



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta mechatroniky, informatiky  
a mezioborových studií ■

# Automatický bezkontaktní dveřní systém založený na RFID

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B2646 Informační technologie

*Studijní obor:* Informační technologie

*Autor práce:* **Tomáš Mejzr**

*Vedoucí práce:* Ing. Jana Kolaja Ehlerová, Ph.D.





## Zadání bakalářské práce

# Automatický bezkontaktní dveřní systém založený na RFID

*Jméno a příjmení:* **Tomáš Mejzr**  
*Osobní číslo:* M17000084  
*Studijní program:* B2646 Informační technologie  
*Studijní obor:* Informační technologie  
*Zadávací katedra:* Ústav nových technologií a aplikované informatiky  
*Akademický rok:* **2019/2020**

### Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši dostupných automatických dveřních systémů, zaměřte se i na použití UHF RFID.
2. Proveďte analýzu a navrhnete kombinaci RFID čtečky a systému s databází přístupových tagů.
3. Navrhnete softwarové řešení na straně čtečky i serveru.
4. Implementujte softwarové řešení.
5. Otestujte dveřní systém v laboratorním provozu.
6. Navhnete doporučení pro ostrý provoz, proveďte kritické zhodnocení svého návrhu oproti jiným řešením. Zaměřte se především na bezpečnostní hledisko.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

dle potřeby  
30-40 stran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### **Seznam odborné literatury:**

- [1] KHATTAB, Ahmed, Esmaeil AMINI, Magdy BAYOUMI a Zahra JEDDI. RFID Security. Springer, 2017. Analog Circuits and Signal Processing. ISBN 978-3-319-47544-8.
- [2] SCHERHÄUFL, Martin. Phase-of-arrival-based localization with passive UHF RFID transponders. Linz: Trauner Verlag Universität, [2017]. Advances in mechatronics, 39. ISBN 978-3-99062-072-4.

*Vedoucí práce:*

Ing. Jana Kolaja Ehlerová, Ph.D.  
Ústav nových technologií a aplikované informatiky

*Datum zadání práce:*

9. října 2019

*Předpokládaný termín odevzdání:*

18. května 2020

prof. Ing. Zdeněk Plíva, Ph.D.  
děkan

L.S.

Ing. Josef Novák, Ph.D.  
vedoucí ústavu

V Liberci dne 17. října 2019

## Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) ne-zasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## Poděkování

Chtěl bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce Ing. Janě Kolaje Ehlerové, Ph.D. za její odborné vedení, nekonečnou trpělivost. a přístup. Také za její ochotu i v této nelehké koronavirové době.

Také děkuji Radkovi, Kateřině a Jonášovi za pomoc při výzkumném měření, kde jsem potřeboval více rukou a oni mi je poskytli.

## Abstrakt

Cílem práce je navrhnout a zprovoznit elektronický bezkontaktní dveřní systém využívající UHF RFID, jelikož tato technika je velmi zajímavá a v laboratorních podmínkách se osvědčila jako použitelná.

První část bakalářské práce je věnována teoretické části a pojednává o tom, co je to zámek, co je to RFID a jaké existují čtečky a dveřní systémy na bázi RFID.

Druhá část se věnuje výběru a návrhu bezkontaktního dveřního systému s využitím UHF RFID. Je zde popsáno hardwarové zapojení i popisem fungování naprogramovaného softwaru. Poté zde naleznete také otestovaný reálný provoz tohoto systému, který byl vyzkoušen nejprve v ideálních podmínkách a následně pak v podmínkách ztížených. V těch ideálních systém fungoval v 8 z 12 případů a ve ztížených podmínkách v 7 z 12 případů. Celková úspěšnost nalezení tagu činila 62,5 %.

## Klíčová slova

RFID technologie, RFID tag, RFID čtecí zařízení, tag, reader, dveřní systém, bezkontaktní dveřní systém, UHF RFID, ultra-vysokofrekvenční RFID

## Abstract

The aims of this work are design the electronic and contactless door system using UHF RFID and make it works. This method of UHF RFID is very interesting and in lab conditions looks really good for use.

First part of this bachelor thesis is theoretical. The locks and the RFID systems are introduced, including the information about RFID readers and tag types.

Second part is practical. There you can find hardware setting and software description. Next is testing of this contactless door system using UHF RFID in reality in two situations. First in ideal weather conditions where a system worked flawlessly in 8 of 12 cases. Second, in worse conditions, where a system worked in 7 of 12 cases. The overall success rate was 62,5 %.

## Key words

RFID technology, RFID tag, RFID reader, tag, reader, door system, contactless door system, UHF RFID, ultra-high frequency RFID

# Obsah

<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>1. ZÁMEK .....</b>	<b>10</b>
1.1 HISTORIE ZÁMKŮ .....	10
1.2 DNEŠNÍ ZÁMEK (DVEŘNÍ SYSTÉMY).....	11
<b>2. RFID .....</b>	<b>12</b>
2.1 HISTORIE RFID .....	12
2.2 DĚLENÍ RFID TAGŮ .....	14
2.2.1 <i>Podle typu paměti</i> .....	14
2.2.2 <i>Podle typu napájení</i> .....	14
<b>3. RFID ČTEČKY (READERY) .....</b>	<b>18</b>
3.1 MOBILNÍ ČTEČKY .....	18
3.2 STACIONÁRNÍ ČTEČKY .....	19
3.3 DVEŘNÍ SYSTÉMY NA BÁZI RFID .....	19
3.4 ZÁVĚR RFID DVEŘNÍCH SYSTÉMŮ .....	21
<b>4. NÁVRH DVEŘNÍHO SYSTÉMU .....</b>	<b>22</b>
4.1 READER .....	22
4.2 ANTÉNA.....	23
4.3 ZÁMEK .....	24
4.4 UHF RFID TAGY .....	24
<b>5. HARDWAROVÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>25</b>
<b>6. SOFTWAREOVÉ ŘEŠENÍ .....</b>	<b>27</b>
6.1 NEPOVEDENÉ ŘEŠENÍ.....	27
6.2 POPIS POUŽITÉHO ŘEŠENÍ.....	27
<b>7. VÝZKUMNÉ MĚŘENÍ .....</b>	<b>29</b>
7.1 VÝZKUMNÉ MĚŘENÍ V IDEÁLNÍCH PODMÍNKÁCH .....	29
7.2 VÝZKUMNÉ MĚŘENÍ VE ZTÍŽENÝCH PODMÍNKÁCH .....	32
7.3 POROVNÁNÍ IDEÁLNÍCH PODMÍNEK SE ZTÍŽENÝMI PODMÍNKAMI.....	34
<b>8. SWOT ANALÝZA .....</b>	<b>37</b>
<b>9. DOPORUČENÍ PRO OSTRÝ PROVOZ.....</b>	<b>39</b>
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>40</b>
<b>SEZNAM ZDROJŮ .....</b>	<b>41</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>45</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>46</b>



## Seznam zkratek

RFID – Radio Frequency Identification (Radiofrekvenční indikace)

EPC – Eletronic product code (Elektronický kód produktu)

UHF – Ultra High Frequency (Ultra-vysokofrekvenční)

GUI – Graphic User Interface (Grafické uživatelské rozhraní)

LF – Low frequency (Nízkofrekvenční)

## Úvod

Tato bakalářská práce pracuje s myšlenkou využití UHF RFID zámků v každodenním životě. Jde vlastně o plán nahradit LF RFID, které můžeme již běžně u dveřních zámků nalézt, avšak s podstatným vylepšením, kterým by byl bezkontaktní přístup. Tedy, že by se zámek otevřel automaticky a sám, kdykoli by zachytil patřičný/odpovídající signál. Kvůli možnosti použití tohoto systému v běžném každodenním životě byly voleny i možné styly nošení čipu. V praktické části této práce je tak vyhodnocení funkčnosti toho mechanismu, pokud je čip umístěn například v batohu, kapse kalhot či na svrchní vrstvě oděvu.

Text této bakalářské práce bude členěna do kapitol a bude se věnovat zámkům, RFID problematice a jejich zařízením. Hardwarovému a softwarovému řešení, výzkumnému řešení, doporučení pro ostrý provoz a kritické hodnocení.

## 1. Zámek

Zámek je takové zařízení, které jakýmkoliv způsobem zabezpečuje dveře, automobily, nábytek, schránky a jiné. Cílem zámku je omezit přístup do prostor či majetku. Zámek se nejběžněji odemyká příslušným klíčem, ale i kódem, otiskem prstu či RFID tagem.

Zámek může být i softwarový, ten chrání přístup do mobilních telefonů, počítačů a jiných elektronických zařízení. Nejběžněji se odemyká heslem, pinem, otiskem prstu a obličejem.

### 1.1 Historie zámků

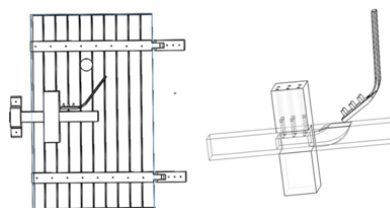
Přímé datování zámku není zcela potvrzeno, přesto ale nějaká představa existuje. Zámek a klíč jako takový, jaký známe, se objevil v Číně okolo 4000 let před naším letopočtem. 3000 let před naším letopočtem je používali v Mezopotámii a Egyptě. Materiál, ze kterého byl zámek vyhotoven, se váže k době, ve které byl používán. Pořizovali si jej především zámožní lidé.

