

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2009

Lenka ŘEZNÍČKOVÁ

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

RFID

Lenka Řezníčková

Bakalářská práce

2009

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lenka ŘEZNÍČKOVÁ**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Informatika ve veřejné správě**
Název tématu: **RFID - rádiové identifikační čipy**

Zásady pro vypracování:

1. Seznámení s problematikou RFID
2. RFID vs. čárové kódy
3. Jak pracuje RFID
4. Rádiové identifikační čipy pro Pardubickou univerzitní knihovnu

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] Co je RFID [online]. 2006 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne>.
- [2] RFID [online]. 21. 10. 2007 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/RFID>>.
- [3] RFID technologie [online]. c2006 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.kodys.cz/rfid/>>.
- [4] Identifikace RFID [online]. 11-10-2007 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <http://www.whp.cz/indexdivize.php?p=stranka&id=28&sitenam=Identifikace_RFID>.
- [5] CO JE TO ČIP RFID ? [online]. 2004 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.vesmirlilide.cz/knihy/lucid/rfid.htm>>.
- [6] RFID technologie [online]. c2004 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=3308&buxus_svettisku=3557c6cc0ed410248f2c9029323ae65f>.
- [7] Novinky [online]. c2002-2007 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.lux-ident.com/>>.
- [8] RFID. Budoucnost. Realita (1.) [online]. c1998-2007 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/rfid-budoucnost-realita-1/>>.
- [9] Velký bratr z nákupního košíku [online]. c1996-2007 [cit. 2007-10-21]. Dostupný z WWW: <http://digiweb.ihned.cz/1-10122700-19454700-i00000_d-8f>.

Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Milan Tomeš

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce:

6. října 2008

Termín odevzdání bakalářské práce:

1. května 2009


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.


doc. Ing. Jiří Křupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 6. října 2008

Prohlašuji:

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

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

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 17. 8. 2009

Lenka Řezníčková

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Milanu Tomešovi za čas, který mi věnoval a za jeho podnětné návrhy.

Rovněž bych ráda poděkovala panu Pavlu Jedličkovi a Ing. Miloši Jedličkovi ze společnosti ORIS PLUS spol. s r.o., za jejich vstřícný přístup a za čas, který mi věnovali.

SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá RFID technologií a popisuje jednotlivé její části. Obsahuje popis magnetického zabezpečení a porovnání RFID technologie s čárovými kódy. Dále popisuje výběr vhodné technologie pro Univerzitní knihovnu v Pardubicích a finanční analýzu zavedení RFID v knihovně.

KLÍČOVÁ SLOVA:

RFID technologie, RFID tag, RFID čtečka, middleware, bezpečnostní brána

TITLE

RFID

ABSTRACT

Bachelor thesis deals with RFID technologies and it is describing individual parts. It is including the description of magnetic security and the RFID technologies in comparison with the barcode. It also describes the choosing the suitable technologies for University library in Pardubice and financial analysis for the implementation in the University library.

KEYWORDS:

RFID technologies, RFID tag, RFID reader, middleware, security gateway

Obsah:

1	Úvod	10
2	Seznámení s problematikou RFID.....	11
2.1	Historie.....	11
2.2	RFID technologie	11
2.2.1	RFID čipy.....	12
2.3	Middleware	16
2.4	Čtecí zařízení.....	16
3	RFID vs. Čárové kódy	19
3.1.1	Základní rozdíly mezi RFID a čárovými kódy.....	19
4	Jak pracuje RFID	22
4.1	Použitá frekvence	22
4.2	Výhody a nevýhody RFID.....	24
4.2.1	Výhody RFID.....	24
4.2.2	Nevýhody RFID	24
4.3	Příklady použití RFID	25
5	RFID čipy pro univerzitní knihovnu	27
5.1	Informace o univerzitní knihovně.....	27
5.2	Stávající systém.....	27
5.2.1	Elektromagnetický bezpečnostní systém	27
5.2.2	Výpůjční systém.....	29
5.2.3	Inventurní systém	30
5.3	Typ RFID pro univerzitní knihovnu	30

5.3.1	Fáze výpůjčního procesu	33
5.3.2	Inventurní proces	44
5.4	Kalkulace zavedení RFID v univerzitní knihovně	45
5.4.1	Základní kalkulace	46
5.4.2	Doplňková kalkulace A	47
5.4.3	Doplňková kalkulace B	48
5.4.4	Doplňková kalkulace C	49
5.4.5	Zhodnocení výběru	50
6	Závěr	51
7	Použitá literatura	52
	Seznam obrázků a tabulek	55

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá rádiovými frekvenčními identifikací a zabezpečením předmětů. Dále je zde zpracován rozbor zavedení RFID v Univerzitní knihovně v Pardubicích a jeho finanční analýza.

Se stále se zvyšujícím počtem knih v knihovnách se zhoršuje přehlednost a často se knihy nenacházejí na svém místě. Také přibývá jejich odcizování a knihovnám se tak zvyšují ztráty. Tyto aspekty vedly k vývoji nové technologie s názvem RFID. Technologie zabezpečuje a identifikuje knihovní fond implementovaným čipem.

Tato bakalářská práce si klade za cíl popsat problematiku rádiových frekvenčních identifikací a s ní související pojmy RFID čip, čtecí zařízení, middleware, bezpečnostní brána, samoobslužná výpůjční stanice, samoobslužní stanice pro vrácení knih aj. Dalším cílem je návrh vhodné RFID technologie pro Univerzitní knihovnu v Pardubicích a jeho finanční analýza.

V úvodní kapitole je popsána problematika RFID technologie a její historie. Dále popisuje a rozděluje čipy, čtecí zařízení a middleware.

Poté následuje kapitola porovnání RFID technologie s čárovými kódy.

Následuje kapitola popisu, jak tato technologie pracuje a na jaké frekvenci. Dále se zabývá popisem výhod a nevýhod technologie a o příkladech použití.

V následující kapitole je zrealizován návrh pro výběr vhodné technologie pro Univerzitní knihovnu v Pardubicích. Také je zde popsána finanční analýza tohoto zavedení.

2 SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU 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 produktů současně. To následně vedlo ke zvýšení přesnosti, rychlosti a efektivnosti obchodních, skladových, logistických a výrobních procesů. [27]

2.1 HISTORIE

Za první zařízení předcházející RFID technologiím se považuje vynález Léona Theremina z roku 1946 pro sovětské tajné služby. Přístroj snímal vibrace okenních tabulek a umožňoval tak dálkové odposlouchávání hovorů v místnosti. RFID čipy využívají také postup podobný tomu, který ve druhé světové válce pomáhal britským radarovým stanicím odlišit vlastní letouny od nepřátelských. Roku 1970 si nechal Mario Cardullo patentovat vysílací zařízení s pamětí a dalšími funkcemi RFID čipu. První skutečný RFID čip předvedla americká Los Alamos Scientific Laboratory roku 1973. [17]

2.2 RFID TECHNOLOGIE

RFID je technologie automatické identifikace, kde jsou data v digitální podobě ukládána do tzv. RFID tagů (čipů, etiket), z kterých se následně mohou načítat a znovu přepisovat jednoduchým principem za použití radiových vln. RFID tag, co by nositel informace, může být ve formě etikety nebo v zapouzdřené podobě různých tvarů, velikostí a materiálů. Ke čtení a zapisování dat do RFID tagu slouží RFID čtečka, která může mít různou podobu (mobilní terminál, stacionární brána, ruční čtečka apod.). Řídící systém, který zajišťuje hromadné zpracování všech načtených tagů v dosahu čtecích zařízení a přenesení zpracovaných dat do návazného informačního či řídicího systému, se nazývá middleware. [11] [27]

2.2.1 RFID ČIPY

Mezi základní RFID komponenty pro ukládání a přenos informací patří čip (tag), umístěný na podložce a spojený se spirálovou anténou, pomocí které komunikuje se snímačem, jednoznačně identifikující daný tag, respektive výrobek či přepravní balení. [29]

Tagy se rozdělují podle několika hledisek. Dělí se podle principu práce, podle druhu paměti, podle způsobu čtení a podle nosiče. [vlastní]

- **Dělení podle principu práce**

- *Aktivní tag*

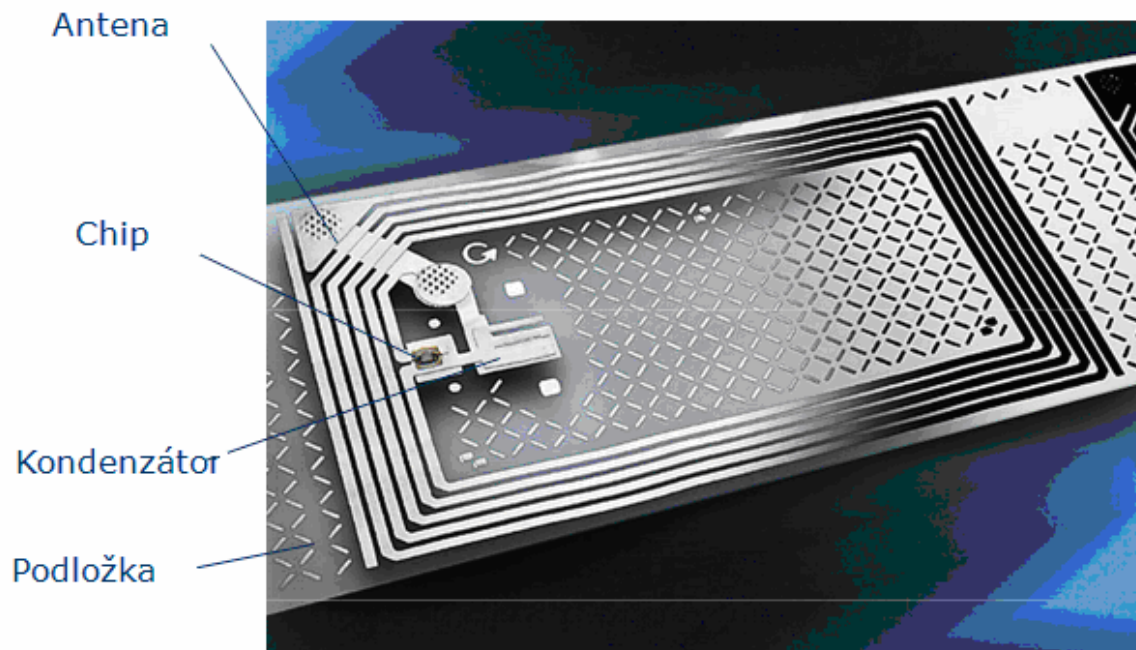
Větších čtecích a zapisovacích vzdáleností lze docílit doplněním obvodu o miniaturní baterii, sloužící k napájení RFID tagu a umožňující větší čtecí dosah. Takto vybavené RFID tagy se nazývají aktivní. Výhodou aktivních RFID tagů je nejen větší dosah, ale i možnost doplnění funkcionality o integrovaný senzor nárazu, tlaku, teploty apod. Příkladem je hybridní RFID tag s integrovaným senzorem teploty, který dokáže v pravidelných intervalech zapisovat údaje o teplotě okolí, a tím zajistit kontrolu nakládání s masnými výrobky na cestě od výrobce až po chladicí box v samoobsluze. Aktivní tagy mají i jednu nespornou nevýhodu, a to omezenou životnost (obvykle několik let). [7]

Aktivní tag se používá méně často než pasivní čip RFID. Jsou totiž složitější a dražší, jelikož obsahují navíc i zdroj napájení a jsou schopny samy vysílat své identifikace - používají se proto pro aktivní lokalizaci. [33]

- *Pasivní tag*

Vlastní komunikace mezi RFID čtečkou a datovým médiem (RFID tagem) probíhá pomocí rádiových vln, které jsou často využívány i k napájení datového média. V takových případech hovoříme o systémech s pasivními tagy. Každý RFID tag se skládá z paměťového čipu, vodivého propojení, antény a kondenzátoru (viz. Obrázek 1). Kondenzátor je elektrotechnická součástka používaná v elektrických obvodech k dočasnému uchování elektrického náboje. Tyto tagy pro svou činnost nepotřebují napájecí baterii.

