



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**FAKULTA DOPRAVNÍ**  
Ústav logistiky a managementu dopravy

**Využití RFID technologie v logistice firmy Alza.cz**

**RFID technology in Alza.cz**  
**Bakalářská práce**

**Studijní program:** Technika a technologie v dopravě a spojích  
**Studijní obor:** Logistika a řízení dopravních procesů  
**Vedoucí práce:** doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.

**Martin Kiss**

2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Martin Kiss**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů**

Název tématu (česky): **Využití RFID technologie v logistice firmy Alza.cz**

Název tématu (anglicky): RFID technology in Alza.cz

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Zjistěte technické možnosti využití RFID technologie
- Vyberte nejvhodnější varianty s ohledem na využitelnost a cenu
- Srovnejte případné výhody a nevýhody technologie
- Odhadněte náklady a zhodnoťte reálnost celého projektu





- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Pernica, P. Logistika pro 21. století, Radix 2005.  
Večeřa, R. Aplikace RFID pro identifikaci a skladování zboží, ČVUT v Praze 2012.

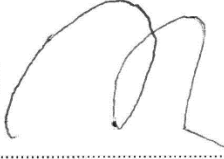
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.**  
**Ing. Lukáš Krejčí**

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2020**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
.....  
doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu logistiky a managementu dopravy

  
L. S.

  
.....  
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

  
.....  
Martin Kiss  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 30. září 2020

## **Prohlášení**

„Nemám závažný důvod proti používání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).“

Prohlašuji, že jsem předloženou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze 9.8.2021



Martin Kiss

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval doc. Ing. Tomáši Horákovi, Ph.D. za odborné vedení bakalářské práce, za cenné rady a připomínky. Také bych rád poděkoval logistickému oddělení společnosti Alza.cz a.s. za možnost vypracovat bakalářskou práci v rámci jejich pracoviště a za poskytnutí informací a celkového vhledu do chodu logistiky velké mezinárodní firmy. Nakonec bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za trpělivost a podporu, kterou mi v rámci studia i při psaní této práce dodávali.

## **Abstrakt**

Předmětem bakalářské práce je návrh možného využití RFID technologie v rámci logistiky firmy Alza.cz a.s. V průběhu této práce jsem shrnul technické možnosti RFID technologie v porovnání s čárovými kódy a následně navrhl možné varianty využití a implementace do chodu společnosti. K těm jsem dodal jejich benefity, úskalí, vhodné komponenty s nastíněním průměrných cen a celkové shrnutí. Následně jsem varianty mezi sebou porovnal a dodal osobní pohled na reálnost zavedení technologie do logistiky firmy.

### **Klíčová slova:**

čárové kódy, RFID, skladové procesy, automatická identifikace

## **Abstract**

The subject of the bachelor thesis is a proposal for the use of RFID technology in the logistics of Alza.cz a.s. In this thesis, I summarized the technical possibilities of RFID technology in comparison with barcodes and then proposed possible variants of use and implementation in the company's operation. To these I added their benefits, pitfalls, suitable components with an outline of average prices and an overall summary. Then I compared the options with each other and added a personal view on the feasibility of implementing the technology into the company's logistics.

### **Key words:**

barcodes, RFID, warehouse processes, automatic identification

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Úvod</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>1 Profil společnosti</b> .....   | <b>13</b> |
| 1.1 Historie .....  | 14        |
| 1.2 Současnost.....   | 16        |
| 1.3 Logistika firmy Alza.cz a.s. ....   | 17        |
| 1.3.1 Popis skladových procesů v logistickém centru VGP Horní Počernice ..... | 17        |
| <b>2 Technologie automatické identifikace</b> .....                           | <b>20</b> |
| 2.1 Optické technologie automatické identifikace .....                        | 22        |
| 2.1.1 OCR (Optical Character Recognition).....                                | 22        |
| 2.1.2 Čárový kód .....  | 23        |
| 2.2 Radiofrekvenční a indukční technologie automatické identifikace .....     | 31        |
| 2.2.1 RFID (Radio Frequency Identification).....                              | 32        |
| 2.3 Magnetické technologie automatické identifikace .....                     | 43        |
| 2.4 Biometrické technologie automatické identifikace .....                    | 43        |
| <b>3 Využití RFID technologie v logistice firmy Alza.cz a.s.</b> .....        | <b>44</b> |
| 3.1 Porovnání RFID s čárovými kódy.....                                       | 44        |
| 3.2 Možné způsoby zavedení RFID do chodu logistiky firmy Alza.cz a.s. ....    | 44        |
| 3.3 Obecné důvody pro zavedení RFID.....                                      | 45        |
| 3.4 Využití RFID na TOTE (vratné plastové přepravky).....                     | 47        |
| 3.5 Využití RFID na celý logistický řetězec .....                             | 49        |
| 3.6 Úskalí při zavádění RFID do chodu firmy.....                              | 52        |
| 3.7 Výčet komponent a nastínění cen.....                                      | 55        |
| 3.8 Souhrn jednotlivých variant .....   | 58        |
| 3.9 Konkluze jednotlivých variant.....  | 61        |
| <b>Závěr</b> .....  | <b>65</b> |
| <b>Zdroje</b> .....   | <b>67</b> |
| <b>Seznam obrázků</b> .....   | <b>74</b> |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>Seznam grafů.....</b>   | <b>75</b> |
| <b>Seznam tabulek.....</b> | <b>75</b> |



# Seznam zkratek

|                |   |
|----------------|---|
| <b>RFID</b>    | - Radio frequency identification        |
| <b>DPH</b>     | - Daň z přidané hodnoty                 |
| <b>a.s.</b>    | - Akciová společnost                    |
| <b>Kč</b>      | - Korun českých                         |
| <b>ČR</b>      | - Česká republika                       |
| <b>SR</b>      | - Slovenská republika                   |
| <b>IT</b>      | - Informační technologie                |
| <b>B2B</b>     | - Business-to-business                  |
| <b>Ing.</b>    | - Inženýr                               |
| <b>EDI</b>     | - Electronic Data Interchange           |
| <b>ČP</b>      | - Česká pošta                           |
| <b>Auto-ID</b> | - Automatické identifikační technologie |
| <b>QR</b>      | - Quick Response                        |
| <b>OCR</b>     | - Optické rozpoznávání znaků            |
| <b>CCD</b>     | - Charge-coupled device                 |
| <b>UPC</b>     | - Uniform Product Code                  |
| <b>1D</b>      | - 1 rozměrný                            |
| <b>2D</b>      | - 2 rozměrný                            |
| <b>3D</b>      | - 3 rozměrný                            |
| <b>mm</b>      | - Milimetr                              |
| <b>EAN</b>     | - European Article Number               |
| <b>POS</b>     | - Point of Sale                         |
| <b>US</b>      | - Spojené státy Americké                |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>LOGMARS</b><br>Symbols | - Logistics Applications of Automated Marking and Reading |
| <b>PCR</b>                | - Polymerase chain reaction                               |
| <b>PDF</b>                | - Portable Document Format                                |
| <b>ONS</b>                | - Object Name System                                      |
| <b>ISO</b>                | - International Organization for Standardization          |
| <b>LF</b>                 | - Low frequency   |
| <b>HF</b>                 | - High frequency  |
| <b>UHF</b>                | - Ultra high frequency                                    |
| <b>EPC</b>                | - Electronic Product Code                                 |
| <b>R/O</b>                | - Read-only   |
| <b>WO/RM</b>              | - Write-once / read-many                                  |
| <b>R/W</b>                | - Read-write  |
| <b>TOTE</b>               | - Přepravní jednotka používaná pro expedici               |
| <b>SN</b>                 | - Sériové číslo   |
| <b>TB</b>                 | - Terabajt  |
| <b>RF</b>                 | - Radiofrekvence  |
| <b>e-shop</b>             | - Internetový obchod                                      |



# Úvod

S technologiemi automatické identifikace se dnes již člověk setká téměř na každém kroku. Ať už se jedná o čárové kódy při nákupu v supermarketu, bankovní a přístupové karty či náramky v aquaparku, staly se tyto technologie běžnou součástí našich životů. Za zhruba 70 let své existence prošly různými obměnami, ať už se jedná o stránku funkcionality či způsobu využití.

V rámci logistiky je momentálně nejvyužívanější technologie čárových kódů, avšak poslední dobou čím dál více firem přechází na modernější RFID technologii. Ta k identifikaci využívá principu radiofrekvenčních vln a oproti čárovým kódům skýtá mnoho benefitů, které dokáží firmě na trhu zajistit konkurenční výhodu, využívá-li je správně.

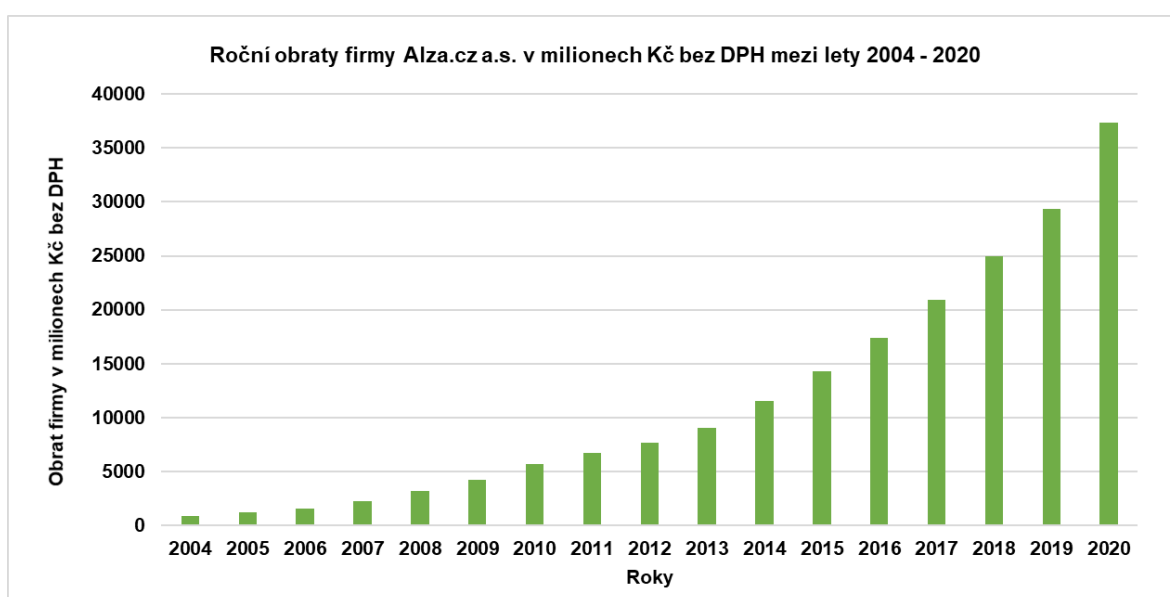
Cílem této práce bude ve spolupráci s firmou Alza.cz a.s. prozkoumat technické možnosti RFID technologie a následně navrhnout užitečné nasazení této technologie do chodu logistiky firmy. K tomu bude potřeba detailně zmapovat jednotlivé druhy technologií automatické identifikace, především se zaměřením na aktuálně využívané čárové kódy v logistice firmy a na RFID, jejíž implementací se práce bude zabývat. Další důležitou částí práce bude popsání logistiky firmy, se zaměřením na skladové procesy.

V praktické části bakalářské práce se zaměřím na samotnou implementaci technologie do chodu logistiky společnosti Alza.cz a.s. Zde se bude vycházet jak ze zkušeností získaných v teoretické části bakalářské práce, tak i z návštěv logistického centra VGP Horní Počernice. V rámci tohoto úkolu nejdříve navrhnu možné varianty, jak by se RFID technologie dala implementovat. S těmi se bude dále pracovat až do konce praktické části, přičemž postupně zanalyzuji jejich benefity, úskalí a vyberu vhodné komponenty společně s analýzou jejich průměrných cen. Nakonec provedu shrnutí jednotlivých variant a jejich porovnání s finálním osobním názorem na reálnost samotné implementace technologie.

Díky této práci obdrží Alza.cz a.s. kompletní podklady spojené s RFID technologií, které jí pomůžou s budoucím rozhodováním v otázce zavedení RFID do chodu logistiky své společnosti.

# 1 Profil společnosti

Alza.cz a.s., právnicky akciová společnost sídlící v pražských Holešovicích, je největší internetový obchod v České republice a jeden z největších internetových obchodů ve střední Evropě, kde působí například na Slovensku, v Maďarsku či Rakousku. Firma se nazývá udavatelem trendů a inovátorem, což dokazují chytrá řešení typu AlzaBox<sup>1</sup> či AlzaExpres<sup>2</sup>. Společnost ukončila rok 2020 s ročním obratem 37,3 miliardy korun bez DPH, což představuje meziroční nárůst o 28% s celkovým počtem 15,8 milionu zpracovaných objednávek. To je zobrazeno v následujícím grafu, který znázorňuje růst ročních obrátů<sup>3</sup> firmy bez DPH mezi lety 2004 – 2020. [1] [2] [3] [4] [5]



Graf 1: Roční obraty Alza.cz a.s. v milionech Kč bez DPH, vlastní zpracování [6]

O tento růst se dle Tomáše Havryluka postarala nejen rychlá reakce na pandemii koronaviru, ale také celá řada nasazených novinek – rozšíření sítě AlzaExpres do dalších měst, spolupráce s Liftagem či ztrojnásobení počtu úspěšných AlzaBoxů. Mezi další úspěšné projekty se dle Petra Beny řadí rozvoj vlastních privátních značek typu AlzaCafé, Alza PC AlzaPower, CampGo či jiných a dále program AlzaDropshipment<sup>4</sup>, který meziročně vzrostl o 220%. [2] [3] [5]

<sup>1</sup> Samoobslužná schránka určená k vyzvednutí zboží objednaného v e-shopu Alza.cz.

<sup>2</sup> Vlastní autodoprava pro rozvoz zboží.

<sup>3</sup> Finanční částka, kterou přijme ekonomický subjekt za konkrétní časové období.

<sup>4</sup> systém umožňující partnerům prodávat své zboží na e-shopu Alza.cz a.s. Partner v rámci Alza Dropshipmentu odesílá zboží přímo ze svého skladu na adresu koncového zákazníka, na pobočky Alza.cz a.s. nebo odběrná místa Zásilkovny. [6]

V současnosti je firma vlastněna skupinou investorů, kteří ji řídí přes holdingovou společnost L.S. Investments Limited. V následující podkapitole si probereme historický vývoj společnosti Alza.cz a.s. od založení Alzasoftu panem Zavoralem až po aktuální dění největšího internetového ochodu v České republice, který nastavuje nové standardy kvality služeb a inovací v různých odvětvích své působnosti, ať už se jedná o oblast logistiky či přístupu k zákazníkovi. [2] [6]

## 1.1 Historie

Oficiální založení společnosti se datuje k 29.11.1994 panem Alešem Zavoralem, v té době ještě jako společnost Alzasoft. Společnost se zaměřovala na prodej IT komponent na tehdy začínajícím trhu a postupem času si získávala popularitu především mezi studenty vysokých škol, kde bodovala pomocí inzerce na nástěnkách a letákových akcí. V roce 1998 společnost otevřela svoji první prodejnu na Dělnické ulici a k tomu dva roky poté přidala vstup na internet pod doménou Alzasoft.cz, která se držela mezi pěti nejnavštěvovanějšími stránkami ve svém oboru. [6]

První problémy přišly roku 2002, kdy společnost zasáhly srpnové povodně v Praze. Zde se projevila síla společnosti, kdy se po obrovském nasazení zaměstnanců stihla rychle vzpamatovat a již po 4 dnech začala znovu prodávat. K tomu přidala inovovanou verzi e-shopu, která zákazníkovi kromě obvyklých informací o produktu zobrazovala informace o dodacích lhůtách, stavu skladových zásob či možnost sledování objednávek online. [6]

Za velký milník a významný bod v historii společnosti se dá považovat rok 2004. Dne 1. ledna 2004 se firma transformovala do akciové společnosti, což přineslo značné množství změn směrem k zákazníkovi. Firma prošla velkou restrukturalizací především ve smyslu interní organizace, kde na první místo řadila spokojenost zákazníka. To dokazovala důrazem na osobní přístup, nadstandartním řešením reklamací a významným rozšířením portfolia nabízených služeb. V tomto roce také Alza.cz a.s. zahájila svoji expanzi na Slovensko, čímž započala svoji cestu na internetovém trhu střední Evropy. Firmě se úspěšně dařilo, což podtrhla v roce 2006 novou verzí webových stránek v několika jazycích a celkovým rebrandingem obchodního jména Alzasoftu na dnes již známý Alza.cz, podle počátečních iniciálů jména a příjmení zakladatele Aleše Zavorala. V následujícím roce můžeme vyzdvihnout především zavedení nového platebního terminálu Alza PayBox, určeného k rychlému

uhrazení objednávky, či systém automatické fakturace, který umožňoval zadání objednávky k expedici bez ohledu na denní hodinu. [6]

