

Ekonomická  
fakulta  
Faculty  
of Economics

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Ekonomická fakulta

Katedra obchodu, cestovního ruchu a jazyků

Bakalářská práce

# Využití radiofrekvenční identifikace v obchodním provozu

Vypracoval: Alexandr Opelka

Vedoucí práce: doc. Ing. Kamil Pícha Ph.D., MBA

České Budějovice 2023

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta  
Akademický rok: 2021/2022

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Alexandr OPELKA**  
Osobní číslo: **E20133**  
Studijní program: **B0413A050023 Ekonomika a management**  
Téma práce: **Využití radiofrekvenční identifikace v obchodním provozu**  
Zadávající katedra: **Katedra obchodu, cestovního ruchu a jazyků**

### Zásady pro vypracování

#### Cíl práce:

Cílem práce je zhodnotit zkušenosti s využitím RFID a potřeby v oblasti identifikace zboží a představit doporučení pro využití či úpravu systému RFID v obchodním provozu.

#### Metodický postup:

1. Rešerše literatury.
2. Sběr dat.
3. Analýza a vyhodnocení dat.
4. Návrhy a doporučení.
5. Závěry.

#### Rámcová osnova:

1. Úvod. Cíl práce (hypotézy – pokud jsou s ohledem na zvolené téma potřebné).
  2. Přehled řešené problematiky (literární rešerše).
  3. Metodika.
  4. Řešení a výsledky, případně diskuse.
  5. Závěr.
- X. Seznam použitých zdrojů. X. Seznam příloh (jsou-li v práci přílohy). X. Přílohy.

Rozsah pracovní zprávy: **30 – 40 stran**

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

#### Seznam doporučené literatury:

- Drahotský I., Rezníček, B. (2003). *Logistika procesy a jejich řízení*. 1. vydání. Brno: Computer Press.
- Hussien, N., Ajlan, I., Firdhous, M. M., & Alrikabi, H. (2020). Smart Shopping System with RFID Technology Based on Internet of Things, *iJIM*, 14 (04), 17-29.
- Jurová, M. (2016). *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha, Grada Publishing.
- Pešek, D. (2010). *RFID-radiofrekvenční identifikace: důvod k obavám?*. Praha, Sdružení českých spotřebitelů.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Kamil Pícha, Ph.D., MBA.**  
Katedra obchodu, cestovního ruchu a jazyků

Datum zadání bakalářské práce: **18. ledna 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **14. dubna 2023**

  
doc. Dr. Ing. Dagmar Škodová Parmová  
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA

Studentická 150  
370 01 České Budějovice

  
Ing. Roman Švec, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. února 2022

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „Využití radiofrekvenční identifikace v obchodním provozu“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum

Podpis



**Poděkování:**

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Kamilu Píchovi Ph.D., MBA za jeho rady a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky.

Dále bych chtěl poděkovat zástupcům firmy Fuski BOMA s.r.o., především panu Zdeňku Janouškovi ml., bez jehož důvěry a informací by tato práce nikdy nevznikla.



# Obsah

Seznam použitých zkratk	4
1 Úvod	5
2 Literární rešerše	6
2.1 Automatická identifikace produktů	6
2.1.1 Optický princip	7
2.1.2 RFID	8
2.2 Historie RFID	8
2.3 Princip fungování RFID	11
2.3.1 RFID Tagy	12
2.3.2 RFID Čtečky	12
2.3.3 Middleware	12
2.3.4 Frekvenční pásma RFID	13
2.4 Rozdělení RFID tagů	15
2.4.1 Rozdělení tagů podle zdroje energie	15
2.4.2 Rozdělení tagů podle zapisovatelnosti	16
2.4.3 Cena RFID tagů	17
2.4.4 Současný trh a výhled	17
2.4.5 Smart label	18
2.4.6 RFID tagy vs. čárové kódy	18
2.5 Vlastnosti technologie RFID	19
2.5.1 Výhody a přínosy technologie RFID	20
2.5.2 Nevýhody technologie RFID	20
2.5.3 Bezpečnost RFID	21
2.5.4 Náklady spojené s implementací RFID	22
2.6 Využití technologie RFID	23
2.6.1 Využití v obchodním provozu	23



2.6.2	Využití RFID ve velkoobchodním skladu .....	25
2.6.3	Další možnosti využití .....	25
3	Cíl práce a metodika .....	27
3.1	Hypotézy .....	27
3.2	Metodika sběru dat .....	27
3.3	Metodika zpracování dat .....	28
4	Řešení a výsledky .....	30
4.1	Charakteristika vybrané společnosti .....	30
4.1.1	Organizační struktura společnosti .....	31
4.1.2	Prostorové členění velkoobchodního skladu .....	32
4.1.3	Současná identifikace produktů .....	33
4.1.4	Procesy probíhající ve skladu .....	34
4.2	Rozhovor s ředitelem společnosti .....	35
4.3	Dodavatelé technologie .....	38
4.3.1	Komponenty brány .....	39
4.3.2	RFID čtečka .....	40
4.3.3	RFID tiskárna .....	40
4.4	Měření času kontroly .....	41
4.4.1	Měření času kontroly na vstupu .....	42
4.4.2	Měření času kontroly na výstupu .....	42
4.5	Dotazníkové šetření .....	43
4.6	Zpracování dat a jejich interpretace .....	43
4.6.1	Výpočet nákladů na implementaci .....	43
4.6.2	Výpočet mzdových nákladů na kontrolu a inventarizaci .....	44
4.6.3	Výsledky dotazníkového šetření .....	46
4.7	SWOT analýza .....	51
4.7.1	Vyhodnocení SWOT matice .....	53

4.8	Shrnutí a návrh řešení.....	55
4.8.1	Přínosy .....	55
4.8.2	Náklady .....	55
4.8.3	Zhodnocení hypotéz.....	57
4.8.4	Řešení.....	57
4.8.5	Budoucnost .....	58
5	Závěr .....	59
I.	Summary .....	60
II.	Seznam použitých zdrojů.....	62

## Seznam použitých zkratek

<b>AIDC</b>	Automatic Identification and Data Capture	Automatická identifikace a sběr dat
<b>BAP Tag</b>	Battery-Assisted Passive Tag	Tag s pomocným bateriovým napájením
<b>CEPT</b>	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations	Konference evropských správ pošt a telekomunikací
<b>DoD</b>	Department of Defense	Ministerstvo obrany USA
<b>EAN</b>	Europe Article Number	Evropské číslo zboží
<b>EAS</b>	Electronic Article Surveillance	Elektronické sledování zboží
<b>GPS</b>	Global Positioning System	Globální polohový systém
<b>GSM</b>	Groupe Spécial Mobile	Globální systém mobilní komunikace
<b>GTIN</b>	Global Trade Item Number	Globální číslo obchodní položky
<b>HF</b>	High Frequency	Vysoká frekvence
<b>IATA</b>	International Air Transport Association	Mezinárodní organizace sdružující letecké dopravce
<b>IBM</b>	International Business Machines Corporation	Americká mezinárodní technologická společnost
<b>IFF</b>	Identification Friend or Foe	Identifikace přítel nebo nepřítel
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization	Mezinárodní organizace pro standardizaci
<b>LAN</b>	Local Area Network	Lokální počítačová síť
<b>LF</b>	Low Frequency	Nízká frekvence
<b>QR Code</b>	Quick Response Code	Kód s rychlou odezvou
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification	Radiofrekvenční identifikace
<b>SCM</b>	Supply Chain Management	Řízení dodavatelského řetězce
<b>UHF</b>	Ultra High Frequency	Ultra vysoká frekvence
<b>UPC</b>	Universal Product Code	Univerzální zbožíový kód
<b>Wi-Fi</b>	Wireless Fidelity	Bezdrátová technologie přenosu dat