Energii pro napájení svých obvodů získávají z energie elektromagnetického pole, které vysílá čtecí zařízení. Dosah vysílačů pasivních prvků je kolem 10 metrů. [7] [32]



Obrázek 1 Konstrukce pasivního čipu, zdroj: [28]

- **Dělení podle typu paměti [20]:**

- *Read-Only*

Čip nese různě dlouhé, unikátní sériové číslo EPC přidělené výrobcem již při výrobě. Snaha o standardizaci především v logistice a obchodu vyústila do kódu EPC. Některé tyto čipy navíc umožňují uživateli do paměti (její části) jedenkrát zapsat potřebné informace. Případně lze tyto informace dalším přepisem znehodnotit (typicky např. v obchodě po zaplacení zboží).

- *Read-Write*

Do paměti těchto čipů lze opakovaně zapisovat obvykle 256 bitů, maximálně až 32 kB. Vzhledem k vyšší ceně jsou vhodné pro automatickou identifikaci například ve výrobě v tzv. uzavřené smyčce,

kde po ukončení výrobních procesů (po expedici) se přepravní obal výrobku (paleta, přepravka) s identifikátorem vrací na začátek výroby a tam se přiřadí k novému kusu. Samozřejmě to závisí na charakteru výrobků a výrobních procesů.

- *Write Once-Read Many*

Některé tyto čipy navíc umožňují uživateli do paměti (její části) jedenkrát zapsat potřebné informace. Případně lze tyto informace dalším přepisem znehodnotit (typicky např. v obchodě po zaplacení zboží). Poté se z nich stávají Read-Only.

- **Dělení podle způsobu čtení [20]:**

- *Jednotlivě čtené identifikátory*

U těchto tagů musí být zajištěno sekvenční čtení, např. posun po dopravním pásu.

- *Bezkolizní*

U bezkolizních čipů není nutné zajistit sekvenční čtení, je tu možnost hromadného čtení identifikátorů.

- **Dělení podle nosiče [20]:**

- *Samolepící etikety*

- *Smart labely*

Tyto čipy umožňují potisk např. čárovým kódem. Je to nejpoužívanější typ identifikátoru pro obchod a logistiku.

- *Paletové a výrobkové tagy nejrůznějších tvarů*

- *ISO karty - personální identifikace, přístupové systémy*

- *Disky, klíčenky, skleněné tyčinky atd.*

IDENTIFIKACE RFID ČIPŮ

RFID čipy obsahují 96 bitové unikátní číslo takzvané EPC. To 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 upotřebení takového množství čísel EPC, mohou čipy používat EPC o délce 64 bitů, což sníží jejich cenu.

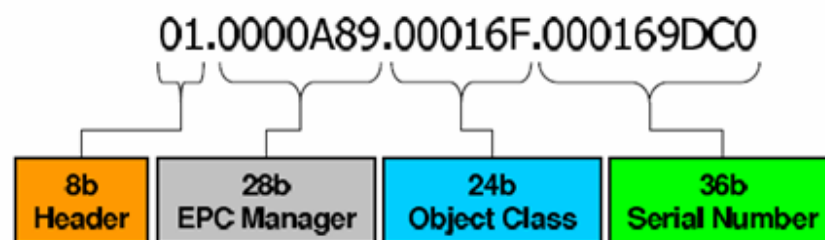
Na druhou stranu je zde i výhled pro přechod na 128 bitů pro případ, že by číselné řady přestaly stačit. [33]

EPC (Elektronic Product Code)

EPC je identifikační číslo RFID tagu. Toto číslo jednoznačně určuje konkrétní tag, resp. objekt, na kterém je RFID tag umístěn. Toto číslo má hierarchickou strukturu. [26]

Jednotlivé části EPC zobrazené na Obrázku 2 mají následující význam [26]:

- **Header** – Hlavička slouží k identifikaci verze EPC. Kapacita je 8 bitů a lze vytvořit 256 kombinací.
- **EPC Manager** – Slouží k zaznamenání informací o firmě. Kapacita je 28 bitů a je možné vytvořit 268 milionů kombinací.
- **Object Class** – Používá se k jednoznačné identifikaci druhu výrobku a její kapacita činí 24 bitů. Lze vytvořit 16 milionů tříd.
- **Serial Number** – Určuje sériové číslo produktu, které slouží k jednoznačné identifikaci konkrétního objektu (konkrétního kusu, osoby). Kapacita je 36 bitů a umožňuje 68 miliard kombinací.



Obrázek 2 Struktura identifikačního čísla, zdroj: [26]

Informace obsažené v RFID čipu

K odvozování informací na základě EPC přímo slouží služba zvaná ONS (Object Name Service). Ta přiřazuje ke každému EPC adresu s popisem zboží ve formátu XML. 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. [35]

2.3 MIDDLEWARE

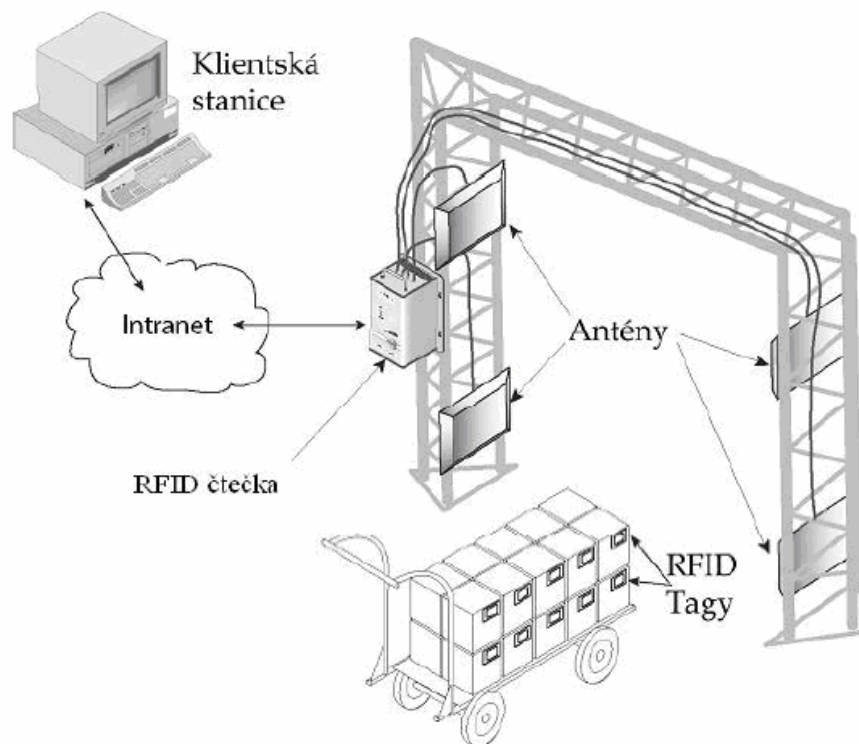
Middleware neboli prostředník mezi hardwarovou a softwarovou platformou. Middleware zprostředkovává komunikaci mezi RFID čtečkami a nadřazeným systémem. Většina moderních systémů je připravena na technologie automatické identifikace a při správné volbě middlewaru může být implementace RFID řešení poměrně snadná. [7]

2.4 ČTECÍ ZAŘÍZENÍ

Snímače neboli čtečky RFID jsou zařízení, která dokážou zachytit vysílání aktivního nebo pasivního tagu. Čtečka nemusí pouze informace zachycovat, ale může je také do tagu zapisovat. Čtečka používá pro vysílání a přijímání signálu anténu, která může být vestavěná nebo externí. [6]

Základním požadavkem na čtečku je schopnost zpracovat obrovské množství dat. Čtečky musí poznat již jednou přečtené tagy a detekovat (ignorovat) odrazy signálů tagů od pevných překážek (kovu, vody atd.) a musí zvládnout současně načíst velký počet tagů. S tím souvisí schopnost paralelně načítat čipy v relativně krátkém časovém intervalu. Čtečka přistavená vedle palety se zbožím by měla být schopna přečíst celý obsah palety. [6]

Čtečky se dělí na stacionární nebo mobilní. Na mobilní čtečky jsou kladeny větší požadavky, např. odolnost proti pádům, extrémním teplotám, prašnosti nebo vlhku. Tyto čtečky většinou komunikují bezdrátově prostřednictvím WiFi nebo Bluetooth, za jejichž použití se aktuálně snímané hodnoty v reálném čase přenášejí do centrální databáze. K počítači lze čtečku kromě bezdrátové sítě připojit zpravidla i prostřednictvím rozhraní USB. Stacionární čtečky se uplatní tam, kde není třeba „chodit za tagy“, ale tagy (např. na zboží opatřené tagy na paletě) procházejí okolo čtečky, např. v podobě čtecí brány. Tato možnost je zakreslena v Obrázku 3. Při výběru vhodné stacionární čtečky je třeba zohlednit, zda bude čtečka instalována venku nebo uvnitř budovy. [6]



Obrázek 3 Konstrukce RFID ve skladu, zdroj: [8]

Je důležité, aby čtečky a tagy pracovali na stejné frekvenci. Frekvencí se zabývá kapitola 4.1 Použitá frekvence. [vlastní]

Čtečky lze také rozlišit podle množství tagů, které jsou schopny současně zpracovat. Mobilní čtečky zpravidla nejsou schopny současně zpracovat velké množství tagů současně, naproti tomu stacionární čtečky v rámci to dokážou. [6]

Při výběru je také nutné vědět, jakou rychlostí se budou tagy pohybovat. Někdy se mohou pohybovat vysokou rychlostí (např. jedoucí auta na dálnici při výběru mýtného – v tomto případě může jít o rychlosti převyšující 100 km/h), nebo se pohybují vzhledem ke čtečce pomalu (např. výrobky na výrobním pásu). [6]

Pro filtrování redundantních dat lze využít jeden ze dvou postupů. Jednoduché čtecí zařízení bude pouze snímat tagy a získaná data bude posílat dále ke zpracování na server, nebo

lze použít propracovanější čtecí zařízení, které bude umožňovat identifikaci již jednou přečtených dat, tzn. očekává se od něj určitá analýza vstupních dat. Na server se potom posílají pouze prověřená data. [6]

Vezmou-li se v úvahu všechny již zmíněné body při výběru čtečky, ukáže se, že jednoduché čtečky jsou použitelné, jestliže [6]:

- bude přítomna obsluha čtečky, např. operátor, který bude činit určitá rozhodnutí za čtečku (např. – filtrování redundantních dat),
- tagy budou v drtivé většině v jednom směru čtení a na jednom místě,
- počet tagů snímaných současně bude relativně malý, a jestliže se budou tagy pohybovat pomalu.

