, a jelikož jsou dány pevné hranice, snižuje se cena technologie. Více firem je ochotno do této technologie investovat, zvětšuje se trh a tím ceny klesají. Dalším důležitým aspektem je to, že díky normám se může určit a zabezpečit bezpečná hranice pro lidský organismus.

Nejdříve tedy ke standardizaci. Je zřejmé, že čím větší bude výkon vysílače čtečky RFID, tím větší bude vzdálenost, ze které je možné spolehlivě získat údaje z příslušného štítku. Je také zřejmé, že pro různá prostředí jsou vhodné různé nosné frekvence – dlouhé vlny (tedy nižší frekvence) jsou vhodnější v členitém prostoru pro svou schopnost „jít za roh,,“, zatímco kratší vlny (vyšší frekvence) při stejném výkonu „dosáhnou dále,,“. Některé vlnové délky jsou silně ovlivněny kapalinami, jiné např. kovy. Nejlépe pro RFID by tedy bylo, kdyby bylo možné u každé implementace RFID zvolit nosnou frekvenci zcela libovolně, naměřenou jako nejvhodnější pro konkrétní prostředí, a výkon vysílače nastavit také zcela podle potřeby. Jenže z hlediska maximálního výkonu vysílače je nutné pamatovat na zdraví uživatelů, a proto musí mít svou mez. Ani s volbou nosné frekvence to není tak jednoduché. Vedle systému založeného na metodě RFID se používá také rozhlas, televize, mobilní telefon, bezdrátový internet apod., s nimiž instalovaný systém RFID nesmí kolidovat. I pro frekvenci je tedy zapotřebí stanovit určité hranice (kanály). [13]

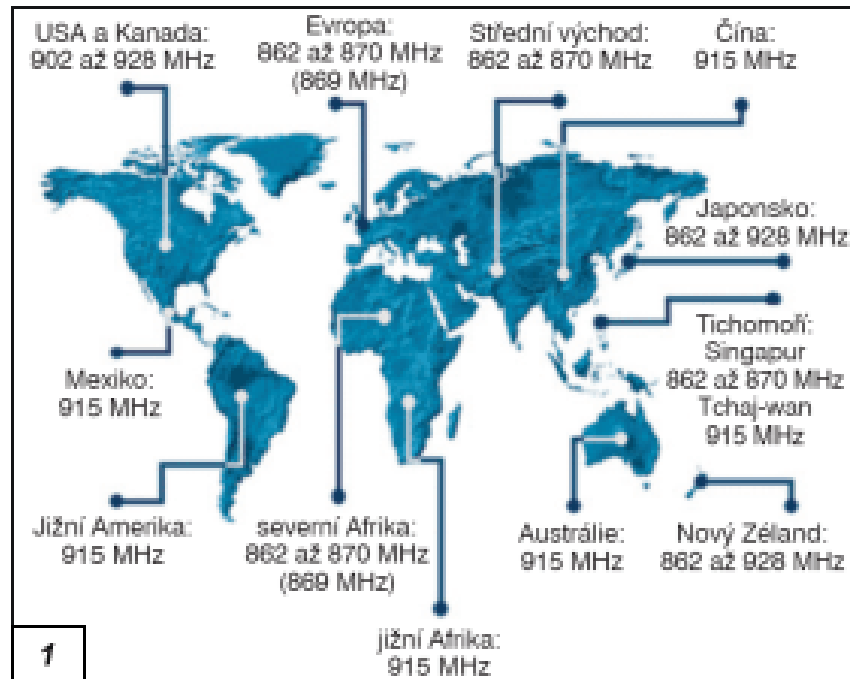
Různá radiofrekvenční pásma pro pracovní oblasti určují především telekomunikační úřady konkrétní země, které jsou sdružené do ITU (International Telecommunication Union). V rámci Evropy figuruje institut ETSI (European Telecommunications Standards Institute), který rozděluje frekvence. Vedle ITU a ETSI organizací existuje ještě jedna velmi důležitá organizace. Nazývá se EPCglobal a také se zabývá standardizací, ovšem hlavně v oblasti praxe. Vytvořila například standardy EPC Class 0 (GEN1) a EPC Class 1 Ver. 2 (GEN2). Zástupcem této organizace v ČR je společnost EAN (European Article Numbering) ČR. Jelikož každé prostředí a každé požadavky systému jsou jiné, jsou frekvence rozděleny do několika oddělených frekvenčních pásem.

Tab. 1 Frekvenční pásma určená pro systémy RFID [13]

Typ RFID	LF (Low Frequency)	HF (High Frequency)	UHF (Ultra High Frequency)	MW (Micro Wave)
Frekvence	125 až 134 kHz	13,56 MHz	860 až 930 MHz	2,45 GHz a 5,8GHz
Dosah	pod 0,5 m	do 1 m	do 3 m	do 10 m
Rychlost čtení	malá	průměrná	velká	extrémně velká
Výrobní náklady	velké	velké	malé	velké
Využití	- kontrola přístupu - identifikace a sledování zvířat - imobilizéry automobilů - inventura - identifikace kovových produktů	- chytré karty - bezkontaktní placení - chytré etikety - označování zavazadel při přepravě - záznam a přenos naměřených dat	- sledování palet při přepravě ve skladech - elektronické mýtné - parkovací karty - sledování toku vratných obalů	- elektronické mýtné - identifikace zavazadel při letecké přepravě - bezdrátový záznam a přenos dat v reálném čase

Z tabulky je jasně patrné, jak velikost frekvence ovlivňuje pracovní vzdálenost RFID tagu. Čím nižší frekvence, tím menší vzdálenost a rychlost správného čtení. Proto se nízké frekvence používají tam, kde není rozhodující vzdálenost, ani rychlost čtení. Jsou to například imobilizéry automobilů či kontrola vstupu osob do objektu. Velmi vysoké frekvence tzv. Ultra High Frequency se používají především v průmyslu či v elektronickém mýtném. Sledují se pomocí RFID tagů palety ve skladech. Jelikož je dosah až 3 metry a rychlost čtení je také vysoká, jsou pro tyto účely ideální. Jako poslední s nejvyššími frekvencemi se používají mikrovlnné systémy. Tyto systémy pracují na velmi vysokých frekvencích s velmi vysokou rychlostí čtení. Používají se pro speciální účely například u mýtných bran na dálnicích.

V oblasti RFID má Evropa stále co dohánět. Samozřejmě, že technologie vznikla a rozšířila ze Severní Ameriky a nynější vznik nových standardů ji umožňují snadnější rozšíření do celého světa, má to ovšem velkou nevýhodu. Svět je totiž rozdělen, dá se říct, do 3 regionů, které ovšem používají odlišné frekvence pro nejpoužívanější technologii v pásmu UHF (obr. 5).



Obr. 5 Používané frekvence UHF v různých částech světa [13]

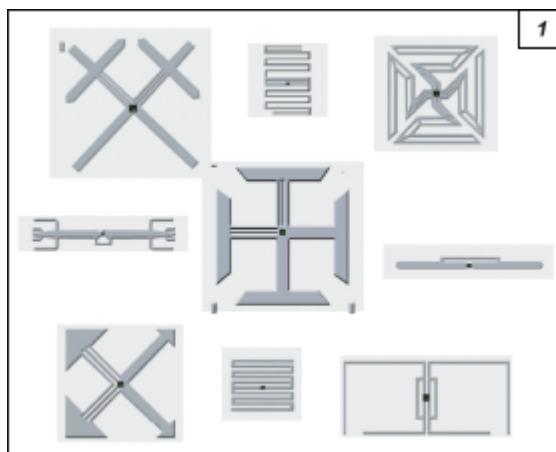
Z obrázku je patrné, jaké části světa používají jaké frekvence. Lze vidět, že většina asijského regionu pracuje v takovém pásmu UHF, které je kompatibilní se všemi frekvencemi ve světě. Velkou nevýhodu má ovšem Evropa. Technologie RFID tam pracuje v pásmu UHF 862 až 870 MHz, ve kterém ovšem nepracuje Severní Amerika. Je to dáno především tím, že v Evropě byly pásma 900 až 915 MHz vyhrazena pro mobilní operátory. Velký problém ovšem nenastává v možnosti čtení takových RFID tagů s různými frekvencemi, protože stačí vybavit systém čtečkou i pro příslušné pásmo. To se sice nepatrně prodraží, ale takový problém to není. Daleko horší je fakt, že jelikož se RFID tagy s frekvencí 868 MHz vyrábí pouze v Evropě a Africe, jejich cena je dvojnásobná oproti tagům, které pracují na frekvenci 915 MHz, které se vyrábějí po celém světě. Tudíž zavedení RFID technologie do praxe je v Evropě o něco složitější. Nezbyvá nic jiného než

jen čekat na případné snížení ceny RFID tagů nebo přesunout pásma mobilních operátorů, což by bylo daleko složitější.

2.2 RFID tag

Tag RFID je finální provedení označovacího prvku RFID. Tag lze upevnit např. na výrobek, který má být označen. Skládá se ze tří hlavních částí: čipu RFID, antény pro rádiovou komunikaci a zapouzdření. Výrobci často dodávají čip spojený s anténou v provedení „inlay“ (čip a anténa v tenké průhledné fólii). Inlay se používá jako polotovar pro finální, zapouzdřený tag. Zapouzdření může mít nejrůznější podobu – od papírové etikety, přes plastové kotoučky, karty, krabičky až po velmi odolná zapouzdření např. pro vysoké teploty (keramická pouzdra). Zapouzdření umožňuje manipulovat s čipem a upevnit ho na výrobek. Dodává čipu potřebnou mechanickou odolnost, odpovídající cílovému prostředí. Pomocí speciálního zapouzdření je také řešen problém, který vzniká, je-li tag o frekvenci HF nebo UHF umístěn na kovovém povrchu (tag na kovu). [14]

RFID anténa (obr. 6) je velmi důležitá a vlastně určuje velikost tagu. V zásadě platí, že čím vyšší frekvenci tag používá, tím menší rozměry může anténa zabírat. A to je velmi výhodné především u malých tagů na jedno použití, které nezabírají příliš místa např. na obalu. Čip obsahuje elektronické obvody pro celkovou správu tagu, transpondér, který se stará o příjem signálu ze čteček a samozřejmě s vnitřní pamětí, ve které jsou uloženy veškeré informace o tagu. Existuje velké množství nejrůznějších tagů. Některé jsou extrémně malé a mohou být dokonce implementovány do bankovek. Některé jsou naopak velké i několik centimetrů a takové se používají například v nákladní dopravě pro identifikaci jednotlivých kontejnerů. Existují i tagy, které se implementují do živých zvířat pro jejich snadnou kontrolu výživy či v případě přehlednějšího očkování.



Obr. 6 Typy RFID antén [13]

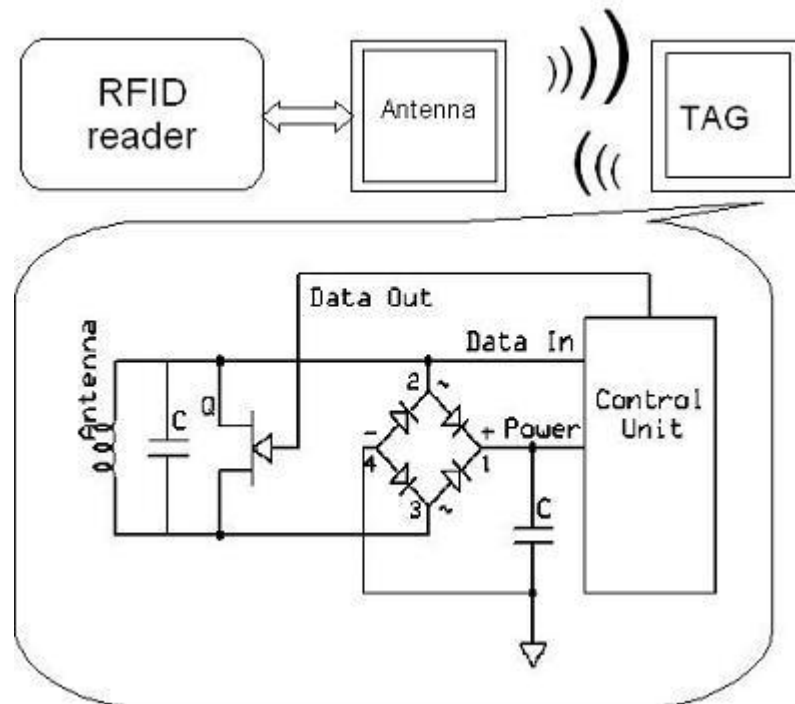
Je velmi důležité znát, jak takový tag vypadá a co všechno obsahuje. Často se totiž uvádí cena tagu jen v několika korunách. Takový tag, ale většinou obsahuje buď pouze čip, nebo čip s anténou. Cena takového tagu je sice několik korun, ale musíme brát v úvahu, že samotné pouzdro může stát desítky či stovky korun. Pak se samozřejmě vše prodražuje a tak výhodné ceny tagů, které se uvádí v katalogích, neodpovídají realitě.

V dnešní době jsou nejvýznamnější skupinou tagy tzv. na jedno použití. Takový tag je přiřazen k určitému zboží již při výrobě. Jsou mu již při výrobě nahrány data, které se ovšem nedají přepisovat, pouze číst. Takový tag, pak zůstává po celou dobu životnosti výrobku a zničí se až současně s výrobkem. Výhodou takových tagů je evidence výrobku po celou dobu jeho existence a také extrémně nízké náklady na výrobu. [5]

2.2.1 Pasivní tag

Pasivní tag (obr. 7) je charakterizován jednou velmi významnou funkcí. Neobsahuje žádný vlastní zdroj energie, takže potřebnou energii získává z elektromagnetického pole, které vyzařuje čtecí zařízení. Čtečka má v sobě zabudovanu anténu, pomocí které do okolí vysílá elektromagnetické vlny s určitou frekvencí. Jestliže se v dosahu čtečky vyskytuje RFID tag se stejnou frekvencí, tak část tohoto vlnění využije pro napájení vlastních obvodů a hlavně paměti a vyšle směrem ke čtečce informace, které jsou v paměti obsaženy. Paměť sice obsahuje malou kapacitu, ale jelikož pracuje s velmi malým množstvím energie, jsou tyto tagy prakticky neomezené v jejich životnosti. Z toho je jasně patrné, že pasivní tagy mají velmi malý výkon a tedy nemohou komunikovat na větší vzdálenosti (desítky metrů).

Pasivní tagy používají komunikační metodu tzv. RTF (Reader Talk First). Tato zkratka znamená, že jako první komunikuje čtečka.



Obr. 7 Princip pasivního RFID tagu [15]

2.2.2 Aktivní tag

Aktivní tagy (obr. 8), se v běžné praxi používají výrazně méně. Slovem aktivní se rozumí to, že musí obsahovat vlastní napájecí zdroj (baterii), takže se výroba takového tagu velmi výrazně prodražuje. Výdrž takových baterií je obvykle 1 až 5 let, takže takové tagy se mohou používat buď jen na takto krátkou omezenou dobu, nebo musí být schopny výměny baterie, což ovšem opět prodražuje jejich provoz. Velkou výhodou těchto tagů je ovšem jejich dlouhý dosah (až stovky metrů) a také velikost jejich vnitřní paměti. Mohou dokonce samy vysílat různé údaje, např. o teplotě. Velkým přínosem je také to, že informace mohou do čtečky přicházet hromadně. Když například velký kontejner plný zboží projede v blízkosti čtečky, tak všechny aktivní RFID tagy uvnitř kontejneru vyšlou svůj identifikační signál do čtečky a ty se hromadně uloží v databázi. Tyto tagy jsou velmi

drahé a velké, a proto se využívají pouze ve specifickém průmyslu např. v kontejnerové přepravě, kdy hodnota nákladu odpovídá hodnotě aktivního tagu.



