

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV POČÍTAČOVÝCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS

## EVIDENCE MAJETKU POMOCÍ METOD BEZKONTAKTNÍ IDENTIFIKACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. PAVEL WALACH

BRNO 2007



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV POČÍTAČOVÝCH SYSTÉMŮ**

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS

# **EVIDENCE MAJETKU POMOCÍ METOD BEZKONTAKTNÍ IDENTIFIKACE**

GOODS REGISTER USING CONTACT-FREE IDENTIFICATION METHODS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. PAVEL WALACH**

**VEDOUcí PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. JOSEF STRNADEL, Ph.D.**

BRNO 2007

# Zadání diplomové práce

Řešitel        **Walach Pavel, Bc.**  
Obor            Počítačové systémy a sítě  
Téma           **Evidence majetku pomocí metod bezkontaktní identifikace**  
Kategorie      Databáze

## Pokyny:

1. Seznamte se s technologiemi používanými pro bezkontaktní identifikaci a s problematikou návrhu a realizace systémů pro evidenci majetku.
2. Vytvořte specifikaci a model systému pro bezkontaktní evidenci majetku (vybavení prodejny, prodávaného zboží atp.) v prostředí obchodního střediska, promyslete možnosti, výhody a nevýhody realizací softwarové a hardwarové části systému.
3. Systém včetně vhodných tiskových sestav realizujte zejména s ohledem na požadavek jeho použitelnosti při běžných provozních činnostech (např. inventura vybavení a zboží, změna cen zboží, kontrola doby spotřeby zboží, statistiky pro dané časové období).
4. Funkčnost systému prakticky ověřte.

## Literatura:

- Dle pokynů vedoucího

Při obhajobě semestrální části diplomového projektu je požadováno:

- Body 1 a 2.

Podrobné závazné pokyny pro vypracování diplomové práce naleznete na adrese  
<http://www.fit.vutbr.cz/info/szz>

Technická zpráva diplomové práce musí obsahovat formulaci cíle, charakteristiku současného stavu, teoretická a odborná východiska řešených problémů a specifikaci etap, které byly vyřešeny v rámci ročníkového a semestrálního projektu (30 až 40% celkového rozsahu technické zprávy).

Student odevzdá v jednom výtisku technickou zprávu a v elektronické podobě zdrojový text technické zprávy, úplnou programovou dokumentaci a zdrojové texty programů. Informace v elektronické podobě budou uloženy na standardním paměťovém médiu (disketa, CD-ROM), které bude vloženo do písemné zprávy tak, aby nemohlo dojít k jeho ztrátě při běžné manipulaci.

Vedoucí                **Strnadel Josef, Ing., Ph.D., UPSY FIT VUT**  
Datum zadání        28. února 2007  
Datum odevzdání    22. května 2007

# Licenční smlouva

Licenční smlouva v kompletním znění je uložena v archivu Fakulty informačních technologií Vysokého učení technického v Brně.

Výňatek z licenční smlouvy:

## Článek 2 Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti:
  - ihned po uzavření této smlouvy
  - 1 rok po uzavření této smlouvy
  - 3 roky po uzavření této smlouvy
  - 5 let po uzavření této smlouvy
  - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací).
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá použitím technologie bezkontaktní identifikace v prostředí obchodního střediska. Popisuje návrh systému pro evidenci majetku s využitím RFID technologie. Práce má za cíl seznámit s používanými technologiemi a postupy. Je zde popsán model systému jak na úrovni hardwaru tak i ze softwarové stránky. Implementovaná aplikace demonstruje použití systému při běžných provozních činnostech jako inventura zboží, kontrola doby spotřeby, statistiky.

## **Klíčová slova**

RFID, evidence majetku, obchodní středisko, EPC

## **Abstract**

This thesis describe utilization of contactless identification technology in the retail environment. Describe projecting of goods register system. Its goal is to introduce to utilized technologies and methods. The model of system is described in both hardware and software level. Application is demonstrating usability with ordinary operations like inventory check or statistics.

## **Keywords**

RFID, goods register, warehouse, EPC

## **Citace**

Pavel Walach: Evidence majetku pomocí metod bezkontaktní identifikace, diplomová práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2007

# Evidence majetku pomocí metod bezkontaktní identifikace

## Prohlášení

Prohlašuji že jsem tuto práci vypracoval samostatně na základě uvedené literatury pod vedením vedoucího práce. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace ze kterých jsem čerpal.

.....

Pavel Walach  
22. května 2007

## Poděkování

Děkuji vedoucímu práce Ing. Josefu Strnadelovi, Ph.D. za vedení a cenné rady při zpracování diplomové práce.

© Pavel Walach, 2007.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.*

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>2</b>
<b>2 Technologie RFID</b>	<b>3</b>
2.1 RFID Systém	3
2.1.1 Komunikace	5
2.1.2 Kódování	5
2.1.3 Nosné frekvence	7
2.1.4 Rychlost přenosu dat a šířka pásma	8
2.1.5 Dosah a úroveň výkonu	9
2.2 RFID Transpondér	9
2.2.1 Napájení	10
2.2.2 Přenosové rychlosti	10
2.2.3 Organizace uložených dat	10
2.2.4 Typy paměti	11
2.2.5 Tvar a rozměry	11
2.2.6 Cena	12
2.2.7 Přístup k více tagům najednou	12
2.2.8 Bezpečnost	12
2.3 RFID čtecí zařízení	12
<b>3 Evidence majetku</b>	<b>14</b>
3.1 Evidence majetku pomocí bezkontaktních technologií	14
3.1.1 Hardware	15
3.1.2 Middleware	17
<b>4 Realizace systému</b>	<b>19</b>
4.1 Model systému	20
4.1.1 HW model	20
4.1.2 SW model	22
4.1.3 Operace v systému	25
4.2 Realizace systému	27
4.2.1 Přihlášení	27
4.2.2 Administrativa	28
4.2.3 Sklad	29
4.2.4 Obsluha	30
4.2.5 Pokladna	30
<b>5 Závěr</b>	<b>32</b>

# Kapitola 1

## Úvod

Bezkontaktní aplikace se již zabydlely v mnoha oblastech každodenního života a budou v tom pokračovat i nadále. Bezkontaktní technologie umožňuje rychlou výměnu dat. Z tohoto důvodu se jako hlavní oblast zájmu jeví právě bezkontaktní identifikace. Příslušné typy zařízení pro bezkontaktní identifikaci se liší podle aplikace. Na jedné straně to jsou malé značky obsahující identifikaci produktu až po “chytré” karty nebo dokonce mobilní telefony s bezkontaktními možnostmi. Identifikace lidí a zboží jednoduchým mávnutím předmětem obsahujícím identifikační údaje nad čtečkou je pohodlné a šetří mnoho času. Nákupní vozík jehož obsah je během okamžiku nasnímán a zúčtován hodně zjednoduší obchodní transakce. Nástupní stanice veřejné dopravy může díky bezkontaktnímu přenosu dat mnohokrát zvýšit propustnost cestujících díky jednoduchému mávnutí karty či mobilního telefonu přes čtečku oproti složitému vkládání jízdenky do značkovače. Množství příkladů je značné. Jak rychle se bezkontaktní technologie rozšíří je otázkou času a ceny. Použití v obchodních řetězcích zrychlí operace naskladnění a výdeje ze skladu, v prostředí obchodního střediska zrychlí manipulaci s výrobkem, umožní rychlou kontrolu pozice výrobku stejně jako kontrolu dostupnosti nejžádanějších výrobků v prodejním regálu. Zrychlí se i pokladní transakce díky snížení množství manipulace se zbožím. RFID využívá té vlastnosti, že je schopna přenášet informace skrz prostředí a překážky, tudíž nezáleží na orientaci a umístění výrobku vzhledem k anténě.

Tato práce se zabývá použitím RFID technologie v oblasti prodeje zboží. Seznamuje s používanými technologiemi hlavně v pásmu UHF, které se v tomto odvětví začíná nejvíce prosazovat. Popisuje hardwarové vybavení obchodního střediska a jeho spojení s informačním systémem.

V kapitole o RFID technologii popisují z čeho se skládá RFID systém a jeho součásti[10]. Jak probíhá přenos dat mezi těmito součástmi. Zmínil jsem se i o možných bezpečnostních problémech[5]. Popsal jsem různé možnosti, které bezkontaktní technologie nabízí. Kapitola Evidence majetku pojednává o problematice použití bezkontaktní technologie na jednotlivých úrovních. Probírá hardware používaný pro vybavení prodejny a jeho správu. Čtvrtá kapitola popisuje hardwarový a softwarový model systému a implementaci demonstrační aplikace tohoto modelu.



## Kapitola 2

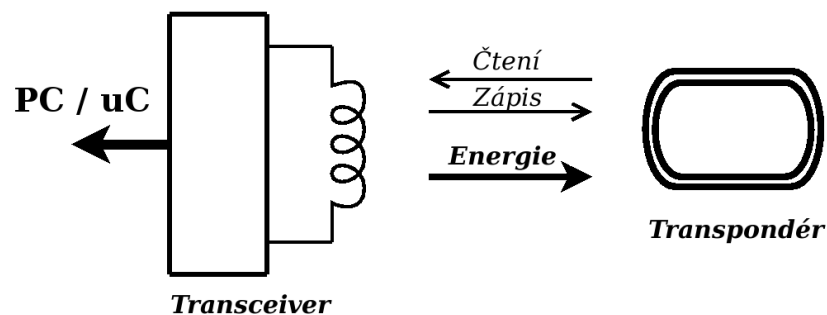
# Technologie RFID

### 2.1 RFID Systém

Základní konfigurace RFID systému se skládá ze tří částí:

- jednotka zpracování dat, obvykle mikrokontrolér
- jeden nebo několik tagů - transpondérů
- transceiver - rozhraní pro komunikaci mezi počítačem nebo mikrokontrolérem a transpondérem

Viz. obrázek 2.1.



Obrázek 2.1: RFID systém

Někdy se jako samostatná část uvádí i anténa, jelikož k jednomu transceiveru může být připojeno více antén pomocí slučovače nebo přepínače.

Při návrhu systému[2] si musíme ujasnit několik otázek:

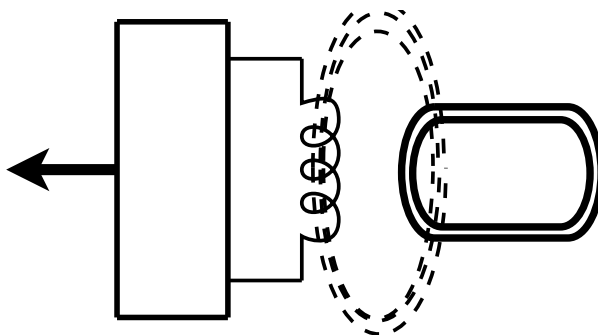
- *Velikost datového prostoru:* Potřebná velikost datového prostoru (např. množství tagovaných objektů) určuje počet unikátních čísel v průběhu existence identifikačního systému. Jelikož velikost kódu určuje velikost paměti a dobu datového přenosu, měla by být velikost tohoto kódu co nejmenší s ohledem na potřeby systému v průběhu jeho života.
- *Čtený prostor:* Čtený prostor je trojrozměrný prostor v okolí antény, ve kterém je možno aktivovat tag a komunikovat s ním. Na rozměrech tohoto prostoru závisí rozměry a umístění antény či antén tak, aby tento prostor efektivně pokryly. Požadavky na tento prostor se mohou lišit podle toho zda jsou antény stacionární a tag se skrz něj pohybuje, či je anténa přenosná a používá se k vyhledávání tagu uloženého v prostoru.
- *Velikost a tvar tagu:* RFID tag může mít nepřeberné množství tvarů. Jelikož velikost elektroniky tagu je většinou zanedbatelná, rozměry tagu závisí hlavně na rozměrech antény, jejíž rozměry jsou závislé na aplikaci. Velikost antény ovlivňuje dosah a rozměry směr, ze kterého je možno nejefektivněji číst.
- *Rychlost pohybu tagu:* Rychlost pohybu tagu čteným prostorem ovlivňuje minimální dobu čtení. Při průchodu tagu prostorem čtečky, kdy je tag aktivní, musí během této doby dojít alespoň k jednomu úspěšnému čtecímu cyklu.
- *Spolehlivost přenosu dat:* Aby jsme mohli zaručit bezchybný přenos dat skrz prostor, který je plný šumu, musíme do komunikace zakomponovat i data pro detekci a opravu chyb. Zvětšováním množství těchto dat se sice zvyšuje spolehlivost přenesených dat, ale také zvětšuje plochu čipu přidanou elektronikou stejně jako prodlužuje dobu komunikace. Množství přidaných informací nebo složitost algoritmu zajišťujícího spolehlivost je proto třeba volit v závislosti na požadované spolehlivosti a efektivitě přenosu.
- *Bezkolizní přístup:* V některých aplikacích může nastat situace, kdy se ve čteném prostoru nachází více tagů, ze kterých chceme číst. V tomto případě se pro komunikaci musí použít antikolizní protokol, který musí zajistit, aby v jednom okamžiku probíhalo čtení pouze z jednoho tagu.
- *Čtený prostor:* Tvar magnetického pole v okolí cívky čtecího zařízení je závislý na rozměrech cívky, magnetických vlastnostech okolí. Dá se odvodit pomocí Maxwellových rovnic pro popis magnetického pole. Toto pole není konzistentní co do intenzity a orientace magnetických siločar. Pokud se bude shodovat orientace magnetického pole cívky tagu a čtečky, dojde k aktivaci tagu a k přenosu dat. Efektivita přenosu bude maximální. Různá orientace těchto polí vede k tomu, že tag je pro čtečku “neviditelný”. Jakákoliv orientace mezi těmito extrémy snižuje efektivitu přenosu v závislosti na úhlu siločar cívek. Tento problém se dá částečně vyřešit použitím více různě orientovaných antén na tagu.
- *Rychlost a trajektorie pohybu:* Doba, kdy je tag pro čtečku viditelný ovlivňuje pravděpodobnost, že bude tag detekovaný a přečtený. V nejlepším případě může být tag přečtený během jedné iterace čtení. Pro každou trajektorii se dá určit maximální rychlost, jakou se může tag pohybovat, aby byl pro čtečku co nejdéle viditelný a mohlo dojít ke čtení, než se dostane do oblasti, kdy orientace a poloha tagu zabraňuje úspěšnému čtení.
- *Větší množství tagů:* Nachází-li se v okolí čtečky více aktivovaných tagů, budou se jejich komunikace navzájem ovlivňovat a čtečka tak přečte nesmyslná data. I při použití

