VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

VYUŽITÍ NOVÝCH PROSTŘEDKŮ RFID

USING OF RFID NEW EGUIPMENTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE SAMO ŠTĚPÁNEK
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. BRANISLAV LACKO, CSc.
SUPERVISOR

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automatizace a informatiky
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Samo Štěpánek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Aplikovaná informatika a řízení (3902R001)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Využití nových prostředků RFID

v anglickém jazyce:

Using of RFID new eguipments

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Charakterizovat možnosti nových prostředků RFID a problémy s jejich používáním

Cíle bakalářské práce:

1)Analyzovat nové možnosti prostředků RFID
2)Sestavit seznam podmínek k jejich efektivnímu používání
3)Na vybraném prostředku vyhodnotit konkrétní parametry užití

Seznam odborné literatury:

Švarc,I.: Automatizace a automatické řízení. CERM Brno 2002
Balátě,J.: Automatcké řízení. BEN 2003 Praha
Automatizace a automatizační technika 1-4 (kol. autorů). Computer Press 2000 Praha

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 21.11.2012

L.S.

Ing. Jan Roupec, Ph.D. Ředitel ústavu	prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c. Děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zameriava na technológiu RFID a jej možnosti využitia v zdravotníctve. Práca obsahuje teoretické východiská k spracovaniu témy, analýzu súčasného stavu využívania RFID v zdravotníctve v ČR a vo svete, požiadavky pre uplatnenie technológie v zdravotníctve a návrh technológie prostriedku RFID pre využívanie v zdravotníctve.

ABSTRACT

Bachelor thesis focuses on RFID technology and its potential uses in healthcare. Thesis includes theoretical basis for processing the subject, analysis of the current use of RFID in healthcare in Czech Republic and the world, the requirements for the application of technology and proposal of RFID technology instrument for usage in healthcare.

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

RFID, využitie v zdravotníctve, identifikácia, transpondér, tag, RTLS

KEY WORDS

RFID, usage in healthcare, identification, transponder, tag, RTLS

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

ŠTĚPÁNEK, S. *Využití nových prostředků RFID.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 49 s.

Vedúci bakalárskej práce: doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

PREHLÁSENIE O ORIGINALITE:

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému: „Využití nových prostředků RFID“ vypracoval samostatne s použitím odbornej literatúry a prameňov, uvedených v zozname použitých zdrojov.

V Brne dňa 24.5.2013. podpis: .....

Samo Štěpánek

POĎAKOVANIE:

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Branislavovi Lackovi, CSc. za odbornú spoluprácu a poskytnutú pomoc pri realizácií tejto práce, za metodické vedenie, pripomienky a námety, ktoré boli pre moju prácu prínosné.

Obsah:

Zadanie záverečnej práce **3**
Abstrakt **5**
Kľúčové slová **5**
Bibliografická citácia **7**
Prehlásenie o originalite: **9**
Úvod **15**
1 Technológia RFID **17**
1.1 Historické pozadie 17
1.2 Princíp technológie 18
1.3 Frekvencie 19
1.4 Transpondéry 23
1.5 Čítačky (Reader) 24
1.6 Štandardy a triedy v RFID 26
1.6.1 Štandardy GS1 pre zdravotníctvo 28
1.6.2 Triedy tagov 29
1.7 Rozdiel medzi RFID a čiarovými kódmi 30
1.8 Výhody RFID 30
1.9 Ekonomické prínosy využitia RFID 30
1.10 Real-time Location System 31
1.10.1 RTLS v zdravotníctve 31
2 Súčasný stav využitia RFID v zdravotníctve v ČR a vo svete **33**
2.1 Problémy implementácie RFID 34
2.2 Príklady návrhov RFID v zdravotníctve v Českej republike 34
2.3 Riziká v zdravotníctve 35
3 Požiadavky pre uplatnenie technológie RFID **37**
4 Návrh technológie prostriedku RFID pre uplatnenie v zdravotníctve **39**
4.1 AeroScout T2s tag 39
4.2 AeroScout Exciter 40
4.3 MobileView Softvér 41
4.4 Zhrnutie prínosov riešenia AeroScout pre zdravotnú starostlivosť 42
Záver **43**
Zoznam použitých zdrojov a literatúry **45**
Zoznam použitých skratiek **47**
Zoznam obrázkov **48**
Zoznam tabuliek **49**

ÚVOD

Bezdrôtové technológie sú v súčasnosti stále používanejšie a obľúbenejšie pre svoje nesporné výhody. Jednou z takýchto technológií je aj RFID, identifikácia objektov pomocou rádiofrekvenčných vĺn, založená na princípe čítačka/transpondér. Pri zvyšujúcich sa nárokoch na množstvo nesených informácií, presnosť a rýchlosť v spracovávaní informácií čiarový kód už nestačí, a preto prichádza nástupca RFID. Informácie sú ukladané do malých čipov s anténou a pamäťou, z ktorých je možné následne dáta načítať a ďalej spracovávať. Tento proces sa nevykonáva postupne po jednotkových čítaniach, ako je to pri čiarovom kóde, ale hromadne rýchlosťou až niekoľko stoviek tagov za minútu.

Prvá časť tejto práce sa venuje technológii RFID, krátkej histórii, princípom fungovania, popisu prvkov potrebných pre fungovanie technológie.

Druhá časť popisuje súčasný stav využívania RFID v zdravotníctve v ČR a vo svete, uvádza niekoľko príkladov nasadenia.

Zavádzanie nových technológií do oblastí pre ne netypických je vždy s otáznikom, no už dnes existujú úspešné projekty. Požiadavky pre uplatnenie technológie sú v tretej časti práce.

Jednou z týchto oblastí je aj zdravotníctvo, ktoré má široké uplatnenie pre technológiu RFID, či už od jednoduchého značenia liekov, zdravotníckeho vybavenia, postelí, až po sledovanie personálu a pacientov v reálnom čase. Práve návrhu technológie prostriedkov RFID pre použitie v zdravotníctve sa venuje štvrtá časť práce.

Cieľom práce bolo zoznámiť sa s aktuálne používanými technológiami RFID a analyzovať možnosti prostriedkov RFID. Na základe týchto poznatkov vyhodnotiť konkrétne podmienky využitia.

1 TECHNOLÓGIA RFID

Doslovným prekladom skratky RFID (Radio Frequency Identification) je identifikácia rádiofrekvenčnými vlnami, čo popisuje jeho hlavnú funkciu a to identifikáciu a sledovanie objektov. Systém RFID patrí do širokej skupiny automatizovaných identifikačných technológií ako napríklad čiarové kódy, vizuálne skenovacie zariadenia, či biometrické čítačky. Tento systém je nasadzovaný v oblastiach, v ktorých je dôležitá presnosť na spracovávané informácie, okamžitý prístup k dátam a ich následnému rýchlemu spracovaniu.

Jednou z oblastí, v ktorej sa využívajú práve tieto vlastnosti systému je aj zdravotníctvo, kde sa uplatní predovšetkým v inventarizácii prístrojov, vybavenia, či liekov, ale aj v kontrole podávaných liekov, pohybe zamestnancov a pacientov. [1]

1.1 Historické pozadie

Technológia má dlhú a zaujímavú históriu. Korene RFID siahajú až do obdobia druhej svetovej vojny, kde vojská používali radar pre varovanie pred blížiacimi sa kilometre vzdialenými lietadlami. Problémom bolo identifikovať, ktoré lietadlá patria spojeneckým a ktoré nepriateľským vojskám. Preto tajný projekt Britských vojsk pod vedením Watson-Watta, objavil v roku 1935 predchodcu RFID, technológiu IFF (Identify: Friend or Foe system). Vysielač (transmitter) dali na každé Britské lietadlo a keď prijal signály z radaru zo zeme, začal vysielať signály späť a tým identifikoval lietadlo ako priateľské. RFID funguje na rovnakom základnom princípe, signál je vyslaný na transpondér, ktorý sa buď prebudí a odrazí signál (pasívny systém) alebo signál vysiela (aktívny systém).

V roku 1973 Američan Mario Cardullo obdržal prvý patent za aktívny RFID tag s prepisovateľnou pamäťou. V ten istý rok obdržal patent aj Carles Walton za pasívny transpondér použitý pre odomknutie dverí bez kľúča, teda pomocou karty s integrovaným transpondérom.

Technológia sa prvý krát dostala do verejného sektoru okolo roku 1977, kedy národné laboratórium Los Alamos prišlo s pasívnym RFID tagom na sledovanie dobytka. Umožňovala ukladať informácie o pohybe dobytku, samozrejme o ich počte, ale napríklad aj o teplote, podávaných hormónoch a liekoch. Zabezpečovalo to, že každý kus dobytku dostal presnú dávku a že náhodou nedostal dávky dve. Následne prišli s pasívnym RFID využívajúce UHF (ultra-high freuquency).

Neskôr spoločnosti vyvinuli systémy pracujúce na nízkych frekvenciách (low-frequency), ktoré umožňovali malé rozmery transpondérov. Dokonca malé sklenené kapsuly, ktoré mohli byť vstreknuté pod kožu dobytku, čo sa využíva dodnes.

Ďalší vývoj RFID technológie bol pozvoľný a prebiehal hlavne v laboratórnych podmienkach. Vývojom sa zaoberali firmy ako IBM, Fairchild a ComServ. Práve spoločnosť IBM na začiatku deväťdesiatich rokov patentovala UHF systém, ktorý ponúkal väčšie snímacie vzdialenosti a rýchlejší prenos dát. Spoločnosť sa po finančných problémoch rozhodla predať tento patent firme Intermec, ktorá dovtedy zabezpečovala systémy čiarových kódov. Intermec realizoval niekoľko takýchto

systémov, ale pre malý objem dodávok bola cena ešte príliš vysoká pre mäsové rozšírenie.