# 1 Úvod

Většina z nás se už s nějakou formou technologie radiofrekvenční identifikace (dále jen RFID) setkala. Ve školních jídelnách, knihovnách, při nakupování, používání platebních karet, všude tady se využívá technologie RFID, i když většina z nás nemá o principech jejího fungování žádné povědomí. Ačkoliv technologie RFID byla patentována již v druhé polovině minulého století, až v poslední době se ve větší míře dostává do popředí zájmu mnoha společností, které pomocí této technologie chtějí řešit problematiku automatické identifikace svých produktů. Po mnoho let si obchodní společnosti i organizace vystačily s používáním čárových kódů, ale vlivem standardizace technologie RFID na počátku tohoto století stále více společností začíná objevovat výhody, které tato technologie nabízí. V posledních dvaceti letech bylo možné pozorovat i zlevňování technologie RFID, kdy postupně klesala cena RFID tagů, bohužel vlivem covidové krize vyvstal problém s dostupností mikročipů pro výrobu tagů a od té doby pokles ceny ustal. I proto bude zajímavé zjistit, zda je cena tagů stále tím hlavním argumentem toho, že mnoho společností stále využívá poměrně letitou technologii identifikace pomocí čárových kódů.

Teoretická část této bakalářské práce má za cíl seznámit čtenáře s technickou podstatou technologie RFID, její historií, dále pak porovnat s ostatními způsoby automatické identifikace a zmínit jejich výhody a nevýhody, a to zejména v oblasti obchodního provozu. Cílem praktické části této práce je zjistit současný stav identifikace produktů ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. a následně navrhnout možnost implementace technologie RFID, zvážit její přínosy, popř. problémy spojené s přechodem na novou technologii.

Závěrem bych chtěl vyhodnotit získané poznatky a zjistit, zda je přechod k technologii RFID proveditelný a přinese společnosti benefity, například ve formě snížených nákladů na zaměstnance nebo konkurenční výhody u potenciálních odběratelů. Tato bakalářská práce by mohla majitelům společnosti Fuski BOMA s.r.o. pomoci zodpovědět otázku, zda již nastal čas na změnu způsobu automatické identifikace či nikoliv, popř. pomoci vedení společnosti připravit se na tuto změnu v blízké budoucnosti.

## 2 Literární rešerše

### 2.1 Automatická identifikace produktů

Podstatou automatické identifikace je rychlé zjištění informací o určitém objektu (například o jeho poloze, druhu, ceně, hmotnosti či stavu), a to bez toho, aby s tímto objektem byl člověk nebo stroj nucen nějak významně manuálně manipulovat. Výhodou oproti manuálnímu zjišťování dat o objektu je zejména mnohem vyšší rychlost a přesnost požadovaných informací. (Jirsák et al., 2012) Někdy se můžeme ve spojitosti s automatickou identifikací setkat i s pojmem AIDC (Automatic Identification and Data Capture), což je zkratka pro automatickou identifikaci a sběr dat. Úkolem odvětví AIDC bylo od začátku přinést přenositelnost, standardizaci a ověřování dat, zejména v oblasti řízení dodavatelského řetězce (SCM). (Hill & Cameron, 2000)

Již v 60. letech minulého století můžeme pozorovat první snahy o automatickou identifikaci zboží, a to zejména v důsledku vzniku terminálových pokladen. Cílem bylo urychlit práci pokladních a zpracování velkých souborů dat. Překážkou však byly technické problémy snímání kódů a vyšší cena pořízení jak terminálových pokladen, tak samotných etiket na zboží. (Pražská & Jindra, 2002) V polovině sedmdesátých let pak můžeme pozorovat velký rozvoj používání UPC kódů jako reakci na požadavky potravinářského průmyslu. Mezi společnostmi, které se rozhodly optimalizovat své dodavatelské řetězce pomocí této technologie, patřili i takoví významní maloobchodníci jako Wal-Mart, Metro, Target a Carrefour. (Miles et al., 2008) Významný podíl na zapojení potravinářských firem i maloobchodníků měla firma IBM, která od 60. let systém identifikace vyvíjela. Její úsilí v potravinářském odvětví bylo korunováno úspěchem na konci 70. let. (Jack, 2017)

Podle způsobu čtení dat existuje několik různých typů technologií automatické identifikace. Rozlišujeme následujících šest typů technologií (Pernica, 2005):

- Optický princip (čárový kód, QR kód, Bumpy Barcode)
- Radiofrekvenční princip (RFID)
- Hlasová technologie
- Světelná technologie
- Magnetická technologie
- Biometrická technologie

Tato práce se bude věnovat pouze prvním dvěma technologiím, které jsou v současné době nejvyužívanější, a to optickému principu (zejména jednodimenzionální čárovému kódu) a radiofrekvenčnímu principu, u kterého lze poslední dobou vysledovat prudký rozvoj. I když jsou v současné době stále ještě čárové kódy dominantní technologií, je předpoklad, že budou v budoucnu nahrazeny právě technologií RFID. (Jirsák et al., 2012)

### 2.1.1 Optický princip

Tento princip je založen na snímání světelného paprsku, který se odráží od obrazového kódu, na čtecí zařízení. Po převedení kódu do digitální podoby dochází poté k přiřazení významu kódu dle databáze nebo stanovených identifikátorů. (Jirsák et al., 2012)

Jirsák et al. (2012) dále uvádí, že kódy lze rozdělovat podle dimenzionality (viz tabulka 1), podle diskretnosti (diskrétní a spojité), podle délky kódu (fixní a proměnlivé) a nakonec podle směru čtení (vícesměrný a jednosměrný).

*Tabulka 1: Srovnání technologií optických kódů dle dimenzionality*

Technologie	Výhody	Nevýhody	Standards a vlastnosti
Jednodimenzionální (horizontální) kódy (1D) European Article Number (EAN)	<ul style="list-style-type: none"> <li>cena</li> <li>široké oborové použití</li> <li>nízké pořizovací náklady</li> <li>rychlost a jednoduchost</li> <li>kompatibilita čtecích zařízení</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>trvanlivost</li> <li>čitelnost</li> <li>odolnost</li> <li>kvalita</li> <li>umístění</li> <li>omezená kapacita</li> </ul>	EAN 8, EAN 13, Codabar, Code 39, Code 128 aj.
Dvoudimenzionální (horizontální i vertikální) kódy (2D) Quick Response Code (QR kód)	<ul style="list-style-type: none"> <li>vyšší čitelnost</li> <li>vyšší kapacita informací</li> <li>jednoduchost</li> <li>široké použití</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omezené použití</li> </ul>	Code 1, 16K, PDF 417, SuperCode, UltraCode aj.
Trojdimenzionální kódy (3D) Bumpy Barcode (BBC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>cena</li> <li>vyšší kapacita</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>výroba</li> <li>omezené použití</li> <li>omezená kapacita</li> </ul>	Technologie má obdobné vlastnosti jako 1D a 2D kódy, které se odlišují pouze hloubkou záznamu.