antikolizního algoritmu se musí zajistit, aby doba čtení této skupiny tagů byla menší než doba jejich pobytu v čtecím poli.

### 2.1.1 Komunikace

Přenos dat mezi tagy a čtečkou probíhá bezdrátově. Používají se dvě metody podle kterých se i dělí RFID systémy: jeden je založen na indukční vazbě mezi dvěma cívkami, viz. obr. 2.2 a jedna na vysílání elektromagnetických vln, viz. obr. 2.3. Nevýhodou indukční vazby je omezení vzdálenosti, protože vzduchová mezera v jádru cívky má velkou permeabilitu a tudíž musí být čtecí a čtené zařízení v těsném kontaktu. Při použití elektromagnetických či rádiových vln můžeme přenos informací uskutečnit na velké vzdálenosti, v závislosti na použité frekvenci a vysílacím výkonu. Úkolem vysílače je dodávat energii a časování vysíláním a změnou elektromagnetického pole v okolí antény. Anténa v tagu tuto energii přijímá a používá ji k napájení elektroniky a ke generování hodinového signálu pro logické obvody. Aktivovaný tag přistupuje ke svým datům a následně mění elektrické vlastnosti své antény, čímž mění vlastnosti elmag. pole čtečky. Ta tyto změny detekuje a je z nich schopna získat tagem vysílána data. V systémech s možností čtení i zápisu čtečka (zapisovačka) posílá tagu data modulací svého elmag. pole. Elektronika tagu tuto modulaci detekuje a přijatá data je schopna zpracovat jako příkazy nebo uložit do paměti.

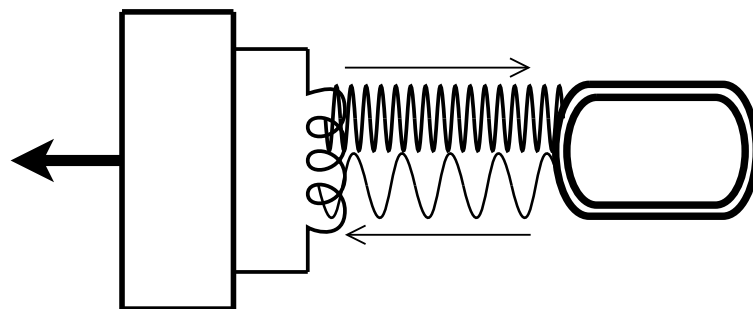
Samotný přenos dat je proveden změnou vlastností média nebo přenosového kanálu, kterým mají data procházet. Šum, interference a rušení jsou zdrojem chyb v datech. Těmto chybám se musí předcházet a snahou je zajistit bezchybný přenos dat. Komunikace probíhá asynchronně nebo je nesynchronizována, a proto je třeba se věnovat formě jakou jsou data přenášena. Za tímto účelem se používá kanálové kódování. Používá se mnoho kódů a každý má své specifické vlastnosti. Vysílač má na starosti kódování, tj. vkládání do datového proudu i informace o taktu (frekvenci) přenosu podle nějakého schématu. Přijímač zase musí přijatá data rozkódovat, tj. získat z datového proudu data a jejich časování.



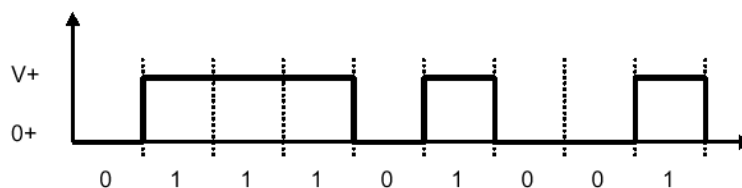
Obrázek 2.2: Indukční vazba

### 2.1.2 Kódování

**Non-return to Zero (NRZ):** Standardní kódování, kdy jednotlivým stavům odpovídá nějaká úroveň napětí. Každý bit trvá stejný počet taktů. Je potřeba přesnou synchronizaci přenosu. Ukázka kódu viz. obr. 2.4.

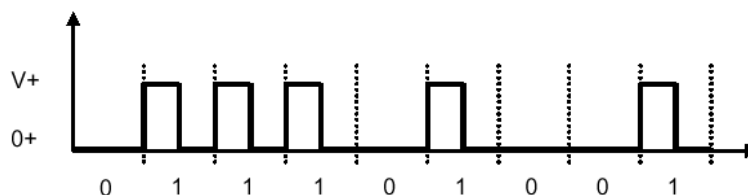


Obrázek 2.3: Radiové vysílání



Obrázek 2.4: Kódování NRZ

**Return to Zero (RZ):** Obrázek 2.5 popisuje kódování podobné jako předchozí, ale bit trvá jen půlku taktu, druhá půlka taktu je vždy "0".

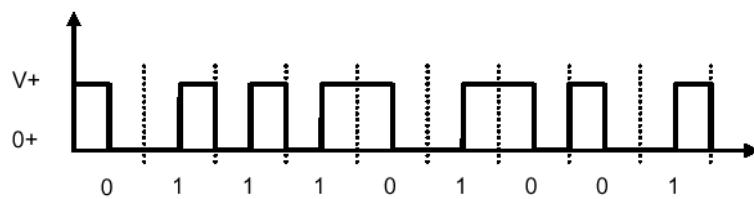


Obrázek 2.5: Kódování RZ

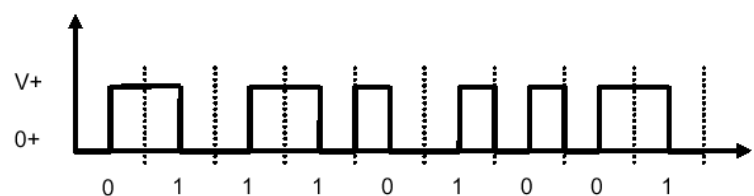
**Dvoufázové kódování:** U dvoufázového kódování se úroveň signálu mění vždy v polovině bitu nezávisle na hodnotě. Proto se úroveň nemusí vracet k nule jako v předchozím případě. Výhoda tohoto kódování je synchronizace (v každém bitu nastává přechod a tudíž se může přijímač synchronizovat s vysílačem) a odolnost proti chybám (aby došlo k chybě musel by šum invertovat signál na obou stranách přechodu).

**Manchester kódování:** Na obrázku 2.6 je znázorněno Manchester kódování. Uprostřed každého taktu je přechod, změna z '0' na '1' znamená '1', změna z '1' na '0' znamená '0'. Překlopení úrovně je použito jak pro data tak pro synchronizaci.

**Diferenciální Manchester kódování:** Uprostřed každého taktu je přechod, změna na začátku taktu znamená '0', žádná změna na začátku taktu znamená '1'. Překlopení úrovně uprostřed taktu je použito pouze pro synchronizaci. Viz. obrázek 2.7.



Obrázek 2.6: Kódování Manchester



Obrázek 2.7: Kódování Diferenciální Manchester

## Modulace

K zajištění přenosu efektivně skrz prostor a vzduch, který odděluje dvě navzájem komunikující části je třeba tyto data zakomponovat na rytmicky se měnící sinusový signál nebo nosnou vlnu. Tento proces superpozice je nazýván též modulací a používá se mnoho typu modulací, z nichž každá má své užitečné vlastnosti. Modulací myslíme změnu některé vlastnosti média, tj. sinusového elektromagnetického pole jako je amplituda, frekvence nebo fáze podle dat, která se mají přenášet. Podle toho je taky nazýváme Amplitude shift keying ASK, Frekvence shift keying FSK a Phase shift keying PSK.

### 2.1.3 Nosné frekvence

Při komunikaci po drátovém vedení je zaručeno, že komunikační kanály a sítě nejsou mezi sebou rušeny a jsou naprosto izolovány. U rádiového signálu je tohoto dosaženo oddělením frekvenčních pásem. Frekvence použité pro RFID aplikace jsou rozděleny do tří pásem: nízké (low), střední (medium) a vysoké (high).

Frekvenční pásma:

**Nízké 100-500 kHz:** Krátký až střední dosah, levné, malé čtecí rychlosti.

Použití: kontrola přístupu, identifikace zvířat, inventarizace, automobilový imobilizér

**Střední 10-15 MHz:** Krátký až střední dosah, docela levné, střední rychlost čtení.

Použití: kontrola přístupu (“chytré karty”)

**Vysoké 2.4-5.8 GHz:** Velký dosah, vysoké rychlosti přenosu, je potřebná přímá viditelnost, drahé.

Použití: Monitorování železniční a silniční přepravy.

Ve světě se používá osm pásem pro RFID aplikace. Některé země nemají přístup k pásmům vypsáním výše. V každé zemi a pro každou frekvenci existuje specifické pravidlo, které ustanovuje použití těchto frekvencí. Tyto ustanovení se aplikují na regulaci výkonu a interference stejně jako na tolerance.

<**135 kHz**: Velké množství produktů zabývajících se značením zvířat, jejich vyhledávání a stopování. Transpondéry pracující v tomto pásmu nepotřebují licenci pro provoz.

**1.95 MHz, 3.25 MHz, 4.75 MHz a 8.2 MHz**: Elektronický hlídací systém (EAS) používaný v obchodních střediscích.

**kolem 13 MHz a 13.56 MHz**: EAS užitý ve vědě, průmyslu a medicíně (ISM).

**kolem 27 MHz**: ISM aplikace.

**430-460 MHz**: ISM v Evropě.

**902 MHz-916 MHz**: ISM zvláště v Americe, železniční a silniční aplikace. Pásmo je rozděleno na úzké a široké (spread spectrum type). V Evropě jsou stejné frekvence používány v GSM telefonní síti.

**918 MHz-926 MHz**: RFID v Austrálii pro vysílání s vyzářeným výkonem menším než 1W.

**2350-2450 MHz**: ISM ve větší části světa. IEEE 802.11 uvádí toto pásmo jako vhodné pro RF komunikaci a používá jak rozprostřené spektrum tak úzkopásmové systémy.

**5400-6800 MHz**: Toto pásmo je určeno pro budoucí použití. FCC (Federal Communication Comise) byla požádána k alokovaní 75 MHz v pásmu 5.85-5.925 GHz pro inteligentní transportní služby. Ve Francii TIS Travelers Information Section) je založen na evropském pre-standartu pro komunikaci mezi vozidlem a krajinou, na které jsou umístěné majáky na frekvenci 5.8 GHz.

#### 2.1.4 Rychlost přenosu dat a šířka pásma

Volba nosné frekvence je důležitá pro určení rychlosti přenosu. Prakticky řečeno rychlost je přímo závislá na frekvenci nosné a nebo na rychlosti změn nosné vlny určené k přenosu dat. Čím vyšší je použitá frekvence tím vyšší je i dosažená rychlost přenosu nebo propustnost. To je přímo spojeno se šířkou pásma nebo rozsahem frekvencí dostupných ve frekvenčním pásmu, ve kterém se komunikuje. Kanál by měl být alespoň dvakrát tak velký než bitová rychlost potřebná pro aplikaci. Kde je omezena šířka kanálu je i omezena propustnost a je potřeba přemýšlet o rychlosti přenosu. Tento problém není tak velký v případech použití širšího pásma kanálu. Při použití komunikace s rozprostřeným spektrem ve frekvenčním pásmu 2.4-2.5 GHz je dosaženo přenosu až 2 Mb/s a také je přenos odolný proti rušení díky použití rozprostřeného signálu. Rozprostřené spektrum sice zvyšuje hladinu šumu ale snižuje poměr signálu k šumu.