K rýchlejšiemu vývoju a rozšíreniu technológie prispel až následný pokrok v oblasti tranzistorov, integrovaných obvodov, mikroprocesorov a komunikačných sietí. [2]

1.2 Princíp technológie

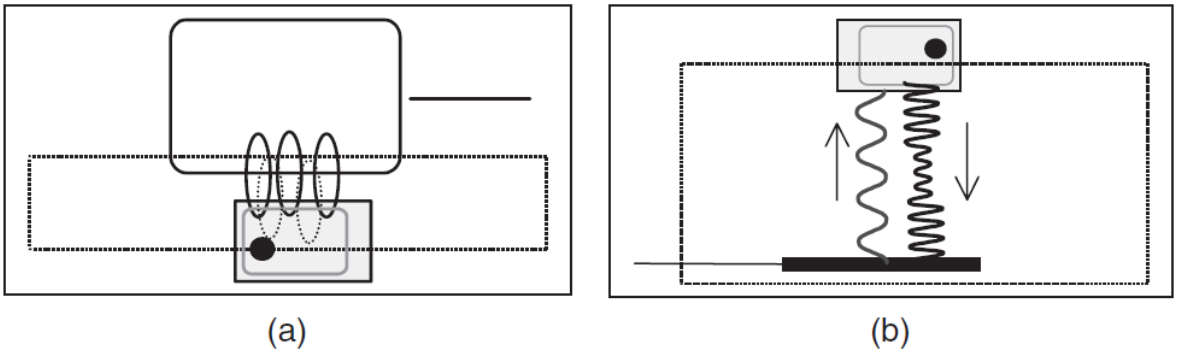
Základný princíp fungovania RFID je pomerne jednoduchý. Identifikačný systém je tvorený z niekoľkých súčastí, ktorými sú transpondér, čítačka a podporné systémy v podobe riadiacich počítačov, databáz, telekomunikačných sietí.

Transpondér, častejšie nazývaný ako tag (skratka slov transmitter-responder) sa skladá z antény a mikročipu. Je samotným nosičom informácie. Tagy sa delia na pasívne a aktívne, podľa zdroja energie pre svoje fungovanie. Najčastejšie sa používajú práve pasívne tagy umiestnené na objektoch, ktorý má byť identifikovaný.

Čítačka sa skladá z vysokofrekvenčného modulu, vysielača a prijímača, riadiacej jednotky a antény. Je schopná čítať, ale aj zapisovať dáta do tagov.

Komunikácia prebieha tak, že čítačka neustále generuje sínusový signál o frekvencii podľa daného typu systému a neustále kontroluje, či nie je prijatý modulový signál, ktorý by znamenal prítomnosť tagu. Tento signál je vysielaný anténou čítačky a prijímaný anténou tagu. V okamihu keď tag príjme dostatok energie k svojmu napájaniu (pasívny tag), aktivuje sa a začne prenášať dáta z pamäti na výstupný tranzistor (pripojený k anténe). Tag zmení nosný signál a späť odosiela signál modulovaný, čo sa nazýva spätné pasívne žiarenie (backscattering pri UHF tagoch). Výstupný tranzistor umiestnený na tagu odpojuje cievku, sekvenčne zároveň s dátami čítanými z internej pamäti tagu. Prijatý modulovaný signál na čítačke je privedený do obvodu čítačky, ktorá z amplitúdovo modulovaného signálu dekóduje dáta a spracuje výsledný dátový tok podľa použitého kódovania a danej metóde dátovej modulácie. Nadradený systém ďalej spracováva prijaté dáta.

Existujú dve možnosti ako rozlíšiť a kategorizovať RFID systémy, kde jeden je založený na približovaní a elektromagnetickom alebo indukčnom spájaní (označovaná ako indukčná metóda), a druhý je založení na šírení elektromagnetických vĺn (označovaná ako odrazová metóda). Tieto dva spôsoby sú rozdelené podľa použitej frekvencie nosného signálu, podľa ktorej sa navrhne anténa a celý komunikujúci systém. [3]



Obrázok 1: Schéma a) indukčného spájania a b) spájania šírením. [3]

Indukčná metóda (Obrázok 1b) dosahuje vzdialenosti čítania v rádoch desiatok centimentov, čo označujeme ako Low Range alebo tiež Near Field Communication (komunikáciu v blízkom poli). Tak zahrnuje čip, ktorý v sebe uchováva dáta a cievku fungujúcu ako anténu. Čítačka generuje vysokofrekvenčné magnetické pole, ktoré preniká závitmi cievky tagu. Táto metóda je založená na princípe vzájomnej indukcie dvoch cievok, medzi primárnou cievkou v čítačke a sekundárnou v tagu. [4]

Odrazová metóda alebo tiež reakčná metóda (Obrázok 1b) dosahuje vzdialeností v jednotkách metrov. Označuje sa ako Far Field (komunikácia vzdialeným poľom). Využíva podobného princípu ako radar. Časť energie vyžarovaná anténou čítačky dorazí k tagu vo forme vysokofrekvenčného signálu a ten je použitý na nabitie čipu. Takto nabitý čip potom riadi rezistor, ktorý mení parametre antény. Odrazený signál je teda modifikovaný, rozdielny a táto vlastnosť stačí pre zakódovanie informácie. [4]

1.3 Frekvencie

Rozličné RFID systémy fungujú na rôznych frekvenciách. Každý rozsah frekvencií ponúka iný dosah, energetické nároky a samotný výkon. Rozličné rozsahy môžu byť predmetom rozličných regulácií a obmedzení, ktoré limitujú oblasti použitia RFID technológie.

Prevádzkové frekvencie určujú, ktoré fyzické materiály šíria rádiofrekvenčné signály. Kovy a kvapaliny zvyčajne predstavujú problémy v praxi, hlavne pre tagy používajúce UHF rozsah frekvencií nefungujú správne v ich blízkosti. Prevádzkové frekvencie sú dôležité aj pri stanovení fyzických rozmerov RFID tagu, pretože rôzne veľkosti a tvary antén budú fungovať na rozličných frekvenciách. Ďalej určujú ako sa budú fyzicky tagy jeden voči druhému správať. V Tabuľke 1 sú uvedené štandardné frekvencie a príslušné pasívne čítacie vzdialenosti. [5]

Často publikované maximálne čítacie vzdialenosti však vyžadujú optimálne prostredie pre šírenie rádiových vĺn, najlepšie také, ktoré je bez akýchkoľvek prekážok. [4]

Frekvenčný rozsah	Frekvencie	Čítacia vzdialenosti
Low Frequency (LF)	120 - 140 kHz	10 - 20 cm
High Frequency (HF)	13.56 MHz	10 - 20 cm
Ultra-High Frequency (UHF)	868 - 928 MHz	3 m
Microwave	2.45 & 5.8 GHz	3 m
Ultra-Wide Band (UWB)	3.1 - 10.6 GHz	10 m

Tabuľka 1: Štandardne používané frekvencie v RFID. [5]

Low Frequency (LF)

Low frequency alebo v preklade nízky kmitočet (frekvencia) využíva k prenosu indukčnú väzbu (sú napájané pasívne indukciou) a pracuje na frekvenciách v rozsahu 120 - 140 kHz. Výsledkom tejto frekvencie sú veľmi krátke čítacie vzdialenosti okolo 10 až 20 cm (kontaktné snímanie). Jedná sa o najstaršiu technológiu, ktorá sa používa od konca 80. rokov.

Tagy pracujúce na frekvencii môžu byť použité v náročných podmienkach, pracujú v blízkosti kovov, kvapalín a nečistou, aj preto sa hodia na identifikáciu zvierat alebo v práčovniach. Ďalej sa používajú ako imobilizéry v autách, označenie pivných sudov alebo ako prístupy ku ovládacím systémom (dochádzkové karty).

Nevýhodou je, že LF tagy majú malú dátovú priepustnosť v porovnaní s ostatnými frekvenciami. [5]

Sú pomerne drahé, pretože nízka frekvencia vyžaduje kvalitnejšiu medenú anténu.

High Frequency (HF)

Pracujú na frekvencii 13,56 MHz a v aktívnom prevedení umožňujú čítanie do vzdialenosti až jedného metra. Majú zhoršené vlastnosti pri snímaní cez kvapaliny ako LF. V tejto kategórii sa jedná hlavne o čipy pasívne, ktoré sú vo variantách RO (Read Only - iba na čítanie) alebo RW (Read Write - s možnosťou zápisu) v kapacitách od niekoľkých bajtov až po kilobajty. Poskytuje vyššiu úroveň zabezpečenia a väčšiu prenosovú rýchlosť.

Používajú sa hlavne v knižniciach, ako dochádzkové systémy, prípadne ako Smart karty.

Ultra-High Frequency (UHF)

UHF pásmo pracuje na frekvenciách 860 - 960 MHz, no v rôznych zemiach sveta má pridelené rozličné frekvenčné pásma. V Európe sa jedná o pásmo 868 - 928 MHz, no napríklad v USA a Kanade je to 902 - 928 MHz.

Vďaka vyšším frekvenciám umožňuje čítanie až na niekoľko metrov, no nevýhodou je rušenie v blízkosti kovov a kvapalín. Taktiež môže rušiť niektoré elektronické prístroje. UHF využíva ako aktívne tak aj pasívne transpondéry.

Vo veľkom sa využívajú na sledovanie tovarov pre ich lacnejšiu sériovú výrobu a preto predstavuje najrozširujúcejšie sa pásmo RFID pre logistiku (sledovanie toku paliet, vratných obalov, kontajnerov, triedenie zásielok na letisku, atď.), čo má súvis aj so zavedením jednotného číselného štandardu EPC (Electronic Product Code), ktorý je spracovávaný a prideľovaný svetovou organizáciou Global Standards GS1. Ďalej umožňujú sledovanie majetku, osôb, využívajú sa v platobných systémoch a kontrole prístupu (bezpečnosti).

Príkladom je semi - pasívny tag od firmy GAO zobrazený na Obrázku 2. Tento tag pracuje na 915 MHz frekvencii s 115.2 kb/s odosielaním dát a 38.4 kb/s prijímaním dát. Má vstavanú pamäť 64 bajtov, lítiovú batériu s kapacitou viac ako 6 rokov, ktorá bohužiaľ nemôže byť nahradená, 100 000 cyklov prepísania a dosah od čítania 6 m. Spoločnosť GAO sa zaoberá aj aktívnymi tagmi, ktoré dosahujú vzdialenosť čítania až 100 m vo frekvenčnom pásme UHF. [6]

Obrázok 2: GAO semi - pasívny tag. [6]

Microwave Frequency (MW)

MW pracuje v blízkosti frekvenčného pásma často používaných Wi-Fi sietí, čo môže byť problémom v prípadnom konflikte. Charakteristickým znakom tohto pásma je veľká čítacia vzdialenosť a vysoká prenosová rýchlosť, ale s veľmi zlým výkonom v prítomnosti kovov a kvapalín. Obvykle používaná s aktívnymi a semi - aktívnymi transpondérmi, ale môže pracovať aj s pasívnymi.

