

RFID a jeho využití v zabezpečovacích a informačních systémech

RFID and Its Use in Security and Information Systems

Lukáš Gargulák

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš GARGULÁK**
Osobní číslo: **A08108**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **RFID a jeho využití v zabezpečovacích a
informačních systémech**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši o použití RFID v zabezpečovacích a informačních systémech obecně.
2. Proveďte analýzu funkce, technického řešení a použití vybraných RFID prvků.
3. Analyzujte omezení a limity aplikací RFID.
4. Vypracujte vzorovou studii použití prvků RFID u zabezpečovacího systému a u informačního systému podle výsledku literární rešerše.
5. Zpracujte projektový záměr použití RFID u vybraného systému.

*

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Nemaí Chandra Karmakar , Handbook of smart antennas for RFID systems , Wiley, c2010 , ISBN 978-0-470-38764-1
2. Růžička, Michal, Transpondéry RFID - měření přechodových charakteristik a simulace průběhů vnitřních teplot, Automatizace. -- ISSN 0005-125X. -- Roč. 53, č. 3-4 (březen - duben 2010), s. 139-141
3. Blažek, František, Bezkontaktní bezpečnostní spínače s využitím RFID, Automa. -- ISSN 1210-9592. -- Roč. 16, 8-9 (září 2010), s. 86-87
4. Abrie, Pieter L. D, Design of RF and microwave amplifiers and oscilátor, Norwood : Artech House, c2009. -- xviii, 477 s., ISBN 978-1-59693-098-8
5. Klíma, Vlastimil, Kryptologie pro praxi : PicNic pro RFID-KV, In: Sdělovací technika. -- ISSN 0036-9942. -- Roč. 57, 1(leden 2009), s. 12-13
6. Benešová, Zdeňka, Základní příklady z teorie elektromagnetického pole / Z. Benešová, D. Mayer. -- 1. vyd.. -- Plzeň : Západočeská univerzita, 2001. -- 167 s. : il., ISBN 80-7082-818-8
7. Jerhotová, Eva, Elektromagnetické pole a vlny : Příklady. Doplnkové skriptum / Eva Jerhotová ... let al.l. -- 1. vyd.. -- Praha : ČVUT, 2001. -- 62 s., ISBN 80-01-02288-9

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. František Hruška, Ph.D.

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

8. června 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje studiem technologie RFID. Radio – frekvenční identifikace je v poslední době obor, který se velmi rychle rozšiřuje a nahrazuje stávající systémy pro identifikaci zboží.

Cílem této bakalářské práce je zpracovat literární rešerši o použití RFID prvků v zabezpečovacích systémech. Prostudovat jednotlivé typy a řešení RFID prvků. Analyzovat omezení a limity, se kterými je možné se při implementaci této technologie setkat a na závěr uvést příklady použití RFID prvků v reálném životě.

Klíčová slova: RFID technologie, RFID čipy, tagy, RFID čtečka,

ABSTRACT

This text concentrates on study of RFID technology. Radio frequency identification is sector which is recently spreading very much and very fast and replaces current systems for identification of goods.

The main aim of this thesis is to process literature listing about using RFID elements in security systems, research specific types and solutions of RFID elements, analyze restrictions and limits which can occur within implementation of this technology and finally state some examples of use of RFID elements if real life.

Keywords: RFID technology, RFID chip, tag, RFID reader,

Chtěl bych zde velmi poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce: panu doc. Ing. Františku Hruškovi, Ph.D. za jeho vstřícné jednání, cenné rady a připomínky, které mi poskytoval během vytváření a návrhu tohoto projektu.

Představte si to ticho, kdyby všichni říkali jen to, co ví.

(Karel Čapek)

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk 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 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 – 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 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 HISTORIE, VÝVOJ A SEZNAMÉNÍ SE S RFID	12
1.1 HISTORIE, PRVNÍ ZMÍNKY O RFID	12
1.1.1 První RFID patenty	13
2 ANALÝZA FUNKCE, TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ A POUŽITÍ VYBRANÝCH RFID PRVKŮ	16
2.1 RFID TECHNOLOGIE.....	16
2.2 SLOŽENÍ RFID ČIPŮ	17
3 ROZDĚLENÍ RFID ČIPŮ	18
3.1 AKTIVNÍ RFID ČIPY	18
3.2 PASIVNÍ RFID ČIPY	18
3.3 DLE POUŽITÉ FREKVENCE.....	18
3.4 PŘIDĚLENÁ FREKVENČNÍ PÁSMA PRO UHF TAGY	19
3.5 PODLE TYPU PAMĚTI.....	19
3.6 FORMÁTY ŠTÍTKŮ	20
3.7 ROZDĚLENÍ ČIPŮ DLE TŘÍD	20
4 KOMUNIKACE S RFID	21
4.1 IDENTIFIKACE ČIPŮ.....	21
4.1.1 Informace obsažené v paměti RFID čipu.....	21
4.2 EPC (THE ELECTRONIC PRODUCT KEY).....	21
4.2.1 Struktura EPC kódu.....	21
4.2.2 Přiřazování kódu	22
4.3 MIDDLEWARE.....	23
4.4 ČTECÍ ZAŘÍZENÍ.....	24
4.4.1 Základní funkce čtečky	24
4.4.2 Složení RFID čtečky	24
4.4.3 Rozdělení čteček	25
4.4.3.1 Stacionární čtečky.....	25
4.4.3.2 Mobilní čtečky	25
4.5 STANDARD RFID	26
5 PŘÍKLADY POUŽITÍ RFID VE SVĚTĚ	27
5.1 POŠTOVNÍ SYSTÉMY	27
5.2 PĚSTITELSKÝ SYSTÉM OPTIMÁLNÍ VÝŽIVY	27
5.3 ZVÝŠENÍ ZABEZPEČENÍ PŘÍSTAVU BRIDGETOWN.....	27
6 TYPY RFID PRVKŮ A JEJICH VYUŽITÍ.....	29

6.1	TAGY VE TVARU MINCE	29
6.2	SMART LABEL.....	30
6.3	RFID ČIPY VE TVARU KREDITNÍCH KARET.....	31
6.4	SKLENĚNÉ KAPSLE	31
6.5	DALŠÍ TYPY	32
II	PRAKTICKÁ ČÁST	33
7	ANALÝZA OMEZENÍ A LIMITŮ APLIKACÍ RFID	34
7.1	VÝHODY A NEVÝHODY RFID	34
7.1.1	Výhody RFID	34
7.1.2	Nevýhody	34
7.2	OMEZENÍ A LIMITY RFID APLIKACÍ.....	34
7.2.1	Pro RFID v pásmu LF	34
7.2.2	RFID v pásmu HF	35
7.2.3	UHF pásmo	35
7.2.4	Microwave pásmo	35
7.3	SHRnutí.....	36
8	VZOROVÁ STUDIE POUŽITÍ PRVKŮ RFID U ZABEZPEČOVACÍHO A INFORMAČNÍHO SYSTÉMU.....	38
8.1	RFID SYSTÉM PRO DISTRIBUCI ZBOŽÍ ZE SKLADU DO PRODEJEN.....	38
8.1.1	Výhody zavedení RFID do podniku	39
8.1.2	Způsob implementace RFID	39
8.2	ZAVEDENÍ RFID DO KNIHOVNY	42
8.2.1	Komponenty k zavedení systému RFID	42
9	PROJEKTOVÝ ZÁMĚR POUŽITÍ RFID PŘI OCHRANĚ KNIH. FONDU A ZAVEDENÍ VÝPŮJČNÍHO SYSTÉMU POMOCÍ RFID	47
9.1	CELKOVÁ KALKULACE POUŽITÍ RFID V KNIHOVNÍM SYSTÉMU.....	52
9.1.1	Shrnutí	52
	ZÁVĚR	53
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	54
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM TABULEK.....	60
	SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

RFID je rychle nastupující technologie posledních let. Slouží k identifikaci předmětů, výrobků, zvířat, nebo lidí. K ovládní přístupů, v zabezpečovacím průmyslu. Myšlenka RFID je sama o sobě dost stará a pochází z dob druhé světové války.

Tento systém lze úspěšně nasadit v mnoha odvětvích a oblastech, kde je kladen důraz na co nejrychlejší a přesné zpracování informací a okamžitý přenos těchto načtených dat k následnému zpracování.

To následně vede ke zvýšení přesnosti, rychlosti a efektivnosti obchodních, skladových, logistických a výrobních procesů. Technologie RFID je v současné době považována za přímého nástupce čárových kódů.

Teoretická část je věnována literární rešerši o použití RFID. Je provedena analýza, rozdělení RFID a celkové seznámí s technologií RFID, jak pracuje, jaké jsou její jednotlivé součásti.

Důvodem výběru tohoto tématu byla předchozí zkušenost s čárovými kódy a problémy, které s tím vznikly při použití ve skladovém zásobování.

Cílem práce je poskytnout dostatečné množství informací k pochopení funkčnosti RFID systémů a jeho hlubšího poznání.

V praktické části poukázat, že každá technologie, ať vypadá sebe více dokonale má i své nevýhody a omezení. Zpracovat vzorovou studii a poukázat na použití RFID prvků v systémech reálného využití. Na závěr je proveden projektový záměr o použití prvků u vybraného systému, zde je zpracována kalkulace nákladů spojených s implementací této technologie.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE, VÝVOJ A SEZNAMÉNÍ SE S RFID

S myšlenkou na vznik bezdrátové technologie zpracování informací přišla před lety největší maloobchodní firma WalMart, která před několika desetiletími stála u zrodu čárového kódu. Základem byla myšlenka vyvinout takovou technologii, která dokáže objekt identifikovat na větší vzdálenost, bez přímé viditelnosti tak, aby v reálném čase bylo možno zpracovat více objektů současně. V současné době se technologie RFID velice rozvíjí a dochází k nasazení v mnoha dalších oblastech trhu, největší uplatnění nachází v logistice, výrobě, sledování objektů - logistických jednotek (zboží, palet, kontejnerů), sledování majetku, sledování zavazadel na letištích a evidence osob. [1]

1.1 Historie, první zmínky o RFID

Kořeny *radio frequency identification* (dále jen RFID) sahají až do druhé světové války. Všechny válečné strany, jak Němci, Japonci, Američané a Britové, používali radar, který objevil roku 1935 skotský fyzik Robert Alexander Watson – Watt. Pomocí radaru sledovali přilétající letadla, ještě dříve, než se objevili nad místem určení. [2]

Problém byl ovšem v tom, že v té době neexistoval žádný způsob jak odlišit nepřátelská letadla od těch svých, které se vraceli z misí. [2]

Němci zjistili, že když se jejich piloti vraceli z bojů zpátky na základny, tak změnili rádiový signál, který se odrážel zpět od letadel. Tato hrubá metoda ovšem upozornila posádky radarů a umožnila identifikaci vlastních letadel od nepřátelských. To je první zmínka o pasivním RFID systému. [2]

Pod vedením Watson – Watta, který pracoval na tajném projektu, vyvinuli Britové první aktivní identifikační systém, tzv. IFF (*Identity friend or foe*). Na každé své letadlo přidělali vysílač. Ten, když dostal signál z radarového systému, začal vysílat signál, podle něž se dalo určit, že se jedná o přátelské letadlo. RFID pracuje na stejné základní koncepci. Signál je poslán k transpondéru, který se probudí, a to buď odráží zpět signálu (pasivní systém) nebo vysílá signál (aktivní systém). [2]

Pokroky v radaru a radiových – frekvenčních systémech pokračovaly přes 60. a 70. léta 20. století. Vědci a vysokoškolští učitelé ve Spojených státech, Evropě a Japonsku prezentovali, jak může být RF energie využita pro identifikaci objektů na dálku.