### 2.1.5 Dosah a úroveň výkonu

Dosah kterého můžeme dosáhnout u RFID systému je závislý na:

- Energii (výkonu) dostupného na čtecím zařízení pro komunikaci s tagy.
- Energii dostupné tagu pro odpověď.
- Podmínkách prostředí a překážkách. Nejvíce se uplatní při vysokých frekvencích včetně poměru signál-šum.

Ikdyž dosah závisí hodně na velikosti dodané energie, závisí také na způsobu a efektivitě přenosu. Pole nebo elektromagnetická vlna se šíří prostorem kolem antény a její síla se se vzdáleností zmenšuje. Tvar antény ovlivňuje tvar pole nebo elektromagnetické vlny, takže dosah je ovlivněn i úhlem jaký svírá anténa a transpondér. Velikost signálu se v prostoru zmenšuje s mocninou vzdálenosti. Jsou-li v prostoru i překážky síla signálu se snižuje závratně. Může také dojít k odrazům od překážek, což může signál hodně zarušit. Pokud signál putuje k cíli několika různými cestami, říkáme tomuto jevu mnohacestný příjem. Při velkých frekvencích může být signál pohlcen prostředím jako vodní pára (mlha), nebo jakýmkoliv znečištěním. Proto je v některých aplikacích nutné brát v potaz v jakém prostředí ke komunikaci dochází. Signál přicházející od tagu je mnohem slabší než signál vysílaný čtečkou, proto je potřeba citlivý přijímač na čteče k přijetí odpovědi (signál vracející se zpět). U některých systémů je proto přijímač oddělen od vysílače, zvláště pokud je vysílaná (uplink) nosná odlišná od přijímané nosné (downlink).

Ikdyž je možné volit úroveň signálu podle potřeb aplikace, musí se volit podle určitých pravidel. Stejně jako omezení o používání určitých frekvencí jako nosných, existuje i omezení o vyzářeném výkonu. Pro RFID je sice uveden výkon 100-500 mW ale je třeba se řídit ustanoveními místních úřadů v zemi kde je technologie použita. Úřady mohou také určovat jakou formou je energie přenášena, zda pulsně nebo souvisle.

## 2.2 RFID Transpondér

Slovo transpondér je odvozeno od slov TRANSmiter/resPONDER (vysílač/odpovídač) a popisuje funkci zařízení. Tag odpovídá na vyslanou žádost o data, která obsahuje. Přenos mezi čtečkou a transpondérem (tagem) probíhá bezdrátově, tj. skrz prostor nebo vzduchové rozhraní mezi nimi. Základní součástí tagu je nízkopříkonový čip s možností připojení cívky, nebo s cívkou vyrobenou na čipu, pro přenos dat a generování energie (pasivní mód).

### Základní vlastnosti RFID transpondéru

Existuje mnoho charakteristických vlastností, které popisují RFID transpondéry:

- Způsob napájení transpondéru
- Způsob přenosu dat
- Přenosové rychlosti

- Možnosti zápisu a programování
- Tvar a rozměry
- Cena

### 2.2.1 Napájení

K práci potřebují transpondéry (tagy) energii, ikdyž úroveň je trvale velmi nízká (mikro až miliwaty). Tagy jsou buďto aktivní nebo pasivní, což je určeno způsobem jakým získávají energii.

Aktivní tagy jsou napájeny vlastní baterií a jsou obvykle určeny k zápisu i čtení. Jsou sice docela těžké ale mohou pracovat v rozsahu teplot  $-50^{\circ}\text{C}$ - $70^{\circ}\text{C}$ . Má-li tag baterii a je-li zatavený (hermeticky uzavřený), je jeho životnost omezena. Ale zkombinuje-li se baterie s velkou kapacitou a nízkopříkonová elektronika, je zaručena životnost v řádu let v závislosti na teplotě prostředí, počtu cyklů čtení/zápis a frekvenci užívání. Oproti pasivním tagům jsou ale velmi velké, těžké a dražší. Umožňují ale mnohem větší dosah, větší odolnost k šumu a větší přenos dat, je-li použita i velká frekvence pro přenos.

Pasivní tagy nepoužívají vlastní baterie ale získávají napájení z elektromagnetického pole generovaného čtecím zařízením. Jsou mnohem menší, lehčí, levnější a mají téměř neomezenou životnost. Naproti tomu mají krátký dosah než aktivní tagy a potřebují čtečku s velkým výstupním výkonem, která jim dodá energii potřebnou k chodu. Pasivní tagy neobsahují velké množství dat a přenos je velmi citlivý na hladinu okolního šumu. Citlivost a orientace může být také hodně ovlivněna limitujícím množstvím energie. Oproti těmto omezením pasivní transpondéry nabízejí nízkou cenu a dlouhou životnost.

Ještě existují takzvané semipasivní tagy, což je kombinace obou předchozích, kdy je součástí transpondéru baterie s malou kapacitou použitá k napájení čidla umístěného na tagu ale ne k přenosu dat.

### 2.2.2 Přenosové rychlosti

Přenosová rychlost je závislá na nosné frekvenci. Čím vyšší je použitá frekvence, tím vyšší je i přenosová rychlost. Mělo by se brát v potaz že přenos je časově omezený (trvá nějakou dobu), ikdyž velmi malou např. milisekundy a v některých aplikacích kde je tag pohyblivý tj. kde se tag pohybuje skrz čtecí zónu se nemusí stihnout přenést všechny informace.

### 2.2.3 Organizace uložených dat

Data uložená v přenosném médiu potřebují nějakou organizaci a dodatky jako identifikátory (značky) nebo bity pro detekci chyb k případné obnově. Toto je obvykle označováno jako výchozí kódování. Systémy pro standardizaci čísel jako třeba UCC/EAN a přidružené datové definice mohou být aplikovány na data uložená na tagu.



V základě mohou tagy obsahovat:

- Identifikátory, ve kterých je uloženo číslo či řetězec pro identifikaci nebo nějaký přístupový klíč k datům uloženým jinde v počítači či systému, nebo informace k ovládní nějakého systému.
- Přenosné datové soubory ve kterých jsou uložena data ke komunikaci nebo k započítí nějaké akce bez dalšího ovládní nebo v kombinaci s daty uloženými jinde.

Tagy mohou obsahovat data o velikosti od jednoho bitu až po několik kilobytů.

Jednabitová zařízení mohou být použita ve sledovacích systémech. Systémy sledování zboží je typická aplikace pro tyto zařízení, kde se tagy používají k aktivování alarmu jsou-li detekovány v dosahu čtečky. Mohou také být použity ve sčítacích aplikacích.

Zařízení s kapacitou 128 bitů jsou dostatečná k udržení sériového nebo identifikačního čísla včetně kontrolních bitů. Tato zařízení mohou být naprogramována již při výrobě nebo uživatelem.

Zařízení s úložným prostorem 512 bitů jsou trvale programovatelná uživatelem a mohou kromě identifikačního či sériového čísla obsahovat i jiná aplikačně specifická data jako popis či obsah zásilky (balíku), instrukce či dokonce výsledek předchozí čtecí/zápisové transakce.

Tagy s pamětí kolem 64 kilobitů mohou být použity k přenášení dat. Se zvýšenou kapacitou tagu mohou být data organizována do určité struktury či stránek a k takto uloženým datům je možno přistupovat selektivně během procesu čtení.

#### 2.2.4 Typy paměti

Paměť transpondéru může být buď Read-only (pouze pro čtení), RAM (s náhodným přístupem), nebo stálá programovatelná paměť pro ukládání dat v závislosti na typu a náročnosti systému (zařízení). Paměť typu ROM je určena k uložení bezpečnostních dat a instrukcí operačního systému tagu, které ve spojení s procesorem, nebo jinou logikou, provádí funkce jako časování odpovědi, průběh přenosu dat, nebo algoritmy zabráňující kolizím. RAM paměti jsou určeny k dočasnému ukládání informací během dotazování a odpovědi transpondéru. Programovatelná paměť většinou typu EEPROM je používána k dlouhodobému uchování dat, kdy je zařízení v režimu spánku nebo není napájeno. Další paměťové komponenty jsou buffery sloužící k dočasnému uchování příchozích demodulovaných dat nebo odchozích dat připravených k modulaci a přenosu pomocí antény. Systém rozhraní obsahuje součásti ke směrování a uchování energie přicházející od čtecího zařízení pro napájení u pasivních transpondérů a spuštění odezvy. Obsahuje-li tag program, musí být přítomno i zařízení (obvod), které se postará o demodulaci signálu a provede úkoly nezbytné k příjmu dat.

#### 2.2.5 Tvar a rozměry

RFID tag může fyzicky nabývat různých forem, velikostí a tvarů ochranného obalu. Tagy určené pro značkování zvířat jsou válečky dlouhé kolem 10 mm a v průměru mají jen pár

milimetrů. Existují i tagy tvaru vrutu pro aplikace zpracování dřeva, nebo tvaru kreditní karty pro přístupové systémy. Tagy v systémech proti krádeži jsou zabudovány do pevných plastových obalů pevně připevněných ke zboží. Materiál z něhož je obal tagu vyroben také závisí na prostředí ve kterém se bude používat, mohou to být plasty odolné proti chemikáliím nebo kovové schránky odolné proti nárazům a vysokým teplotám.

### 2.2.6 Cena

Cena transpondéru se odvíjí od kapacity paměti nebo materiálu a tvaru obalu. Také množství přidávaných funkcí, složitost obvodů a frekvenční pásmo, ve kterém transpondér komunikuje velmi zvyšují náklady na pořízení.

### 2.2.7 Přístup k více tagům najednou

Některé aplikace požadují přístup k více RFID transpondérům najednou nebo selektivně. Je-li potřeba přistoupit k určitému tagu ve skupině, je potřeba ho nejprve identifikovat. Při výzvě k odpovědi ale odpoví všechnu tagy v dosahu najednou. Proces, který zaručí správné přečtení všech identifikačních kódů se nazývá antikolizní [9][1]. Existuje několik metod k identifikaci tagu ve skupině. Algoritmy mohou prozkoumat prostorovou, časovou nebo frekvenční doménu. Například v časové doméně můžou transpondéry vyslat odezvu s náhodným zpožděním, kdy je velká pravděpodobnost, že čtečka identifikuje a přečte tag dřív než se ozve jiný. Nevýhodou tohoto algoritmu je omezené množství tázaných tagů. Jiná metoda je založena na binárním vyhledávacím stromě. Čtecí zařízení vyšle dotaz na všechna zařízení a jako identifikaci nastaví nejvýznamnější bit adresy, pokud se ozve právě jedno zařízení čtečka jej přečte, neozve-li se žádné, čtečka tento bit vynuluje a opakuje toto s méně významným bitem. Pokud by se ozvalo tagů více nechá tento bit nastavený a opakuje toto pro méně významný bit. Tímto postupem prohledá všechny možné adresy.

### 2.2.8 Bezpečnost

RFID transpondéry nemusí být určeny pouze k identifikaci a vyhledávání. Mohou i obsahovat užitečné informace o předmětu či zboží, a tyto informace mohou být volně dostupné. Na druhou stranu ale nemusí být vhodné, aby k těmto informacím měl přístup kdokoliv. Takovéto volně přístupné informace mohou být zkopírovány či dokonce zfalšovány. Mohou o uživateli mnoho prozradit. V bezpečnostních či přístupových aplikacích je nevhodné mít možnost zařízení klonovat. Existuje několik metod, jak tomuto zabránit. Nachází-li se tag mimo prostředí aplikace může být umístěn do ochranného obalu, který odstíní jakýkoliv rádiový signál. Je možné použít i různé kódy nebo klíče bez kterých transpondér prostě neodpoví. Existují i různé rušičky, které zabrání jakémukoliv pokusu o čtení informací z transpondérů v její blízkosti.

## 2.3 RFID čtecí zařízení

Čtečka (transceiver) je většinou někde připevněna, naopak tag je pohyblivá část systému. Čtečka a transpondér spolu komunikují bezdrátově, pomocí radiových vln. Obě části obsahují rezonanční obvod naladěný co jak nejlépe pracovní frekvenci. Čtečka dodává transpondéru

energii pomocí elektromagnetické indukce. Modulací tohoto pole čtečka vysílá data transpondéru. Transpondér se nabije a vrátí data uložená na čipu.