První zámky byly vyhotoveny ze dřeva a byly to klasické dřevěné závory, které jistily dveře. Ve starověku v Egyptě se poté objevil i zámek s klíčem, aby se mohlo zamykat i při odchodu a chránit tak svůj majetek. Rozměry klíče byly značně větší než v dnešní době. Majitel onoho klíče ho musel nést přes rameno a dával tak i najevo, že patří k vyšší vrstvě společnosti. Fungoval tak, že závora byla vybavena západkovým mechanismem, který díky gravitační síle padal a tím držel trám na místě. Dveře tak zamkl. Dřevěný klíč se dírou ve dveřích zasunul do onoho mechanismu, ke kterému patřil a tím se západky nadzvedly a umožnily odsunutí trámu provázkem. Podobné trámy (zámky) ale můžeme najít na různých místech po celém světě, jako například Čína, Amerika, Izrael. Je tedy pravděpodobné, že vznikaly nezávisle.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> *Něco málo z historie zámkářství*. novelobno.cz. [online]. [cit. 6.5.2020]. Dostupné z: <https://www.novelobno.cz/odborne-clanky/neco-malo-z-historie-zamkarstvi.htm>

Obrázek 1 Ukázka zámku ze dřevěné závory



Zdroj: novelobno.cz

Co se týká kovových zámků, tak nejprve se začala využívat měď, asi 6000 let před naším letopočtem. Následuje využití cínu a 4000 let před naším letopočtem se objevuje první použití slitiny (arzenový bronz). O tisíc let později, 3000 let před naším letopočtem, se začalo využívat železo. O těchto zámkách se ví málo a drtivá většina je založena na spekulacích a dedukcích z archeologických nálezů. Nicméně se nejprve používaly pouze kovové klíče, zámek (trám) zůstával stále dřevěný. První objevení celokovového zámku se připisuje Římanům. Vytvořili komplexní mechanismus, který šířili po celé Evropě. Využívali tlačné pružiny.<sup>2</sup>

## 1.2 Dnešní zámek (dveřní systémy)

Zámek používaný dnes se oproti svým předchůdcům značně liší. Jedná se o malé, kompaktní řešení, které je umístěno ve dveřích, pověšeno na mřížích, v automobilech. Jejich bezpečnost je již na jiné úrovni. Klíč k těmto zámkům je maximálně pár centimetrů velký a pohodlně se tak vejde do kapsy. Neexistují však pouze klasické zámky, ale také i elektromagnetické a elektrické zámky. Dají se samozřejmě otevírat klíči, ale jak již název napovídá, také elektřinou. Kombinací senzoru pohybu, čtečky otisku prstů, číselným kódem, dálkovým ovládním, ale i RFID čtečkou se z nich stávají komplexní dveřní systémy.

Tyto systémy běžně vidáme při vstupu do obchodních center, kde nám senzor pohybu otevírá dveře, či centrálním dálkovým ovládním otevíráme automobil, nebo číselným kódem otevíráme pokladnu. V této bakalářské práci byla využita právě kombinace UHF RFID čtečky s elektrickým zámekem.

---

<sup>2</sup> Něco málo z historie zámkařství. novelobno.cz. [online]. [cit. 6.5.2020]. Dostupné z: <https://www.novelobno.cz/odborne-clanky/neco-malo-z-historie-zamkarstvi.htm>

## 2. RFID

RFID, neboli radiofrekvenční identifikace, využívá elektromagnetické pole k identifikaci štítků/objektů. Obecně RFID čtečka vyšle elektromagnetický signál a RFID štítek, tzv. tag, tento signál zachytí a pošle zpět do RFID čtečky identifikační číslo (EPC). To umožní dále číst informace.

### 2.1 Historie RFID

Jak uvádí rfidjournal.com, počátek RFID technologie sahá až do dob druhé světové války, kdy Američané, Němci, Britové a Japonci využívali radar pro upozornění na letouny, vzdálené i několik mil, který vyvinul v roce 1935 skotský fyzik Sir Robert Alexander Watson-Watt. Bohužel však byla potíž v tom, že nedokázali rozpoznat, zda jde o spojeneckou flotilu, nebo se blíží nepřítel.

Němci zjistili, že pokud stáčí letoun zpět na základnu, mění se i odezva signálu na radaru. Toto počínání německých letců zaznamenali radisté, kteří díky tomu poznali, že se jedná o německé letouny, nikoliv nepřátelské. V tento moment se poprvé objevil pasivní RFID systém.

Britové pod vedením Sira Roberta Alexandra Watsona-Watta spustili tajný projekt, během kterého na své letouny umisťovali vysílače. Ten, když zachytil signál z pozemní stanice, začal vysílat zpětný signál a tím upozornil na to, že jde o spojence. Toto je vlastně princip i dnešního RFID, kdy signál je vyslán do vysílače, který buď signál odrazí (pasivní), nebo signál vysílá (aktivní).

V letech 1950 až 1960 američtí, evropští a japonští vědci provedli výzkum a snažili se vysvětlit, jak identifikovat vzdálený objekt pomocí rádiových vln.

V roce 1973 byly vydány dva patenty. První byl 23. ledna udělen Mario W. Cardullovi, který vynalezl aktivní RFID tag s přepisovatelnou pamětí. Druhý patent byl udělen Charlesu Waltonovi, jenž vymyslel pasivní vysílač (karta) k odemknutí dveří. Tuto technologii licencoval spoustě výrobců zámků.<sup>3</sup>

V 70. letech začala RFID systémy využívat i Národní americká laboratoř, která vytvořila systém pro sledování jaderných materiálů. Princip byl takový, že do kamionů umístí tag a na silniční kontroly (brány) reader. Při kontrole reader na bráně přečte ID a

---

<sup>3</sup> *The History of RFID Technology*. Emerald X, LLC. [online]. [cit. 6.5.2020]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology>

případně další data (jako například řidičský průkaz řidiče) z tagu z kamionu. Také vytvořili systém pro sledování dobytka. Tag byl pasivní a využíval ultra-vysokofrekvenční vlny (UHF), takže tag čerpal energii z readeru a odrážel modulovaný signál zpět.

V roce 1980 se skupina vědců z americké Národní laboratoře, která vymyslela princip s kamiony, rozhodla založit si vlastní firmu a vytvořila automatizovaný systém platby mýtného. Zde se poprvé objevila komerce v RFID systémech.

V roce 1990 společnost IBM vytvořila a nechala patentovat UHF RFID systémy. Dále společnost spolupracovala s Wal-Martem, ale nenechala si nic patentovat. V polovině 1990 se IBM dostává do finančních potíží a všechny své RFID patenty prodává společnosti Intermecc. Ten rozšířil využití RFID systému do širokého spektra aplikací, od skladové logistiky až po zemědělství. Bohužel v této době RFID nemělo žádné standardy a také bylo dost drahé.

V roce 1999 společnosti Uniform code council, Procter and Gamble, EAN International a Gillet založili institut Auto-ID Center na Massachusetts Institute of Technology. Dva zdejší profesori provedli výzkum možného umístění RFID tagů pro sledování produktů napříč zásobovacím řetězcem. Tento tag v sobě měl uložené pouze sériové číslo daného produktu (tzv. EPC) a to udržovalo nízkou výrobní cenu. Tato sériová čísla byla uložena v databázi a ta byla přístupná napříč celým internetem.

V roce 2003 byla tato technologie licencována společností Uniform code council. Spolu s EAN International vytvořili EPCglobal za účelem komercializace této technologie. Nyní pro tuto technologii našlo využití mnoho odvětví průmyslu po celém světě.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> *The History of RFID Technology*. Emerald X, LLC. [online]. [cit. 6.5.2020]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology>

## 2.2 Dělení RFID tagů

RFID tagy se dají rozdělit na dvě základní kategorie:

- podle typu paměti
- podle druhu napájení<sup>5</sup>

Prvně si zde rozvedeme tagy podle paměti a poté podle druhu napájení, jelikož to ukazuje na zásadnější rozdíly v konstrukci tagu než právě podle paměti.

### 2.2.1 Podle typu paměti

Pokud porovnáváme tagy podle typu paměti, jsou zde tři skupiny, podle kterých tagy můžeme specifikovat. Jedná se o:

- **Read only** – Tyto tagy jsou zakódovány speciální sadou o velikosti 64 nebo 92 bitů a nelze je již nijak upravovat. Při výrobě je jim přiděleno jejich EPC. Využívají se převážně v obchodech, kde po použití je jejich EPC znehodnoceno.
- **Write once/Read many** – Skupině těchto tagů je umožněno přepsání jejich EPC, ale pouze jedinkrát. Po přepisu se z nich stávají Read only tagy.
- **Read/Write** – Oproti ostatním skupinám se tyto tagy mohou libovolně přepisovat a číst. Jejich výroba je však o něco dražší než předchozí tagy.<sup>6</sup>

### 2.2.2 Podle typu napájení

Druhým rozdělením tagů je podle napájení. Zde se tagy opět dělí, tentokrát na dvě hlavní skupiny, a to na pasivní a aktivní. Rozdíly mezi aktivními a pasivními tagy je zásadní rozdíl především v konstrukci, a proto jsou popsány podrobněji.