*Zdroj: Jurová, M. (2016), upraveno autorem*

Nejrozšířenějšími optickými kódy jsou čárové kódy. Čárový kód funguje na principu čtení snímačem s červeným světlem. Každý kód sestává z tmavých čar a světlých mezer. Tmavé čary pohltí světlo ze snímače a světlými mezerami je odraženo zpět do snímače. (Mulačová et al., 2013) V USA koncem šedesátých let minulého století začaly první pokusy využití čárových kódů, které v roce 1973 vyústily v zavedení systému UPC pro USA

a Kanadu. Dvanáctimístný UPC kód se v roce 1977 stal základem pro vznik čárového kódu EAN, který se začal používat především v Evropě. Jeho výhodou je, že může využívat i čtecí zařízení vyvinuté pro čtení UPC kódů. Další výhodou je jeho mezinárodní rozlišení původu produktů, které umožnilo jeho rozšíření do celého světa mimo USA a Kanadu, kde má stále převahu kód UPC. (Pražská & Jindra, 2002) V České republice se EAN kód začal využívat v roce 1983, ale k významnějšímu rozšíření využití došlo až po roce 1989. Systém EAN je v současné době spravován organizací GS1, která sídlí v belgickém Bruselu, tuzemským zastoupením je sdružení GS1 Czech Republic. (Cimler & Zadražilová, 2007) Tato mezinárodní organizace, která působí ve více než 150 státech světa zajišťuje automatickou identifikaci zboží, distribučních a logistických jednotek, objektů, služeb a elektronické sdílení dat (Kdo jsme, 2022).

V Evropě je nejvíce využívaným jednodimenzionálním kódem u produktů EAN-13, u menších produktů kód EAN-8, v distribuci kódy ITF-14 a GS1 128, ve výrobě pak kód 39 (Jirsák et al., 2012). Zboží ve spotřebitelském obalu využívá tzv. GTIN – globální číslo obchodní položky. Tyto produkty jsou určeny k prodeji konečnému spotřebiteli a aby mohly být správně načteny pomocí pokladničního systému, jsou označeny kódem EAN-13 resp. UPC-A (USA, Kanada), pokud má spotřebitelská jednotka rozměr nebo tvar, která neumožňuje umístění těchto kódů, používá se EAN-8 nebo UPC-E. (Cimler & Zadražilová, 2007)

### **2.1.2 RFID**

RFID je zkratka pro radiofrekvenční identifikaci dat (Radio-frequency Identification). Jedná se o způsob bezdrátové komunikační technologie, která uživatelům umožňuje jednoznačně identifikovat označené objekty nebo osoby. (Hunt et al., 2006) Principem fungování této technologie je komunikace mezi datovým nosičem (tzv. RFID tagem) a čtečkou. Informace je možné z tagů načítat opakovaně, u některých typů tagů lze informace i přepisovat, čtečka zajišťuje oboustrannou komunikaci pomocí radiových vln. (Cimler & Zadražilová, 2007)

## **2.2 Historie RFID**

Není úplně jednoduché stanovit nějaký pevný výchozí bod, o kterém bychom mohli říci, že je počátkem této technologie. Historie technologie RFID se spíše prolíná s historií mnoha dalších komunikačních technologií, které byly vyvinuty v průběhu 20. století. Mezi tyto technologie patří kromě radiofrekvenční elektroniky i počítače, informační

technologie, mobilní telefony, bezdrátové sítě LAN, satelitní komunikace, GPS atd. (Hunt et al., 2006)

Už na konci 19. století byl objeven způsob přenášení informací pomocí rádiových vln německým fyzikem Heinrichem Rudolfem Hertzem, ruský fyzik a vynálezce Alexandr Stěpanič Popov sestavil svou bezdrátovou telegrafickou stanicí v roce 1895. Další fyzik, Ital Marchese Guglielmo Marconi si nechal patentovat bezdrátový telegraf o dva roky později, v roce 1897. (Jirsák et al., 2012)

Nejčastěji se uvádí, že kořeny technologie RFID sahají do 2. světové války. Již v roce 1935 byl objeven radar, zařízení pro varování před blížícím se nepřátelským letadlem. Na tomto objevu se výrazně podílel skotský fyzik Sir Robert Alexander Watson-Watt. V průběhu války využívali radar jak Američani a Britové, tak i jejich protivníci – Japonci a Němci. Největším nedostatkem tohoto řešení byla nemožnost identifikovat, zda se jedná o vlastní nebo nepřátelské stroje. Němci zjistili, že pokud jejich piloti při návratu na základnu natočí svá letadla, změní se odražený signál a upozorní obsluhu na zemi, že se jedná o německé stroje. Jedná se v podstatě o první pasivní RFID systém. Britové pod vedením Watsona-Watta vyvinuli systém aktivní identifikace, kdy každé britské letadlo vybavili vysílačem, který po obdržení signálu z pozemní stanice vyslal zpětný signál a tímto byl letoun identifikován jako přátelský. (Roberti, 2005)

Po druhé světové válce vědci a inženýři pokračovali ve výzkumu radiofrekvenční komunikace a stále více se snažili i o civilní využití této technologie. V roce 1948 publikoval švédský vědec a radioinženýr Harry Edmond Sigfrid Stockmann článek s názvem „Communication by Means of Reflected Power“, což můžeme přeložit jako „Komunikace pomocí odražené síly“. Tato publikace by mohla být při zpětném pohledu považována za zrod technologie RFID. V padesátých letech 20. století začala Armáda Spojených států amerických implementovat ranou formu RFID technologie v letectví, nazvanou Identification Friend or Foe (IFF). (Hunt et al., 2006)

Za počátek komerčního využití technologie RFID lze považovat šedesátá léta 20. století, kdy byly založeny společnosti Sensormatic a Checkpoint. Tyto společnosti spolu s dalšími vyvinuly zařízení pro elektronické sledování výrobků – EAS (Electronic Article Surveillance), které mělo zamezit krádežím zboží v obchodech. Tyto systémy využívaly zpravidla jednobitové tagy, kdy mohla být detekována pouze jejich přítomnost nebo



nepřítomnost. Díky tomu byly poměrně levné a malé, zatímco vícebitové tagy dosahovaly tehdy velikosti bochníku chleba. (Landt, 2005)

Americký vynálezce Mario W. Cardullo získal v roce 1973 první patent na aktivní RFID štítek s přepisovatelnou pamětí. Ve stejném roce získal patent také kalifornský podnikatel Charles Walton. Jeho transpondér umožňoval odemknout dveře bez použití klíče. Karta s vestavěným transpondérem předala signál čtečce poblíž dveří. Když čtečka detekovala platné identifikační číslo uložené v RFID tagu, dveře se odemkly. V sedmdesátých letech pověřilo ministerstvo energetiky USA Národní laboratoř v Los Alamos, aby vyvinula systém pro sledování pohybu jaderných materiálů. Transpondér byl umístěn do kamionu a čtečky před brány zabezpečených zařízení. Toto řešení později našlo i komerční využití. Vědci, kteří se na projektu podíleli, později odešli a založili společnost na vývoj automatizovaných systémů výběru mýtného. Tyto systémy pak začaly být využívány na silnicích po celém světě. (Roberti, 2005)