Obr. 8 Aktivní RFID tag [16]

2.2.3 Polo pasivní tag

Polo pasivní tagy jsou více podobné pasivním tagům, než aktivním. Tyto tagy jsou napájeny z baterií, ale rádiový přenos závisí na aktivitě antény. Pro zpracování dat používá svou vlastní energii, takže veškerá energie, kterou tag přijal od čtečky, může být využita pro přenos signálu zpět do čtečky. Zbytková energie z baterií může být použita pro sledování například okolního prostředí (teplota, tlak). Velkou výhodou tedy je, že se prodlouží komunikační vzdálenost mezi čtečkou a tagem.

2.3 Mobilní RFID čtečky

Mobilní RFID čtečka (obr. 9) je ve své podstatě čtečka RFID tagů, která obsahuje kompletní vyhodnocovací zařízení. Velkou výhodou je, že jsou přenosné, tím pádem mohou být obsluhovány v různých částech například výrobních hal. Jsou malé, kompaktní a velmi odolné. Pracují obvykle na frekvencích RFID HF (13,56 MHz) nebo RFID UHF (868 MHz). Mobilní RFID UHF čtečky jsou výhodné v tom, že pracují s vysokou frekvencí, tím pádem mají daleko větší dosah čtení i zápisu dat, v rámci až několik metrů. Mobilní RFID HF čtečky naopak pracují na nižší frekvenci a jejich optimální vzdálenost od tagu je pouze v řádu několika centimetrů. Samozřejmě nejvýhodnější jsou kombinované mobilní čtečky, kterými je možno detekovat tagy z celého světa na různých frekvencích. Mohou také obsahovat i integrované čtečky čárových kódů, komunikaci pomocí WIFI (Wireless Fidelity), Bluetooth nebo USB (Universal Serial Bus) a dokonce obsahovat i přijímač GPS (Global Position System) signálu.



Obr. 9 Mobilní RFID čtečka [17]

2.4 Stacionární RFID čtečky

Stacionární čtečky (obr. 10) se a montují především do průmyslových výrobních hal. Používají se zejména pro sledování výrobní linky, na dopravnících nebo ve skladech. Většinou bývá umístěna mimo výrobní pás, kolem kterého jsou ovšem antény, které jsou spojeny se čtečkou pomocí komunikačních rozhraní např. ethernet. Výhodou je, že takových antén může být až 8, takže dokážou snadněji, rychleji a bezchybně identifikovat každý výrobek, který se v rámci sledované linky pohybuje. Další výhodou je, že nemusí být nijak obsluhováni zaměstnanci a pracují v plně automatické formě. Velmi často mají zabudováno několik různých vstupů a výstupů, takže mohou být napojeny např. na detektory pohybu či zvukové výstražné zařízení. Systémy pomocí stacionárních čteček jsou složitější oproti systémům se čtečkami digitálními. Daleko těžší je najít optimální vyvážení a nastavení systému a především antén.



Obr. 10 Stacionární RFID čtečka [17]

2.5 Informace uložené na tagu

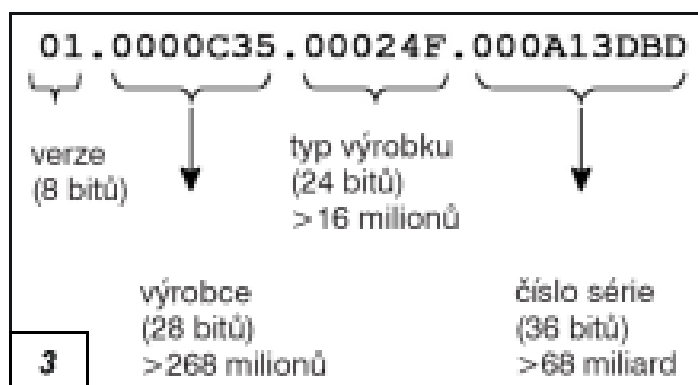
Velká většina dnešních systémů, které jsou založeny na technologii RFID je soustředěna pouze lokálně. To znamená například pouze v rámci jednoho výrobního závodu či haly. Mnoho aplikací je i nastaveno tak, že RFID tagy vůbec neopouští daný prostor a jsou opakovaně použity. Používají se například zabudované ve vozících, paletách či jiných dopravních prostředcích a po dokončení jednoho výrobního cyklu jsou opět navraceny na začátek. Tímto způsobem se velmi sníží náklady na pořizování nových RFID štítků. To, že daný systém se aplikuje jen lokálně, způsobuje to, že informace, které jsou na štítku uloženy, musí přesně odpovídat a být přizpůsobeny systému, neboť štítky neopouští daný prostor a tedy stačí, když uloženým informacím rozumí jeden podnikový systém. Většinou takové systémy používají dodavatelské řetězce, které oštítkují určité zboží, a to pak putuje v rámci dodavatelsko-odběratelské spolupráce napříč výrobními halami či dokonce mezi jinými závody. Štítky v takovém případě jsou důležité pro jeho přesné sledování, rychlejší skladování či přepravu. V takovém případě je ale nezbytné, aby všichni účastníci sjednotili svoje technické řešení a byly schopni vždy rozumět všem uchovaným datům na štítku. Důležité jsou především technické prostředky, aby bylo možné přečíst jakoukoliv čtečkou jakýkoliv štítek v rámci systému, ale neméně důležitým faktorem je i softwarová standardizace, aby se mohl sjednotit formát dat.

V logistice proto vznikla potřeba standardizovat společně postup a formát dat, aby bylo možno sjednotit výrobky od různých výrobců a tím snížit jejich cenu. Proto vzniklo centrum Auto-ID, které sjednocovalo a standardizovalo RFID technologii napříč různými výrobci. Jeho hlavním úkolem bylo vytvořit již výše zmiňovaný Internet věcí, který by sledoval veškerý pohyb všech výrobků na zemi, proto vznikly specifikace EPC.

Vzhledem k nutnosti snížení ceny štítků na minimum je standard EPC založen na koncepci registrovaných prefixů. Všechny přiřazené informace potom obhospodařují externí softwarové aplikace. To se jeví výhodnější než snaha ukládat všechna data přímo na kapacitně omezené čipy. Paměť EPC čipu RFID první generace nese pouze jediné unikátní číslo. Například EPC o délce 96 bitů vymezuje dostatek číslovacího prostoru pro 268 milionů výrobců produkujících každý až šestnáct milionů druhů výrobků (typů a tříd), a v každé třídě je prostor pro 68 miliard unikátních sériových čísel. Protože zatím není ani teoretický výhled na využití takového množství čísel EPC, mohou se také používat EPC o délce jen 64 bitů v kombinaci s jednodušším a levnějším čipem. Ale naopak je zde i plán

pro případné použití 128 nebo 256 bitů pro případ, že by někdy v budoucnu přestal vyhrazený číslovací prostor dostačovat. Cena nejjednodušších štítků pro RFID se dnes pohybuje v řádu několika desítek amerických centů za kus a výhledově při velkých objemech výroby se předpokládá, že se sníží jen na jednotky amerických centů za kus. [17]

Každý štítek tedy obsahuje formát čísel, díky kterému se přesně identifikuje každý výrobce (obr. 11). Takové číslo přiřazuje organizace EPC global. Ostatní čísla si už každý výrobce určuje sám a tím pádem je zaručena jistota, že nejsou na světě 2 štítky se stejnými informacemi. Na štítku jsou ovšem uloženy pouze některé základní data, ze kterých lze odvodit pouze základní informace o zboží. Proto společnost EPC global vytvořila databázi nazvanou ONS (Object Name Service). Jedná se o online databázi přístupnou přes internet, ve které se nachází veškeré podrobné informace o všech štítkách a které jsou dostupné online ihned. Tyto informace se do ní ukládají již při výrobě a obsahují například informace o záruce, technických parametrech či trvanlivosti daného výrobku. Takový systém velmi usnadňuje a zlevňuje práci s RFID štítky, jelikož různé podniky nemusí navzájem synchronizovat svoje podnikové systémy, pouze nahrají online data z internetu a pak snadno s těmito daty pracují. Neméně důležitou organizací pro standardizaci RFID je organizace ISO (International Organisation for Standardization). EPC global a ISO spolu velice úzce spolupracují a spousta subjektů je aktivních v obou organizacích. Výsledkem jejich společné práce je standard EPCglobal UHF generation 2.



Obr. 11 Význam čísel uložených na RFID tagu [13]

2.6 Omezení RFID

Technologie RFID přece jen nepřináší jen výhody a bezproblémový provoz. Existují i jisté omezení, které zabraňují plnému využití technologie. Začátek problémů nastává už tehdy, kdy se pomalu ale jistě rozvíjí masový rozvoj této technologie. Existují již firmy, které se specializují pouze na výrobu štítků a čteček a tím velmi snižují náklady na výrobu dříve velmi specifických systémů v rámci jedné firmy. Masová výroba tedy nese i mnoho komplikací a problémů. RFID technologie pracuje na principu radiové identifikace, což ovšem velmi ovlivňují kovové konstrukce v blízkosti čteček, případně elektromagnetické vlnění, které vzniká v kabelech silových proudů. Problémy se čtením mohou ovlivnit i takové maličkosti jako je kapalina uvnitř výrobku, protože pohlcuje elektromagnetické záření. Samozřejmostí je, že úspěšnost čtení velmi ovlivňuje rozmístění antén i umístění štítku přímo na výrobku. Takové problémy se dají předejít správným počtem a rozmístěním antén, aby bylo lépe pokryto celé čtecí místo. Ovšem zavedení do praxe velmi stěžuje to, že správné umístění antén není jasně daná záležitost a velmi záleží na konkrétní situaci, takže se velmi často používá metoda pokus omyl, které celou integraci RFID systému komplikuje a prodražuje.

3 SOUČASNÉ VYUŽITÍ TECHNOLOGIE RFID V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI

3.1 Bezpečnost RFID technologie

Technologie RFID je dostává teprve do popředí zájmu výrobců, tudíž zatím byla velmi opomíjená otázka bezpečnosti. Technologie RFID je bezdrátová, tudíž vyvstává mnoho otázek na toto téma. Velkým nebezpečím se naskýtá možnost sledování či neoprávněné čtení tagu. Samozřejmě již existují tagy, které jsou schopny po určité době samy vymazat data na nich uložená, ovšem jedinečnost každého RFID tagu zajišťuje to, že vždy na něm určité informace nesmazatelně zůstanou. Takové informace o štítku jsou dány již při výrobě a nelze je vymazat, protože by každý štítek pozbyl svou účinnost. Sice jsou takto uloženy jen některé informace, ovšem ze kterých je možné určit výrobce či typ zboží. Další velkou nevýhodou RFID technologie v oblasti bezpečnosti je fakt, že tagy lze jednoduše a hlavně nenápadně přečíst i na vzdálenost několik desítek centimetrů. Jelikož se jedná o bezdrátovou technologii, nezanechává žádné stopy po neoprávněném čtení, tudíž je lze jen velmi těžko dohledat. [6], [7]

Masivnějšímu rozšiřování RFID technologie proto bránilo neexistence jakýchkoliv bezpečnostních prvků. Proto se výrobci snažili tento problém vyřešit a přišli na systém, který využíval bezpečné komunikační kanály tzv. Šifrovací algoritmy pro RFID komunikaci. Systém fungoval na principu otázky a odpovědi. Čtečka nejprve požádala o komunikaci s RFID tagem, ten vyšle odpověď a až poté dojde k samotné komunikaci pomocí předem daných algoritmů. Takto se předejde nechtěné komunikaci s neautorizovanými čtečkami. Poté dojde k samotné komunikaci už pomocí symetrického šifrování. Takový princip zabezpečení má ovšem hned několik nevýhod. Především jde o to, že takové tagy musí mít daleko sofistikovanější procesor i daleko větší paměť, tudíž jejich cena razantně stoupne a to nejen u nich. Prodraží se i výroba RFID čteček, které taktéž potřebují silnější výkon a větší paměť. Kompromisem by mohlo být snížení počtu algoritmů, případně zjednodušení celého procesu, což ovšem povede opět ke snížení úrovně bezpečnosti. Takové tagy potom lze daleko snadněji okopírovat. Například při placení mýtného na dálnicích by to tak představovalo obrovský problém. [8]

RFID technologie má v zásadě několik bezpečnostních problémů. Jde například o to, že RFID štítky mohou být velmi malé, ukryté uvnitř zboží případně neodstranitelné. To má

hned několik nevýhod. Člověk při nákupu zboží ani nemusí být obeznámen s tím, že zboží je takto oštitkováno a může nastat problém například při přeprodeji zboží. Dalším důležitým problémem je fakt, že RFID čtečka může být snadno přečtena i bez vědomí majitele. Existují čtečky, které dokážou přečíst RFID tag i na vzdálenost několika desítek metrů a v takovém případě už se těžko proti tomu dá bránit. Nevýhodou je také to, že i kdyby pachatel nepřečetl štítek díky jeho šifrování, tak stále může zjistit i pouhou přítomnost štítku, což je někdy velmi výhodné. A samozřejmě velkou nevýhodou je možnost zjistit o určitém zboží hodně celkem důležitých informací, což následně vede k narušení soukromí. Bezpečnost RFID technologií je velmi složitá. Na jednu stranu je snaha o co nejbezpečnější komunikaci, na druhou zase snaha o co nejnižší cenu. Tento kompromis snad bude během několika let vyřešen díky masovější výrobě a především díky zavedení standardů.

3.2 Doklady a platební karty s RFID technologií

3.2.1 E-Pas

Cestovní pasy (obr. 13), jsou doklady, které slouží pro ověřování totožnosti osoby, která cestuje přes hranice států. Slouží především k tomu, aby bylo možné bezpečně určit a identifikovat osobu, která přechází přes hranice. Běžné pasy obsahují základní informace o osobě, jako je fotografie, jméno, příjmení, datum narození apod. Kontrola takového běžného pasu ovšem připadá na lidský faktor, tudíž může docházet k chybám případně snadnějšímu padělání dokladu a tím se zvyšuje bezpečnostní riziko. Lidský faktor také znamená menší efektivnost celého kontrolního procesu. Dalším krokem k dostatečnému zabezpečení pasu bylo zavedení strojově čitelné oblasti. Jedná se o 88 znaků, které jsou umístěny na pasu a lze je snadno přečíst pomocí strojní čtečky. Ovšem i tato metoda obsahuje celkem výrazný lidský faktor, který do celého procesu identifikace zasahuje, a také malá kapacita čtecího pole.

Nejnovějším krokem proto bylo povinné zavedení pasů s elektronickým RFID čipem (obr. 12), který byl v Evropské unii povinný od roku 2006. Jde o RFID technologii, kdy je do pasu umístěn velmi malý RFID čip, ne nepodobný, který se používá například v muzeích či knihovnách. Jedná se o pasivní RFID čip, který komunikuje se čtečkou na vzdálenost 10

cm. Jelikož se jedná o pasivní čip, neobsahuje žádné baterie, ani vlastní zdroje energie, tudíž se nikdy nevybije a nepotřebuje častou výměnu. Jako zdroj energie slouží čtečka, takže RFID čip vysílá informace jen tehdy, když je v dosahu takové zařízení. RFID čip má v sobě uloženy informace, které jsou vytištěny i v normálním pasu, ale také obsahuje fotografii dané osoby. Od roku 2009 je pro pasy vydané v Evropské unii povinné, aby obsahovaly i otisky prstů.