#### *Pasivní RFID tagy*

Základem pasivního tagu je pouze anténa a integrovaný obvod.

V tomto případě se využívá obecný model, kdy čtečka přes anténu vyšle elektromagnetický signál. Anténa v tagu detekuje elektromagnetický signál, získá tím energii na nabití

---

<sup>5</sup> KARMAKAR, N. Ch., *Handbook of Smart Antennas for RFID systems*. Hoboken. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0-470-38764-1.

<sup>6</sup> KARMAKAR, N. Ch., *Handbook of Smart Antennas for RFID systems*. Hoboken. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0-470-38764-1.

integrovaného obvodu, kde se vytvoří zpětný signál a přes anténu posílá zpět změněný elektromagnetický signál s informacemi.<sup>7</sup>

Ne všechny pasivní tagy pracují na stejné frekvenci. Rozdělují se na čtyři kategorie, podle kterých se i určuje dosah čtení, použití a výrobní materiál.

- **125 – 134 kHz**

Nízkofrekvenční (LF), dosah čtení je menší než 0,5 metru. Používá se pro sledování zvířat, imobilizér automobilu, kontrola přístupu a další. Dobře pracuje i v okolí vody a kovu. Čtení je pomalé.<sup>8</sup>

- **13,56 MHz**

Vysokofrekvenční (HF), dosah čtení do 1 metru. Používá se pro sledování leteckých zavazadel, platby, knihovní systémy a další. Rychlejší než LF, nízké náklady pro výrobu tagů.<sup>9</sup>

- **865 – 960 MHz**

Ultra-vysokofrekvenční (UHF), dosah čtení je až několik desítek metrů. Používá se v logistice, ve výrobě, při sledování zboží (například prodejce sportovního vybavení Decathlon) a další. EPC standart je postaven na této frekvenci.<sup>10</sup>

- **2,4 GHz**

Mikrovlny, dosah čtení do 1 metru. Používá se pro sledování leteckých zavazadel a výběr elektronického mýtného. Má vysokou rychlost čtení, výroba tagu je nejdražší z těchto 4 kategorií.<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup> SMILEY, S., *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?*. atlasRFIDstore [online]. 10.12.2019, [cit. 1.3.2020]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>.

<sup>8</sup> atlasRFIDstore. *A guide to FRID types and how they are used*. atlasrfidstore.com. [online]. [cit. 1.3.2020]. s.5. Dostupné z: [https://rfid.atlasrfidstore.com/hubfs/Content/Types\\_of\\_RFID\\_and\\_How\\_They\\_Are\\_Used.pdf](https://rfid.atlasrfidstore.com/hubfs/Content/Types_of_RFID_and_How_They_Are_Used.pdf).

<sup>9</sup> SMILEY, S., *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?*. atlasRFIDstore [online]. 10.12.2019, [cit. 1.3.2020]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>.

<sup>10</sup> atlasRFIDstore. *A guide to FRID types and how they are used*. atlasrfidstore.com. [online]. [cit. 1.3.2020]. s.9. Dostupné z: [https://rfid.atlasrfidstore.com/hubfs/Content/Types\\_of\\_RFID\\_and\\_How\\_They\\_Are\\_Used.pdf](https://rfid.atlasrfidstore.com/hubfs/Content/Types_of_RFID_and_How_They_Are_Used.pdf).

<sup>11</sup> SMILEY, S., *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?*. atlasRFIDstore [online]. 10.12.2019, [cit. 1.3.2020]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>.



Obrázek 2 Ukázka pasivních tagů



Zdroj: atlasrfidstore.com

Existují ještě semi-pasivní tagy, které mají v sobě baterii, ale pouze pro napájení mikročipu, nebo senzoru integrovaného do tagu. Díky baterii poskytují větší dosah.<sup>12</sup>

### Aktivní RFID tagy

Oproti pasivnímu tagu, má aktivní navíc vlastní napájení. Obvyklým zdrojem bývá baterie, která vydrží přibližně 3-5 let, v závislosti na používání.

Jedna možnost, jak využívat aktivní tagy, je použít obecný model popsaný výše. Jeho výhodou je, že šetří baterii. Druhá možnost funguje tak, že RFID tag rozesílá své konkrétní informace každých 3-5 vteřin. RFID čtečka poté pouze čte tento signál. Největší výhodou je, že dosah čtení může být nastaven až na stovky metrů. I z tohoto důvodu je nejběžnější využití v ropném a plynárenském průmyslu.<sup>13</sup>

Aktivní tagy pracují pouze ve dvou frekvencích:

- 433 MHz
- 915 MHz

Uživatel si může vybrat, v jaké frekvenci chce pracovat, nicméně nejčastěji se používá frekvence 433 MHz, protože tato frekvence má větší vlnovou délku a díky tomu pracuje lépe v okolí vody a kovu, než frekvence 915.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup> *Technologie radiofrekvenční technologie.* rfid-epc.cz. [online]. 2016 [cit. 24.5.2020]. Dostupné z <https://www.rfid-epc.cz/co-je-rfid/technologie>.

<sup>13</sup> *What are active RFID tags and how do they work?.* nextpoints.com. [online]. [cit. 2.3.2020]. Dostupné z: <https://nextpoints.com/en/rfid-blog/active-rfid-tags/>.

<sup>14</sup> SMILEY, S., *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?.* atlasRFIDstore [online]. 10.12.2019, [cit. 1.3.2020]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>.

Obrázek 3 Ukázka aktivního tagu



Zdroj: atlasrfidstore.com

#### Porovnání pasivního a aktivního tagu

Největší přednost pasivního tagu je velmi nízká výrobní cena a velikost. Je plochý, velmi flexibilní a lehký. Dá se vyrobit v různých variantách (jako samolepka, klíčenka, karta, a mnohem více). V ideálním případě může fungovat napořád, díky tomu, že nemá baterii. Na druhou stranu, největší dosah je pouze do 10 metrů a může se snadno poškodit.

Aktivní tag má zase extrémně dlouhý dosah (stovky metrů), díky většímu rozměru lze do něj umístit i GPS a jiné senzory. Je mnohem víc odolný. Největší nevýhoda je již zmíněná baterie, dražší výrobní cena a rozměr (což je vlastně i jeho výhoda).

Obrázek 4 Pasivní a aktivní tag



Zdroj: atlasrfidstore.com

### 3. RFID čtečky (readery)

V dnešní době můžeme najít dva druhy RFID readerů. Jedná se o mobilní a stacionární. Ty se liší nejen velikostí, ale i možnostmi, jak je využít.

#### 3.1 Mobilní čtečky

Mobilní reader je vcelku malé zařízení, které uživatel může vzít do ruky a libovolně jej přenášet. Jeho hlavní výhodou je to, že veškeré komponenty jsou implementovány v pouzdře, například baterie pro napájení a anténa kvůli vyhledávání tagů. Některé tyto mobilní readery využívají bezdrátové technologie pro komunikaci se serverem/systémem, či využívají interní paměť. Mohou být připojeny i kabelem, ale ztrácí tak možnost volného pohybu. Mohou sloužit buďto pouze ke čtení, nebo i k zápisu.

Tyto mobilní čtečky obvykle pracují buďto jako HF, nebo UHF. Výhodou UHF mobilních čteček je, že pracují na velkou vzdálenost a tím je pole působnosti větší i přes připojení čtečky kabelem. Nejoptimálnější je, pokud se dá mezi jednotlivými frekvencemi přepínat.

Využívají se například ve výrobních halách.<sup>15</sup>

Obrázek 5 Mobilní čtečka (reader)



Zdroj: indianbarcode.com

---

<sup>15</sup> KARMAKAR, N. Ch., *Handbook of Smart Antennas for RFID systems*. Hoboken. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0-470-38764-1.

### 3.2 Stacionární čtečky

Stacionární reader je v podstatě opak mobilního. Mobilní reader „chodí“ za tagy, kdežto u stacionárního tagy „chodí“ za readerem. Většinou se jedná o UHF zařízení, které je pevně umístěno na svém místě a k němu se přidávají jiné komponenty. Díky tomu se dá připojit víc antén, senzory pohybu či zvuková zařízení. Pracují samostatně a automaticky, bez nutnosti fyzické přítomnosti uživatele. Komunikují převážně přes ethernet, ale i přes Wi-Fi.

Stacionární readery jsou složitější než mobilní. Také je mnohem těžší najít správné a optimální umístění antén. Využití nachází na výrobních linkách, na dopravnících nebo ve skladech.<sup>16</sup>

Obrázek 6 Stacionární čtečka (reader)



Zdroj: posdata.com

### 3.3 Dveřní systémy na bázi RFID

Dnes se již na internetu dá sehnat spousta dveřních systémů na bázi RFID. Například firma RAAB COMPUTER<sup>17</sup> nabízí možnost realizace jejich dveřních systémů. Nejlevnější

<sup>16</sup> KARMAKAR, N. Ch., *Handbook of Smart Antennas for RFID systems*. Hoboken. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0-470-38764-1.