Budou-li tyto předpoklady splněny, lze použít jednoduché čtečky s jednoduchou anténou. Jednoduché čtečky s několika anténami mohou vyřešit problém s umístěním tagu, problém s počtem současně snímaných tagů či problém s vyšší rychlostí pohybu snímaného tagu. [6]

3 RFID VS. ČÁROVÉ KÓDY

Před několika desetiletími si evidenci zboží pomocí čárových kódů nedokázal nikdo ani představit a přesto je to dnes již naprosto běžná technologie, která se využívá i v mnoha dalších oblastech než kam byla původně určena. [27]

Technologie rádio-frekvenční identifikace si neklade za cíl nahradit čárové kódy, ale spíše čárové kódy doplnit o další možnosti. Často je nejvýhodnější použít kombinaci těchto dvou technologií. V řadě aplikací čárový kód přináší stejný nebo i vyšší efekt s nižšími pořizovacími i provozními náklady. Příkladem může být nasazení automatické identifikace v oblasti evidence majetku, kde systém založený na identifikaci pomocí čárového kódu je výhodnější, a to nejen finančně. Naopak v řadě výrobních a logistických aplikací, jako je třídění zásilek, případně sledování výroby, je nasazení RFID výhodnější. Zpravidla se jedná o aplikace, kde využíváme čtení více RFID tagů naráz (při průchodu logistickou branou, apod.), aplikace, kde čteme RFID tagy přes různé materiály, a nejvíce pak aplikace, kde RFID tagy kolují v uzavřeném oběhu, například spolu s vratným obalem. [11] [7]

3.1.1 ZÁKLADNÍ ROZDÍLY MEZI RFID A ČÁROVÝMI KÓDY

Zprv, u RFID jde o rádiovou komunikaci, tudíž nemusí být přímá viditelnost mezi čipem a snímačem. Například zboží, které je označeno tagy RFID a umístěno v nákupním košíku, bude možné načíst současně, zatímco u čárových kódů je nutné vyskládat zboží na pás a potom kus po kuse předkládat čtečce. Analogií může být paleta zboží, která pouze projde čtecí bránou, a všechny výrobky budou téměř okamžitě načteny. [1]

Druhým základním rozdílem mezi RFID a čárovými kódy je jejich jednoznačná identifikovatelnost. Zatímco čárový kód označuje pouze kategorii zboží (např. přední světlo automobilu Ford Focus), tag RFID označuje přímo konkrétní kus zboží (např. přední světlo automobilu Ford Focus, výrobní číslo 1254412 atd.). Tím lze dosáhnout přesnějšího sledování výrobku, např. pro potřeby zpětného dohledání informací o výrobě daného kusu. [11]

Jeden z hlavních rozdílů oproti čárovým kódům je možnost dále aktualizovat a doplňovat informace dříve zapsané v RFID tagu (při použití read/write RFID tagů). Tato technologie má i další výhody, například není nutná přímá viditelnost při čtení ani při zapisování. Zajímavá je i možnost snímání více RFID tagů v jednom okamžiku. Další výhodou je větší odolnost vůči teplotě, vlhkosti a vlivům okolního prostředí obecně. Oproti běžným čárovým kódům umožňuje RFID i uchování všech dat (například o zboží) přímo v RFID tagu. Z tohoto důvodu je možná i koncepce systémů využívajících RFID bez návaznosti na databázi podnikového IS. [11]

Otázka je, proč by obchodníci měli prahnout po zabudovávání identifikačních čipů do jimi prodávaného zboží. Odpověď je jednoduchá – aby měli lepší přehled za méně peněz. Zaprvé se tak zjednoduší logistika zboží. Zatímco u čárového kódu má každý výrobek stejného druhu stejný čárový kód, v případě RFID má každý jednotlivý kus svůj jednoznačný 96bitový identifikátor EPC. Lze tedy sledovat pohyb jednotlivých kusů zboží, ztrátovost, prošlé lhůty atd. [34]

Kromě toho u čárových kódů je třeba každý kus zboží přiložit k optickému snímači. V případě RFID zvládne snímač přijmout kódy zboží bez fyzického kontaktu se zbožím. V praxi by stačilo, aby u pokladny člověk zastavil u snímače, snímač během několika vteřin zjistí všechny kódy, nakupující zaplatí a vše je vyřízeno bez vykládání zboží na pás. [34]

Pro obchodníky je navenek nejzajímavější rychlejší odbavení zákazníků. Hesla jako "žádné fronty u pokladen" znějí hezky a dobře se prezentují, více podstatná je ale i část logistická, tedy sledování pohybu zboží a následná analýza těchto dat. [34]

Kupříkladu jednou ze součástí RFID implementace mají do budoucna být LCD cenovky. Místo doposud běžně používaných papírových cenovek by na regálech byly malé cenovky vybavené LCD a snímačem. Cenovky by zjistily, vedle jakého zboží jsou a podle toho by si z centrálního počítače načetly aktuální cenu zboží. To ještě ale není tak zajímavé. Zajímavější je to, že by se takto mohla cena aktualizovat dynamicky – koncepty počítají s tím, že přes noc by počítač hypermarketu zjistil, jaké zboží se lépe prodává a jaké nejde, a podle toho by upravil ceny. Ležáky, které jsou na skladě příliš dlouho, by šly s cenou dolů, hity, kterých je zrovna

málo skladem a počítač zjistil, že další dodávky se čekají až za delší dobu, by šly s cenou nahoru. [34]

Takováto rozsáhlá práce s daty (velké hypermarkety mají skladem desetitisíce různých druhů zboží) je náročná na software i hardware. Chce to výkonný server, dobré zálohování, kvalitní databázi a dobrou aplikaci s cenovými změnami. Ve výsledku se ale všechny investice vrátí, protože hypermarketu se podaří prodat zboží za lepší ceny, lépe vybalancovat dodávky žádaného zboží, rychleji identifikovat ležáky a zbavit se jich. [34]

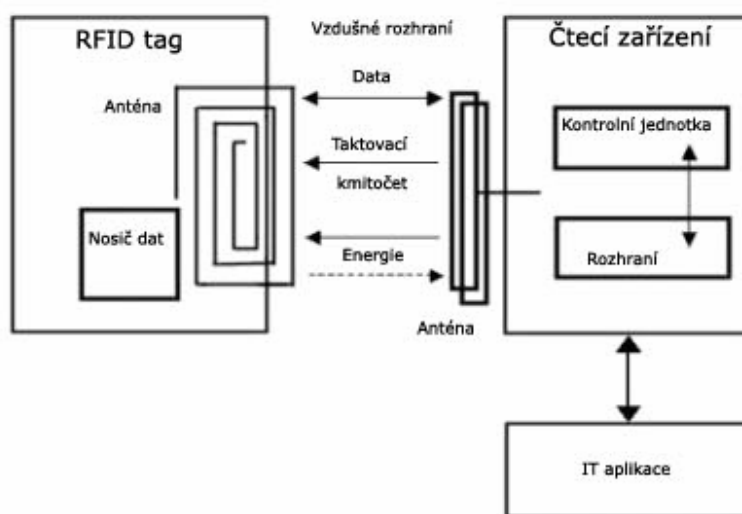
Jenže takhle dokonalý řetěz má vždy nějaký háček. Tím háčkem je fakt, že RFID sice může přinést obrovské úspory – ale do začátku vyžaduje obrovské počáteční náklady. Je tedy jasné, že malí obchodníci na RFID nepřejdou a propast mezi malými obchodníky a obrovskými řetězci se bude dále zvyšovat. Jen podle odhadů WalMartu by zavedení RFID umožnilo snížit ceny o další průměrně čtyři procenta díky tomu, že bude potřeba méně pokladních, a tedy budou menší náklady na lidskou sílu. Ačkoliv se do počátku neočekává, že by se pokladny obešly zcela bez pokladních, obsluha bude hrát spíše roli dozoru, informátora a přebírače platebních karet – a ze začátku i obsluhovat klasickou pokladnu. [34]

Další nespornou výhodou této technologie je kapacita paměti RFID tagu. Kapacita RFID tagů se obvykle pohybuje v řádu kilobitů, což umožňuje naprosto odlišnou koncepci systémů, než je tomu u čárového kódu. Čárový kód obvykle slouží pouze jako jednoznačný identifikátor a všechny doplňkové informace je třeba čerpat z databází nadřazených systémů a velmi často i ručně předávat ve formě vytisknuté textové a číselné informace na vlastní etiketě. Nejenže můžeme v případě RFID technologie řadu dat ukládat přímo do RFID tagu, ale navíc je u většiny RFID tagů můžeme i přepisovat a dále s nimi pracovat. [7]

4 JAK PRACUJE RFID

RFID systém se skládá ze tří základních komponentů, které jsou tag (přiřazen k objektu, který má být identifikován), middleware a čtecí zařízení. [vlastní]

Tag obsahuje integrovaný obvod, nosič dat a anténu. Čtecí zařízení obsahující anténu vysílá radiové pole, které je v první řadě použito pro přenos energie, ale také pro oboustrannou bezkontaktní komunikaci pro read-write systémy. Jakmile je tag přítomný v poli generovaném čtecím zařízením, indukuje se v jeho cívice elektrický proud a tag začne vysílat informace, které jsou obsaženy v jeho paměti, a to buď ihned, nebo na požádání nadřazeného systému, který je potom zobrazen nebo poslán dále. Jak je patrné, tag díky elektrické indukci nevyžaduje žádné napájení z baterií nebo z externích zdrojů napětí. Proces čtení tagu je patrný na Obrázku 4. [5]



Obrázek 4 Proces čtení tagu, zdroj: [9]

4.1 POUŽITÁ FREKVENCE

Systémy RFID se provozují na různých vlnových délkách. Volba nejvhodnější frekvence je jedna z nejdůležitějších fází návrhu takového řešení. Z této volby totiž vyplývá celá řada

dalších (nejen fyzických) omezení, jako například dosah čtečky, zákonná omezení, rychlost čtení a zapisování, použitelnost v různém prostředí a další. [11]

V současnosti se používají čtyři hlavní frekvenční pásma:

Tabulka 1 Frekvenční pásma, zdroj: [18], [vlastní]

Nízká frekvence	- dosah čtení pod 0,5 m
125–134 KHz	- malá rychlost čtení
LF Tag	- vysoké výrobní náklady
	- možnost snímání na kovu a přes kapalinu
	- používá se v docházkových a přístupových systémech a pro identifikaci zvířat
Vysoká frekvence	- dosah do 1 m
13.56 MHz	- dostatečná rychlost - čtení
HF Tag	- vysoké výrobní náklady
	- obtížné čtení přes kapalinu
	- používá se pro aplikace ve výrobě, obchodu a logistice
Velmi vysoká frekvence	- dosah do 3 m
868 MHz (v Evropě)	- nízké výrobní náklady
915 MHz (V Americe)	- velká rychlost čtení
UHF tag	- nelze číst přes kapalinu, obtížné čtení z kovu
Mikrovlnná frekvence	- dosah do 10 m
2.45, 5.8 GHz	- možnost čtení při extrémně vysokých rychlostech (automobily)
MW tag	- velká cena RFID tagu

4.2 VÝHODY A NEVÝHODY RFID

Jako většina nových technologií, má i tato své výhody ale také nevýhody.

4.2.1 VÝHODY RFID

Zavedení této technologie sebou přivádí mnoho výhod. Hlavní výhody RFID identifikace jsou [20] [16] [6]:

- není nutná přímá viditelnost pro čtení a zapisování do RFID tagů
- možnost mnohačetného čtení (rychlejší sběr dat)
- eliminace chyb při sběru dat (informace jsou sbírány automaticky)
- zlepšené řízení toku zboží
- vyšší stupeň automatizace
- digitální získávání informací
- rychlost pořízení informace
- mobilita
- odolnost a variabilita media
- spolehlivá funkčnost v drsném prostředí (vlhké, prašné či špinavé prostředí, korozivní prostředí, aplikace, kde hrozí vibrace a další)
- bezkontaktní operace
- více výrobků se stejnými fixními náklady
- větší přesnost při vyskladňování, snadnější inventura
- vylepšení evidence majetku a práce s ním

4.2.2 NEVÝHODY RFID

Každá technologie má své nevýhody. Nevýhody radio-frekvenční identifikace jsou [20] [16] [6]:

- především vyšší ceny nosičů informací
- vyšší cena prvků infrastruktury RFID (antény, snímače, obslužní stanice)
- vyšší nároky na informační systém (především při použití hromadného čtení tagů dochází ke krátkodobé zátěži informačního systému)

- nemožnost číst informace pouhým okem (to lze nahradit použitím smart-labelů, kde je možnost potisku svrchní části čipu čárovým kódem)
- omezení daná fyzikálními vlastnostmi – signál nelze šířit přes kov a kapalinu
- možnost zneužití - Čipy jsou aktivní i potom, co se zboží stane majetkem osoby, která si takové zboží s čipem pořídila. Potom prodejci mohou sledovat, co který člověk nakupuje, a následně mířit cílenou reklamou na danou osobu.