Čtečky se liší složitostí závisující na množství podporovaných transpondérů a na dostupných funkcích. Hlavní funkcí však je zprostředkovat komunikaci a přenést data. Funkce prováděné čtečkou mohou obsahovat akce jako sledování kvality signálu a jeho úpravy, kontrola parity přenášených dat a jeho opravy. Jakmile jsou data z transpondéru bezchybně přijata a dekodována, může se podle určitého algoritmu čtečka rozhodnout jestli data nejsou vysílána opakovaně a může transpondéru přikázat ukončení vysílání. Toto souvisí s funkcí čtení více tagů v krátkém časovém okamžiku. Další metoda přístupu k více tagům je jejich vyzývání podle např. sériového čísla nebo jiného identifikačního prvku. Slučováním více čtecích zařízení se mohou stavět složitější systémy.

Programátory transpondérů se používají k zápisu nebo přepisu dat v paměti. Tagy s možností jen jednoho zápisu se programují většinou už při výrobě ale může je programovat i uživatel.

Vzdálenost na kterou je prováděn zápis je obvykle mnohem menší než dosah při čtení a v některých systémech je potřeba přímý kontakt tagu s programátorem. Při zápisu je také možno přistupovat v jednom okamžiku pouze k jednomu transpondéru. Ale už se vyvíjí zařízení s možností selektivního programování skupiny tagů nacházejících se v dosahu programátoru.

## Kapitola 3

# Evidence majetku

Evidence majetku je proces který monitoruje množství, umístění a stav zboží či vybavení stejně jako s tím spojený příjem, výdej a další procesy. Použití moderních metod jako jsou čárové kódy či RFID pomůže tyto procesy zautomatizovat. Při použití těchto technologií je možno sbírat informace napomáhající vystopovat umístění a pohyb zboží, jeho aktuální množství a dostupnost. V prostředí obchodního střediska je ale také důležité zásobování, aby se co neefektivněji docílila spokojenost zákazníka[3][6].

Základní funkce, které by měl systém řešit:

- sledovat pohyb zboží a jeho stav v reálném čase, jeho umístění v jednotlivých lokacích
- řídit skladové operace
- evidovat služby související s provozem
- snížení chybovosti při zpracování dat

### 3.1 Evidence majetku pomocí bezkontaktních technologií

Zde bych chtěl popsat technologie používané ve světě pro evidenci majetku a inventarizaci skladových zásob[7]. Tímto se zabývá skupina EPCGlobal. Ta vyvinula skupinu protokolů EPC Gen2 a popsala tzv. EPC síť, což je jiný název pro skupinu technologií používanou v tomto odvětví.

EPC Gen2 je zkratka pro EPCglobal UHF Class 1 Generation 2. EPCGlobal pracuje na mezinárodních standardech pro použití RFID a EPC pro identifikaci jakéhokoliv předmětu ve světové zásobovací síti. Úkolem EPCGlobal je vnést řád do zmatku protokolů používaných v RFID aplikacích po celém světě. Nejvíce jsou používány protokoly Class 0 a Class 1, které EPCglobal definovala v roce 2003. V roce 2004 Hardware Action Group vytvořila nový protokol rozhraní Class 1 Generation 2, který vyřešil množství problémů objevených v protokolech Class 0 a Class 1. Standard EPC gen2 byl schválen v roce 2004 a stal se páteří RFID standardů, které se vyvíjí. Standard EPC Gen2 byl s malými úpravami adoptován jako ISO 18000-6C v roce 2006.

EPC neboli Electronic Product Code je rodina pravidel pro tvorbu kódu produktů pro Gen 2 RFID tagy. Je navržen, aby pokryl potřeby mnoha odvětví a přitom zaručil

unikátnost pro všechny tagy používající EPC. EPC přizpůsobuje existující pravidla a definuje i nová.

Síť EPC je skupina technologií umožňující použití RFID v oblastech zásobování. Systém ze dá popsat jako model vrstev. Na nejnižší úrovni jsou RFID značky. Druhá vrstva představuje RFID čtecí zařízení a jiné senzory. Tyto první dvě vrstvy dohromady tvoří hardwarovou část EPC systému. RFID čtečky a další pomocná zařízení jsou kontrolována Middlewarem, které reprezentuje třetí vrstvu systému. Middleware, přijímá z nižších vrstev množství dat a zpracovává je na informace požadované aplikacemi jako systém evidence majetku.

### 3.1.1 Hardware

Klíčovými prvky RFID hardwaru jsou čtečky a tagy. Jazyk, kterým se dorozumívají se nazývá RFID protokol nebo protokol vzduchového rozhraní[2].

**Popišme si nejprve vlastnosti RFID tagu:** Jak již víme tag se skládá z čipu a antény. Nejpoužívanější formou tagu jsou nálepky z papíru nebo polymeru umožňující uchycení na jakýkoliv povrch či obal. Používané tagy pro tuto formu jsou pasivní tagy. Díky tomu že nepoužívají baterie jsou malé a relativně levné. Je s nimi jednoduchá manipulace a dají se i potisknout libovolnými informacemi. RFID tagy mohou pracovat v rozsahu frekvencí od 100KHz až po 7GHz. Pro systémy evidence se používají pásma LF 125 kHz, HF 13.56 MHz, UHF 900 MHz a mikrovlnné pásmo 2.54 GHz.

**125 kHz** tagy se nejčastěji používají v přístupových aplikacích ve formě karet, a to z důvodu jejich ceny a krátkého dosahu v řádu centimetrů. Pro evidenci majetku jsou prakticky nepoužitelné, jelikož vyžadují přímý kontakt s čtečkou. Dalším nedostatkem je, že ve většině případů neumožňují zápis dat a pokud ano tak jen omezené množství.

**13.56 MHz** tagy jsou další možností pro přístupové systémy. Oproti 125 kHz mají znatelně větší dosah při použití v režimu čtení a to až 150 cm ale zápis je možný pouze do vzdálenosti v jednotkách centimetrů. Co se týče množství dat, umožňují zápis až desítek kilobitů.

Doposud zmiňovaná pásma využívají indukční vazbu mezi tagem a čtečkou, což značně omezuje jejich dosah. Další technikou pro přenos dat je využití elektromagnetických vln, tzv. backscatter.

**2.54 GHz** tagy mají ohromný dosah, uvádí se až 10m, ale jsou velmi drahé a ve většině případů se používají ve formě aktivních tagů, tj. obsahují baterii a tudíž je jejich životnost omezena. Používají se v aplikacích, kde nevedí jejich velké rozměry jako imobilizéry, výběr mytného či sledování dopravy jak na silnicích tak železnicích.

**pásmo UHF** je v oblasti Evidence majetku asi nejpoužívanější. Naráží sice na problémy s omezením frekvencí vhodných k použití v různých částech světa, ale povolené frekvence jsou si natolik blízko, že se v těchto oblastech dá použít jediný UHF tag. Dostupné pásma jsou 902 MHz – 928 MHz v Americe, 868 MHz – 870 MHz v Evropě a 950 MHz – 956 MHz v Japonsku. V ostatních zemích ještě nedošlo k uvolnění těchto pásem pro volné používání.

**Komunikační rozhraní:** čtečka potřebuje data z tagu číst a občas i zapisovat. Je třeba řešit problémy jako slabá odezva od tagu v prostředích, které jsou zarušené či plné jiných překážek. Nebo plánovat přístup k více tagům, je-li jich v okolí čtečky více. Tyto problémy již byly prostudovány a je hodně způsobů jak je řešit. Takto byly definovány tři protokoly rozhraní:

**Class 0 UHF** protokol pro práci v pásmu UHF ve Spojených Státech a v Evropě.

**Class 1 UHF** protokol pro pásma UHF a 2.54 GHz ve Spojených Státech, v Evropě a v Japonsku a

**Class 1 HF** protokol v pásmu 13.56 MHz po celém světě.

Třída (Class) ve jménu protokolu je označení používané EPCglobal pro popis funkčnosti RFID tagů.

**Class 0** tagy jsou tagy nesoucí EPC číslo a jsou používány pouze pro čtení.

**Class I** tagy na které může být EPC číslo zapsáno při použití, ale po zápisu je tag uzamknut a může se pouze číst.

Tagy Class 0 a Class I jsou někdy také označovány jako poznávací značky.

**Class II** jsou používány pro zápis většího množství dat, například informace o expedici.

**Class III** jsou semi-pasivní tagy a nabízejí velký dosah.

**Class IV** jsou aktivní tagy a nabízí velké množství použití, jsou ale podle toho patřičně drahé.

**RFID čtecí zařízení a senzory:** RFID čtečky vykonávají dvě funkce, nejprve započnou a vykonají kroky definované protokolem. Druhou jejich funkcí je dodávání napájení pro pasivní a semi-pasivní tagy, nutných pro jejich práci a komunikaci. Na trhu je několik druhů RFID čteček. Jednoúčelové a víceúčelové. Jednoúčelové čtečky podporují pouze jeden druh tagu, víceúčelové naproti tomu dokáží číst nepřeborné množství tagů. Víceúčelové čtecí zařízení jsou víceprotokolové zařízení, které dokáží použít několik protokolů v jednom momentu, například víceprotokolová čtečka dokáže číst tagy UHF třídy 0 a I. Vícefrekvenční čtečky zase dokáží komunikovat s tagy na různých frekvencích, např. HF a UHF, dokonce i na 2.45 GHz. Třetí třída jsou zařízení s možností upgradu firmwaru. Firmware je vestavěný program obsluhující zařízení. Upgrade firmwaru je klíčový ze dvou důvodů. Zaprvé, použitý firmware může obsahovat chyby a za druhé, jelikož se komunikační protokoly mohou změnit, stačí pak nahrát pouze novou verzi programu místo kupování nového zařízení.

**RFID antény:** Čtečka čte tag tím způsobem, že vytváří elektromagnetické pole kolem antény. Na některé čtečky je možno připojit více antén, kde každá je obslužena samostatně což dovoluje širší pokrytí prostoru méně čtečkami. Umožňuje to také zajistit že jsou přečteny všechny tagy a žádný neunikne.

**Další senzory:** V některých místech je vhodné použít například detektory pohybu, třeba ve vstupních bránách. Díky tomu čtečka nemusí číst medium opakovaně, ale jen když je to potřeba, čímž může šetřit energii a nezahlcovat okolí šumem.

### 3.1.2 Middleware

Middleware v EPC síti je vrstva, která umožňuje aplikacím pracovat s RFID infrastrukturou.

#### Správa dat

**Správa dat úseku:** Systémy pro automatickou identifikaci jsou systémy pro sběr dat na nejnižší úrovni. Dodávají částečné a zpřeházené informace o inventáři ve formě detekovaných tagů. Fragmentace takto získaných dat má několik podob. Prostorová fragmentace, kdy data přicházejí z různých míst a časová fragmentace, kdy data přicházejí nesynchronizovaně a opakovaně. A nakonec, když je čtená určitá oblast, nejsou vidět tagy, které by tam měly být nebo jsou díky odrazu načteny tagy, které se v oblasti fyzicky nevyskytují. Je potřeba rozpoznat tyto problémy a získat z nich data srozumitelná aplikací. Například není možné detekovat všechno zboží na paletě, ale aplikace je schopna odvodit, z částečných dat, že je přítomná celá paleta. Zpracování dat musí být schopno tyto kusé informace zpracovat a vytvořit celkový obraz situace, jaké zboží, kde a kdy se nacházelo. Správou dat middleware odděluje aplikace od zbytečných událostí a umožňuje jim zabývat se problematikou evidence na jiné, vyšší vrstvě abstrakce.

**Firemní správa dat:** Cílem správy dat na úrovni firmy je jednotný pohled na zboží jedním stejnorodým pohledem přes všechny funkce. Data musí být sdílená, aby se dosáhlo efektivní manipulace se zbožím. Správa dat umožní využití obrovského množství funkcí od zlepšení existujících aplikací, až po přidávání nových. Například plánování doplňování skladových zásob je jedna z těch, které se dají velmi zjednodušit použitím RFID technologie. Další záležitostí je dohledání konkrétního kusu zboží podle sériového čísla.

**Správa systému:** Ke správné automatické a bezpečné funkci RFID je potřeba nainstalovat a nakonfigurovat množství zařízení. Tomuto se říká správa systému a je to druhá nejdůležitější oblast RFID middlewaru. Až na některé záležitosti nejsou metody správy systému pouze v oblasti RFID, tyto prvky jsou společné hodně oblastem průmyslu. Mezi ně patří správa síťových prvků jako routery, přístupové body, servery, tiskárny a hodně jiných. V této oblasti již ale netřeba vymýšlet nové věci, jelikož se tyto postupy používají v nejrůznějších odvětvích a bylo již vymyšleno hodně norem a standardů, které tyto postupy popisují.