<sup>17</sup> RAABKEY V.1.2 TANGO. Raab Computer [online]. ©2020 [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <https://www.raabkey.cz/cs/raabkey-v-1-2-tango>.

Raabkey v1.2 Tango, který je znázorněn na Obrázek 7, stojí 2990 Kč bez montáže. Ve specifikaci uvádí frekvenci tagu 125 kHz, z čehož vyplývá, že se jedná o pasivní LH (nízkofrekvenční) RFID tagy s dosahem 5 cm. Dále lze programovat čtečku přes přiložený USB kabel (přidat/odebrat tag) a lze k čtečce připojit záložní napájení a propojit jednu čtečku s druhou. Čtečka vypadá jako vypínač, takže vzhledově nevypadá vůbec špatně. S tímto modelem nelze sledovat historii průchodů a nelze určovat přístupová práva. Také neudávají velikost paměti, proto nelze určit, kolik uživatelů vlastně může procházet (kolik tagů lze vystavit).<sup>18</sup>

Obrázek 7 RFID dveřní systém RFID Raabkey Tango



Zdroj: raabkey.cz

Další řešení lze nalézt na stránkách internetového prodejce mall.cz, jedná se o dveřní IP stanici Hikvision DS-KV8102-IM<sup>19</sup> (Obrázek 8). Tento dveřní systém kombinuje kameru, zvonek a RFID čtečku o frekvenci 13,56 MHz, což říká, že využívá vysokofrekvenční (HF) tagy s dosahem 1 metru. Dále má integrovaný mikrofون a reproduktor. Rozezná až 256 tagů. Cena je nastavena na 5900 Kč, k plnému využití se musí pořídit videotelefon, jehož cena přesahuje 4500 Kč, celkem tedy na 10 tisíc korun.

<sup>18</sup> RAABKEY V.1.2 TANGO. Raab Compter [online]. ©2020 [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <https://www.raabkey.cz/cs/raabkey-v-1-2-tango>.

<sup>19</sup> Hikvision DS-KV8102-IM. mall.cz [online]. ©2000 [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <https://www.mall.cz/dverni-videotelefony/hikvision-ds-kv8102-im-100018033537>.

Obrázek 8 RFID dveřní systém Hikvision



Zdroj: mall.cz

### 3.4 Závěr RFID dveřních systémů

Všechny RFID dveřní systémy se dají označit za stacionární RFID reader, ale žádný z nich není UHF. Navíc jsou určeny pouze ke svému účelu, a to ovládat dveře. Proto se tato bakalářská práce zabývá tím, zda a jak je možné dosáhnout vytvoření UHF RFID dveřního systému za pomoci stacionární čtečky a jestli ho lze použít v reálném světě a zautomatizovat tak otevírání a zavírání dveří.

## 4. Návrh dveřního systému

Drtivá většina RFID čteček nemá žádný operační systém. Mít reader, který má k sobě připojenou anténu, aby vzdáleně nalézal tagy, byl připojený k počítači a ten vzdáleně operoval s daty a otevíral/zavíral zámek, se zdálo zbytečně komplikované. Proto pro bakalářskou práci byl vybrán reader, který kombinuje počítač a čtečku zároveň. To je pro tuto práci naprosto ideální.

Představa toho, jak by měl UHF RFID dveřní systém fungovat, je následující:

1. Reader přes anténu každých 5 vteřin vyhledává tagy
2. Nalezené tagy porovná s těmi, které má uložené v databázi nebo souboru
3. Pokud se nalezený tag nachází v databázi/souboru, reader otevře zámek na určitý čas, například 5 vteřin
4. Po uplynutí času, v tomhle případě předpokládaných 5 vteřin, se na další 2 vteřiny vypne hledání.
5. Opět se umožní hledání (vrátí se do bodu 1)

### 4.1 Reader

Vybraná čtečka (reader) se jmenuje ION - R4301P. je od firmy CAEN RFID S.r.L. a jedná se o stacionární reader. Disponuje operačním systémem linux (Debian) postavený na architektuře x86. Jeho procesor je Intel Atom E3815. Operační paměť 2Gb a paměť pro data 8Gb. Kmitočtové pásmo je 902÷928 MHz (FCC part 15.247) / 865.600÷867.600 (ETSI EN 302 208 v3.1.1).

Má 4 vstupy pro antény, 2 USB sloty, jeden 13pinový I/O výstup, připojení pro wifi anténu nebo GPRS modem, ethernet a 9pinový RS232 připojení.

Reader má certifikaci IP42, což znamená, že stupeň krytí před nebezpečným dotykem jakýmkoliv nástrojem (drátem) > 1 mm a je chráněn proti stříkající vodě ze všech úhlů.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> *ion-R4301P*. caenrfid.com [online]. ©2018 [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://www.caenrfid.com/en/products/r4301p-ion/>.

Obrázek 9 RFID reader ION - R401P



Zdroj: caenrfid.com

## 4.2 Anténa

Reader používá anténu, která je s ním ze základu dodávána. Její frekvenční dosah je od 865 MHz do 868 MHz. Zisk antény je udáván 8,5 dBc, poměr zepředu dozadu 17 dB. Má certifikaci IP65 (stupeň krytí před nebezpečným dotykem jakoukoliv pomůckou a chráněn proti tryskající vodě) a odolá teplotám od -30 do + 60 °C.<sup>21</sup>

Obrázek 10 RFID anténa



Zdroj: caenrfid.com

---

<sup>21</sup> *WANN TENAX019*. caenrfid.com [online]. ©2018 [cit. 05.04.2020]. Dostupné z: <https://www.caenrfid.com/en/products/wantennax019/>.



### 4.3 Zámek

Používaný zámek je klasický elektrický zámek FAB. Napětí je 6-12V AC/DC. Po příchodu elektrického napětí na neomezeně dlouhou dobu je zámek v poloze otevřeno. Bez napětí je zámek v poloze zavřeno.<sup>22</sup>

Obrázek 11 Elektrický zámek FAB



Zdroj: e1.cz

### 4.4 UHF RFID tagy

K otevírání dveří se používají pasivní RFID tagy s dosahem až 10 metrů. Jedná se o read/write tagy a původně to byly závodní čísla, díky kterým se měřil čas od startu do cíle. Používá se těchto pět tagů a jejich epc vypadá následovně: `ba2019021400000000000306`. Tři poslední čísla toho EPC je vlastně číslo, které je i vytištěno na tagu a tím se od sebe liší.

Obrázek 12 Používaný pasivní RFID tag



Zdroj: autor

<sup>22</sup> Elektrický zámek dveří FAB BEFO CLASIC 0511 6-12V AC/DC. e1.cz [online]. [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1186637-elektricky-zamek-dveri-fab-befo-clasic-0511-6-12v-ac-dc?t=popis>

## 5. Hardwarové řešení

Připojení antény do readeru je přes koaxiální kabel. Stačí pouze našroubovat. Zámek byl původně zapojen přes USB, jelikož se jednalo o relativně dobrou variantu. Vypnutí napájení USB se provádí jednoduchým příkazem:

```
„echo "1-1.1" > /sys/bus/usb/devices/1-1/driver/unbind“
```

Opětovné zapnutí napájení obdobným příkazem:

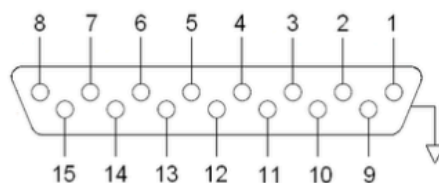
```
„echo "1-1.1" > /sys/bus/usb/devices/1-1/driver/bind“
```

Bohužel se vyskytl problém, který po odpojení napájení a opětovného připojení vyřadí z provozu anténu skoro na půl minuty, proto se připojení zámku přeorientovalo na GPIO port.

Obrázek 13 Návod připojení GPIO portu

Pin #	Signal	Description
1	GPIO0	General-purpose IO #0
2	GPIO2	General-purpose IO #2
3	GPIO4	General-purpose IO #4
4	GPIO6	General-purpose IO #6
5	GPIO8	General-purpose IO #8
6	GPIO10	General-purpose IO #10
7	GPIO12	General-purpose IO #12
8	GND	Ground
9	GPIO1	General-purpose IO #1
10	GPIO3	General-purpose IO #3
11	GPIO5	General-purpose IO #5
12	GPIO7	General-purpose IO #7
13	GPIO9	General-purpose IO #9
14	GPIO11	General-purpose IO #11
15	DC_BYPASS	Input supply voltage bypass (500mA max)
-	Shell	External shell (connected to Ground)

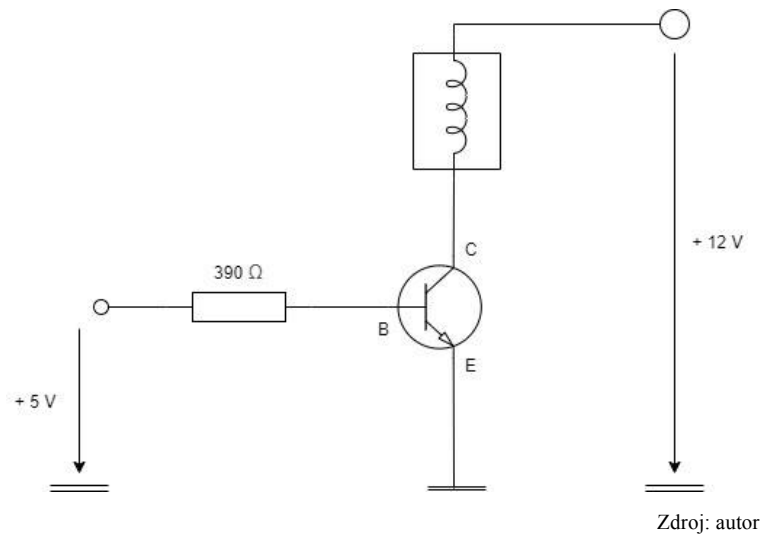
Tab. 3.4: GPIO Connector Pinout



Zdroj: caenrfid.com

Obrázek 13 Návod připojení GPIO portu ukazuje, kde se na readeru nachází plus a mínus. Mínus je na pinu číslo 8 (GND) a plus se může zvolit kdekoliv. Zde byl vybrán pin číslo 1 (GPIO1). Bohužel samotný GPIO port nedává potřebné napětí, a proto se muselo využít externí napětí z elektrické sítě. Schéma zapojení je zobrazeno na Obrázek 14 Schéma zapojení el. zámku do GPIO portů.