Společnosti začaly komercionalizaci proti krádeži systémy, které používají rádiové vlny k identifikaci, zda zboží bylo zapláceno, či nikoliv.

Tento typ čipů, který se používá i dnes, má 1 bitový tag. Bit je buď zapnutý, nebo vypnutý. Je-li zboží zakoupeno, čip se vypne a člověk může opustit obchod. Pokud ovšem za zboží nezaplatí, při vstupu do detekčních bran je odhaleno zboží, které nebylo zapláceno a ozve se alarm, který varuje obsluhu obchodu. [2]

1.1.1 První RFID patenty

Mario W. Cardullo tvrdí, že obdržel první americký patent za aktivní RFID tag s přepisovatelnou pamětí 23. ledna 1973. Ten samý rok, Charles Walton, podnikatel z Kalifornie, získal patent na pasivní transpondér, k odemykání dveří bez klíče. Karta s vestavěným transpondérem vyslala signál poblíž čtečky u dveří. Když systém detekoval správné platné identifikační číslo uložené uvnitř RFID tagu, systém odemkl dveře. [2]

Americká vláda pracovala na systému RFID též. V roce 1970 v Los Alamos National Laboratory pracovali na výzkumu sledování dovozu jaderného materiálu. Skupina vědců přišla s konceptem zabudování transpondéru do kamionů k jejich kontrole při průjezdu čtecími zařízeními. Antény v čtecích branách probudili transpondéry v kamionech a ty zaslaly údaje o typu kamionu, popř. informace o řidiči apod. Tyto systémy byly později uvedeny pro širokou veřejnost jako automatické systémy pro placení mýtného. [2]

Na žádost ministerstva zemědělství, vyvinuli v Los Alamos také pasivní RFID čip pro sledování dobytka. Potřebovali ve velkém stádu krav hlídat dávky léků pro dobytek, jenž byl nemocný, aby měli přehled, který z nich dostal dávku a který ještě ne, aby náhodou nedošlo k omylu a poté k úhynu dobytka z důvodu předávkování léky. V Los Alamos přišli s pasivním RFID systémem na UHF, který používal rádiové vlny. Zařízení čerpalo energii z čtečky a jednoduše odráží modulovaný signál zpět pomocí techniky známé jako zpětný rozptyl. [2]

Později byl vyvinut nízkofrekvenční (125 kHz) systém, který se vyznačoval menšími transpondéry. Ty mohly být zapouzdřeny ve skle a implantovány pod kůži krav.

Tento systém se stále používá u krav skoro po celém světě, u nás se lze setkat s tímto systémem jen zřídka. [2]



Obrázek 1 Ušní RFID implantáty u dobytka

Po této době se začaly zmíněné nízkofrekvenční tagy zavádět do aut, jako přístupy do budov apod. Později se začalo přecházet na vyšší rádiové frekvence, přesněji 13,56 MHz. Vyšší frekvence umožňovaly větší dosah a rychlejší přenos dat. V Evropě se využívaly ke sledování kontejnerů a dalšího majetku. Dnes se používají tyto frekvence pro přístupové, nebo platební karty a bezpečnostní systémy v autech. [2] [3]

V 90. letech 20. století byly patentovány RFID systémy na ultra vysoké frekvenci. Tyto frekvence nabízeli dosah až 6 m a větší přenosy dat. Za tímto nápadem stála firma IBM, ovšem nepodařilo se jí ho více rozšířit a v době finanční krize tento systém odprodala společnosti Intermec, která se zabývala poskytováním systémů s čárovými kódy. V roce 1999 se firmy *Uniform Code Council* (UCC; nezisková organizace dohlížející na užívání univerzálních kódů u výrobků a na standardy čárových kódů v Severní Americe), *EAN International* (podobná organizace jako UCC pro Evropu), *Procter & Gamble a Gillette* zasloužily o založení Auto-ID centra v Massachusettském institutu technologií. Zde prováděli výzkum zaměřený na robotiku. Jednalo se o identifikaci objektů pomocí robotů. Dospěli k závěru, že je jednodušší, aby se předměty identifikovali sami. Aby však mohli minimalizovat náklady, a udržet nízkou cenu, chtěli zachytit na RFID tag pouze sériové číslo a zbylé potřebné informace, by se načítali z databáze dostupné v síti. Tím změnili celkový pohled na RFID, o kterém se doposud smýšlelo jako o mobilních databázích.

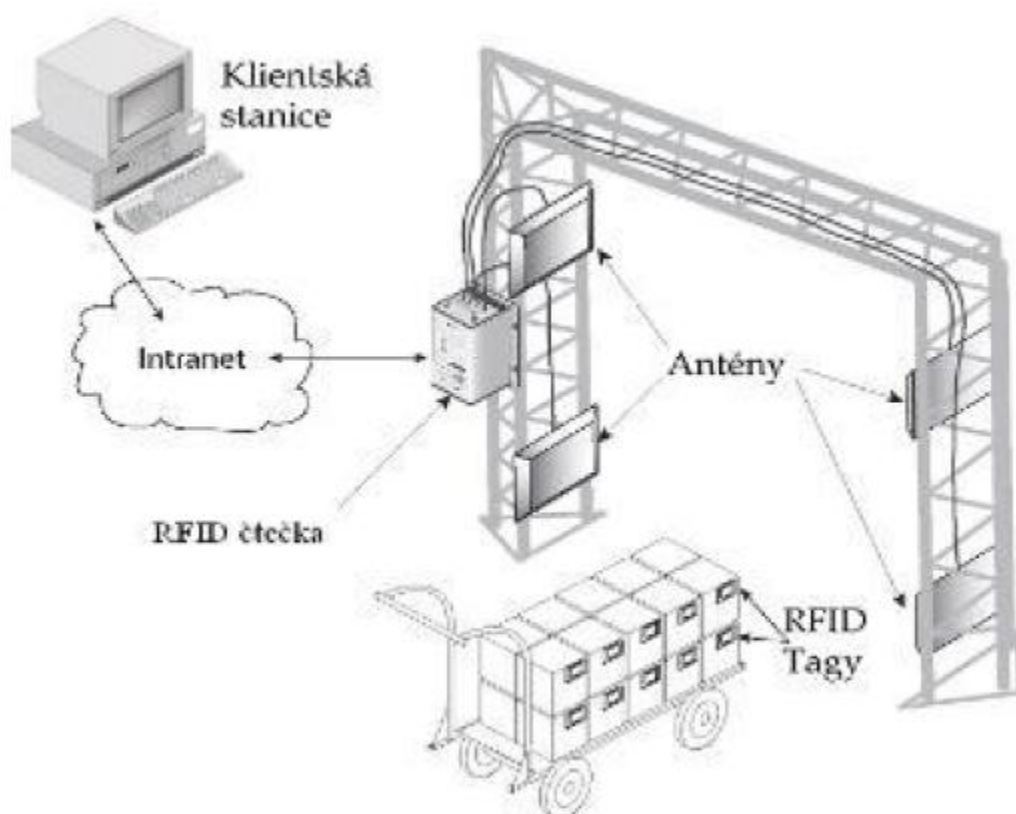
Později v letech 1993 – 2003 Auto-ID získalo podporu spousty velkých koncových uživatelů a též i Ministerstva obrany Spojených států Amerických. [2] [3]

Byly vyvinuty dva protokoly (class 1 a class 0). Elektronické číslování výrobků (EPC). V roce 2003 pak společnost Uniform Code Council společně s EAN založila *EPCglobal*. [2] [3]

2 ANALÝZA FUNKCE, TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ A POUŽITÍ VYBRANÝCH RFID PRVKŮ

2.1 RFID technologie

RFID (*Radio Frequency Identification*), česky radiofrekvenční systém identifikace je technologie používaná k identifikaci objektů pomocí radiových vln. Tento systém lze úspěšně používat tam, kde je potřeba co nejrychlejší a nejpřesnější zpracování informací a zvýšení efektivity různých procesů. *Informace jsou ukládány do malých tagů – čipů a následně lze tyto informace číst, nebo přepisovat pomocí radiových vln.* Tento proces je podobný jako u čárových kódů s tím rozdílem, že RFID umožňuje číst najednou až několik set čipů najednou. [1] [26]

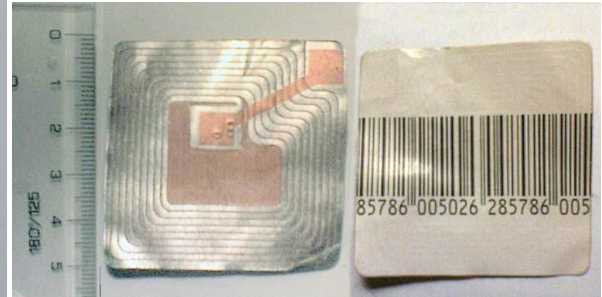


Obrázek 2 Schéma systému funkce RFID technologie [1]

Technologie RFID lze považovat za přímého nástupce čárových kódů. Čipy mohou mít různou podobu a velikost, od nejvíce používaných samolepicích etiket, po přívěšky, kapsle či karty. Ke čtení a zapisování dat do RFID čipů slouží čtečka, která může mít různou podobu (mobilní terminál, brána, ruční čtečka apod.) [4]



Obrázek 3 Typy RFID čipů



Obrázek 4 RFID čip jako nálepka

2.2 Složení RFID čipů

RFID mohou být jednoduché čipy vysílající pouze jednoduchý rádiový impuls, například pouze hodnotu 1 bit, nebo taky složité zařízení vysílající znaky, celá slova, nebo obsáhlejší datové bloky. Dražší a složitější systémy umožňují šifrování a ukládání objemu dat.[6] [26]

Ve všech RFID čípech nalezneme následující součásti:

- Napájecí obvod
- Přijímač, vysílač
- Paměť
- Anténu

[26]

3 ROZDĚLENÍ RFID ČIPŮ

RFID rozdělujeme dle typu na dvě základní kategorie, tím jsou aktivní RFID čipy a pasivní RFID čipy. [26]

3.1 Aktivní RFID čipy

Aktivní čipy vysílají samy své údaje do okolí (TTF *tag talks first*), toto umožňuje vlastní miniaturní baterie umístěna v čipu, která vydrží cca 1-5 let. Tyto čipy však kvůli baterii mají menší odolnosti na teplotu a je nutné provádět výměnu baterie (nejvíce se využívají pro sledování osob, vozového a technologického parku, sledování zvířat a tam kde leze čip opětovně použít). Aktivní čipy mají vzdálenost čtení až 100m, ale vyžadují poměrně vysoké náklady na pořízení, velikost paměti na čipu může dosahovat až 100Kb. [1]