Obr. 12 Označení RFID čipu na cestovním pasu [18]

Riziko zavedení RFID technologie do lidské identifikace je celkem vysoké, jelikož se jedná o čistě bezdrátovou komunikaci. Samozřejmostí je, že informace na čipu mohou být zabezpečeny pomocí šifrování nebo autentizace, ovšem bohužel to není povinné ve všech zemích. Velkým problémem složitých autentizačních systémů je ovšem i jejich dostupnost. Pasy musí být použitelné ve všech koutech světa, ve všech systémech a ve všech státech. Není proto dostatečně možné nasadit jednotný systém na celém světě. To je velkým rizikem cestovních RFID dokladů, jejich globální použitelnost.

Proto byl navrhnout jiný systém, který zajišťuje, že informace z pasu budou dostupné pouze fyzické osobě, která je oprávněná s dokladem manipulovat. Takto určená fyzická osoba proto zadá některé informace ručně do systému, např. jméno, číslo pasu apod. Systém poté pomocí těchto informací sám vygeneruje šifrovací klíče, pomocí kterých se následně získá data z čipu. Nevýhodou ovšem této metody je relativně malá množina šifrovacích klíčů. Útočník, snažící se o prolomení ochrany, si některé informace o držiteli může snadno odhadnout či jinak získat a tím velmi zúžit množinu šifrovacích klíčů. Proto i tato metoda ochrany byla již prolomena pomocí běžné RFID čtečky a sofistikovaného softwaru.

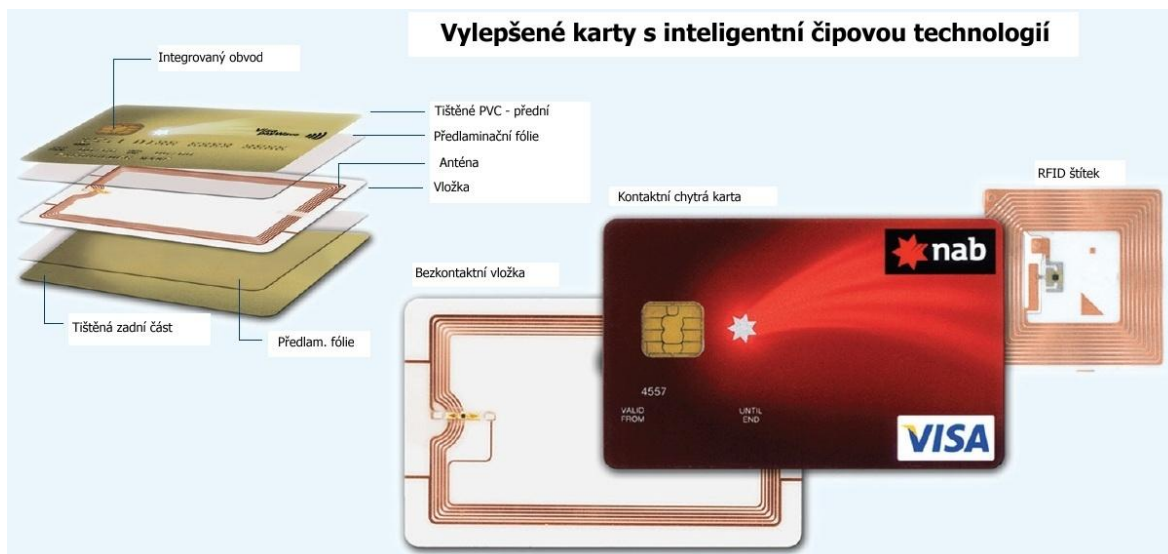


Obr. 13 Cestovní pas s RFID čipem [18]

3.2.2 Platební karta

Platební karty, které využívají RFID technologii se nazývají Bezkontaktní platební karty (obr. 14). Jsou to karty pro platby, při kterých není nutný fyzický dotek karty a platebním terminálem. Pro bezkontaktní platby se mohou také používat i mobilní telefony či další jiné zařízení. Nejrozšířenější jsou ovšem platební karty. Nejznámější karetní společnosti mají každá svoje vlastní bezkontaktní produkty pod názvy jako MasterCard® PayPass™ nebo Visa payWave™. Tyto technologie jsou vzájemně kompatibilní a s jejich pomocí trvá placení jen několik vteřin. Výhodou takového systému placení je především rychlost platby a také není nutné dávat kartu z ruky či pamatovat si pin. Ovšem jelikož se jedná o bezdrátovou technologii, je velmi důležitá i její bezpečnost.

Zabezpečení bezkontaktních plateb je zajištěno na několika úrovních. Jelikož nemusíte dávat kartu z ruky, tak ji máte po celou dobu transakce přímo před očima. Jelikož bezkontaktní karty využívají principu pasivního RFID čipu, je nutná přítomnost čtečky, aby bylo možno vyslat informace uložené na kartě. Takový přenos funguje na vzdálenost pouhých několika centimetrů, tudíž odposlech cizího útočníka je velmi obtížný. Dále je pevně dán peněžní limit, který lze pomocí bezkontaktní platby provést. Na území České republiky je to většinou 500 Kč. Pokud dojde k překročení limitu, či opakovaným a častým výběrům menších částek, je držitel i tak povinen zadat bezpečnostní PIN (Personal Identification Number) kód. Bezdrátová technologie RFID u platebních transakcí nebyla navržena jako náhradní prvek veškerých plateb. Byla navržena pouze pro malé platební transakce. Pro ty velké, je stále využívána technologie kontaktního čipu na kartě.



Obr. 14 Platební karty s RFID čipem [19]

3.2.3 Cryptalloy

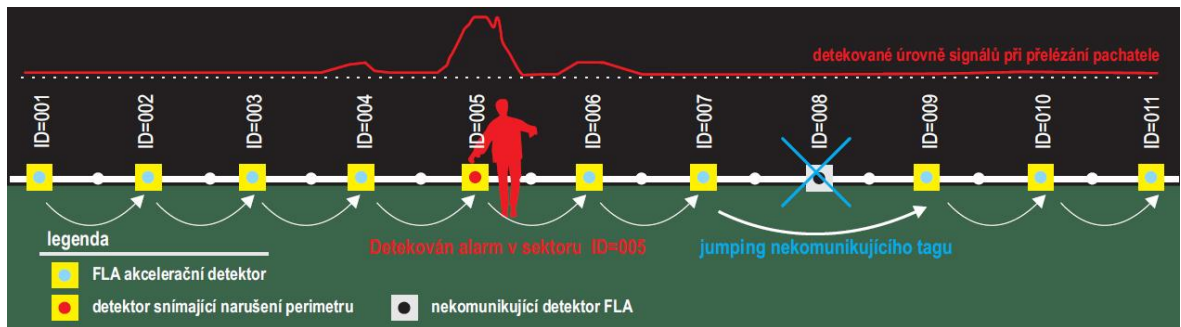
S příchodem RFID technologií do cestovních pasů a platebních karet se řada lidí začala obávat o bezpečnost svých dokladů. Sice technologie RFID pracuje s různými druhy zabezpečení, ovšem již dříve bylo dokázáno, že i takové zabezpečení lze překonat. Dalším důležitým faktorem je to, že neoprávněné bezdrátové čtení dat nelze nijak vytušit, signalizovat ani cítit, takže lze velmi snadno nenápadně data stáhnout. Jediným účinným způsobem, jak zabránit krádeži dat je jednoduše odstínit anténu a tím pádem zabránit nechtěnému či neoprávněnému bezdrátovému přenosu dat. Proto byla vyvinuta slitina s názvem Cryptalloy. Jedná se o fólii s tloušťkou přibližně 0,1 mm ze zvláštní slitiny, která je schopná odstínit veškeré rádiové vlny od 125 kHz až po 13,56 MHz. Může se jednat jak o pouhá pouzdra na pasy či platební karty, tak i o celé peněženky, které v sobě mají zabudované Cryptalloy fólie (obr. 15).



Obr. 15 Pouzdro na doklady s Crystalloy technologií [20]

3.3 Perimetr locator

Jedná se o systém, který slouží k perimetrické ochraně střeženého objektu využívající RFID tagy, které jsou umístěny přímo na pletivu (obr. 17) či vratech. Jelikož nevyžaduje žádné kabely, tak je jeho instalace velice jednoduchá, levná a hlavně nenákladná. RFID tagy jsou aktivní, tudíž obsahují vlastní zdroj energie, která je jim dodávána z baterie uvnitř tagu. Životnost jedné baterie je přibližně 8 let. Další velmi důležitou vlastností je to, že RFID tagy jsou velmi odolné proti různým druhům rušení. Systém díky RFID tagům dokáže jednoduše i kontrolovat obchůzkovou činnost strážní objektu. Strážný má u sebe pouze přístupovou kartu a při obchůzce a kontrole perimetru a plotů se automaticky pomocí RFID tagů legitimuje a jeho přesnou trasu lze dálkově hlídat. Takový strážný má předepsaný přesný čas vycházky a přesný čas, za jakou dobu musí celý perimetr obejít. Tyto informace se pak mohou automaticky přenášet na kterékoliv místo na světě, tudíž sledovací a vyhodnocovací centrum nemusí být umístěno uvnitř střeženého objektu.



Obr. 16 Detekce vniknutí pachatele do střeženého prostoru pomocí RFID tagu [21]



Obr. 17 RFID tag Perimetr locator [21]

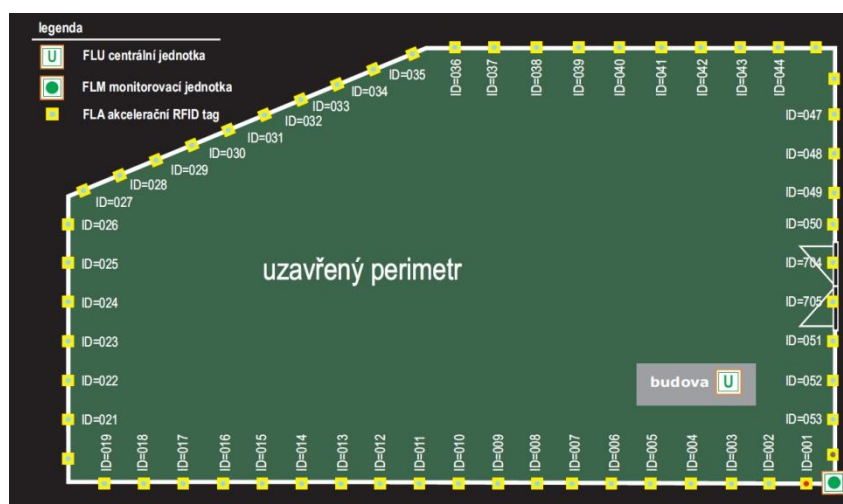
Systém Perimetr Locator umožňuje realizovat také předmětovou ochranu střežení věcí uvnitř perimetru díky akceleračním RFID tagům FLB. Perimetr Locator umí komunikovat se všemi typy zabezpečovacích ústředí. Perimetrický systém poskytuje také revoluční, naprosto přesné navádění průmyslových PTZ (Pan Tilt Zoom) kamer na místo incidentu s přesností +/-2m. Perimetr Locator je vhodný pro fotovoltaické elektrárny, kde hrozí téměř dvojnásobné přepětí v síti 230V, díky speciálně řešeným ochranám. RFID tagy perimetrické ochrany snímají časové a dynamické změny v poloze pletiva, které jsou typické pro přelézání plotu narušitelem (obr. 16). Vzhledem k tomu, že se signály ze všech RFID tagů vyhodnocují paralelně, umí perimetrický systém eliminovat falešné poplachy vzniklé působením větru, deště, krupobitím nebo blízké dopravy na pletivo, protože takto vyvolané změny působí v jednom okamžiku na více než jeden RFID tag současně. RFID

tagy se díky sofistikované analýze pohybu neustále automaticky kalibrují a přizpůsobují měnící se mechanické kvalitě jednotlivých dílců plotu (např. způsobené uvolněním závěsů plotu). RFID tagy jsou taktéž chráněny před odejmutím pomocí optického tamperu. Dokážou také zjistit případné odcizení části pletiva. [21]

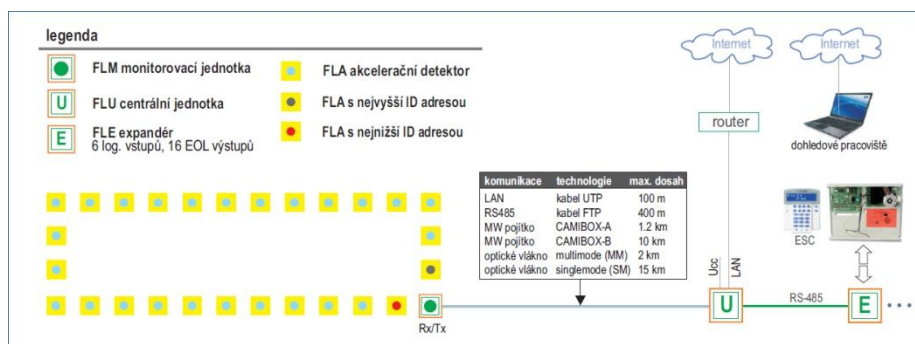
Jednotlivé detektory FLA mezi sebou komunikují na principu “tiché pošty”, tj. postupně bezdrátově retranslují naměřené informace od jednoho tagu k druhému sousednímu až do centrální jednotky FLU. Retranslují se informace o alarmech, o síle větru, sabotážích, technických stavech, atd. Retranslace se provádí rychlostí 300 tagů FLA /sek. Tento retranslační proces se periodicky opakuje každé 3 sekundy. V případě, že konkrétní tag nebude schopen přijímat nebo vysílat rádiové zprávy, retranslace dat bude probíhat mezi jeho oběma sousedy a tento tag bude v retranslaci “přeskočen” (jumping). Tento proces nastane zcela automaticky. Vyhodnocovací centrální jednotka FLU všechny informace o stavu perimetru předává nadřazenému zabezpečovacímu systému nebo přímo řídí otočné PTZ kamery. [21]

3.3.1 Architektura uzavřeného perimetru

Taková architektura využívá situace, kdy je celý pozemek obehnan plotem a není nikde přerušen, například překážející budovou (obr. 18). Detektory RFID se umístí postupně na oplocení pozemku a přiřadí se jim jedinečné ID adresy od nejmenší po ty nejvyšší. Součástí systému je i jednotka FLM, která zabezpečuje komunikaci s RFID tagy a poté předává informace do centrální jednotky FLU. Informace se takto předávají buď pomocí RS232 sběrnice, případně sítě LAN (Local Area Network). Centrální jednotka FLU je poté přímo napojena na zabezpečovací ústřednu (obr. 19). Ústředna EZS (Elektrické zabezpečovací systémy) posílá do systému informace o zastřežení či odstřežení a naopak centrální jednotka FLU podává informace o tom, kde a kdy byl narušen perimetr případně který RFID tag byl sabotován.