Obrázek 14 Schéma zapojení el. zámku do GPIO portů



## 6. Softwarové řešení

Pro řešení bakalářské práce byl vybrán jazyk Python, neboť v něm lze lehce importovat potřebné rozšíření pro manipulaci s operačním systémem, což je potřeba pro otevírání a zavírání zámku a také lze importovat připojení k databázi. Celkově je programovací jazyk Python velice všestranný a hlavně multiplatformní.

### 6.1 Nepovedené řešení

Jak je již psáno výše, jako první bylo zvoleno připojení zámku přes USB sběrnici. To byla bohužel špatná volba, jelikož se po každém odpojení USB od napájení odpojila i anténa. Po zapojení napájení trvalo celkem dvacet vteřin, než se anténa zapojila zpět do provozu a RFID čtečka mohla dál fungovat.

Druhé nepovedené řešení byl program, který sice fungoval, ale pouze, pokud byl spuštěn na Pythonu ve verzi 3.x. Používaný reader ION obsahuje pouze Python ve verzi 2.6.2. Byl proveden pokus o instalaci Pythonu 3 na reader, bohužel reader z mnoha důvodů nedovolí Python nainstalovat. Zobrazí se pouze několik desítek chyb. Získané rady a tipy, jak tento problém opravit a nainstalovat tak Python 3, se bohužel nesetkaly s kýženým efektem.

Dalším problémem se znovu ukázal Python ve verzi 2.6.2, který v této verzi neobsahuje pip (správce balíčků pro moduly programovacího jazyku Python)<sup>23</sup>. Byl proveden pokus doinstalace, který uvádí oficiální stránky (spuštění skriptu), ale neúspěšně, kvůli staršímu operačnímu systému, který reader používá. Proto nemohly být doinstalovány moduly třetí strany a musely tak být použity pouze základní.

### 6.2 Popis použitého řešení

Jako první, co se potřebovalo zjistit, bylo připojení a odpojení GPIO portu od elektrického vedení, na kterém je připojený elektrický zámek. Zde bylo zjištěno, že jako první se musí ověřit, zda je GPIO port ve správném směru (in – dovnitř, nebo out - ven). Pro tento případ musí být použit směr „out“. Poté se jen mění hodnota, která určuje vypnutí nebo

---

<sup>23</sup> PyPA. PyPA [online]. ©2019 [cit. 26.04.2020]. Dostupné z <https://www.pypa.io/en/latest/>

zapnutí (0 nebo 1) elektrického zámku. Příkaz, kterým se mění směr GPIO portu na potřebný směr je:

```
„echo out > gpio0/direction“
```

Pro otevření zámku se používá:

```
„sudo echo 1 > gpio0/value“
```

Pro zavření zámku je obdobný příkaz, jako pro otevření. Pouze se změní místo 1 hodnota na 0.

Pro uložení známých tagů, podle kterých se bude otevírat a zavírat zámek, byl zvolen jednoduchý textový soubor, kde každý řádek je jeden tag (EPC). Systém samozřejmě podporuje použití SQL databáze, nicméně pro laboratorní provoz postačí pouze tento textový soubor.

Lehčím problémem bylo, odkud vlastně vzít právě nalezené tagy. Reader má v sobě knihovnu, která vyhledává a zpracovává tyto nalezené tagy. Bohužel nešla otevřít. Dále disponuje webovou aplikací, kde po každé aktualizaci zobrazí nalezené tagy. Této webové aplikace bylo využito autorského programu, který vezme html kód této webové stránky, zpracuje ji a uloží si tagy.

Celý program pak funguje tak, že v nekonečné smyčce načítá již známé tagy (v tomto laboratorním případě ze souboru), získává právě nalezené tagy (aktualizace při každém spuštění smyčky) a porovnává je se známými tagy. Pokud alespoň jeden právě nalezený tag je ve známých tagách, program vyšle signál na otevření zámku a počká 5 vteřin. Po dopršení času zámek zavře, počká dvě vteřiny a opět běží nekonečná smyčka.

Celý kód i s komentářem naleznete v příloze.

## 7. Výzkumné měření

Z hardwaru v teoretické části popsané výše se provedlo výzkumné měření dosahu dveřního systému. Dále nalezení vhodného umístění tagu a zjištění, zda jaký vliv má déšť na dosah antény. Všechna měření se prováděla se stejným scénářem, tedy tagem umístěným před tričkem, na zádech, pod tričkem a v kapse u kalhot. Tento scénář měření bude popsán v následujících tabulkách, ve kterém budou zohledněny různé hodnoty umístění antény a tagu s případnými dopady vlivu počasí.

### 7.1 Výzkumné měření v ideálních podmínkách

V první, níže popsané simulaci, bylo provedeno měření v ideálních podmínkách, tj. mírný až žádný vítr a bez deště. V tabulce číslo 1 můžeme vidět data měření, kdy anténa byla nasměrovaná kolmo k zemi a subjekt nesoucí tag mířil přímo proti anténě. Anténa byla umístěna ve výšce 95 cm nad zemí a v pravém úhlu, jak je znázorněno na Obrázek 15.

Obrázek 15 Ukázka upevnění RFID antény



Zdroj: autor

Tabulka 1 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 95 cm nad zemí)

<b>Výška antény</b>	<b>Pozice čipu</b>	<b>Vzdálenost</b>
95 cm nad zemí	Před postavou - na hrudi - výška 130 cm	562 cm
95 cm nad zemí	Za postavou na lopatkách - výška 130 cm	X
95 cm nad zemí	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130 cm	305 cm
95 cm nad zemí	Kapsa u kalhot - výška cca 82 cm	315 cm

Zdroj: autor

Jak můžeme vidět v Tabulka 1, v ideálních podmínkách, kdy je výškový rozdíl antény a tagu je 35 cm a umístění antény směřuje k tagu přímo, bez překážek, je dosah vzdálenosti 5,62 metrů. Se stejnými podmínkami, pouze s jinak umístěním tagem, pod tričkem, je dosah vzdálenosti 3,05 metrů. Pokud tag umístíme na záda, opět za stejných podmínek jako výše popsané stavy, anténa nezaznamená žádný signál, proto je ve výsledku X. Při umístění tagu do kapsy u kalhot, což by mohlo být časté uložení tagu a rozdílem výšky tagu k anténě (13 cm), je dosah vzdálenosti 3,15 metrů. Podle tohoto scénáře je nejlepší umístění tagu na svrchní části oděvu.

Výsledky dalšího měření jsou zobrazeny v Tabulka 2. Opět zde byla anténa nasměrovaná kolmo k zemi a subjekt nesoucí tag mířil přímo k anténě. Tentokrát ale byla anténa umístěna 2,21 metrů nad zemí a též v pravém úhlu.

Tabulka 2 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 221 cm nad zemí)

<b>Výška antény</b>	<b>Pozice čipu</b>	<b>Vzdálenost</b>
221 cm nad zemí	Před postavou - na hrudi - výška 130 cm	355 cm
221 cm nad zemí	Za postavou na lopatkách - výška 130 cm	X
221 cm nad zemí	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130 cm	212 cm
221 cm nad zemí	Kapsa u kalhot - výška cca 82 cm	X

Zdroj: autor

Jak vyplývá z Tabulka 2, při vyšším umístění antény, o 1,26 metrů se naměřené vzdálenostní hodnoty značně liší. V ideálních podmínkách, při výškovém rozdílu antény a tagu 91 centimetrů, kde anténa směřuje přímo, bez jakýkoliv překážek, je dosah vzdálenosti 3,55 metrů. Se stejnými podmínkami, ale tagem umístěným pod tričkem, je naměřená

hodnota vzdálenosti 2,12 metrů. Při umístění tagu do kapsy u kalhot, nebo na záda, anténa nezaznamená žádný signál. Opět se zdá být nejlepší umístění před tělem, na oblečení.

Tabulka 3 zobrazuje naměřené hodnoty, kdy se v ideálních podmínkách subjekt přibližuje ze strany kolmo k anténě.