V osmdesátých letech 20. století docházelo ke stále větší komercializaci RFID systémů. Jednalo se většinou o jednoduché systémy, jako například sledování hospodářských zvířat, bezklíčové odemknání nebo systém pro identifikaci personálu. V USA se začalo používat sledování kontejnerů na železnici a koncem této dekády se objevily i silniční dopravní aplikace. První mýtná aplikace byla implementována v roce 1987 v Norsku, další pak v Dallasu v roce 1989. Všechny zmíněné systémy byly ale proprietární, což spolu s malou konkurencí v odvětví RFID mělo za následek vysoké náklady na tyto systémy a bránilo rychlejšímu růstu komerčního využívání RFID. (Hunt et al., 2006)

Na počátku devadesátých let 20. století byl inženýry IBM vyvinut a patentován UHF systém RFID (systém s ultra vysokou frekvencí), který nabídl rychlejší přenos dat a delší dosah čtení (za dobrých podmínek až 6 metrů). Ve spolupráci s řetězcem Wal-Mart provedla společnost IBM několik pilotních projektů, pak ale z důvodu finančních problémů prodala své patenty společnosti Intermec, poskytovateli systému čárových kódů. Systémy Intermec RFID byly využívány v různých odvětvích, od sledování stavu skladů až po zemědělství, ale kvůli nedostatečným mezinárodním standardům byla tato technologie stále velmi drahá. (Roberti, 2005)

Až na konci devadesátých let 20. století začalo úsilí mezinárodních organizací o standardizaci RFID technologií. Jednalo se zejména o Konferenci evropských správ pošt a telekomunikací (CEPT), Mezinárodní organizaci pro normalizaci (ISO) nebo výzkumnou

skupinu Auto-ID Center. Tyto organizace začaly pracovat na standardizaci RFID zejména pro správu dodavatelských řetězců a majetku. Na počátku 21. století už se zdálo jasné, že cena štítků by se postupně mohla dostat pod úroveň 0,05 USD a technologie RFID by mohla jednou nahradit systém čárových kódů. V roce 2003 deklarovali dva velcí hráči na světovém trhu, že od roku 2005 chtějí po svých dodavatelích, aby začali využívat RFID technologii. Jednalo se o Wal-mart (největší světový maloobchodní řetězec) a DoD - Ministerstvo obrany Spojených států amerických (největší světový logistický řetězec). (Hunt et al., 2006)

David Brock a Sanjay Sarma - dva profesori, zabývající se technologií RFID v rámci Auto-ID Center na Massachusetts Institute of Technology, prováděli od roku 1999 výzkum možnosti umístění levných RFID štítků na vyrobené produkty, aby je pak mohli sledovat v dodavatelském řetězci. Na výrobek umístili pouze tag se sériovým číslem, aby dosáhli nižší ceny (jednoduchý mikročip uchovával pouze velmi málo informací a byl tak levnější než složitější čip s větší pamětí). Data spojená se sériovým číslem na štítku byly uloženy v databázi přístupné pomocí internetu. Tímto Brock a Sarma propojením objektu s internetem pomocí tagu proměnili RFID v síťovou technologii a zásadně změnili vnímání technologie RFID v dodavatelských řetězcích. (Roberti, 2005)

### 2.3 Princip fungování RFID

Na fungování RFID systému se podílí tři základní součásti:

- **tag** (někdy také štítek, transpondér), který se skládá z polovodičového čipu, antény a někdy také z baterie
- **čtečka** (někdy také snímač, dotazovač), který se skládá z antény, modulu RF elektroniky a modulu řídicí elektroniky
- **ovladač** (někdy také hostitel), který má nejčastěji podobu PC nebo pracovní stanice, na které běží databáze a řídicí software (často nazývaný middleware)

Tag se čtečkou mezi sebou komunikují prostřednictvím rádiových vln. Když se objekt označený tagem dostane do čtecí zóny čtečky, čtečka vyšle tagu signál, aby přenesl uložená data. Tagy obsahují mnoho druhů informací o objektech, ke kterým jsou připojeny (např. sériová čísla, časová razítka, konfigurační pokyny a mnohé další). Jakmile čtečka obdrží informace z tagu, jsou tyto informace předány ovladači přes používané síťové rozhraní (např. LAN nebo internet). Ovladač pak může tyto informace použít pro různé účely (např. k inventarizaci objektu, sledování pohybu objektu či ověření identity a udělování

oprávnění). Všechny čtečky jsou zpravidla propojeny s jedním ovladačem, např. v rámci skladovacího prostoru nebo podél montážní linky. (Hunt et al., 2006)

### **2.3.1 RFID Tagy**

RFID tagy neboli štítky mohou mít mnoho podob a nemusí se vůbec podobat skutečnému štítku. Vzhledem k tomu, že sestavu polovodičový čip – anténa je možné vyrobit ve velmi malém rozměru, lze ji v současné době začlenit do jakéhokoli tvaru, např. u značkování hospodářských zvířat se jedná o plastové štítky, které se zvířatům nastřelují do uší. Jindy mohou mít tagy podobu plastové karty, přívěsku na klíče či různých náramků. Tvar tagu velmi závisí na způsobu jeho aplikace. (Hunt et al., 2006)

Tag dělíme na tři hlavní součásti, kterými jsou: mikročip, anténa a zapouzdření. Výrobci RFID tagů velmi často dodávají pouze polotovary ve formě mikročipu spojeného s anténou v tenké průhledné fólii – tzv. inlay tag. Stejně jako tvar tagu i materiál zapouzdření tagu závisí na způsobu aplikace a vlastnosti prostředí, v kterém bude tag používán. ("Automa", 2011) Některé tagy jsou vyrobeny tak, aby odolaly vysokým teplotám, vlhkosti či působení chemikálií, a jsou tedy obaleny ochrannými materiály, ale většina dnes vyrobených tagů jsou levné štítky, kde je tag chráněn papírovým obalem. (Hunt et al., 2006)

### **2.3.2 RFID Čtečky**

Další důležitou součástí systému RFID je čtečka neboli snímač. V zásadě existují dva typy čteček RFID – mobilní a stacionární. Čtečka RFID je zařízení připojené k síti, které může být přenosné nebo trvale připojené. Využívá rádiové vlny k přenosu signálů, které aktivují štítek. Jakmile je tag aktivován, pošle data zpět do antény, kde se převede na data. (Amsler & Shea, 2021) Mobilní čtečka je programovatelné kompaktní zařízení se čtecím modulem a počítačem, které může komunikovat jak po kabelu, tak pomocí Wi-Fi nebo GSM. Naproti tomu stacionární (pevná) čtečka bývá zpravidla pevně připevněna v blízkosti montážní linky, např. dopravníkového pásu. Anténa nebývá obvykle součástí samotného těla čtečky. Z důvodu lepšího pokrytí prostoru bývá ke čtečce připojeno více samostatných antén. Při zprovoznování systému využívajícího stacionární čtečky je třeba dbát na správné umístění a konfiguraci antén, aby bylo zajištěno bezchybné čtení monitorovaného prostoru. ("Automa", 2011)

### **2.3.3 Middleware**

Aby bylo možné plně využít výhod technologie RFID, je při implementaci této technologie třeba začlenit získaná data do rozhodovacích procesů daného podniku nebo

organizace. K tomuto účelu slouží middleware, což je software, který propojuje nový RFID hardware se stávajícím podnikovým systémem a zároveň zodpovídá za kvalitu a konečnou použitelnost informací produkovaných systémem RFID. (Hunt et al., 2006) Middleware je nepostradatelný zejména z důvodu zpracování a propojení původních dat přečtených z tagů v systémech s větším množstvím RFID čteček. Dalším úkolem middlewaru je filtrovat údaje tak, aby se předešlo chybným nebo nadbytečným informacím, které pro rozhodovací procesy podniku nebo organizace nejsou využívány. (Abad et al., 2012) V dnešní době již existují i podnikové informační systémy, které jsou schopny přijímat a následně zpracovávat data přímo ze RFID čteček bez využití middlewaru, pokud jsou jejich součástí aplikace pro RFID identifikaci (Jirsák et al., 2012).