**Bezpečnost:** Pojmem bezpečnost jsou myšleny tři primární cíle v počítačových systémech: důvěrnost, integrita (úplnost, neporušenost) a dostupnost. V RFID systémech se bezpečnost týká rozhraní na čtyřech vrstvách: mezi čtečkou a tagem, na spojení mezi čtečkou a middlewarem a nakonec mezi middlewarem a aplikací.

Bezpečnost na úrovni tagů ještě není na takové úrovni, jak by se čekalo. Ve většině případů nejdou provádět operace jako rozlišování, která čtečka má právo tag číst, což může

dělat obavy lidem co se bojí o své soukromí. Obranou zde je, že čtení má omezený dosah, ale již se začínají objevovat rušičky, které dokáží zabránit ve čtení určitých tagů. Některé tagy mají možnost zablokovat svou činnost po použití příkazu “kill”, ale to na druhou stranu zabraňuje jeho znovupoužitelnost. Některé tagy již dokáží zpřístupnit svůj obsah jen po použití hesla, takže se jejich činnost může dočasně zablokovat a později, je-li třeba se dostat k jejich obsahu, například při reklamaci výrobku, pomocí klíče či hesla. Dalším problémem je padělání tagů, u levných tagů se mu zabránit nedá, ale nové dražší verze tagů podporují šifrování.

Další vrstva v pořadí je mezi čtecími zařízeními a middlewarem, ve většině případů je řešená formou sítě LAN. Otázka bezpečnosti v této oblasti již byla mnohokrát řešena hlavně ve spojení s bezpečností v Internetu. Nejpoužívanějším řešením je nasazení SSL, což je dobře známý, promyšlený a popsáný standard. Použití SSL místo vyvíjení a implementace vlastních řešení ušetří jak čas tak i peníze.

Třetím rozhraním je vrstva mezi middlewarem a uživatelskou aplikací. Zde se nabízí řešení v kontrole přístupů, což je také již velice pochopená oblast a je možno získat mnoho efektivních a bezpečných nástrojů.

Hodně lidí má obavy z napadení RFID technologie viry. RFID tagy jsou příliš jednoduchá zařízení, aby mohly umožnit požívat jakékoli viry. Možná v některých oblastech, kde se používají RFID tagy jako nosiče pro jednoduché kusy kódu pro nějaké další zařízení. Ale v oblasti RFID Evidence majetku jsou pouze nosiči informací a ošetřit například vstup nějaké nepřipustné informace do systému je velmi jednoduchá záležitost. Jediné místo pro napadení viry je poslední vrstva s operačním systémem pro běh aplikací.

**Konfigurace:** Plně vybavený RFID systém může obsahovat nespočet čtecích zařízení. Automatizace, kterou RFID nabízí se neobejde bez kompletní náhrady lidské obsluhy middlewarem. Je zapotřebí nakonfigurovat mnoho zařízení, mezi něž patří jak samotné čtečky tak i různé řídicí prvky, senzory či výstupní terminály. Systém musí rozpoznat, odkud daná data přišla, pro snadnější lokalizaci. Musí zařídit, aby se zařízení navzájem nerušila a umožnit jim vysílat podle priority, aby se nestalo, že velmi vytížené zařízení náchylné na kvalitu okolního prostředí by bylo přerušováno a mohly by nastávat chyby při čtení.

**Správa zařízení:** Složitě komplexní systémy potřebují neustálou kontrolu pro zajištění optimálního chodu. Nefunkční antény, odpojené čtečky či poškozená elektronika musí být včas detekována a rychle opravena. Je vhodné použít nějaký síťový protokol pro monitorování a správu zařízení připojených na síť. Je nezbytné, aby se systém udržoval aktuální díky aktualizacím firmwaru zařízení. Tolerance systému k chybám a včasné varování je klíčové pro komplexní systémy. Je vhodné používat v případě závažné chyby záložní systémy. Prvky v síti, jako jsou servery a směrovače se mohou duplikovat, aby se výpadek některého zařízení neprojevil na funkčnosti celého systému. Zařízení jako čtečky a senzory se musí dát rychle vyměnit a musí být schopny se rychle rekonfigurovat a přizpůsobit se novému prostředí, aby se systém udržel v bezchybném chodu.



## Kapitola 4

# Realizace systému

Systém evidence majetku sestává ze dvou částí. Hardwarová část se stará o sběr informací, aby mohly být dále zpracovány softwarem a uloženy v databázi. Softwarová část umožňuje manipulaci s daty, jako je vkládání a mazání položek databáze nebo úprava informací o položkách a další databázové záležitosti.

Hardwarové a softwarové požadavky na systém se neliší od jakéhokoliv informačního systému, tj. stačí jakýkoliv systém schopný spravovat relační databázi. Takový systém se skládá ze serveru, na kterém může být nainstalována libovolná databáze a ze stanic, které mají k této databázi přístup. Systém by měl umožnit uživatelům manipulaci se záznamy v databázi.

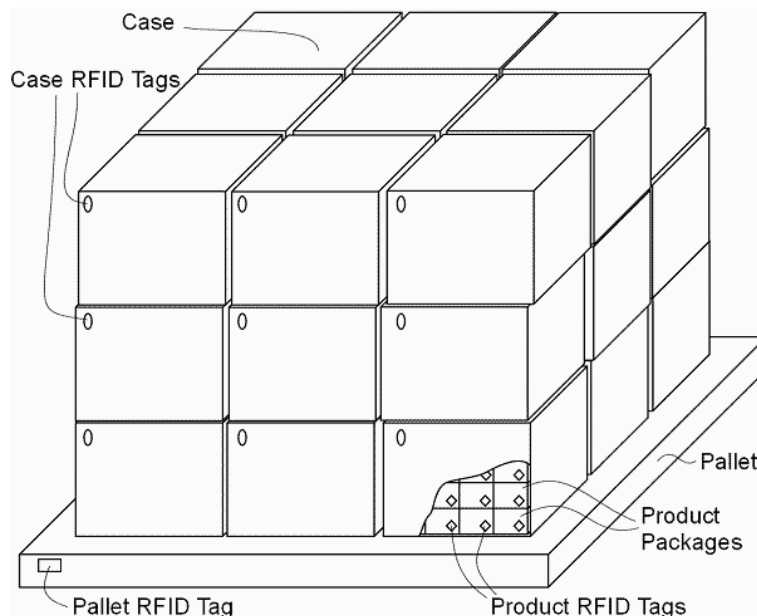
Při použití RFID technologie se bude převážná část inventarizace týkat tagování zboží a uložení příslušných informací o tomto zboží do databáze. Jak velká část informací se uloží do databáze anebo zapíše na tag závisí na úrovni použité technologie. Nejjednodušší a nejlevnější je použití tagů obsahujících pouze svou identifikaci a tuto informaci použít jako odkazu do tabulky v databázi. Tento přístup je ale náročný na propustnost systému, jelikož k některým položkám se bude přistupovat příliš často. Některé informace je proto vhodné uložit přímo na tag a tím snížit množství dotazů na server. Tento způsob je ale náročnější na vybavení, protože je nutno použít tagy s možností zápisu a také programátory těchto tagů jsou mnohem složitější a dražší.

Systém pro bezkontaktní evidenci majetku v prostředí obchodního střediska bude obsahovat databázový server a terminály pro přístup k němu. K terminálům určeným k inventarizaci budou připojeny programátory RFID tagů určených pro zápis informací, ke kterým by se muselo zbytečně často přistupovat do databáze. Na regálech budou umístěny čtečky určené ke kontrole zda je v regálu umístěno dostatečné množství výrobku a nebo zda je zboží umístěno na svém místě. Další funkcí regálu bude kontrolovat čerstvost zboží a upozorňovat obsluhu na doplnění zboží nebo výměnu prošlého.

Problém může nastat s pokrytím regálu signálem z důvodu omezeného dosahu čtecích zařízení. Je několik možností jak toto řešit. První možnost je použít dražších tagů pracujících na vysoké frekvenci ale s velkým dosahem. Bude-li ale v dosahu čtečky velké množství označovaného zboží může nastat zahlcení čtečky. To by se dalo řešit odstíněním jednotlivých sekcí regálu, ale tím by se zas plýtvalo schopnostmi drahého čtecího zařízení. Další možností je použít více levnějších čteček s krátkým dosahem pro pokrytí sekce regálu, ale propojení velkého množství čteček může být příliš složité. Poslední řešení[4] je zabudovat

do sekce regálu anténu, která by pokryla potřebnou oblast. Ale návrh takové antény nemusí být jednoduchý.

Budou-li na zboží použity RFID tagy s krátkým dosahem, nastane problém jak toto zboží uložit ve skladu aby se dalo jednoduše lokalizovat. Ve skladišti je zboží umístěno většinou na paletách a v krabicích. Zde se můžou použít tagy s velkým dosahem jelikož jich nebude velké množství. Tímto se vytvoří hierarchie, kdy tzv. makro tag na paletě bude obsahovat informace o makro tazích na krabicích umístěných na paletě. U krabic to bude obdobné. Přesněji to znázorňuje obrázek 4.1[8].



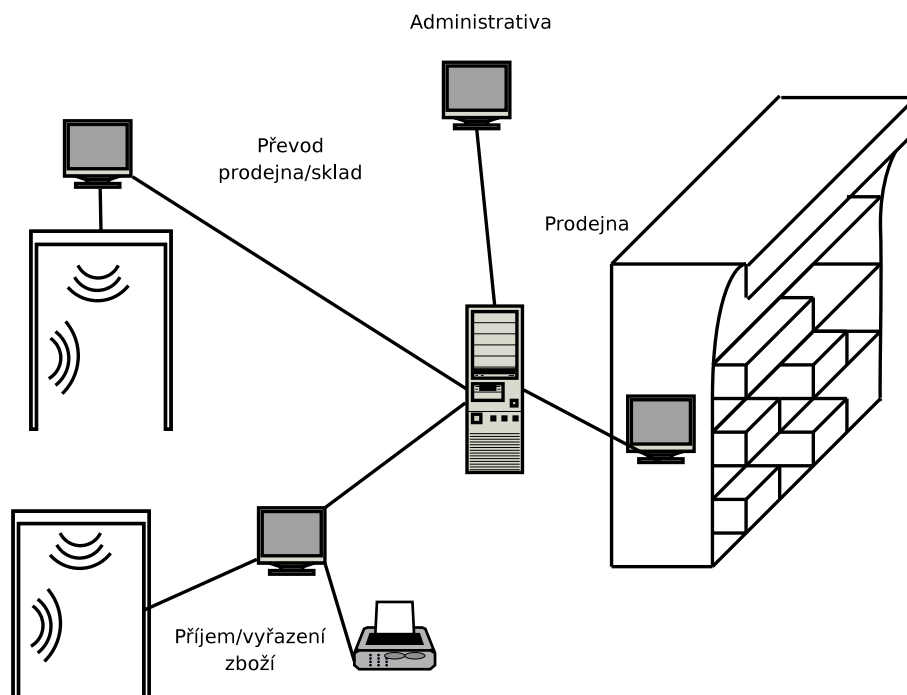
Obrázek 4.1: Hierarchie RFID tagů na paletě.

## 4.1 Model systému

### 4.1.1 HW model

Systém je navržen s ohledem na to že u nás ještě tato technologie není zavedena a tudíž si musí středisko samo tagovat zboží. Pro tento účel musí být vybaveno zařízením pro potisk nalepovacích tagů a čtecími/zapisovacími terminály. Tagy v pásmu UHF sice podporují zápis pro ukládání dat, ale data zapsaná na tazích budou určena pouze pro zákazníka. Tyto data zahrnují informace o kupní ceně, datu výroby, spotřeby a prodeje pro účely reklamace. Zbude-li na tagu místo můžou se na něj uložit i informativní data o zboží, které by mohl využít v kombinaci s jiným zařízením schopným tyto data zpracovat. Systém bude využívat data z databáze. Každý průchod důležitý pro lokalizaci tagu bude vybaven průchozí bránou s anténami. Toto se bude využívat zejména pro snazší lokalizaci zboží. Antén musí být několik a různě orientovaných, aby se zaručilo, že budou rozpoznány všechny tagy bránou procházející. Zde neomezuje ani tak dosah antén, jako orientace tagu, který může být v takové pozici, že je pro čtečku nedetekovatelný. Čtečky jsou vybaveny rozhraním

RS232, výjimečně USB a tímto rozhraním jsou připojeny k síťovému terminálu. Terminál může být klasické PC, nebo jeho odlehčená verze s možností bootování ze sítě. Zde nejsou kladeny velké nároky na hardware terminálu. Jeho funkce je pouze zpracování dat z připojeného čtecího zařízení a aktualizace polohy detekovaného tagu v databázi. Některé terminály musí provádět ještě další operace v závislosti na jeho použití. Terminál na vstupu do skladu bude určen k příjmu nového zboží, k zápisu dat o zboží do paměti tagu a do databáze. Tento terminál má lidskou obsluhu, která má na starosti značení zboží a jeho uskladnění. Tento terminál je také určen k vyřazování neprodejného zboží, tj. poškozeného či prošlého. Na rozhraní mezi skladem a prodejnou bude terminál, jehož obsluha bude zodpovědná za kontrolu dostupnosti zboží na prodejně a bude docházející zboží vydávat. Dále bude z prodejny stahovat zboží prošlé nebo poškozené (vyreklamované). Na prodejně budou umístěny tzv. inteligentní regály, které budou automaticky kontrolovat dostupnost zboží a jeho spotřební dobu. Tyto regály budou spojeny s terminálem skladníka a obsluhy a budou je upozorňovat na události spojené s prodejnou. Tyto inteligentní regály obsahují množství antén připojených k čtecím zařízením a budou stále zpracovávat aktuální informace o zboží, jeho množství a poloze. Na rozdíl od dveřních rámu, které generují události pouze pokud se tag pohybuje skrz ně, regály hlídají aktuální informace. Nedílnou součástí těchto regálů jsou i informační displaye. Z nich by se měl zákazník dozvědět informace o nabízeném zboží a jeho cenu. Anténní rámy budou umístěny i u vchodu do prodejny a budou mít za úkol kontrolovat, zda prodejnu neopouští nezaplacený výrobek. A nakonec pokladny zodpovědné za zúčtování budou také vybaveny rámy s možností čtení i zápisu. Kromě platebních transakcí budou aktualizovat databázi o prodeji zboží a budou i aktualizovat paměť tagu o datu prodeje pro další účely jako je reklamační, aj. Na obrázku 4.2 je přibližný návrh hardwarového vybavení obchodního střediska.