Dalším typem jsou ještě semiaktivní čipy, jsou si podobné s pasivními čipy, obsahují stejně jako aktivní čipy baterii, ta ale slouží pouze k posílení dosahu. [26]

3.2 Pasivní RFID čipy

Pasivní čipy jsou cenově výrazně levnější, mají různou akční vzdálenost čtení od 0,5m do 10m, dlouhou životnost čipu a používají metodu (RTF *reader talk first*). Tagy, které pracují na nejvyšší frekvenci UHF, mají rádius - cca 3 až 10m, ty s frekvencí nejnižší LF 125kHz mají dosah jen cca 0,5m. V současné době jsou nejvíce rozšířeny pasivní čipy a to zejména kvůli své nízké ceně, nenáročnosti na obsluhu a odolnosti, velikost paměti 64 - 256 bits. [1]

3.3 Dle použité frekvence

- nízkofrekvenční systémy (od 30 KHz do 500 KHz) mají nižší operační dosah. Typicky jsou používány pro bezpečnost či sledování majetku a identifikaci zvířat. Mají dosah typicky do 0,2 m a malou rychlost snímání. [5] [26]
- vysokofrekvenční systémy (od 850 MHz do 950 MHz a od 2,4 GHz do 5,5 GHz) nabízí daleký dosah (nad 90 metrů) a vysoké rychlosti čtení. Používají se například při převozu automobilů po železnici či při sestavování výrobků na automatické lince. V poslední době probíhá mohutný přechod lokálních sítí na radiofrekvenční platformu v pásmu 2,4 GHz protokolem 802.11b. [5] [26]

3.4 Přidělená frekvenční pásma pro UHF tagy

- Region 1 865 - 869 MHz Evropa a Afrika, max. povolený výkon 0,5 W
- Region 2 902 - 928 MHz USA, Kanada a Mexiko, max. povolený výkon 4 W
- Region 3 950 - 956 MHz Japonsko a Asie [1] [26]

3.5 Podle typu paměti

- Read – only
Čip nese různě dlouhé, unikátní sériové číslo EPC, které je přiděleno už při výrobě, jedna se o snahu nějaké standardizace. Některé typy čipů umožňují jednorázově zapsat do paměti malou část dat. Popř. lze zápisem znehodnotit čip, nebo ho označit jako neplatný. Čehož se může využívat v obchodech a při prodeji po zaplacení zboží. [5] [26]
- Read – Write
Paměť těchto čipů typicky umožňuje zapsat 256 bitů, maximálně však 32 KB. Oproti read – only se vykazují vyšší cenou a jejich nasazení je spíše do výrob, kde se po skončení koloběhu vrací čip zpátky do nového použití a není tak znehodnocován, popřípadě vyhozen. [5] [26]
- Write once – Read Many
Tyto čipy umožňují taky zápis do paměti, ale jak již z názvu odpovídá, informace lze zapsat pouze jednou. Opět lze využít v obchodech. Po zápisu do paměti se potom čipy chovají už jako Read – only. [5] [26]

3.6 Formáty štítků

Podle způsobu použití se vyrábí tyto formáty RFID štítků:

- **Vložené:** Mají čip a anténu připevněnou k podkladu
- **Lepící vložené:** mohou být jednoduše připevněny na produkt pomocí lepicí hmoty na druhé straně štítku
- **Samolepky:** RFID lepicí štítky, které se dají použít pro tisk v termo – transferových tiskárnách
- **Zabudované:** Laminátové, zapouzdřené do speciálních obalů (tyto obaly jsou buď platové, gumové, nebo z jiných materiálů, jejich design je potom tvořen podle požadavků zákazníka[5])

3.7 Rozdělení čipů dle tříd

Class 0	pouze pro čtení, programováno ve výrobě, 64 nebo 96 bit, čtení 1000 tagů/sec
Class 1	zápis jednou/zápis mnohokrát, programováno při použití, 64 nebo 96 bit, čtení 200 tagů/sec
Class 0+	čtení/zápis, programováno kdykoliv, 256 bit, čtení 1000 tagů/sec
Gen 2	čtení/zápis, programováno kdykoliv, 256 bit, čtení 1600 tagů/sec

Tabulka 1 Rozdělení tagů dle tříd [17] [26]

4 KOMUNIKACE S RFID

4.1 Identifikace čipů

RFID čipy obsahují 96bitové unikátní číslo takzvané EPC, které (z hlediska logistiky a obchodu) může být přiděleno každému jednotlivému konkrétnímu kusu zboží. EPC se přiděluje centrálně výrobcům v jednotlivých řadách. EPC o délce 96 bitů má nabídnout dostatečný číselný prostor 268 milionům výrobců produkujícím každý 16 milionů druhů výrobků (tříd) a v každé třídě je prostor pro 68 miliard sériových čísel. Protože zatím není ani teoretický výhled na využití takového množství číselných kombinací EPC, mohou čipy používat EPC o délce 64 bitů, výhodou je snížení jejich ceny. Na druhou stranu je zde taky výhled pro přechod na 128 bitů, kdyby se náhodou stalo, že by číselné řady přestaly stačit. [9]

4.1.1 Informace obsažené v paměti RFID čipu

K odvozování informací na základě EPC přímo slouží služba zvaná Object Name Service - ONS. *Ta přiřazuje ke každému EPC adresu s popisem zboží ve formátu XML, resp. jeho speciálním derivátu PML - Physical Markup Language. V tomto formátu se mohou uchovávat všechna potřebná data ke zboží, jako je jeho záruka, trvanlivost, způsoby použití a další údaje, jež může obchodník snadno importovat a používat. [9]*

4.2 EPC (The Electronic Product Key)

EPC je navržen jako univerzální identifikátor, který poskytuje jedinečnou identitu pro každý fyzický objekt kdekoliv na světě, v jakýkoliv čas. Jeho struktura je definovaná v EPCglobal Tag Data Standard, který je jako otevřený standard volně k dispozici ke stažení z webových stránek EPCglobal,INC. [10] [11] [20]

4.2.1 Struktura EPC kódu

EPC kód lze rozdělit na čtyři základní části:

- Záhlaví (Header) – definuje délku, typ, strukturu kódu, jeho rozsah je 8 bitů a umožňuje vytvořit 256 kombinací
- EPC manager – slouží k identifikaci informací o firmě, rozsah je 28 bitů a lze vytvořit 268 milionů kombinací

- Object class – Používá se k jednoznačné identifikaci výrobku, rozsah je 24 bitů, to umožňuje 16 milionů kombinací tříd
- Sériové číslo (serial number, někdy též označované jako pořadové číslo) – Určuje sériové číslo produktu, slouží k identifikaci přímo konkrétního objektu, konkrétní kus zboží, či osoby. Jeho rozsah je 36 bitů a umožňuje 68 miliard kombinací. [10] [11] [20]

EPC:

...	859 1234	56789	0000000123456
-----	----------	-------	---------------

Záhlaví

Pořadové číslo

EPC Manager

Object Manager

Obrázek 5 Tvar EPC kódu

4.2.2 Přiřazování kódu

Jednotlivé čísla EPC, které označují výrobce, jsou přidělovány organizací EPC global. Vždy jsou přiřazené tak, aby byla zaručená unikátnost čísla. Sériové čísla si potom stanovují výrobci sami. Z důvodů co nejmenších nákladů na výrobu je tento systém založený na koncepci registrovaných prefixů, čili všechny přiřazené informace jsou externě zpracovávány softwarovými aplikacemi. Toto je výhodnější než snaha vše ukládat do omezených prostor přímo do čipů. [10] [20]

EPC tedy umožňuje dostatečný prostor. Počítá se v budoucnu i s tím, že kdyby délka 96 bitů nestačila, může se přistoupit k rozšíření na 128 bitů, popř. 256 bitů. První RFID nesli jen jediné unikátní číslo. Druhá generace umožňovala krom zapsání EPC kódu ještě zapsat navíc data do nového volného prostoru, mohlo se tak k výrobkům kromě sériových čísel připsat například datum spotřeby, či jiné potřebné údaje. [10] [11]

V roce 2004 v USA přišel nový standard EPC Global Class 1 Generation 2 (G2). Oproti předchozí generaci, je tento systém G2 výkonnější, bezpečnější. Navíc EPC Global Gen2 zajišťuje sjednocení frekvencí v rámci celého světa na tři základní regiony. Naše republika spadá do regionu č. 1 Evropa a Afrika s frekvencí pro RFID EPC Gen2 869 MHz. Tagy splňující standard EPC Gen2 budou čitelné kdekoli ve světě zařízeními, které splňují

normu EPC Gen2, bez nutnosti použití jednotlivých vysílačů pro každý region. Tím bude zajištěna stejná interoperabilita jako u čárových kódů. [10] [11]

4.3 Middleware

Další součástí RFID systému je middleware. Představuje software (nebo také jako specializovaný hardware) pro správu, filtraci, analýzu dat získaných z RFID tagů, které jsou načteny čtečkou. [7] [18]

Jednou z prvních pokusů o vytvoření těchto aplikací byl program SAVANT, vyvinutý v rámci projektu EPC v AUTO-ID Center. Mezi jeho základní funkce, které jsou srovnatelné i s dnešními systémy, patřilo: schopnost komunikovat s mnoha čtečkami, i od různých výrobců, s různými protokoly a filtrovat získané data. Výsledky ukládat do databází a přes další rozhraní je poskytovat dalším aplikacím. Existuje mnoho společností, které se vývojem těchto systémů zabývají. Jejich řešení se v mnohém liší podle použití. Můžou mít podobu velkých centralizovaných serverů spravujících celou velkou síť vzdálených čteček, nebo se může jednat o hierarchické řešení vzájemně komunikujících objektů schopných běžet na jednoduchém zařízení, co nejbližší k čtečkám. [7] [19]

Důvodů, proč je middleware opodstatněný je hned několik. Existují standardy pro komunikaci mezi RFID tagem a čtečkou. Čtečky od různých výrobců jsou však vyráběny s různými vlastnostmi a chováním a většina výrobců taky používá své vlastní komunikační protokoly. Proto je výhodné, když je k dispozici systém, který dokáže komunikovat s různými druhy čteček, od různých výrobců pomocí rozdílných protokolů a zároveň umožňovat vhodnou správu dat. [7] [19]

Další výhodou je možnost filtrace a předzpracování dat, neboť čtečky čtou data z RFID tagů hromadně v neuceleném pořadí. Většinou je nezbytné detekovat, kdy se daný tag objevil ve čtecí zóně a kdy ji opustil. [7]

S informacemi o prostředí a dat z okolních čteček, lze tyto data dobře používat pro opravu chyb způsobených chybou čtení, kdy mohou dvě čtečky načíst jeden tag vícekrát, nebo některé tagy díky stínění nemusejí být načteny vůbec. [7] [19]

4.4 Čtecí zařízení

Snímače, nebo taky jinak řečeno čtečky jsou zařízení, které umožňují zachytit vysílání aktivního nebo pasivního RFID tagu. On pojem čtečka je i trochu zavádějící, neboť nemusí pouze data číst, ale může do tagu i zapisovat data (pokud se o takovýto typ tagu jedná).