### 2.3.4 Frekvenční pásma RFID

Existuje mnoho frekvencí a standardů, které určují, jak probíhá komunikace mezi tagem a čtečkou. Rozlišujeme několik skupin podle používaných frekvenčních pásem (viz tabulka 2) a mnoho standardů, které řeší například bezpečnost dat uložené v paměti tagu nebo definující komunikační protokol pro přenos dat. To znamená, že ne každá čtečka a tag spolu komunikují. ("Automa", 2011) Podle používané frekvence můžeme rozdělit RFID systémy do tří hlavních skupin. Nízkofrekvenční RFID systémy (LF), vysokofrekvenční RFID systémy (HF) a ultra vysoké RFID systémy (UHF). Existují i mikrovlnné RFID systémy, které většinou pracují s frekvencemi nad 2,45 GHz, ale ty se kvůli četnosti využívání do hlavních skupin nezahrnují. (Amsler & Shea, 2021)

*Tabulka 2: Přehled nejpoužívanějších RFID pásem*

RFID systém	Frekvence	Čtecí dosah
LF RFID	30 – 500 KHz typicky 124 kHz řidčeji 135 kHz	do cca 0,2 m (dle podmínek někdy až 0,5 m)
HF RFID	3 – 30 MHz typicky 13,56 MHz	do cca 1 m
UHF RFID	300 – 960 MHz Evropa 865 - 868 MHz USA 902 - 928 MHz	do cca 3 m
MICROWAVE	2,45 GHz	do cca 2 m

*Zdroj: Amsler & Shea (2021), upraveno autorem*

Zatímco u LF a HF tagů se využívají indukční antény, u UHF a mikrovlnných tagů to jsou antény dipólové. Z důvodu dlouhých vlnových délek nízkofrekvenčních rádiových signálů by musely být antény LF a HF tagů mnohem větší než UHF a mikrovlnné antény, aby mohlo být dosaženo srovnatelného zisku úrovně signálu. To ale naráží na problém velikosti a ceny tagů, takže většina návrhářů systémů se kvůli nákladům vzdává zisku antény, a to vede k nižšímu čtecímu dosahu LF a HF systémů. I přesto jsou LF a HF tagy většinou stále větší než UHF a mikrovlnné tagy. (Hunt et al., 2006)

Obecně platí to, že čím vyšší frekvenci bude daný RFID systém využívat, tím bude pracovat s kratšími vlnovými délkami a větším čtecím dosahem. Na druhou stranu také platí to, že čím vyšší frekvence, tím více možných problémů s materiály, jako jsou kapaliny a kov. (Smiley, 2019)

Existuje mnoho různých způsobů využití RFID tagů podle jejich přenosové frekvence. V následujících odstavcích můžete vidět některé výhody, nevýhody a praktické využití třech hlavních skupin podle frekvenčních pásem.

- **Nízkofrekvenční (LF)** – LF tagy dobře fungují v blízkosti kovů a kapalin, nevýhodou je nízká rychlost přenosu dat oproti jiným systémům, malý čtecí dosah a také vyšší cena provedení díky potřebě velké antény. LF tagy se využívají zejména k označování zvířat, dále pak v systémech zajišťujících oprávnění vstupu. Na rozdíl od tagů pracujících na vyšších frekvencích fungují dobře i v blízkosti kovů, takže jsou vhodné k označování kovových objektů. Další možné využití je v oblasti elektronického sledování výrobků (EAS) či v imobilizérech automobilů. (Jirsák et al., 2012)
- **Vysokofrekvenční (HF)** – oproti LF disponují vyšší komunikační rychlostí a také čtecím dosahem, díky menšímu rozměru antény jsou také menší než LF, výhodou je i celosvětově standardizovaná frekvence. Mezi nevýhody patří snížení čtecího dosahu v blízkosti kovů a kapalin a také menší dosah čtení oproti UHF. HF tagy se využívají zejména ke sledování zavazadel při přepravě, v knihovnách, při bezkontaktním placení či při evidenci vratných obalů. (Jirsák et al., 2012)
- **Ultra frekvenční (UHF)** – díky vysoké rychlosti čtení mohou UHF tagy rychleji identifikovat objekty a disponují velkým dosahem, obecně jsou levnější než LF a HF, hlavní nevýhodou je celosvětově nejednotná frekvence. UHF tagy jsou také více náchylné k rušení, obzvláště v okolí kovových konstrukcí a kapalin, i když mnoho výrobců již našlo způsoby, jak navrhnout tagy, antény i čtečky tak, aby

udrželi vysoký výkon i v těchto podmínkách. (*LF, HF, UHF Frequency: What's the difference*, 2022) Hlavním využitím UHF tagů je identifikace produktů zabalených v bednách a kartonech bez nutnosti rozbalování, zejména při příjmu a zaskladňování zboží, UHF tagy se dále využívají v dopravě ke sledování palet a kontejnerů. (Jirsák et al., 2012)

## 2.4 Rozdělení RFID tagů

Existuje velké množství různých RFID tagů, které se liší tvarem a materiálem zapouzdření, ale tagy se dále ještě liší svým technickým řešením. Některé mohou ke svému napájení využívat vlastní miniaturní baterie – ty nazýváme aktivními tagy, naproti tomu pasivní tagy využívají energii čtečky. Tagy mohou být vybaveny přepisovatelnou pamětí, do které lze zapisovat a mazat, stejně jako v pevném disku počítače. (Hunt et al., 2006)

### 2.4.1 Rozdělení tagů podle zdroje energie

Podle druhu získávání energie pro provoz tagu rozeznáváme dva základní typy RFID tagů, a to pasivní a aktivní (Jirsák et al., 2012). I když pasivní i aktivní technologie RFID využívají ke komunikaci rádiových vln, obě technologie jsou odlišné a mají své výhody, které se hodí pro různé aplikace (Smiley, 2019). Z historických důvodů jsou pasivní tagy obvykle provozovány v LF a HF pásmech, zatímco aktivní tagy se používají v pásmech UHF a mikrovlnných pásmech (Hunt et al., 2006).