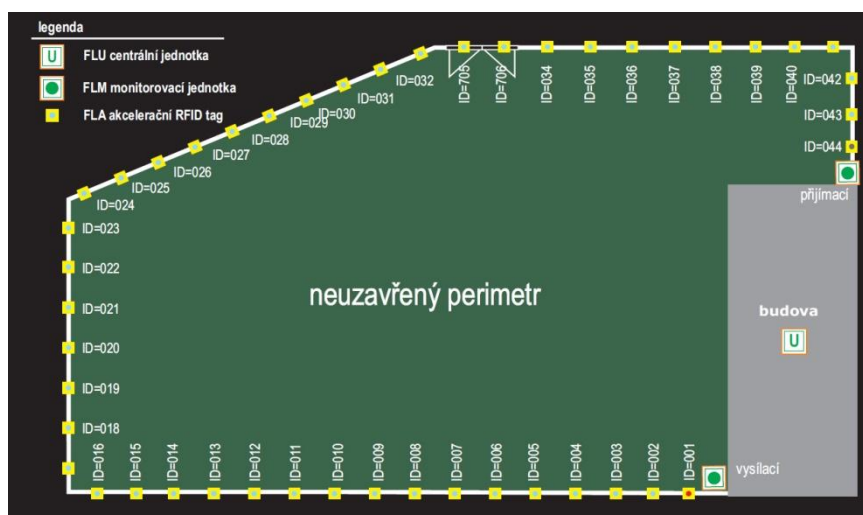
Obr. 18 Architektura uzavřeného perimetru [21]



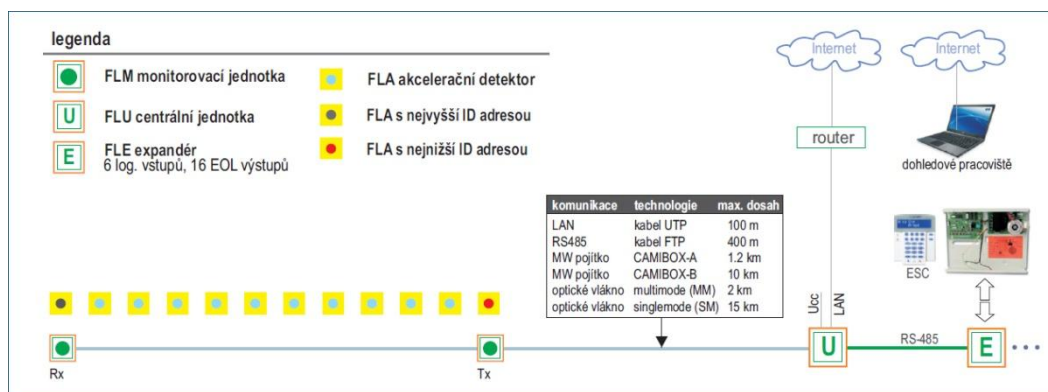
Obr. 19 Princip uzavřeného perimetru [21]

3.3.2 Architektura neuzavřeného perimetru

Takový případ nastává v situaci, kdy není možné plně uzavřít celý zabezpečený perimetr a je nutné ho v některých místech přerušit (obr. 20). To se může stát, například když pozemek je z části ohraničen budovou. Systém v této konfiguraci obsahuje kromě klasických RFID tagů i dvě jednotky FLM. Jedna bývá nakonfigurována do stavu vysílacího a druhá do stavu přijímacího. Opět musí být obě jednotky FLM propojeny s centrální jednotkou FLU pomocí RS232 sběrnice či LAN (obr. 21). Samozřejmostí je, že centrální jednotka musí být připojena na záložní napájecí zdroj.



Obr. 20 Architektura neuzavřeného perimetru [21]



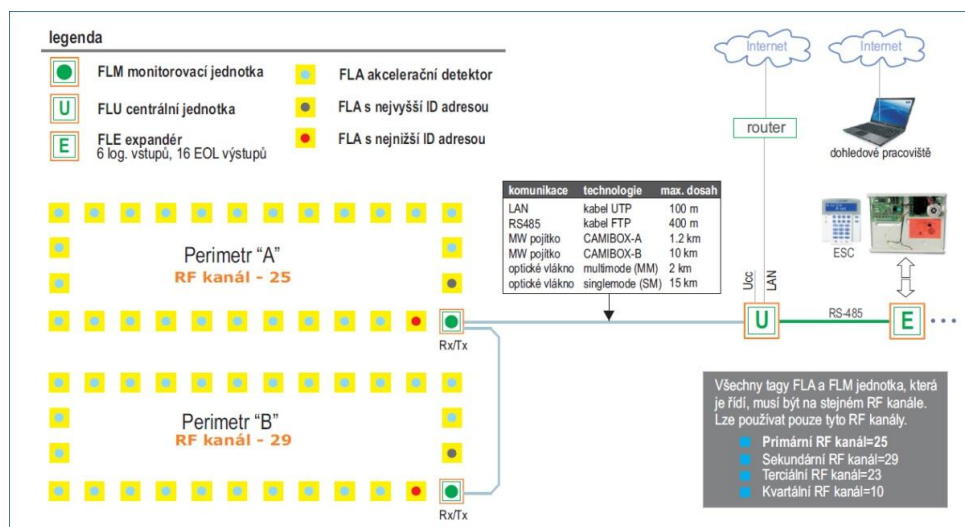
Obr. 21 Princip neuzavřeného perimetru [21]

3.3.3 Architektura s několika perimetry

Velmi často se tato architektura používá tam, kde je střežený prostor jakkoliv rozdělen například příjezdovou komunikací (obr. 22). Stává se velmi běžně u fotovoltaických elektráren, že jsou umístěny na jedné i druhé straně veřejné komunikace. Střežený pozemek je tak rozdělen na dva samostatné, uzavřené systémy, z nichž ovšem každý musí pracovat na jiné pracovní frekvenci, aby nedocházelo k vzájemnému rušení. Opět systém obsahuje dvě samostatné jednotky FLM, které jsou propojeny s jedinou centrální jednotkou FLM pomocí RS232 sběrnice či pomocí LAN (obr. 23).



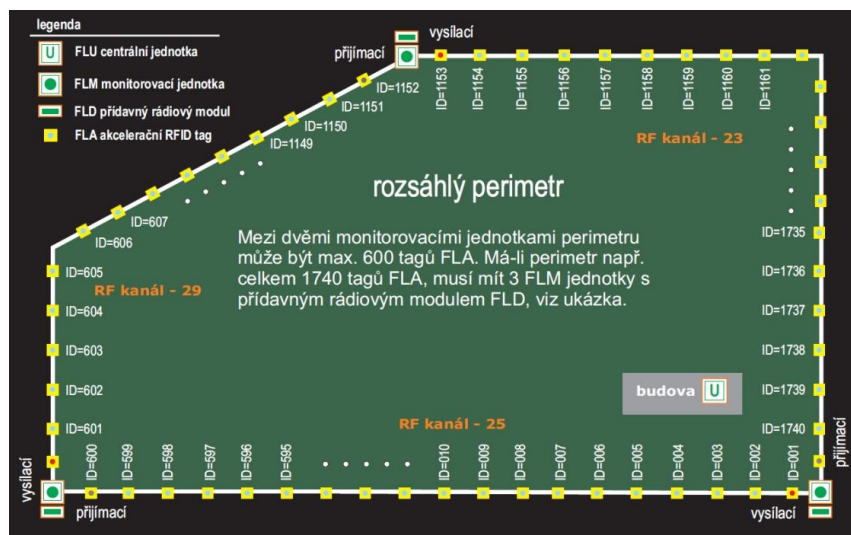
Obr. 22 Architektura s několika perimetry [21]



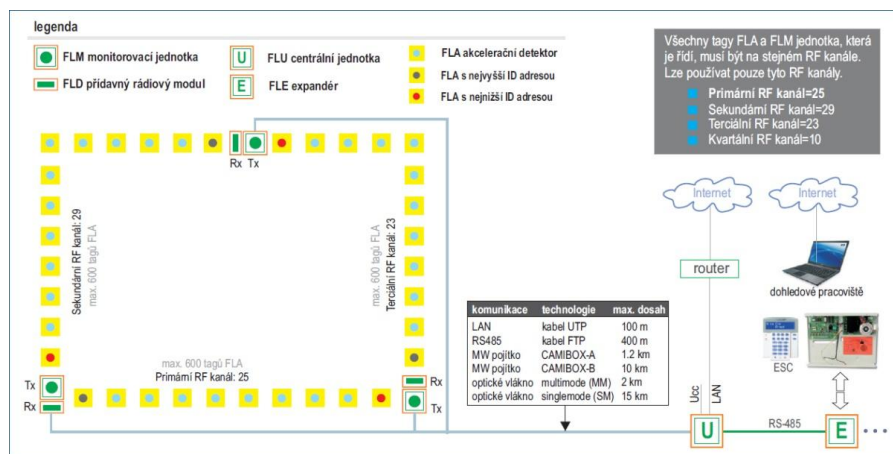
Obr. 23 Princip s několika perimetry [21]

3.3.4 Architektura velmi rozsáhlých perimetrů

Využívá se v situacích, kdy se pro zabezpečení rozsáhlého pozemku musí využít více, než 600 RFID tagů (obr. 24). 600 tagů je totiž maximum, co je jednotka FLM schopna monitorovat. V takovém případě se využívá více FLM monitorovacích jednotek v režimech přijímací i vysílací. Důležitou součástí je ovšem FLD přidavný rádiový modul, který slouží pro zajištění retranslace. Samozřejmostí je, že každý úsek mezi vysílacím a přijímacím model musí fungovat na jiném kanále, aby nedocházelo k vzájemnému rušení. Opět všechny FLM monitorovací jednotky jsou připojeny k FLU centrální jednotce pomocí RS232 sběrnice či LAN (obr. 25).



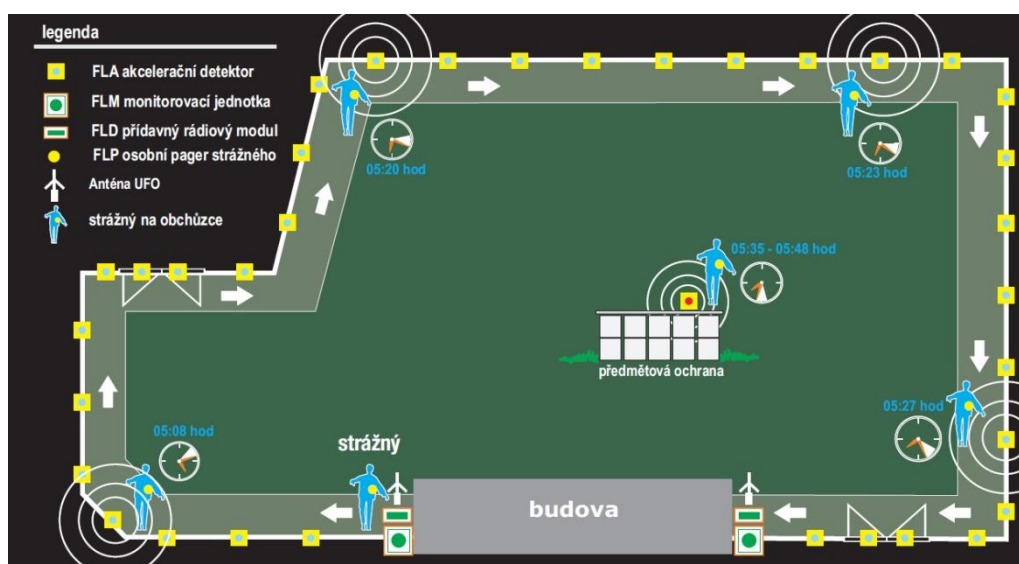
Obr. 24 Architektura velmi rozsáhlých perimetrů [21]



Obr. 25 Princip velmi rozsáhlých perimetrů [21]

3.3.5 Kontrola obchůzky strážných

Systém Perimetr Locator lze využít i v jiných, než primárně určených případech detekce narušení perimetru. Lze pomocí něj i přesně nadefinovat obchůzky strážných, kteří provádí kontrolu perimetru (obr. 26). Strážný má u sebe tzv. FLP pager, do kterého, po přiblížení, každý RFID tag přenese veškeré informace (obr. 27). Ty se poté uloží na pager a v době, kdy strážný projde kolem FLM monitorovací jednotky se tyto informace na ni přenesou. Velkou výhodou tohoto systému je pravidelná kontrola strážných, kdy lze přesně vyčíst, kdy a kde se strážný nacházel. Pomocí FLP pageru se strážný zaloguje do systému v případě začátku obchůzky. Lze také detekovat nehybnost pageru a pomocí tlačítka též přivolat pomoc. Výdrž baterie je při nepřetržitém provozu až 24 hodin.



Obr. 26 Kontrola obchůzky strážných [21]

Datum	Čas	Kategorie	Událost	modul	ID	Oblast	Uživatel
2011-03-15	05:17	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 101	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:18	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 105	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:20	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 104	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:22	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 106	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:25	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 108	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:26	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 109	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:27	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 112	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:30	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 111	Oblast - A	Novák Jan
2011-03-15	05:35	detekce	mimo dosah	-	-	-	Novák Jan
2011-03-15	07:02	detekce	osoba v dosahu	FLA	12 700	Oblast - A	Novák Jan

Obr. 27 Historie obchůzky strážného a pager [21]

3.4 RFID technologie v zabezpečovací technice

RFID technologie se postupně dostává i do oblastí zabezpečovacích systémů, jelikož bývá identifikace pomocí karet s RFID tagem daleko jednodušší a rychlejší. Využívá se tedy především v oblasti přístupových systémů. Nejdále v této oblasti zašla firma Jablotron, která již dodává své zabezpečovací systémy i v konfiguraci s RFID čtečkami a RFID přístupovými kartami.



Obr. 28 JA-154E přístupový modul s displayem [22]



Obr. 29 JA-190J Bezdrtoková přístupová karta [22]

Jako komplexní řešení se nabízí systém řady Jablotron 100, který se používá pro nejnovější RFID technologii. Součástí tohoto systému mohou být i bezdrátové RFID moduly. Jako nejpokročilejší přístupový systém je označován JA-154E přístupový modul s displejem, klávesnicí a RFID (obr. 28). Jedná se o modul, který je bezdrátově spojen s ústřednou, a který má zabudovanou uvnitř čtečku RFID tagů. Pro přístup do objektu může být použita buď JA-190J Bezdrtoková přístupová karta RFID (obr. 29) či JA-191 bezdrátový RFID přívěšek. Takový přístupový systém nemusí primárně sloužit jen pro přístup do objektu, ale můžou se jím ovládat i různé programovatelné výstupy, například světlo nebo topení.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VÝBĚR VHODNÉ TECHNOLOGIE BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE POMOCÍ RFID

V současné době se v celé Evropské unii rozvíjí technologie RFID, která se začala používat v nejrůznějších oblastech od logistiky až po mezinárodní bezpečnost. V oblasti průmyslu komerční bezpečnosti, se používají RFID tagy, které musí komunikovat až na vzdálenost několika metrů, tudíž musí pracovat v pásmu UHF, velmi vysokých frekvencí od 860 MHz do 960 MHz. Proto je nejvhodnější použít jako ukázkovou realizaci bezdrátového přenosu energie pomocí RFID právě tyto UHF tagy. Jsou nejodolnější proti rušení, pracují na větší vzdálenosti a zároveň se používají po celém světě. Sice existují různé frekvenční normy pro různé části světa, ale v současnosti se vyrábí tagy, které pracují v celém spektru těchto frekvencí, takže se mohou používat po celém světě. Jednou z předních firem v České republice, která se mimo jiné zabývá i UHF RFID technologiemi je firma Metra Blansko a.s. Fakulta aplikované informatiky, Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně s touto firmou spolupracuje již několik let. V rámci této spolupráce Metra Blansko zapůjčila fakultě svůj nový vývojový kit RFI21.1 s požadavkem dané zařízení nainstalovat, seznámit se a uživatelsky jej ověřit a to včetně příslušného softwaru. Toto zařízení bylo poprvé využito právě při zpracování této diplomové práce a pomocí něj byla prezentována praktická ukáзка bezdrátového přenosu pomocí RFID.