Rok 2008 byl rokem velkých změn. Rebranding dospěl ke svému konci uvedením nového maskota firmy, mimozemšťana Alzy. Dále dle notářského zápisu přešla společnost z vlastnictví Aleše Zavorala pod vlastnictví Karak Investments Limited, později přejmenovanou na L.S. Investments Limited, která ovládá společnost dodnes. Následující léta se pod novým vedením nesla v duchu expanze. I přes nepříznivou ekonomickou situaci na trhu v důsledku světové ekonomické krize společnost zaváděla nové prodejny, zahájila výstavbu nového logistického skladu VGP Horní Počernice a uvedla na trh svoji novou aplikaci Alza.cz pro chytré telefony. Díky tomu byla společnost roku 2013 vyhodnocena odborníky z řad reklamy a marketingu jako nejperspektivnější česká značka současnosti. Vyzdvihnuta byla zejména diverzifikace portfolia obchodu, úspěšnost online segmentu a zvyšující se obliba Čechů v online nakupování. [6] [7] [8]

Dvacáté narozeniny obchodu by se daly nazvat jakožto rokem inovací. Zavedeny byly nové služby AlzaExpres, který umožňoval nový, rychlý a komfortní způsob doručení zboží vlastní dopravou v Praze a okolí či Alza Kredit zajišťující rychlou a bezpečnou platbu. Také logistické oddělení Alzy.cz a.s. nezapomnělo a uvedlo na trh novinku v podobě AlzaBoxů, kterých je momentálně přes 1000 a jsou jedním z hlavních klíčů momentálního úspěchu společnosti. Rok poté přibyla nová služba Alza Premium, umožňující za roční poplatek dopravu zdarma, přednostní výdej či prodlouženou lhůtu na vrácení zboží a nové logistické centrum v Senci. [6]

Následující roky 2016 a 2017 se nesly v duchu expanze. Společnost zavedla možnost placení kryptoměny, zasáhla do prodeje elektromobilů, pronajala si nové logistické centrum ve Zdibech a otevřela první prodejny v Rakousku a Maďarsku. Dále společnost odešla ze zboží srovnávače zboží heureka.cz. To Karel Kučera zdůvodňuje odklonem Heureka<sup>5</sup> od nezávislosti. Další novinkou nakloněnou k zákazníkům bylo doručování zboží i o víkendových dnech. [6] [9]

Roku 2018 otevřela Alza.cz a.s. prodejnu budoucnosti, která zaujala především obsluhou bez lidské činnosti a otevřením po celý rok nonstop. Dále v tomto roce uvedla na trh svou první privátní značku, AlzaPower, která se zaměřovala na IT a elektro

---

<sup>5</sup> Největší internetový srovnávač cen v České republice.

příslušenství. V tomto trendu privátních značek Alza.cz a.s. v následujících letech pokračovala a dnes se jejich počet řadí již mezi desítky. Dále navázala spoluprací se Zásilkovnou a rozšířila stávající síť o 1800 nových odběrových míst. [6]

V roce 2019 zavádí Alza.cz jako jeden z prvních e-shopů možnost platby pomocí ApplePay. V návaznosti na platbu Bitcoinem dává Alza zákazníkům pomocí ApplePay co největší možnost výběru plateb. V odvětví logistiky rozšířila počet AlzaBoxů o dalších 100 kusů, zahájila spoluprací s Liftagem, uvedla do provozu službu AlzaExpres 2.0. a společně se ŠKODA Auto Digilab vyvíjeli doručování balíků přímo do kufrů auta. V rámci B2B programu zahájila program Pro školy a stát, kde veřejným institucím nabízí zvýhodněné nákupní nabídky a současně navázala spoluprací s Českým institutem informatiky, robotiky a kybernetiky. Z charitativní činnosti vyčnívali především projekty Souhvězdí pomoci a Alza Pelíšek. [6]

## 1.2 Současnost

V současnosti je firma stále vlastněna investory ze společnosti L. S. Investments Limited, která má sídlo na Kypru. Jako předseda představenstva a generální ředitel Alzy.cz a.s. působí Aleš Zavoral, který firmu založil a byl s ní od začátku až po současnost. Toho doplňují dva místopředsedové. Prvním z nich je Ing. Tomáš Havryluk a druhým členem je Ing. Petr Bena. Firma stále působí jakožto akciová společnost a daně odvádí v České republice. [1] [6]

I díky pandemii koronaviru se v poslední době společnosti nebyvale dařilo. Dle Tomáše Havryluka zažila Alza v České republice růst o 23%, na Slovensku o 36%, v Maďarsku o 27%. Nejvyšší růst nastal v Rakousku s 250% navýšením, následovaný Německem s 236% navýšením. [3]

Celkový počet 15,8 milionu objednávek za rok 2020 byl složen z desítek jednotlivých segmentů, které Alza.cz a.s. momentálně prodává. Patnácti z nich se podařilo pokořit miliardovou hranici. Dle Jana Sadílka se mezi nové miliardové speciálky zařadili beauty a drogerie, hobby a zahrada, hračky, nositelná elektronika, služby, sport, tiskárny či spotřební materiál, díky čemuž se Alza stala opravdovým širokosortimentním prodejcem zboží a služeb. Dále dodává, že největšího obratu přes 4 miliardy dosáhly mobilní telefony, přičemž těsně za nimi skončili notebooky či domácí elektro. [3]



## 1.3 Logistika firmy Alza.cz a.s.

V oblasti logistiky<sup>6</sup> provozuje firma momentálně 4 logistická centra, konkrétně v Horních Počernicích, ve Zdibech, v Úžicích a v Senci. V současnosti se dokončuje příprava nového logistického centra v Chrástanech, které dle Jana Moudříka přiblíží služby Alzy zákazníkům v západní a jihozápadní části Prahy a v přilehlém Středočeském kraji. Počet AlzaBoxů se prozatím za rok 2021 ztrojnásobil na počet 1000 (do budoucna Alza.cz a.s. plánuje tento počet rozšířit až na 3000), přičemž současně s tím se rozšířili služby AlzaExpres, spolupráce s Liftagem, doručení do kufru či upgrade programu Dropshipmnet na Dropshipment 2.0. [6] [10]

Vzhledem k tématu bakalářské práce se zaměříme především na skladové procesy probíhající v logistických centrech, zatímco zbylé záležitosti (regionální rozdělení, geosize<sup>7</sup> produktu...) nebudou brány v potaz z důvodu rozsáhlosti problematiky.

### 1.3.1 Popis skladových procesů v logistickém centru VGP Horní Počernice

U popisu tohoto tématu se bude vycházet především z osobních zkušeností z návštěv skladu VGP Horní Počernice. Ten je řešen dvousměrným způsobem, kdy vykládka zboží probíhá gaty<sup>8</sup> z jednoho směru a zboží postupně prochází skladem až ke gatům nakládky na druhé straně logistického komplexu. Ten zaujímá celkovou skladovou plochu přes 30 000 m<sup>2</sup> a denně expeduje více než 100 000 položek zboží. Budova je rozvržena do 3 pater, přičemž skrz celý sklad putují dopravníkové pásy se zbožím. [11]

V následující části si probereme jednotlivé procesy probíhající ve skladu.

---

<sup>6</sup> Soubor činností, jejichž úkolem je zajistit, aby bylo správné zboží ve správném čase, ve správném množství, ve správné kvalitě na správném místě se správnými náklady. [13]

<sup>7</sup> Rozdělení produktů podle velikosti a skladnosti

<sup>8</sup> Plocha určená pro procesy vykládky a nakládky s přístupem nákladních vozidel

## **Vykládka**

Zde začíná první cesta zboží skladem. Příjem zboží zde nemusí probíhat pouze od dodavatelů, ale také z jiných skladů ke kompletaci objednávky, či z prodejen. Při příjmu zboží nastává kontrola, zda došlo vše v pořádku a na správný sklad skrz EDI (Electronic Data Interchange) systém, přes který se vyřizují faktury a komunikuje se s dodavatelem zboží. Nemusí se zde však vykládat pouze zboží, ale může se jednat například i o přepravky, které byly poslány z prodejen či dalších skladů. Pokud vše proběhlo v pořádku, může se daná dodávka složit, v opačném případě je nutné napravit chybu domluvou s dodavatelem. [12]

## **Příjem zboží**

Po vykládce dochází k fyzické kontrole. Skladník identifikuje dané zboží a zkontroluje jeho jakost a množství. Dochází k přiřazení zboží do podnikového informačního systému, který si ho uloží do databáze, určí danému zboží skladovací prostory a jeho další postup. Jedná-li se o zboží, které není určené pro daný sklad, posílá se zpět na vykládku a dále do jiného logistického centra.

## **Potvrzování / naskladnění**

Proces, při kterém doplní skladník zboží do jeho cílové lokace. Systém automaticky po příjmu zboží určí optimální lokaci daného zboží, přičemž skladník nejdříve načte lokaci a poté zboží a jeho množství, které do ní vkládá. Po dokončení procesu se daná zásoba zboží zobrazí dále na e-shopu, kde ji můžou vidět potencionální zákazníci.

## **Pickování**

- **multipick:** zde si skladník nejdříve do vozíku naloží prázdné přepravky, které načte do podnikového systému jakožto aktivní. Po načtení všech přepravek mu podnikový systém vybere trasu, kterou skladník na daném patře chodí a postupně zaplňuje všechny přepravky zbožím, přičemž jedna přepravka je určená pro jednu objednávku. Po naplnění všech přepravek předá skladník přepravky na dopravníkový pás a ty dále pokračují na balení.
- **singlepick:** zde má skladník k dispozici prázdné přepravky již na dopravníkovém pásu, přičemž z obou stran pásu jsou umístěné uličky s regály. Oproti multipicku

se zde do jedné přepravy dává pouze jeden druh zboží. Pokud je zboží schopné putovat po páse bez přepravy a přebírají si ho externí dopravci, balí se do fólií či papírových beden a vkládá se na pás bez přepravy.

## Balení

- **multiorder:** zde u balení dochází ke kompletaci objednávky (objednávka může být složena ze zboží z různých pater) v přepravce, kdy skladník ručně zkontroluje všechny položky dané objednávkou, přepravku uzavře víkem a pře pošle dál po dopravníkových pásích k nakládce. Jedná-li se o objednávku mířící na pobočku, zůstane zboží zabalené v přepravce. Míří-li zboží jinam, zabalí se do papírových beden.
- **zbytek:** u zbylého balení, mířícího buď do AlzaBoxů či k externím dopravcům, je balení závislé na požadavcích dopravců. Většinou je zde potřeba vyšší ochrana zboží, které se ukládá buď do přepravních klecí či balí do papírových beden a fólií na palety.

## Nakládka

Poslední činnost ve skladu. Zde se zboží třídí z dopravníkových pásů k jednotlivým gatům podle toho, kam dále putuje (jiné sklady, prodejny, ČP, Zásilkovna...). Po dojetí do konečné destinace přidá skladník zboží na paletu, klec či jiné přepravní alternativy. Dále načte čárový kód zboží a lokace gatu. Zde si již zboží přebírají vozidla AlzaExpressu či jiných dopravců, kde dále putuje k finálnímu zákazníkovi či do prodejen.

## 2 Technologie automatické identifikace

Technologie automatické identifikace (Auto-ID) je technologie umožňující získávat automaticky data a informace o umístění a pohybu jednotlivých fyzických položek s předstihem informačního toku před materiálovým tokem<sup>9</sup>. Díky tomu mohou včas poskytnout identifikaci každé položky v logistickém řetězci<sup>10</sup> pro podnikové informační systémy. Dostupnost těchto dat v reálném čase umožňuje čerpat další informace o dané položce a vyhodnotit tak její aktuální stav i potřebné budoucí kroky v logistickém řetězci. S tím dále pracuje management firmy, který je schopen s danými informacemi pracovat a vytvářet prostor pro důležitá rozhodnutí a rozličné druhy analýz v různých odvětvích své činnosti. [13] [14]

V porovnání se zbylými druhy identifikace (pomocí lidské činnosti či poloautomaticky) nabízí technologie automatické identifikace možnost vyšší efektivity celého logistického řetězce od dodavatelů přes logistické centrum až po finálního zákazníka či minimalizování možnosti lidské chyby při autorizování zboží, manipulaci s ním či při práci s podnikovými informačními systémy. [15]

Celkový souhrn praktického využití technologií automatické identifikace by se dal podle Pernici shrnout do těchto činností: [16]

- **záznam, identifikace a vyhledávání informací:** zaznamenání a uložení informace pro budoucí využití, například záznam o stavu pracovních operací
- **identifikace a vyhledávání předmětů:** spolu s informací se vyhledává i samotný objekt, například díl pro montáž či technický výkres
- **identifikace míst:** informace slouží k orientaci v prostoru, například k vyhledání pozice umístění palety zboží v logistickém centru

---

<sup>9</sup> Informační tok – přesun informací k tomu, aby se hmotná jednotka logistického řetězce mohla uskutečnit [13]

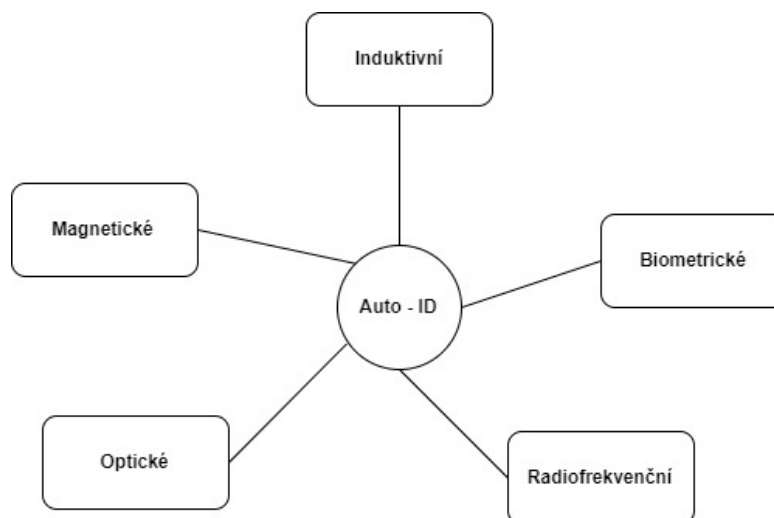
Hmotný tok – přesun věcí, materiálu nebo osob [13]

<sup>10</sup> Představuje procesy, které na sebe navzájem navazují (dodavatel – nákup – výroba – prodej – odběratel) [13]

- **kontrola stavů:** informace aktuálního stavu daného objektu, například kontrola stavu zásob v logistickém centru. Na kontrolu stavů bezprostředně navazují další činnosti, například naskladnění
- **sledování a řízení procesů:** informace typicky využívána především ve výrobě, kde automatická identifikace probíhající v reálném čase řídí výrobní operace
- **transakční činnosti:** informace spojená s navazujícími činnostmi směny peněz nebo hodnot, které mění svého majitele. Nejčastější využití je v maloobchodě u pokladních terminálů

### Principy automatické identifikace

Na následujícím obrázku je zachyceno shrnutí nejvyužívanějších technologií automatické identifikace, rozdělených podle fyzikálního principu jejich funkce.



Obrázek 1: Shrnutí technologií automatické identifikace, vlastní zpracování [15]

Vzhledem k zaměření této bakalářské práce bude největší pozornost věnována optickým a radiofrekvenčním technologiím, konkrétně čárovým kódům, které momentálně využívá Alza.cz a.s. v celém svém logistickém řetězci a radiofrekvenčním identifikátorům, jejichž potenciálem využití v Alze.cz a.s. se zabývá tato práce. RFID je takzvanou „technologíí budoucnosti“, skýtající mnoho výhod oproti čárovým kódům. I proto ji začalo již využívat mnoho mezinárodně významných firem ve svém logistickém řetězci.