Ultra-Wide Band (UWB)

Najnovšia technológia, ktorá namiesto vysielania rádiofrekvenčného vlnenia na určitej frekvencii, využíva široký rozsah frekvencií s malým vyžarovacím výkon od 3,1 až do 10,6 GHz. Tým je dosiahnutý pomerne silný signál. Veľkou výhodou je preto dosahovanie veľkých čítacích vzdialeností (teoreticky až 200 m) a vďaka slabému vyžarovaniu nie je táto technológia rušivá pre citlivé zariadenia. Umožňujú tzv. "real time tracking", teda sledovanie v reálnom čase a preto si nájdu uplatnenie hlavne v aktívnych tagoch.

Oblasti využitia tohto pásma sú široké a patrí medzi ne spomínané sledovanie osôb, či už napríklad personálu a pacientov v nemocnici, vojakov, ale aj hasičov a záchranárov prvej pomoci.

Príkladom pre UWB RFID je aktívny tag od firmy Zebra Technology, zo série Zebra DartTags, ktoré sú malé, používané pre označovanie majetku (Zebra DartTag) a osôb (Zebra DartTag Badge). Využíva sa na sledovanie osôb v reálnom čase s presnosťou do 30 cm na vzdialenosť 200 m od čítacieho zariadenia. Pracuje v rozsahu frekvencií 6.35 GHz až 6.78 GHz. Batéria s výdržou 7 rokov zaručuje dlhú životnosť a nasadenie. DartTag má rozmery iba 4 x 4 x 2 cm, DartTag Badge 4,22 x 7,42 x 0,71 cm a váha do 20 g z nich robí kompaktné nosiče informácií. Oba tagy sú zobrazené na Obrázku 3. [7]

Obrázok 3: DartTag UWB aktívne tagy (vľavo DartTag Badge, vpravo DartTag). [7]

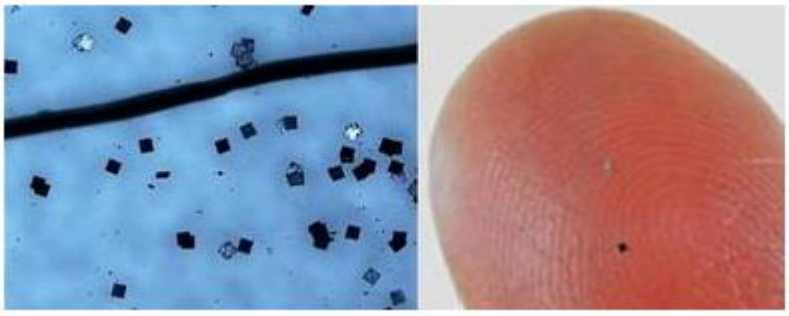
Výhodami systémov pracujúcich na vyšších frekvenciách je jednoznačne ich menší rozmer a samotná konštrukcia zložená z malého integrovaného obvodu doplnená o pomerne malú anténu, z čoho vyplýva aj nižšia cena. Sú tiež rýchlejšie pre prenos dát, zvládnu väčšie dátové toky. Tieto vlastnosti nevyplývajú len z použitej frekvencie, ale aj spôsobom použitej komunikácie (kap. 1.2).

1.4 Transpondéry

Nosičom informácií v RFID systéme je tag alebo inak povedané transpondér. Základnou funkciou RFID tagu je uloženie dát do vnútornej pamäti a poskytnutie týchto údajov RFID systému.

Každý tag sa skladá z mikročipu a antény. Samotný čip môže mať rozmery iba 1 mm, ale aj menej čoho dôkazom je najmenší a najtenší čip na svete od firmy Hitachi (Obrázok 4) s rozmermi iba 0,15 x 0,15 mm a hrúbkou 7,5 µm, dokonca s GPS schopnosťami. [8]

Veľkosť tagu súvisí s veľkosťou antény a zvyčajne platí, že čim je väčšia frekvencia, tím menšia môže byť anténa. [9]



Obrázok 4: Najmenší a najtenší RFID čip. [8]

Tagy môžeme rozdeliť **podľa zápisu** na:

- **Tagy RO (Read Only)** - ako názov napovedá ide o tagy len na čítanie. Sú obdobou čiarových kódov, naprogramované raz vo výrobe a potom už ich nemožno meniť. Takéto tagy sú väčšinou obmedzené množstvom dát, ktoré môže niesť (pamäť od 40 do 512 bit). RO tagy sa veľmi ľahko integrujú do existujúcich systémov čiarového kódu. Rýchlosť čítania 1000 tagov/sek. [4]
- **Tagy WORM (Write Once Read Many)** - umožňujú jeden zápis u výrobcu alebo dodávateľa, ktorá už potom nejde prepísať. Pamäť ako u RO tagov (40 - 512 bit). Rýchlosť čítania 200 tagov/sek. [4]
- **Tagy RW (Read Write)** - môžu uchovávať veľké množstvo dát a majú adresovateľnú pamäť, ktorá sa jednoducho mení. Zapísané informácie sa môžu prepísať až tisíckrát a môžu byť zapísané v momente nutnosti alebo už od výroby vo forme predprogramovaného sériového čísla i so svojim jednoznačným identifikátorom. Rýchlosť čítania 1000 tagov/sek. [4]

Niektoré tagy môžu obsahovať súčasne RO a RW pamäti. Napríklad RFID tagy prepojené k palete by mohli byť označené poradovým číslom palety v časti pamäti len na čítanie (RO) a tie by ostali bez zmeny celý čas po využitie danej palety. Tagy s prepisovateľnou pamäťou (RW) by niesli informácie o aktuálnom obsahu tovaru na palete a menili by si pri akejkoľvek zmene. [9]

Ďalej môžeme tagy rozdeliť **podľa spôsobu ich napájania** na:

- **Pasívne** - sú najbežnejšou technológiou hlavne pre svoju cenovú dostupnosť. Neobsahujú vlastný zdroj energie a preto potrebnú energiu získavajú elektromagnetickou indukciou z poľa vyžarovaného samotnou čítačkou. Keďže majú limitovaný zdroj energie, tak prenos je limitovaný zvyčajne len na identifikačné číslo. Dosahujú malých čítacích vzdialeností, ktoré sú dané podľa použitej frekvencie a veľkosti antény tagu. Pasívne tagy majú zanedbateľné požiadavky na údržbu a veľmi dlhú životnosť. Pre svoju relatívne nízku cenu sa často používajú jednorázovo. [9]
- **Aktívne** - obsahujú batériu, ktorou sú napájané a pomocou nej komunikujú s čítačkou. Môžu byť vybavené vstupno-výstupnými zariadením, doplňujúcimi senzormi a poskytovať tak informácie o tovare alebo objektoch, na ktorých sú pripevnené. Vlastné napájanie zabezpečuje zosilnenie signálu a tým umožňuje, že čip je schopný vysielať s väčším vysielacím výkonom a aj preto je efektívnejší v prípadoch, kde musí vysielať v sťažených podmienkach. Zvýšený výkon umožňuje väčšie čítacie vzdialenosti ako pasívne tagy. Pomerne jednoducho sa dajú realizovať v systémoch pre určenie polohy identifikátoru (RTLS). Nevýhodou je ich vyššia zložitosť a tým aj vyššie náklady na výrobu a kratší životný cyklus zapríčinený kapacitou batérie. [9]
- **Semi-aktívne** - je kombináciou výhod pasívnych a aktívnych tagov. Využíva technológiu pasívnych tagov (taktiež používa elektromagnetickú indukciu), ale na rozdiel od nich obsahuje batériu, ktorá napája integrované obvody. Ďalšou možnosťou je použitie batérie k uchovávaniu energie k budúcej komunikácii. Hlavný prínosom batérie je zvýšená citlivosť semi-aktívnych čipov, ktorá im zabezpečuje väčšiu čítaciu vzdialenosť. Nevýhodou sú prísnejšie požiadavky na čítačku, pretože tá musí zachytiť slabší signál vrátený z tagu a preto u týchto tagov zlyháva komunikácia v smere od tagu k čítačke. Oproti aktívnym tagom má batéria väčšiu životnosť. Často bývajú vybavené senzormi pre meranie fyzikálnych veličín ako napríklad tlak, teplota alebo vlhkosť vzduchu. [9]

1.5 Čítačky (Reader)

RFID čítačky zabezpečujú komunikáciu medzi RFID tagom a riadiacim počítacom. Sú to v podstate malé počítače, ktoré sa skladajú z troch častí: antény, rádiového rozhrania a riadiacej jednotky. Jedna alebo viac antén môže byť buď integrovaných alebo ako externé. Rádiové rozhranie je zodpovedné za moduláciu, demoduláciu, prenos a príjem signálu. Často má oddelené cesty pre príjem a vysielanie. Riadiaca jednotka RFID je mozgom čítačky a jej hlavným prvkom je mikroprocesor. K nemu sú pripojené pomocné obvody, vďaka ktorým je schopný komunikovať ako so samotnou čítačkou, tak aj s riadiacim počítačom. [4]

Čítačky zvyčajne fungujú na jednej frekvencii, takže v prípade použitia transpondérov od troch rôznych výrobcov používajúce tri rôzne frekvencie, môže nastať potreba použiť viac ako jeden typ čítacieho zariadenia, čo zvyšuje náklady. [9]

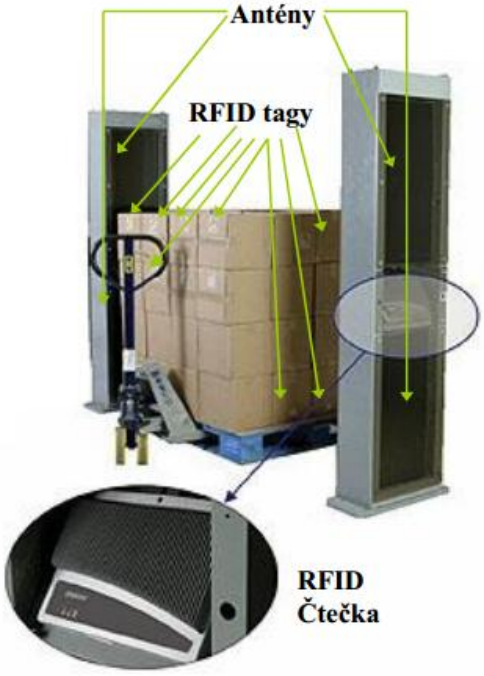
Medzi základné funkcie, ktoré splňuje patrí:

- čítanie údajov,
- dodávanie energie pasívnym tagom,
- zapisovanie údajov v prípade tagov s RW pamäťou,
- následný prenos dát z alebo do riadiaceho počítača.