*Tabulka 3 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 95 cm nad zemí, 90 stupňů ze strany)*

<b>Výška antény</b>	<b>Pozice čipu</b>	<b>Vzdálenost</b>
90 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Před postavou - na hrudi - výška 130 cm	57 cm
90 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Za postavou na lopatkách - výška 130 cm	X
90 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130 cm	26 cm
90 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Kapsa u kalhot - výška cca 82 cm	35 cm

Zdroj: autor

Zde můžeme vidět, že pokud se přibližujeme kolmo k anténě v ideálních podmínkách, kde výškový rozdíl mezi tagem a anténou činí 35 centimetrů, naměřená vzdálenost je 0,57 metrů. Pokud tag umístíme pod tričko, naměřená vzdálenost se změní na 0,26 metrů. Tag umístěný v kapse u kalhot má naměřenou vzdálenost 0,35 metrů, a když je umístěný za postavou, anténa tag nezaznamená. I v tomto příkladu je nejlepší volba umístění tagu na oblečení.

Další tabulka, v pořadí již čtvrtá, zobrazuje obdobná data, jako nalezneme v tabulce číslo 3, ale s tím rozdílem, že subjekt se nepřibližuje kolmo k anténě, ale v úhlu 45 stupňů.

*Tabulka 4 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 95 cm nad zemí, 45 stupňů ze strany)*

<b>Výška antény</b>	<b>Pozice čipu</b>	<b>Vzdálenost</b>
45 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Před postavou - na hrudi - výška 130	213 cm
45 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Za postavou na lopatkách - výška 130	x
45 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	179 cm
45 stupňů ze strany (95 cm nad zemí)	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	145 cm

Zdroj: autor



Při přibližování se k anténě ve 45 stupních a při ideálních podmínkách při výškovém rozdílu mezi tagem a anténou 35 centimetrů je naměřená hodnota 2,13 metrů, což je nejlepší naměřená hodnota v této tabulce. Tag umístěný pod tričkem se stejnými podmínkami, jako při předchozím příkladu, je naměřená hodnota 1,79 metrů. S tagem v kapse u kalhot je naměřená hodnota 1,45 metrů. Tag za postavou anténa nenajde.

Tabulka 5 zobrazuje naměřené hodnoty v ideálních podmínkách, kde anténa byla umístěna 2,21 metrů nad zemí a s náklonem 70 stupňů.

*Tabulka 5 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 221 cm nad zemí, náklon 70 stupňů)*

<b>Výška antény</b>	<b>Pozice čipu</b>	<b>Vzdálenost</b>
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Před postavou - na hrudi - výška 130	419 cm
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Za postavou na lopatkách - výška 130	X
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	296 cm
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	354 cm

Zdroj: autor

První naměřená hodnota, kdy výškový rozdíl mezi anténou a tagem je 91 centimetrů a náklonem 70 stupňů, ukazuje naměřenou vzdálenost dosahu 4,19 metrů. S tagem umístěným pod tričkem se dosah zmenší o 1,23 metry na 2,96 metrů. Tag za postavou anténa opět nenašla. V kapse u kalhot je dosah 3,54 metrů. Jak můžeme vidět, nejhodnější volba upevnění tagu je před subjektem, například na oblečení.

## 7.2 Výzkumné měření ve ztížených podmínkách

Níže popsané výzkumné měření je prováděno ve ztížených podmínkách, kdy byl mírný vítr a déšť. Jelikož měření bylo prováděno v době sucha, déšť byl simulován zahradní hadicí, kdy hadice stříkala ve stále stejných místech a tím byly zajištěny stejné podmínky pro všechna měření. V tabulce níže tedy můžete vidět první naměřené hodnoty se ztíženými podmínkami.

Tabulka 6 Výsledky měření ztížených podmínek (anténa 95 cm nad zemí)

Výška antény	Pozice čipu	Vzdálenost
95 cm nad zemí	Před postavou - na hrudi - výška 130	382 cm
95 cm nad zemí	Za postavou na lopatkách - výška 130	x
95 cm nad zemí	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	304 cm
95 cm nad zemí	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	274 cm

Zdroj: autor

Jak můžete vidět, anténa byla ve všech případech ve výšce 95 cm nad zemí a kolmo k zemi. První měření, kdy tag byl před postavou na hrudi ve výšce 130 cm, byla naměřena hodnota 3,82 metrů. Pokud tag umístíme za postavu, anténa nic nezachytí. Tag ve stejné výšce, tj. 130 centimetrů nad zemí, ale umístěný pod tričkem, je dosah 3,04 metry. V kapse u kalhot, kde rozdíl mezi anténou a tagem je 13 centimetrů, byla dosahová hodnota 2,74 metrů. Jako nejvhodnějším umístěním se zde jeví umístit tag před postavu, například na oblečení.

V Tabulka 7 nalezneme naměřené hodnoty, kde anténa byla umístěna ve výšce 221 centimetrů, oproti přechozích 95 centimetrům.

Tabulka 7 Výsledky měření ztížených podmínek (anténa 221 cm nad zemí)

Výška antény	Pozice čipu	Vzdálenost
221 cm nad zemí	Před postavou - na hrudi - výška 130	290 cm
221 cm nad zemí	Za postavou na lopatkách - výška 130	x
221 cm nad zemí	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	x
221 cm nad zemí	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	x

Zdroj: autor

Pokud anténu umístíme do výšky 221 centimetrů a opět kolmo k zemi, rozdíl výšky mezi anténou a tagem bude 91 centimetrů (tag ve výšce 130 centimetrů), tak naměřená hodnota vzdálenosti je 2,9 metrů. Se stejným výškovým rozdílem, ale jinde umístěným tagem (na zádech a před postavou pod tričkem), anténa tag nezachytí. Nenalezne jej ani v případě, kdy je umístěný v kapse u kalhot (ve výšce 82 centimetrů). Díky tomu je nejlepší možné umístění (a jediné) před postavou.

V Tabulka 8 můžeme vidět anténu opět ve výšce 221 centimetrů, ale s náklonem 70 stupňů.

Tabulka 8 Výsledky měření ztížených podmínek (anténa 221 cm nad zemí, náklon 70 stupňů)

Výška antény	Pozice čipu	Vzdálenos t
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Před postavou - na hrudi - výška 130	418 cm
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Za postavou na lopatkách - výška 130	x
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	227 cm
221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	320 cm

Zdroj: autor

S rozdílnou výškou mezi anténou a tagem 91 centimetrů, ale nakloněnou anténou 70 stupňů je naměřená hodnota vzdálenosti tagu umístěného před postavou 4,18 metrů. Pokud tag umístíme pod tričko, naměřená vzdálenost se zmenší o 1,91 metrů na 2,27 metrů. Tag umístěný na lopatkách za postavou anténa nenajde. Tag umístěný v kapse má naměřenou vzdálenost 3,2 metrů, což je víc než tag umístěný pod tričkem. Opět je zde nejlepší možné umístění tagu na svrchní vrstvě oblečení.

### 7.3 Porovnání ideálních podmínek se ztíženými podmínkami

Níže uvedené tabulky porovnávají naměřené hodnoty mezi ideálními podmínkami a ztíženými podmínkami. Vychází se z hodnot výzkumného měření popsaného výše.

Tabulka 9 udává, v jaké výšce se nacházela anténa, kde se nacházel tag a jaká byla naměřená vzdálenost mezi anténou a tagem jak v ideálních podmínkách, tak ve ztížených podmínkách.

Tabulka 9 Porovnání výsledků měření (anténa 95 cm nad zemí)

Ideální podmínky	Výška antény	Pozice čipu	Ztížené podmínky
562 cm	95 cm nad zemí	Před postavou - na hrudi - výška 130	382 cm

x	95 cm nad zemí	Za postavou na lopatkách - výška 130	x
305 cm	95 cm nad zemí	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	304 cm
315 cm	95 cm nad zemí	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	274 cm

Zdroj: autor

Jak si můžete povšimnout, tag umístěný před postavou na hrudi, má v ideálních podmínkách naměřenou vzdálenost 5,62 metrů. Ve ztížených podmínkách (děšť a vítr) je naměřená hodnota o 1,8 metrů kratší (3,82 metrů), což je enormní rozdíl. Tag umístěný opět na hrudi, ale pod tričkem, má v obou případech v podstatě stejnou hodnotu vzdálenosti. Liší se pouze o jeden jediný centimetr (3,05 metrů v ideálních podmínkách a 3,04 metrů ve ztížených podmínkách). Tag umístěný na zádech (na lopatkách) nebyl nalezen ani v ideálních, ani ve ztížených podmínkách. Rozdíl mezi naměřenými hodnotami, kde tag byl umístěn v kapse u kalhot, mezi ideálními podmínkami a ztíženými podmínkami je 41 centimetrů. Ideální podmínky mají naměřenou hodnotu 3,15 metrů a ztížené 2,74 metrů.

Další tabulka ukazuje opět rozdíl mezi ideálními a ztíženými podmínkami, ale anténa byla umístěna ve výšce 221 centimetrů.