## 2.1 Optické technologie automatické identifikace

Jednou z nejpoužívanějších technologií automatické identifikace je optická. Ta využívá k identifikaci principu odrazu a pohlcování světla, které dopadá na nosič kódu a světlo a citlivými přístroji je dekodováno. Ve většině případů se s ní setkáváme v podobě štítků s čárovým kódem umístěných na daném zboží, které je skenováno buďto stacionárními čtečkami (maloobchod) nebo mobilními čtečkami vhodnými k nošení (skladníci v logistickém centru). Využití nachází zejména v maloobchodě v podobě čárových kódů umístěných na zboží, ve službách (kupříkladu na obalech knih v knihovně) či v logistice na paletách a samotném zboží. Poslední dobou se dále zvedá obliba QR kódů zejména ve spojení s mobilními technologiemi, kde se využívá zejména možnost uložení velkého množství rozličných dat do jednoho kódu. V neposlední řadě se s optickými technologiemi setkáváme při skenování tištěných dokumentů, kupříkladu faktur či důležitých dokumentů, které chceme převést do digitální podoby pro budoucí využití. [15]

Mezi optické technologie automatické identifikace řadíme:

### 2.1.1 OCR (*Optical Character Recognition*)

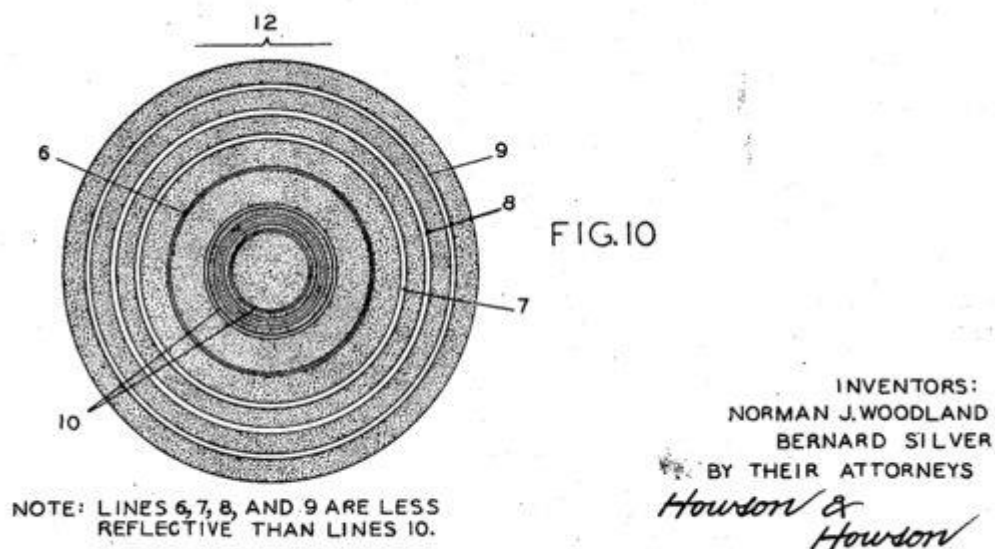
OCR, neboli optické rozpoznávání písma je považováno za jednu z nejstarších metod automatické identifikace. Pomocí scanneru nebo CCD kamer umožňuje převod naskenovaného obrázku s původním tištěným textem do podoby textového dokumentu, s nímž pak lze pracovat jakožto s normálním počítačovým textem. CCD kamery narozdíl od scanneru umožňují zároveň i čtení čárových kódů. [17]

Převod tištěného textu do digitální podoby skýtá řadu výhod. Se samotným textem můžeme pracovat, přepisovat ho a jinak upravovat, či v něm vyhledávat slovní spojení. Díky digitální podobě je možné ho ukládat jak do samotného zařízení, tak i sdílet s jinými zařízeními či uložit na přenosné médium. To nám nabízí další výhodu v podobě životnosti samotného dokumentu, kdy není nutné ho po určité době restaurovat kvůli vyschlému tiskařskému inkoustu a je odolný i vůči jiným vlivům, kupříkladu fyzikálním.

## 2.1.2 Čárový kód

### Historie

Prvotní myšlenka čárového kódu se datuje do roku 1948. V tu dobu obdržel Drexelův technologický institut žádost od místního majitele obchodních řetězců na výzkum metody automatického čtení informací o zboží při placení. Této příležitosti se chytli dva studenti Drexelova technologického institutu Norman Joseph Woodland a Bernard Silver a přišli s metodou použití inkoustu citlivého na ultrafialové světlo, jejíž podobu můžeme vidět na obrázku číslo 2. Po prvotních neúspěších se jim v roce 1949 podařilo sestavit funkční prototyp a po třech letech čekání jim byl roku 1952 přiznán patent. [18] [19]



Obrázek 2: Původní podoba čárového kódu [19]

Do dnešní podoby se čárový kód vyvinul v 60. letech 20. století, ovšem pro širší využití se čekalo na zavedení průmyslových standardů, které přišlo roku 1973. V té době byl vytvořen výbor, který měl za úkol vybrat standardizovaný kód, jež by se začal využívat. Z celkového počtu sedmi předložených návrhů byl vybrán návrh UPC (Uniform Product Code) od společnosti IBM. Ten se skládal z dnešní podoby lineárních čárových kódů a 12 číselných znaků, které byli přiřazeny každému jednotlivému výrobku. [20]

Standardizace na evropském kontinentu přišla v roce 1977, kdy se společně dohodlo dvanáct zemí na zavedení jednotného identifikačního standardu v podobě čárového

kódu o třinácti číslicích EAN13 a zároveň na založení institutu k jeho spravování International Article Numbering Association. [21]

Pomyslný „upgrade“ lineárního čárového kódu nastává roku 1994, kdy tým vývojářů pod vedením Masahira Hary ze společnosti Denso Wave představil Quick Response kód, neboli QR kód. Oproti lineárnímu 1D čárovému kódu přinesl QR kód větší možnosti v kontextu uložení dat, kdy bylo možné zaznamenat rozličné druhy informací do jednoho maticového kódu, který reprezentuje informace ve dvou směrech: vertikálně a horizontálně. [22]

Spolupráce na globální úrovni nastala až roku 1995, kdy americká a evropská strana podepsali dohodu o vzájemné spolupráci. Ta vyvrcholila roku 2005, kdy se systém standardů začal globálně nazývat GS1. [20]

### **Dělení čárových kódů**

Za dobu sedmdesáti let své existence vzniklo mnoho druhů čárových kódů, které se dají dělit podle rozličných hledisek, a proto bylo nutné je rozřadit do skupin. Toto rozřazení si následně probereme a vysvětlíme. [16] [23] [24] [25]

Dělení podle struktury:

- **lineární kódy:** (1D), přičemž informace čárového kódu se čte v jedné rovině (EAN13)
- **dvoudimenzionální kódy:** (2D), přičemž informace se čte jak vertikálně, tak i horizontálně (QR kód, Maxi Code)
- **třídimenzionální kódy:** (3D), přičemž informace se čte v prostoru s využitím hloubkových rozdílů v kódu

Dělení podle možnosti zakódování jednotlivých znaků:

- **numerické:** skládající se pouze z číselných znaků
- **numerické se speciálními znaky:** skládající se z číselných znaků a speciálních znaků



- **alfanumerické:** skládající se z číselných znaků s abecedními znaky

Dělení podle hustoty zápisu, kde  $X$  určuje hustotu čárového kódu (šířka modulu v mm):

- **vysoká hustota:**  $0,19 < X < 0,23$
- **střední hustota:**  $0,24 < X < 0,29$
- **nízká hustota:**  $0,30 < X < 0,49$

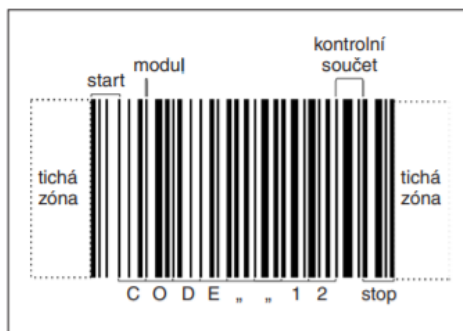
Dělení podle způsobu využití:

- **využívané v obchodu:** kupříkladu EAN13
- **využívané v průmyslu:** kupříkladu Code36

### Struktura čárového kódu

Čárový kód je štítek skládající se z vytištěných tmavých čar přesně definované šířky a světlých nepotištěných mezer, k jejichž čtení se využívají statické či mobilní snímače, pracující na principu červeného či infračerveného světla. Toto světlo je pohlcováno tmavými čarami a odráženo světlými mezerami a dochází k převodu daného kódu do digitálního obrazu. Ten pak porovná s uloženými informacemi v databázi a vyhodnotí shodu. [26] [27]

V následující části si probereme strukturu lineárního (1D) čárového kódu: [28] [29]



Obrázek 3: Struktura lineárního čárového kódu [28]

**X dimenze (modul)** ... jedná se o označení pro nejužší element kódu, jedná se o čárku či mezeru, přičemž šířka ostatních čar a mezer je definována jako násobek modulu

**Tichá zóna (světlé pásmo)** ... jedná se o okolí před start a po stop znaku, ve kterém se nesmí nacházet žádná čára, zajišťuje čitelnost kódu a měla by mít šířku desetinásobku modulu

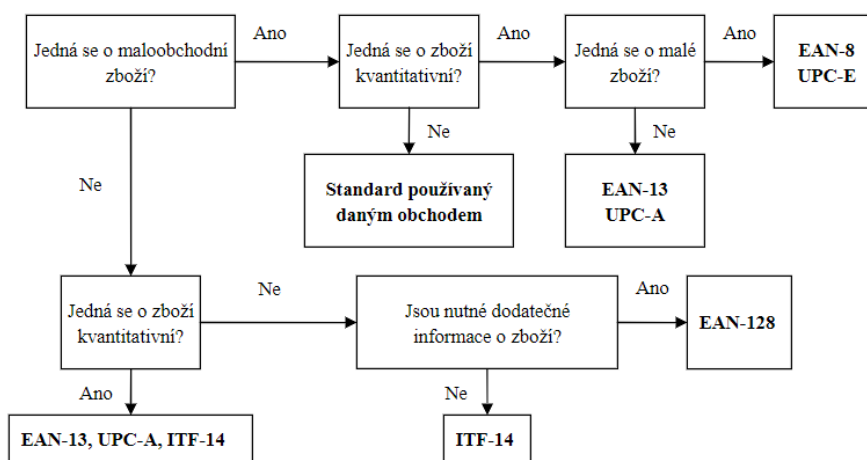
**Start, Stop** ... znaky určující začátek a konec čárového kódu

**Kontrolní součet** ... sloužící ke zjištění, zda byl kód správně detekován a přečten

### Lineární (1D) čárové kódy

*„Lineární kódy našly široké uplatnění ve sféře obchodu včetně distribučních a obchodních logistických řetězců i v průmyslu. Mají však omezení v objemu dat, jež mohou nést, v rozměrech, ve směrech, jimiž je lze snímat, v možnosti oprav chyb a nehodí se do agresivního prostředí. Proto byli vyvinuty zahuštěné lineární kódy, u nichž je zvýšení kapacity dosaženo komprimací běžných lineárních kódů.“ [16]*

Jelikož se na trhu vyskytuje vysoké množství druhů lineárních čárových kódů, v této kapitole si popíšeme ty nejvyužívanější. Na následujícím obrázku číslo 4 můžeme vidět vývojový diagram, jehož účelem je pomoc při výběru správného čárového kódu pro dané zboží, navržený ve studii vysoké školy Liaoning Provincial college of communications.



Obrázek 4: Vývojový diagram výběru lineárního čárového kódu [30]

## EAN-13 / EAN-8

Kód EAN-13 (European Article Numbering) se považuje za nejznámější a nejvyžívanější druh čárového kódu, přičemž byl vytvořen jakožto nadstavba amerického kódu UPC-A s rozšířením o jeden znak. Jedná se o lineární numerické kódy s délkou datového pole 13 znaků. V těch dokáže kódovat číslice od 0 do 9, přičemž každá čísle zobrazuje dvě čáry a dvě mezery. EAN-13 kód je využíván především k identifikaci spotřebitelských a obchodních jednotek, případně ke snímání na POS (Point of Sale – místo prodeje, pokladní terminál). [26]

Pod označením EAN se vyskytuje ještě kód EAN8, který funguje na podobném principu, používá však datové pole o délce 8 znaků a využití nachází u menších výrobků, kde není potřeba uložit větší množství informací o výrobku. [26]



Obrázek 5: EAN-13 [28]

Kód EAN-13 zobrazený na obrázku číslo 5 se skládá z následujících částí. První 3 pozice obsahují kód mezinárodního prefixu (Česká republika má přiřazen kód 859), následujících 4 až 6 pozic obsahují kód fixní identifikace firmy (kód výrobce), která je přidělena od mezinárodního orgánu pro standardizaci čárových kódů GS1. Dalších 3 až 5 pozic obsahuje identifikaci položky (kód zboží), který je definován firmou vyrábějící daný výrobek. Poslední pozice obsahuje povinnou kontrolní číslici. [31]

## ITF-14 / GS1-128 (EAN-128)

Kódy ITF-14 a GS1-128 fungují na podobných principech a nacházejí využití především u identifikace obchodních a logistických jednotek. [26]

ITF-14 figuruje jakožto lineární numerický kód s pevnou délkou datového pole 14 znaků tvořený z číslic 0 až 9. Každá číslice zde reprezentuje buď pět linek nebo pět mezer, přičemž znaky se kódují v párech (první znak páru se kóduje linkami a druhý mezerami). Využívá se především tam, kde je možné zaznamenat pouze základní informace o obchodní jednotce. [26]



Obrázek 6: ITF-14 [31]

U GS1-128 se jedná o lineární alfanumerický kód s proměnnou délkou datového pole o maximální možné délce 48 znaků. Díky tomu dokáže uložit mnohem větší množství informací a využívá se především pro logistické jednotky, kde dokáže uložit informace typu číslo dodávky, datum výroby, minimální trvanlivost, komu má být zboží zasláno či hmotnost logistické jednotky. [31]



Obrázek 7: GS1-128 [26]

## UPC-A / UPC-E

Kód UPC-A je další evolucí kódu UPC vyvinutého v Americe v 70. letech 20. století, kdy byl používán v potravinářském průmyslu. Zatímco kód EAN je používán především v Evropě, UPC-A nachází uplatnění především v Americe a Kanadě. Tak jako u kódu EAN se jedná o lineární numerický kód, avšak pouze s délkou datového pole o 12 znacích. Využití nachází při identifikaci spotřebitelských a obchodních jednotek na americkém trhu a snímání na POS. [26] [28]

Stejně jako u standartu EAN i zde existuje druhá varianta s označením UPC-E, využívaná především k identifikaci menších spotřebitelských jednotek. [31]



Obrázek 8: UPC-A [31]

Kód UPC-A zobrazený na obrázku číslo 8 se skládá z následujících částí. První 2 pozice obsahují kód mezinárodního prefixu, následujících 5 pozic neměnné identifikace firmy (přidělených od GS1 US). Dalších 5 pozic zaujímá identifikace položky definovaná firmou. Posledním pozice obsahuje povinnou kontrolní číslici. [31]

### **Code 39 / Code 128**

Čárový kód Code 39 byl vyvinut jako první plně alfanumerický kód roku 1974. Díky tomu je schopen zaznamenávat číslice od 0 do 9, písmena od A do Z a speciální znaky (\$ + % . ), přičemž hvězdička (\*) je vyhrazen pro znaky start a stop. Využití nachází především v automobilovém průmyslu, identifikaci členských nebo zákaznických karet, inventarizaci majetku či ve zdravotnictví. [26] [31]



Obrázek 9: Code 39 [32]

V určitých modifikacích nachází kód Code 39 využití také například u Ministerstva obrany Spojených států amerických jakožto LOGMARS (Logistics Applications of Automated Marking and Reading Symbols). [26]

Na stejném principu jako kód Code 39 funguje i Code 128, nacházející uplatnění v logistice či pro označování patentů. [31]

## **Dvoudimenzionální (2D) čárové kódy**

Dvoudimenzionální (2D) čárové kódy umožňují rozdílení od lineárních čárových kódů, kde jsou data ukládána na jedné ose ukládat informace v rovině, tudíž vertikálně a horizontálně. Většinou mají podobu čtverce či obdélníku, díky čemuž jsou schopny uchovat datová pole o řádech tisíců pozic. [16]

*„Čárové 2D kódy kombinují přednosti 1D čárových kódů s podstatně větší kapacitou pro samotný informační obsah zprávy. Díky tomu čárové kódy tohoto typu umožňují řešit úlohy, u nichž nelze nebo není vhodné použít připojení k databázovému zdroji (serveru). S těmito kódy se lze setkat např. při označování materiálu na montážní linkách nebo ve farmaceutickém průmyslu“ [28]*

Díky své podobě a možnosti čtení v obou směrech v rovině je dvoudimenzionální čárový kód schopen uložit numerické, alfanumerické i speciální znaky, avšak na rozdíl od lineárních čárových kódů dokáže zároveň i uložit azbuku, japonské či čínské znaky, díky čemuž se jeho využití těší velké popularitě zejména v zemích východní Evropy a asijských zemích. [33]

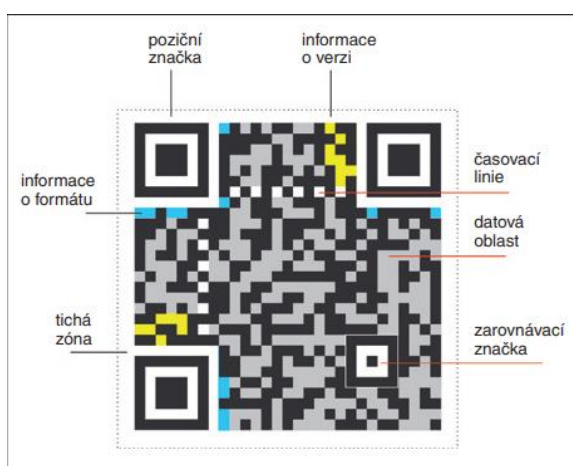
V neposlední řadě je 2D čárový kód schopen zakódovat i obrázky, adresy webových stránek či kupříkladu hlasové typy dat. [33] Tím se stává opravdu multifunkční technologií automatické identifikace, kdy nachází využití při autentifikaci vstupu na kulturní akce, nákupu jízdenek či pro označování turisticky zajímavých míst typu památek, kdy vám po načtení kódu vyjedou informace o dané památce a lokalitě. V momentální situaci v souvislosti s pandemií Covidu-19 nachází 2D čárové kódy využití v podobě certifikátů o očkování či negativních PCR testech.

Mezi nejvyužívanější dvoudimenzionální kódy řadíme QR kód, Aztec kód, Data Matrix a PDF 417. Vzhledem ke kontextu bakalářské práce se zde podrobněji zaměříme pouze na QR kód, který je obecně nejvyužívanější.