Požadavek na čtečky je schopnost dokázat zpracovat obrovské množství dat s RFID čipů. Například čtečka přistavěná vedle palety se zbožím by měla být schopná přečíst v rychlosti celý obsah palety. [22] [23] [34]

4.4.1 Základní funkce čtečky

Mezi základní funkce, jenž má čtečka provádět, patří:

- Dodávat energii pasivním tagům
- Přečtení údajů z RFID tagů
- Popř. zapsání dat do RFID tagů
- Přenos dat do řídicího počítače oběma směry
- Základní filtrace dat, popř. detekce chyb

Pokročilejší a dražší čtečky umí, kromě výše vypsanych parametrů, taky provádět další funkce jako jsou: [24] [34]

- Antikolizní opatření při komunikaci s vícero tagy najednou
- Ověřování tagů, kvůli zabránění podvodům nebo neoprávněným přístupům k systému
- Šifrování a ochrana dat [24]

4.4.2 Složení RFID čtečky

Čtečky se skládají ze tří základních částí:

- Obsahují jednu nebo více antén, antény mohou být integrované uvnitř čtečky nebo externí
- Rádiové rozhraní, které umožňuje modulaci a demodulaci, přenos a příjem daného typu rádiového přenosu
- Řídící jednotky, hlavní řídicí jednotkou každé čtečky je mikroprocesor

Na trhu existuje spousta čtecích a zapisovacích jednotek, liší se od sebe svými konstrukcemi od malých čteček po velké systémy s branami a antén po tunelové systémy. [34]

4.4.3 Rozdělení čteček

4.4.3.1 *Stacionární čtečky*

Bývají nepřenosné, jsou pevně namontovány v určitých bodech většinou doplněné externími antény. [22] [34]



Obrázek 6 Stacionární RFID čtečka [8]

4.4.3.2 *Mobilní čtečky*

U mobilních čteček jsou všechny komponenty implementované v jednom pouzdře. Zařízení jsou většinou uzpůsobeny pro pohodlné držení v ruce. Mohou být použity bez kabelů s vestavěnou baterií pro napájení. Mohou využívat různých bezdrátových technologií pro komunikaci se systémem, nebo ukládat načtená data do vnitřní paměti, kde po připojení ke stanici je nahrát do systému. Taktéž mohou být připojené na kabelu s omezeným polem působení. Většinou se vyskytují ve formě pouze čtecích zařízení, existují však i mobilní čtečky, které jsou schopné data jak číst, tak i zapisovat.

Připojení čteček může být jak pomocí známých bezdrátových technologií, jako je WiFi, nebo pomocí USB, LAN, či u starších typů pomocí sériového rozhraní RS – 232 (COM). [22] [34]



Obrázek 7 Mobilní RFID čtečka [14]

4.5 Standard RFID

V systémech RFID byl zaveden standard ISO/IEC 18000. Tento standard se zabývá použitím unikátních frekvencí, viz tabulka níže. [12]

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

Tabulka 2 Standardy pro RFID [12]

5 PŘÍKLADY POUŽITÍ RFID VE SVĚTĚ

5.1 Poštovní systémy

Umožňuje automatické zpracování, kontrolu zásilek a jejich evidenci. Kontrola lokalizace zásilky a okamžité korekce chyb v distribuci. [26] [28]

Jeden z největších projektů v Evropě byl zaveden ve Španělsku. Bylo použito přes 2300 antén, 330 čteček, a přes 13 tisíc pasivních RFID čipů. Jedná se o poštovní firmu Correos.

Correos implementuje kontrolní systém nazvaný Q-RFID, kde využívá 16 center pro automatické zpracování pošty po celém Španělsku. Díky tomu došlo k zlepšení kontroly dodávek a zkvalitnění služeb. [26] [28]

Díky použitému softwaru Anywhere, lze kontrolovat poštovní položky v každém stádiu jejich procesu doručování. Díky tomu lze předejít chybným přepravám a vzniklé chyby okamžitě napravit, bez větších ztrát. [26] [28]

5.2 Pěstitelský systém optimální výživy

Společnost Walking Plant Systems, sídlící v Holandsku, zavedla RFID technologii pro systém řízení produkce rostlin. Implementací technologie RFID zavedla společnost Tagsys.

Plně automatizovaný systém produkce hlídá výživu a kontroluje stav rostlin v individuální péči. Podle fotografií rostlin software určuje stav a kvalitu rostlin, podle toho upravuje výživu a automaticky přesouvá rostliny do příslušných sekcí skleníkových hal. [26]

Pěstitelský průmysl v Nizozemsku celosvětově patří mezi nejrozvinutější. Registrováno je na 1500 společností, které dohromady disponují skleníkovými halami o ploše tisíce hektarů. RFID technologie jim může pomoci k plné automatizaci procesů a snížení nákladů. [26] [29]

5.3 Zvýšení zabezpečení přístavu Bridgetown

Jeden z největších karibských přístavů v Bridgetownu v Barbadosu zavádí s pomocí společnosti Axcress International RFID senzorické řešení zabezpečení přístavu. Projekt byl zaveden s rozpočtem 2 miliony dolarů. Využity jsou RFID tagy Active Tag od výše zmíněné společnosti. Systém využívá bezdrátových senzorů a podvodních kamer. Všechny technologie jsou mezi sebou propojeny a mají tak zabránit případným útokům.

ActiveTag technologie byla vyvinuta pro zabezpečení sběru dat v reálném čase. Na neobvyklé situace je systém schopen rychle upozornit. [30]

Jednou z dalších společností, která zavedla zabezpečení pomocí RFID je Asijská společnost Secured Digital Applications, která poskytuje IT aplikace. Zavedla systém sledování osob v reálném čase při výrobě mikročipů. Systém je schopen sledovat pohyb osob a kamerový systém, který se spustí v případě, kdy RFID zabezpečení zahlásí určitou výjimku, nebo chybu. *Management společnosti tak může sledovat pracovníky ve 2D nebo 3D webovém rozhraní.* [30]

6 TYPY RFID PRVKŮ A JEJICH VYUŽITÍ

Jak již bylo řečeno RFID tagy se dělí podle toho, na jaké použití jsou určeny. Na RFID tagy, jsou kladeny různé požadavky, do jakých systému by měli být nasazeny, jestli mají splňovat určité kritéria odolnosti a velikosti. Lišit se budou mezi sebou tagy pro použití při výrobě, kde jsou kladeny důrazy především na odolnost a velikost, oproti například kartám pro odemykání dveří, nebo čipových karet sloužících k identifikaci. [7] [26]

6.1 Tagy ve tvaru mince

Nebo chcete-li ve formě žetonů. Vyznačují se kruhovým tvarem, jejich velikost může být od pár mm po 10 cm. Jejich výhodou je jednoduchá implementace do jiných součástí. Může tak být uložena v imobilizéru, nebo v klíčence pro sledování pohybu osob.

Složitější kroužkové čipy se používají například v automatizované výrobě, nebo při kontrole pravosti výrobků. Některé se vyznačují i velkou odolností proti teplotě a tlaku. [25] [7]



Obrázek 8 Kroužkové RFID tagy [13] [25]

6.2 Smart label

Jedná se o plastovou nebo papírovou etiketu, která může být z jedné strany potisknuta například čárovým kódem a z druhé strany na ni může být nalepený pasivní RFID tag. Použití má několik důvodů. Pokud by došlo k poškození RFID tagu, je možné použít čárový kód jako záložní identifikátor. Jeho výhodou je v nižší ceně, čip tak cestuje s výrobkem a už se nevrací znova do oběhu a končí s prodejem výrobku.

V průběhu let můžou RFID štítky nahradit klasické RF štítky, které se dneska vyskytují téměř na každém výrobku v obchodě, rozdíl mezi RF štítkem a RFID je v tom, že RF štítek má pouze 1 bit, čímž pouze detekuje stav zapnuto a vypnuto, musí být opatřen čárovým kódem, aby bylo možné zjistit, o jaký typ výrobku se jedná. Do RFID lze právě tyto informace uložit a tím odpadá nutnost čárového kódu. Ovšem většinou se používá jako záložní řešení, když by RFID štítek selhal.

V porovnání RF/RFID zatím vychází poměrově cena 0,5,- Kč za RF oproti 20,- Kč za RFID. [25] [7] [26]



Obrázek 9 RFID čip ve tvaru nálepky [15]

6.3 RFID čipy ve tvaru kreditních karet

RFID ve tvaru platebních karet jsou nejčastěji používány pro přístupové nebo platební účely. Jejich tvar je vyobrazen na obrázku 8 a jejich největší nasazení je v bezpečnostním průmyslu jako přístupové karty k zabezpečeným lokacím. U dveří je namontována čtečka a po přiložení karty, pokud má uživatel dostatečné oprávnění, dojde k otevření dveří.

Druhé využití je pro platební účely. Méně než v bankovních kartách se s RFID karty můžete setkat třeba u karet v autobusové dopravě. Příkladem pro Českou republiku je platební systém OpenCard, používaný v Praze, nebo In-karta Českých drah. [25] [7] [26]



Obrázek 10 RFID čip ve tvaru plastové karty [15]

6.4 Skleněné kapsle

RFID zapuštěné ve skleněných kapslích se používají k identifikaci zvířat. Implantují se pod kůži. Sklo je použito z důvodů možnosti bezproblémového nošení pod kůží zvířat, popř. se uvažuje o vložení pod lidskou kůži. Na obrázku 10 je vyobrazeno, jak takový čip vypadá. [25] [7]



Obrázek 11 RFID ve skleněné kapsli [15]

6.5 Další typy

Tvarů a velikostí RFID čipů je spousta. Vyjmenovány byly pouze ty nejvíce používané. Další tvary mohou být například páskové náramky. Jejich využití se může nalézat v porodnicích pro označování miminek, jako vstupenky na koncerty a jiné akce, nebo pro sledování osob.

Dále existují tzv. tiskárny etiket. Ty potiskují Smart label RFID. Na potisku může být označení typu zboží, na kterém má být tag umístěn, nebo potisknut čárovým kódem pro záložní čtení. Pracují na principu termo potisku. A některé typy umožňují v průběhu tisku i kódování čipu. [26]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 ANALÝZA OMEZENÍ A LIMITŮ APLIKACÍ RFID

Žádný systém není dokonalý, všechno má své pro a proti. Nyní si zanalyzujeme, jaké úskalí nás může potkat při použití systémů založených na RFID.

Na začátek uvedeme stručný výčet výhod a nevýhod RFID.