Obrázek 4.2: Návrh HW vybavení obchodního střediska

### Detailní popis součástí:

**Antény :** Jsou připojeny koaxiálním kabelem ke čtecímu zařízení. Jsou umístěny na dveřních rámech, které jsou osazeny několika anténami pro úplné pokrytí průchodu a k zajištění detekce všech procházejících tagů. Tyto průchody jsou umístěny na vstupu do skladu, u výdeje zboží na prodejnu, u pokladen a nakonec u východu z prodejny.

**Čtecí zařízení :** Čtečka má možnost připojit až 4 antény, které je schopna rozlišit. Toho se dá využít ke zmenšení počtu čteček, jelikož není nutné mít vlastní čtečku pro každý rám. Pokud není potřeba antény rozlišovat, ale spojit jich několik do jedné, dá se použít slučovač. Nejdostupnější jsou zařízení s rozhraním RS232, to sice neumožňuje komunikaci závratnými rychlostmi, ale pro naše potřeby je to dostačující. Jsou schopny detekovat a načíst až 50 tagů/s. Informace o detekovaném zboží předávají terminálu, který data zpracovává a ukládá do DB na serveru.

**Terminály :** Jsou standardní PC s možností připojení přes ethernet či Wi-Fi k serveru s databází. Běží na nich aplikace specifické pro jejich funkci, tj. pokladna, výdej/příjem z prodejny, příjem/vyřazení ze skladu.

**Chytré regály :** Regály vybavené čtečkami s připojenými anténami, které pokrývají veškerou úložnou plochu regálu, vybaveny displayem pro zobrazení aktuálních informací o zboží, jeho ceně a podle možností displaye i nějakými dodatečnými informacemi.

#### 4.1.2 SW model

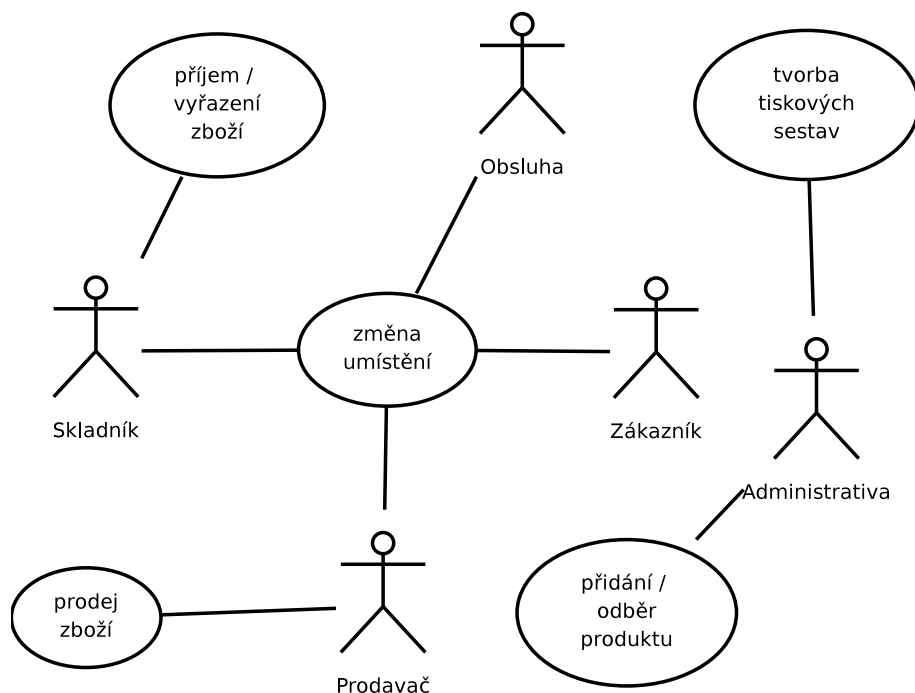
Tento model je navržen pro evidenci majetku v prostředí obchodního střediska. Je zaměřen na evidenci zboží, k určení jeho polohy v rámci střediska pro účely inventury či zjednodušení a zefektivnění manipulace a prodeje zboží. Diagram případů užití 4.3 jednoduše ukazuje funkce systému, které budou popsány níže.

Systém musí obsahovat informace o prodávaných produktech, o jejich výrobcích nebo dodavatelích, ceně. Pro snadnější orientaci je dobré mít u každého produktu informace o jeho umístění, k zefektivnění manipulace s tímto produktem a k lepšímu plánování prodeje. U jednotlivých kusů zboží si systém pamatuje jejich aktuální pozici v rámci prodejny což zahrnuje i stavy, zda je zboží prodáno či vyřazeno, kdo se zbožím naposledy manipuloval, data příjmu, prodeje a spotřeby. V systému jsou uloženy i informace o zaměstnancích, jejich funkci pro potřeby dohledání zodpovědnosti v případě potřeby. Obrázek 4.4 zobrazuje základní podobu systému obchodního střediska. K systému budou přistupovat zaměstnanci, mající na starosti chod střediska a zákazníci využívající jeho služby.

Manipulací se zbožím je myšlena kontrola dostupnosti zboží na prodejně, ve skladu a jeho doplňování, kontrola doby spotřeby zboží a následné vyřazení zboží prošlého. Další operace spjaté se zbožím jsou přeceňování zboží, změna jeho umístění pro zvýšení prodeje, nebo změna doplňkových informací zobrazovaných na informačních tabulích.

Úložiště dat systému je databáze v MySQL, ke které přistupují terminály či pracovní stanice. V databázi jsou uložena data o nabízených produktech, o jednotlivých kusech zboží a o zaměstnancích. Data jsou uložena ve třech tabulkách, ty jsou zobrazeny na obrázku 4.5.

ER diagram obsahuje tři entitní množiny, proto bude výsledné schéma zahrnovat tři tabulky. Dále obsahuje dvě vztahové množiny s kardinalitou 1:M. Vztahy jsou zboží je druh produktu a zboží a zaměstnanec jsou ve vztahu zaměstnanec manipuluje s/se zbožím.



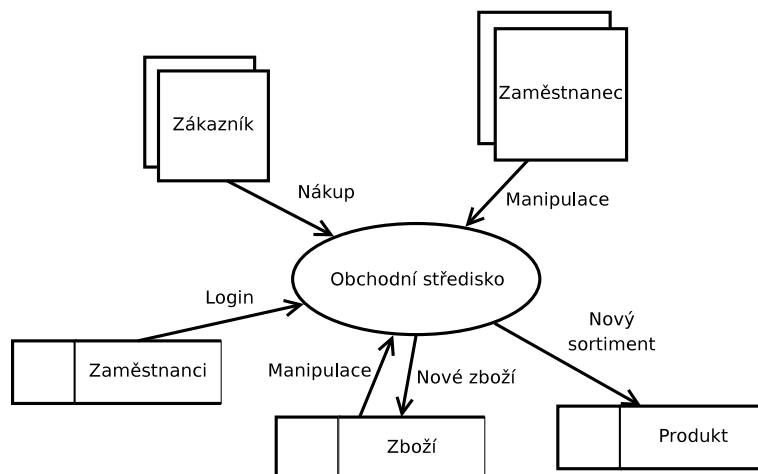
Obrázek 4.3: Use Case diagram střediska

Tabulky splňují třetí normální formu 3NF. Splňují 1NF, jelikož všechny sloupce (atributy) jsou atomické. V tabulce *zamestnanci* jsou sice jméno a příjmení zaměstnance v jednom sloupci, ale aplikace s těmito položkami nepracuje samostatně. Tabulky splňují i 2NF, tzn. každý neklíčový atribut je plně závislý na celém primárním klíči. Toho je dosaženo tak, že primární klíč je vždy složen jen z jednoho atributu tabulky a tím je sloupec *id*. Výsledný vzhled databázových tabulek je následující:

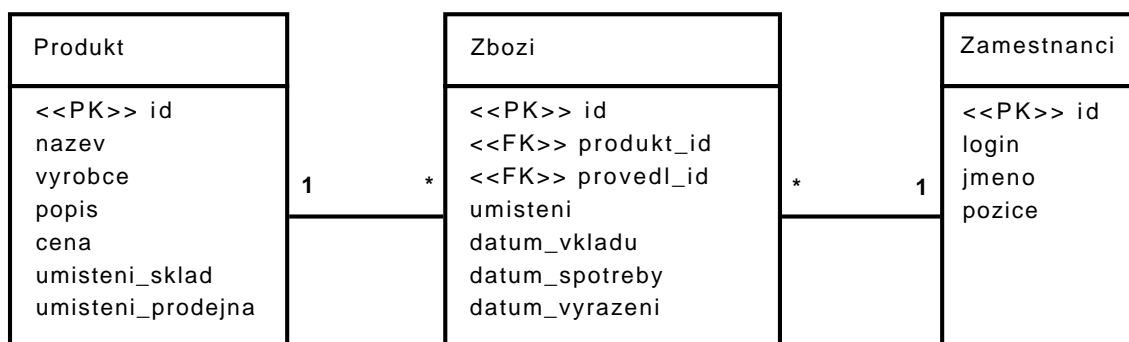
```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS produkt (
id INTEGER AUTO_INCREMENT NOT NULL,
nazev VARCHAR(20) NOT NULL,
vyrobce VARCHAR(20),
popis TEXT,
cena DECIMAL(10,2) NOT NULL DEFAULT 0.0,
umisteni_sklad CHAR(5) NOT NULL,
umisteni_prodejna CHAR(5) NOT NULL,
PRIMARY KEY (id)
);
  
```

Tabulka *produkt* obsahuje data spjatá s prodáváním sortimentem zboží. Základní informace, které jsou v systému o produktu jsou jeho název a výrobce. Tyto informace jsou důležité pro identifikaci výrobku a další manipulaci s ním např. pro objednávky. Popis obsahuje doplňkové informace pro informování zákazníků, je využit pro zobrazení na in-



Obrázek 4.4: Kontextový diagram



Obrázek 4.5: ER diagram databázových tabulek

formačních panelech nebo na letáčích. Formát a obsah je volitelný. Cena je nezbytná informace jak pro kupujícího tak pro prodávajícího. Umístění ve skladu a na prodejně jsou důležité pro manipulaci se zbožím, usnadňují administrativní činnosti a napomáhají zefektivnit manipulaci.