4.1 Metra Blansko

Firma Metra Blansko (obr. 30) byla založena v roce 1911 v Blansku nedaleko Brna. Začátky firma spojovala především s výrobou elektrických měřicích přístrojů, což v té době znamenalo, že se jednalo o jednu z vůbec prvních firem, která se elektrickými měřicími přístroji zabývala. Velký rozmach výroby přinesla První světová válka, která přinesla především modernizaci výroby a velké rozšíření. V současné době se firma zaměřuje na dvě hlavní podnikatelské činnosti. Především je to výroba, vývoj a prodej měřicích přístrojů pro elektrické i neelektrické veličiny. Další oblast své činnosti je zakázková výroba strojírenských či elektrických výrobků. Samozřejmostí je zavedení systému jakostí podle norem ČSN EN ISO (International Organization for Standardization) 9001:2001 a ISO 14001:2004. Další poměrně důležitou vlastností firmy je, že se finančně podílí na zpětném odběru a likvidaci měřicích výrobků. [23]

Mezi konkrétní oblasti výroby firmy Metra Blansko spadají měřicí přístroje a technika, kalibrační služby a servis, strojní zakázková výroba a právě UHF RFID technologie. Mezi konkrétní výrobky RFID technologie patří UHF RFID čtečky, Antény pro UHF RFID, RFID příslušenství, UHF RFID tagy, přístupové systémy a zprostředkovaný prodej výrobků firmy IMPINJ. Tyto technologie jsou využívány především v oblasti urychlení logistických operací.



Obr. 30 Logo Metra Blansko a.s. [23]

4.2 RFI21.1 vývojový kit

Tento vývojový kit vyráběný firmou Metra Blansko slouží především k seznámení a testování bezdrátové technologie RFID (obr. 31). Jedná se o zařízení, které po správném sestavení dokáže demonstrovat bezdrátový přenos energie, a tedy snadněji pochopit tuto technologii případným zákazníkům. Čtečka RFID slouží ke čtení tagů, které se nacházejí v poli antény. Dále také umožňuje zapisování dat na přečtený tag. Balení obsahuje anténu RFA01, UHF RFID čtečku RFI21.1EU, napájecí zdroj Sunny, převodní rozhraní, kabely, CD s kompletní dokumentací a softwarem a také 5 UHF RFID tagů UPM ShortDipole. Pořizovací cena takové sestavy je poměrně vysoká, řádově desítky tisíc korun. Nejen, že RFID čtečky a antény jsou vesměs novou technologií, tak komunikaci mezi čtečkou a anténou zajišťují velmi drahý kabel RFC01 (obr. 32), jenž je náchylný ke správné manipulaci. Nedílnou součástí balení je samozřejmě 5 V napájecí zdroj. Všechny konektory jsou pozlacené a tudíž náchylné na opotřebení. Celá sestava je dodávána v jedné krabici se všemi potřebnými součástkami společně zasazenými do měkké výplně, aby nedocházelo k jeho poškození během přepravy.



Obr. 31 Vývojový kit RFI21.1



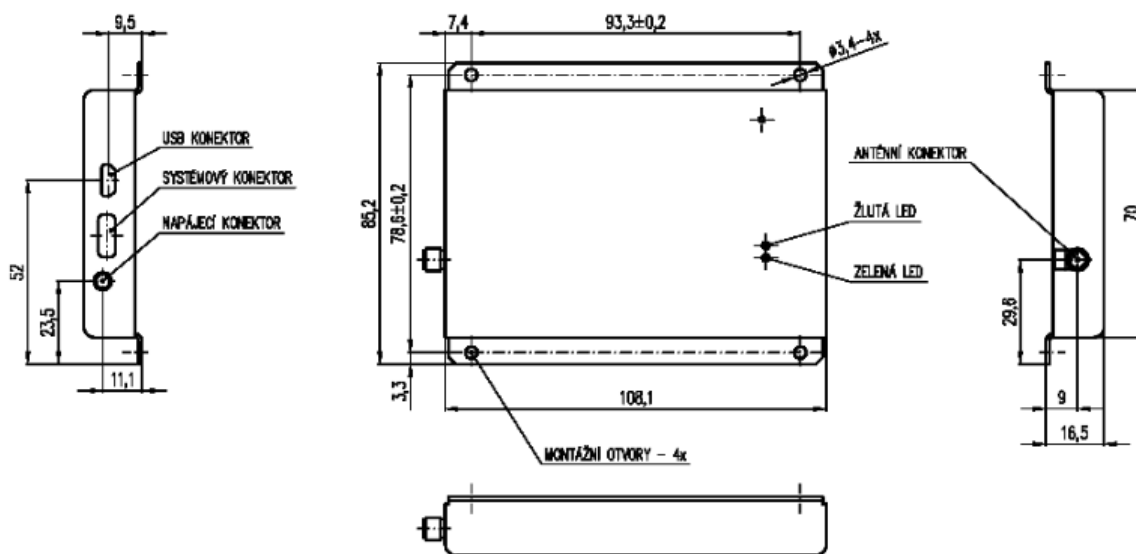
Obr. 32 Kabel RFC01

4.2.1 RFI21.1 kompaktní UHF RFID čtečka

RFI21.1 je kompaktní multiregionální multiprotokolová RFID čtečka pro čtení a zápis dat do pasivních tagů a poskytování těchto dat nadřazenému systému (obr. 33). Čtečka pracuje protokoly EPC Class 1 Gen 2, iP-X, ISO 18000-6B a ISO 18000-6A. Poskytuje širokou konfigurovatelnost, využití přenosových rychlostí až do 640 kb/s a snadnou instalaci včetně začlenění do systému. Konstrukčně je čtečka uzpůsobena pro použití v interiéru, průmyslu, logistice, obchodu a dalších podobných aplikacích. Čtečka obsahuje dvě indikační LED. Zelená LED indikuje přítomnost napájecího napětí, žlutá LED status čtečky. Čtečka může být používána v prostředí obyčejném, neobsahujícím agresivní plyny a páry, bez výrazných vibrací a ráz. Napájecí napětí je 5 V. Čtečka je konfigurována tak, aby mohla být použita jak v oblasti Evropské unie, tak ve Spojených státech amerických. Kmitočtový rozsah tedy činí od 865 MHz až po 928 MHz. Oblast pracovních teplot dosahuje od -20 °C až po 55°C s vlhkostí až 90%. Čtecí a zapisovací vzdálenost může ovlivněna především kovovými či železobetonovými konstrukcemi v blízkosti čtečky či v blízkosti přístrojů, jenž, vyzařují elektromagnetické vlny. [23]



Obr. 33 RFID čtečka RFI 21.1 [23]



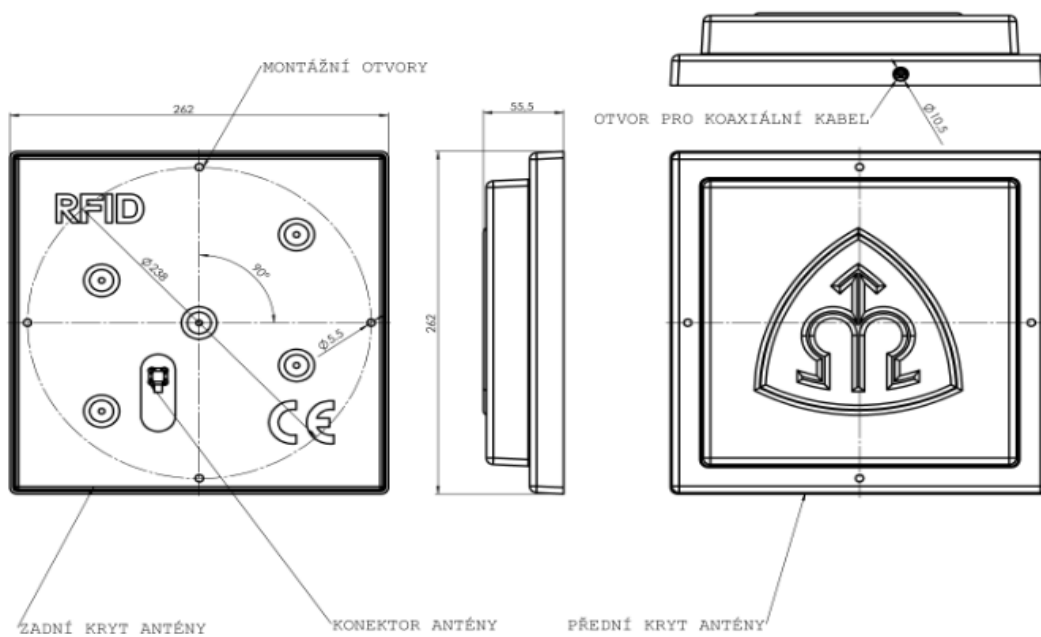
Obr. 34 Rozměrový náčrt čtečky RFI21.1

4.2.2 RFA01 anténa s kruhovou polarizací

Konstrukčně je anténa (obr. 35) uzpůsobena pro použití v interiéru v průmyslu, logistice, obchodu a dalších podobných aplikacích. Typickou aplikací je UHF RFID technologie. Anténu lze připojit k RFID čtečkám, které splňují požadavky normy EN 302 208 nebo EN 300 220. Anténa je napájena pomocí sousého kabelu s impedancí 50 ohmů protaženého otvorem na boku krytu antény a připojeného na úhlový konektor na anténě. Anténa může být používána v prostředí obyčejném, neobsahujícím agresivní plyny a páry, bez výrazných vibrací a rázů. Rozsah pracovních teplot dosahuje od -20°C až po 55°C při vlhkosti až 85%. Správná funkčnost antény může být ovlivněna především kovovými či železobetonovými konstrukcemi, kapalinami či v blízkosti přístrojů, jenž, vyzařují elektromagnetické vlny. Uplatnění najde i v oblastech mimo RFID, např. dálkových přenosech dat v pásmu 868 MHz, telemetrii či logistice.



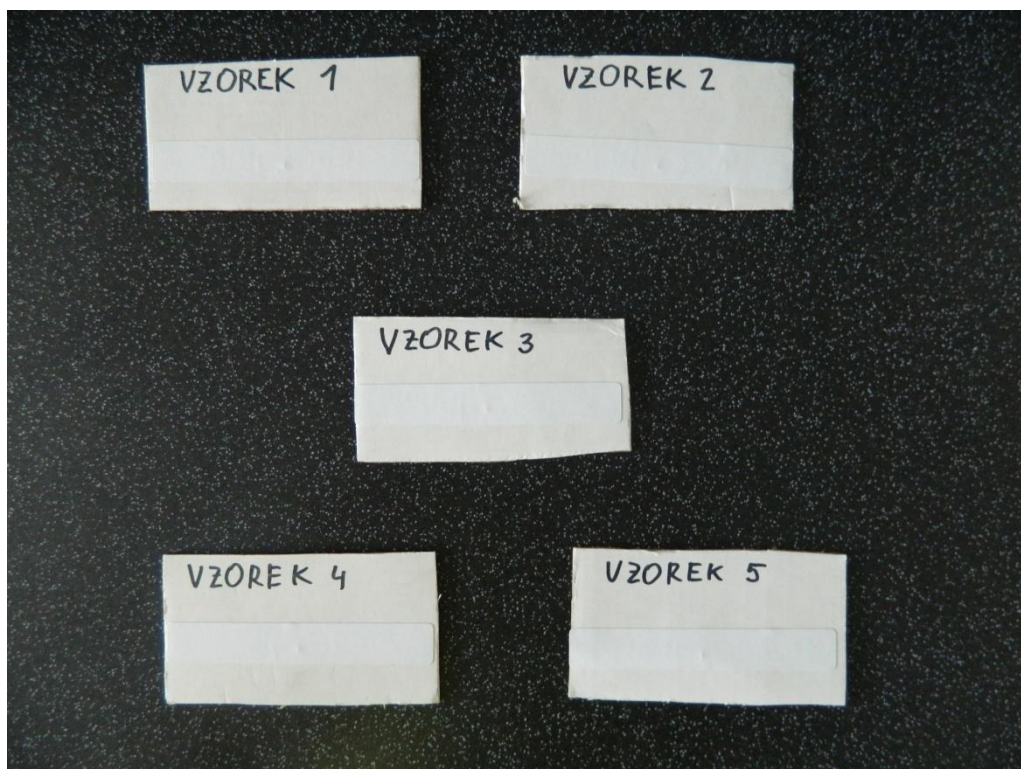
Obr. 35 Anténa s kruhovou polarizací RFA01



Obr. 36 Konstrukční nákres antény s kruhovou polarizací RFA01 [23]

4.2.3 UHF RFID tagy

Součástí balení kitu bylo i 5 UHF RFID tagů typ Class 1 generation s používanou frekvencí 860 MHz až 960 MHz (obr. 37). Čtecí vzdálenost těchto tagů by měla být kolem 3 metrů. Rozměry tagů jsou 92x24x0,2 mm. Ze zadní strany je pokryt vysoce odolným lepidlem, díky kterému je možné tag snadno upevnit na nejrůznější povrchy.



Obr. 37 UHF RFID tagy dodané výrobcem

4.2.4 CD s kompletní dokumentací a softwarem

Součástí balení kitu je i CD disk obsahující kompletní dokumentaci a potřebný software. Důležitou součástí je RFI Demo application. Je to software pro základní používání a ověření správné funkčnosti čtečky jako je zápis či čtení RFID tagů. Slouží také pro konfiguraci a nastavení čtečky. Používá protokoly Class 1 generation 2, iP-X, ISO-18000-6A i ISO18000-6B. Dále CD obsahuje RFI Firmware updater, který zajišťuje připojení, kontrolu parametrů a nahrání nové verze firmware. Obsahuje také dokumentaci jako je návod ke čtečce a popis protokolu používaný při komunikaci čtečky s počítačem. Samozřejmostí jsou i počítačové drivery pro správnou komunikaci.

5 UKÁZKOVÁ REALIZACE BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU ENERGIE NA VÝVOJOVÉM KITU RFI21.1

5.1 Instalace vývojového kitu RFI21.1

5.1.1 Sestavení zařízení

Celá sestava kitu (obr. 38) se skládá z výše uvedených prvků a jejich správné sestavení je podmíněno dodržáním pokynů uváděných výrobcem. Nedodržení těchto instalačních postupů může vést až k poškození primárních částí kitu, tj. čtečky a antény. Anténa se většinou upevňuje pomocí několika šroubů na stěnu. Zde je důležité hlavně jako první propojit čtečku s anténou. K tomu slouží souosý kabel s impedancí 50 ohmů s ohledem na nízký útlum. Důležité je upozornění, že anténa nesmí být nikdy odpojena za provozu, protože by tak mohlo dojít k poškození jak antény, tak čtečky. Dále se čtečka připojí, k osobnímu počítači (dále již PC) pomocí standardního USB 2.0 rozhraní s konektorem USB micro typ B. Bohužel čtečka nemůže být napájena z USB rozhraní. Poté se může čtečka připojit pomocí napájecího kabelu do sítě 230V/50Hz, které signalizuje zelená LED dioda. V tomto stavu je již čtečka připravena k používání, ovšem za předpokladu, že jsou za účelem použití nainstalovány na připojené PC příslušné drivery a dodaný software. Instalace softwaru je popsána v následující kapitole. Komunikace probíhá přes USB rozhraní formou virtuálního sériového portu.