7.1 Výhody a nevýhody RFID

7.1.1 Výhody RFID

- Není potřeba přímé viditelnosti pro čtení a zapisování
- Hromadné čtení dat
- Mobilita
- Rychlost pořízení informace
- Zjednodušení inventur a kontroly zboží
- Zvýšení bezpečnosti majetku

7.1.2 Nevýhody

- Náklady na celkovou realizaci
- Vyšší cena nosičů informací
- Omezení dány fyzikálními vlastnostmi (viz dále)
- Mnohdy rozebírané možnosti zneužití z důvodů sledování zboží a tím pádem i lidí [26]

7.2 Omezení a limity RFID aplikací

Systémy RFID pracují na různých vlnových délkách. Můžou pracovat na jakékoliv frekvenci v celém rádiovém spektru. Právě pracovní kmitočet patří mezi první omezení, se kterými je možné se setkat. Mezi tyto limity patří: vzdálenost snímání, rychlost snímání (čtení dat za sekundu) a použitelnost v různých prostředích. [7]

7.2.1 Pro RFID v pásmu LF

RFID pracující na frekvencích 125 kHz – 148 kHz jsou velmi omezené vzdáleností čtení, tato vzdálenost se pohybuje od několika desítek cm po max. 0,5 metrů. Jejich rychlost snímání je malá, vychází to už z nízké frekvence. Tyto čipy se v průmyslu používají pro identifikaci zvířat, nebo na identifikaci průkazů lidí. Výhodou použití této frekvence je

lepší čítání tagů aplikovaných na kovech a nedělají čtečkám ani problémy čítání čipů přes kapaliny. Nízkofrekvenční vlny dokážou bez problému prostupovat zdi a silnějšími materiály. [21]

7.2.2 RFID v pásmu HF

RFID systémy pracující v pásmu HF, což obsahuje frekvence, 8,2 MHz a 13,56 MHz, mají horší snímání na kovových podkladech a problém jim dělá i snímání přes kapaliny. Rychlost snímání je též nízká, ovšem vyšší jak u systému pracujících na LF. Omezení je stejně jako u předchozích ve vzdálenosti, zde se to pohybuje do maximální vzdálenosti cca 1 – 2 metrů. [26]

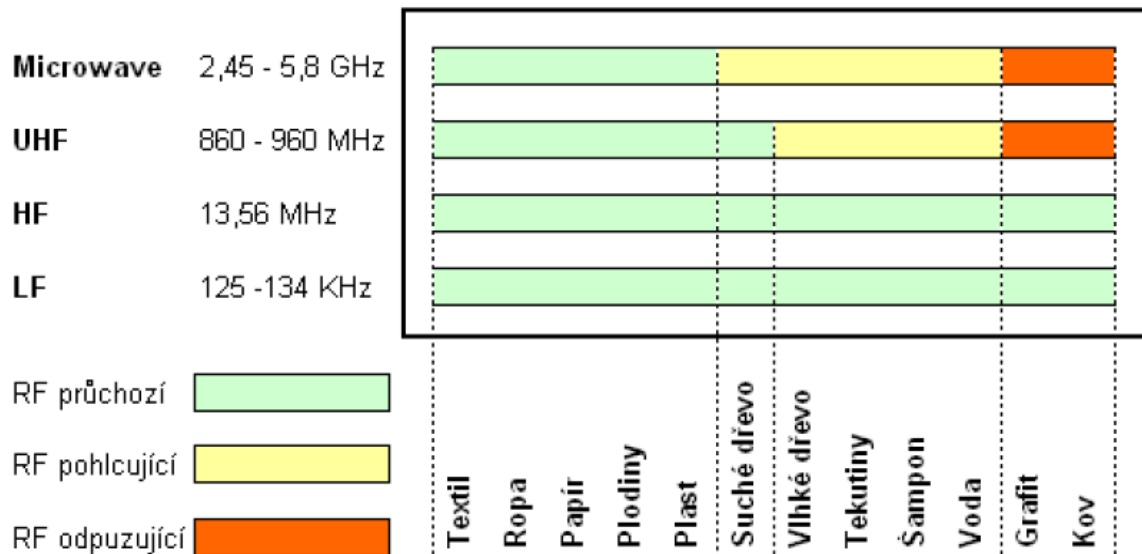
7.2.3 UHF pásmo

RFID pracují na frekvenci 860 – 950 MHz. Jejich prostupnost přes kapaliny je nulová a obtížné je i snímání z kovových materiálů. Vzdálenost snímání je v jednotkách metrů.

7.2.4 Microwave pásmo

Mikrovlnné frekvence 2,45 GHz a 5,8 GHz jsou zajímavé hlavně ve spojení s aktivními transpondéry. Díky tomu, že mají vlastní zdroj energie, se jejich čtecí vzdálenost zvyšuje až na desítky metrů. Některé zařízení zvládají i desetinásobek této hodnoty. Proto se využívají na identifikaci vozidel a pohybujících se předmětů. Sice mají výhodu velké vzdálenosti, ale na druhou stranu trpí tzv. „stojatých nulových vlnách“. Jsou to vlastně mrtvé oblasti v čtecím poli, ve kterých není přístup k tagům.

Výhodou čipů pracujících na vyšších frekvencích je jednoznačně jejich menší rozměr a realizace jediným malým integrovaným obvodem, doplněným o relativně malou anténu. Jsou rychlejší na přenos dat, zvládnout větší datové toky, ale jsou u nich větší problémy s prostupností signálu některými materiály. Systémy pracující na vysokých frekvencích mají též vyšší výkon. Není to zapříčiněno použitou frekvencí, ale způsobem použité komunikace.



Tabulka 3 Chování vln při setkání se s určitými druhy materiálů [7]

7.3 Shrnutí

Nízko – a vysoko frekvenční systémy používají tzv. induktivní vazby, to znamená, že čtečka generuje vysokofrekvenční magnetické pole, které proniká cívkou v tagu a napájí tak RFID čip.

Systémy pro UHF, velmi vysokých frekvencí, pracují na odrazivé metodě, je to podobný princip jako radar, část energie vyzářená čtečkou dorazí k RFID tagu ve formě vysokofrekvenčního napětí. To je po úpravě použito k nabití čipu. Odražený signál je poté rozdílný od přijatého, což stačí ke komunikaci.

Rádiová identifikace je z fyzikálního hlediska ovlivňována přítomností kovových materiálů, přítomností kapalin, nebo existencí elektromagnetického pole, které může rušit vysílání a komunikaci mezi čtečkou a RFID čipy. Toto elektromagnetické pole může být například způsobeno vedením silových kabelů poblíž čteček, nebo tagů. Proto je důležité rozmístění infrastruktury čteček.

Omezujícím faktorem pro RFID je velikost paměťové kapacity tagu. Tagy určené jen pro čtení mají velikost obvykle kolem 20 bitů. Do aktivního tagu lze zapsat data o velikosti od 64 bytů po 32 KB. Tato velikost je ale vykoupena vysokou cenou tagu. Z důvodů použití různých typu pamětí je rozdílná rychlost v zápisu do tagu a jejich čtení.

Dalším z problémů, které mohou nastat, je tzv. rozladění antény. Anténa je nastavena na příjem rádiových vln o dané frekvenci. Je – li umístěný produkt, na kterém je RFID tag, na objektu, ve kterém může dojít ke špatnému příjmu, dochází k situaci, kdy čip nedostane dostatečnou energii pro napájení a tím k odeslání informace. To se stává nejčastěji u produktů, které jsou umístěné blízko kapalin, nebo na kovových předmětech. Zde se situaci řeší buď speciální anténou, která je navržena tak aby těmto jevům odolala, což přináší zvýšení ceny systémů, nebo vytvořit mezeru mezi štítkem RFID a kovem. Tato mezera stačí, aby štítek dostal dostatečnou energii, popř. díky odrazivosti od kovů může tato odražená energie být využita pro napájení štítku. [26] [37]

Další jev, který může nastat, je útlum signálu. Ten je způsoben vzdáleností čtečky a RFID čipy od antény. Ve vzdálenosti, kde již je max. dosah čtečky, může dojít k tomu, že je čipu dodána nedostatečná energie, kdy nedojde vůbec k odeslání informace, nebo dojde k odeslání informace, která je zkreslená. Zamezit se tomu dá tak, že se sníží vzdálenost od antény a čipu, nebo se doinstaluje další přídavná anténa, která je schopna pokrýt nedostatek signálu. [37]

Frekvence	Nízká	Vysoká	Velmi vysoká	Mikrovlnná
Dosah	Po 0,5 m	do 1 m	do 3 m	do 10 m
Rychlost snímání	malá	dostatečná	velká	velmi velká
Výrobní náklady	vysoké	vysoké	vysoké	vysoké
Možnosti snímání	Na kově a přes kapaliny	Obtížné snímání kapaliny	Nejde snímat přes velmi obtížné snímání z kovů	Nejde snímat přes kapaliny, velmi obtížné přes kovy

Tabulka 4 Přehled vlastností jednotlivých frekvencí používaných u RFID

8 VZOROVÁ STUDIE POUŽITÍ PRVKŮ RFID U ZABEZPEČOVACÍHO A INFORMAČNÍHO SYSTÉMU

Vzhledem k tomu, že původním cílem, myšlenkou, použitím RFID systémů bylo jejich nasazení v obchodních sítích a pro potřeby zjednodušení evidence zboží na skladech, tak si uvedeme studii o implementaci RFID pro fiktivní sklad, zabývající se převozem zboží do obchodních řetězců.

8.1 RFID systém pro distribuci zboží ze skladu do prodejen

Námi fiktivní společnost se bude zabývat distribucí zboží do obchodních řetězců, které sama vlastní, popř. expeduje i do jiných řetězců. Společnost vlastní jeden velký centrální sklad, z něhož je zboží naskladňováno a distribuováno na prodejny.

Popíšeme si jednotlivé procesy, které by ve skladu probíhaly bez použití prvků RFID, pouze a jen s využitím čárových kódů.

První by na řadu přišel příjem zboží od dodavatele. Toto zboží bude vyloženo na určité místo. Zaměstnanec skladu musí k tomuto zboží dojít a podle dodacího listu jednotlivé položky zkontrolovat, čili je potřeba aby jednotlivé zboží ručně načel pomocí čtečky čárových kódů. Pokud by na paletě dodaného zboží byl jen jeden typ zboží, byla by paleta označena sériovým číslem, pod kterým by v systému byly evidovány počty kusů výrobku na paletě. Zaměstnanec je musí ručně přepočítat, jestli počet sedí s počtem uvedeným v dodacím listě.

Následně dojde k naskladnění zboží do předem připravených regálů. Zapiše se jejich lokace do systému pro pozdější vyhledání.

Příprava zboží na expedici probíhá následujícím způsobem. Zaměstnanec vytiskne objednávku, pomocí čtečky zjistí její obsah a umístění jednotlivých položek ve skladu. Tyto položky sesbírá a podle objednávky je nachystané doveze do balírny, kde je zboží baleno do krabic a připravováno k expedici do odbavovacích prostor. Z nich je zboží nakládáno do kamiónů a rozvezeno do jednotlivých obchodních řetězců.

Tento postup čerpá z mých zkušeností, kdy jsem jako pracovník podobného skladu naskladňoval v ranních směnách zboží do regálu a v odpoledních připravoval zboží na expedici.

Je vidět, že tento systém klade velké nároky na zaměstnance. Při velkém počtu objednávek je potřeba spousta lidí, aby bylo možné plnit pohledávky rychle a v čas. Jak na naskladňování zboží, tak i na jeho následnou expedici je zapotřebí stejný počet zaměstnanců. Zejména v předvánoční době jsou objemy objednávek vysoké a jejich splnění si žádá spoustu pracovních hodin.