Jak už název napovídá, **pasivní tagy** neobsahují žádný vlastní zdroj energie, ale čekají na signál z RFID čtečky, z jejíž elektromagnetických vln energie čerpají. Po vyslání modulového signálu čtečkou dojde k nabití kondenzátoru pasivního tagu, ze kterého může tag dočasně čerpat energii. Pak již dochází k převodu informací z paměti tagu do čtečky pomocí radiofrekvenčních vln. (Jirsák et al., 2012) Výhodou pasivních RFID tagů jsou především jejich rozměry. Pasivní tagy bývají menší, tenčí, pružnější a také mnohem levnější než aktivní tagy. Pasivní tagy nejsou nikdy omezeny krátkou životností baterie a jsou tedy prakticky nesmrtelné, pokud nejsou mechanicky poškozeny. (Smiley, 2019) V roce 2019 představoval trh pasivních tagů přibližně 3,2 miliardy amerických dolarů, přičemž klíčovými uživateli byl zejména maloobchod, podniky a segment řízení zásob. Podíl pasivních RFID tagů na globálním trhu s RFID tagy činil 62 %. (*Global RFID Sensor Market*, 2021)

Oproti pasivním tagům mají **aktivní tagy** svůj vlastní zdroj energie – vnitřní baterii, která jim umožňuje delší čtecí dosah a větší paměť. Baterie vydrží obvykle 3-5 let, a když skončí její životnost, obvykle se vyměňuje celý tag, ale v poslední době se začínají

využívat i výměnné baterie. (Smiley, 2019) V menší míře se využívají i aktivní tagy, které k získávání energie využívají solární energii. Aktivní tagy můžeme dále rozdělit podle toho, zda jsou na RFID čtečce částečně závislé nebo úplně nezávislé. (Jirsák et al., 2012) První skupinou aktivních tagů jsou transponders (transpondéry), které čekají s odesláním příslušných informací až na prvotní signál čtečky. Díky tomu jsou schopny šetřit životnost baterie, když je tag mimo dosah čtečky. Většinou jsou využívány v zabezpečení přístupu nebo v mytných systémech. Druhou skupinou jsou tzv. beacons (majáky), které nečekají na signál čtečky, ale informace z paměti tagu vysílají v přednastavených intervalech. Velmi často se používají v těžebním průmyslu nebo systémech sledování nákladu. Většina aktivních RFID tagů se vyznačuje velmi robustním zapouzdřením, neboť bývají využívány v nepříznivých podmínkách jako je vlhkost nebo vysoká teplota. I z toho důvodu jsou aktivní tagy obvykle větší než pasivní tagy. (Smiley, 2019)

Rozlišujeme ještě jeden typ tagů, které se nazývají **semiaktivní** (částečně aktivní), někdy se můžeme také setkat s pojmem BAP (Battery-Assisted Passive Tags). Jedná se pasivní tagy, které však obsahují baterii. (Saadi et al., 2017) Tato baterie však není určena k inicializaci komunikace se čtečkou – tag se aktivuje čtečkou stejně jako každý jiný pasivní tag. Díky zesílení signálu pomocí baterie dochází ke zvýšení čtecího dosahu na hodnoty převyšující v některých případech až 15 metrů. (Jirsák et al., 2012)

#### **2.4.2 Rozdělení tagů podle zapisovatelnosti**

Podle možnosti zapisování informací do tagu rozdělujeme tagy na tři hlavní typy. Prvním z nich je tzv. **read-only** (jen pro čtení). Tento tag má už během výroby pevně zakódované jedinečné identifikační číslo ve svém mikročipu a identifikační číslo již nelze po vyrobení změnit. (Kumar et al., 2009) Tímto se tento typ tagu trochu podobá čárovému kódu – jedná se o odkazování do databáze, kde jsou pod identifikačním číslem tagu uloženy informace o objektu. Kapacita tagu bývá 64 nebo 96 bitů a v ideálních podmínkách je rychlost čtení až 1000 tagů za sekundu. (Jirsák et al., 2012) Toto provedení tagu je nejjednodušší a označuje se jako class 0 (třída 0), často se používá u systémů EAS pro sledování zboží (Kabachinski, 2005).

Dalším typem je **write-once read-many** (jednouzapisovatelný nebo také WORM) tag. Od read-only se liší tím, že vlastník tagu nemusí být odkázán na označení z výroby, a do tagů může zanést vlastní informaci, toto však může učinit pouze jednou. Kapacita je stejná jako u read-only a rychlost čtení je výrazně nižší – 200 tagů za sekundu. (Jirsák et al.,

2012) Tento typ tagu se označuje jako class 1 (třída 1) a obvykle se používá pro jednoduchou identifikaci produktů nebo v systémech zajišťujících přístup (Kabachinski, 2005). Třetím typem je **write many-read many** (vícezapisovatelný) tag, někdy se také používá termín read-write tag. Uživatel má přístup ke čtení tagu i opakovanému zápisu dat do paměti tagu. Tento typ tagů se označuje jako class 2 (třída 2) a má i větší paměť. Také je lze použít jako zapisovače dat, například na výrobní lince lze tag aktualizovat v každém kroku výroby. (Kabachinski, 2005) Pokud tag umožňuje i další služby, například měření teploty, vlhkosti, přítomnosti plísní apod., spadá takový tag do class 3 (třídy 3). Využití tagů class 3 bývá většinou v potravinářském, farmaceutickém a chemickém průmyslu. Kapacita vícezapisovatelných tagů je 256 bitů a rychlost čtení těchto tagů se pohybuje od 1000 tagů do 1600 tagů za sekundu. (Jirsák et al., 2012)

### **2.4.3 Cena RFID tagů**

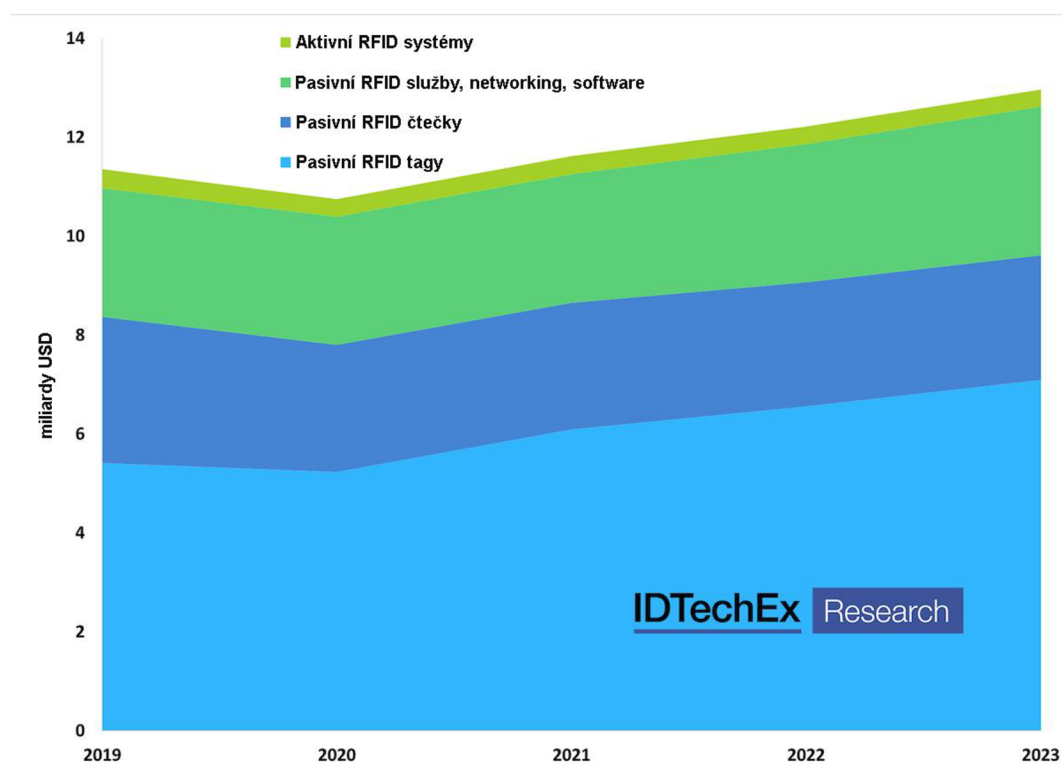
Dřívější RFID systémy používaly primárně LF pásmo, protože výroba LF tagů byla nejjednodušší. LF tagy však mají mnoho nevýhod a jednou z nich je velká velikost, která se promítá do vyšší ceny tagu. HF tagy jsou zpravidla levnější na výrobu než LF tagy a pokrok v technologii výroby UHF tagů srazil i cenu těchto tagů. Protože se očekává další rozvoj technologie RFID, důsledkem bude dosažení stále větších úspor z rozsahu. (Hunt et al., 2006) Za posledních deset let se náklady na RFID drasticky snížily, zejména s ohledem na inflaci. Snížení ceny ve spojení se zvýšenou efektivitou, kterou mohou podniky s implementací RFID systému získat, může vést ke zvýšení rentability investic (ROI). Ceny tagů se velmi liší, a to v závislosti na objemu nakoupených tagů, jejich velikosti a materiálu. Cena nejlevnějších pasivních RFID tagů se dnes pohybuje v rozmezí 0,05 - 0,1 USD. (Watson, 2021)