Obr. 38 Zapojení vývojového kitu RFI21.1 s UHF RFID tagy

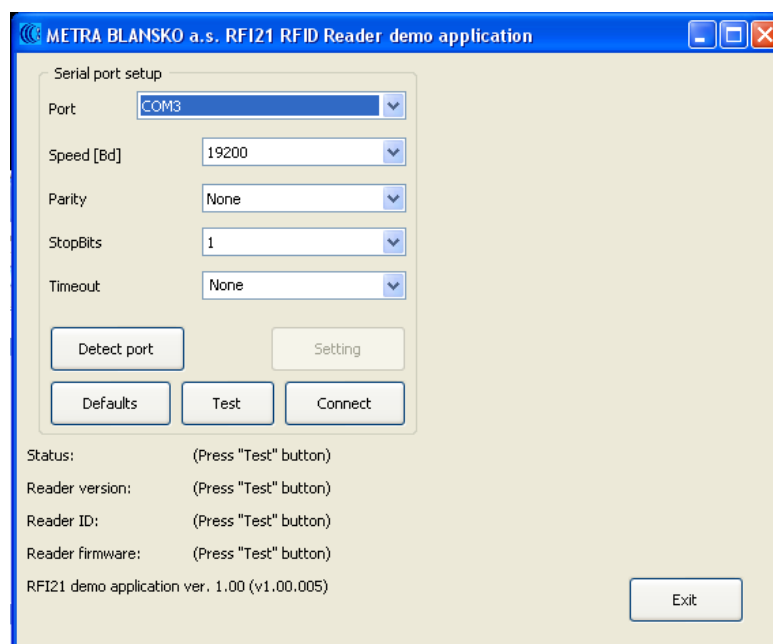
5.1.2 Instalace softwaru zařízení

Nejdříve jako první se musí nainstalovat potřebné drivery do PC. To proběhne buď automaticky ihned po zapojení čtečky, nebo manuálně z CD, které tyto drivery obsahuje ve složce Install a podsložce Driver. Minimální požadavky na PC jsou procesor s frekvencí 600 MHz nebo rychlejší, dále pak 256 MB RAM, rozlišení 800 x 600 obrazových bodů, 256 barev, 5 MB volného místa na disku a USB rozhraní. Z toho vyplývá, že hardwarové nároky tohoto zařízení jsou nízké a je možné jej používat na většině současných PC. Aplikace RFI21Reader demo byla napsána v jazyce Python, takže

dalšími důležitými požadavky je mít nainstalován Python 2.6, Pyserial 2.3 a wxPython 2.8. Všechn tento software je součástí instalačního balíčku RFI21 Reader demo, takže není nutné jen samostatně doinstalovávat. A nakonec se nainstaluje samotná aplikace RFI21 Reader demo, která slouží jako uživatelské rozhraní pro komunikaci mezi čtečkou a uživatelem a pro správu UHF RFID tagů. Všechn software byl testován na operačním systému Windows XP a také na systému Linux 2.6, takže lze ji použít na obou základních typech operačních systémů. Bohužel v dostupných laboratorních prostorech, kde probíhalo i samotné měření, nebyl žádný novější operační systém k dispozici.

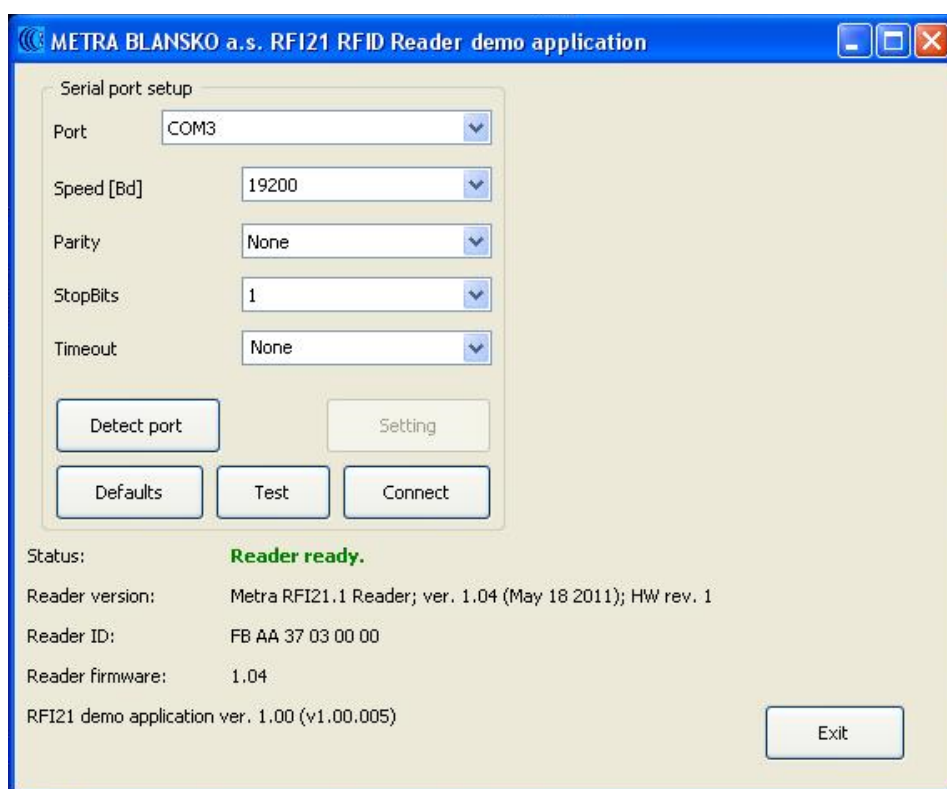
5.1.3 Připojení čtečky vývojového kitu k PC

Po nainstalování veškerého potřebného softwaru se na ploše zobrazí ikona RFID Demo. Po jejím spuštění se jako první objeví obrazovka s možnostmi nastavení připojení čtečky (obr. 39).



Obr. 39 Okno s možnostmi připojení čtečky

Nejprve je nutné se zaměřit na pole Port. V něm jsou zobrazeny veškeré nalezené porty, ke kterým je možné se připojit. Pokud ovšem není nalezen žádný vhodný port, zobrazí se text s nápisem Port not found. Nové porty se mohou zkontrolovat pomocí tlačítka *Detect port*. Pokud je aplikace nainstalována na systém Windows, veškeré porty se označí jako COM bez ohledu na typu připojení. Většinou je na výběr z několika portů, takže je nutné je postupně všechny vyzkoušet pomocí tlačítka *Test*. Tím se zkontroluje, zda je čtečka připojena pomocí označeného portu. Další parametry nastavení jsou již spíše doplňkovými funkcemi, které nejsou pro správné fungování čtečky důležité, neboť se dají optimálně nastavit pomocí tlačítka *Default*.



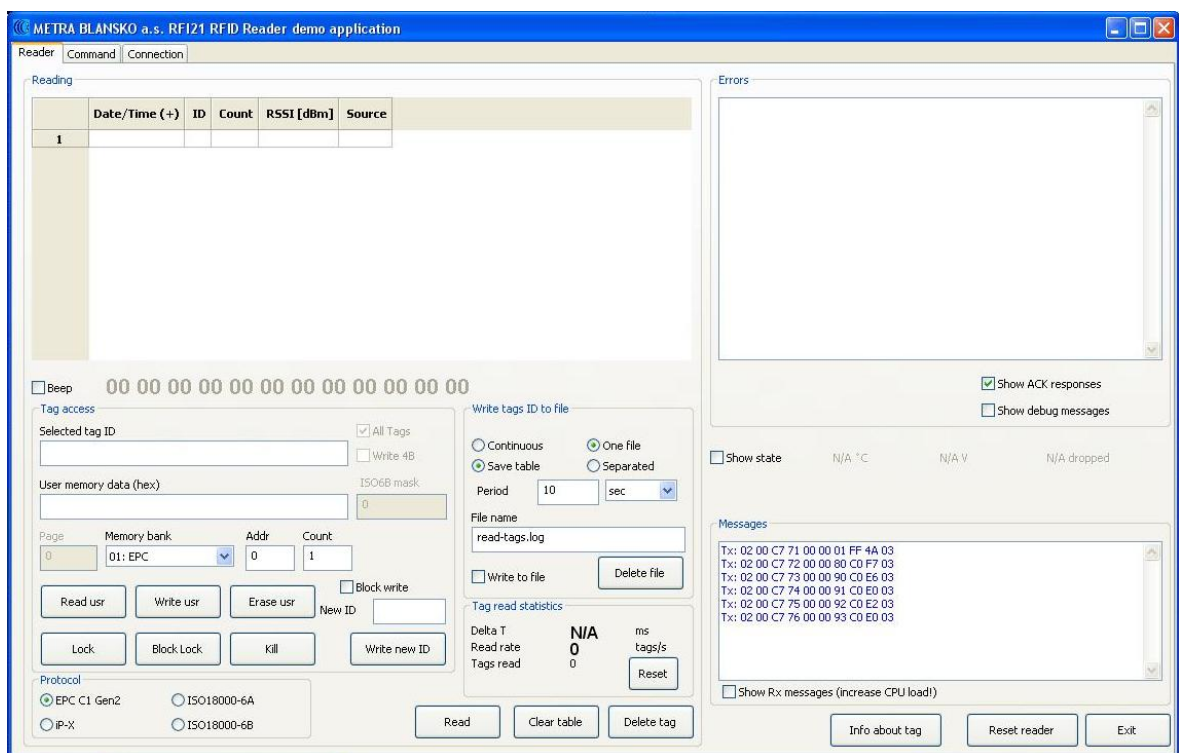
Obr. 40 Okno s možnostmi připojení čtečky a s jejím úspěšným spojením

Jakmile se v poli Status objeví zelený nápis Reader ready, značí to, že čtečka byla úspěšně propojena se systémem počítače a je možná její další komunikace (obr. 40). Zároveň se i načtou informace o verzi čtečky v poli Reader version, její ID v poli Reader ID, a také verze firmwaru v poli Reader firmware. Pro další pokračování a trvalé spojení čtečky a počítače slouží tlačítko *Connect*.

5.2 Uživatelské rozhraní aplikace RFID Reader demo

5.2.1 Záložka Reader

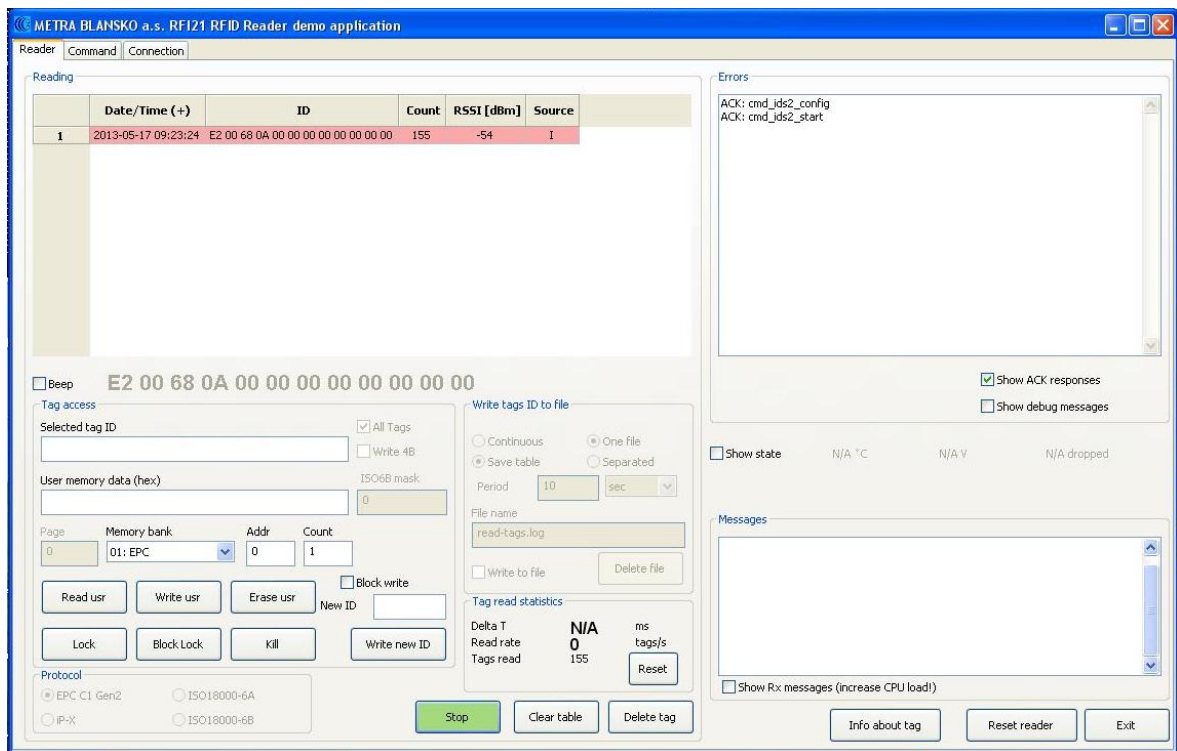
Jako hlavní pracovní plocha a zároveň okno pro uživatelské rozhraní slouží záložka Reader (obr. 41). Nejdůležitější informace se nachází v levé horní části okna., kde jsou ovládací a zobrazovací prvky pro inventarizaci tagů, indikaci tagů v poli antény, dále pak přístup do uživatelské paměti tagů a statistika načítání tagů. V pravé části okna je prostor pro chybová hlášení, stavové parametry čtečky a komunikace, která proběhla se čtečkou.



Obr. 41 Okno záložky Reader

Nejdůležitější položka je umístěna dole uprostřed okna a to položka *Read*. Tím se čtečka přepne do stavu, kdy může přečíst informace z RFID tagů v blízkosti antény. Tlačítko *Read* se změní na tlačítko *Stop* a změní svůj podklad na zelenou barvu. Po přiložení RFID tagu se vypíše veškeré jeho informace v části *Reading*, jak jeho ID, tak i data v uživatelské paměti. Zároveň se celý řádek s informacemi podbarví červenou barvou (obr. 42). Záznam obsahuje informace jako je datum a čas načtení tagu, ID tagu i počet načtení tagu. Pokud je ve složce softwaru přiložen i soubor, který obsahuje ID tagů a jejich názvy, po načtení se

místo ID čísla zobrazí předem nadefinovaný text uživatelem. Vedle tlačítka *Read* respektive *Stop* je tlačítko pro vymazání jednoho záznamu tabulky, *Delete tag*, případně celé tabulky, *Clear table*.