## QR kód

QR kód, neboli Quick Response kód je považován za nejpoužívanější dvoudimenzionální kód. Jedná se o čtvercový maticový symbol v praxi využívaný především pro zakódování URL adresy, která vás navede na další informace o daném objektu. [34]

QR kód lze najít v provedeních od nejmenší verze 1 o rozměrech 21 x 21 modulů po největší verzi 40 o rozměru 177 x 177 modulů. Maximální kapacita verze 40 je 4 296 alfanumerických znaků, 7 089 číslic nebo 2 953 bajtů pro binární zápis. [28]



Obrázek 10: Struktura QR kódu [28]

Čtvercový QR kód ve tvaru matice zobrazený na obrázku 10 se skládá v první řadě ze tří čtyřúhelníků ve vrcholech, které fungují jakožto poziční značky, které jsou odděleny bílými pruhy tzv. tichou zónou. V její blízkosti se nachází menší část s informacemi o formátu a dané verzi QR kódu. Další důležitou částí QR kódu jsou poziční značky, zajišťující zjištění natočení daného obrazce pro správné přečtení čtečkou. Následuje časovací linie, určená ke kontrole rozměru kódu. Zbytek prostoru vyplňuje datová oblast, skládající se z černých a bílých čtverců. [28] [35]

## 2.2 Radiofrekvenční a indukční technologie automatické identifikace

Další technologií automatické identifikace je radiofrekvenční, případně indukční. Ty pracují na velice podobném principu, přičemž radiofrekvenční využívá k identifikaci

principu radiového signálu, který vzbuzuje v identifikačním štítku (tagu) odpověď srozumitelnou pro přijímač signálu. Induktivní technologie místo radiového signálu využívá elektromagnetické indukce. [15] Informace jsou zde uloženy v čipu s anténou, které dohromady tvoří tag, umístěný na identifikovaném objektu. Číslo uložené v tagu je oproti čárovým kódům unikátní a je schopno od sebe odlišit jedinečné kusy jednoho druhu výrobku. [36]

## **2.2.1 RFID (Radio Frequency Identification)**

### **Historie**

První využití RFID se datuje k období druhé světové války, kdy bylo využíváno k detekci letadel přilétajících na základnu. V té době však ještě nedokázali určit, zda patří Spojencům nebo Německu. Této myšlenky využila Sovětská špionážní jednotka, která RFID využila ke špionáži na americkém velvyslanectví k odposlechům. To se jim podařilo díky pasivnímu RFID tagu ukrytému v pečetě, která bez drátů a baterií nebyla podezřelá. [37]

Po zjištění tohoto aktu se RFID technologie stala součástí studené války, díky které nastal velký „boom“. O technologii se začalo více mluvit, následovaly prezentace a vědecké články. [37]

Patentování se technologie dočkala roku 1973 díky Mario. W. Cardullovi, který přišel aktivním RFID tagem s přepisovatelnou pamětí. Na to navázal Charles Walton s pasivním RFID tagem, s využitím na otevření dveří bez klíčů. [38]

Díky patentům následoval masivní rozvoj RFID technologie, ať už v soukromém či veřejném sektoru. Využití technologie nacházela při označování nákladních vagónů v Americe, sledování jaderného materiálu či hlídání hospodářských zvířat. [38]

O další pokrok se postaral Massachussetský technologický institut (MIT), který roku 1999 otevřel Auto – ID středisko, jehož cílem byla standardizace formátu kódovaných dat u RFID. Vědcům se tehdy podařilo propojit RFID tag s databází ONS (Object Name System), díky čemuž se značně rozšířilo využití RFID technologie. První test přitom probíhal s mikrovlnnými troubami, kdy se po vložení jídla s RFID tagem do trouby načel tag do databáze, došlo k identifikaci objektu a zvolil se vhodný režim pro daný pokrm.

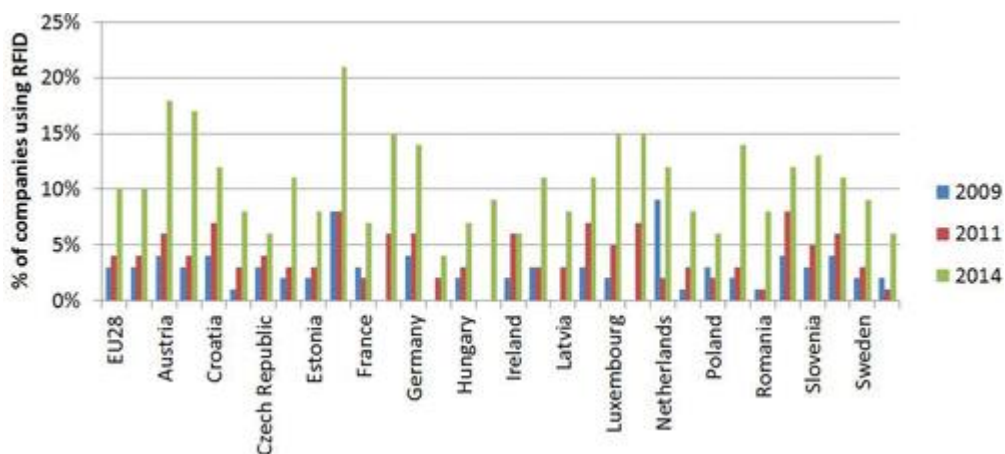


Po tomto úspěchu následovalo zaměření na snížení ceny RFID technologie. Toho se v Auto – ID snažili docílit optimalizací výrobního procesu a zmenšením velikosti RFID tagu. Toho se jim podařilo dosáhnout přesunutím většiny uložených dat do databáze, přičemž tag zůstal pouze jako lokátor pro propojení s databází. Díky tomu se mohl zmenšit a zjednodušit a tím se i snížili výrobní náklady. [37]

Po shlédnutí pokroků v Auto – ID se ke standardizaci a vylepšování přidala i mezinárodní organizace ISO (International Organization for Standardization), která se zaměřila především na normy v oblasti tagů, čteček či zapisování dat. [37]

S dostupnou standardizací a normami nastal čas pro zapojení velkých mezinárodních firem. V tomto směru udělala první velký krok roku 2005 společnost Wal-Mart, která požadovala od svých 100 největších dodavatelů přechod z čárových kódů na RFID technologii. [39]

Celkovým rozšířením této technologie v Evropě se zabývala v roce 2016 studie RFID usage in European enterprises and its relation to competitiveness: Cluster analysis approach, přičemž zkoumala procentuální využití RFID technologie firmami v daných zemích a její nárůst během let 2009, 2011 a 2014. Její výsledky můžeme vidět na následujícím grafu. [40]

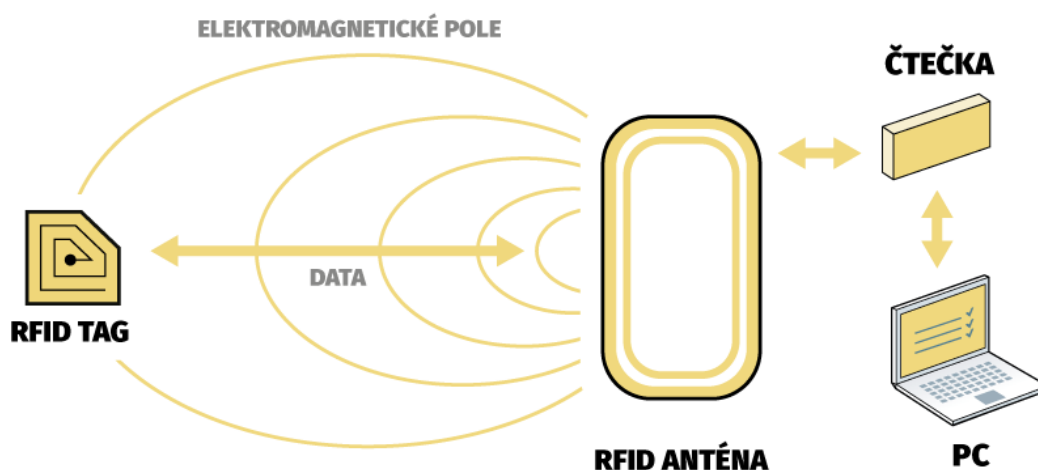


Graf 2: využití RFID v rámci podniků v Evropě 2009 – 2014 [40]

I přes zjevné výhody této technologie panují určité obavy z hlediska ochrany soukromí cílových zákazníků. Ať už se jedná o věci marketingu zaměřené na cílenou reklamu, či neautorizované čtení RFID tagu, kvůli čemuž se k tagům v poslední době zavádí šifrování. [38]

## Popis fungování RFID

RFID je technologie automatické identifikace, která umožňuje automaticky identifikovat objekty, sbírat data a z nich vyplývající informace a ty následně využít v podnikových informačních systémech. K tomu využívá rádiovou komunikaci mezi dvěma základními prvky této technologie – tagem (štítkem, transpondérem) umístěným na daném objektu a mobilní či stacionární čtečkou, na které je umístěna anténa. Ta vysílá radiový signál, zatímco tag na něj odpovídá vysláním svého identifikačního čísla a dat v něm obsažených, přičemž dále čtečka spolupracuje s podnikovým informačním systémem. [36] [41]



Obrázek 11: Popis fungování RFID [41]

## Frekvence RFID

Frekvence radiových vln je důležitou částí při výběru RFID systému. Každá ze 3 nejčastěji využívaných frekvencí u RFID má svoje výhody a nevýhody, které si následně rozebereme. Mezi ty může patřit kupříkladu maximální vzdálenost čtení, prostupnost jednotlivými materiály (kov, voda), rychlost přenosu či rychlost snímání a přepisování dat. [42]

V následující tabulce můžeme vidět porovnání 3 nejvyužívanějších frekvencí, tudíž LF (Low Frequency / nízkofrekvenční), HF (High Frequency / vysokofrekvenční) a UHF (Ultra-High Frequency / ultravysokofrekvenční). [36]

Tabulka 1: RFID frekvence, vlastní zpracování [42] [43] [44]

| Název                        | LF   | HF   | UHF   |
|------------------------------|--|--|---|
| Rozsah frekvence             | 30 KHz - 300 KHz   | 3 MHz - 30 MHz   | 300 MHz - 1000 MHz  |
| Využívané frekvence pro RFID | 125 KHz / 134,2 KHz  | 13,56 MHz  | 433 MHz /<br>800 MHz - 960 MHz  |
| Čtecí vzdálenost             | maximálně 0,5 m  | maximálně 1 m  | maximálně 10 m  |
| Obecné informace             | nejstarší druh, nejdražší, výhradně pasivní tag, nízká rychlost čtení, bez bezpečnostních standardů, schopné uložit pouze malé množství dat, dobrá průchodnost všemi materiály | relativně levné, možnost antikolizní funkce k usnadnění čtení více tagů zároveň, relativně dobrá přenosová rychlost, dobrá průchodnost materiály až na kov a vodu, | nejlevnější, pasivní (kratší čtecí vzdálenost, delší životnost) i aktivní (delší čtecí vzdálenost, životnost 3-5 let) tagy, vysoká přenosová rychlost, špatná prostupnost zkrv kov a kapaliny |
| Využití                      | sledování zvířat, autorizace přístupu, automobilový průmysl, zdravotnictví   | NFC, pasy, kreditní karty, sledování majetku, zavazadla u letectví   | supply chain, trackování závodníků, průmysl, doprava  |

## Standardy

Standardy podobně jako u čárových kódů byly zavedeny pro možnost vzájemné kooperace mezi všemi systémy RFID i od různých výrobců. Díky standardům se nám nabízí jednotný komunikační protokol pro přenos dat a vzájemnou interoperabilitu mezi jednotlivými součástmi RFID systémů, ale také jednotný obsah paměti tagu a jeho zabezpečení. [36]

Díky standardům mohlo v novodobé historii dojít k masivnímu rozšíření RFID technologie, snížili se značně její pořizovací náklady a naskytla se možnost využít ji ve všech možných odvětvích.

Mezi nejvýznamnější organizace pro standardizaci RFID systémů patří ISO (International Organization for Standardization / mezinárodní organizace pro standardizaci) a EPC (momentálně patřící pod organizaci GS1 zmíněnou již u čárových kódů). [45]

## **EPC**

*„EPC (Electronic Product Code / elektronický kód produktu) poskytuje uživatelům možnost rychlé, přesné a jednoznačné identifikace objektů v globálním dodavatelském řetězci pomocí technologie RFID.“* [46]

EPC obsahuje kombinaci GTIN (Global Trade Identification Number) a sériového čísla daného výrobku, kteří se dohromady označují jakožto SGTIN. To nám dává velký rozdíl oproti čárovému kódu, kdy nám SGTIN umožňuje označit každý jednotlivý kus unikátně, zatímco u čárového kódu nejde rozlišit jednotlivé kusy z jedné série výrobků. [45]

EPC standardizace se rozděluje do tří hlavních částí. První z nich je frekvence, kdy každé z frekvenčních pásem (LF, HF, UHF) využívá jiné hodnoty podle regionu. Druhou částí je standardizace tagů. Zde EPC rozděluje tagy do takzvaných tříd od 0 po 5, přičemž jde vzestupným směrem podle náročnosti využití technologie od nejjednodušších tagů (pasivní pouze pro čtení) až po nejsložitější tagy. Poslední hlavní částí EPC standardizace je obsah paměti tagu. Toto rozdělení je podrobněji zobrazeno na obrázku číslo 12. [46]

| I. FREKVENCE / VÝKONY – REGIONY                        |   |
|--|---|
| <b>Region 1</b>  |   |
| <b>Evropa (CEPT)</b>                                   | <b>Jižní Afrika</b>   |
| 869,4 – 869,65 MHz / 0,5 W                             | 869,4 – 869,65 MHz / 0,5 W                                  |
| 865,6 – 867,6 MHz / 2 W                                | 915,2 – 915,4 MHz / 8 W                                     |
| <b>Region 2</b>  |   |
| <b>USA, Kanada a Mexiko</b>                            | <b>Střední a jižní Amerika</b>                              |
| 902 – 928 MHz / 4 W                                    | 902 – 928 MHz / 4 W   |
| <b>Region 3</b>  |   |
| <b>Austrálie</b>                                       | <b>Nový Zéland</b>  |
| 918 – 926 MHz / 1 W                                    | 864 – 868 MHz / 4 W   |
| <b>Japonsko</b>  | <b>Jižní Korea</b>  |
| 950 – 956 MHz / 4 W                                    | 910 – 914 MHz / 4 W   |
| Zbytek Asie – Stejný rozsah jako Evropa                |   |
| II. TYPY TAGŮ – TŘÍDY                                  |   |
| Třída tagu   | Popis   |
| <b>Class 5</b>   | Stejně jako Class 4 + schopnost komunikace s pasívními tagy |
| <b>Class 4</b>   | Stejně jako Class 3 + aktivní komunikace                    |
| <b>Class 3</b>   | Stejně jako Class 2 + zdroj energie                         |
| <b>Class 2</b>   | Zapísování, čtení   |
| <b>Class 1</b>   | Jeden zápis, čtení  |
| <b>Class 0</b>   | Pouze čtení   |
| III. OBSAH TAGU – EPC PAMĚŤ                            |   |
| <b>sGTIN</b> – sériové globální číslo obchodní položky |   |
| <b>sGLN</b> – sériové globální lokalizační číslo       |   |
| <b>SSCC</b> – sériové číslo logistické jednotky        |   |
| <b>GRAI</b> – globální identifikátor vratné položky    |   |
| <b>GDTI</b> – globální identifikátor typu dokumentu    |   |
| <b>GIAI</b> – globální identifikátor majetku           |   |
| <b>GSRN</b> – globální relační číslo služeb            |   |

Obrázek 12: EPC standardizace [46]

## ISO

ISO (International Organization for Standardization) je mezinárodní nevládní organizace zaměřující se na normalizaci a udávání mezinárodních norem v oblastech typu technických specifikací, norem řízení kvality, či oblasti bezpečnosti. [47]

Mezi nejvýznamnější normy v rámci RFID od organizace ISO patří ISO 18000, zaměřující se především na komunikaci mezi tagem a čtečkou, ISO 15693 určené pro obecné využití a ISO 1443 určené pro identifikaci osob. [45]

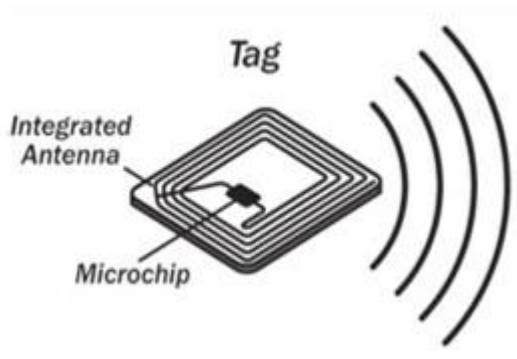
Vzhledem k zaměření bakalářské práce se zde podíváme především na normu ISO 18000, která se v logistice využívá.