### **2.4.4 Současný trh a výhled**

Navzdory zhruba 5% poklesu odvětví RFID na celosvětovém trhu v roce 2020 oproti roku 2019, který byl způsoben celosvětovou pandemií onemocnění Covid-19 se v příštích letech očekává růst celého odvětví, od roku 2022 by měla hodnota globálního RFID trhu překročit 12 miliard amerických dolarů - to zahrnuje RFID tagy, karty, přívěsky a jakékoliv další tvary tagů, ale i čtečky, služby a software, a to jak pro pasivní, tak i pro aktivní RFID systémy (viz graf 1). Podle IDTechEx bude pouze segment maloobchodního oblečení vyžadovat více než 20 miliard RFID tagů. Většina nárůstu počtu tagů je způsobena rozšířením UHF RFID tagů. (Das et al., c1999-2022)



**Graf 1: Hodnota globálního trhu RFID**



Zdroj: Das et al. (c1999-2022), upraveno autorem

### 2.4.5 Smart label

Rozmach používání čárových kódů na konci osmdesátých let minulého století vyvolal revoluci v dodavatelských řetězcích a takzvané „chytré“ štítky (smart labels) jsou považovány za čárové kódy nové generace (Hunt et al., 2006). Klasický smart label se skládá ze třech vrstev: spodní vrstvy ve formě lepicího štítku, pomocí které se připevňuje na sledovaný objekt, střední vrstvy, která obsahuje RFID tag a vrchní papírové, plastové nebo textilní vrstvy, na které bývá často vytištěný čárový kód. Ten umožňuje identifikaci i v případě, že některý z článků dodavatelského řetězce nedisponuje technologií RFID. (Jirsák et al., 2012) Tyto chytré štítky jsou stejně jako čárové kódy jednoduché, levné, jednorázové a určené pro snadnou aplikaci. Pomocí inteligentních tiskáren štítků je možné tyto štítky tisknout jednoduše z PC, kdy tiskárna vytiskne vrchní část s tištěnými údaji a zároveň zapíše data do paměti štítku. (Hunt et al., 2006)

### 2.4.6 RFID tagy vs. čárové kódy

Stále existují měřítka, podle kterých se RFID tagy ještě nevyrovnají čárovým kódům, a těmi jsou zejména cena a snadnost implementace celého systému. Výhody RFID tagů už ale začínají převažovat nad nedostatky a z chytrých etiket se začíná stávat nákladově

efektivní technologie. (Hunt et al., 2006) Vůbec ale nedošlo k naplnění předpokladu, že technologie RFID vytlačí a nahradí technologii čárových kódů. Došlo spíše k tomu, že obě technologie se navzájem doplňují. Je ale logické, že v některých odvětvích dosahuje technologie RFID mnohem lepších výsledků, jedná se většinou o „drsná“ prostředí, kde jsou sledované objekty vystaveny procesy mytí, lakování, vypalování apod. ("Automa", 2011) V tabulce 3 jsou uvedeny hlavní rozdíly mezi RFID tagy a čárovými kódy.

**Tabulka 3: Hlavní rozdíly mezi RFID a čárovými kódy**

RFID	Čárové kódy
Nutná rádiová viditelnost štítku čtečkou; mezi čtečkou a štítkem mohou být materiály, které propouští rádiové vlny a nedeformují je	Nutná optická viditelnost štítku čtečkou; mezi čtečkou a štítkem nesmí být žádný jiný objekt
V průběhu procesu lze měnit data přímo ve štítku (záleží na typu tagu)	V průběhu procesu nelze měnit data přímo ve štítku, lze vytvořit nový štítek nebo měnit data v databázi
U UHF nebo MW relativně dlouhá čtecí vzdálenost	Krátká čtecí vzdálenost
Vícenásobné čtení	Čtení jednoho kódu
Identifikace konkrétního kusu produktu	Identifikace produktu
Možnost uložení většího množství informací	Maximální kapacita je v Kb
Možné napojení speciálních senzorů zajišťujících dodatečné služby, např. měření vlhkosti, teploty atd.	Nenabízí tyto služby
Vícenásobné použití jednoho tagu	Jednorázové použití
Možnost zabezpečení přístupu k datům ve štítku	Přímý přístup
RFID tag může být tvořen speciálními pouzdry odolnými v extrémních podmínkách	Možnost umístit kód na odolný nosič nebo přímo na výrobek prostřednictvím metody DPM (Direct Part Marking)
Čtecí rychlost vysoká (záleží na frekvenci)	Nižší v porovnání s RFID
Není nutná závislost na databázi (pokud jsou všechna data v tagu)	Není nutná závislost na databázi u 2D kódů nebo u vybraných 1D kódů
Nejasné přínosy a náklady	Dlouhodobě zavedený systém s předvídatelnými náklady a přínosy

*Zdroj: Jirsák et al. (2012)*

## 2.5 Vlastnosti technologie RFID

Pokud se některý podnik nebo organizace rozhodnou implementovat technologii RFID pro zabezpečení automatické identifikace, je důležité zvolit především vhodnou frekvenci a typ RFID tagu, které budou nejvhodnějším řešením pro zajištění procesů v daném podniku nebo organizaci. Je třeba brát v potaz technologické aspekty řešení, aby nedocházelo

k narušování identifikace, například z důvodu nevyhovujících tagů, malého dosahu, odrazu nebo absorpce rádiových vln. Současně s tím je třeba řešit následné zpracování dat a provázání s podnikovými systémy, systémy dodavatelů a odběratelů. Velmi důležitá je také nákladová náročnost celé implementace. (Jirsák et al., 2012)