Zložitejšie čítačky sú schopné zložitejších funkcií ako napríklad pri komunikácii s viacerými tagmi sú schopné zabezpečiť, aby nedošlo ku kolízii, prípadne sú schopné overovať tagy pred podvodným alebo neoprávneným prístupom k systému, či samotné šifrovanie dát.

Čítačky rozdeľujeme na stacionárne a mobilné podľa ich konštrukcie, kedy sú konštruované ako jeden prístroj alebo oddelene ako samostatný riadiaci systém a anténa. [4]

Stacionárne čítačky sú väčšinou neprenosné, pevne zabudované na určitom mieste ako je vstup do skladu, vykladacia alebo nakladacia rampa. Majú externú anténu a používajú sa v čítacích bránach (Obrázok 5) alebo na vysokozdvižných vozíkoch. Pre dostatočné pokrytie priestoru signálom sa pripája viac antén, no nie všetky zariadenia to umožňujú.



Obrázok 5: Stacionárna čítačka v podobe brány. [4]

Mobilné čítačky (Obrázok 6) svojou konštrukciou a veľkosťou umožňujú ľahkú manipuláciu pre držanie v ruke. Všetky komponenty sú implementované v spoločnom puzdre. Pri týchto čítačkách sa môžeme stretnúť aj s hybridným systémom, ktoré je

schopné snímať čiarový kód, čítať RFID tag, ale taktiež aj zapisovať do neho. Využívajú sa hlavne pri inventarizácii, skladovom hospodárstve alebo pri špeciálnych aplikáciách, ktoré si vyžadujú mobilné zariadenie.

Obrázok 6: Mobilná čítačka. [6]

1.6 Štandardy a triedy v RFID

Rovnako ako v iných odvetviach priemyslu sa aj výroba RFID riadi štandardami, ktoré by mali zaručiť kompatibilitu riešení od rôznych výrobcov. Štandardy sú kritickým prvkom veľa aplikáciách RFID, ako napríklad v platobných systémoch, sledovaní tovarov alebo aj v opätovne použiteľných reťazcoch so zásobami. Medzinárodná organizácia pre štandardizáciu (ISO) vytvorila v posledných rokoch veľa štandardov pre rozličné frekvencie RFID a ich použitie. Prehľad technických štandardov je v Tabuľke 2. [10]

Názov	**Účel**
ISO 7816	štandard pre kontaktné čipové karty
ISO 7816-1	štandard popisuje elektronické a mechanické vlastnosti kariet
ISO 7816-2	štandard popisuje veľkosť, poradie, umiestnenie a funkčnosť kontaktnej oblasti karty
ISO 14443	štandard pre bezkontaktné karty pracujúce na HF frekvencii s čítaním do 15 cm
ISO 15693	štandard pre bezkontaktné karty pracujúce na HF frekvencii s čítaním od 1 m do 1,5 m
ISO 18000	štandard pre použitie v letectve
ISO 18000-1	štandard popisujúci všeobecné parametre RFID
ISO 18000-2	štandard popisujúci parametre pre rozhrania pracujúce na frekvencii <135 kHz
ISO 18000-3	štandard popisujúci parametre pre rozhrania pracujúce na frekvencii 13,56 MHz
ISO 18000-4	štandard popisujúci parametre pre rozhrania pracujúce na frekvencii 2,54 GHz
ISO 18000-5	štandard popisujúci parametre pre rozhrania pracujúce na frekvencii 5,8 GHz
ISO 18000-6	štandard popisujúci parametre pre rozhrania pracujúce na frekvencii 860 až 930 MHz
ISO 18000-7	štandard popisujúci parametre pre rozhrania pracujúce na frekvencii 433 MHz
ISO 11784	štandard pre identifikáciu zvierat pomocou RFID popisujúci štruktúru kódu v tagu
ISO 11785	štandard pre identifikáciu zvierat pomocou RFID popisujúci prenosový protokol

Tabuľka 2: Technické štandardy pre RFID identifikáciu. [10]

Najznámejší RFID štandard je EPC (Electronic Product Code). Táto technológia bola najskôr vyvinutá organizáciou známou ako Auto ID Center, združujúcou globálne reťazce, výrobcov, výskumníkov a technologické spoločnosti. EPC pozostáva z technických štandardov (Tabuľka č. 2) - tie definujú fungovanie RFID čipov a čítacích zariadení a dátových štandardov- ktoré definujú vlastnosti dát uložených v čipoch. Za štandard EPC je zodpovedná organizácia EPCglobal, dcérska spoločnosť UCC a GS1 - organizácií, ktoré vyvinuli v súčasnosti najrozšírenejší štandard v oblasti čiarových kódov - UPC a EAN. [11]

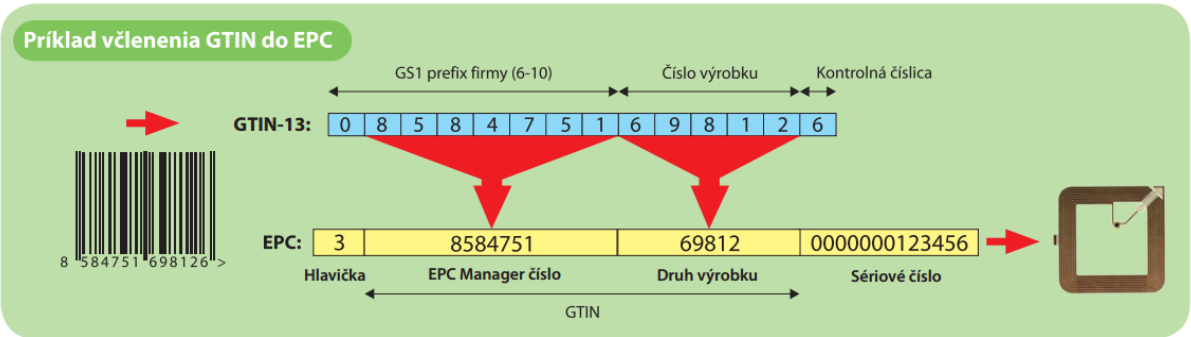
"Systém GS1 je systémom globálnych štandardov, ktoré umožňujú presnú identifikáciu produktov, majetku, služieb a lokalít a výmenu informácií o nich [12, s. 7]." Zahŕňa štandardy ako GS1 BarCodes (automatická identifikácia čiarovým kódom), GS1 eCom (elektronická výmena údajov), GS1 GDSN (globálna dátová synchronizačná sieť) a už vyššie spomínanú GS1 EPCglobal (rádiofrekvenčná identifikácia). Rovnako ako čiarové kódy, aj EPC obsahuje GTIN (globálne identifikačné číslo obchodnej jednotky). Príklad včlenenia tohto čísla je na Obrázku 8.

EPC umožňuje výrobcom, distributérom a obchodníkom sledovať pohyb tovaru v celom distribučnom reťazci, spresniť a urýchliť obchodné procesy prebiehajúce v logistike a súčasne napomáha pri ochrane tovaru pred odcudzením alebo falšovaním. Elektronický produktový kód je jedným z komponentov, ktoré tvoria systém EPCglobal Network. EPC global svojim členom poskytuje služby ako pridelenie a registrácia EPC Manager čísla, prístup k štandardom, príležitostne ovplyvňovanie smerovania výskumu a vývoja technológií, vzdelávanie a školenie o používaní technológie EPC. [12]

Kód EPC obsahuje:

- **hlavičku**, ktorá definuje štruktúru a verziu EPC, veľkosť kódu,
- **EPC Manager číslo**, ktorá označuje výrobcu,
- **triedu výrobku**, ktorá označuje druh výrobku daného výrobcu,
- **sériové číslo produktu**, ktoré označuje konkrétny výrobok a umožňuje tak vyhľadávať údaje k nemu priradené (dátum spotreby, dátum plnenia, atď.).

V súčasnosti sa používajú EPC s 64-bitovou a 96-bitovou štruktúrou. V budúcnosti sa uvažuje aj o 128-bitovej štruktúre. 96-bitová (Obrázok 7) technológia umožňuje jednoznačne identifikovať až 268 miliónov firiem, 16 miliónov druhov výrobkov každej firmy a 68 miliárd jednotlivých výrobkov daného typu. Ich štruktúra sa môže líšiť výrobcom. [11]



Obrázok 7: Príklad včlenenia GTIN do 96-bitového EPC kódu. [14]

1.6.1 Štandardy GS1 pre zdravotníctvo

Združenie GS1 vytvárajúce globálne štandardy založilo pracovnú skupinu Healthcare User Group pod skratkou HUG, ktorá sa snaží upravovať prípadne vytvárať nové štandardy pre sektor zdravotníctva. Aj keď je distribučný reťazec v zdravotníctve

podobný ako iné distribučné reťazce, má svoje špecifické požiadavky a je vo veľkej miere regulovaný legislatívou. V zdravotníctve sa kladie pri niektorých produktoch oveľa väčší dôraz na spätnú vysledovateľnosť výrobkov ako v iných oblastiach. Štandardné riešenie pre označovanie výrobkov a služieb používaných v zdravotníctve zatiaľ neexistuje, ale veľké farmaceutické spoločnosti, distribútori a nemocnice by radi používali len jeden systém.

Hlavnými oblasťami záujmu skupiny GS1 HUG sú:

- prevencia omylov pri liečbe, čo súvisí hlavne s podávanými liekmi a ich označovaním, aby nedošlo k zámene pacienta, prípadne podanie lieku v nesprávnom čase,
- označovanie všetkých produktov s využitím štruktúry údajov podľa GS1 zabezpečí automatickú identifikáciu originálnych výrobkov, čim nepríde k zámene za falzifikát,
- vysledovateľnosť, ktorá súvisí s falšovaním výrobkov a zabezpečí akýsi rodokmeň výrobku,
- zefektívnenie distribučného reťazca, hlavne zrýchlenie, zlepšenie prehľadnosti a presnosti v dodávaných produktoch.

Cieľom je vytvoriť také štandardy, aby sa čo najviac zvýšila bezpečnosť pacientov. Výhodou už existujúcich štandardov GS1 je to, že pri ich používaní v zdravotníctve sa nielen zvýši bezpečnosť, ale sa dosiahnu aj iné výhody, ako zefektívnenie niektorých procesov a zníženie nákladov.