4.3 PŘÍKLADY POUŽITÍ RFID

V současné době se technologie RFID velice rozvíjí a dochází k nasazení skutečně v mnoha oblastech trhu. Největší uplatnění nachází v logistice, výrobě nebo sledování logistických jednotek ať již se jedná o zboží, palety nebo celé kontejnery. Stejně tak lze tuto technologii využít například při sledování majetku, zavazadel na letištích ale i k evidenci osob. [18]

Každá společnost využívá pro svoji činnost nějaký majetek a podle zákona každá účetní jednotka musí provádět **inventarizaci**. Inventarizace je sběr velkého množství údajů o stavu reálného světa. Údaje se týkají fyzických předmětů. Jde tedy o poměrně vhodnou situaci pro nasazení RFID. Je nutné zjistit, zda se jedná o předměty označitelné pomocí RFID. Stává se, že část předmětů je pomocí čipů neoznačitelná, a to především z důvodů rozměrů, materiálu předmětů nebo z důvodu způsobu používání. Proto jsou řešení pro inventarizace často realizována jako duální – RFID a čárový kód. Čárový kód je v tomto případě nasazen jako ústupová varianta. Inventura pak probíhá s podporou ručního RFID terminálu, kterým jsou snímány RFID visačky předmětů. Čtecí vzdálenost se pohybuje kolem jednoho metru, a proto není nutné hledat přesné umístění RFID štítku. Po sběru informací v terénu proběhne uložení údajů do podnikového systému pro správu majetku, kde je rozhodnuto o způsobu řešení neshod. [3]

Další možnost využití je ve **zdravotnictví**. Hlavním důvodem zavádění RFID do nemocničních zařízení je prevence chyb zdravotnického personálu. Každý pacient při příjmu dostane plastový náramek, ve kterém je tag RFID s pamětí, do kterého se uloží základní údaje

o pacientovi. Dalšími informacemi ukládanými do paměti čipu v tagu může být kompletní chorobopis. Chorobopis se aktualizuje podle stavu pacienta, mohou se do něj zapisovat podané léky, podstoupené zákroky a další informace o pacientově stavu. Sníží se i riziko chyb, které by mohly vznikat při přepisování informací o pacientovi do centrální databáze. V čipu může být uložena i krevní skupina pacienta. Krevní konzervy jsou také opatřeny čipy, tudíž nemůže dojít k záměně a použití jiné krevní konzervy. [6]

Technologie RFID se v logistice využívá ke zrychlení procesu příjmu, výdeje, přesunu a inventarizace produktu. V logistice odstraňuje chyby obsluhy a minimalizuje náklady spojené se značením produktů. Pomáhá přesně sledovat pohyb kartónů a palet. [30]

RFID technologie se využívá také v knihovnách pro výpůjční systém, inventarizaci a zabezpečení proti krádežím. [vlastní]

Předpokládá se, že v budoucnosti se RFID bude využívat také pro kartičky zdravotní pojišťovny (mohou nést i jiné údaje, pacientova krevní skupina, alergie na léčiva atd.), řidičská oprávnění, elektronické peněženky atd. [5]



Obrázek 5 Možnosti umístění čtečky, zdroj: [19]

5 RFID ČIPY PRO UNIVERZITNÍ KNIHOVNU

Tato kapitola je zaměřena na výběr technologie pro implementaci RFID technologie do Univerzitní knihovny v Pardubicích. Dále je zde popsána finanční analýza zavedení tohoto systému. [vlastní]

5.1 INFORMACE O UNIVERZITNÍ KNIHOVNĚ

Knihovna má nyní ve fondu více než 194 tisíc knihovních jednotek, z toho 70 tisíc svazků ve volném výběru. Odebírá kolem 400 titulů periodik. Ke konci roku 2007 bylo v knihovně registrováno více než 7 800 uživatelů a průměrná denní návštěvnost dosahovala více než sedmi set. Počet výpůjček překročil 110 tisíc za rok. [10]

5.2 STÁVAJÍCÍ SYSTÉM

Za posledních 15 let stále narůstá využití knihoven. Tento trend vedl v mnoha knihovnách k růstu počtu krádeží. Situace se ještě zhoršila s nárůstem počtu internetových aukcí a prodejních webových stránek, které vytvořily celosvětový trh, kde mohou být prodávány jakékoliv položky odcizené ze sbírek knihoven. Finanční důsledky těchto krádeží mohou být značné. Při provádění pravidelných inventur knihovny obvykle zjistí, že se ztratila přibližně 4 procenta jejich sbírek. Proto jsou zaváděny zabezpečovací systémy. [4]

5.2.1 ELEKTROMAGNETICKÝ BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉM

Univerzitní knihovna v Pardubicích využívá elektromagnetický zabezpečovací systém od firmy ORIS PLUS spol. s r.o. Elektromagnetické systémy jsou cenově dostupné a efektivní, pokud jde o upozornění zaměstnanců na to, že z knihovny je odnášena kniha, která nebyla řádně vypůjčena. [4]

Elektromagnetické systémy jsou založeny na detekci etiket v elektromagnetickém poli mezi dvojicí antén. Do knihy nebo na CD, DVD či videokazetu se přilepí kovový magnetický

pásek. Rozměry a vzhled tohoto pásku se liší podle velikosti položky a podle toho, nakolik je důležité proužek skrýt. [21]

Pokud nebyla položka při provádění výpůjčky deaktivována, bezpečnostní brána u dveří knihovny pásek identifikuje a spustí poplašné znamení. [21]

Jakmile je položka vrácena, elektromagnetický pásek je znovu aktivován pomocí podobného zařízení jako pro deaktivaci. Dobře navržená zařízení dovedou správně změnit status proužku, aniž by poškodily magnetické médium, jako je audio či videokazeta. [4]

Elektromagnetické bezpečnostní systémy nedokáží přečíst ani jinak využívat čárové kódy ani RFID štítky, takže je nelze využít pro provádění výpůjček. Jediná jejich funkce je odhalit neoprávněné vynesení materiálů z knihovny. [4]

Zabezpečovací pásy

Univerzitní knihovna má zavedenou tuto technologii už delší dobu, proto používá starší druh pásku, který je v knihách viditelný. V dnešní době se již přechází na tenké pásy, které jsou oboustranně lepivé. Tyto pásy se vkládají mezi strany knih co nejbližší ke hřbetu, a proto jsou téměř neviditelné. [vlastní]

Vyrábějí se také pásy na videokazety a přesně vyvážené pásy určené pro použití pro CD a DVD. Tyto pásy Univerzitní knihovna nepoužívá. Tyto materiály se půjčují až u východu ze zabezpečeného prostoru. [12]

Aktivační a deaktivální zařízení

Aktivační a deaktivální zařízení jsou přístroje pro deaktivaci elektromagnetického pásku při vypůjčení knih a pro jeho následnou aktivaci. Přístroje jsou určeny pro magnetická i nemagnetická média. [13]

Bezpečnostní brána

Bezpečnostní brána slouží ke zjištění, zda vynášené materiály prošli deaktivací. V bráně je zabudován červený světelný signál a také výstražný zvukový signál. Pokud branou prochází aktivní elektromagnetická páska, spustí se oba tyto signály. [vlastní]

5.2.2 VÝPŮJČNÍ SYSTÉM

Výpůjční systém funguje na bázi čárových kódů. Uživatel přinese vybrané knihy obsluze terminálu. Obsluha knihovny spustí aplikaci pro výpůjčku knih z knihovního fondu. Poté otevře knihu a načte čárový kód. Vypůjčení se načtením uloží do databáze. Poté čtenář projde bezpečnostní branou ven z knihovny. Vracení knih probíhá stejným postupem. [vlastní]

Každý kód se skládá z tmavých čar a ze světlých mezer, které se čtou pomocí snímačů vyzařujících většinou červené světlo. Toto světlo je pohlcováno tmavými čarami a odráženo světlými mezerami. Snímač zjišťuje rozdíly v reflexi a ty přeměňuje v elektrické signály odpovídající šířce čar a mezer. Tyto signály jsou převedeny v číslice, popř. písmena, jaká obsahuje příslušný čárový kód. To tedy znamená, že každá číslice či písmeno je zaznamenáno v čárovém kódu pomocí předem přesně definovaných šířek čar a mezer. Data obsažená v čárovém kódu mohou zahrnovat takřka cokoli: číslo výrobce, číslo výrobku, místo uložení ve skladu, číslo série nebo dokonce jméno určité osoby, které je např. povolen vstup do jinak uzavřeného prostoru. [22]

Nejčastější typy čárových kódů

V současnosti existuje více jak 200 druhů čárových kódů. Rozdělují se podle způsobu rozložení čar a mezer a každý má svoji symboliku (tedy popis pravidel určujících způsob jakým se data kódují do čar a mezer) a typické využití. Příklady čárových kódů[22] [31]:

- **Code 2/5**

Skupina kódů 2 z 5 patří historicky k nejstarším – je schopen kódovat pouze numerické informace. Kód je proměnné délky a každý jeho dílčí znak je tvořen pěticí čar, z nichž tři jsou úzké a dva široké.

- **Čárový kód EAN**

Jedná se o odchodní kód, který je užíván v obchodní síti pro označení zboží. Tento kód využívá každý stát zapojený do sdružení EAN (European Article Number) International (ČR má číslo 859). Kódovány jsou číslice 0 až 9, kde každou číslici kódují dvě čáry a dvě mezery. Může obsahovat 8 nebo 13 čísel. První číslice určují stát (2-3 číslice), dalších několik číslic výrobce nebo dodavatele (většinou 4-6 číslic), další určují zboží a poslední číslice je kontrolní správnosti kódu.

- **Code 128**

Jedná se o průmyslové kódy, které se používají pro obchodní a logistické na kódování informací o daném výrobku (např. číslo artiklu, datum dodání, datum výroby, trvanlivost, hmotnost, velikost atd.).

- **Code 39**

Tento kód je přizpůsoben jako norma v automobilovém průmyslu, ve zdravotnické službě, v obraně a v mnoha dalších odvětvích průmyslu a obchodu.

- **Codabar**

Tento jednorozměrný kód je mezinárodně využíván při označování krevních konzerv v transfúzních stanicích, jsou využívány v některých knihovnách nebo jsou jimi označovány zásilky obsahující vyvolané fotografie.

5.2.3 INVENTURNÍ SYSTÉM

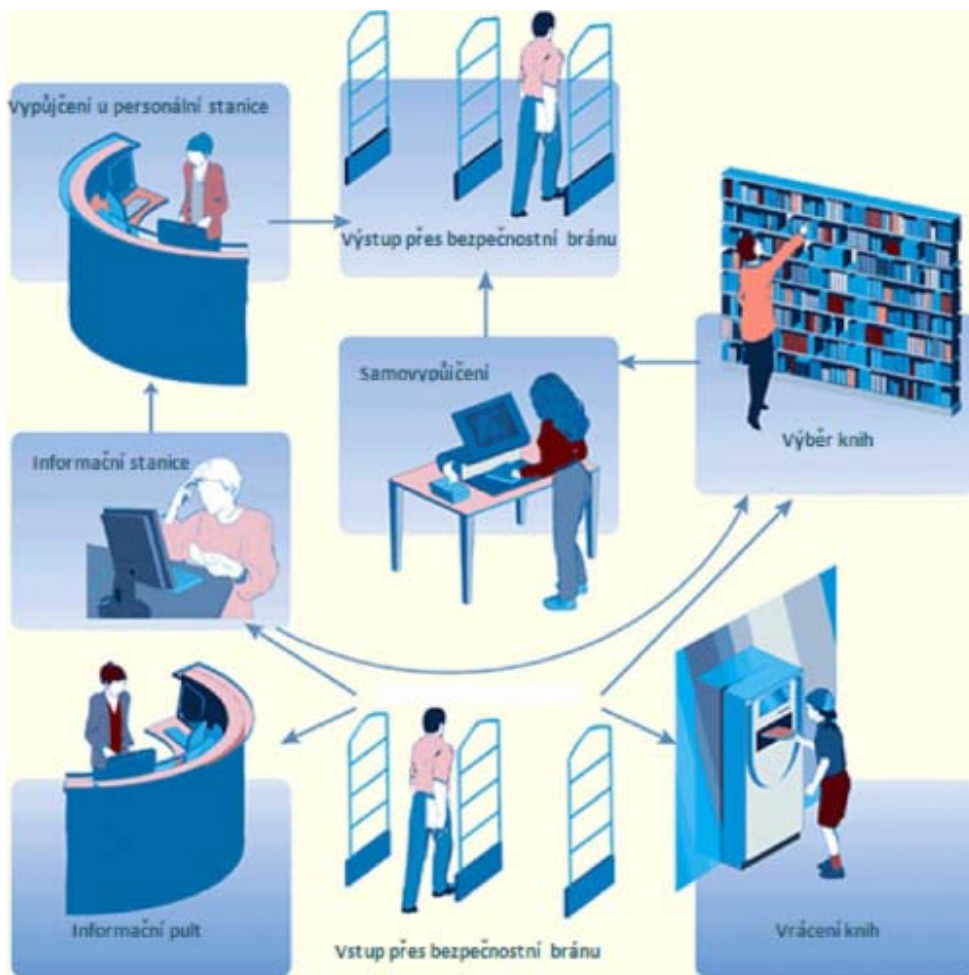
Inventurní systém, který knihovna využívá nyní, je velmi zdlouhavý. Obsluha knihovny spustí aplikaci pro inventarizaci. Obsluha poté nosí stohy knih k výpůjčnímu stolku. V knihách jsou čárové kódy umístěny uvnitř knihy na první straně. Je nutné každou knihu zvlášť vzít, otevřít a načíst čárový kód. Položka se poté sama spáruje se správnou položkou v databázi knih. Když se snímání kódů dokončí, je zjištěno, které knihy chybí. [vlastní]