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS zbozi (
  id BIGINT UNSIGNED NOT NULL UNIQUE,
  produkt_id INTEGER NOT NULL,
  umisteni CHAR(5) NOT NULL,
  provedl_id INTEGER NOT NULL,
  datum_vkladu DATE ,
  datum_spotreby DATE ,
  datum_vyrazeni DATE ,
  PRIMARY KEY (id),
  FOREIGN KEY (produkt_id) REFERENCES produkt(id),
  FOREIGN KEY (provedl_id) REFERENCES zamestnanci(id)
);
  
```

V tabulce *zbozi* jsou uložena data patřící jednotlivým kusům zboží. Tyto informace jsou nezbytné pro chod systému, jelikož je na nich závislá veškerá činnost. Položka *produkt\_id* je jednoznačná identifikace zboží v celém systému. Je to unikátní číslo tagu. Další položkou je *umístění*, udává přesnou polohu v rámci střediska. Nabývá buď hodnot z tabulky *produkt*, což jsou pozice pro uložení zboží určené nebo název úseku, ve kterém jsou dočasně uloženy a ve kterých se provádějí úkony spjaté s pohybem zboží po středisku. Položka *provedl\_id* identifikuje zaměstnance, který naposled se zbožím manipuloval. Díky tomu se dá dopátrat, kdo je zodpovědný za případné komplikace. Další užitečná informace *datum\_vkladu* říká, kdy byla položka přijata do systému. Informace o datu spotřeby *datum\_spotreby* je důležitá jak pro zákazníka tak pro systém. Díky ní se dá dohledat zboží, které se má umístit do prodeje přednostně a nebo z prodeje stáhnout. Poslední informace *datum\_vyřazení* udává, kdy byla položka ze systému vyřazena buď prodejem nebo z důvodu prošlého data spotřeby.

V poslední tabulce *zamestnanci* jsou informace potřebné pro systém. Jsou použity pro definování pravomocí pro zaměstnance. Podle pozice zaměstnance se mu spouští aplikace jemu určená. Jinak pravomoce pro přístup k jednotlivým tabulkám jsou součástí práv pro přístup k databázi. Mezi tyto pravomoce patří hlavně to, zda dotyčný může data z jednotlivých tabulek pouze číst, upravovat nebo mazat.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS zamestnanci (
id INTEGER AUTO_INCREMENT NOT NULL,
login VARCHAR(5) NOT NULL UNIQUE,
jmeno VARCHAR(20) NOT NULL,
pozice ENUM('skladnik', 'prodejce', 'obsluha', 'administrace') NOT NULL,
PRIMARY KEY (id)
);
```

### 4.1.3 Operace v systému

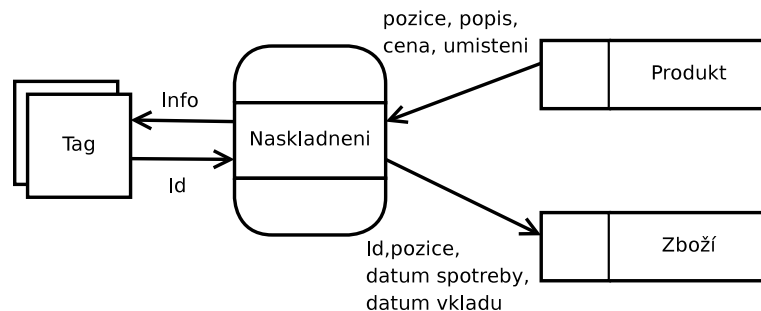
Tato část práce popisuje operace, nutné pro chod systému. Patří mezi ně úkony od naskladnění zboží po jeho prodej nebo vyřazení. Žádná z těchto operací se neobejde bez obsluhy, jelikož jejich součástí je manipulace se zbožím. Systém pouze zjednoduší a zpřehlední tyto úlohy. Každou z činností nejlépe popíše patřičný Data Flow Diagram.

#### Příjem zboží

Aby bylo v obchodním středisku co prodávat, je nejprve nutné do systému přijmout nějaké zboží. Skladník vybavený množstvím nepoužitých čistých tagů a tiskárnou pro potisk těchto tagů označuje přijímané zboží. Do databáze uloží datum vkladu, datum spotřeby a druh zboží. Na tag také uloží tyto hodnoty, navíc na něj uloží cenu nebo volitelné informace o výrobku pro potřeby zákazníka. Obrázek 4.6 nejlépe popisuje jaká data a kterým směrem proudí. Zboží poté uskladní na pozici tomuto zboží přiřazenou.

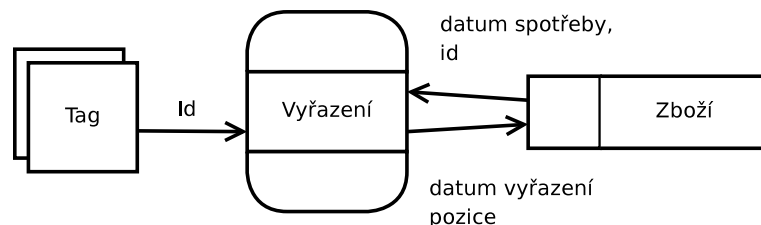
#### Vyřazení zboží

Jednou z pravidelných činností je kontrola doby spotřeby zboží. Toto zboží, které je neprodejné, je třeba ze systému odstranit. Skladník si jej pomocí systému vyhledá, lokalizuje



Obrázek 4.6: DFD naskladnění

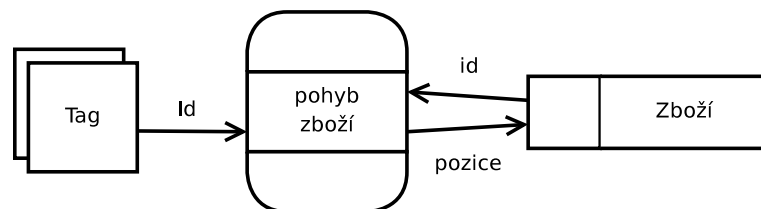
a provede vyřazení, tj. na tag a do databáze uloží datum vyřazení a v databázi aktualizuje i pozici zboží, kterou nastaví na “vyřazeno”. Toto provádí i v případě že vyřazuje zboží z důvodu poškození. Předmět se sice fyzicky odstraní ze systému, ale v databázi o něm informace zůstanou pro potřeby statistiky. Tok dat v tomto případě zobrazuje obr. 4.7.



Obrázek 4.7: DFD vyřazení

### Převod zboží sklad – prodejna

V případě že na prodejně začne docházet nějaký produkt, je skladník upozorněn a povinen toto zboží vydat. Systém mu podle strategie FIFO doporučí zboží, jehož zbývající doba spotřeby je nejmenší. Obsluha poté toto zboží umístí na správné místo. Systém také hlídá dobu spotřeby produktů na prodejně a je-li nějaké zboží prošlé, upozorní obsluhu a ta je stáhne z prodeje. Do skladu se také vrací zboží poškozené. Při jakémkoliv přesunu předmětu toto systém zaznamená a aktualizuje databázi, viz. obr. 4.8.



Obrázek 4.8: DFD pohybu zboží

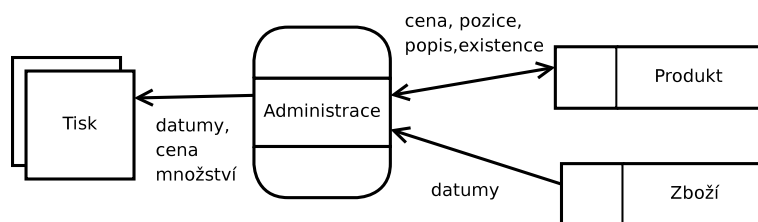


## Pohyb zboží po prodejně

Obsluha zodpovědná za správné umístění produktu na prodejně přebírá zboží od skladníka a ukládá jej na patřičné místo. S pomocí terminálu také kontroluje, zda nedošlo k přesunu zboží na místo kam nepatří, viz. obr.4.8.

## Administrace

Nejvyšší úroveň správy systému je administrace. Zde se zaměstnanec stará o produkty, tj. přidává či odebírá sortiment, edituje informace o zboží. Dále zobrazuje statistiky, což jsou tiskové sestavy dělené podle času a typu. Podle statistik řídí chod střediska a snaží se maximálně zefektivnit veškeré činnosti ve středisku probíhající. Tok dat znázorňuje obr.4.9.



Obrázek 4.9: DFD administrace

## 4.2 Realizace systému

Systém není plně implementován pro nasazení v provozu, jeho úkolem je pouze demonstrovat použitelnost předchozího návrhu. Uživatelské rozhraní je napsáno pomocí knihovny GTK+. Je velmi jednoduché a intuitivní. Zdroje dat pro systém jsou dva, databáze MySQL a čtecí zařízení. Jelikož jsem neměl potřebné hardwarové vybavení, veškeré hmotné transakce systém simuluje. Události, které by jinak generovalo čtecí zařízení musí uživatel vyvolat příslušným tlačítkem. Systém poté tyto události zpracuje, zobrazí výsledek a čeká na další pokyny. Veškerá data jsou zpracována pomocí funkcí databáze. Vždy je pouze zavolán příslušný dotaz na databázi a výsledek zobrazen v okně. Nejprve aplikace zobrazí logovací okno a pak, v závislosti na tom kdo se přihlásí, se otevře okno s příslušnými funkcemi. Systém všechny funkce s daty provádí přes databázi. Vždy pošle do databáze příslušný dotaz a výsledná data zobrazí. Abych spojil zobrazená data s databází pro potřeby editace, musí každý dotaz obsahovat jako první položku primární klíč tabulky, se kterou se bude manipulovat. Tato hodnota se sice v aplikaci nezobrazí, ale aplikace si ji zapamatuje a pomocí této hodnoty se bude odkazovat na příslušný řádek v editované tabulce.

### 4.2.1 Přihlášení

Aby systém věděl kdo s ním hodlá pracovat musí se pracovník před prací se systémem nejprve zalogovat. Po přihlášení se podle uživatelského jména z databáze zjistí jeho funkce a spustí se příslušné rozhraní. Do ukončení práce nebo do odhlášení je otevřeno spojení s databází, při zavření okna nebo při odlogování se spojení uzavře. Při přihlašování mohou nastat dvě situace, za prvé není databázový server spuštěn, nebo bylo zadáno chybné

přihlašovací jméno. V obou případech na toto systém upozorní a umožní se uživateli přihlásit znovu. Po zadání správného jména proběhne již vše tak jak má. Není-li ale databázový server spuštěn další pokus o zalogování se znova nezdaří.

Logovací okno je tvořeno pouze vstupním textovým polem a reaguje na událost stisku klávesy *enter*. Poté se aplikace se zadaným přihlašovacím jménem pokusí navázat spojení. Podaří-li se jí to, otevře se okno aplikace podle uživatele, jinak se dotáže na login znova.

## 4.2.2 Administrativa

Po zalogování uživatele s právy administrátora střediska se mu spustí aplikace umožňující manipulaci se záznamy o prodávaných produktech nebo s možností prohlížet statistiky o zboží. Manipulací se záznamy je myšlena možnost přidávat a odebírat sortiment prodávaného zboží. Změna jeho vlastností jako název zboží, název výrobce, cena či volitelný popis obsahující informace o zboží. Pro zvýšení prodeje je důležité i správné rozmístění zboží po prodejně. Tuto záležitost systém velmi usnadňuje. Při použití “inteligentních regálů”, které hlídají správné umístění zboží na prodejně, stačí pouze nastavit chtěnou polohu pro každé prodávané zboží a systém už sám upozorní obsluhu o tom, které zboží a kam má přesunout. Totéž platí i o zboží ve skladu. Jistě se velmi usnadní manipulace a rychlost výdeje zboží ze skladu do prodejny pokud bude prodáváný sortiment ve skladu efektivně uskladněn podle aktuální poptávky.

K oddělení okna se statistikami a administrací jsou použity záložky. V záložce administrace je možno přidávat a odstraňovat sortiment prodávaného zboží, či editovat jeho hodnoty. Při odstraňování záznamu se z tabulky odebere vždy označený řádek :

```
DELETE FROM produkt WHERE id=id odstraňovaného řádku
```

Po přidání záznamu se do tabulky uloží řádek s přednastavenými hodnotami:

```
INSERT INTO produkt VALUES(NULL,'Vyrobek','Vyrobce','Popis','','','')
```

Změna hodnoty buňky je řešena tak, že aplikace čeká na událost editace hodnoty a tuto změnu zapíše do databáze.

```
UPDATE produkt SET sloupec='hodnota' WHERE id=id editovaného řádku
```

Na obrázku 4.10 je aplikace při události editace hodnoty buňky. Další úlohou při administraci obchodního střediska je zobrazování statistik, nebo také jinak tvorba tiskových sestav. Systém zobrazuje statistiky o přijatém, vydaném či vyřazeném zboží dělené podle časových období. Obrázek 4.11 a následující SQL kód ukazuje statistiku přijatého zboží dělenou podle dní.

```
SELECT year(datum_vkladu),
       month(datum_vkladu),
       day(datum_vkladu),
       count(*),
       sum(produkt.cena)
FROM zboží JOIN produkt on produkt.id = zboží.produkt_id
GROUP BY year(datum_vkladu), month(datum_vkladu), day(datum_vkladu)
```

Administrace		statistiky				
Nový		Odstraň				
Nazev	Vyrobce	Cena	Skladiste	Prodejna	Popis	Kusu
Vyrobek 2	Vyrobce 1	247.50	s0b	r0b	Popis taky taky	20
Vyrobek 3	Vyrobce 2	222.20	s1a	r0c	Popis nezadán	39
Vyrobek 4	Vyrobce 3	1500.00	s1b	r0d	Popis	13
Vyrobek 1	Vyrobce 1	444.00	s0a	r0a	Popis	40
Vyrobek 5	Vyrobce 2	2000.00	s2a	r2a	Popis	18
Vyrobek 7	Kovo	458.00	s3a	r4a	Popis	22
Vyrobek 6	Vyrobce 5	3000.00	s2b	r3a	Popis	35
Vyrobek 8	Hodler	6365.00	s3b	r4d	Popis	22