Tabulka 10 Porovnání výsledků měření (anténa 221 cm nad zemí)

<b>Ideální podmínky</b>	<b>Výška antény</b>	<b>Pozice čip</b>	<b>Ztížené podmínky</b>
355 cm	221 cm nad zemí	Před postavou - na hrudi - výška 130	290 cm
x	221 cm nad zemí	Za postavou na lopatkách - výška 130	x
212 cm	221 cm nad zemí	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	x
x	221 cm nad zemí	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	x

Zdroj: autor

Zde můžete vidět, že rozdíl naměřených vzdáleností mezi ideálními a ztíženými podmínkami, kdy tag je umístěný před oblečením (před postavou) je 65 centimetrů. Pod tričkem je naměřená hodnota v ideálních podmínkách 2,12 metrů, oproti ztíženým podmínkám, kde naměřená hodnota nebyla žádná. Tag umístěný na zádech nebo v kapse u kalhot je v obou případech stejný a to, že anténa tag nezachytila.

Poslední tabulkou v tomto porovnávání měření je Tabulka 11. Ta obsahuje data vzdáleností naměřené jak v ideálních, tak ve ztížených podmínkách, ale s anténou ve výšce 221 centimetrů a se sklonem 70 stupňů.

Tabulka 11 Porovnání výsledků měření (anténa 221 cm nad zemí, náklon 70 stupňů)

<b>Ideální podmínky</b>	<b>Výška antény</b>	<b>Pozice čip</b>	<b>Ztížené podmínky</b>
419 cm	221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Před postavou - na hrudi - výška 130	418 cm
x	221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Za postavou na lopatkách - výška 130	x
296 cm	221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Před postavou - pod tričkem na hrudi - výška 130	227 cm
354 cm	221 cm nad zemí s náklonem 70 stupňů	Kapsa u kalhot - výška cca 82cm	320 cm

Zdroj: autor

V ideálních podmínkách je naměřená vzdálenostní hodnota tagu před postavou 4,19 metrů, což je pouze o jeden centimetr víc, než naměřená hodnota ve ztížených podmínkách (4,18 metrů). Tag umístěný pod tričkem v ideálních podmínkách má naměřenou vzdálenost o 69 centimetrů větší, než vzdálenost naměřená ve ztížených podmínkách (2,27 metrů). V kapse u kalhot je rozdíl naměřených vzdáleností mezi ideálními a ztíženými podmínkami 34 centimetrů (ideální podmínky 3,54 metrů, ztížené podmínky 3,2 metrů).

Můžete vidět, že skoro všechny naměřené hodnoty jsou v ideálních podmínkách větší než ve ztížených podmínkách. Nicméně i tak se autor domnívá, že naměřené hodnoty jsou reálně použitelné. Ve všech případech měření se vždy jako nejlepší umístění tagu osvědčilo umístit tag před postavu, nejlépe nalepit ho například na oblečení. Za to mít tag na zádech (na lopatkách) se neosvědčilo v žádném měření. Jako druhé nejlepší umístění se osvědčil tag na hrudi pod tričkem. Na třetím místě pak v kapse u kalhot.

## 8. SWOT analýza

SWOT analýza je rozdělení faktorů do čtyř skupin. Vykazuje vzájemné působení silných a slabých stránek, jakožto vnitřních vlivů a působení nebezpečných faktorů a příležitostí, jakožto vnějších vlivů. Díky tomu získáme nové relevantní informace a hodnotící úroveň vzájemných střetů.

SWOT analýzu vytvoříme sestavením hodnotících faktorů a v dalším kroku určíme vztah mezi průběhem chování faktorů a přiřazených veličin.<sup>24</sup>

Tabulka 12 SWOT analýza - Silné stránky

Silné stránky	Váha	Hodnocení	Váha*hodnocení
Bezkontaktní dveřní systém	0,3	5	1,5
Snadné užití	0,3	4	1,2
Výrobní cena tagu	0,2	3	0,6
Aplikovatelnost (zapojení)	0,1	3	0,3
Dosah antény	0,1	3	0,3
<b>Součet</b>			<b>3,9</b>

Zdroj: autor

Tabulka 13 SWOT analýza - Slabé stránky

Slabé stránky	Váha	Hodnocení	Váha*hodnocení
Dveřní systém sám nezamyká	0,4	-4	-1,6
Dosah antény ze stran	0,3	-4	-1,2
Vyšší pořizovací náklady	0,2	-2	-0,4
Neustálý odběr elektrické energie	0,1	-1	-0,1
<b>Součet</b>			<b>-3,3</b>

Zdroj: autor

Tabulka 14 SWOT analýza - Příležitosti

Příležitosti	Váha	Hodnocení	Váha*hodnocení
Připojení dalších antén	0,2	5	1
Připojení k serveru	0,2	4	0,8
Výměna el. zámku za samozamykací	0,1	2	0,2
Správa průchodů	0,2	3	0,6
GUI	0,2	3	0,6
Přístupová práva podle antén	0,1	3	0,3
<b>Součet</b>			<b>3,5</b>

Zdroj: autor

<sup>24</sup> KUBEČKA, K., *Analýza rizik 2*. [online] 2018. [cit. 23.5.2020]. Dostupné z: [http://is.ambis.cz/auth/el/ambis/leto2018/KBP\\_KARI2/um/9735.pdf](http://is.ambis.cz/auth/el/ambis/leto2018/KBP_KARI2/um/9735.pdf).

Tabulka 15 SWOT analýza - Hrozby

<b>Hrozby</b>	<b>Váha</b>	<b>Hodnocení</b>	<b>Váha*hodnocení</b>
Výpadek elektrického proudu	0,2	-5	-1
Mezičas zapnutí systému po zapnutí el. proudu	0,4	-4	-1,6
Vliv počasí na funkčnost antén	0,1	-2	-0,2
Cizí RFID se stejným EPC	0,2	-1	-0,2
Poškození antény	0,1	-3	-0,3
<b>Součet</b>			<b>-3,3</b>

Zdroj: autor

Celkový součet všech vnitřních vlivů (silné + slabé stránky) činí 0,6. Součet všech vnějších vlivů (příležitosti + hrozby) je 0,2. To dohromady dává 0,8. Vzhledem k tomu, že se výsledek nachází v kladných číslech, je systém použitelný, ale je zde místo pro zlepšení, které je navrženo v kapitole Doporučení pro ostrý provoz.

## 9. Doporučení pro ostrý provoz

Doporučení do ostrého provozu v případě, kdy by tato bakalářská práce měla fungovat beze změny, je následující. Jako nejvhodnější umístění antény by autor zvolil vyšší umístění, a to již vyzkoušených 221 centimetrů, s náklonem antény 70 stupňů. V této výšce má anténa skoro stejný dosah jak v ideálních podmínkách, tak ve ztížených. Dále se díky vyššímu umístění zamezí případnému poškození od vandalů. Co se týká umístění tagů, nejvhodnější umístění je vždy před postavou na svrchní části oblečení. Nicméně nejvhodnější umístění v letním období je nalepit tag zevnitř trička. Naopak v chladnějším počasí tag nalepit na bundu/mikinu. Dají se vyrobit různě barevné tagy, takže si každý uživatel může tag přizpůsobit dle svých preferencí a potřeb. Další dobře zvolené místo by mohlo být například na látkové tašce, při vracení se z nákupu, či nalepené na kabelce.

Další doporučení bude vycházet ze SWOT analýzy, kde se dají nalézt silné a slabé stránky této bakalářské práce. Z výsledků analýzy můžete vidět, že se zde nachází několik situací, které by potřebovali ošetřit před nasazením do reálného ostrého provozu.

První doporučení do ostrého provozu by bylo napájet reader přes záložní baterii, která by byla zapojena do elektrické sítě. Tím pádem by při případném výpadku elektřiny systém mohl ještě nějakou dobu fungovat dál.

Dobrym zlepšením by také bylo přidat ještě jednu či dvě antény pro lepší dosah ze strany. Zajistí se tak lepší dosah pro chod dveřního systému.

Největším zásahem do programu bakalářské práce a dobrým zlepšením pro dveřní systém je napojení programu na server. To by vypadalo tak, že server by měl v databázi uložené tagy, které mohou procházet dveřním systémem. Také by na serveru byla uložena historie průchodů. Dveřní systém by každý den stahoval aktualizovaný seznam tagů, které mohou dveřním systémem projít, a posílal serveru informace, kdy a který tag momentálně prošel dveřním systémem. Díky této změně by se tak vytvořil v podstatě komplexní dveřní systém a s přidáním grafického rozhraní by uživatel mohl dobře spravovat historii, přidávat a odebírat tagy, popřípadě přidělit přístupová práva podle antén.

Naproti tomu nejmenší zásahem by bylo vyměnění elektrického zámku za samozamykací zámek. Funkčnost by byla v podstatě stejná, jen by při se při zavřeném zámku zamkly dveře a při otevření by se opět odemkly.



## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vlastní výzkumné řešení použitelnosti UHF RFID v kombinaci s dveřním systémem. Dále seznámit čtenáře s historií zámku a RFID, o čemž pojednává první a druhá kapitola. Třetí kapitola obsahuje víc o RFID čtečkách a dveřních systémech, dočteme se zde například jaké existují, co obsahují a jejich použití. V další kapitole je popsán hardware použitý k fungování bakalářské práce a návrh, jak by měl dveřní systém fungovat. Pátá kapitola obsahuje informace o hardwarovém zapojení včetně schématu. Šestá kapitole je věnovaná softwarové stránce bakalářského projektu, kde je popsáno jak neúspěšné řešení, tak úspěšné řešení. Výzkumné řešení je podrobně popsáno v sedmé kapitole, kde naleznete fungování jak v ideálních podmínkách, tak v simulovaných ztížených podmínkách. Na závěr této kapitoly je i porovnání funkčnosti. V osmé kapitole se nachází SWOT analýza a v další kapitole nazvané Doporučení pro ostrý provoz se ze SWOT analýzy vychází.