Mnohé štúdie dokázali, že používanie štandardizovaného označovania skutočne znižuje možnosť pre vznik chýb a takisto dopomáha aj k zníženiu nákladov. Vo svete sa už teraz prechádza od štúdií k skutočnému používaniu systému GS1 v zdravotníctve a výsledky sú veľmi uspokojivé. [13]

1.6.2 Triedy tagov

V súčasnej dobe niekoľko tried tagov spadá pod EPCglobal. Rozdiel medzi systémami class 0 a 1 je v dátovej štruktúre a fungovaní. EPC štandardy zatiaľ vyžadujú 5 tried (Tabuľka 3).

Typ EPC triedy	Funkcie	Typ tagu
Class 0	iba na čítanie (RO)	pasívny (iba 64-bitová štruktúra)
Class 1	zápis raz, (WORM)	pasívny (min. 96-bitová štruktúra)
Class 2 (Gen2)	čítanie/zápis (RW)	pasívny (min. 96-bitová štruktúra)
Class 3	čítanie/zápis (RW)	semi-aktívne
Class 4	čítanie/zápis (RW)	aktívne

Tabuľka 3: EPC triedy. [14]

1.7 Rozdiel medzi RFID a čiarovými kódmi

Jedným z hlavných rozdielov oproti čiarovým kódom je možnosť ďalej aktualizovať ich obsah zapísaný na RFID tagu (platí iba pri použití RW tagov). Odlišnosťou a výhodou oproti čiarovým kódom je to, že nemusia byť viditeľné pri čítaní a zapisovaní, a snímanie viacerých tagov naraz v jednom okamihu. Taktiež výhodou je, že tagy nepodliehajú pôsobeniu teploty, vlhkosti a vplyvom okolitého prostredia ako čiarové kódy, kde pri použití čiarového kódu napríklad v mrazničke vzniká námraza, ktorá znemožňuje prečítanie takéhoto kódu. Oproti bežným čiarovým kódom RFID zabezpečuje aj uchovávanie doplňujúcich údajov o danom tovare (osobe) priamo v tagu.

1.8 Výhody RFID

Medzi hlavné výhody technológie RFID patrí:

- znížená chybovosť,
- vyšší stupeň automatizácie,
- zlepšenie riadenia toku tovaru a objektov,
- nie je nutná viditeľnosť pre čítanie alebo zapisovanie dát do RFID tagov,
- aktualizácia tagov v reálnom čase,
- rýchla dostupnosť k informáciám (digitálne získavanie informácií),
- možnosť násobného čítania,
- mobilita,
- odolnosť a variabilita systému.

1.9 Ekonomické prínosy využitia RFID

Väčšina nových technológií sa zavádza pre uľahčenie práce obslužnému personálu, konečnému užívateľovi, sprehľadnenie a lepšiu kontrolu, no v neposlednom rade ekonomické prínosy danej technológie. Medzi ekonomické prínosy RFID patria napríklad:

- viacej výrobkov za rovnaké fixné náklady,
- väčšia presnosť pri vyskladňovaní, ľahšia inventúra,
- minimalizácia nákladov na označovanie a preznačovanie,
- rýchlejšie vyskladnenie, príjem, triedenie a výber,
- vylepšenie evidencie majetku a práce s ním,
- zjednodušenie v oblasti správy a výmeny dát,
- rýchla návratnosť investície.

Medzi hlavné výhody automatickej identifikácie v zdravotníctve patrí zvýšenie bezpečnosti pacientov, znižovanie nákladov, boj proti predaju falošných liekov, sťahovanie liekov z obehu zlepšenie vysledovateľnosti pohybu liekov a zdravotníckych pomôcok. [13]

1.10 Real-time Location System

Skrátene RTLS systém slúži k lokalizácii majetku, tovarov, zariadení a osôb v reálnom čase pomocou aktívnych RFID. Technológia sa uplatňuje všade tam, kde sa potrebné poznať presnú polohu sledovaného objektu. Presnosť technológie je rádovo v metroch a niektoré v desiatkach centimetrov. Využívajú kombináciu štandardnej bezdrôtovej siete Wi-Fi a technológie RFID. RTLS je obvykle zložená z aktívnych tagov, referenčného zariadenia pre lokalizáciu tagov v podobe prístupových bodov, dátovej sieti a softvéru na serveri a aplikačného softvéru pre koncového uživateľa. Je logické, že RTLS bude fungovať len tam, kde je dosah rádiovej bezdrôtovej infraštruktúry.

Princíp funkcie je, že aktívny tag je umiestnený na sledovanom objekte a vymieňa si informácie s prístupovými bodmi. Na základe odozvy aspoň z troch takýchto bodov je potom systém schopný stanoviť presnú polohu tagu v priestore. Tieto dáta sú následne poskytnuté aplikáciám, ktoré môžu sledovať aktuálne polohy, pohyb a trasy sledovaného objektu v reálnom čase. Podľa samotnej konštrukcie tagu a jeho vlastností môžu jednotlivé tagy komunikovať v pravidelných časových intervaloch, alebo keď sa objekt začne pohybovať, alebo keď pohyb ukončí, prípadne ako reakciu na stlačené tlačidlo na tagu. Tagy môžu byť vybavené aj senzormi otrasu alebo tlakovým senzorom, ktoré taktiež môžu reagovať. [15]

Pre stanovenie polohy sledovaného objektu existuje veľa metód. Niektoré z nich využívajú závislosť vzdialenosti na čase potrebného k prekonaniu vzdialenosti medzi prijímačom a vysielačom. Je to napríklad metóda ToA - Time of Arrival, ktorej nevýhodou je nutnosť synchronizácie času na prijímači a vysielači, čo má za negatívny vplyv na presnosť. Túto nevýhodu rieši metóda TDoA - Time Difference of Arrival, ktorá sa využíva aj v GPS a nevychádza z absolútnych hodnôt času, ale z rozdielu medzi susednými vysielačmi. Tieto metódy sú vhodné do exteriéru, kde je priama viditeľnosť vysielača a prijímača s minimálnym odrazom. [15]

Pre systémy pracujúce v interiéri budov je výhodnejšia metóda RSSI - Received Signal Strength Indication, ktorá vychádza z merania sily signálu rádiovo viditeľných prístupových bodov.

Systém RTLS využívajúci RFID je vhodný napríklad pre sledovanie zamestnancov, návštev vo firmách, vysokozdvižných vozíkov v halách, automobilov a manipulačnej techniky v areáloch, mobilného zariadenia, materiálu a kontajnerov, nákupných vozíkov, ale vďaka vstavaným senzorom presné podmienky pri preprave ako teplota, vlhkosť, náraz. [4]

V zdravotníctve to je sledovanie osôb, či už pacientov alebo lekárov, ale hlavne sledovanie mobilných zariadení, ktorých je obmedzené množstvo z dôvodu ich ceny, a tak musia kolovať po zdravotníckom zariadení. V prípade ich potreby sa presne vie, kde sa nachádzajú. [15]

1.10.1 RTLS v zdravotníctve

Nemocnice, kliniky, domy s opatrovateľskou službou a ďalší poskytovatelia zdravotníckej starostlivosti pri pohľade na RTLS vidia potenciál na zlepšenie poskytovanej starostlivosti. RTLS môže pomôcť s:

- vyhľadaním zdravotníckeho personálu - rýchle nájdenie personálu je kritické, keď ide o stav pohotovosti,
- sledovaním pohybu pacientov - pomáha so zabezpečením pacientovho bezpečia (veľmi dôležité napríklad pre pacientov trpiacich Alzheimrom alebo demenciou),
- zlepšením priepustnosti zariadenia - sledovanie tokov pacientov, riešenie problémov s čakacími dobami, skrátenie čakania na prevoz, môže pomôcť zamestnancovi nájsť invalidný vozík a iné,
- sledovaním vybavenia - hlavne pri drahom a zdieľanom vybavení,
- zlepšením výkonnosti sestričiek a obslužného personálu,
- zlepšením bezpečnosti samotných zamestnancov - použitie núdzového tlačidla na tagu,
- sledovaním zamestnancov - predovšetkým z dôvodu sledovania neopravného prístupu do vyhradených priestorov. [15]

2 SÚČASNÝ STAV VYUŽITIA RFID V ZDRAVOTNÍCTVE V ČR A VO SVETE

Pre zdravotníctvo je využívanie tejto technológie finančne náročné, avšak po rozšírení používania tejto technológie v komerčnej sfére, keď šli ceny tagov a zariadení značne dole, je možné uvažovať aj o zavedení technológie do oblasti zdravotníctva. V roku 2009 prebehla štúdia o možnostiach zavedenia RFID v zdravotníctve. Štúdiu robila nezávislá organizácia RAND Europe v 7 zdravotníckych zariadeniach v Taliansku, UK, Holandsku, Nemecku, Švajčiarsku, USA a znova v UK. V každom tomto zariadení prebehol test pilotných projektov. Zo štúdie vyplynulo, že zdravotnícke zariadenia nie sú pripravené na implementáciu RFID z týchto dôvodov:

- technická nepripravenosť - nedostatočné dátové siete, rušenie medzi RFID a zdravotníckymi prístrojmi JIP,
- organizačná nepripravenosť - vysoké náklady na hardware v porovnaní s čiarovými kódmi, nepripravenosť manažmentu a personálu. [16]

V Európe sa RFID využíva v univerzitnej nemocnici v rakúskom Grazi na transfúznom oddelení. Pilotný projekt s použitím aktívnych tagov slúži k označovaniu a zároveň monitorovaniu transfúznych prípravkov. Na zavedení technológie sa podieľala firma Siemens a Maco Pharma. [16]

V českom zdravotníctve sa RFID používa vo Fakultnej nemocnici Plzeň na označovanie nemocničnej bielizne a v Prahe na označovanie majetku. V rámci transfúznej služby táto technológia zatiaľ nefunguje, ale v ďalšej kapitole je popísaný návrh zavedenia tejto technológie. [16]

Technológiu RFID od spoločnosti IBM využíva aj Masarykov onkologický ústav v rámci projektu Národného programu výskumu II za podpory MŠMT ČR v procese prípravy a aplikácie liečiv. Cieľom projektu je zlepšenie kontroly, zvýšenie bezpečnosti pacientov a zlepšenie prevádzkovej efektivity ústavu. [20]