5.3 TYP RFID PRO UNIVERZITNÍ KNIHOVNU

Univerzitní knihovna pracuje s databází, ve které má zaznamenány všechny výpůjční položky. K této databázi lze připojit systém zabezpečení a vypůjčování RFID. V této kapitole se seznámíme s možností implementace RFID. [vlastní]

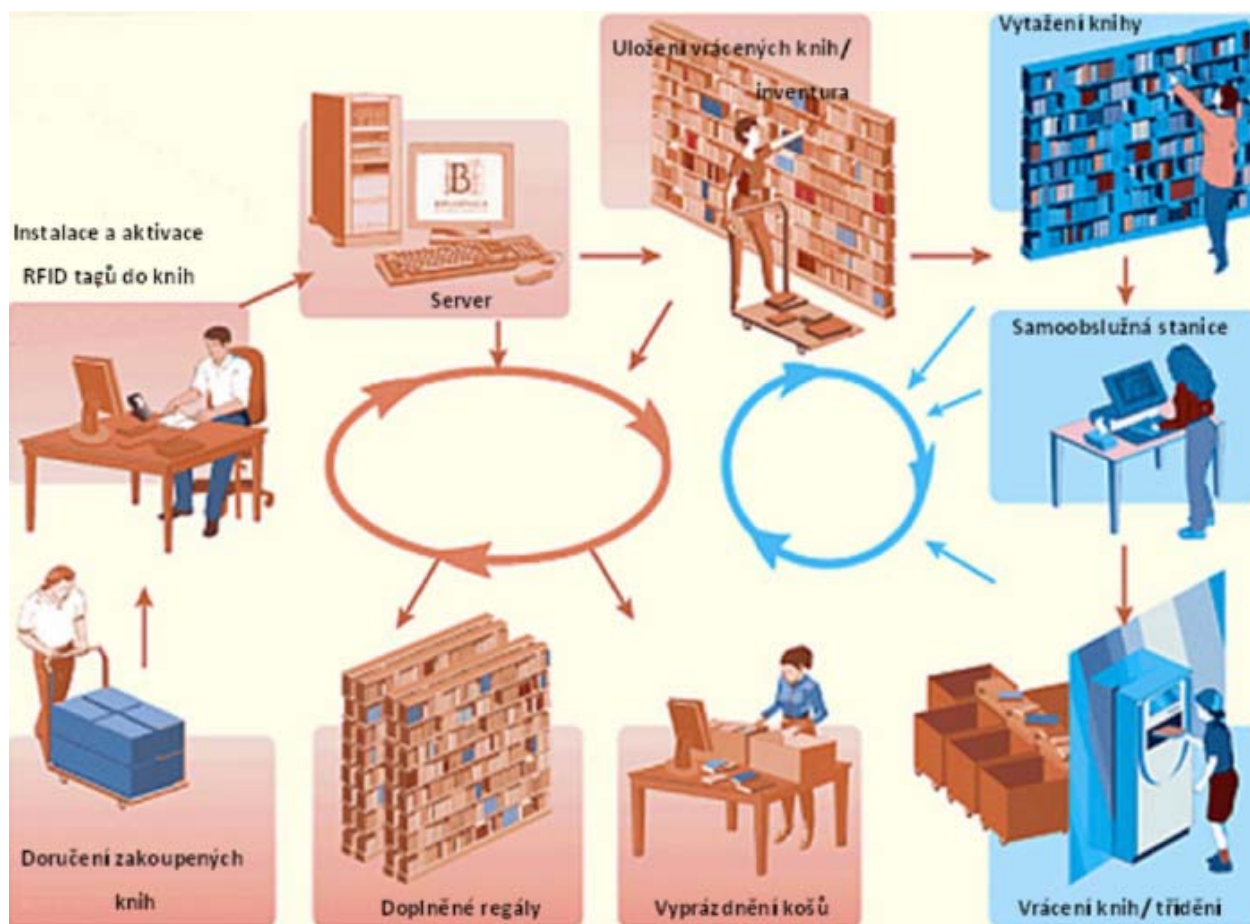
Jak by měl systém fungovat z pohledu čtenáře, je zakresleno na Obrázku 6. Čtenář vstoupí do knihovny přes bezpečnostní bránu. Potřebné informace k nalezení knihy může

obdržet u informačního pultu nebo u informační stanice. Poté nalezne knihu uloženou na svém místě. Následně přistoupí k samovypůjční stanici nebo k personální stanici a knihu si vypůjčí. Poté může vystoupit bezpečnostní branou ven z knihovního prostoru. Knihy čtenář bude moci vrátit u samoobslužné stanice (bez vstupu do budovy) nebo u personální stanice. [vlastní]



Obrázek 6 Pohled čtenáře na systém, zdroj: [28]

Jak by měl systém fungovat z pohledu knihovníka, můžeme vidět na Obrázku 7. Po vrácení budou knihy tříděny na třídícím pásu do jednotlivých košů. Poté knihovník vyklidí jednotlivé knihy z košů zpět na svá místa. Po doručení nových knih obsluha knihovny vlepí do knihy čipy a následně je aktivuje. Poté budou zaznamenány do databáze a bude jim určeno místo uložení. Následně budou uloženy na určené místo. [vlastní]



Obrázek 7 Pohled knihovníka na systém, zdroj: [28]

Výběr řešení

Společností, které se zabývají RFID do knihoven, je celá řada. V rozsahu této práce není možné všechny tyto možnosti zohlednit. Stávající systém fungující v Univerzitní knihovně zajišťovala firma ORIS PLUS spol. s r.o. Tato firma se zabývá také RFID technologií. Proto byla tato práce zaměřena na technologie, které dodává společnost ORIS PLUS. [vlastní]

Časový horizont

Knihovna, pro kterou je určen tento návrh RFID technologie, je univerzitní. Z toho vyplývá, že knihovna nemá v letních měsících vysokou frekvenci vstupu a výpůjček. A také je možné, aby původní a nový systém fungovali současně. Podle zkušeností společnosti ORIS

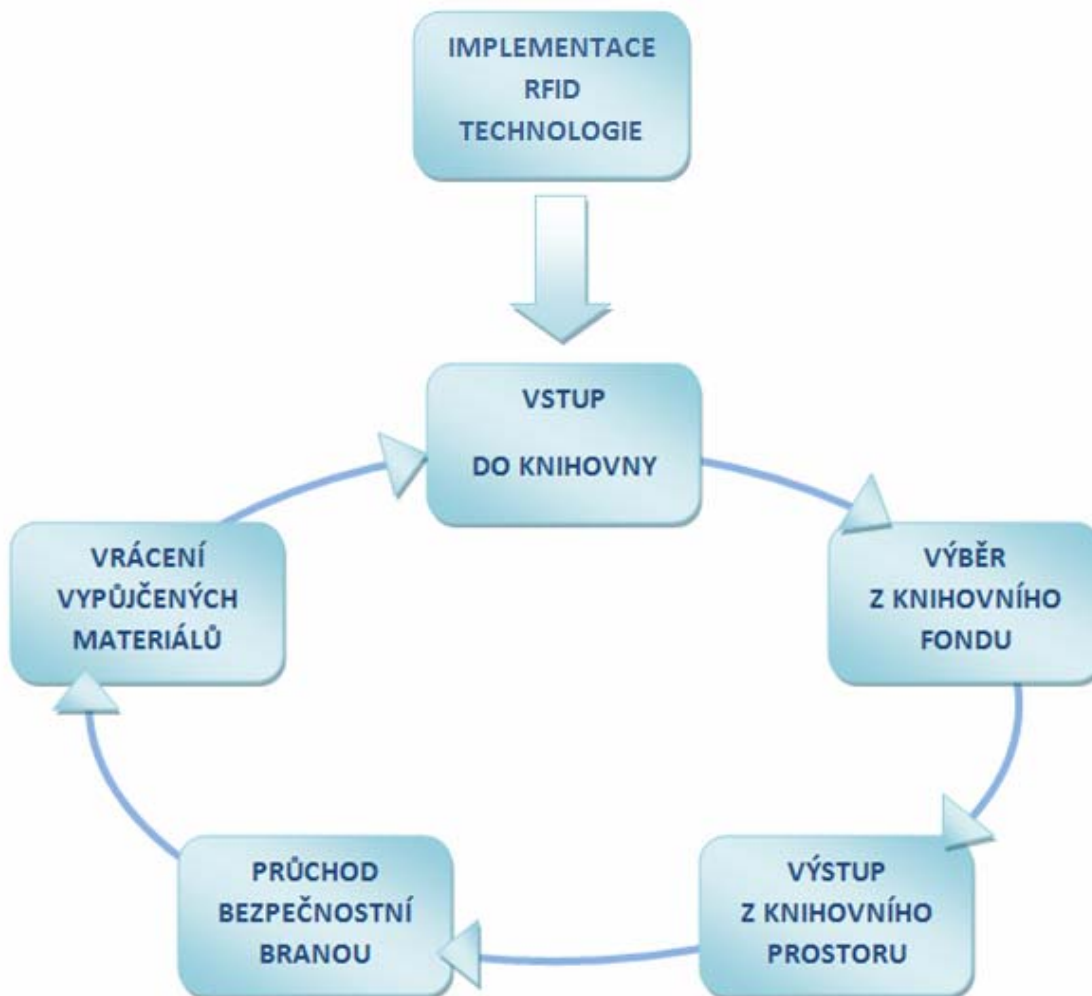
PLUS spol. s r.o. instalace trvá přibližně dva měsíce. Proto je vhodné začít implementaci systému v letních měsících. [vlastní]

5.3.1 FÁZE VÝPŮJČNÍHO PROCESU

Pokud si chce čtenář vypůjčit materiály z knihovního fondu, je nutné, aby dodržel určitý postup. Tento postup se skládá z šesti fází [vlastní]:

- Implementace RFID technologie
- Vstup do knihovny
- Výběr z knihovního fondu
- Výstup z knihovního prostoru
- Průchod bezpečnostní branou
- Vrácení vypůjčených materiálů

Fáze vypůjčování jsou zakresleny na Obrázku 6 Koloběh vypůjčování.