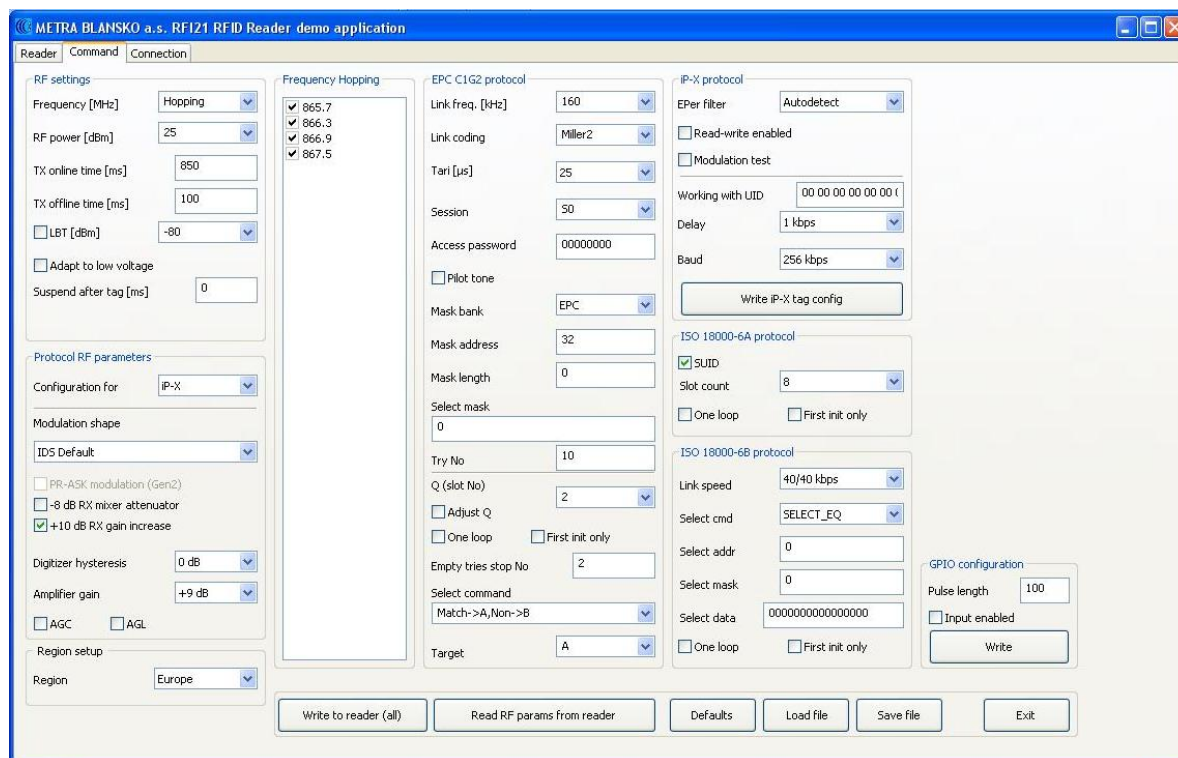
Obr. 42 Okno záložky Reader s načteným tagem

Část Tag access slouží pro zápis a čtení uživatelské paměti. Všechny tagy dodávané ke čtečce pracují s protokolem EPC Class 1 generation 2, takže je důležité vybrat správný typ protokolu EPC.

ID tagu se skládá ze 3 základních částí a to hlavičky, samotných dat a patičky. Prvních 8 údajů se označuje jako hlavička a obsahuje mimo jiné informace o časovači. Pak následují samotná data a poslední 2 údaje se nazývají patička a obsahují například opravná CRC kód.

5.2.2 Záložka Command

Tato záložka slouží pro nastavení parametrů čtečky, antény, parametrů protokolů a nastavení regionu. Při prvním spuštění RFID čtečky se tyto nastavení automaticky upraví do optimálního stavu pomocí přímo čtečky (obr. 43), avšak pro zvláštní zacházení a editaci tagů je tato záložka velmi důležitá. Podsložky, které se automaticky nastaví, jsou RF settings, Protocol RF parameters, Frequency Hopping a Region setup. Pokud ovšem je potřeba permanentně změnit některé parametry čtečky, slouží k tomu tlačítko *Write to reader*. Ten zapíše aktuální data rovnou do čtečky, takže příště již budou načteny pozměněná data. Pro návrat do základního nastavení definovaného v demo aplikaci slouží tlačítko *Defaults*. Část okna nazvaná RF settings slouží především k nastavení parametrů vysílače. Pokud uživatel chce změnit nastavení pro každý z protokolů zvlášť, použije část nazvanou Protocol RF parameters. Pravá půlka okna je věnována podrobnému nastavení pro každý z protokolů zvlášť. Jelikož ovšem většinou veškeré tyto informace načte rovnou čtečka sama, není příliš dobré do tohoto optimálního nastavení zasahovat. Za zmínku ovšem například stojí, že pokud chce uživatel zapisovat na RFID tag pomocí protokolu iP-X, musí zde zatrhnout políčko *Read-write enabled*. Vývojový kit RFI21.1 slouží především k demonstraci bezdrátového přenosu energie pro běžného uživatele či zákazníka, tudíž měnit nastavení v položce Command se doporučuje spíše zkušenějším uživatelům. Jako poslední je položka *Connection*, která je ovšem naprosto stejná jako úvodní položka při nastavení připojení RFID čtečky.



Obr. 43 Okno záložky Command

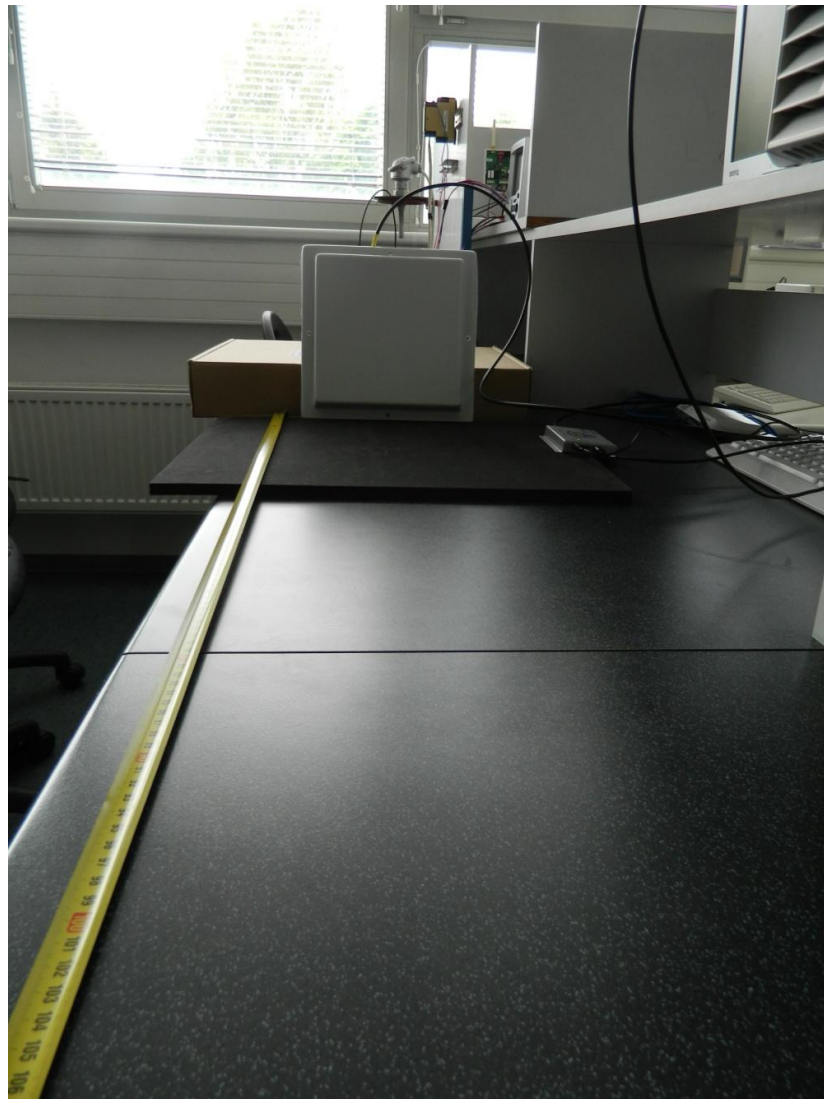
5.3 Ověření správné funkčnosti zařízení

UHF RFID tagy, které byly součástí vývojového kitu RFI21.1, byly výrobcem ověřeny a dodány za účelem ověření jejich správné funkčnosti. Jelikož nebyl dodán žádný návod, jak postupovat při tomto ověřování, byl zvolen vlastní, individuální postup. Ten se skládal ze dvou částí, z nichž v prvním byla zkoumána závislost polohy tagu na jeho vzdálenosti. Druhá část zkoumání představovala snahu porovnat různé typy tagů a to především těch, které byly vyrobeny v Evropské unii s těmi vyrobenými v Číně.

5.3.1 Závislost polohy RFID tagu na čtecí vzdálenosti

RFID tagy se používají v mnoha různých zařízeních i v rámci mnoha různých úloh. Výhodou těchto tagů oproti čárovým kódům je především to, že nemusí být přímá viditelnost mezi tagem a čtečkou. Často se stává, že tagy, které jsou umístěny na nějakém výrobku či zařízení se dostanou do různé polohy, různě natočeny pod různými úhly. Předmětem zkoumání proto bylo, jak moc je závislá poloha tagu na vzdálenosti, která je potřebná k přečtení daného tagu. Anténa byla umístěna do svislé polohy, jako by byla

přímo namontována na zeď (obr. 45) a poté byla změřena vzdálenost mezi tagem a anténou při různých stupních náklonu. Postupovalo se tak, že tag byl umístěn do velké vzdálenosti 5 metrů a postupně byla vzdálenost zkracována až do doby, kdy ji anténa zaznamenala a čtečka správně přečetla. Zdálo by se, že jelikož je anténa kruhové polarizace, na náklonu tagu nezáleží, opak byl ovšem pravdou. Nejprve byla testována vzdálenost při natočení tagu do polohy rovnoběžné s osou antény, tj. největší plocha tagu byla rovnoběžná s přímou plochou antény (obr. 46).



Obr. 44 Sestava pro měření vzdálenosti tagu na úhlu natočení



Obr. 45 Plocha tagu rovnoběžná s plochou antény

Tab. 2 Výsledky měření v situaci, kdy plocha tagu byla rovnoběžná s plochou antény

Tag	Vzdálenost při otočení o 0° (cm)	Vzdálenost při otočení o 45° (cm)	Vzdálenost při otočení o 90° c(m)
Vzorek 1	230	270	240
Vzorek 2	230	250	290
Vzorek 3	230	240	290
Vzorek 4	230	235	290
Vzorek 5	230	240	290

Ze vzorku 5 ti stejných tagů lze odvodit, že paradoxně na nejmenší vzdálenost komunikuje tag se čtečkou při nejpoužívanějším přímém směru natočení. V případě, kdy došlo ke změně náklonu tagu o 45° respektive 90°, došlo také k prodloužení čtecí vzdálenosti a to až o 60 cm. Na největší vzdálenost komunikují RFID tagy při přímém směru k anténě ovšem pootočený o 90° v ose x (tzv. na výšku). Deklarovaná vzdálenost od výrobce tagů byla 3 metry, které ovšem nedokázal splnit ani jeden tag. Z toho lze odvodit závěry, že

deklarované vzdálenosti dané výrobcem nemusejí být vždy splněny za normálních podmínek. Výsledky také mohly ovlivnit elektrické přístroje nacházející se v blízkosti antény či kovové součástky a zařízení.

Při druhém pokusu byla největší plocha tagu pootočena o 90° , tudíž tag nemířil rovnoběžně s plochou antény (obr. 47). Zde ovšem výsledky dopadly naprosto opačně, než při prvním pokusu. Tagy pootočené o 90° v ose x (tzn. na výšku) měly podstatně menší komunikační vzdálenost. To se dá vysvětlit především tím, že anténa RFID tagu není přímo nasměrována kolmo k vyzařujícím elektromagnetickým vlnám antény čtečky, a tedy dochází ke špatnému příjmu energie a je zapotřebí menší vzdálenost snižená až o polovinu.



Obr. 46 Plocha tagu kolmá na plochu antény

Tab. 3 Výsledky měření v situaci, kdy plocha tagu byla kolmá na plochu antény

Tag	Vzdálenost při otočení o 0° (cm)	Vzdálenost při otočení o 45° (cm)	Vzdálenost při otočení o 90° (cm)
Vzorek 1	240	225	100
Vzorek 2	280	220	90
Vzorek 3	220	190	100
Vzorek 4	230	190	110
Vzorek 5	290	220	120

Výsledky obou pokusů byly překvapivé. Výrobci vždy deklarují funkční vzdálenost RFID tagů, ale ta je bohužel velmi ovlivněna samotnou polohou tagu vůči anténě čtečky. V logistice může nastat situace, kdy tagy jsou nalepeny na výrobky, které jsou pak dále jen volně položeny v kontejnerech. V takovém případě pak může docházet ke špatnému vyhodnocení tagů nebo v horších případech i k nepřečtení všech tagů.

5.3.2 Srovnání RFID tagů vyrobených v Evropské unii a v Číně

Velmi často se stává, že prodejci či podnikatelé ze zemí Evropské unie nakupují RFID tagy z Číny (obr. 48), které mohou být až více jak desetinásobně levnější, než ty vyrobené v Evropské unii. Předmětem dalšího pokusu bylo srovnání těchto čínských tagů s těmi, které byly dodány spolu s vývojovým kitem RFI21.1. Ceny obou výrobků jsou neporovnatelné, neboť jeden tag vyrobený v Evropské unii může dosahovat ceny až 24 Kč za kus, zato výrobek z Číny většinou míň, než 2 Kč za kus. Předmětem zkoumání proto bylo, zda jsou tagy dodávané z Číny spolehlivé a případně na jakou vzdálenost.

Bylo objednáno celkem 100 tagů vyrobených v Číně od neznámého výrobce a dodány přes jednoho z rakouských dodavatelů do České republiky. K tomu účelu musel být využit internetový obchod eBay, který jako jediný internetový obchod nabízel možnost obchodu s RFID tagy vyrobenými v Číně. Jeden takový tag vyšel v přepočtu na 2 Kč za kus. Čínské tagy měly rozměry 97x15x0,2 mm, pracovní frekvenci 860 MHz až 960 MHz. Deklarovaný rozsah pracovních teplot byl od -40°C až po 85°C, což byly lepší hodnoty, než u Evropských tagů.



Obr. 47 UHF RFID tagy čínské výroby

Nejprve bylo předmětem zkoumání, zda jsou všechny dodané tagy schopny komunikovat s používaným zařízením a zjistit tak jejich spolehlivost. Za tímto účelem bylo objednáno větší množství vzorků tagů. Z komunikace s některými dodavateli tagů v rámci ČR vyplynulo, že obchodníci si stěžují na to, že dodané čínské tagy odmítají komunikovat. Proto je i problém tagy čínské výroby na našem trhu sehnat, což vedlo k objednání požadovaných tagů prostřednictvím internetového obchodu eBay. Ze vzorku 100 tagů jich bylo všech 100 schopno komunikace s čtečkou RFI21.1, což bylo velmi překvapivé. Dalším kritériem byla vzdálenost úspěšné komunikace tagu se čtečkou. Zde však výsledky byly velmi špatné. Pro ověření předpokladů bylo všech 100 čínských tagů podrobena stejnému procesu měření jako u tagů dodaných se zařízením. Všech 100 tagů nebylo schopno komunikovat se čtečkou na vzdálenost větší jak 100 cm při jakémkoliv natočení. Byly náhodně vybrány výsledky 5 tagů, jejichž hodnoty byly zaneseny do tabulek (tab. 4), (tab. 5) pro představu a jednodušší srovnání s evropskými tagy. Nejčastější komunikační vzdálenost většinou dosahovala méně jak 70 cm. Je to dáno zřejmě horší kvalitou zpracování antény u RFID tagu s použitím méně kvalitních materiálů.