- Systém pred zavedením RFID – evidencia manipulácie s rizikovými liečivami pri poskytovaní zdravotnej starostlivosti onkologických pacientov neumožňuje sledovanie pohybu liečiva v konkrétnom čase na ceste od jeho prípravy až po podanie pacientovi.
- Systém po zavedení RFID – kedykoľvek na akomkoľvek stupni je možné zistiť kto, kedy, a ako s liečivom nakladal. Táto kontrola sa realizuje aktívne v rámci štandardných operačných postupov pri kontrole prípravy a podania liečiva. [20]

V celom procese prípravy cytostatík pre daného pacienta bez použitia RFID existuje niekoľko kritických miest, kde by teoreticky mohlo prísť k chybe. Omyl môže nastať napr. pri vypisovaní signatúry pre pacienta asistujúcou osobou. Pripravujúci farmaceut však musí chybu odhaliť pri prepočítavaní dávky v izolátore (dvojstupňová kontrola). Ďalšou možnou chybou, ktorá môže nastať je zdvojenie dávky opakovaným pridaním liečiva do infúzneho vaku, alebo k zámene liečiv v rámci prípravy pre jedného pacienta. Množstvo liečiva skutočne použitého pri príprave nemožno skontrolovať. Zavedenie technológie RFID túto kontrolu umožňuje. Chyba však môže nastať keď zdravotná sestra aplikuje liečivo nesprávnemu pacientovi. Potlačenie ľudského faktoru

pri príprave, zaistení kontroly a aplikácii vedie jednoznačne k eliminácii možných chýb a zvýšeniu bezpečnosti pri manipulácii s liečivami. [20]

RFID v Masarykovom onkologickom ústave využíva bezkontaktné snímanie tagov, eliminuje nutnosť vizuálneho snímania, má vysokú odolnosť RFID štítku/čipu voči fyzikálno-chemickým vplyvom a pri poškodení RFID tagu dochádza k autodeštrukcii. Každá zdravotná sestra má vlastnú kartičku s RFID čipom. Zdravotné sestry majú PDA čítačku RFID, ktorá postupne sníma seba, miesto aplikácie, pacienta vybaveného RFID kartičkou a konečne pripravenú medikáciu, ktorej RFID štítok nesie všetky informácie o zložení a príprave. Ak vznikne akákoľvek nezhoda medzi predpísanými a aplikovanými prípravkami, systém vizuálne upozorní aplikujúcu sestru ešte pred zahájením aplikácie a zabráni tak potenciálnej zámene. Výstupom je protokol o aplikácii, z ktorého je jasné, kto, kedy, pre koho a z čoho medikáciu pripravil, kedy prešla kontrolou, kto a kedy ju aplikoval pacientovi, ako dlho aplikácia trvala a či sa vyskytli v priebehu podania nejaké komplikácie, alebo nie. Zavedenie rádiofrekvenčnej identifikácie do procesu prípravy znamená tiež finančnú úsporu vďaka hospodárnejšiemu využitiu veľkoobjemových liečiv. Rovnako je zaistená presná evidencia osôb pohybujúcich sa v kontrolovanom pásme a je tak možné lepšie posúdiť profesnú záťaž jednotlivých zdravotníkov prichádzajúcich do styku s cyto-toxickými liečivami. [20]

2.1 Problémy implementácie RFID

Problém pri zavedení RFID sú personálna a finančná stránka. Zamestnanci sa obávajú zavedenia nového systému, manažment zdravotníckych zariadení sa zas obáva vysokých nákladov na zavedenie. Najskôr je teda potrebné, aby manažment bol presvedčený o zavedení tejto technológie a jej prínosoch a je vhodné vysvetliť zamestnancom tieto prínosy technológie, aby sa nebáli jej zavedenia. Pri zavedení môžu nastať aj technické problémy, a to, že sa RFID bude rušiť s prístrojmi JIP. Celkom náročné je aj rozhodovanie o tom ako zaviesť tento systém a ako dlho bude musieť súčasne bežať systém čiarových kódov a RFID, kým sa naplno zaužíva nový systém a či je vôbec možné aby tieto dva systémy bežali súčasne. [16]

2.2 Príklady návrhov RFID v zdravotníctve v Českej republike

Témou zavedenia technológie RFID sa vo svojich prácach zaoberali už viacerí autori. Ing. Jaroslav Jansa CSc. navrhuje využitie RFID v diaľkovom monitorovaní rehabilitácie postihnutých pacientov. Jeho návrh počíta so zavedením rehabilitácií do domáceho prostredia za monitorovania pacienta pomocou technológie RFID 24 hodín denne, 7 dní v týždni. Návrh si vyžaduje náročnú technológiu, najmä komunikačnú a bezdrôtovú a takisto softwarové vybavenie pre analýzu prijímaných dát. Navrhovaným riešením je zavedenie náramkov pre pacientov, ktoré kontrolujú činnosť pacienta, napr. jeho srdcovú činnosť, pohybovú činnosť, atď. Dáta z RFID sú prenášané do routeru. Vyhodnotenie výstupov prebieha v call centre, výstupnými dátami je poloha pacienta, pohybové údaje a dáta z biosenzorov. Tento návrh je súčasťou navrhovaného systému REHABLife, jeho odskúšanie je naplánované na rok 2013. [17]

Ďalším návrhom je zavedenie RFID do transfúznej služby, autormi návrhu sú D. Valová, Z. Čermáková, J. Černohorský a D. Vala. Súčasne sa pre identifikáciu dát v krvnom centre používa čiarový kód, ktorý má určité nevýhody, akými sú nutnosť priamej viditeľnosti a staticky zapísaná informácia. Technológia RFID by dáta identifikovala jednoznačne, pomocou označenia pasívnym elektronickým tagom. Ten, ak je v blízkosti čítacieho zariadenia, mu zašle svoje jedinečné číslo a nadradený systém ho môže identifikovať. Dáta v tagu je možné reálne prepisovať. Aktívny tag nielenže identifikuje, ale aj lokalizuje a sleduje pohyb a sám odovzdáva informácie o svojej polohe do nadradeného systému. Pokiaľ sú na tag pripojené ďalšie senzory, môžu byť okrem polohy odovzdávané aj informácie o nameraných fyzikálnych veličinách (teplota, tlak, atď.). Využitie týchto vlastností umožní širšie možnosti využitia pri sledovaní celého cyklu výroby transfúznych prípravkov. Návrh predpokladá využitie RFID pre označovanie transfúznych prípravkov, darcov krvi, zamestnancov Krvného centra a laboratórne prístroje a materiály. [16]

Ďalšími autormi, ktorí sa zaoberali implementáciou technológie RFID je Damian Kajaba spolu s Romanom Kašperlíkom, ktorí navrhli využitie RFID v oblasti záchrannej služby, koncepcia ma názov BlueAlarm. Účelom je urgentná lokalizácia osôb v ohrození života. Základom je vybavenie automobilov modulom RFID. Komunikačný modul komunikuje s ostatnými RFID modulmi, opticky a akusticky upozorňuje vodičov na možné nebezpečenstvo (detekcia iných vozidiel, vzdialenosť vozidiel, vzdialenosť železničných prejazdov, inteligentná RFID križovatka atď.). Realizácia je navrhnutá pomocou RFID akceleračného detektoru BAK. Predstavenie prototypu prebehlo v roku 2012 v Mělníku. [18]

Systém BlueAlarm v súčasnosti reálne funguje. Firmy, alebo fyzické osoby si môžu objednať priemyslový, skupinový, dopravný alebo osobný monitoring. Systém dokáže monitorovať osoby, zvieratá, veci a stavy. [20]

2.3 Riziká v zdravotníctve

Zámena pacienta je jedným z najväčších rizík pre pacientovo bezpečie v nemocniciach alebo na klinikách. Môže viesť k prípadom ako napríklad:

- podanie nesprávneho lieku nesprávnej osobe,
- vykonanie nesprávnej operácie na pacientovi,
- oddialenie liečby,
- pacientovi je podaná zlá diagnóza a následná nevhodná liečba,
- nesprávny pacient je privedený na operačnú sálu,
- zrušenie operácie, kvôli nesprávnemu vloženiu výsledkov alebo zlej medicínskej dokumentácie (karta pacienta).

Tieto prípady môžu znamenať nečakané komplikácie, vážne zranenia, prípadne aj smrť. Práve technológia RFID tieto problémy dokáže riešiť.

3 POŽIADAVKY PRE UPLATNENIE TECHNOLÓGIE RFID

Pre čo najlepšie uplatnenie technológie RFID v praxi sú potrebné určité kroky ako pri zavádzaní iných technológií. Cieľom zavádzania je, aby nová technológia v podniku, v mieste využívania bola využitá naplno a priniesla hlavne ekonomický efekt. V oblasti zdravotníctva môže byť ekonomické hľadisko potlačené skutočnosťou, že ide predovšetkým o ľudský život a o zaručenie bezpečnosti pre personál.

Prvým krokom k úspešnému zavádzaniu novej technológie je posúdenie, či a ktorá technológia je správna pre daný podnik. Je nutné si položiť otázku, "Oplatí sa to môjmu podniku?" Je nutnosťou popísať súčasný stav v podniku a porovnať ho s možnými prínosmi.

Pre určenie prínosov investície je nutné poznať zisk, prípadne úspory súvisiace s investíciou. Posudzovanie finančnej efektívnosti systému RFID je zložité, pretože je pomerne náročné vyčísliť náklady na technológiu, ale ešte náročnejšie je vyčísliť prípadné prínosy, ktoré sú jedna veľká premenná a závisia na mnohých skutočnostiach.

Ďalším krokom by mala byť štúdia technickej prevediteľnosti, ktorá je spojená s výberom vhodných prostriedkov, nadväzujúcich technológií a v neposlednej rade aj vhodných dodávateľov so skúsenosťami v obore.

Na základe týchto krokov by mal byť zostavený skutočný projekt s dobrým technickým základom.

Podniky, ktoré uvažujú o zavedení technológie RFID by mali zvlažiť:

- na čo a či naozaj potrebujú systém RFID,
- čo najpresnejšie by mali vyjadriť očakávané prínosy,
- čo najpresnejšie určiť náklady súvisiace so zavádzaním technológie,
- porovnať vyčíslené náklady s očakávanými prínosmi, určiť dobu návratnosti a ďalšie ukazovatele,
- porovnať, či zistené predpoklady spĺňajú ich očakávania,
- rozhodnúť sa, či nakoniec daný systém implementovať.