8.1.1 Výhody zavedení RFID do podniku

Mezi hlavní důvody zavedení RFID je snížení nákladů při vyřizování objednávek. Největší zátěží při vyřizování objednávek je právě ten stejný postup jako při naskladňování. Aplikováním RFID systému se zamezí tomu, aby se zapomněl nabalit přesný počet zboží, nebo se zamezí omylům při vyexpedování zboží navíc, kdy potom dochází ke ztrátě zboží, pokud by objednávka nebyla expedována do stejné sítě prodejen, ale jiným dealerům.

Nebylo by potřeba zaměstnávat tolik lidí, zredukoval by se počet zaměstnanců pro vyřizování objednávek. Pouze u příjmu zboží by bylo potřeba zboží označit RFID štítky, ovšem pokud by na stejný systém přistoupil i dodavatel, byla by správa zboží podstatně jednodušší.

8.1.2 Způsob implementace RFID

Nejdříve budeme muset provést analýzu prostředí. Díky ní můžeme předejít problémovým situacím. Určit rozmístění antén a rozvedení kabeláže. Poté musíme určit množství zakoupených kusů čipů, a jaký typ RFID tagů se pro tyto účely bude nejlépe hodit. Vzhledem k množství kusů, které bude potřeba objednat je nejlepší volbou zvolit pro tyto účely pasivní RFID tag, ten se oproti aktivnímu vyznačuje nízkou cenou a pro náš případ zvolit nalepovací RFID štítek.

Zboží od dodavatele se označí příslušným RFID štítkem. Jedná – li se o krabice, je nejvhodnější variantou nalepovací RFID štítek. Z výsledků literární rešerše vyplývá, že nejvhodnější je použít RFID prvky pro frekvence 860 – 960 MHz. Velikost RFID tagů může být od 5 x 5 mm do 24 x 24 mm. Záleží na typu zboží a velikosti krabice.

Je výhodné použít tag se specifikacemi EPC Class 1 Gen 2, který obsahuje uživatelskou paměť 512 bitů. Cena tohoto tagu se pohybuje kolem 3 – 5 Kč za kus, při odběru 1000 kusů.

Při zavedení je nutné počítat dále s tiskárny RFID štítků pro potisk informacemi o zboží, nebo záložním čárovým kódem. Pro sledování zboží instalovat k průchodům ve skladu

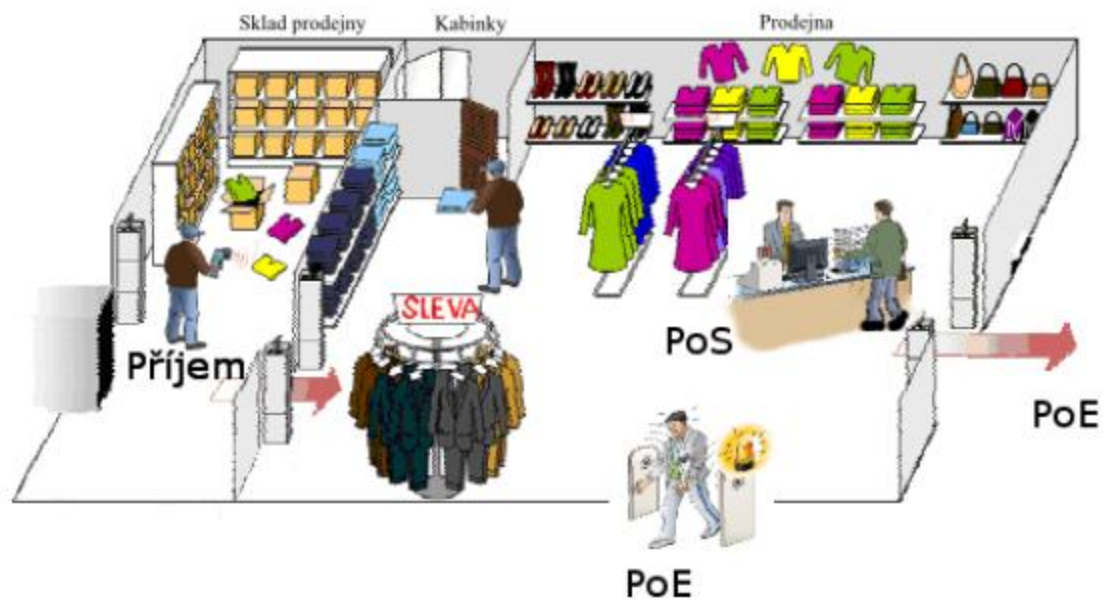
čtecí zařízení. Nakoupit mobilní čtečky, RFID middleware a popř. i terminály pro vysokozdvizné vozíky.

Nyní dochází k zlepšení postupů při práci se zbožím. Na příjmu se vytiskne potisk na RFID tag, ve kterém bude uložen EPC kód a popř. ještě další upřesňující informace o výrobku. Zaměstnanci na příjmu naskladní zboží na předem určené místo, které se opět zaznamená v databázi pro rychlé vyhledání v případě objednávky.

Zásadní změna nastane při vyřizování objednávky. Zde již není potřeba kontrolovat jednotlivé kusy zboží a chystat je na balení, ale stačí je nachystat na předem připravený stůl, popř. pás. Kde budou umístěné RFID čtečky s anténami po obou stranách. Pracovník u počítače poté načte všechny položky umístěné na stole. V případě, kdyby nastala chyba, byl donesen špatný výrobek, nebo chybí počty kusů, či přebývají, bude pracovník upozorněn o nekompletnosti objednávky. Pak stačí kusy zboží zabalit, na krabici nalepit označení a odeslat zboží do prodejny.

Protože už jsou jednotlivé kusy zboží označeny RFID štítkem, dojde k jednodušší expedici na prodejnu. Zboží může být rovnou připraveno na pulty obchodů. V systému budou zaznamenané, z expedice objednávky ze skladu, počty kusů a typů zboží, které jsou vystavěné na prodejně, popř. uloženy v dočasných menších skladech v prodejnách.

Na prodejnách stačí mít instalované pouze pultové čtečky a mobilní čtečky pro případné inventury. Jelikož se v systému eviduje, které zboží a kolik bylo prodané. Umístěním bezpečnostních bran u vchodů do prodejen se navíc zamezí krádežím zboží.



Obrázek 12 Vizualizace prodejny při použití prvku RFID na zboží [7]

8.2 Zavedení RFID do knihovny

Použití RFID při zabezpečení knihovny s sebou přináší i jisté výhody. Oproti klasickému systému EAS (Electronic Article Surveillance) s použitím pouze RF štítků, které mají pouze dva stavy, usnadňuje zavedení RFID do knihovny i usnadnění celkového výpůjčního systému.

8.2.1 Komponenty k zavedení systému RFID

RFID čipy:

Základním stavebním prvkem jsou RFID čipy. Zároveň nejlepším řešením je tzv. otevřený standard, který umožňuje použít celé spektra RFID etiket od různých výrobců. Každá etiketa je vybavena čipem a anténou, jsou dodávány v rolích nejčastěji po 1000 kusech. Dodávány jsou bez potisku, ovšem je možné je na přání nechat potisknout, popř. po zakoupení tiskárny, tisknout přímo v místech knihovny. [31] [32]

Štítky jsou přepisovatelné, umožňují přepisování informací a čip obsažený uvnitř ukládá informace o označené položce. Tento způsob zjednodušuje inventarizaci a vyznačuje se rychlým snímáním, není vyžadována přímá viditelnost a je možné identifikovat více položek najednou.

Adaptační stanice:

Adaptační stanice umožňují rychlý převod knih a půjčovných položek z čárových kódů na technologii RFID. Systém obsahuje dotekovou obrazovku, optický snímač čárových kódů a jednoduchý obslužný software. Převádí štítky rychlým a jednoduchým způsobem. Umožňuje programovat RFID štítky a je převoditelná, čímž usnadňuje manipulaci s knihy. [31] [33]



Obrázek 13 Adaptační stanice pro převod čárových kódů do čipů RFID [31]

Pultové vybavení pro pracovníka knihovny

Umožní zpracovávat položky knihovního systému. Funguje jako pracovní stanice pro půjčování knih, zpracovává více položek na jednou a může převádět čárové kódy do čipů RFID stejně jako čipy programovat a přepisovat. Snímá RFID karty a spravuje uživatele přímo v aplikaci knihovního softwaru. [31] [32]



Obrázek 14 Pultové vybavení [33]

Pro zpracování knih v regálech, provádění inventur a kontrolu knih mimo prostory pultu slouží **přenosná ruční čtečka**. Čtečka šetří čas strávený inventurou nebo vyhledáváním knih. Mezi její funkce patří rychlé vyhledávání knih, provádění inventarizace veškerého majetku knihovny a ověření etiket. [33]



Obrázek 15 Ruční čtečka [32]

Pro bezpečnost majetku v knihovně a ochranu proti zlodějům slouží **bezpečnostní brány**. Díky nim nemůže být z knihovny odnesena nevypůjčená knížka. Brány mohou být určené k detekci prvků RFID a nebo se může jednat o tzv. hybridní systémy, které dovolují kontrolovat aj prvky založené na RF čípech pracujících na frekvenci 8,2 MHz. Jelikož jde obejít ochranu prvků RFID pomocí odstínění čipů, například pomocí aluminiových obalů, může se doinstalovat ještě systém na detekci kovových materiálů. Tento systém detekuje předměty o velikosti větší jak 20 x 15 cm a integruje se do antén bezpečnostních bran. Vyskytne-li se zloděj, který pomocí například vyztužené tašky alobalovou folií chce překonat zabezpečení RFID prvků, tento detekční systém zachytí větší obsah kovových částí a upozorní obsluhu, že došlo k detekci a ta může danou osobu prověřit. [31] [33]

Samoobslužné systémy, tzv. Self-check, zpřístupňují uživatelům možnosti samostatného vypůjčení knih, prodloužení jejich doby půjčení a vrácení knih bez nutnosti zapojení personálu knihovny. Zákazníci si tak mohou sami vypůjčit knihu, vrátit, či zjistit informace o půjčených knihách a doby jejich vrácení. To vše s jednoduchou obsluhou a návodem k použití. Pro ty uživatele, kteří například kvůli pracovní době, nemůžou přijít v otevírací čas do knihovny a vrátit zapůjčené knížky, je připraven systém 24 hodinového vrácení médií. Tento systém bývá umístěn před vstupem do knihovny. Obsahuje vkládací místo s přístupovými čtečky pro čtení zákaznických karet a umožnit tak vrátit knihy aniž by bylo potřeba samotnou knihovnu navštívit. Na obrázku 16 je zobrazen jeden z možných typů tohoto systému, kdy uživatelka vrací zapůjčenou knihu mimo otevírací dobu knihovny. [31] [32]