Obrázek 4.10: Záložka administrace

Administrace		Statistiky				
Prodej		<input checked="" type="radio"/> Denní <input type="radio"/> Týdenní <input type="radio"/> Měsíční <input type="radio"/> Roční				
Přijem						
Vyřazení						
Rok	Mesic	Den	Kusu	V cene		
2007	4	12	54	59130.80		
2007	4	28	47	130179.40		
2007	5	13	97	148966.60		
2007	5	14	11	3705.00		

Obrázek 4.11: Okno se statistikami

### 4.2.3 Sklad

Další sekcí obchodního střediska je sklad zboží. Mezi hlavní úkoly skladníka patří příjem zboží. Po tom co nové zboží označí nalepovacími tagy a umístí ke čtecímu/zapisovacímu zařízení, vybere na terminálu druh přijímaného zboží a datum jeho spotřeby jak je znázorněno na obr. 4.12. Tyto informace by měl získat z dokumentů přiložených ke zboží. Použití tagů zaručí jedinečnost 64-bitové identifikace zboží v systému. Toto je zde řešeno tak, že aplikace vygeneruje 64-bitové náhodné číslo a zeptá se databáze zda už není použito, je-li použito opakuje tuto činnost dokud takové číslo nenalezne. Ikdyž se běžně používají tagy s identifikací 96 či 128-bitovou, MySQL zpracuje maximálně 64-bitové číslo. Pro demonstraci funkčnosti to ale postačuje. Po vložení požadovaného množství zboží a informací s ním spjatých se data vloží do systému pomocí následujícího příkazu.

```
INSERT INTO zbozi(id,produkt_id,umisteni,provedl_id,datum_vkladu,datum_spotreby)
VALUES(vygenerované id,
      id vkládaného produktu,
      umístění = sklad ,
      id obsluhy,
      aktuální datum,
      datum spotřeby z kalendáře)
```

Skladník poté zboží umístí na svou pozici ve skladu. Začne-li na prodejně nějaké zboží docházet, systém doporučí k výdeji zboží podle strategie FIFO, tj. zboží nejdéle naskladněné nebo s blížícím se termínem spotřeby. Identifikaci tohoto zboží si může skladník nahrát třeba do ruční RFID čtečky a na pozici ve skladu zboží tyto kusy vyhledá a předá na prodejnu. Následující kód popisuje umístění zboží na prodejnu.

```
UPDATE zbozi SET umisteni=prodejna
WHERE umisteni LIKE 's%' AND produkt_id=převáděný sortiment
ORDER BY datum_spotreby LIMIT počet kusů
```

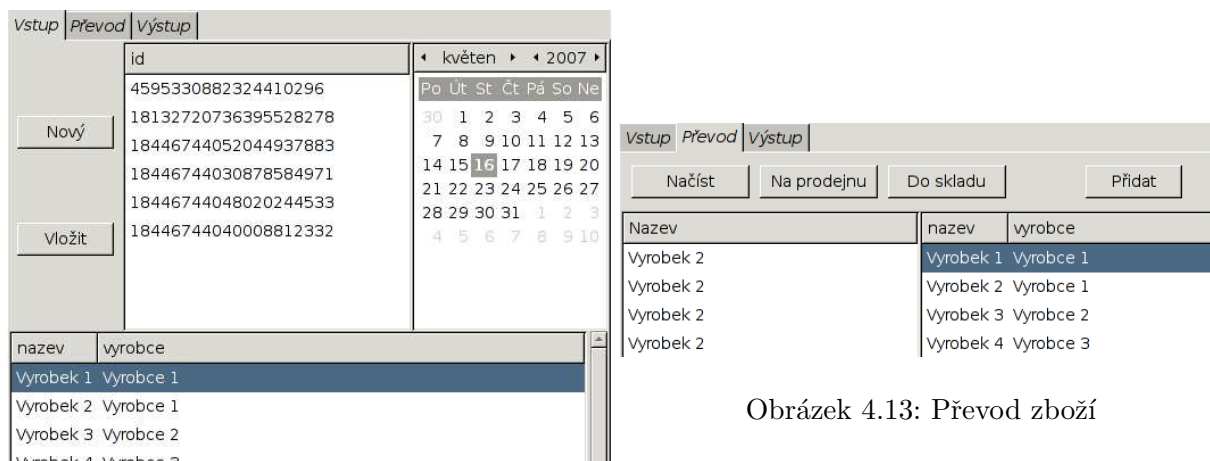
Zboží nadále neprodejné, je nutné z prodejny stáhnout. Obsluha díky terminálu napojeného na “inteligentní regály” toto zboží vyhledá a předá skladníkovi. Ten jej stáhne z prodejny a dále s ním naloží podle potřeby. Jak vypadá aplikace pro převod mezi skladem a prodejnu ukazuje obr. 4.13. V tabulce *zbozi* se pouze v příslušném řádku nastaví hodnota *poloha*.

Skladníkovou funkcí je také vyřazení neprodejného zboží, obr. 4.14. A to buď prošlého nebo vyřazeného z prodejny. Vyřazením z prodejny se myslí že byl ukončen prodej tohoto sortimentu a v tabulce *produkt* se již nevyskytuje poté co byl daný sortiment vyřazen z tabulky *produkt*, toto je provedeno SQL příkazem:

```

UPDATE zboží SET datum_vyrazeni=CURDATE()
WHERE zboží.id IN (
    SELECT id FROM (
        SELECT zboží.id FROM zboží
        LEFT JOIN produkt ON zboží.produkt_id=produkt.id
        WHERE produkt.id is null)
    AS tmptab)

```



Obrázek 4.13: Převod zboží

Obrázek 4.12: Vstup zboží do systému

#### 4.2.4 Obsluha

Obsluha vykonává pouze funkci roznášky zboží po prodejně. Aplikace obr.4.15, která se spustí když se zaměstnanec přihlásí umožňuje pouze manipulaci se zbožím po prodejně. Tj. přenášení z místa výdeje ze skladu do regálů, mezi regály, pokladnou a prostory určenými pro odkládání zboží. Aplikace také upozorňuje, je-li zboží špatně uloženo (znázorněno světlou barvou), nebo má-li prošlou spotřebu (tmavá barva pozadí). Aplikace představuje samotné regály a zobrazuje i informace, které by byly na těchto regálech zobrazeny, název zboží a cenu. Není-li regálu žádné zboží přiřazeno, zobrazuje pouze své značení v rámci střediska.

#### 4.2.5 Pokladna

Aplikace určená pokladně na obr. 4.16 pouze inkasuje za zboží a do databáze a na tag zboží ukládá datum prodeje. Transakce zúčtování aktualizuje polohu zboží, kde nastaví hodnotu "prodano" a datum prodeje.

Vstup   Převed   Výstup					
Načíst prošlé		Načíst neprodejné		Vyřadit	
id	nazev	datum spotřeby	umístění		
4757132772340590485	Vyrobek 1	2007-05-17	s0a		
18446744050037675613	Vyrobek 1	2007-05-17	s0a		
18338162843600970385	Vyrobek 1	2007-05-17	s0a		
18446744034538556472	Vyrobek 1	2007-05-17	s0a		
18446744043776440583	Vyrobek 1	2007-05-17	s0a		
18446744041881164912	Vyrobek 1	2007-05-17	r0a		
18183758507446566049	Vyrobek 1	2007-05-17	s0a		

Obrázek 4.14: Vyřazení neprodejného zboží

Regál 1		
Vyrobek 1 - 444.00 Kč	Vyrobek 2 - 247.50 Kč	Vyrobek 3 - 222.20 Kč
Vyrobek 1	Vyrobek 2	Vyrobek 3
Vyrobek 1	Vyrobek 2	Vyrobek 3
Vyrobek 1	Vyrobek 2	Vyrobek 3
Vyrobek 1	Vyrobek 2	Vyrobek 3
Vyrobek 1	Vyrobek 2	Vyrobek 3
Vyrobek 1	Vyrobek 2	Vyrobek 3
	Vyrobek 3	

Regál 3		
Vyrobek 5 - 2000.00 Kč	r2b	r2c
Vyrobek 5	Vyrobek 5	
Vyrobek 5		
Vyrobek 5		
Vyrobek 5		
Vyrobek 5		

Nazev	Cena
Vyrobek 5	2000.00
Vyrobek 7	458.00
Vyrobek 6	3000.00
Vyrobek 6	3000.00
Vyrobek 8	6365.00

Načíst	Zúčtovat
Cena :	
14823.00 Kč	

Obrázek 4.16: Pokladna

Obrázek 4.15: Terminál pro práci s regály

## Kapitola 5

### Závěr

Hlavním cílem práce bylo navržení hardwarového a softwarového modelu systému pro bezkontaktní evidenci majetku v prostředí obchodního střediska a jeho realizaci, což bylo splněno. Byl navržen model hardwarového vybavení prodejny stejně jako informační systém využívající tento hardware. Součástí návrhu systému je i návrh databáze v MySQL. Systém je použitelný při běžných provozních činnostech jako je inventura zboží, kontrola doby spotřeby zboží, statistiky pro dané časové období, změna cen zboží apod. Při vypracování této práce jsem se podrobněji seznámil s návrhem informačních a databázových systémů, stejně jako s problematikou návrhu hardwarového vybavení pro provoz takového systému. Seznámil jsem se z technologií, která je v Evropě teprve na vzestupu

Další práce na projektu by měla sestávat z realizace hardwarového modelu a jeho spojení s implementovaným informačním systémem. Také se dá ještě v mnohém zdokonalit celý systém a vyladit pro reálný provoz. Funkčnost systému byla ověřena, z čehož byly použité některé obrázky v této práci.

# Literatura

- [1] Gildas Avoine and Philippe Oechslin. Rfid traceability: A multilayer problem.  
<http://citeseer.ist.psu.edu/avoine05rfid.html>.
- [2] Mike Beigel. Dynamic performance of inductive rfid systems.  
<http://www.beitec.com/articles/dynamic/dynamic1.html>.
- [3] MARC Global. An introduction to rfid in the supply chain.  
<http://research.ittoolbox.com/white-papers/lg.asp?grid=2664>.
- [4] Larry Roth Jeff Lindsay, Walter Reade. Retail rfid systems without smart shelves.  
<http://www.jefflindsay.com/rfid1.shtml>.
- [5] Ari Juels, Ronald L. Rivest, and Michael Szydlo. The blocker tag: Selective blocking of rfid tags for consumer privacy.  
<http://citeseer.ist.psu.edu/avoine05rfid.html>.
- [6] M. Karkkainen. *Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods*. International Journal of Retail and Distribution Management, 2003. Volume 31, Number 10, pp 529-536.
- [7] Dr. Susanne Lace. Radio frequency identification technology in retail.  
[www.ncc.org.uk/dataprotection/rfid.pdf](http://www.ncc.org.uk/dataprotection/rfid.pdf).
- [8] Jeffrey D. Lindsay and Walter Reade. Cascading rfid tags.  
<http://www.jefflindsay.com/rfid3.shtml>.
- [9] Urs Gehrig Marcel Jacomet, Adrian Ehram. Contactless identification device with anticollision algorithm. <http://citeseer.ist.psu.edu/499186.html>.
- [10] WWW stránky firmy Elatec s.r.o. Rfid - bezkontaktní(proximity) identifikace.  
<http://www.elatec.cz/rfid>.

# Seznam obrázků

2.1	RFID systém . . . . .	3
2.2	Indukční vazba . . . . .	5
2.3	Radiové vysílání . . . . .	6
2.4	Kódování NRZ . . . . .	6
2.5	Kódování RZ . . . . .	6
2.6	Kódování Manchester . . . . .	7
2.7	Kódování Diferenciální Manchester . . . . .	7
4.1	Hierarchie RFID tagů na paletě. . . . .	20
4.2	Návrh HW vybavení obchodního střediska . . . . .	21
4.3	Use Case diagram střediska . . . . .	23
4.4	Kontextový diagram . . . . .	24
4.5	ER diagram databázových tabulek . . . . .	24
4.6	DFD naskladnění . . . . .	26
4.7	DFD vyřazení . . . . .	26
4.8	DFD pohybu zboží . . . . .	26
4.9	DFD administrace . . . . .	27
4.10	Záložka administrace . . . . .	29
4.11	Okno se statistikami . . . . .	29
4.12	Vstup zboží do systému . . . . .	30
4.13	Převod zboží . . . . .	30
4.14	Vyřazení neprodejného zboží . . . . .	31
4.15	Terminál pro práci s regály . . . . .	31
4.16	Pokladna . . . . .	31