Dodržiavanie tejto metodiky môže znížiť prípadné riziko investovania do nevhodnej, či finančne neefektívnej technológie. [25]

Uplatnenie technológie v zdravotníctve si vyžaduje dlhšie testovanie, posúdenie bezpečnostných rizík, a posúdenie dopadu na človeka a jeho súkromie. Na zavádzaní takýchto "noviniek" by sa mali podieľať nielen technici, ktorí rozumejú technickým obmedzeniam, ale aj samotný užívatelia tejto technológie, lekári a zdravotníci, ktorí špecifikujú svoje požiadavky na reálne využívanie v praxi.

Aby sa vôbec technológia RFID začala globálne používať je potrebné, aby veľké spoločnosti mali požiadavky na zavádzanie takejto technológie. K tomu im môžu napomáhať regulačné orgány, ako vládne orgány v podobe ministerstiev, ale aj združenia štátov, ako Európska únia, či Spojené štáty. Ďalším faktorom sú celosvetové normy a štandardizácia (štandard EPC, ISO, atď.). Mäsovým zavádzaním takejto technológie príde aj k zníženiu ceny tagov a čítačiek, a tým aj samotného systému RFID. [26]

4 NÁVRH TECHNOLÓGIE PROSTRIEDKU RFID PRE UPLATNENIE V ZDRAVOTNÍCTVE

Dnešné RFID systémy ponúkajú monitorovanie osôb v reálnom čase a prostredí. Využitie takýchto systémov si môže nájsť uplatnenie v nemocniciach, ale hlavne v psychiatrických liečebniach, kde je monitoring pohybu osôb kľúčovým pre ich liečbu. Nemocnice musia zabezpečiť najvyššiu úroveň starostlivosti o pacienta, optimálne využitie zdrojov pri efektívnom toku pracovných činností. Príkladom takéhoto systému je systém od spoločnosti AeroScout, využívajúci tagy AeroScout T2s (Obrázok 8).

4.1 AeroScout T2s tag

Ide o aktívne RFID tagy, ktorými môžu byť pripevnené na množstve vybavenia, ale aj na pacientoch a personáli. Umožňujú už spomínanú lokalizáciu v reálnom čase, či už v prostredí budov (rôzne poschodia nemocnice) alebo vo vonkajšom prostredí (priľahlom parku, oddychové miesta, parkovisko, atď.). T2s tagy môžu byť vybavené aj tlačidlom na varovanie obslužného personálu, ktoré môže využívať aj samotný personál v prípade ohlásenia rýchlej pomoci alebo v prípade nebezpečenstva pri agresívnych pacientoch.

Obrázok 8: T2s tagy, zľava vo forme náramku (zmenšený obrázok), odznaku a s tlačidlom. [21]

Využívajú štandardnú Wi-Fi 802.11 špecifikáciu na frekvencii 2,4 GHz, čo zaručuje nízke ceny implementácie technológie a jednoduché zapojenie. Správy z tagov sú bezdrôtovo prijímané na Wi-Fi prístupových bodoch, takže čítačka tagov je vlastne samotný prístupový bod. Samotné tagy fungujú na unikátnej beaconing metóde, ktoré znižujú zaťaženie siete a prispievajú k dlhej životnosti batérie. Táto metóda funguje na princípe intervalov prenosu, ktorý je nastaviteľný na každom tagu zvlášť, čo prináša nastavovanie priority pre jednotlivé tagy podľa potreby. Vďaka použitej technológii je

dosah tagu pomerne rozsiahli, kde vo vonkajšom prostredí má dosah až 200 m a v budovách až do 80 m.

Vlastnosti T2s tagu:

- rozmery: 45 x 31 x 18 mm,
- váha: 40 g,
- 802.11 Wi-Fi, 2,4 GHz,
- prijímač na nízkej frekvencii 125 kHz,
- sila prenosu až do +19dBm, ~81mW,
- programovateľný interval prenosu od 1 sekundy až po 3,5 hodiny,
- programovateľný kanál,
- bezdrôtové programovanie tagu prostredníctvom aplikácie AeroScout Tag Management Suite,
- pohybový senzor, ktorý môže byť naprogramovaný na spustenie alarmu,
- spĺňa stupeň krytia IP67, úplná odolnosť voči prachu a ponorenie min. 30 minút vo vode do hĺbky 1 m,
- 3,6V lítiová vymeniteľná AA batéria so životnosťou až 4 roky. [21]

4.2 AeroScout Exciter

Zariadenia, ktoré napomáhajú systému AeroScout sú AeroScout Exciters (Obrázok 9a, 9b), v preklade budiče. Používajú sa predovšetkým pre spresnenie určovanie polohy sledovaných objektov. Tieto budiče sú staticky umiestnené napríklad na zárubni dverí (Obrázok 9c). V prípade blízkeho prechodu tagu cez takéto miesto, automaticky v momente odošlú varovanie do systému, čo zaručuje, že nemocnice môžu presne určiť, kde sa pohybuje ich majetok, zamestnanci, pacienti, kto prešiel dverami alebo vstúpil do vyhradeného priestoru. Hlavnou výhodou je ochrana pred prípadným odcudzením, kedy je výhodné umiestniť takéto budiče na východy z budov (podobne ako v obchodoch použitie brán) a tagmi označiť cenné zariadenia, a pri prechode takýmto miesto systém automaticky spustí alarm.

Obrázok 9: Exciter (zľava) a) EX2000, b) EX3100, c) umiestnenie EX2000. [22]

Zariadenie EX2000 (Obrázok 9a) je pre použitie v bránach a vchodoch, pretože má pomerne veľký dosah detekcie tagov. Ten je nastaviteľný a pohybuje sa od 0,5 m až po 6 m. Pre pripojenie a následnú komunikáciu používajú štandard RJ-45 alebo Wi-Fi. EX2000 je napájané zo siete 24V AC, 24 a 48V DC, prípadne z eternetu cez PoE

(802.3af). Aj preto vyžadujú minimálnu kabeláž pre ich fungovanie. Pre naviazanie komunikácie s tagom používajú kanál nízkych frekvencií (LF) - 125 kHz a pracujú s ASK moduláciu.

Vlastnosti EX2000:

- rozmery: priemer 220 mm a hrúbka 115 mm,
- váha: 700 g,
- RJ-45 alebo Wi-Fi 802.11 a/b/g so 128-bit WPA2 šifrovaním,
- nastaviteľný dosah 0,5 až 6 m,
- stupeň krytia IP65,
- napájanie: 24V AC, 24V DC, 48V DC, PoE (802.3af),
- maximálna spotreba 10W,
- LF - 125 kHz, modulácia ASK,
- podporujú AeroScout T2 a T3 tagy. [22]

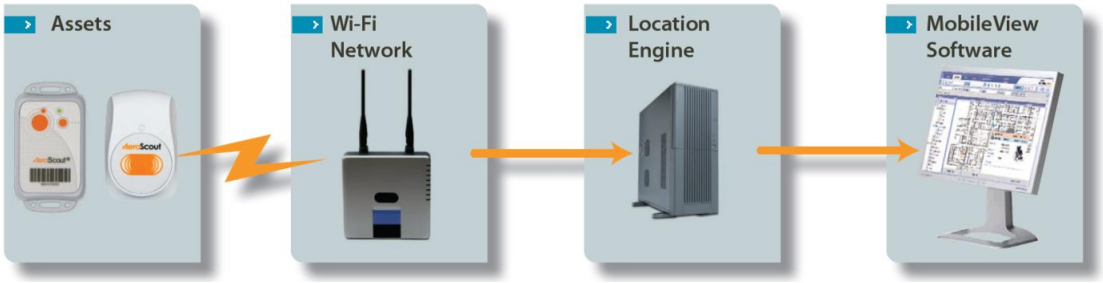
Zariadenie EX3100 (Obrázok 9b) vďaka svojím malým rozmerom nachádza uplatnenie pri precíznom hľadaní objektov na konkrétnu poličku, regál, stojan, pracovnú stanicu alebo posteľ.

Vlastnosti EX3100:

- rozmery: 76 x 53 x 23 mm,
- váha: 61,5 g,
- sériový port RS232 (prípadne RJ-45), vstup a výstup,
- nastaviteľný dosah 0,2 až 2 m,
- použitie len vo vnútornom prostredí,
- napájanie: 5V DC,
- maximálna spotreba 2W,
- LF - 125 kHz, modulácia ASK,
- podporujú AeroScout T2 a T3 tagy. [22]

4.3 MobileView Softvér

Pre sledovanie objektov v reálnom čase je potrebný hardvér, no bez fungujúceho softvéru by táto technológia nepracovala (Obrázok 10). Firma AeroScout preto samozrejeme má riešenie v podobe celopodnikového softvéru pre sledovanie a prezeranie polohy, stavu a situácie z akéhokoľvek zdroja, či už RFID Wi-Fi, pasívneho RFID alebo senzorov. Systém zahŕňa schopnosti vyhľadávania, varovania založené na pravidlách a pokročilé hlásenia. Tento softvér môže byť implementovaný do systému manažmentu nemocnice a umožňuje prezeranie na mobilných zariadeniach. [23]



Obrázok 10: Komponenty komplexného riešenia AeroScout. [23]

4.4 Zhrnutie prínosov riešenia AeroScout pre zdravotnú starostlivosť

Správa majetku:

- zlepšenie správy majetku a nákupu, ktorá môže znížiť výdavky a náklady na nájom,
- zvýšenie efektivity zamestnancov zautomatizovaním vyhľadávania nástrojov a zariadení,
- zníženie krádeží a strát,
- zlepšenie starostlivosti o pacienta a zvýšenie počtu vybavených pacientov vďaka vylepšenej dostupnosti a monitorovaniu zariadení.

Údržba zariadení:

- včasná a preventívna údržba zariadení,
- zlepšenie starostlivosti o pacienta a celkovej kvality starostlivosti vďaka úspešnej správe a včasnej údržby.

Monitorovanie teploty:

- zlepšenie efektivity pre obslužný personál,
- zlepšenie kvality starostlivosti prostredníctvom neustáleho monitorovania bezpečných rozsahov teplôt a analýza týchto dát,
- zníženie znehodnocovania v dôsledku zníženia času potrebného na identifikovanie problému s teplotou.