Tab. 4 Výsledky měření v situaci kdy plocha čínského tagu byla rovnoběžná s plochou antény

Tag	Vzdálenost při otočení o 0° (cm)	Vzdálenost při otočení o 45° (cm)	Vzdálenost při otočení o 90° (cm)
Čínský vzorek 1	50	60	70
Čínská vzorek 2	60	60	80
Čínský vzorek 3	40	50	70
Čínský vzorek 4	50	60	70
Čínský vzorek 5	50	80	80

Tab. 5 Výsledky měření v situaci kdy plocha čínského tagu byla kolmá s plochou antény

Tag	Vzdálenost při otočení o 0° (cm)	Vzdálenost při otočení o 45° (cm)	Vzdálenost při otočení o 90° (cm)
Čínský vzorek 1	70	50	40
Čínská vzorek 2	80	60	50
Čínský vzorek 3	60	50	40
Čínský vzorek 4	60	50	40
Čínský vzorek 5	70	70	50

ZÁVĚR

Tato práce se zabývá bezdrátovými technologiemi RFID, které v dnešní době znamenají velký pokrok v oblasti identifikace. Stále více rostoucí segment bezdrátových technologií bude zřejmě v brzké době růst stále více.

Úvod teoretické práce je věnován historii bezdrátového přenosu energie. Jako nejstarší technologie se jeví objev radaru jako bezdrátové radiofrekvenční identifikace. Mezi moderní metu RFID technologie je považován vznik tzv. Auto-ID centra, který sdružuje výrobce a firmy, které se zabývají RFID technologií a pomohl k jasnému vymezení norem a předpisů, díky čemuž se snížila cena těchto technologií a mohlo nastat masivnější rozšíření. Dále byly v práci podrobněji rozebrány různé standardy, které se dnes používají ve světě a také rozdíly mezi různými druhy RFID tagů a RFID čteček. Důležité tak je vědět, jak vůbec vypadá informace uložená na RFID tagu a co všechno obsahuje.

Pro průmysl komerční bezpečnosti však technologie RFID představuje možnosti, jak zvýšit bezpečnost. V poslední době je kladen obrovský důraz na bezpečnost a jsou stále vyvíjeny technologie, které by měly zabraňovat padělání dokladů. V tomhle oboru by RFID mohlo přinést opravdu revoluci díky jeho obtížné padělatelnosti. Nevýhodou ovšem je i možnost úniku citlivých údajů, se kterým se ovšem potýkají všechny bezdrátové technologie.

Praktická část práce byla zaměřena na výběr vhodné RFID technologie pro ukázkovou realizaci. Nejvhodnější zařízení se ukázalo jako RFI21.1 vývojový kit od firmy Metra Blansko a.s. Firma v rámci dlouhodobé spolupráce s Univerzitou Tomáše Bati zapůjčila své zařízení pro odzkoušení správné funkčnosti. Požadavkem firmy a tedy i cílem této diplomové práce bylo dané zařízení nainstalovat, uvést do provozu a uživatelsky jej ověřit včetně kontroly potřebného softwaru. Zařízení je špičkově navrženo a dokáže demonstrovat RFID technologii i méně zkušeným uživatelům a zákazníkům. Na zařízení byla demonstrována a odzkoušena závislost polohy RFID tagu na jeho vzdálenosti. Díky sérii pokusů bylo dokázáno, že poloha RFID tagu vůči RFID čtečce je velmi důležitá, neboť může ovlivnit čtecí vzdálenosti i o více jak 50%. Rozdílné hodnoty jsou dány zřejmě tím, jak působí vyzářované elektromagnetické vlny na přijímací anténu tagu, ve kterém se nevytvoří dostatečné množství energie. Pro druhý pokus posloužily RFID tagy vyrobené v Číně, neboť byla testována jejich spolehlivost na základě stížností různých českých prodejců. Ta měla údajně dosahovat pouze 50%. Avšak v tomto testu dopadly čínské tagy velmi dobře. Pouze jejich čtecí vzdálenost zdaleka nedosahovala tak dobrých výsledků

jako tagy vyrobené v Evropské unii. To je dáno zřejmě horší technologií výroby tagů za použití horších materiálních vlastností.

Dle mého názoru budou bezdrátové technologie RFID stále více zasahovat do životů běžných lidí. Již dnes jsou k vidění výrobky opatřené malými nálepkami s čipem a anténou. Neustálý tlak na požadavky firem zajišťovat veškeré informace o stavu skladů a zásob bude nutit výrobce ke zdokonalování RFID tagů i čteček. Nehledě na bezpečnostní požadavky moderní společnosti, díky nimž se RFID technologie bude ještě více využívat v nejrůznějších oborech a oblastech.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

This diploma thesis deals with wireless RFID technology, which represents a major advance in the field of identification currently. Increasingly growing segment of wireless technologies will probably grow more.

Introduction of theoretical part was focused on selection of RFID technology for sample implementation. The best equipment proved RFI21.1 development kit made by Metra Blansko a.s. company under a long-term cooperation with Tomas Bata University lent its equipment to test the functionality. Requirements of the company and therefore the aim of this thesis was to install the equipment, put into operation a user can verify the required software, including control .Furthermore, the work discussed in more detail various standards that are used today in the world and also the differences between various types of RFID tags and RFID readers. It is important to know how to look at all the information stored on the RFID tag and what it contains.

For commercial security industry, however, RFID technology presents opportunities to increase safety. Recently, it put a huge emphasis on safety and are still being developed technology that should prevent counterfeiting of documents. In this field, RFID could really bring a revolution because of its difficult counterfeiting. The disadvantage, however, is the possibility of leakage of sensitive data, which is of course shared by all wireless technologies.

The practical part of the work was focused on selection of RFID technology for exemplary implementation. The best equipment proved RFI21.1 development kit made by Metra Blansko a.s. Not only that works on both the European and U.S. frequency, but can communicate with RFID tags from different producers and different designs. The device is excellently designed and can demonstrate RFID technology and less experienced users and customers. On the device was demonstrated and tested the dependence of the position of the RFID tag on its distance. Through a series of experiments it was shown that the position of the RFID tag to the RFID reader is very important as it can affect the reading distances of more than 50 %. Different values are mainly due to the way it affects the radiated electromagnetic wave to the receiving antenna tag, which does not create enough energy. For the second experiment served RFID tags made in China, because of their reliability was tested on the basis of complaints Czech various vendors. It had reportedly reach only 50%. However, in this test, the Chinese tags fell very well. In this test turned

out very well, but their reading distance by far do not reach good results as tags produced in the European Union. This is primarily due to lower production technologies tags using inferior material properties.

In my opinion, the wireless RFID technology increasingly intervenes in the lives of ordinary people. Already we can see products bearing labels with small chip and an antenna currently. The constant pressure on business requirements to ensures all information on stock levels and inventory prompting producers to improve RFID tags and readers. Despite the security requirements of modern society, which make RFID technology will be further used in various fields and areas.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BANKS, Jerry. *RFID applied*. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2007, xviii, 509 p. ISBN 04-717-9365-5.
- [2] HUNT, V, Albert PUGLIA a Mike PUGLIA. *RFID: a guide to radio frequency identification*. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, c2007, xxiv, 214 p. ISBN 978-047-0107-645.
- [3] CHILDRESS, David Hatcher. *Nikola Tesla a jeho tajné vynálezy*. Praha: Dobra, 2008, 190 s. ISBN 978-80-86459-57-8.
- [4] ŠTĚDRONĚ, Bohumír. *Prognostické metody a jejich aplikace*. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck, 2012, xxii, 197 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7179-174-4.
- [5] MACŮREK, Filip. *Radiofrekvenční identifikace RFID a její použití v automatizaci a logistice*. [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30654.
- [6] ZVELEBIL, Vladislav. *Použití metody RFID ve světě a u nás*. [online]. [cit. 2013-02-05]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30655.
- [7] SWEENEY, Patrick J. *RFID for dummies*. 1st ed. Indianapolis, IN: Wiley Pub., Inc., 2005, xviii, 388 p. ISBN 07-645-7910-X.
- [8] THORNTON, Frank. *RFID security*. [Online-Ausg.]. Rockland, Mass: Syngress, 2006. ISBN 978-159-7490-474.
- [9] DAVIS, Chris. *Sir Robert Alexander Watson-Watt, FRS*. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.wdc.rl.ac.uk/ionosondes/history/watsonwatt.html>
- [10] *Omnipol koupil ERA Pardubice, výrobce pasivních radiolokátorů Věra*. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-53767050-omnipol-koupil-era-pardubice-vyrobce-pasivnich-radiolokatoru-vera>
- [11] MICK. *The Champion of RFID is ... Wal-Mart?*. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.dailytech.com/The+Champion+of+RFID+is++WalMart/article10375.htm>
- [12] *Auto-ID Labs Big Data Conference Competition*. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://web.mit.edu/lmp/news/competition.html>

- [13] ZVELEBIL, Vladislav. Použití metody RFID ve světě a u nás. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30655
- [14] HERŠTUS, Michal. RFID – principy, typy, možnosti použití. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=44083
- [15] How does RFID tag technology works. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.scienceprog.com/how-does-rfid-tag-technology-works/>
- [16] Active RFID readers. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: http://www.tagsense.com/ingles/products/product_mw.html
- [17] KODYS, spol. s r.o. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/>
- [18] KRČMÁŘ, Petr. Kopie elektronického pasu za pár minut. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/kopie-elektronickeho-pasu-za-par-minut/>
- [19] Bezpečnost bezkontaktních plateb. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.mesec.cz/bankovni-ucty/platebni-karty/bezkontaktni-platby/pruvodce/bezpecnost-bezkontaktnich-plateb/>
- [20] Chráníme vaše osobní a biometrické údaje i peníze!. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.cryptalloy.cz/index.php>
- [21] Varya perimeter. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.viakom.cz/kategorie/perimeter/>
- [22] JA-100 bezdrát. [online]. [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.jablotron.com/cz/katalog-produktu/alarmy/ja-100-bezdrat/>
- [23] *Metra Blansko a.s.* [online]. 2009 [cit. 2013-05-27]. Dostupné z: <http://www.metra.cz/uvod/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

RFID	Radio Frequency Identification
MFF	MDM Flight forward
UHF	Ultra High Frequency
IBM	International Business Machines
MIT	Massachusetts Institute of Technology
UCC	Uniform Code Council
EPC	Electronic Product Code
ITU	International Telecommunication Union
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EAN	European Article Numbering
RTF	Reader Talk First
WIFI	Wireless Fidelity
USB	Universal Serial Bus
GPS	Global Position System
ONS	Object Name Service
ISO	International Organisation for Standardization
PIN	Personal Identification Number
PTZ	Pan Tilt Zoom
LAN	Local Area Network
EZS	Elektrické zabezpečovací systémy
ISO	International Organization for Standardization

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Watson-Watt s prvním radarovým zařízením [9]</i>	12
<i>Obr. 2 Radiolokátor Věra [10]</i>	13
<i>Obr. 3 RFID tag používaný firmou Wall-Mart [11]</i>	15
<i>Obr. 4 Logo Auto-ID Labs [12]</i>	17
<i>Obr. 5 Používané frekvence UHF v různých částech světa [13]</i>	20
<i>Obr. 6 Typy RFID antén [13]</i>	22
<i>Obr. 7 Princip pasivního RFID tagu [15]</i>	23
<i>Obr. 8 Aktivní RFID tag [16]</i>	24
<i>Obr. 9 Mobilní RFID čtečka [17]</i>	25
<i>Obr. 10 Stacionární RFID čtečka [17]</i>	26
<i>Obr. 11 Význam čísel uložených na RFID tagu [13]</i>	28
<i>Obr. 12 Označení RFID čipu na cestovním pasu [18]</i>	32
<i>Obr. 13 Cestovní pas s RFID čipem [18]</i>	33
<i>Obr. 14 Platební karty s RFID čipem [19]</i>	34
<i>Obr. 15 Pouzdro na doklady s Cryptalloy technologií [20]</i>	35
<i>Obr. 16 Detekce vniknutí pachatele do strážného prostoru pomocí RFID tagu [21]</i>	36
<i>Obr. 17 RFID tag Perimetr locator [21]</i>	36
<i>Obr. 18 Architektura uzavřeného perimetru [21]</i>	38
<i>Obr. 19 Princip uzavřeného perimetru [21]</i>	38
<i>Obr. 20 Architektura neuzavřeného perimetru [21]</i>	39
<i>Obr. 21 Princip neuzavřeného perimetru [21]</i>	39
<i>Obr. 22 Architektura s několika perimetry [21]</i>	40
<i>Obr. 23 Princip s několika perimetry [21]</i>	40
<i>Obr. 24 Architektura velmi rozsáhlých perimetrů [21]</i>	41
<i>Obr. 25 Princip velmi rozsáhlých perimetrů [21]</i>	41
<i>Obr. 26 Kontrola občůžky strážných [21]</i>	42
<i>Obr. 27 Historie občůžky strážného a pager [21]</i>	42
<i>Obr. 28 JA-154E přístupový modul s diplayem [22]</i>	43
<i>Obr. 29 JA-190J Bezdotyková přístupová karta [22]</i>	44
<i>Obr. 30 Logo Metra Blansko a.s. [23]</i>	47
<i>Obr. 31 Vývojový kit RFI21.1</i>	48
<i>Obr. 32 Kabel RFC01</i>	48

<i>Obr. 33 RFID čtečka RFI 21.1 [23]</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 34 Rozměrový nákres čtečky RFI21.1</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 35 Anténa s kruhovou polarizací RFA01</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 36 Konstrukční nákres antény s kruhovou polarizací RFA01 [23]</i>	<i>51</i>
<i>Obr. 37 UHF RFID tagy dodané výrobcem</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 38 Zapojení vývojového kitu RFI21.1 s UHF RFID tagy</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 39 Okno s možnostmi připojení čtečky</i>	<i>55</i>
<i>Obr. 40 Okno s možnostmi připojení čtečky a s jejím úspěšným spojením</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 41 Okno záložky Reader</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 42 Okno záložky Reader s načteným tagem</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 43 Okno záložky Command</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 44 Sestava pro měření vzdálenosti tagu na úhlu natočení</i>	<i>61</i>
<i>Obr. 45 Plocha tagu rovnoběžná s plochou antény</i>	<i>62</i>
<i>Obr. 46 Plocha tagu kolmá na plochu antény</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 47 UHF RFID tagy čínské výroby</i>	<i>65</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Frekvenční pásma určená pro systémy RFID [13]</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 2 Výsledky měření v situaci, kdy plocha tagu byla rovnoběžná s plochou antény</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 3 Výsledky měření v situaci, kdy plocha tagu byla kolmá na plochu antény.....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 4 Výsledky měření v situaci kdy plocha čínského tagu byla rovnoběžná s plochou antény.....</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 5 Výsledky měření v situaci kdy plocha čínského tagu byla kolmá s plochou antény</i>	<i>66</i>