- **ISO 18000:** nejznámější standardizace pro RFID od ISO, zaměřená na vzájemnou komunikaci mezi čtečkou a tagem. Je rozdělena na 7 částí, které se zabývají především standardizací vzdušného rozhraní, nebo-li frekvencí. Díky ISO 18000 je zajištěna interoperabilita mezi jednotlivými komponenty

RFID systémů, ať už se jedná o šířku pásma obsazeného kanálu, kódování dat či přenosovou rychlost. [45] [46]

## RFID tag

RFID tag, jinými názvy transpondér či štítek, je označován jakožto nosič informace. Skládá se ze tří hlavních částí. První z nich je čip RFID, jehož funkcí je ukládat a zpracovávat informace a dále modelovat radiofrekvenční signály. Druhou částí RFID tagu je anténa, která slouží k přijímání a vysílání radiofrekvenčního signálu. Poslední hlavní částí RFID tagu je zapouzdření. To umožňuje připevnit tag na daný výrobek a zároveň ho chrání před vnějšími vlivy – ať už proti fyzikálním vlivům typu vysoké teploty či proti mechanickému poškození. [36]



Obrázek 13: RFID tag [48]

Stejně jako u čárových kódů dělíme RFID tagy podle rozličných kritérií.

Podle možnosti zápisu můžeme dělit RFID tagy na: [36] [42] [49]

- **read-only (R/O):** tyto tagy umožňují pouze čtení informace uložené v tagu, podobně jako u čárových kódů. Už při výrobě čipu dostávají své unikátní sériové číslo, které je neměnné a nelze jej aktualizovat. Většinou nemají další paměť a používají se v odvětvích kde je nutná jen jednoduchá identifikace. Díky své jednoduchosti se řadí mezi nejlevnější provedení tagů. V dnešní době není tento tag již moc často využíván.

- **write-once, read-many (WO/RM):** výhodou WO/RM oproti R/O je možnost naprogramování samotného tagu až u cílové firmy podle jejich vlastních potřeb využití.
- **read-write (R/W):** nejpokročilejší technologie podle druhu zápisu. Uživatel je schopen data opakovaně číst i libovolně opakovaně přepisovat a měnit. K tomu slouží uzpůsobený čip, který je schopen uchovat velké množství paměti až v řádech megabitů. Dle Bankse se R/W tagy často využívají společně s R/O, kdy tvoří vzájemnou kombinaci (označení přepravky R/O tagem a výrobků v ní R/W tagem).

Druhá možnost dělení je podle zdroje napájení samotného tagu. Zde se tagy dělí na:

### **Pasivní tag**

Definujícím prvkem pasivních RFID tagů je absence zdroje energie přímo v tagu. Tu získává tag až po přijmutí radiového signálu z antény umístěné na čtecím zařízení, který se přemění na i elektrickou energii v tagu. Ta se přesune z antény tagu do čipu, který se aktivuje a generuje signál zpět do antény čtecího zařízení. Na rozdíl od aktivních tagů obsahuje pasivní tag pouze 2 hlavní součástky – anténu tagu a čip. Díky absenci baterie nabízí tag vysokou životnost a ze všech druhů nejmenší potřeby jak na údržbu, tak i na pořizovací náklady. Čtecí vzdálenost se měří až v rámci metrů, záleží na použité frekvenci. [42] [50]

Obecně se pasivní tagy dají dělit do několika základních kategorií: [26] [42] [50] [51]

- **inlay:** provedení tagu ve formě „polotovaru“, kdy dojde k zalaminování čipu a antény do tenké fólie. Provedení inlay se dále může dělit podle provedení výroby na suchý či mokrý v závislosti, je-li při jeho výrobě dodáno lepidlo. Inlay funguje jakožto nejzákladnější forma RFID tagu a je-li potřeba, použije se zapouzdření ke zvýšení fyzikální či mechanické odolnosti a vzniká hard-tag.



Obrázek 14: RFID inlay [50]

- **label:** někdy také zvaný Smart label, patří dnes mezi nejpoužívanější typy RFID tagů, především díky nízkým pořizovacím nákladům. Label funguje jakožto dvouvrstvý štítek, přičemž spodní vrstvu tvoří inlay ve formě antény a čipu, který je překrytý druhou papírovou vrstvou, na kterou je možné tisknout další informace o objektu, případně čárový kód, využívá-li firma obě technologie zároveň. V případě potřeby vyšší odolnosti je možné dodat třetí plastovou vrstvu a zalaminovat celý label přímo na objekt. Většinou je label nalepen přímo na daný objekt (paleta, výrobek). Buďto si ho firmy můžou sami tisknout na RFID tiskárnách nebo je dodáván ve formě samolepícího štítku v rolích.



Obrázek 15: RFID label [52]

- **hard-tag:** v provedení hard-tag se jedná o spojení inlaye se zapouzdřením. To funguje na jedné straně jakožto ochrana proti fyzikálnímu či mechanickému poškození a zároveň umožní budoucí manipulaci s RFID tagem a jeho připevnění k finálnímu objektu. Zapouzdření může být vyrobeno z různých materiálů, nejčastěji z plastu z důvodu nízkých pořizovacích nákladů, dále například papírové (label) či keramické zapouzdření pro velkou odolnost. V tomto provedení můžeme RFID tag najít například v podobě náramků (aquaparky, kulturní akce), karet (autentizace vstupů), či mincí (autentizace vstupů, kantýny).





Obrázek 16: RFID hard-tag [53]

## Aktivní tag

Hlavním rozdílem oproti pasivním tagům je přítomnost interní baterie umístěné v tagu. Tu využívá k napájení čipu umístěného v tagu, který je schopen s pomocí antény vysílat signál do čtecího zařízení. Díky přítomnosti baterie je vzdálenost tohoto signálu měřena v desítkách metrů a paměť samotného tagu je větší. Životnost baterie se odhaduje podle výrobní technologie a druhu na řády jednotek let. Oproti pasivním tagům je zde nevýhoda vyšších pořizovacích nákladů a nutné výměny baterie po expiraci její životnosti. Baterie s sebou dále nese nevýhodu většího rozměru tagu oproti pasivním tagům. Využití nachází například u kontejnerové lodní dopravy. [42] [50]

Aktivní tagy lze dělit do dvou kategorií: [50]

- **transponders (transpondéry):** fungují na principu podobném pasivním tagům. Tag s baterií se zde aktivuje při přijetí signálu od čtecího zařízení. Díky tomu je možné šetřit baterií i samotný tag, nenachází-li se v blízkosti čtecího zařízení a je dosaženo vyšší životnosti. Využití nachází například u bezkontaktního placení mýtného.



Obrázek 17: RFID transpondér [54]

- **beacons (majáky):** na rozdíl od transponders vysílají beacons signál v pravidelných časových intervalech (většinou v řádech jednotek sekund) a to neohledně na přítomnost čtecího zařízení. Jedná se o nejdražší druh tagu a z toho důvodu je využíván buďto u dražších komodit (těžba ropy, plynu) nebo u zboží, kde je nutný neustálý dohled (kontejnery se zbožím vyžadujícím určitou teplotu, kterou tag zaznamenává a odesílá do kontrolního systému).



Obrázek 18: RFID beacon [55]

## RFID čtečky

RFID čtečky (čtecí zařízení) slouží k přenosu informace z RFID tagu do podnikových informačních systémů a naopak. Skládají se z antény, která může být buďto integrovaná či externí (u statických čteček je často využívána možnost externího použití více antén v různých umístěních a směrech pro lepší pokrytí dané oblasti), radiového rozhraní určeného ke zpracování radiového signálu (demodulace, modulace, přenos, příjem) a řídicí jednotky. [42]

Čtečka nemusí pouze informace zpracovávat a předávat do podnikových informačních systémů, ale zároveň dokáže informace do tagů zapisovat, jedná-li se o přepisovatelný tag. Oproti čtečkám čárových kódů musí být čtečka RFID schopna zpracovat velké množství dat, načíst více tagů najednou, přičemž každý pouze jednou a dále ignorovat odražené signály. [36]

Mezi základní funkce čtečky můžeme zařadit: [36] [42]

- zpracovávat údaje z tagů a přenášet je do podnikových informačních systémů
- přepisovat informace v tagu, jedná-li se o přepisovatelný tag

- dodávat energii pasivním tagům

Čtečky můžeme dále dělit podle způsobu jejich mobility / imobility na: [36] [42]

- **stacionární:** definujícím prvkem stacionárních čteček je jejich nepřenosnost, nebo-li pevné připevnění k určitému místu, odkud dále pracují. Anténa stacionární čtečky bývá buďto integrovaná přímo ve čtečce, nebo může být externě umístěná ve vhodnější lokaci k lepšímu pokrytí signálu. Často se dodává čtečka s větším počtem antén pro ideální pokrytí signálem dané lokace. V oblasti logistiky je nejčastější využití u dopravníkových pásů a oblasti nakládky či vykládky.
- **mobilní:** s mobilními čtečkami narozdíl od stacionárních může zaměstnanec libovolně manipulovat. Anténa je zde integrovaná přímo ve čtečce. Většinou fungují bezdrátově na energii z baterií. S podnikovými informačními systémy komunikují pomocí Wi-fi signálu, dokáží ale i pomocí kabelu či po ethernetové síti. Mobilní čtečky nejčastěji využívají skladníci ve skladech.

### 2.3 Magnetické technologie automatické identifikace

Magnetická technologie pracuje na principu magneticky zakódovaných údajů do povlaků nebo proužků na kartách, které se čtou pomocí snímacích hlav. Jedná se o jednu z nejvyužívanějších technologií automatické identifikace. Nejčastěji se s touto technologií můžeme setkat na bankovních kartách, kde slouží k výběru hotovosti z bankomatu či bezkontaktní platbě. Dále je můžeme najít kupříkladu ve zdravotnictví či v oblasti služeb. [15]

### 2.4 Biometrické technologie automatické identifikace

Biometrické technologie fungují na principu rozeznání identity daného jedince podle jeho charakteristických znaků. Mezi ně patří identifikace pomocí otisku prstu, sítnice oka či rozeznání hlasu. Tyto údaje porovnávají s údaji uloženými v databázi a kontrolují shodu mezi těmito měřeními. Využití nachází především v oblasti security, ať už u zabezpečení budov při ochraně proti neautorizovaným vstupům či u elektronických zařízení obsahujícím citlivá data. [56]

# 3 Využití RFID technologie v logistice firmy Alza.cz a.s.

## 3.1 Porovnání RFID s čárovými kódy

V první sekci praktické části nejdříve porovnáme čárové kódy s RFID technologií. Zde se nabízí řada rozdílů, výhod a nevýhod, kterými se budeme dále zabývat.

Mezi primární výhody RFID technologie oproti čárovým kódům patří: [57] [58]

- hromadného načtení více tagů najednou
- načtení tagů bez nutnosti vizuálního kontaktu
- načtení tagů z vyšší vzdálenosti
- možnost načtení informací ale i jejich zápisu
- vyšší kapacita uložení dat do tagu
- rychlost čtení
- mechanická i fyzikální odolnost
- přenos dat i za zhoršených podmínek (prašné prostředí)
- možnost sledování objektů v reálném čase

Zároveň ale i RFID technologie skýtá jisté nevýhody či úskalí, mezi které patří:

- vyšší cena
- horší prostupnost signálu určitými materiály (kapaliny, kovy)
- potřeba testů před uvedením do provozu

Toto porovnání nám nadále pomůže při udávání důvodů pro zavedení RFID technologie.

## 3.2 Možné způsoby zavedení RFID do chodu logistiky firmy Alza.cz a.s.

V následující části si probereme možnosti, jak by se dalo RFID v logistice společnosti Alza.cz a.s. využít.

První z nich je využití na vratné přepravky. Jedná se o základní přepravní jednotku o velikosti 54,5 x 36,5 x 14,5 cm určenou pro menší a střední výrobky. Samotné přepravky putují po dopravníkových pásech skrz většinu logistických center firmy a dále na jednotlivé prodejny. Zde se nabízí využití RFID technologie díky vratnému mechanismu mezi logistickými centry a prodejny a velké škále dalších výhod. Toto první řešení by bylo finančně méně nákladné a implementačně jednodušší a skýtá menší rizika při realizaci.

Druhou možností by bylo využití RFID technologie na celý logistický řetězec, což by znamenalo využití jak na vratné přepravky, tak i na všechno zboží. To už by čítalo velký zásah do chodu firmy se značnou časovou i zdrojovou investicí, kdy by byla nutná kompletní restrukturalizace chodu logistických procesů. Zároveň by bylo nutné zvážit, zda by se jednalo i o smluvní dohodu s dodavateli o zavedení RFID, či by RFID tagy byli lepeny až u procesu kontroly v logistických centrech.

V následující části nejdříve vyjmenujeme obecné důvody, proč by zavedení RFID přineslo firmě užitek a platí pro obě daná řešení, přičemž poté vyjmenuje benefity pro jednotlivá řešení.

### **3.3 Obecné důvody pro zavedení RFID**

#### **Zrychlení chodu logistického řetězce**

Navážeme-li na myšlenku motta společnost Alza.cz a. s., které zní „objednat myšlenkou, doručit teleportem“, i zde by mohlo RFID řešení u obou případů pomoci.

Díky hromadnému načítání tagů bez nutnosti přímé viditelnosti při čtení s větší čtecí rychlostí by se dalo dosáhnout značného zrychlení u většiny procesů probíhajících v logistických centrech společnosti. Toto zrychlení by bylo patrné u většiny procesů probíhajících v logistických centrech společnosti (u varianty 2 by to bylo značně markantnější). Tím by se dalo pomoci k odstranění úzkých míst v logistickém řetězci a dochvilnosti při odesílání objednávek do určených míst, ať už jiných logistických center, prodejen či dalších míst logistického řetězce.

## **Snížení nákladů na pracovní sílu**

Na samotné zrychlení chodu logistického řetězce automaticky navazuje snížení nákladů na pracovní sílu.

V současné době společnost Alza.cz a.s. zaměstnává nemalé množství pracovních sil v logistických centrech. Zavedení RFID, ať už pro vratné přepravky či do celého logistického systému by díky hromadnému čtení tagů, možnosti čtení bez vizuálního kontaktu či rychlosti čtení by vedlo ke snížení počtu zaměstnanců pracujících na základních manuálních pozicích u procesů jako nakládka, vykládka či pickování.

Díky větší rychlosti by jeden zaměstnanec zvládl více pracovních úkonů v určitém časovém úseku a tím by se mohl celkový počet zaměstnanců snížit.

## **Více dat pro firemní analytiky**

Celý logistický řetězec firmy slouží jakožto zásoba dat pro analytické oddělení firmy, které s danými daty pracuje a přetváří je na informace sloužící k důležitým firemním rozhodnutím.

Alza.cz a.s. jakožto firma zaměřená na IT technologie, které jí pomáhají před konkurencí by díky RFID dokázala v obou případech využití získat díky větší kapacitě tagů, možnosti jejich přepisování a možnosti uložení rozličných dat spoustu užitečných informací, s kterými by bylo nadále možno pracovat. Ať už se jedná o plánování a optimalizaci zásob, možnosti optimalizace skladových procesů díky sledování tagů v reálném čase a spousty dalších z RFID plynoucích výhod ve směru informací.

## **Lidský faktor**

Dalším obecným důvodem pro zavedení RFID je lidský faktor, nebo-li možnost lidských chyb. Ať už se jedná o chybné načtení čárového kódu, zvolení špatného kusu výrobku při pickování, opomenutí určitého výrobku v jedné objednávce či jen o nepozornost při balení.

Všechny tyto lidské chyby zpomalují celkový logistický proces a musí se aktuálně s využitím čárových kódů složitě dohledávat ve zpětném procesu, což stojí jak lidské úsilí, tak i firemní zdroje.

Díky zavedení RFID by se množství těchto chyb výrazně snížilo ať už díky principu fungování RFID technologie, kdy se RFID tag „sám ozve“ při načtení čtečkou či díky identifikaci unikátního výrobku (na rozdíl od čárových kódů, které nedokáží rozlišit jednotlivé kusy v jedné sérii).

### **Kódy a čtečky zanesené prachem**

Čtečky čárových kódů potřebují k přečtení čárového kódu přímý vizuální kontakt. Prostředí logistických center je však prašné a často dochází k zanesení čárových kódů i čteček (převážně statických) prachem. Ty se poté musí manuálně čistit, a především u statických čteček může dojít k problémům u dopravníkových pásů, kde zanesená čtečka znamená pozastavení celého pásu do doby, než dojde k vyčištění.

### **Možnost naprogramování a přepisování dat v tagu**

Narozdíl od čárových kódů, které slouží pouze pro čtení nabízí RFID tagy možnost prvotního naprogramování dat podle potřeb dané společnosti. To skýtá velké možnosti jak pro logistické, tak pro analytické oddělení firmy, které jsou schopni upravit tag přesně podle svých potřeb již před prvotním použitím. Zároveň tomu přispívá i vyšší kapacita tagu a možnost uložení rozličných dat. U R/W tagů je firma schopna přepisovat data i v průběhu zboží logistickým řetězcem u jednotlivých čteček, ať už se jedná o jeho pozici či počet kusů v dané bedně. V neposlední řadě zde RFID nabízí oproti čárovým kódům možnost opravy chybných dat.

## **3.4 Využití RFID na TOTE (vratné plastové přepravy)**

Jakožto univerzální vratná přepravní jednotka s velikostí 54,5 x 36,5 x 14,5 cm se TOTE přímo vybízí k využití RFID tagů díky dlouhé životnosti dané přepravy a velké škále možných benefitů plynoucích z RFID technologie. Ty v následující části vyzdvihneme a podrobněji popíšeme. Jelikož je výhod velké množství, snažil se zmínit především ty nejvýznamnější z nich, díky kterým by stálo RFID za zvážení.