Z výsledků těchto měření a SWOT analýzy se dochází k závěru, že UHF RFID dveřní systém je v běžném každodenním provozu, například rodinný domek, i ve ztížených podmínkách použitelný, pokud se splní určitá kritéria. Mezi tyto kritéria patří umístění tagu na svrchní vrstvu oblečení, aby nic nebránilo cestě mezi tagem a anténou. Toto umístění se osvědčilo ve všech měřeních, ať při ideálních či ztížených podmínkách, nebo při změně výšky. Z čehož se dá usuzovat, že do každodenního používání by toto umístění bylo nejvhodnější. Co se naopak ukázalo jako neefektivní bylo umístění tagu za osobou, například v batohu. Signál neprojde tělem nositele, a proto ho anténa nezachytí.

I když tento dveřní systém přináší značnou řadu výhod a ulehčení, jsou zde i negativní faktory, se kterými se pracovalo ve SWOT analýze. Největší slabiny tohoto dveřního systému jsou celkem tři. První je lidský faktor, který by mohl anténu, nebo zámek zničit. Druhým faktorem je napájení, neboť může docházet k výpadku elektřiny a vypnutím tak celého dveřního systému a poslední faktor, který je též spojen s elektrickým proudem, a to jeho neustálý odběr.

## Seznam zdrojů

atlasRFIDstore. *A guide to FRID types and how they are used*. atlasrfidstore.com. [online]. [cit. 1.3.2020]. s.5. Dostupné z:

[https://rfid.atlasrfidstore.com/hubfs/Content/Types\\_of\\_RFID\\_and\\_How\\_They\\_Are\\_Used.pdf](https://rfid.atlasrfidstore.com/hubfs/Content/Types_of_RFID_and_How_They_Are_Used.pdf).

*Elektrický zámek dveří FAB BEFO CLASIC 0511 6-12V AC/DC*. e1.cz [online]. [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1186637-elektricky-zamek-dveri-fab-befo-clasic-0511-6-12v-ac-dc?t=popis>.

*Hikvision DS-KV8102-IM*. mall.cz [online]. ©2000 [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <https://www.mall.cz/dverni-videotelefony/hikvision-ds-kv8102-im-100018033537>.

*ion-R4301P*. caenrfid.com [online]. ©2018 [cit. 29.03.2020]. Dostupné z: <https://www.caenrfid.com/en/products/r4301p-ion/>.

KARMAKAR, N. Ch., *Handbook of Smart Antennas for RFID systems*. Hoboken. John Wiley & Sons, 2010. ISBN 978-0-470-38764-1.

KUBEČKA, K., *Analýza rizik 2*. [online] 2018. [cit. 23.5.2020]. Dostupné z: [http://is.ambis.cz/auth/el/ambis/leto2018/KBP\\_KARI2/um/9735.pdf](http://is.ambis.cz/auth/el/ambis/leto2018/KBP_KARI2/um/9735.pdf).

*Něco málo z historie zámkařství*. novelobrn.cz. [online]. [cit. 6.5.2020]. Dostupné z: <https://www.novelobrn.cz/odborne-clanky/neco-malo-z-historie-zamkarstvi.htm>

*PyPA*. PyPA [online]. ©2019 [cit. 26.04.2020]. Dostupné z <https://www.pypa.io/en/latest/>

*RAABKEY V.1.2 TANGO*. Raab Computer [online]. ©2020 [cit. 31.03.2020]. Dostupné z: <https://www.raabkey.cz/cs/raabkey-v-1-2-tango>.

SMILEY, S., *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?*. atlasRFIDstore [online]. 10.12.2019, [cit. 1.3.2020]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>.

*Technologie radiofrekvenční technologie.* rfid-epc.cz. [online]. 2016 [cit. 24.5.2020].  
Dostupné z <https://www.rfid-epc.cz/co-je-rfid/technologie>.

*The History of RFID Technology.* Emerald X, LLC. [online]. [cit. 6.5.2020]. Dostupné z:  
<https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology>

*WANNTENAX019.* caenrfid.com [online]. ©2018 [cit. 05.04.2020]. Dostupné z:  
<https://www.caenrfid.com/en/products/wantennax019/>.

*What are active RFID tags and how do they work?* nextpoints.com. [online]. [cit.  
2.3.2020]. Dostupné z: <https://nextpoints.com/en/rfid-blog/active-rfid-tags/>.

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Ukázka zámku ze dřevěné závory .....	11
Obrázek 2 Ukázka pasivních tagů .....	16
Obrázek 3 Ukázka aktivního tagu .....	17
Obrázek 4 Pasivní a aktivní tag .....	17
Obrázek 5 Mobilní čtečka (reader).....	18
Obrázek 6 Stacionární čtečka (reader) .....	19
Obrázek 7 RFID dvevní systém RFID Raabkey Tango .....	20
Obrázek 8 RFID dvevní sytém Hikvision .....	21
Obrázek 9 RFID reader ION - R401P .....	23
Obrázek 10 RFID anténa.....	23
Obrázek 11 Elektrický zámek FAB.....	24
Obrázek 12 Používaný pasivní RFID tag .....	24
Obrázek 13 Návod připojení GPIO portu.....	25
Obrázek 14 Schéma zapojení el. zámku do GPIO portů .....	26
Obrázek 15 Ukázka upevnění RFID antény .....	29

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 95 cm nad zemí).....	30
Tabulka 2 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 221 cm nad zemí).....	30
Tabulka 3 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 95 cm nad zemí, 90 stupňů ze strany).....	31
Tabulka 4 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 95 cm nad zemí, 45 stupňů ze strany).....	31
Tabulka 5 Výsledky měření ideálních podmínek (anténa 221 cm nad zemí, náklon 70 stupňů).....	32
Tabulka 6 Výsledky měření ztížených podmínek (anténa 95 cm nad zemí) .....	33
Tabulka 7 Výsledky měření ztížených podmínek (anténa 221 cm nad zemí) .....	33
Tabulka 8 Výsledky měření ztížených podmínek (anténa 221 cm nad zemí, náklon 70 stupňů).....	34
Tabulka 9 Porovnání výsledků měření (anténa 95 cm nad zemí).....	34
Tabulka 10 Porovnání výsledků měření (anténa 221 cm nad zemí).....	35
Tabulka 11 Porovnání výsledků měření (anténa 221 cm nad zemí, náklon 70 stupňů).....	36
Tabulka 12 SWOT analýza - Silné stránky .....	37
Tabulka 13 SWOT analýza - Slabé stránky.....	37
Tabulka 14 SWOT analýza - Příležitosti.....	37
Tabulka 15 SWOT analýza - Hrozby .....	38

## Seznam příloh

Kód programu 1 Zdrojový kód.....	46
----------------------------------	----

## Přílohy

### *Kód programu 1 Zdrojový kód*

```
import urllib
import time
import re
import os

"""
Metoda pro získávání HTML kódu z URL
@return html kód nebo error
"""
def get_html():
    try:
        html = urllib.urlopen("http://192.168.0.1/cgi-bin/caenrfidc.cgi?cmd=inventory").read()
        return html
    except:
        return "error"

"""
Metoda pro hledání tagů z HTML kódu získaného z metody
get_html()
@return list tagů
"""
def get_tags():
    html = get_html()
    tags = re.findall("<td>\w+[1234567890]{2}", html)
    tags = [w.replace('<td>', '') for w in tags]
    return tags

"""
Metoda, která čte známé tagy uložené v souboru tg.txt
@return list známých tagů
"""
def known_tags():
    with open("tg.txt", 'r') as f:
        data = f.readlines()

    data = map(str.strip, data)
    return data

"""
Metoda pro otevírání a zavírání el. zamku
"""
def open_close():
    print("Otevírám dveře na 5 vteřin.")
    os.system("echo 0 > /dev/gpio0/value")
    time.sleep(5)
    print("Zavírám dveře")
```

```

        os.system("echo 1 > /dev/gpio0/value")
        time.sleep(2)

"""
Metoda, která se spouští pouze při startu programu.
Nastavuje správný směr GPIO0 a zavírá zámek
"""
def start():
    os.system("echo out > /dev/gpio0/direction")
    os.system("echo 1 > /dev/gpio0/value")

"""
Main programu.
Na začátku se spouští metoda start pro správný chod.
Dále nekonečná smyčka, ve které se získávají právě nalezené
tagy (@now)
a právě zname tagy (@known).
Pokud je právě nalezený tag ve známých tagách, program
vypíše jaký tag vidí
a spouští metodu open_close() která otevře zámek na
požadovaný čas a poté uzavře.
"""
if __name__ == '__main__':
    start()
    while (1):
        now = get_tags()
        known = known_tags()
        for i in now:
            if i in known:
                print("Nalezeno: " + i)
                open_close()

```