Obrázek 6 Koloběh vypůjčování, zdroj: [vlastní]

a) Implementace RFID technologie

Nejprve je nutné připojit **pracovní stanice pro personál**. Všechny technologie firmě ORIS PLUS dodává firma P. V. SUPA (mimo čipů). Stanice u firmy ORIS PLUS se nazývá LibStaff. Tato stanice je plně kompatibilní se stávajícími počítači, skenery a tiskárnami ve výdejovém pultu. Pracuje se stávajícími systémy, takže se nic nemusí měnit a není třeba aktualizovat knihovní systém. Jako součást systému RFID může tato jednotka fungovat jako půjčovní stanice nebo stanice na programování štítků. Tato stanice dovede načítat jak RFID

čipy tak i čárové kódy. Může rovněž programovat a přeprogramovat štítky RFID a převádět čárové kódy na RFID. Během procesu převádění není třeba používat jiné přístroje. [12]

Pro rychlejší převod z čárových kódů na RFID lze zakoupit nebo pronajmout **adaptační stanici**. Obsahuje dotekovou obrazovku, optický snímač čárových kódů a čtečku RFID, což umožňuje rychlé čtení čárových kódů a převod informací do RFID tagu. Stanice nevyžaduje připojení k automatizovanému výpůjčnímu systému a vzhledem k tomu, že funguje jako samostatná jednotka zabudovaná v pojízdném vozíku, pracuje přímo mezi regály, takže není třeba knihy nikam přenášet. Poté stačí nalepit do knihy RFID čip a uložit zpět do regálu. [14]

b) Vstup do knihovny

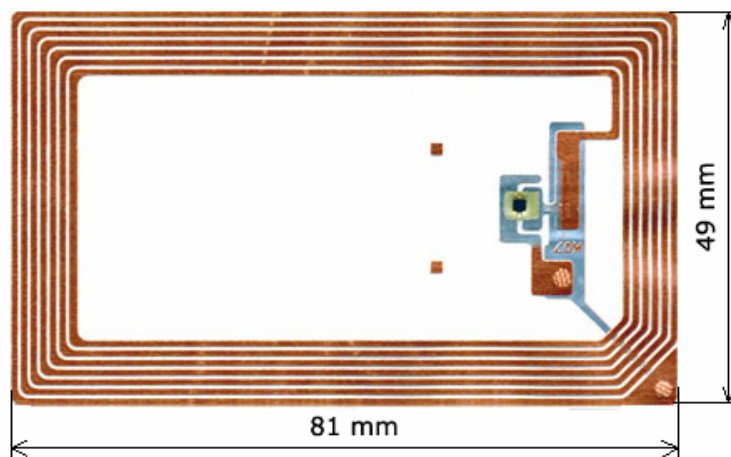
Tuto technologii není třeba měnit. Uživatel vstoupí do knihovny po přiložení bezkontaktní čipové karty (průkaz studenta) ke čtečce karet. [vlastní]

c) Výběr z knihovního fondu

Každý prvek z knihovního fondu bude označen RFID tagem, aby se předešlo odcizení. Firma ORIS PLUS spol. s r.o. dodává čipy od firmy Philips s označením Philips I-Code SLI. Tyto pasivní bezkolizní čipy pracují na frekvenci 13,56 MHz. Jsou to čipy Read-White. Jejich velikost je 1024 bit. Lze je využít v místech o teplotách od minus 20 °C do plus 70°C. Jsou ve formě samolepící etikety. [vlastní]

Konstrukce tagu

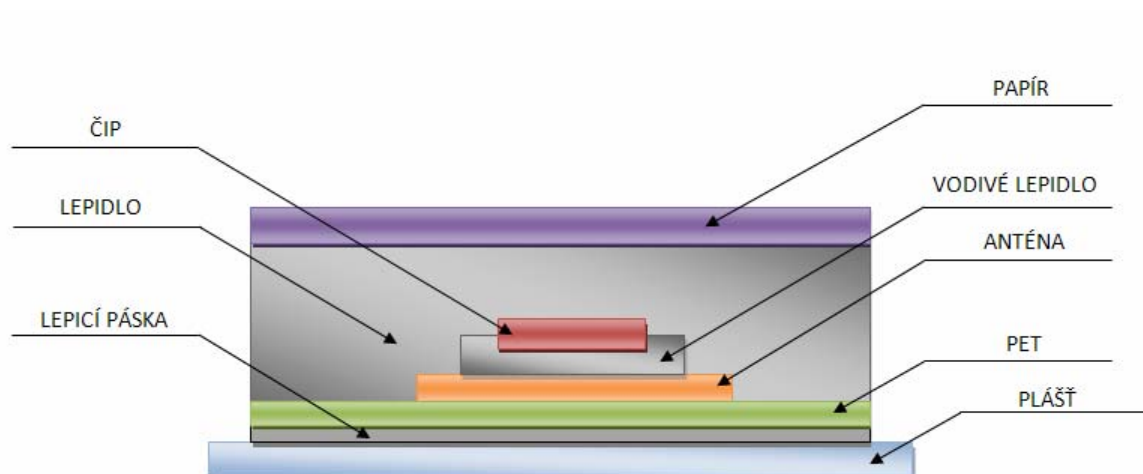
Čipy Philips se vyrábějí ve velikosti 81 x 49 mm. Rozměry jsou zakresleny na Obrázku 7. [23]



Obrázek 7 Rozměry tagu, zdroj: [23]

RFID štítek je tvořen několika vrstvami různých materiálů (viz. Obrázek 8). Pod horní ochrannou vrstvou (tvořenou papírem) je vrstva lepidla. Čip – označovaný také jako integrovaný obvod – je připojen ke spirálové anténě (vyrobené z aluminia) pomocí vodivého lepidla. Anténa je připevněna k plastovému podkladu (obvykle z PET, což je forma polyesteru). Následuje další vrstva lepidla. Tato vrstva lepidla slouží k tomu, aby se tag mohl bezpečně přilepit ke knize. Lepidlo je překryto pláštěm. Tento plášť je vyroben z papíru potaženým silikonem, aby bylo snadné ho odejmout. [vlastní]

Aby čipy nevypadali jako zabezpečovací zařízení, doporučuje se nechat na tag natisknout například znak univerzity nebo knihovny. Protože se u RFID technologie počítá s dlouhodobým využíváním, doporučuje se nechat tag potáhnout lepidlivou fólií proti oděru. Tagy jsou pak velmi odolné a není nutné je často měnit. Čipy se dodávají v rolích po 5000 kusech. [vlastní]



Obrázek 8 Vrstvy čipu, zdroj: [13]

d) Výstup z knihovního prostoru

Poté co si uživatel knihu vybere, přistoupí k výstupnímu zařízení. U RFID technologie je možné využít samoobslužné stanice. Tato stanice může vést ke snížení počtu zaměstnanců a tím i nákladů, které musí knihovna vydat na jejich mzdu. [vlastní]

Samoobslužná stanice od firmy ORIS PLUS spol. s r.o. se nazývá LibMaster. LibMaster je navržen tak, aby jeho obsluha byla co nejjednodušší pro uživatele i personál knihovny. Stanice je navrhována na základě konkrétních požadavků knihoven. [vlastní]

LibMaster je dodáván v různých verzích. Pro univerzitní knihovnu lze využít tři možnosti. První možnost je **LibMaster Small Plexi** (viz. Obrázek 9). Je to verze určená k umístění nebo zabudování do stolu. Výhodná je snadná manipulace. [vlastní]

Druhou možností je **LibMaster Plexi** (viz. Obrázek 10). Tato stanice je dodávána jako komplet, takže není nutné ji doplňovat stolem. [vlastní]

A třetí možností je **LibMaster Height Adustable** (viz. Obrázek 11). Je vyráběn také jako komplet. Jeho výhodou je jeho výšková nastavitelnost. LibMaster Plexi je v něm zabudován. Posun stolu je elektrický. Tato stanice je výhodné řešení pro tělesně postižené osoby na vozíku. V Univerzitní knihovně je zaveden bezbariérový přístup, proto je vhodné

zakoupit tento výškově nastavitelný LibMaster. [vlastní]



Obrázek 9 LibMaster Small Plexi, zdroj: [24]



Obrázek 10 LibMaster Plexi, zdroj: [23]



Obrázek 11 LibMaster Height Adjustable, zdroj: [23]

Základní vlastnosti:

Všechna výše jmenovaná zařízení, která komunikují s uživateli nebo obsluhou, mohou být dodána s neomezeným výběrem jazyka, např. čeština, slovenština, čínština apod. Jednoduchým způsobem lze bez jakéhokoli omezení implementovat libovolný jazyk. Tato vlastnost je výhodná pro Univerzitní knihovnu vzhledem k množství zahraničních studentů, kteří v Pardubicích studují a knihovnu navštěvují. [vlastní]

LibMaster komunikuje s knihovní databází pomocí protokolu SIP2, proto je nutné, aby databáze, která je v knihovně zavedena, pracovala s tímto protokolem. [23]

Zařízení má zabudovanou automatickou funkci zapnuto/vypnuto. Ráno se zapne a večer vypne dle naprogramovaného času a zaměstnancům knihovny tak ušetří čas. [23]

LibMaster obsahuje funkci prolongace, tzn., že čtenář si může prodloužit dobu výpůjčky, bez nutnosti mít vypůjčené materiály sebou. [23]

Výpůjční stanice je vybavena čtečkou karet čtenářů pro jejich identifikaci a dotykovou 15“ LCD obrazovkou. [23]

V případě používání RFID, může LibMaster obsluhovat materiály do výšky cca 25 cm. V takovém případě čtenář jednoduše umístí fond na určené místo a o další se stará LibMaster. [vlastní]

Proces vypůjčení

Uživatel zahájí proces přiložením karty čtenáře ke čtečce, případně doplněné zadáním PINu. Po prověření dat čtenáře se na obrazovce zobrazí další postup, jak umístit knihu, CD apod. Po kontrole posledního vypůjčeného materiálu si čtenář vezme zpět kartu a vytištěný účet. Během výpůjčního procesu se automaticky deaktivuje RFID. A čtenář si odnáší knihu s neaktivním čipem. Proces vypůjčení je zaznamenán na Obrázku 12. [vlastní]



Obrázek 12 Proces vypůjčení, zdroj: [vlastní]

e) Průchod bezpečnostní branou

Aby nedocházelo ke ztrátám z knihovního fondu, bude muset čtenář (po deaktivaci čipu u vypůjčného zařízení) projít bezpečnostní branou. Brána nazvaná LibGates (viz Obrázek 13) je vyvinutá přímo pro využití v knihovnách. Pokud anténa obsažená v bráně zaznamená aktivní RFID tag, spustí se poplach. Poplach je indikován akusticky i opticky. Délka i hlasitost poplachu jsou nastavitelné. Akustický signál lze nastavit v rozmezí od 3 do 7 sekund a optický od 3 do 12 sekund. Z antén lze vytvořit jeden až čtyři průchody v řadě. V Univerzitní knihovně v Pardubicích postačí pouze jeden průchod. Technické údaje jsou zobrazeny v Tabulce 7. [vlastní]



Obrázek 13 LibGates, zdroj: [23]

f) Vrácení vypůjčených materiálů

Pro vracení materiálů z knihovního fondu je vhodné instalovat zařízení pro vrácení a třídění fondu s názvem LibRetto (viz Obrázky 14 a 15). [vlastní]

Toto zařízení se skládá z minimálně jedné přední koncovky. Koncovka slouží čtenáři k vložení knih. Dále se skládá z běžícího pásu, který ústí do vozíku sloužícímu k rozvozu knih po knihovně. Podle velikosti knihovny si lze zvolit počet vozíků, který se pohybuje od jednoho do 256 vozíků. Pro začátek lze začít s jedním vozíkem a po čase lze zařízení rozšířit o další koše. [vlastní]

LibRetto třídí vrácený knihovní fond do košíků. Zaměstnanci knihovny tak mají usnadněnou práci s ukládáním knih na svá místa. Velké plus u LibRetto je možnost provozu 24 hodin denně 7 dní v týdnu. Přední koncovka se umísťuje do volně přístupných prostor (v budově nebo na svrchním plášti budovy), aby čtenáři mohli vypůjčené materiály vrátit kdykoliv, zatímco dopravní pás s koši pokračuje do zázemí knihovny. Zařízení může být vybaveno výtahem pro dosažení vyšších nebo nižších pater. Knihovna si může navrhnout až 50

různých třídících schémata. Pro každý koš může být použito až 20 kritérií. Některé z nich jsou standardní, jiná si knihovna navolí sama. To ale přináší nevýhodu v podobě finančních prostředků, u nestandardních kritérií je cena vyšší. [vlastní]

Přední koncovka pro vrácení materiálů se skládá z dotykového displeje, tiskárny a vstupního otvoru s pohyblivým pásem. Tyto části jsou vsazeny v hliníkovém rámu (lze designem přirovnat v bankomatu). Vnější rozměry jsou 1 metr na délku, 1,5 metru na výšku a 5,15 metru na šířku. Otvor pro vrácení se nachází ve výšce 1 metr (dle požadavků Evropské Unie na bezbariérový přístup). Barva koncovky je volitelná. [vlastní]

Třídící modul obsahuje pohyblivý pás, který se automaticky zapíná a vypíná v závislosti na třídění. Tento bezhlučný pás posouvá knihy do odpovídajícího vozíku. Jsou dva druhy vozíku. První možnost je koš s odpruženým dnem vhodný pro všechny druhy materiálů. Je vybaven kolečky. Druhá možnost je vozík ErgoStack vhodný především pro tištěné materiály. Třídíčka na ně umísťuje materiály do vertikální polohy. Když je vozík plný, může být odvezen do patřičného oddělení a celá odkládací plocha se pomocí elektromotorku zvedne do horizontální polohy. Tím se stane materiál jednoduše přístupným. [vlastní]