### **Vratné přepravy zpět do logistických center**

Jak již bylo dříve zmíněno, logistickým řetězcem Alzy.cz a.s. prochází plastové přepravy. Ty putují mezi jednotlivými logistickými centry a prodejny, jakožto

univerzální přepravná jednotka. Vykonají-li svoji cestu z logistického centra na prodejnu a poté zpět, musí v momentálních procesech u gatu vykládky v logistických centrech probíhat zdlouhavá manuální kontrola jednotlivých přepravek a jejich zaznamenání do podnikového informačního systému.

Další výhodou zde je lokalizace samotných přepravek. Při návratu přepravek z prodejen jsou na paletách umístěny nejnižší kvůli větší stabilitě a daný pracovník je může přehlednout, případně zpozdit proces jejich nasazení do skladového oběhu.

Při zavedení RFID tagů na přepravky by se doba této kontroly výrazně snížila díky možnosti hromadného čtení tagů a tím se snížila časová náročnost a zároveň i náročnost na lidské zdroje a možnost lidské chyby.

### **Lepší kontrola přepravek**

Mezi logistickými centry Alzy.cz a.s. v době psaní této bakalářské práce putuje zhruba 200 000 plastových přepravek a tento počet každý rok zhruba o 10 000 kusů naroste. Z toho se dle informací od logistického oddělení Alza.cz a.s. za rok zhruba 20 000 ztratí. To se může stát například při půjčení přepravky zákazníkovi u předání objednávky na prodejnu, při překládání mezi logistickými centry a prodejny či si je může zaměstnanec zcizit pro vlastní využití.

Při ceně 130 až 180 korun za jednu plastovou přepravku dělá těchto 20 000 ztracených přepravek velkou finanční zátěž, kterou musí platit logistické oddělení Alzy.cz a.s. z vlastních peněz. Tyto možné ušetřené miliony by tudíž mohli najít využití v jiných částech rozpočtu pro logistiku.

Díky RFID by pohyb plastových přepravek byl sledován, byla by známa jejich poslední lokace před ztrátou či zcizením a vědělo by se, který pracovník s nimi naposledy manipuloval. Díky tomu by se mohl počet ztracených přepravek snížit a mohla by nastat penalizace zaměstnanců, kteří by se zcizení či půjčování přepravek dopouštěli.

### **Inventura celkového počtu přepravek**

Další výhodou při lepším sledování přepravek je pravidelná inventura jejich počtu, kdy díky RFID by bylo jednodušší sledovat jejich celkový počet v oběhu a díky tomu



optimalizovat jejich další nákup. Zároveň by byl znám jejich rozptyl mezi jednotlivými prodejny a logistickými centry.

V neposlední řadě by bylo možné snížit počet nadbytečných rezervních přepravek. Jelikož skladovací náklady se v logistice projevují jakožto nežádoucí a logistici se tuto zásobu snaží omezit na nutné minimum, RFID by v tomto směru výrazně pomohlo, ať už snížením ztrátovosti či lepším přehledem o jejich rozptylu mezi jednotlivými logistickými centry a prodejny.

### **Opakované využití tagů**

U případu s využitím RFID pouze u vratných přepravek by se dala využít možnost opakovaného využití tagů. Dojde-li k poškození přepravky z důvodu neodborné manipulace či jiného, je možnost znovu využití zapouzdřeného tagu u jiné přepravky.

## **3.5 Využití RFID na celý logistický řetězec**

Druhá možnost, která přichází v úvahu by byla využití RFID v celém logistickém řetězci firmy Alza.cz a.s. Oproti použití pouze u vratných přepravek by se jednalo již o velký posun v logistice firmy, na který by bylo třeba vynaložit nemalé prostředky.

Proto zde v následující části uvedu důvody, proč by bylo dobré zvážit využití RFID technologie v celém logistickém řetězci firmy. Stejně jako u využití pouze u vratných přepravek budou zmíněny jen ty nejvýznamnější důvody a platí zde i obecné benefity zmíněné na začátku kapitoly.

### **Unikátní číslo výrobku**

Výhodou RFID oproti čárovým kódům je možnost rozeznání unikátního kusu výrobku díky jeho kódu, zatímco u čárových kódů tohoto dosáhnout nelze a rozlišit jednotlivé výrobky ze stejné série je nemožné.

To odstraňuje zmatečnost při skladování, pickování i jiných činnostech a podnikové systémy přesně vědí, který kus byl pickován a poslán dále k balení.

V momentální situaci využívá Alza.cz a.s. speciální SN kód, který u dražšího zboží dokáže určit unikátní číslo výrobku. Ten se však u levnějšího zboží nevyužívá.

### **Zákaznický orientovaný přístup**

Alza.cz a.s., jak již bylo zmíněno v úvodu si zakládá na přístupu k zákazníkovi, kterého řadí na první místo. K tomu se váží věci typu záruka či okamžité vrácení peněz při nespokojenosti s výrobkem. Zde přichází na řadu RFID, které by v tomto ohledu mohlo značně pomoci ke zkvalitnění této péče a její plynulosti.

Při vrácení objednávky od zákazníka v dochází ke složitému procesu, kdy se výrobky musí zkontrolovat a poté vrátit na skladovací lokaci ve skladě, jsou-li v pořádku. Díky RFID a určení unikátního čísla daného výrobku je mnohem snazší zpětné dohledání. Zároveň se díky RFID lépe určí, kde nastala chyba v rámci zpracování objednávky (jedná-li se kupříkladu o nedodání úplné objednávky).

### **Masa zboží**

Alza.cz a.s. jakožto největší internetový obchod v České republice za rok 2020 zpracovala a odeslala 15,8 milionu objednávek. Toto množství již naráží na limity logistických center, které jsou ve velkém zápřahu a zejména v zimním období jedou na doraz. Uřídit takové množství zboží pouze s pomocí technologie čárových kódů je již značně obtížné a RFID by zde mohlo díky svým benefitům značně pomoci.

### **Úleva pro logistická centra**

V momentální situaci pandemie, kdy se zvýšil podíl online nakupování, přičemž tento trend trvá i ve dnech psaní této bakalářské práce, je vytížení logistických center Alzy.cz a.s. na vysoké úrovni, přičemž před vánočními svátky se tento nápor ještě zvyšuje. Tím dosahují na svůj limit možného zpracování objednávek. Zde by RFID řešení pomohlo díky zrychlení většiny procesů probíhajících v logistických centrech, čím by přineslo úlevu a zvýšilo možný obrat zboží v nich.

### **Agregace dat**

Agregace dat nám vyjadřuje možnost přiřazení několika tagů k jinému tagu. Řádově vyšší tag se nazývá „parent“, zatímco řádově nižší tag se nazývá „child“. V rámci

skladové logistiky by se zde jednalo o přiřazení jednotlivých kusů zboží k jejich obalu (bedně) a přiřazení jednotlivých beden k jejich paletě. To nám umožňuje číst pouze nadřazený tag, díky čemuž se nám dále načtou i všechny podřízené tagy. To nám přináší benefity u procesů jakožto nakládka, vykládka či balení a dále například u provádění inventury, kdy zaměstnanci stačí načíst pouze „parent“ tagy, místo jednotlivých kusů. [59]

## **Fakturace**

Při přijímání zboží od dodavatelů či vlastních logistických center a prodejen musí v momentální situaci docházet k manuální kontrole přijatého zboží v prostorech kontroly. Zde by značně pomohlo využití RFID technologie, které by nejen tento proces zautomatizovalo, zároveň by ale byl systém schopný díky individuálnímu číslu a agregaci dat zjistit, který přesný kus zboží v dodávce chybí.

## **Naskladnění zboží**

V aktuální situaci musí při naskladnění zboží zaměstnanci manuálně načíst jednotlivé zboží, a to spárovat s čárovým kódem dané lokace. To s sebou přináší možnost lidské chyby při načtení lokace, či nezaznamenání všech kusů naskladněného zboží. Díky RFID by tento proces dostal značnému zjednodušení, kdy by se vložené zboží samo načetlo do podnikového informačního systému a bylo zaznamenáno přímo k dané lokaci.

## **Změna lokace zboží**

Zde by byla podobná výhoda jako v případě naskladnění zboží. Při změně lokace by nemuselo docházet k složitému procesu změn v podnikovém informačním systému a firemní logistice by to přineslo další ulehčení.

## **Balení**

Při aktuálních procesech balení u multipicku je nutné každý jednotlivý kus zboží ještě jednou pro kontrolu manuálně načíst, zda se někde nestala lidská chyba a v dané přepravce jsou skutečně požadované výrobky ve správném množství. Díky RFID by tento proces odpadl a díky tomu se dále zrychlil celý logistický proces.

## **Inventura**

Stejně jako všechny ostatní firmy s logistickými centry i Alza.cz a.s. musí provádět pravidelné inventury ke zjištění aktuálních zásob jednotlivého zboží.

V momentální situaci se musí uchovávat i velká část nadbytečných zásob uložených pro budoucí, případně mimořádné využití. Díky RFID by se dal vylepšit proces inventury, kterou by mohlo provádět méně lidí a mohla by být méně častá a zmenšil by se počet celkových zásob. Díky tomu by se dal optimalizovat i další nákup zboží.

### **3.6 Úskalí při zavádění RFID do chodu firmy**

Ještě předtím, než se zaměříme na výběr vhodných komponent a nastínění cen, musíme kromě důvodů k zavedení RFID systému do chodu společnosti Alza.cz a.s. zvážit možná úskalí tohoto rozhodnutí.

RFID řešení by se dalo popsat jakožto „dobrý sluha, špatný pán“. Využíváme-li jeho výhod a benefitů chytře a správně, původní investice se kupujícímu v určitém časovém horizontu vrátí, ať už v peněžní či jiné podobě. Nevyužívá-li kupující výhod RFID, ať už se jedná o možnost sledování zboží v reálném čase, zefektivnění logistického řetězce či optimalizace skladových zásob a spoustu dalších, původní investice se firmě nevyplatí.

Z tohoto důvodu bylo nutné nejprve uvést důvody pro zavedení RFID, než jsme se mohli dostat k úskalím této technologie. Stejně jako u benefitů zde uvedu ty nejvýznamnější úskalí, která mohou zavedení RFID provázet a které bude nutné vyřešit a zvážit před samotným uvedením do provozu.

#### **Neprůchodnost signálu kovem a tekutinami**

Prvním možným úskalím je neprůchodnost radiového signálu kovem a tekutinami u UHF frekvence. Zde by mohl nastat problém u výrobků obsahujících kov či tekutiny, kdy kvůli těmto materiálům nedojde ke správnému načtení tagu. [60]

## **Nutnost testu radiofrekvence**

Radiové frekvence nejsou v prostorech skladu unikátní jev a před zavedením RFID technologie je nutné podstoupit testy radiofrekvence, nevzdává-li nějaké jiné zařízení radiofrekvenční záření, které by narušovalo chod technologie. Tyto testy je vhodné provést v různých časových obdobích (pracovní den / víkend , ráno / odpoledne), kdy dané záření můžou vyzařovat různé přístroje. [60]

## **Nevyužívání získaných dat**

Aby se dosáhlo plného potenciálu technologie, je nutné využívat data nabízená díky RFID systémům. Ať už se jedná o pomoc při inventuře, sledování pohybu výrobků v reálném čase či zrychlení procesů.

K tomu je potřeba důkladné seznámení s možnostmi technologie, případné rady a tipy od externích firem zaměřujících se na RFID řešení a přístupní procesní logistici k dané technologii ve firmě Alza.cz a.s.

## **Implementace**

Samotná implementace RFID technologie do logistického systému kromě finančních zdrojů zabere i zdroje lidské a časové. Proces implementace bude trvat v řádu týdnů a bude nutné kvůli němu přizpůsobit aktuální procesy, aby chod logistických center a prodejen mohl probíhat společně s instalací síťové komunikace a samotných komponentů.

## **Objem dat**

Do této doby jsme o získaných datech z RFID mluvili jen v pozitivním smyslu. Podíváme-li se na to však z širšího hlediska, objem dat by mohl Alze.cz a.s. při nedostatečné přípravě uškodit. Firma by mohla být doslova zahlcena daty, které by mohli upozadit jiné důležité informace mířící do analytického oddělení firmy. Z tohoto důvodu je důležité se na toto úskalí předem připravit, jak po hardwarové, tak po softwarové i lidské stránce.

## **Vyšší cena**

Jak již bylo dříve zmíněno, pořizovací cena RFID v porovnání s čárovými kódy je řádově několiknásobně vyšší, což se projevuje jakožto nejpálčivější problém technologie k jejímu růstu. K tomu, aby byla vyšší cena vykompenzována případným užitekem, bude nutné využívat všech dostupných výhod, které RFID oproti čárovým kódům nabízí. Nenastane-li tak, původní investice do technologie se nevrátí a bude prodělečná bez patřičného využití.

## **Aktuálně využívaný software a hardware pro čárové kódy**

Alza díky zaměření na IT do chodu společnosti využívá kvalitní software pro řízení logistiky čárových kódů značně upravený pro její individuální potřeby. Díky tomu se potřeba RFID snižuje a některé jeho výhody dokáže aktuální software Alzy.cz a.s. řešit také.

Další problém nastává s hardwarem. Při přechodu na RFID systém by starší hardware na čárové kódy pozbyl významu a bylo by nutné se ho zbavit (ať už prodejem či vyřazením z provozu), což by znamenalo velkou finanční ztrátu.

## **Podcenění přípravné fáze**

Dalším častým úskalím RFID technologie je podcenění přípravné fáze. To je asi největší potíže, na které již ztroskotala spousta pokusů o zavedení RFID technologie do chodu firem po celém světě.

Aby se tomuto předešlo, je vhodné podle RFIDJournal zvážit těchto 12 kroků implementace RFID systému do svého podniku, díky kterým se rizika a úskalí při zavádění minimalizují. [60] [68]

- „1. Vytvořte plán projektu.*
- 2. Jmenujte silného vedoucího projektu.*
- 3. V průběhu předinstalačních schůzek se soustředte na důležité i okrajové otázky.*
- 4. Angažujte vedoucí pracovníky konkrétních provozoven do procesu plánování.*
- 5. U každé provozovny provedte studii na RF.*
- 6. Proveďte studii každé provozovny.*

7. U každé provozovny zmapujte provoz na místě.
8. Vypracujte detailní plán zavádění systému pro každou provozovnu.
9. Přezkoumejte plán zavádění systému.
10. Nainstalujte nejprve infrastrukturu k podpoře dveřního systému a předkonfigurujte zařízení RFID.
11. Instalujte hardware RFID, zapojte systém on-line a optimalizujte čtecí zařízení.
12. Zajistěte snadnost řádné údržby systému.“

### 3.7 Výčet komponent a nastínění cen

V této kapitole vybereme vhodné komponenty kompatibilní s prostředím logistických center a prodejen firmy Alza.cz a.s. Společně s tím v této kapitole nastíní průměrné ceny těchto komponent. Tam kde se výběr u jednotlivých variant řešení bude lišit, nastíním výběr pro každé řešení zvlášť. Kapitola není pojata z pohledu hardwarových komponent, ale všech komponent (složek), se kterými je nutno počítat při zavádění RFID systémů. Proto se zde například objeví i složky typu pracovní náklady či jiné.

Pro zjištění průměrných cen jsem využil specializovaných webů a e-shopů v rámci RFID, mezi které patří AtlasRFIDStore, Barco, RFIDshop, Cisper, HoneyWell, ab-com, Penta. Autor dále upozorňuje, že cena se může lišit, dohodne-li se řešení přímo na míru od dodavatele, který k nákladům přičítá marži. [61] [62] [63] [64] [65] [66] [67]

#### Tag

U výběru tagu je nutné myslet na rozličné parametry jakožto frekvence, cena, určení účelu a spousta dalších.

- **varianta 1:** zde by se jednalo o zapouzdřený pasivní tag o UHF frekvenci určený přímo pro využití na vratné přepravky. Tento tag disponuje vysokou fyzikální i mechanickou odolností a je možnost ho znova využít na další přepravky. Průměrná cena se zde pohybuje v rozmezí **6 – 13 CZK za kus** podle vyspělosti technologie a způsobu zapouzdření.
- **varianta 2:** u tohoto případu by bylo nutné využít kombinace tagů. Řešení přepravek by zůstalo stejné, zatímco na zboží by se dalo využít řešení Smart labelu. Jedná se o nejlevnější druh RFID tagů, jehož cena se pohybuje podle

množství a podle toho, zda-li se tisknou přímo ve firmě na RFID tiskárnách či jsou objednávány v podobě rolí od dodavatele v rozmezí **1,75 – 3 CZK za kus** (při velkých objemech, kterých dosahuje Alza.cz a.s. by se dala cena stlačit ještě níže).

## **Čtečka, antény**

Řešení čteček by se s největší pravděpodobností mělo skládat ze stacionárních čteček umístěných u gatů vykládky, nakládky a dále na dopravníkových pásech. K tomu by se k doplnění pořídili mobilní RFID čtečky pro zaměstnance na mobilní využití. Nabízí se zde možnost, zda pořídit čtečky s již zabudovanými anténami či čtečky bez antény doplněny o externí antény. Vzhledem k větší přesnosti a možnosti optimalizace se spíše přikláním k řešení čteček s externími anténami. K tomu by se měli na doplnění pořídit i mobilní RFID čtečky se zabudovanými anténami pro zbylé procesy probíhající v logistických centrech. Toto řešení by bylo stejné pro obě možnosti řešení.