Bezpečnosť pacienta a personálu:

- redukovaný počet bezpečnostných incidentov,
- zvýšená bezpečnosť a všeobecný pokoj lekárov a sestričiek,
- zlepšená kvalita starostlivosti.

Tok pacientov:

- zvýšene príjmu a množstva vybavených pacientov vďaka optimalizovaným a zautomatizovaným procesom,
- zvýšenie efektivity zamestnancov a spokojnosti pacienta prostredníctvom znížených čakacích dôb. [23]

ZÁVER

Práca sa zaoberala návrhom technológie prostriedku RFID pre použitie v zdravotníctve. Bolo nutné sa preto zoznámiť s princípom tejto technológie, vyhodnotiť jej súčasný stav v zdravotníctve.

Kapitola 1 Technológia RFID sa zaoberá krátkou históriou, princípom fungovania, používanými frekvenciami, prvkami systému RFID, ďalej štandardmi ako všeobecnými, tak aj orientovanými na zdravotníctvo, porovnáva RFID s čiarovými kódmi a opisuje sledovanie objektov v reálnom čase, technológiu RTLS využívajúcu práve rádiofrekvenčnú identifikáciu.

Kapitola 2 Súčasný stav využívania RFID v zdravotníctve v ČR a vo svete popisuje príklady zavedenia technológie, problémy s ich implementáciou a uvádza aktuálny stav využitia.

Kapitola 3 Požiadavky pre uplatnenie technológie RFID uvádza postup ako pristupovať pri zavádzaní technológie, čo by mal investor zvážiť, keď sa rozhodne pre inovácie vo svojom podniku.

Kapitola 4 Návrh technológie prostriedku RFID pre uplatnenie v zdravotníctve popisuje konkrétne aktívne čipy a ich vlastnosti, ktoré sú vhodné pre použitie v zdravotníctve. Uvádza komponenty komplexného riešenia a zhŕňa prínosy pre zdravotníctvo.

Technológia RFID má v oblasti zdravotníctva veľký potenciál, ale mnoho zdravotníckych zariadení si ho nemôže dovoliť kvôli vysokým investičným nákladom. Pre väčšinu zariadení so zdravotnou starostlivosťou je problém financií a finančnej investície neprekonateľný, avšak je vysoko pravdepodobné, že RFID bude v blízkej budúcnosti expandovať, možno aj kvôli požiadavkám veľkých korporácii, čo by malo zlacniť samotnú technológiu. Na využívanie RFID v zdravotníctve sa nemôžeme pozerať iba z pohľadu ekonomického v podobe ušetrených financií alebo z pohľadu lepšieho sledovania majetku a osôb, ale hlavne z pohľadu minimalizovania rizika vzniku lekárskej chyby pre zlepšenie bezpečnosti pacientov a záchrany ľudských životov.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV A LITERATÚRY

[1]: RFID Journal. *The Basics of RFID Technology* [online]. 2005 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.rfidjournal.com/articles/view?1337

[2]: RFID Journal. *The History of RFID Technology* [online]. 2005 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.rfidjournal.com/articles/view?1338

[3]: FETTE B., R. AIELLO, P. CHANDRA, D. DOBKIN, A. BENSKY, D. MIRON, D. LIDE, F. DOWLA, R. OLEXA. *RF & Wireless Technologies.* Burlington, USA: Elsevier, 2008. ISBN 978-0-7506-8581-8.

[4]: SOMMEROVÁ, Martina. *Základy RFID technológií: Výukový materiál.* [online]. [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/rfid/cs/okruhy/informace/RFID_pro_Logistickou_akademii.pdf

[5]: WEIS, Stephan. *RFID (Radio Frequency Identification): Principles and Applications.* [online]. 2007 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.eecs.harvard.edu/cs199r/readings/rfid-article.pdf

[6]: GAO RFID Inc. *UHF Active RFID Tags.* [online]. Dostupné z: http://www.gaorfid.com/index.php?main_page=product_info&products_id=780

[7]: ZEBRA TECHNOLOGIES. *DartTag Portfolio.* USA: Zebra Technologies, 2013. Dostupné z: http://www.zebra.com/content/dam/zebra/product-information/en-us/brochures-datasheets/location-solutions/dart-tag-portfolio-datasheet-en-us.pdf

[8]: BEFORE IT´S NEWS. *Hitachi Develops World´s Smallest RFID Chip.* [online]. 2013. [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://beforeitsnews.com/alternative/2013/01/hitachi-develops-worlds-smallest-rfid-chip-2531112.html

[9]: LEHPAMER, H. *RFID Design Principles* [online]. Norwood: 2008 [cit. 2013-05-24]. ISBN 978-1-59693-194-7 Dostupné z: http://read.pudn.com/downloads163/book/745242/RFID.Design.Principles.pdf

[10]: RFID Journal. *A Summary of RFID Standards* [online]. 2005 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.rfidjournal.com/articles/view?1335/

[11]: GS1 SLOVAKIA. Elektronický produktový kód. *gs1sk.org* [online]. ©2012 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.gs1sk.org/el-produktovy-kod

[12]: GS1 Slovakia. *Výročná správa 2007: Annual report.* Žilina: GS1 Slovakia, 2007. Dostupné z: http://www.gs1sk.org/down/report2007.pdf

[13]: GS1. *GS1 Healthcare Reference Book.* Brusel: GS1 AISBL, 2010. Dostupné z: http://www.gs1sk.org/down/health_ref_2010.pdf

[14]: GS1 Slovakia. *EPC: elektronický produktový kód.* Žilina: GS1 Slovakia, 2008. Dostupné z: http://www.gs1sk.org/down/EPC_brozura2008.pdf

[15]: MALIK, A. *RTLS FOR DUMMIES.* [online]. Hoboken: Wiley Publishing, 2009. [cit. 2013-05-24]. ISBN 978-0-470-39868-5. Dostupné z: http://cias.rit.edu/~nmtp/nmtp/teamkittycat/RTLSforDummies.pdf

[16]: VALOVÁ, Z., Z. ČERMÁKOVÁ, J. ČERNOHORSKÝ, D. VALA. *RFID technologie a její využití v transfuzní službě* [online]. Medsoft: 2010 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://creativeconnections.cz/medsoft/2010/Medsoft_2010_Valov%C3%A1_Dagmar.pdf

[17]: JANSA, J. *Dálkové monitorování rehabilitace pomocí RFID* [online]. RFID FUTURE 2012 PRAHA: 2012 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.stech.cz/index.php?id_document=401162418

[18]: KAJABA, D., R. KAŠPERLÍK. *Emergenční síť BlueAlarm®* [online]. RFID FUTURE 2012 PRAHA: 2012 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.stech.cz/index.php?id_document=401162418

[19]: MASARYKŮV ONKOLOGICKÝ ÚSTAV. Tisková zpráva 2012. *Mou.cz* [online]. ©2009-2013 [cit. 2013-05-25]. Dostupné z: http://www.mou.cz/tiskova-zprava-2012-projekt-rfid/t3139

[20]: KDE.JE? Monitoring osob, zvířat, věcí a stavů – BlueAlarm. *Kde.je* [online]. ©2012 [cit. 2013-05-25]. Dostupné z: http://www.kde.je/

[21]: AEROSCOUT. *AeroScout: AeroScout T2s Tag.* Redwood City: AeroScout, 2010. Dostupné z: http://www.stanleyhealthcare.com/sites/www.stanleyhealthcare.com/files/pdf/AeroScout-T2s-Tag-Data-Sheet.pdf

[22]: AEROSCOUT. *AeroScout Exciter: Data Sheet.* San Mateo: AeroScout, 2007. Dostupné z: http://www.ubiu.com/a_new_ubiu/aero/_Exciter_DataSheet.pdf

[23]: AEROSCOUT. *Unified Asset Visibility Solutions for Healthcare.* Redwood City: AeroScout, 2009. Dostupné z: http://www.aeroscout.com/files/AeroScout%20Healthcare%20Brochure.pdf

[24]: VAŠKO, M., J. VACULÍK. *Ekonomika RFID.* [online]. 2007. [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://ks.utc.sk/casopis/pdf/III2009/vasko_vaculik.pdf

[25]: DELOITTE. *Radiofrekvenční identifikace (RFID): Mýty a skutečnost.* 2005. Dostupné z: http://www.rfid-pc.cz/download/prezen/Deloitte_RFID_Myty_a_skutecnost.pdf

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

ASK	- Amplitude-shift keying
EAN	- International Article Number (predtým European Article Number)
EPC	- Electronic Product Code
GS1	- Global Standards One
GTIN	- Global Trade Item Number
HF	- High Frequency
HUG	- Healthcare User Group
ID	- Identification
ISO	- International Organization for Standardization
LF	- Low Frequency
MW	- Microwave
NFC	- Near Field Communication
PoE	- Power over Ethernet
RFID	- Radio Frequency Identification
RO	- Read Only
RSSI	- Received Signal Strnght Indication
RTLS	- Real Time Locating Systems
RW	- Read Write
TDoA	- Time Difference of Arrival
ToA	- Time of Arrival
UCC	- Uniform Code Council
UHF	- Ultra High Frequency
UPC	- Universal Product Code
UWB	- Ultra-wide Band
WORM	- Write Once Read Many

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Schéma a) indukčného spájania a b) spájania šírením. [3] 19
Obrázok 2: GAO semi - pasívny tag. [6] 21
Obrázok 3: DartTag UWB aktívne tagy (vľavo DartTag Badge, vpravo DartTag). [7]. 22
Obrázok 4: Najmenší a najtenší RFID čip. [8] 23
Obrázok 5: Stacionárna čítačka v podobe brány. [4] 25
Obrázok 6: Mobilná čítačka. [6] 26
Obrázok 7: Príklad včlenenia GTIN do 96-bitového EPC kódu. [14] 28
Obrázok 8: T2s tagy, zľava vo forme náramku (zmenšený obrázok), odznaku a s tlačidlom. [21] 39
Obrázok 9: Exciter (zľava) a) EX2000, b) EX3100, c) umiestnenie EX2000. [22] 40
Obrázok 10: Komponenty komplexného riešenia AeroScout. [23] 42

ZOZNAM TABUĽIEK

Tabuľka 1: Štandardne používané frekvencie v RFID. [5] 20
Tabuľka 2: Technické štandardy pre RFID identifikáciu. [10] 27
Tabuľka 3: EPC triedy. [14] 29