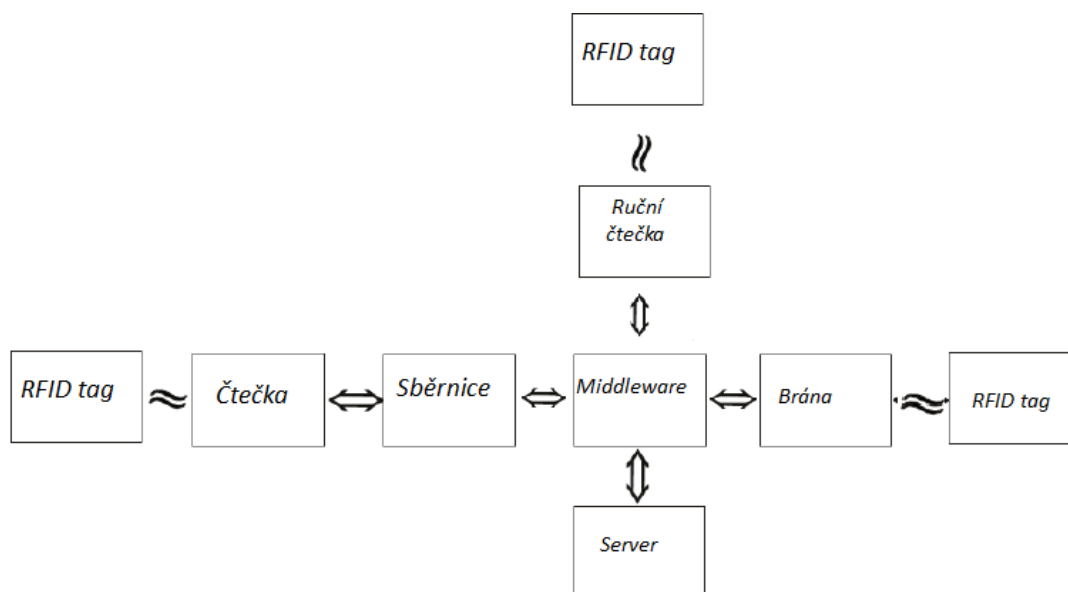
Obrázek 16 Self – check systém vrácení knih 24 hodin denně

Na světě je už spousta firem, které se zabývají těmito systémy pro ochranu knihovních fondů. Každá z nich nabízí své vlastní řešení a metody, kterými lze tyto systémy aplikovat.



Obrázek 17 Vizualizace knihovního systému [16]

9 PROJEKTOVÝ ZÁMĚR POUŽITÍ RFID PŘI OCHRANĚ KNIH. FONDU A ZAVEDENÍ VÝPŮJČNÍHO SYSTÉMU POMOCÍ RFID



Obrázek 18 Blokové schéma RFID systému

Nejdříve je potřeba zavést pracovní stanici pro obsluhu knihovny za pultem. Tato stanice bude využívána jako půjčovní a na programování RFID štítků.

- a) Pro tento účel se použije dotykový panel. Na tento panel bude připojena čtečka RFID pro čtení čipů z knih a pro identifikaci uživatelů knihovny přes RFID karty.

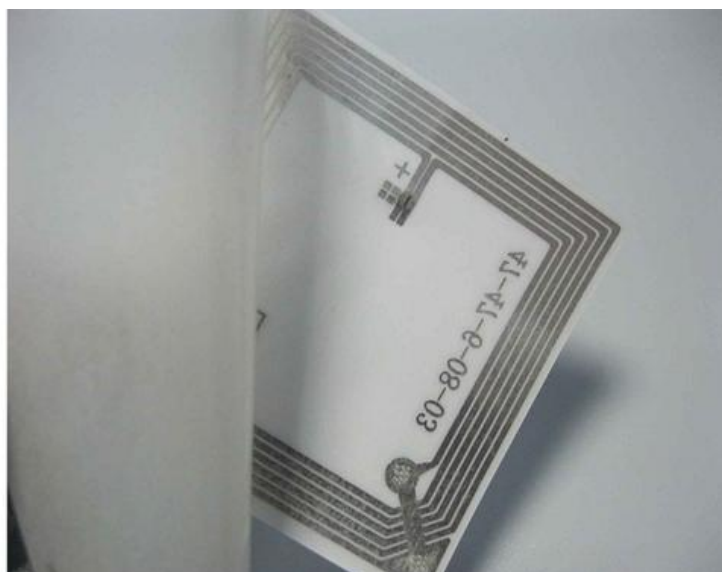


Obrázek 19 Dotykový panel

Cena této pracovní stanice je 20 458,7,- Kč s DPH a je na ni poskytována standardní 2 letá záruka.

- b) Každý prvek v knihovně, kterého se týká výpůjční systém, musí být označen RFID štítkem. Firma CODEWARE dodává pasivní RFID nalepovací čipy SMART

LABEL za 24,- Kč včetně DPH. Tyto čipy jsou Read/Write s možným přepisem až 10 000 krát. Tagy pracují na frekvenci 13,56 MHz.



Obrázek 20 RFID tag

- c) K pracovní stanici je potřeba koupit čtečku RFID čipů. Jelikož RFID štítky pracují na frekvenci 13,56 MHz je nutno vybírat i čtečky, které pracují na stejné frekvenci. Pro toto použití je nejvýhodnější čtečka **TWN3 MultiISO 13.56 MHz (Elatec)**. Její cena je 6 170,- Kč s DPH. [27]

Čtečka se použije jak pro čtení RFID tagů a jejich následné programování, tak i pro průkazů karet uživatelů knihovny.



Obrázek 21 RFI čtečka TWN3 MultiISO 13.56 MHz (Elatec) [27]

Možností použití čtečky

- pomůcka pro čtení ID
- sběr dat
- řízení přístupu

Vlastnosti čtečky:

Kryt	ABS, černá nebo bílá barva
Frekvence	13,56 MHz +/- 0,5%
Rozměry (V x Š x H)	88 x 56 x 18 mm
Napájecí napětí	· verze USB: 5VDC, externí adaptér
· verze USB: 5V z USB	
Provozní teplota	-10°C až +50°C (-4°F to 122°F)
Spotřeba	neuvedeno
Anténa	PCB Aircoil
Čtecí vzdálenost	10 cm
Podporované transpondéry	Mifare Family, ISO14443A, ISO14443B, ISO15693
Volitelné:	· TWNConfig: programovací a nastavovací utilita

Tabulka 5 Informace o čtečce TWN3 MultiISO 13.56 MHz (Elatec).

- d) Aby nedocházelo k odcizení knih, musí čtenář, který si vypůjčí knihu projít přes bezpečnostní bránu. Brána RFID 9000 ID/PL firmy DIALOC ID /NL/, je přímo určená pro toto použití.

Cena zabezpečující brány je 169 071,- Kč

Specifikace antény 9000 ID/PL:

- provozní frekvence 13,56 MHz
- dosah až 130 cm (s 2 anténami)
- provozní teplota -20o až + 70o C
- impedance 50 Ohm
- rozměry: 1.580 x 580 x 15 mm
- zvuková i světelná signalizace

Specifikace řídicí a napájecí jednotky:

- provozní frekvence 13,56 MHz pro
- Picotag/Picopass
- antikolizní provoz (čte až 30 čipů /s)
- dosah čtení až 130 cm (s 2 anténami)
- provozní teplota -20o až + 70o C
- napájení: 90 – 240 VDC
- volitelně dostupná s různým rozhraním RS232, RS485, USB, CAN, apod. /
- rozměry: 240 x 290 x 65 mm



Obrázek 22 Brána RFID 9000 ID/PL firmy DIALOC ID

- e) Poslední položkou je nákup RFID čipových karet pro evidenci zákazníků knihovny. Pro tento účel použijeme kartu od firmy CODEWARE - RFID tag Proximity, vel. VISA karty. Karta je potisknutelná, velikostí odpovídá klasické kreditní bankovní kartě. Její cena je 34,- Kč včetně DPH.



Obrázek 23 RFID tag Proximity, vel. VISA karty

Proces vypůjčení pak probíhá tak, že uživatel přijde k pultu, kde přiloží ke čtečce svoji identifikační kartu. Obsluha za pultem načte materiál k vypůjčení. Tím dojde k deaktivaci RFID a čtenář poté může odejít z knihovny přes brány, aniž by byl detekován jako zloděj. Na obrázku níže je graficky znázorněn proces vypůjčení.



Obrázek 24 Proces vypůjčení knih

9.1 Celková kalkulace použití RFID v knihovním systému

Položka	Počet kusů	Cena za kus	Cena celkem
Dotykový panel	1 ks	20 458,7,- Kč	20 458,7,- Kč
RFID nalepovací čipy SMART LABEL	5000 ks	24,- Kč	120 000,- Kč
TWN3 MultiISO 13.56 MHz (Elatec).	1 ks	6 170,- Kč	6 170,- Kč
Brána RFID 9000 ID/PL	1 ks	169 071,- Kč	169 071,- Kč
RFID tag Proximity	200 ks	34,- Kč	6800,- Kč
Celkem			322 497,7 Kč

Tabulka 6 Cenová kalkulace prvků pro knihovnu

9.1.1 Shrnutí

Použití RFID systému jako zabezpečovacího prvku s využitím logistické funkce RFID je zatím docela drahá záležitost. Vysoká cena RFID nalepovacího štítku zatím spíše odrazuje od zavedení tohoto systému. Zatím je stále jednodušší použít zabezpečení na bázi RF štítků, které mají pouze stav aktivovaný a stav deaktivovaný a na vedení systému půjčování knih, popř. jiných předmětů aplikovat systém pomocí čárových kódů. Pro příklad: Použití RF čipu s čárovým kódem ušetří náklady na zavedení čipů o 116 250,- Kč. Cena RF štítku se pohybuje v cenové relaci kolem 0,75 Kč za kus. Tento systém pracuje na frekvenci 8,2 MHz. Nicméně není problém v zavedení celého systému, který je schopen běžet na obou frekvencích jak 8,2 MHz, tak 13,56 MHz a pro začátek použít pouze jednoduché RF tagy a s klesající cenou RFID poté přejít na tento systém.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo seznámení se s prvky RFID, jejich využití v zabezpečovacích a informačních systémech. Byla provedena analýza, na jejímž základě bylo vysvětlení principů fungování RFID technologie. RFID je nástupcem dnešních zavedených technologií pro sledování a manipulaci se zbožím, z hlediska budoucího vývoje se však nepředpokládá úplné nahrazení čárových kódů, budou oblasti trhu, kde budou dominovat RFID technologie, případně kombinace RFID značení s čárovým kódem.

V práci se můžete dočíst o omezeních a limitech RFID. Bylo zjištěno, že jejich použití je vázané na prostředí, ve kterém se mají vyskytovat a při použití různých frekvencí je potřeba počítat s jednotlivými úskalí.

Na příkladech skladování zboží a zabezpečení výpůjčního knižního systému demonstrovat použití RFID prvků na konkrétních aplikacích.

Na závěr práce byl vypracován projektový záměr o použití prvku RFID při zabezpečení knihovny. Při tomto použití je výhodné využít možností RFID a zavést i pomocí této technologie řízení půjčování a inventarizaci knižního fondu. Z výsledků vyplývá, že pokud použijeme RFID jako čistě informačního systému na základě logistického řízení zboží, je velmi snadné pomocí této technologie i provést následné zabezpečení. Výhodou je, že samotný systém již plní jak funkci logistickou, tak bezpečnostní a nejsou potřeba další podpůrné prostředky k jeho zavedení jako je tomu například u čárových kódů a RF čipů pro hlídání zboží proti krádežím.