Obrázek 14 Přední koncovka LibRetto, zdroj: [23]



Obrázek 15 Třídící modul LibRetto, zdroj: [23]

Základní vlastnosti

Zařízení komunikující s uživateli a obsluhou mohou být dodána s neomezeným výběrem jazyka. LibRetto umí zpracovat i velké sety jakýchkoliv materiálů (CD...), maximální rozměry však jsou 40 x 30 x 15 cm (délka x šířka x výška). [23]

Zařízení je schopno zpracovat až 11 položek v jedné sadě nebo 6 CD/DVD s tím, že každá položka má svůj vlastní RFID čip. V takovém případě LibRetto zkontroluje všechny položky. Lze zpracovat přibližně 2000 materiálů za hodinu. [23]

Řídící část zahrnuje standardní počítač HP včetně licence Windows XP Pro, software Festo (software pro tlumení nárazů) a třídící software P.V.Supa. Také zahrnuje tiskárnu Epson pro tisk účtů a 15“ LCD dotykový displej. [23]

LibRetto obsahuje i software určený pro pomoc uživatelům – LibHelp, který může poslat zprávu obsluze v případě problému, který má uživatel (např. v tiskárně došel papír apod.). Dále je možné poslat dotaz nebo požadavek na obsluhu. [23]

Proces vrácení materiálů

U zařízení LibRetto začíná celý proces zvolením příslušného jazyka a poté stiskem tlačítka START na dotykové obrazovce. Tím se uvede do pohybu pás. V případě použití vstupního zařízení na svrchním plášti budovy musí být pro otevření vstupního otvoru použita identifikační karta. Následně je materiál postupně vkládán do otvoru. [vlastní]

Při vstupu materiálu do otvoru je načten RFID čip a informace je zaslána do databáze. Na základě informace z databáze je reaktivován čip a materiál putuje do patřičného koše. [vlastní]

Po vrácení všech materiálů je proces ukončen stiskem tlačítka STOP a následuje automaticky tisk účtu. V knihovním systému se současně automaticky zaznamenají poplatky případně pokuty za vrácené výpůjčky. Schéma je zaznamenáno na Obrázku 13. [vlastní]



Obrázek 16 Proces vrácení materiálů, zdroj: [vlastní]

5.3.2 INVENTURNÍ PROCES

Důležitým rysem používání technologie RFID je možnost inventory knižního fondu vybaveného RFID čipy. Pro inventory se používá ruční asistent. Společnost ORIS PLUS spol. s r.o. nabízí ruční čtečku s názvem LibAssist. U RFID odpadá nutnost načíst přes čárový kód každou knihu zvlášť, tím se proces významně zrychluje. Ruční asistent dokáže načíst čipy do vzdálenosti 30 cm. Inventura s technologií RFID značně urychluje práci. Inventuru lze provádět rychlostí až 5000 položek za hodinu. [vlastní]

Ruční asistent obsahuje paměť o velikosti 9,35MB. Do paměti se nahraje databáze knihovního fondu. Každá kniha má svůj přidělený regál. Při inventuře zaměstnanec knihovny přistoupí k regálu na knihy a načte čip regálu. Poté se mu zobrazí seznam knih, které mají v regálu být. Poté zamíří čtečku na knihy a načte čipy. Pokud nějaké tagy, na svém místě chybějí, je tento nedostatek okamžitě zobrazen na displeji. Poté se pokračuje dále. Pokud nějaká kniha do daného regálu nepatří, lze v ručním asistentu zjistit, kam patří a správně ji zařadit. Technické údaje jsou zobrazeny v Tabulce 10. [23]

Tabulka 2 Technické údaje Lib Assist, zdroj: [10]

LibAssist RFID – technické údaje	
Operační systém	Win CE.NET
RAM / ROM	64 / 32 MB
Processor	Sharp LH7A404
Displej	Barevný TFT 1/4-VGA 3,5"
Dotyková obrazovka	Ano
Osvětlení obrazovky	Ano / LED
Osvětlení klávesnice	Ano / LED
Klávesnice	Numerická + funkční
Detekce	Philips I-Code + ostatní ISO čipy
Dosah čtečky	Do 30 cm
Baterie	L-ion 2 x 2100 mAh
Výdrž baterie	Minimum 48 hodin
Doba nabíjení	90 minut
Připojení	Bluetooth, USB
Rozsah teplot	-10 až +55 °C
Hmotnost	550 g
Velikost paměti	9.35 MB

5.4 KALKULACE ZAVEDENÍ RFID V UNIVERZITNÍ KNIHOVNĚ

Tato kapitola se zabývá finanční stránkou zavedení RFID technologie v univerzitní knihovně. Je zde proveden výpočet celkových nákladů za přechod na RFID. Kalkulace se týká technologií dodávaných od společnosti ORIS PLUS spol. s r.o. Do celkových nákladů je třeba započítat veškeré položky. V cenách uvedených v této kapitole za jednotlivé části systému je započtena i instalace. [vlastní]

Zavedení RFID technologie je poměrně drahá záležitost. Cena se odvíjí od zvolených jednotlivých součástí systému. Proto je důležité zvolit součástky vhodné pro danou knihovnu. [vlastní]

Nejvyšší částka je za zařízení pro samoobslužné vrácení knih včetně třídiče. Toto zařízení lze zakoupit v mnoha verzích a s různými cenami. Od volby vhodného zařízení pro vrácení knih se odvíjí celá konečná cena zavedení RFID. Proto je nutné vybrat vhodnou možnost. Proto je v následující kapitole uvedena základní kalkulace, která neobsahuje cenu za LibRetto. V dalších kapitolách jsou zde uvedeny další tři kalkulace, které LibRetto obsahují. V úvahu přicházejí tři možnosti. Knihovna má tak možnost vybrat si vhodné zařízení. [vlastní]

5.4.1 ZÁKLADNÍ KALKULACE

Při každém zavádění nové technologie je velmi důležitá finanční stránka celého procesu. V této kapitole jsou zahrnuty položky určené do kalkulace. [vlastní]

Základní kalkulace obsahuje položky [vlastní]:

- *Čip do knihy potištěný znakem univerzity v černé barvě a přelepený ochrannou fólií*
 - Knihovna má nyní více než 194 tisíc knihovních jednotek, ve volném výběru má ale jen okolo 70 tisíc. Zbylé knihy jsou uloženy mimo prostory určené pro čtenáře. RFID je nová technologie a tak jsou čipy stále drahé. Proto není třeba umisťovat tagy na knihy, které jsou mimo dosah čtenářů. Proto je v kalkulaci zahrnuto 71 tisíc čipů.
- *Čip na CD bez potisku*
 - Čipy na CD a DVD se pro svůj tvar nenechávají potisknout znakem univerzity. Těchto čipů je třeba okolo 1 tisíce.
- *Pracovní stanice pro personál*
- *Ruční čtečka*
 - Ruční čtečka je potřebná pro inventury. Větší množství čteček znamená rychleji dokončenou inventuru. Proto je vhodné zakoupit více než jednu. Pro knihovnu v Pardubicích by měly stačit dvě čtečky.
- *Zařízení samoobslužné výpůjčky obsahující snímač karet - LibMaster Plexi*
- *LibMaster Small Plexi*

- *Výškově stavitelný stůl pod LibMaster Small Plexi*
- *Radio-frekvenční detekční brána – dvojitá*
- *Zařízení samoobslužné vracení včetně třídiče*

Vzhledem k počtu uživatelů v Univerzitní knihovně je nutné zakoupit alespoň dvě samoobslužné výpůjční stanice. Proto bylo zvoleno započítat do kalkulace LibMaster Plexi a LibMaster Small Plexi s výškově stavitelným stolem. Celková cena za základní kalkulaci činí 2 939 300 Kč. Kalkulace je zaznamenána v Tabulce 13 Základní kalkulace. [vlastní]

Tabulka 3 Základní kalkulace, zdroj: [10], [vlastní]

Předmět	Ks	Cena za kus bez DPH	Cena za kus s DPH	Cena celkem s DPH
Čip do knihy	71 000	9,64	11,90	844 900,00
Čip na CD bez potisku	1 000	13,53	16,70	16 700,00
Pracovní stanice pro personál	1	80 352,00	99 200,00	99 200,00
Mobilní adaptační stanice	1	279 531,00	345 100,00	345 100,00
Ruční čtečka	2	191 160,00	236 000,00	472 000,00
Zařízení samoobslužné výpůjčky	1	318 654,00	393 400,00	393 400,00
Výškově stavitelný stůl	1	41 310,00	51 000,00	51 000,00
Mobilní pracovní stanice	2	279 531,00	345 100,00	345 100,00
Rádio-frekvenční detekční brána	1	301 239,00	371 900,00	371 900,00
Celkem				2 939 300,00

5.4.2 DOPLŇKOVÁ KALKULACE A

Do kalkulace A bylo započteno zařízení pro samoobslužné vracení se třemi výstupy, to znamená, že se knihy třídí podle knihovnou zvolených kritérií. Tyto kritéria lze měnit.

Po setřídění zařízení knihy umístí do koše. Jsou dva druhy košů. Jeden je koš s odpruženým dnem a druhý je vozík ErgoStack Troll. Tento vozík se používá pro místa, kde je nutná snadnější manipulace. Díky rozdílu v ceně se obvykle zakupuje více košů s odpruženým dnem než vozíků ErgoStack Troll. Proto jsou v kalkulaci zahrnuty dva koše a jeden ErgoStack Troll. Dále kalkulace obsahuje cenu za zařízení pro vrácení knih, cenu za základní kalkulaci a také cenu za instalaci a školení. Celková cena činí 4 853 495 Kč. Kalkulace je zaznamenána v Tabulce 14 Doplnková kalkulace A. [vlastní]

Tabulka 4 Doplnková kalkulace A, zdroj: [10], [vlastní]

Předmět	Ks	Cena za kus bez DPH	Cena za kus s DPH	Cena celkem s DPH
Základní kalkulace	1	2 101 302,00	2 594 200,00	2 594 200,00
LibRetto se třemi výstupy	1	1 590 435,00	1 963 500,00	1 963 500,00
Samozdvíhací vozík ErgoStack Trolley	1	63 828,00	78 800,00	78 800,00
Koš na kolečkách včetně odpruženého dna	2	29 808,00	36 800,00	73 600,00
Instalace a školení	1	120 500,00	143 395,00	143 395,00
Celkem				4 853 495,00

5.4.3 DOPLŇKOVÁ KALKULACE B

V kalkulaci B bylo započteno zařízení LibRetto s pěti výstupy. K tomuto zařízení lze dokoupit tři koše a dva vozíky. Do kalkulace byla dále započtena cena za základní kalkulaci a cena za instalaci a školení. Celková cena činí 5 636 090 Kč. Kalkulace je zaznamenána v Tabulce 15 Doplnková kalkulace B. [vlastní]

Tabulka 5 Doplnková kalkulace B, zdroj: [10], [vlastní]

Předmět	Ks	Cena za kus bez DPH	Cena za kus s DPH	Cena celkem s DPH
Základní kalkulace	1	2 101 302,00	2 594 200,00	2 594 200,00
LibRetto s pěti výstupy	1	2 120 580,00	2 618 000,00	2 618 000,00
Samozdvíhací vozík ErgoStack Trolley	2	63 828,00	78 800,00	157 600,00
Koš na kolečkách včetně odpruženého dna	3	29 808,00	36 800,00	110 400,00
Instalace a školení	1	131 000,00	155 890,00	155 890,00
Celkem				5 636 090,00

5.4.4 DOPLŇKOVÁ KALKULACE C

Tato nejdražší verze kalkulace obsahuje zařízení se sedmi výstupy a cenu za základní kalkulaci. Použité jsou čtyři koše s odpruženým dnem a tři vozíky ErgoStack Trolley. Také je zde zaznamenána částka za instalaci a školení. Z kalkulace vyplývá, že konečná cena v této kombinaci je 6 609 685 Kč. Kalkulace je zaznamenána v Tabulce 15 Doplnková kalkulace C. [vlastní]