- **Stacionární čtečka s externími anténami:** Zde by se pořídila RFID čtečka s externími anténami. Toto řešení oproti zabudované anténě ve čtečce je vhodnější pro větší individuální možnost nastavení, kdy se dá jednodušeji zvolit ideální pokrytí čtecí oblasti. K tomu se většinou pořizují společně se čtečkou 2 externí antény. Cena stacionární čtečky bez externích antén (cena antén je uvedena dále v příslušenství) se pohybuje v rozmezí **21 000 – 37 500 CZK za kus** v závislosti na vybraných specifikacích.
- **mobilní čtečka:** Na trhu se nachází dvě hlavní konfigurace – první z nich je s již zabudovaným displejem ve čtečce, zatímco druhá možnost je bez displeje s možností připevnění samostatného displeje, ať už se jedná o mobilní terminál či jiné. Zde by záleželo na rozhodnutí firmy, zda-li by preferovali levnější variantu s externím mobilním terminálem, či dražší variantu s již zabudovaným displejem. Osobně bych doporučil variantu číslo 2 s externím mobilním terminálem, kde by byla i snazší výměna za nový kus, případně by bylo možné mít v záloze externí mobilní terminály a při vybití baterie by se vyměnil kus za kus. U levnější varianty s externím mobilním terminálem se cena setu antény s externím terminálem pohybuje v rozmezí **22 000 – 37 500 CZK za kus**.



## Příslušenství

Zde se musí počítat s veškerým příslušenstvím, které bude k instalaci především čteček potřeba. Jedná se o věci typu stojanů na antény a čtečky, kabeláž, ethernetové kabely a jiné. Zde se dá jednodušeji určit rozmezí cen pouze u antén, které se nachází na rozmezí **1000 – 4000 CZK za kus**. (cena platí pro statické stojany, při využití stojanů s vertikálním posuvem pro větší čtecí dosah se cena rapidně zvyšuje k rozmezí **15 000 – 30 000 CZK za stojan**). Ceny u zbylého příslušenství se značně liší podle objednaného množství, vspělosti technologie a druhu využití, tudíž je nebudu uvádět, ale je třeba s nimi počítat při finální kalkulaci.

## Tiskárna

RFID tiskárna umožňuje tisknout RFID Smart labely přímo v logistických centrech firmy. To nabízí spoustu výhod typu možnosti naprogramování labelů podle osobních preferencí u všech tagů, firma by nemusela spoléhat na externí dodavatele tagů a zároveň by se díky tomu cena tagů snížila na minimum. Zde by bylo nutné pořízení tiskárny pro průmyslové využití.

- **varianta 1:** zde by jsem nákup tiskáren nedoporučoval. Pořízení tagů pro vratné přepravky by byla jednorázová záležitost, která by se opakovala v určitých intervalech pro doplnění tagů na nové bedny. To by se však nedělo každodenně a pořízení tiskárny by nedávalo smysl. Zároveň se zde nejedná o řešení Smart labelu, na které jsou tiskárny určeny.
- **varianta 2:** u tohoto řešení by již bylo pořízení tiskáren nutnost. Pro potisk zboží by se zde využívali Smart labely. Ty by byli tisknuté a lepené nejlépe u procesu kontroly zboží po vykládce před samotným naskladněním. Ceny robustních RFID tiskáren určených pro průmyslová využití s vysokým obratem tisku se pohybují v rozmezí **50 000 – 80 000 CZK za kus**

## Software

Cenu softwaru s mohutností řešení, které by Alza.cz a.s. vyžadovalo je složité předem odhadnout. V potaz se musí brát celkový počet všech RFID komponent, počet zainteresovaných logistických center a prodejen, finální vspělost a funkcionalita

softwaru. Dále by se muselo počítat s cenou pravidelných aktualizací softwaru, případně pravidelných ročních licenčních poplatků. Celková výše ceny by se musela projednat s dodavatelem softwarové technologie, jednalo by se však o částky s pravděpodobnou hodnotou minimálně **o řádech statisíců**. Druhou možností by bylo vyvinutí vlastního softwaru k zakoupeným RFID komponentům, což by stálo především lidské zdroje firmy v oddělení IT.

### **Pracovní náklady a marže dodavatele**

Poslední položkou na seznamu nákladů bude částka příslušící dodavateli technologie za odvedenou práci a vlastní přidanou marži. Cena za práci zahrnuje testování technologie v podmínkách Alzy.cz a.s., měření radiofrekvence, testování či instalaci technologie v pořizovacích nákladech. Z nákladů udržovacích zde můžeme počítat různé opravy, modernizaci technologie či pravidelnou údržbu. K těmto pracovním nákladům je nutné zahrnout marži dodavatele.

## **3.8 Souhrn jednotlivých variant**

V následující kapitole si shrneme poznatky především z oblasti výběru a nastínění cen jednotlivých komponentů a jiných výdajů spojených s implementací RFID technologie. Zde se zaměříme na výčet, kolik komponent bude potřeba na pokrytí potřeb jednotlivých řešení a na jaké umístění jsou nejvhodnější.

S tím dále souvisí odhad nákladů za dané jednotlivé varianty řešení. Jelikož se jedná o velice komplexní technologie se značnou řadou nákladů, které se dají těžko vypočítat (implementace, software, příslušenství...), zdržíme se snahy výpočtu o odhad celkových nákladů, který by byl složitý, ale především nejspíše značně nepřesný.

Proto zde bude uveden pouze výčet, který zahrnuje náklady, se kterými je třeba u zavádění RFID systémů do firmy počítat. Ty můžeme v základu dělit podle dvou hlavních kritérií – zda se jedná o náklady pořizovací, které se musí vynaložit před uvedením technologie do provozu a náklady udržovací, které vznikají v průběhu chodu technologie. Toto rozdělení je popsáno v následující části. [60]

## Pořizovací náklady

- hardware: čtečky, antény, tagy, tiskárny, kabeláž, stojany a jiné
- software: vývoj vlastního softwaru či pořízení licence
- pracovní náklady: instalace, měření, testování
- marže dodavatele

## Udržovací náklady

- hardware: nové tagy, labely do tiskáren
- software: náklady na aktualizaci licence
- pracovní náklady: opravy, údržba, modernizace

Ze strany Alza.cz a.s. je klíčový především seznam položek a nastínění jejich cen pro získání povědomí o cenových hladinách RFID technologie a výčet benefitů a úskalí, které technologie nabízí. Po vzájemné konzultaci Alza.cz a.s. doporučuje zdržet se výčtu celkových nákladů pro jednotlivá řešení z důvodu komplexnosti problému, který přesahuje rámec bakalářské práce.

## Varianta 1

Jednodušší z dvou doporučovaných řešení. Jakožto méně náročné by se dalo pojmout stylem prvního testovacího kroku do RFID, kde by si firma otestovala a zhodnotila, zda-li by v budoucnu uvažovala o rozšíření RFID na celý logistický řetězec. I přes menší rozsah nabízí řadu výhod a benefitů, které by firmě mohlo přinést za dobu svého působení, kde můžeme zdůraznit především možnost lepšího trackingu přepravek vzhledem k vysokému počtu jejich ztrát. Dále by zde bylo nutné zajistit schopnost kooperace s čárovými kódy, přičemž jednotlivé systémy by měli fungovat společně a vzájemně se doplňovat.

Finální výčet potřebných komponentů by zde zahrnoval zapouzdřené plastové tagy určené pro vratné přepravy. Těch by bylo zhruba 200 000 (aktuální počet TOTE v Alza.cz a.s., přičemž každý rok by se muselo určité procento dokupovat k otagování nových kusů přepravek).

U čtecích zařízení by zde byla potřeba kombinace jak stacionárních čteček s externími anténami, tak i mobilní čtečky. V případě stacionárních čteček by stačilo využití v logistických centrech, které vratné přepravky využívají. Zde by zaujímali dvoje možné stanoviště. Jakožto první se nabízí umístění u gatů nakládky a vykládky. Zde by bylo potřeba vypočítat, zda-li by bylo třeba využít čtečky u všech dostupných gatů, či by stačilo využít jen u některých (příklad: 1 gate určený pro vratné přepravky z prodejen a ostatních logistických center, zbylé gaty určené pro ostatní zboží). Druhé stanoviště stacionárních čteček by bylo na strategických místech na dopravníkových pásech. Zde by se dalo využít umístění již původních stacionárních čteček pro čárové kódy a umístit čtečky na stejná stanoviště. V rámci mobilních čteček by byl nutný nákup čteček jak pro každou prodejnu, tak i pro zaměstnance Alza.cz a.s. v logistických centrech, kteří se dostanou do styku s vratnými přepravkami.

V rámci tohoto řešení by se nevyužilo možnosti zakoupení RFID tiskárny. Prvním důvodem je nepotřebnost tohoto zařízení, kdy by tagy byly nakoupeny hromadně v pořizovacích nákladech a další by byly potřeba až za delší časové období. Druhým důvodem je druh tagu, kdy RFID tiskárny jsou vhodné především pro Smart labels.

Pro potřeby této varianty by byla potřeba méně sofistikovaný software než v případě varianty 2, který by mohlo dodat IT oddělení firmy Alza.cz a.s. Tím že by vývoj softwaru zůstal v rámci firmy, bylo by možné ho odladit a nastavit přímo potřebám firmy. Zároveň by bylo nutné zajistit kooperaci s čárovými kódy. Zde by bylo nutné brát v potaz, zda by se v budoucnu počítalo s rozšířením RFID na velikost varianty 2, či by se zůstalo u řešení varianty 1.

## **Varianta 2**

Složitější ze dvou variant, která by vyžadovala značné vynaložení finančních a lidských zdrojů a zapojení v rámci celého logistického řetězce (od procesu kontroly až po finálního zákazníka). Zde by se jednalo o kompletní nahrazení technologie čárových kódů. To by přinášelo úskalí nevyužití již používaných komponent pro čtení čárových kódů, které by přišli nazmar.

V rámci tagů se zde nabízí kombinace plastových zapouzdřených tagů na vratné přepravky (popsáno u předchozí varianty) a Smart labels na zboží. Ty by se tiskly na RFID tiskárnách, čímž by se cena jednoho Smart labelu snížila na přijatelnou hodnotu. V rámci Smart labels by bylo možné zvolit potisk labelu podle potřeb firmy (nátisk názvu

zboží, čárového kódu, doby expirace...). Tisk labelů a jejich nalepení na produkty by probíhalo u procesu kontroly v logistických centrech.

Stejně jako u varianty 1 i zde by se jednalo o kombinaci stacionárních čteček s externími anténami a mobilních čteček. V rámci stacionárního řešení by se jednalo o výměnu aktuálních čteček čárových kódů za RFID čtečky. Počet potřebných mobilních čteček by se oproti současnému řešení snížil díky vyšší rychlosti technologie a z té plynoucí nižší potřeby lidských zdrojů. Zároveň by bylo nutné použití čteček na vysokozdvížné vozíky a případně jiná manipulační vozidla (podle velikosti a druhu by se rozhodovalo, zda využít stacionární či mobilní čtečky).

V rámci programování softwaru by se zde jednalo o kompletní nahrazení aktuálně používaných řešení pro čárové kódy novým softwarem. Ten by musel zvládnout masu zboží a zároveň být schopen doručit podnikovým informačním systémům správné a přesné informace, s kterými by bylo možné dále pracovat. Zde by již stálo za zvážení zakoupení profesionálního softwaru přímo od dodavatele technologie.

### 3.9 Konkluze jednotlivých variant

V této poslední kapitole dojde k porovnání jednotlivých variant mezi sebou a dodá osobní pohled, která z nich by byla vhodnější k realizaci. K tomu využije porovnání výhod a nevýhod mezi těmito řešeními.

#### Varianta 1

##### Výhody

- **levnější** – celkové náklady při realizaci této varianty budou řádově nižší, díky absenci tiskáren, menšímu nutnému počtu stacionárních i mobilních čteček a menšímu počtu nutných tagů.
- **zachování většiny původního hardwaru ke čtení čárových kódů** – jelikož by se jednalo jenom o částečné předělání technologií automatické identifikace ve firmě Alza.cz a.s., došlo by k menším finančním ztrátám při přechodu na jiných druh technologie.

- **možnost získání poznatků do budoucna** – jakožto menší projekt by se toto řešení dalo pojmout i formou testování a získávání znalostí, které by se daly v budoucnu využít při realizaci varianty 2. Díky tomu by firma věděla, které aspekty technologie jí vyhovují a přináší značné benefity a které naopak jsou značnou překážkou, přičemž by se měli do budoucna vyřešit, uvažovalo-li by se o variantě 2.

### Nevýhody

- **poměr nákladů na tagy vs zbytek komponentů** – rozdíl v rámci porovnání pasivní a aktivní RFID technologie spočívá v poměru cen tagů a zbylých komponentů. U pasivní technologie dosahuje cena tagů minimálních hodnot, zatímco cena zbylých komponentů je zde vyšší. U aktivní technologie je toto naopak. Jelikož se aktivní RFID tagy využívají především u dražšího zboží (cena jednoho aktivního tagu se pohybuje kolem 30 \$), je zde nutné využít pasivní technologie. To nám zde dává horší poměr tagy vs zbylé komponenty v porovnání s variantou 2, kde je tento poměr značně příznivější.
- **nutnost kompatibility jednotlivých systémů** – nastával-by zde problém v podobě využívání dvou metod automatické identifikace, tudíž RFID a čárových kódů, kde by mohlo docházet k nesrovnalostem či zmatkům. Byla-by zde nutná dlouhá přípravná fáze, kde by se zhodnotilo, jak mají tyto dva systémy spolu kooperovat a vzájemně se vhodně doplňovat.

### Varianta 2

#### Výhody

- **jednotný systém** – při kompletním přechodu na RFID technologii by odpadla nutnost řešit kompatibilitu jednotlivých systémů a firma by se mohla soustředit plně na RFID řešení. Tím by odpadly možné zmatky a nesrovnalosti, které můžou nastat při variantě 1.
- **poměr nákladů na tagy vs zbytek komponentů** – na rozdíl od varianty 1 je zde poměr značně příznivější a dochází k větší efektivitě vynaložených nákladů.

- **vyšší záběr benefitů plynoucích z RFID řešení** – při kompletním přechodu na RFID řešení se nabízí firmě mnohem větší množství případných benefitů oproti variantě 1, z kterých může těžit využívat je pro optimalizaci svého logistického řetězce.
- **technologický náskok před konkurencí** – Alza.cz a. s. jakožto největší český e-shop, který již expandoval z původního IT zaměření do desítek jiných oborů. S rozšiřující se sítí Alzaboxů a zvyšujícími nároky na logistiku by RFID dokázalo zároveň i získat větší náskok oproti konkurentům a přinést firmě značnou konkurenční výhodu.

### **Nevýhody**

- **vysoké pořizovací náklady a z nich plynoucí vyšší riziko** – přejítí na kompletní RFID řešení v sobě skýtá vysoká rizika. Vzhledem k nezkušenosti firmy s touto technologií by bylo pravděpodobně nutné vyzkoušet technologii na menším pilotním projektu, z kterého by se vyvodili závěry, zda tuto technologii instalovat na celý logistický řetězec či nikoliv.
- **úskalí množství povrchů** – při využití Smart labelů na veškeré zboží skýtá určité problémy, bylo by toto zboží kupříkladu z kovového povrchu. S tím souvisí nepodcenění přípravné fáze a zdoluhavého testování, aby se tyto problémy minimalizovali.
- **delší proces implementace** – při kompletním přechodu na RFID řešení je nutné počítat s dobou, po kterou se budou systémy určené na čárové kódy předělávat na RFID systémy. Po tuto dobu by se snížila efektivita jednotlivých logistických center i při postupné implementaci, což by mohlo narušit chod logistiky.

### **Finální konkluze variant**

Obě autorem navržené varianty skýtají své benefity i úskalí, s kterými by se muselo při implementaci RFID technologie počítat. Z mého pohledu by bylo pro společnost vhodnější zvážit nejdříve možnost varianty 1. Jelikož prozatím nemá firma s RFID technologií žádné zkušenosti, dala by se tato varianta pojmout jakožto první testovací projekt, a i díky nižším pořizovacím nákladům skýtá nižší rizika při realizaci. Na variantě 1 by se dalo zvážit, zda dané benefity plynoucí z RFID technologie stojí za vyšší

pořizovací náklady a při spokojenosti by se dalo přejít k variantě 2. Toto řešení mi připadá jakožto reálnější a v rámci několika let uskutečnitelné, bude-li se firma držet rad a varování plynoucích z bakalářské práce.

V případě vybrání varianty 2 doporučuji nepodcenit přípravnou a testovací fázi, ať už se jedná o testy radiofrekvence v logistických centrech, řešení horší průchodnosti kovem a kapalinami či ideálního rozmístění antén ke stacionárním čtečkám. Díky pozici firmy na trhu a objemu zboží protékajícím jejím logistickým řetězcem by stála i tato varianta za zvážení, nabízí však vysoké riziko při realizaci kvůli vysokým pořizovacím nákladům. I zde vidím reálnou možnost na implementaci do chodu společnosti vzhledem k rozsáhlým benefitům plynoucím z technologie, avšak již v delším časovém horizontu a její realizace bude záležet především na úspěchu varianty 1, který je pro možnou budoucnost implementace varianty 2 klíčový.



# Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo ve spolupráci s firmou Alza.cz a.s. prozkoumat možnosti RFID technologie pro využití v oblasti logistiky a navrhnout perspektivní varianty nasazení této technologie v rámci logistického řetězce této firmy.

Teoretická část této práce byla rozdělena na dva okruhy. Pro její zpracování jsem čerpal převážně z odborných článků či specializovaných internetových webů v rámci RFID technologie, využita ale byla i odborná literatura. V prvním okruhu jsem se zaměřil na popis samotné společnosti, kde jsem nastínil její profil, logistiku firmy a skladové procesy ve vybraném logistickém centru, které jsem měl možnost několikrát osobně navštívit. V druhém okruhu teoretické části byly popsány technologie automatické identifikace, kde byla věnována speciální pozornost aktuálně využívané technologii čárových kódů ve firmě Alza.cz a.s. a RFID technologii, jejíž implementací se tato bakalářská práce zabývala.

V rámci praktické části jsem se držel zásad vypracování, plnil požadavky firmy Alza.cz a.s. na obsah a informativní hodnotu práce a dále využil získaných poznatků z návštěv logistického centra VGP Horní Počernice. Po prvotním srovnání čárových kódů s RFID technologií byly navrženy dvě možné varianty nasazení RFID technologie pro logistiku firmy, s kterými jsem dále pracoval až do konce v jednotlivých podkapitolách. První varianta bylo navržení využití RFID na vratné plastové přepravky, přičemž druhá varianta spočívala ve využití RFID v celém logistickém řetězci. Následoval výčet důvodů pro zavedení technologie (benefitů plynoucích z technologie) do chodu firmy a dále byl uveden výčet úskalí, s kterými musí firma při zavádění technologie počítat, přičemž u většiny z nich je uveden způsob, jak těmto úskalím předejít, je-li to možné. Dále jsem pokračoval výběrem RFID komponentů vhodných pro logistiku firmy a nastínění jejich průměrných cen, kde jsem využil znalostí získaných z teoretické části bakalářské práce. V další části byl uveden souhrn jednotlivých variant, které byly vzhledem ke kontextu předchozích kapitol důkladněji popsány a byl dodán podrobný popis ke každému komponentu, ať už se jednalo o její potřebný počet, umístění či jiné informace. V závěrečné části bakalářské práce jsem srovnal jednotlivé varianty mezi sebou a u každé uvedl její výhody a nevýhody, přičemž poté jsem dodal osobní pohled na reálnost zavedení variant do chodu firmy Alza.cz a.s.

Během plnění této práce se podařilo splnit původní záměr na vypracování a byly navrženy 2 možné varianty, jak by mohlo být RFID do chodu logistiky firmy Alza.cz a.s. implementováno. Práce byla sepsána pod dohledem zaměstnanců z firmy, díky čemuž obsahuje všechny informace, které Alza.cz a.s. k danému tématu požadovala. Z tohoto důvodu má firma kompletní podklady k RFID technologii v jednom dokumentu, které může využít při rozhodování o zavedení technologie.

Práce by se dále mohla rozšířit o výpočet celkových nákladů na jednotlivé varianty. Ten zde vzhledem ke komplexnosti problému nebyl brán v potaz a došlo pouze k výčtu a rozdělení jednotlivých nákladů, se kterými je třeba u zavádění RFID systémů do chodu firmy počítat.

# Zdroje

[1] Základní informace. Alza.cz a.s.. Alza.cz - největší obchod s počítači a elektronikou. Alza.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/zakladni-informace>

[2] Profil společnosti Alza.cz a.s.. Pro média. [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://cdn.alza.cz/Foto/LegendFoto/EN/pdf/alza-2019/brozura\\_210x210mm\\_Alza2019\\_JJ\\_CES\\_CZK\\_new.pdf](https://cdn.alza.cz/Foto/LegendFoto/EN/pdf/alza-2019/brozura_210x210mm_Alza2019_JJ_CES_CZK_new.pdf)

[3] Alza rok 2020. Alza.cz a.s.. Alza.cz - největší obchod s počítači a elektronikou. Alza.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/sport/alza-rok-2020>

[4] Miliarda za týden – Alza přepsala historické rekordy. Alza.cz a.s.. Alza.cz - největší obchod s počítači a elektronikou. Alza.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/miliarda-za-tyden-alza-prepsala-historicke-rekordy>

[5] Alza hlásí nejrychlejší růst za posledních deset let. V roce 2020 překonala v obratu 37 miliard korun. *CzechCrunch.cz* [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.czechcrunch.cz/2021/02/alza-hlasi-nejrychlejsi-rust-za-poslednich-deset-let-v-roce-2020-prekonala-v-obratu-37-miliard-korun/>

[6] Historie a současnost. Alza.cz a.s.. Alza.cz - největší obchod s počítači a elektronikou. Alza.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/historie-a-soucasnost-art141.htm>

[7] Ministerstvo spravedlnosti ČR. Sbírka listin [online]. [cit. 2021-8-4] Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=16325113&subjektId=701502&spis=80343>

[8] Studie Ogilvy & Mather: Nejúspěšnější českou značkou je Seznam.cz. E15.cz [online]. 23. prosince 2013 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/ostatni/studie-ogilvy-mather-nejuspesnejsi-ceskou-znackou-je-seznam-cz-1048756#>

[9] Alza ukončuje rizikovou spoluprací s Heureka. Alza.cz a.s.. Alza.cz - největší obchod s počítači a elektronikou. Alza.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/alza-ukoncuje-rizikovou-spolupraci-s-heureka-art17133.htm>

[10] Alza se už chystá na Vánoce. Otevře velký sklad na západním okraji Prahy. E15.cz [online]. 2. února 2021 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/byznys/reality-a-stavebnictvi/alza-se-uz-chysta-na-vanoce-otevre-velky-sklad-na-zapadnim-okraji-prahy-1377547>

[11] Logistické centrum Praha – Horní Počernice P3 park . Alza.cz a.s.. Alza.cz - největší obchod s počítači a elektronikou. Alza.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/logisticke-centrum-praha-horni-pocernice-vgp>

[12] CO JE EDI? Editel.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.editel.cz/co-je-edi/>

[13] Horák T. Logistika. Prezentace prezentována: [výuka, Albertov FD ČVUT, 2020, Praha, Česká Republika]

[13] JEŽEK, Vladimír. Systémy automatické identifikace. Praha: Grada Publishing, spol s.r.o, 2005. s. 920-921. ISBN 80-86031-59-4.

[14] Automatická identifikace. Logistika-cz.studentske.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://logistika-cz.studentske.cz/2008/11/automatick-identifikace.html>

[15] Systémy automatické identifikace (SAI). Dlprofi.cz [online]. 1.8.2015 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://www.dlprofi.cz/33/systemy-automaticke-identifikace-sai-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EkKpRnC\\_SJU-EzS1yVCetw/](https://www.dlprofi.cz/33/systemy-automaticke-identifikace-sai-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EkKpRnC_SJU-EzS1yVCetw/)

[16] PERNICA, Petr. Logistika (Supply Chain Management) pro 21. století. 2. díl. Praha: Radix, spol. s.r.o., 2005. s. 920-921. ISBN 80-86031-59-4.

[17] PETR, VYMETÁLEK a VIKTORA, JAN. OCR (Optical Character Recognition) metoda optického rozpoznávání znaků [online]. 2008 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/12104157-Ocr-optical-character-recognition-metoda-optickeho-rozpoznavani-znaku.html>

- [18] When Were Barcodes Invented? BarcodesInc.com [online]. [cit. 2021-8-4].  
Dostupné z: <https://www.barcodesinc.com/articles/history.htm>
- [19] Barcodes: A Brief History. Corp.trackabout.com/ [online]. November 19, 2015 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://corp.trackabout.com/blog/barcodes-brief-history>
- [20] THE HISTORY OF THE BARCODE. Blog.s4rb.com [online]. [cit. 2021-8-4].  
Dostupné z: <https://blog.s4rb.com/the-history-of-the-barcode>
- [21] EAN 13. HISTORY AND PURPOSE. Bytescout.com/ [online]. [cit. 2021-8-4].  
Dostupné z: <https://bytescout.com/blog/2013/11/ean-13-history-and-purpose.html>
- [22] A short history of barcodes. Gocodes.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z:  
<https://gocodes.com/a-short-history-of-barcodes/>
- [23] Guide to Barcode Types and Standards: 1D, 2D Barcode Symbolologies, Requirements, and Standards-Issuing Entities. Camcode.com [online]. June 25, 2021 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.camcode.com/asset-tags/guide-to-barcode-types-standards/>
- [24] Barcode Tips. Barcodelabelconsultants.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://barcodelabelconsultants.com/?p=24>
- [25] DRUHY A ROZDĚLENÍ ČÁROVÝCH KÓDŮ. Hdwr.eu [online]. [cit. 2021-8-4].  
Dostupné z: <https://hdwr.eu/cs/clanky/96-druhy-a-rozdeleni-carovych-kodu>
- [26] Čárový kód. Kodys.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.kodys.cz/technologie/carovy-kod>
- [27] Bar Code Structure. Computalabel.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <http://www.computalabel.com/bcstruct.htm>
- [28] Moderní čárové kódy. Automa.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf\\_articles/9585.pdf](https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/9585.pdf)
- [29] Basics of Barcodes. Keyence.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://www.keyence.com/ss/products/auto\\_id/barcode\\_lecture/basic/mechanism/](https://www.keyence.com/ss/products/auto_id/barcode_lecture/basic/mechanism/)

- [30] VEČEŘA, RADIM. Aplikace RFID pro identifikaci a skladování zboží [online]. Praha, 2012 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/10044>.  
Bakalářská práce. ČVUT. Vedoucí práce Doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.
- [31] Systém GS1 Lineární čárové kódy. GS1cz.org [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.gs1cz.org/media/volne-dostupne-brozury/publikace-linearni-carove-kody.pdf>
- [32] Code128 a Code39 – sekvenční čárové kódy. Barcodes.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://barcodes.cz/code128-code39/>
- [33] A Guide to 2D Codes. Harfordcontrol.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [http://www.harfordcontrol.com/wp-content/uploads/2018/01/2D-Code-Guide.pdf?utm\\_source=website&utm\\_medium=link](http://www.harfordcontrol.com/wp-content/uploads/2018/01/2D-Code-Guide.pdf?utm_source=website&utm_medium=link)
- [34] GS1 QR Code GS1 US Guideline. GS1us.com [online]. 2012 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://www.gs1us.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?Command=Core\\_Download&EntryId=169](https://www.gs1us.org/DesktopModules/Bring2mind/DMX/Download.aspx?Command=Core_Download&EntryId=169)
- [35] Structure of The QR Code: How Is The Data Coded? Myqrbc.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://myqrbc.com/structure-of-the-qr-code-how-is-the-data-coded/>
- [36] RFID - principy, typy, možnosti použití. Automa.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf\\_articles/44083.pdf](https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/44083.pdf)
- [37] The History of RFID. Blog.labtag.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://blog.labtag.com/the-history-of-rfid/>
- [38] RFID History. Electronics-notes.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/rfid-radio-frequency-identification/development-history.php>
- [39] Walmart and RFID: The Relationship That put RFID on the Map. Atlasrfidstore.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z:

<https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/walmart-and-rfid-the-relationship-that-put-rfid-on-the-map>

[40] BACH, MIRJANA PEJIC, JOVANA ZOROJA a MICHALIS LOUPIS. RFID usage in European enterprises and its relation to competitiveness: Cluster analysis approach [online]. <https://journals.sagepub.com/>, 2016 [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1847979016685093>

[41] JAK FUNGUJÍ RFID ČTEČKY. Esp.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/funjuji-rfid-ctecky>

[42] SOMMEROVÁ, Martina. Základy RFID technologií. VŠB-TUO Hornicko-geologická fakulta [online]. [2011] [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: [http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/rfid/cs/okruhy/informace/RFID\\_pro\\_Logistickou\\_akademii.pdf](http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/rfid/cs/okruhy/informace/RFID_pro_Logistickou_akademii.pdf)

[43] How to Select a Correct Tag – Frequency. Rfid4u.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://rfid4u.com/rfid-frequency/>

[44] A Guide to RFID Types and How They Are Used. Atlasrfidstore.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/a-guide-to-rfid-types-and-how-they-are-used/>

[45] Cheat Sheet – Standards and Regulations. Rfid4u.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://rfid4u.com/cheat-sheet-standards-and-regulations/>

[46] RFID a globální standard EPC. Gs1cz.org [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.gs1cz.org/media/volne-dostupne-brozury/publikace-epc-rfid.pdf>

[47] ABOUT US. Iso.org [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.iso.org/about-us.html>

[48] RFID-TAG-STRUCTURE. Adcbarcode.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://adcbarcode.com/2017/11/22/rfid-and-inventory-control/rfid-tag-structure/>

- [49] What's the difference between read-only and read-write tags? Rfidtagworld.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://www.rfidtagworld.com/news/RFID-Knowledge-IOT-Knowledge\\_2132.html](https://www.rfidtagworld.com/news/RFID-Knowledge-IOT-Knowledge_2132.html)
- [50] Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference? Rfidatlasstore.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>
- [51] How to Select a Correct RFID Tag – Passive vs. Active. Rfid4u.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://rfid4u.com/rfid-passive-active/>
- [52] RFID LABELS AND TAGS. Zebra.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.zebra.com/us/en/products/supplies/rfid-labels-tags.html>
- [53] PRODUCT DATASHEET Confidex Carrier Classic™. Cisper.nl [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: [https://www.cisper.nl/datasheets/confidex/Confidex\\_Carrier\\_Classic\\_Datasheet.pdf](https://www.cisper.nl/datasheets/confidex/Confidex_Carrier_Classic_Datasheet.pdf)
- [54] RFID transpondér. Sick.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.sick.com/cz/cs/automaticka-identifikace/rfid/rfid-transponder/c/g543848>
- [55] Containers traceability. Global-tag.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.global-tag.com/rfid-applications-containers-traceability/>
- [56] Explainer: What is Biometric Identification? Biometricupdate.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.biometricupdate.com/201212/explainer-what-is-biometric-identification>
- [57] RFID vs Barcode Comparison Advantages Disadvantages. Peaktech.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.peaktech.com/blog/rfid-vs-barcode-comparison-advantages-disadvantages/>
- [58] What Are the Functions of RFID? Techwalla.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.techwalla.com/articles/what-are-the-functions-of-rfid>



- [59] BOULMALF, MOHAMED. RFID Middleware Design and Architecture. Intechopen.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/chapters/18099>
- [60] Deploying an RFID System: 20 Questions and Answers. Rfidatlasstore.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/deploying-an-rfid-system/>
- [61] Atlasrfidstore.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/>
- [62] Barco.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.barco.cz/>
- [63] Rfidshop.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.rfidshop.cz/>
- [64] Cisper.nl [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.cisper.nl/en>
- [65] Honeywell.com [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.honeywell.com/cz/en>
- [66] Ab-com.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.ab-com.cz/>
- [67] Penta.cz [online]. [cit. 2021-8-4]. Dostupné z: <https://www.penta.cz/>
- [68] Podrobný průvodce zapojení systému RFID. Hn.cz [online]. 17. 4. 2007 [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://hn.cz/c1-20910240-podrobny-pruvodce-zapojeni-systemu-rfid>

## Seznam obrázků

|  |    |
|--|----|
| Obrázek 1: Shrnutí technologií automatické identifikace, vlastní zpracování [15] ..... | 21 |
| Obrázek 2: Původní podoba čárového kódu [19].....                                      | 23 |
| Obrázek 3: Struktura lineárního čárového kódu [28].....                                | 25 |
| Obrázek 4: Vývojový diagram výběru lineárního čárového kódu [30].....                  | 26 |
| Obrázek 5: EAN-13 [28] .....   | 27 |
| Obrázek 6: ITF-14 [31] .....   | 28 |
| Obrázek 7: GS1-128 [26].....   | 28 |
| Obrázek 8: UPC-A [31].....   | 29 |
| Obrázek 9: Code 39 [32] .....  | 29 |
| Obrázek 10: Struktura QR kódu [28] .....   | 31 |
| Obrázek 11: Popis fungování RFID [41] .....  | 34 |
| Obrázek 12: EPC standardizace [46] .....   | 37 |
| Obrázek 13: RFID tag [48].....   | 38 |
| Obrázek 14: RFID inlay [50] .....  | 40 |
| Obrázek 15: RFID label [52] .....  | 40 |
| Obrázek 16: RFID hard-tag [53] .....   | 41 |
| Obrázek 17: RFID transpondér [54].....   | 41 |
| Obrázek 18: RFID beacon [55].....  | 42 |

## **Seznam grafů**

|   |    |
|---|----|
| Graf 1: Roční obraty Alza.cz a.s. v milionech Kč bez DPH [6].....   | 13 |
| Graf 2: Využití RFID v rámci podniků v Evropě 2009 – 2014 [40]..... | 33 |

## **Seznam tabulek**

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1: RFID frekvence, vlastní zpracování [42] [43] [44]..... | 35 |
|---|----|