Tím ale výčet funkcí RFID nekončí. Jeho používání je rozsáhlé a zde uvedené slouží jako příklady použití. Bylo by ještě možné hovořit o použití RFID při přístupech do zabezpečených prostor přes přístupové karty. Uvést možnosti plateb pomocí RFID karet. RFID se vyskytuje v našem okolí a setkal se s ním každý z nás. Ten kdo jezdí autobusovou dopravou, ten může používat čipových karet společností pro platby jízdného. Spousta zaměstnanců používá karty pro přístupy do objektů v práci, či pro evidenci hodin.

RFID je rychle se vyvíjejícím odvětvím a s klesající cenou se dá předpokládat jeho masivní rozšíření. V budoucnu se dá předpokládat, že úplně vytlačí čárové kódy. Na to je potřeba si ještě počkat, ale již dnes se lze s touto technologií stále více a více setkávat.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of this thesis was familiarization with elements of RFID, their use in security and information systems. On the base of performed analysis were explained principles of operation of RFID. RFID is successor to present-day well-established technologies for monitoring and manipulation with goods. In perspective of future development we do not suppose complete replacement by bar code. There will be spheres of market where the RFID technologies will dominate or we can see possibility of combination of RFID labeling with bar codes.

In this thesis you can find something about restrictions and limits of RFID. It has been discovered that their use is connected to the environment in which they will occur and we must expect various problems within using different frequencies.

On the examples of storing goods and safeguarding of borrowing book system we can demonstrate usage of RFID elements in specific applications.

In closing of this work was made project intention about using the elements of RFID in safeguarding of library. Within this utilization it is advantageous to use options of RFID and establish control of borrowing and inventorying of library resources. In results we can see that if we use RFID as information system on the base of logistic controlling of the goods it is very easy with assistance of this technology to perform the safeguarding. The advantage is that the system itself is already accomplishing logistic as well as security function and there is no need of another supportive means to establish it as there is for example with bar codes and RF chips for guarding the goods against thefts.

But this is not the final list of RFID functions. Its usage is extensive and I name only examples of use. Of course it would be possible to write about use of RFID in accessing secured spaces with access cards or to name some options of payment with RFID cards. RFID is everywhere and I believe everybody had met it. Those of us who go by bus can use smart cards to pay the tickets. A lot of employees use cards to access buildings of their work.

The RFID is quickly expanding sector and with decreasing prices we can assume its massive spreading. In future it may actually replace bar codes. Although this is distant future even now we can come across this technology more and more.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] RFID portál : *Co je RFID* [online]. c2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne>.
- [2] The History of RFID Technology - *RFID Journal*. [online]. [cit. 2012-05-28]. Dostupné z: <http://www.rfidjournal.com/article/view/1338>
- [3] The history of RFID. *AUTO-ID Labs at MIT* [online]. 2005 [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: http://autoid.mit.edu/pickup/RFID_Papers/008.pdf
- [4] RFID - Kodys. *Kodys* [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/rfid.html>
- [5] Druhy a typy RFID štítků - Combitrading. *Combitrading* [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.combitrading.cz/technologie/druha-a-typy-rfid.html>
- [6] RFID tag - Kodys. *Kodys* [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/rfid/rfid-tag.html>
- [7] SOMMEROVÁ, Ing Martina. *Základy RFID technologií*. *Vsb.cz* [online]. 2011 [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: rfid.vsb.cz/miranda2/.../rfid/cs/.../RFID_pro_Logistickou_akademii.pdf
- [8] Kodys - stacionární UHF RFID čtečka. *Kodys* [online]. [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: http://www.kodys.cz/o-nas/aktuality.html/3_745-detail
- [9] RFID. *Wikipedia - otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [10] Electronic Product Code. *Wikipedia, the free encyclopedia* [online]. [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_Product_Code
- [11] Electronic Product Code (EPC) *RFID Technology*. [online]. [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: <http://www.zebra.com/us/en/solutions/getting-started/rfid-printing-encoding/epc-rfid-technology.html>
- [12] ISO/IEC 18000. [online]. [cit. 2012-05-31]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_18000
- [13] *25KHz /13.56 MHz Mini Dustproof RFID Disc Tag Sticker with EM4001 & Mifare-One S50 Chips*. [online]. [cit. 2012-06-01]. Dostupné z: <http://www.smart-rfid->

tag.com/china-125khz_13_56_mhz_mini_dustproof_rfid_disc_tag_sticker_with_em4001-316807.html

[14] Intermec IP30 - *Handheld RFID Reader for Mobile Computers*. [online]. [cit. 2012-06-01]. Dostupné z: <http://www.adcnordic.com/news/intermec-ip30-rfid-reader.php>

[15] RFID Hardware Supplier. [online]. [cit. 2012-06-04]. Dostupné z: <http://elastic-rfid.com/index.php?cmsid=2&theme=RFID>

[16] AC Systems s. r. o. - ochrana knih. fondů. *AC Systems s. r. o.* [online]. [cit. 2012-06-06]. Dostupné z: <http://www.acsystems.cz/UserFiles/image/schemaRFID.jpg>

[17] RFID portál : *Co je RFID* [online]. c2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne>.

[18] Jiko Blog - Middleware. *Jiko Blog* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.abako.cz/blog/114/middleware/>

[19] Middleware - Wikipedia - the free encyclopedia. *Wikipedia - the free encyclopedia* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Middleware>

[20] Co je to Electronic Product Code (EPC)? | Často kladené otázky o RFID-EPC technologiích. *WDT s.r.o.* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.gs1cz.org/faq/rfid-epcglobal/co-je-to-epc-a1147497>

[21] Příjem v pásmu krátkých vln (KV). *Příjem v pásmu krátkých vln (KV)* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://elnika.sweb.cz/radia/kv.html>

[22] Čtečky RFID - Kodys. *KODYS, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.kodys.cz/produkty/ctecky-rfid.html>

[23] RFID Reader. *Inventions and Ideas from Science Fiction Books and Movies at Technovelgy.com* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.technovelgy.com/ct/technology-article.asp?artnum=54>

[24] Siemens - Tiskové zprávy. *Siemens Česká republika* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.siemens.cz/siemjet/cz/home/press/releases/new/Main/62699.jet>

- [25] Dotkněte se RFID !. *Úvod do technologie RFID* [online]. 1. vyd. GATC s.r.o., 2006 [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: www.rfid-epc.cz/.../RFIDWorkingGroup-UvodDoTechnologie.pdf
- [26] RFID. *Úvod do technologie RFID* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.bartech.cz/index.php/cs/technologie/rfid>
- [27] Čtečky RFID - e-shop - CODEWARE. *CODEWARE s.r.o.* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: http://eshop.codeware.cz/ctecky-rfid_3420865%2C10881
- [28] RFID portál - článek Španělská pošta zavedla RFID. *RFID portál* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=clanek&art=395>
- [29] RFID portál - Pěstitelé budou moci využívat RFID. *RFID portál* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=clanek&art=461>
- [30] RFID pomůže zvýšit zabezpečení přístavu Bridgetown. *RFID portál* [online]. [cit. 2012-06-07]. Dostupné z: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=clanek&art=382>
- [31] KNIHOVNÍ SYSTÉMY - řešení. *LSE Integration s.r.o.* [online]. [cit. 2012-06-08]. Dostupné z: http://www.lse.cz/KS_reseni.htm
- [32] Nahrad'te čárový kód RFID zabezpečením. *Český internet s.r.o.* [online]. [cit. 2012-06-08]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/nahradte-carovy-kod-rfid-zabezpecenim-19522.html>
- [33] Knihovní systémy. *LSE Integration s.r.o.* [online]. 2006 [cit. 2012-06-08]. Dostupné z: www.lse.cz/pdf/Knihovni_systemy.pdf
- [34]. Nemaí Chandra Karmakar , Handbook of smart antennas for RFID systems , Wiley, c2010 , ISBN 978-0-470-38764-1
- [35] Růžička, Michal, Transpondéry RFID - měření přechodových charakteristik a simulace průběhů vnitřních teplot, *Automatizace*. -- ISSN 0005-125X. -- Roč. 53, č. 3-4 (březen - duben 2010), s. 139-141
- [36] Blažek, František, Bezkontaktní bezpečnostní spínače s využitím RFID, *Automa*. -- ISSN 1210-9592. -- Roč. 16, 8-9 (září 2010), s. 86-87
- [37] Jerhotová, Eva, Elektromagnetické pole a vlny : Příklady. Doplnkové skriptum / Eva Jerhotová ... [et al.]. -- 1. vyd.. -- Praha : ČVUT, 2001. -- 62 s., ISBN 80-01-02288-9

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EPC	Electronic product key; Elektronický kód produktu
HF	High Frequency - vysoká frekvence
IFF	Identification friend or foe – systém rozpoznávání vlastních letadel .
LF	Low frequency - pásmo krátkých vln
ISO	International organization for standardization .
RFID	Radio frequency identification
ROM	Read only memory – paměť pouze pro čtení
TAG	Označení pro nosič RFID čipu
UHF	Ultra High Frequency – pásmo Ultra krátkých vln (česky UKV)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Ušní RFID implantáty u dobytka	14
Obrázek 2 Schéma systému funkce RFID technologie [1].....	16
Obrázek 3 Typy RFID čipů Obrázek 4 RFID čip jako nálepka.....	17
Obrázek 5 Tvar EPC kódu	22
Obrázek 6 Stacionární RFID čtečka [8].....	25
Obrázek 7 Mobilní RFID čtečka [14]	26
Obrázek 8 Kroužkové RFID tagy [13] [25].....	29
Obrázek 9 RFID čip ve tvaru nálepky [15].....	30
Obrázek 10 RFID čip ve tvaru plastové karty [15].....	31
Obrázek 11 RFID ve skleněné kapsli [15].....	32
Obrázek 12 Vizualizace prodejny při použití prvku RFID na zboží [7].....	41
Obrázek 13 Adaptační stanice pro převod čárových kódů do čipů RFID [31].....	43
Obrázek 14 Pultové vybavení [33]	44
Obrázek 15 Ruční čtečka [32]	44
Obrázek 16 Self – check systém vracení knih 24 hodin denně	45
Obrázek 17 Vizualizace knihovního systému [16]	46
Obrázek 18 Blokové schéma RFID systému	47
Obrázek 19 Dotykový panel	47
Obrázek 20 RFID tag.....	48
Obrázek 21 RFI čtečka TWN3 MultiISO 13.56 MHz (Elatec) [27]	48
Obrázek 22 Brána RFID 9000 ID/PL firmy DIALOG ID	50
Obrázek 23 RFID tag Proximity, vel. VISA karty	51
Obrázek 24 Proces vypůjčení knih	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozdělení tagů dle tříd [17] [26]	20
Tabulka 2 Standardy pro RFID [12]	26
Tabulka 3 Chování vln při setkání se s určitými druhy materiálů [7]	36
Tabulka 4 Přehled vlastností jednotlivých frekvencí používaných u RFID	37
Tabulka 5 Informace o čtečce TWN3 MultiISO 13.56 MHz (Elatec).....	49
Tabulka 6 Cenová kalkulace prvků pro knihovnu	52

SEZNAM PŘÍLOH