Tabulka 6 Doplnková kalkulace C, zdroj: [10], [vlastní]

Předmět	Ks	Cena za kus bez DPH	Cena za kus s DPH	Cena celkem s DPH
Základní kalkulace	1	2101302	2594200	2 594 200,00
LibRetto se sedmi výstupy	1	2 843 505,00	3 510 500,00	3 510 500,00
Samozdvíhací vozík ErgoStack Trolley	4	63 828,00	78 800,00	315 200,00
Koš na kolečkách včetně odpruženého dna	3	29 808,00	36 800,00	110 400,00
Instalace a školení	1	141 500,00	168 385,00	168 385,00
Celkem				6 609 685,00

5.4.5 ZHODNOCENÍ VÝBĚRU

Výběr součástí, které jsou pro Univerzitní knihovnu v Pardubicích vhodné, záleží v první řadě na finančních prostředcích, které může knihovna uvolnit. Pokud knihovna nemá dostatek financí, může si pro začátek zakoupit 71 tisíc čipů pro knihy, které jsou ve volném výběru. Knihy, které jsou mimo volný výběr, mohou ponechat bez čipů (není nutné je zabezpečovat). Nejvyšší částka v kalkulaci je za samoobslužnou stanici pro vrácení. Pro knihovnu, o velikosti jako je v Pardubicích, jsou vhodné tři možnosti této stanice. Třídí se třemi, pěti nebo sedmi koši. Třídí se lze kdykoliv rozšířit o další koše. Proto postačí pro začátek instalovat třídí se třemi koši, který je popsán v doplňkové kalkulaci A. Vedení knihovny tak bude mít (po vyzkoušení) čas na zhodnocení, zda jsou tři koše postačující nebo zda je nutné je doplnit. V případě třídí se třemi koši by zavedení RFID přišlo knihovnu na 4 853 495 Kč. [vlastní]

6 ZÁVĚR

Technologie RFID je v této době dynamicky se rozvíjející obor. Implementuje do mnoha oborů lidské činnosti. Proto je toto téma velice zajímavé. Tato bakalářská práce je zaměřená na problematiku rádio-frekvenční identifikace.

V úvodní kapitole je popsána technologie RFID a pojmy s ní spojené. Je zde také popsána historie RFID. V první kapitole jsou rozděleny a vysvětleny jednotlivé části této technologie.

Následující kapitola je věnována porovnání rádio-frekvenční identifikace s čárovými kódy. Sice jsou čárové kódy v mnoha oborech nahrazovány RFID tagy, ale technologie RFID není určena pro náhradu čárových kódů. Tato technologie je určena hlavně pro jejich doplnění.

V další kapitole je popis, jak tato technologie funguje a jsou popsány jejich jednotlivé výhody a nevýhody. Dále jsou zde popsány frekvence, na kterých funguje.

Na počátku práce byly stanoveny cíle, které měly být splněny. V první části měla být popsána problematika RFID a měly být vysvětleny základní pojmy. Tyto teoretické informace byly popsány a vysvětleny v prvních čtyřech kapitolách.

Dalším cílem práce byl výběr vhodné RFID technologie pro Univerzitní knihovnu v Pardubicích a jeho finanční analýza. Výběr, který lze použít v Univerzitní knihovně v Pardubicích, i finanční analýza tohoto výběru byla popsána v páté kapitole.

Oba stanovené cíle a to popis RFID technologie včetně pojmů a návrh systému pro Univerzitní knihovnu v Pardubicích a jeho finanční analýza, se podařilo splnit.

Použití technologie RFID přináší ulehčení jak uživatelům knihovny, tak i zaměstnancům.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] AC SYSTEMS, s.r.o. : RFID technologie / s využitím tzv. Radio-frekvenčních Identifikátorů/ [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.acsystems.cz/eshop-produkt/ochrana_knih_fondu/rfid_technologie/rfid_samolepici_stitky_rfid_ctenarske_karty/cz>.
- [2] AC SYSTEMS, s.r.o. : RFID technologie / s využitím tzv. Radio-frekvenčních Identifikátorů/ [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.acsystems.cz/eshop-produkt/ochrana_knih_fondu/rfid_technologie/rfid_antena/cz>.
- [3] *Aktuální Zprávy.cz zprávy ze země : Aktivní RFID - 3. část seriálu* [online]. 2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://aktualnizpravy.cz/details/1262918-RFID-cipy-do-vyrob-leku-a-potravin>>.
- [4] BREGEL, Loren. *LSE integration : „Stojí to za to riziko?“* [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.lse.cz/KS_R_Stoji_to_za_to_riziko.htm>.
- [5] COUFAL, Tomáš. *Hw.cz : CryptoRF® aneb RFID od Atmelu* [online]. c1997-2008 , 4. Zář 2007 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://hw.cz/produkty/art2022-cryptorf-aneb-rfid-od-atmelu.html>>.
- [6] DOKOUPIL, Aleš. *AUTOMA časopis pro automatizační techniku : RFID z pohledu bezpečnosti* [online]. c2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39331>.
- [7] DOLEŽAL, Luboš . *CIO BUSINESS WORLD : Úvod do tajů RFID technologie* [online]. 2007 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://businessworld.cz/produkty-a-sluzby/uvod-do-taju-rfid-technologie-2719>>.
- [8] DOLEŽAL, Luboš. *GSI Česká republika : Dotkněte se RFID!* [online]. c2007 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.rfid-epc.cz/download/prezen/RFIDWorkingGroup-UvodDoTechnologie.pdf>>.
- [9] *Eprin - smysly čárových kódů : Obecně* [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.eprin.cz/index.php?info=r-tech>>.
- [10] JANKOVSKÁ, Blanka. *Univerzita Pardubice : Současnost* [online]. 2009 , 20. říjen 2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.upce.cz/knihovna/o-knihovne/uk-soucasnost.html>>.
- [11] *KODYS : Radiofrekvenční identifikace* [online]. c2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.kodys.cz/rfid.html>>.
- [12] *LSE integration : Bezpečnostní pásy Tattle-Tape a aplikátory* [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs66Sq3ICOrrrrQ->>>.
- [13] *LSE integration : Deaktivační a reaktivační přístroje* [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf6lVs6EVs66Sq3ICOrrrrQ->>>.
- [14] *LSE integration : Konverzní stanice* [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.lse.cz/KS_P_RFID_KS.htm>.

- [15] *LSE integration : Kvalita a spolehlivost štítků* [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://multimedia.mmm.com/mws/mediawebserver.dyn?6666660Zjcf61Vs6EVs66Sq3OCOrrrrQ->>.
- [16] *LUX : FAQs* [online]. c2002-2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.lux-ident.com/cs/frequently-asked-questions>>.
- [17] *Marketing & media : Velký bratr z nákupního košíku* [online]. Hospodářské noviny, c1996-2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://mam.ihned.cz/1-10000125-19454800-100000_d-33>. ISBN 1213-7693.
- [18] MARTOCH, Tomáš. *RFID-EPC.cz portál : RFID aktivní nástupce čárových kódů* [online]. c2007 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.rfid-epc.cz/clanky/autorske-clanky/rfid-aktivni-nastupce-carovych-kodu-a431212>>.
- [19] *Neotec : RFID obecně* [online]. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.neotec.cz/idsys/rfid-tagy.php>>.
- [20] *OR : ČÁROVÉ KÓDY a RFID* [online]. c2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.orcz.cz/www/www.nsf/3f6052f09cc6e75cc125748600352b80/ae9a8898b604091dc12574ab001a05f5?OpenDocument>>.
- [21] *ORIS PLUS spol. s r.o. : Elektromagnetické systémy* [online]. c2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.orisplus.cz/elektromagneticke-systemy>>.
- [22] PROPOKOVÁ , Olga. *KISK : Čárové kódy* [online]. 2009 , 23. 4. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://kisk.phil.muni.cz/wiki/%C4%8C%C3%A1rov%C3%A9_k%C3%B3dy>.
- [23] P.V.SUPA : Interní zdroje ORIS PLUS spol. s r.o.
- [24] *P.V.SUPA : Self-service units* [online]. c2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.pv-supa.com/pages/index.php?id=24&pid=7>>.
- [25] *Radio Frequency Identification : RFID: di cosa stiamo parlando.* [online]. c2007 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.jlrfid.com/default.asp?sec=61>>.
- [26] RADUS, Martin. *ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ : RFID* [online]. 2006 , 12. 3. 2006 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://radio.feld.cvut.cz/personal/mikulak/MK/MK06_semestralky/RFID_RandusM.pdf>.
- [27] *RFID portál : Co je RFID* [online]. c2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.rfidportal.cz/index.php?page=rfid_obecne>.
- [28] RÝZEK, Ján. *Cosmotron Bohemia s.r.o. : RFID knihovnické systémy* [online]. c1997-2009 , 12.08.2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://www.cbvk.cz/files/regionfce/vzdelavani/RFID_CB.ppt>.
- [29] *SKLADUJ.CZ : Seminář - Moderní IT systémy v logistice* [online]. c2005-2007 , 26.03.2008 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.skladuj.cz/novinky/category/carove-kody-rfid/>>.

- [30] VOTĚCH, Jiří. *RFID-EPC.cz portál : Vozíky Linde jsou 100% RFID ready* [online]. c2007 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <[logistice využíva ke zrychlení procesu příjmu, výdeje, přesunu](http://logistice.vyuziva.ke.zrychleni.procesu.prijmu.vydeje.presunu)>.
- [31] WIKIPEDIE *Otevřená encyklopedie : Čárový kód* [online]. 2009 , 12. 8. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8C%C3%A1rov%C3%BD_k%C3%B3d>.
- [32] WIKIPEDIE *Otevřená encyklopedie : Kondenzátor* [online]. 2009 , 10. 8. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kondenz%C3%A1tor>>.
- [33] WIKIPEDIE *Otevřená encyklopedie : RFID* [online]. 2009 , 8. 7. 2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/RFID>>.
- [34] ZANDL, Patrick. *LUPA SERVER O ČESKÉM INTERNETU : RFID. Budoucnost. Realita (1.)* [online]. c1998-2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/rfid-budoucnost-realita-1/>>. ISSN 1213-0702.
- [35] ZANDL, Patrick. *LUPA SERVER O ČESKÉM INTERNETU : RFID. Budoucnost. Realita (2.)* [online]. c1998-2009 [cit. 2009-08-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/rfid-budoucnost-realita-2/>>. ISSN 1213-0702.

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam obrázků

Obrázek 1 Konstrukce pasivního čipu, zdroj: [28]	13
Obrázek 2 Struktura identifikačního čísla, zdroj: [26]	15
Obrázek 3 Konstrukce RFID ve skladu, zdroj: [8]	17
Obrázek 4 Proces čtení tagu, zdroj: [9]	22
Obrázek 5 Možnosti umístění čtečky, zdroj: [19].....	26
Obrázek 6 Koloběh vypůjčování, zdroj: [vlastní].....	34
Obrázek 7 Rozměry tagu, zdroj: [23]	36
Obrázek 8 Vrstvy čipu, zdroj: [13].....	37
Obrázek 9 LibMaster Small Plexi, zdroj: [24].....	38
Obrázek 10 LibMaster Plexi, zdroj: [23].....	38
Obrázek 12 Proces vypůjčení, zdroj: [vlastní].....	40
Obrázek 13 LibGates, zdroj: [23].....	41
Obrázek 14 Přední koncovka LibRetto, zdroj: [23].....	42
Obrázek 15 Třídící modul LibRetto, zdroj: [23].....	42
Obrázek 16 Proces vrácení materiálů, zdroj: [vlastní].....	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 Frekvenční pásma, zdroj: [18], [vlastní].....	23
Tabulka 2 Technické údaje Lib Assist, zdroj: [10].....	45
Tabulka 3 Základní kalkulace, zdroj: [10], [vlastní]	47

Tabulka 4 Doplnková kalkulace A, zdroj: [10], [vlastní]	48
Tabulka 5 Doplnková kalkulace B, zdroj: [10], [vlastní]	49
Tabulka 6 Doplnková kalkulace C, zdroj: [10], [vlastní]	49