### **2.5.1 Výhody a přínosy technologie RFID**

Mezi největší výhody technologie RFID patří schopnost čtení RFID tagů bez přímé viditelnosti mezi tagem a čtečkou a také schopnost mnohonásobného čtení, kdy dochází k současnému získání dat ze všech RFID tagů, které se nachází v dosahu čtečky. Kapacita paměti tagu může obsahovat více informací o sledovaném objektu, u přepisovatelných RFID tagů lze tyto informace navíc i průběžně upravovat. (Cimler & Zadražilová, 2007)

Mezi hlavní přínosy technologie RFID v oblasti řízení logistických procesů pak řadíme jejich zrychlení. To se projevuje zejména při příjmu, výdeji a inventarizaci produktů. Dalším přínosem je zvýšení přesnosti procesů. (Jurová, 2016) Schopnost sledovat položky v celém dodavatelském řetězci může pomoci předcházet distribuci přes neautorizované maloobchodní kanály (tzv. šedý trh). Ztráty v důsledku této distribuce mohou každý rok dosáhnout stovek milionů dolarů. (Hunt et al., 2006)

Technologie RFID přináší i mzdové úspory. Snížením doby nutné k výkonu jednotlivých procesů je možné redukovat počet zaměstnanců podniku, popř. nadbytečné zaměstnance využít na jiné pracovní pozici. Výhodou může být i snížení počtu používaných dokumentů v papírové formě. (Jirsák et al., 2012)

Na rozdíl od čárového kódu je případné padělání RFID tagu obtížnější. Čárový kód lze snadno napodobit a vytisknout, zatímco u RFID tagu je třeba překonat zpravidla více úrovní ochrany, a to předpokládá určité znalosti a použití speciálního vybavení. Některé typy tagů je možné ukryt přímo do výrobků, například zalitím do plastu či přelakováním, a tím je zneviditelnit. Tohoto způsobu se využívá například i u luxusnějších produktů, kde by viditelný tag mohl narušit estetický vzhled. ("Automa", 2013)

### **2.5.2 Nevýhody technologie RFID**

Mezi největší nevýhodu technologie RFID můžeme považovat zejména cenu RFID tagů. Pokrok v technologii výroby čipů a úspory z rozsahu sice tlačí cenu tagů směrem dolů, ale ta stále představuje několikanásobek ceny běžného štítku s čárovým kódem. To je problém zejména u značení levných produktů na úrovni položek. (Hunt et al., 2006) Problém představuje i ten fakt, že v jednotlivých zemích (či spíše světadílech) jsou používána

různá UHF pásma, což může být problém ve využívání UHF tagů v globálních řetězcích. Je pak třeba použít více tagů nebo jeden speciální, který bude schopen přenášet data ve všech potřebných pásmech. Oba tyto způsoby však technologii ještě více prodražují. (Jirsák et al., 2012)

V některých případech může dojít k tomu, že při implementaci technologie RFID v podniku dojde k volbě nevhodné frekvence, ať už z důvodu prostředí, ve kterém se technologie používá, nebo blízké přítomnosti zařízení, která využívají stejné nebo podobné frekvence. Stejně tak může dojít i k nevhodné volbě RFID tagu s ohledem na materiál sledovaného objektu. (Jirsák et al., 2012) Jak už bylo zmíněno, výkon RFID systému bude negativně ovlivněn blízkostí vody nebo kovů. Nízkofrekvenční (LF) a vysokofrekvenční tagy (HF) jsou těmito podmínkami ovlivňovány méně než ultra frekvenční (UHF) tagy. Pokud se kov nachází mezi tagem a čtečkou, brání komunikaci, pokud se v jeho blízkosti navíc nachází jakákoliv anténa, mohou se změnit vlastnosti této antény a pak dochází ke škodlivému efektu zvanému rozladění. (Hunt et al., 2006)

Pokud je v poli RFID čtečky mnoho tagů, může čtečka v jeden okamžik dostat více odpovědí a signalizovat kolizi. Proto je nezbytné použití různých antikolizních algoritmů, aby se těmto problémům předcházelo. Velmi důležité je i nastavení antén při používání stacionárních čteček. Při nesprávném nastavení může dojít k nežádoucím odrazům signálu a následnému šumu. (Kabachinski, 2005)

### **2.5.3 Bezpečnost RFID**

Asi hlavním bezpečnostním problémem technologie RFID je to, že na rozdíl od čárových kódů, kde je nutná přímá viditelnost, technologie RFID přímou viditelnost nepožaduje. Teoreticky každý pak může shromažďovat a zneužívat data uložená v paměti tagu. (Ahuja & Potti, 2010) Tato data by mohly být zneužity hackery, prodejci a v některých případech dokonce i vládou. Naštěstí implementace stále dokonalejších autentizačních protokolů mezi RFID tagy a middlewarem toto riziko výrazně snižuje. Rozlišujeme několik způsobů bezpečnostních hrozeb: (Rieback et al., 2006)

- Sniffing (čtení) – čtení tagu, které probíhá bez vědomí majitele, a to i na poměrně velkou vzdálenost, příkladem může být např. zneužití údajů z cestovního pasu obsahujícího biometrické údaje držitele,
- Tracking (sledování) – RFID čtečky na strategických místech mohou zaznamenávat výskyt tagů, které jsou pak spojovány s osobní identitou nositele, problém nastává

hlavně tehdy, pokud jsou jednotlivci sledováni nedobrovolně, například děti ve škole či zaměstnanci podniků,

- Spoofing (falšování) – útočníci mohou vytvořit autentické RFID tagy, s jejichž pomocí mohou například odemknout imobilizační systém auta,
- Replay attacks (opakované útoky) – útočníci mohou zachytit a znovu vysílat RFID dotazy, z jejichž pomocí můžou oklamat například čtečky bezkontaktních platebních systémů či systému pro přístup do budov,
- Denial of service (odmítnutí služby) – v případě odmítnutí služby nemohou RFID systémy správně fungovat, např. rušením signálu v důsledku výskytu Faradayovy klece. Toto selhání by mohlo být i fatální, například při selhání načtení lékařských dat z podkožních implantátů na traumatologickém oddělení v nemocnici.

Pešek (2010) uvádí další příklady rizik spojených s používáním technologie RFID:

- Elektromagnetické záření – v případě RFID tagů je toto riziko v podstatě zanedbatelné, v případě RFID čteček můžeme riziko elektromagnetického záření srovnat s rizikem používání mobilního telefonu, vzhledem k podobnému výkonu obou zařízení, u čtecích bran je pak výkon zařízení násobně vyšší než u mobilních telefonů,
- Likvidace tagu po jeho použití – hrozí určité riziko vlivu na životní prostředí, a to zejména v případě žádného nebo nesprávného třídění odpadu, každý RFID tag se totiž jednou stane součástí odpadového hospodářství,
- Zneužití osobních údajů – v případě chybějící deaktivace RFID tagu po převzetí označeného produktu koncovým zákazníkem hrozí určité riziko zneužití osobních údajů, například lokalizace určitého typu zboží, existují ale i případy, kde je pro zákazníka výhodné tag ponechat aktivní. Takovou výhodou by mohla být například možnost slevy v servisování, pokud by nějaký produkt podobnou službu umožňoval.

#### **2.5.4 Náklady spojené s implementací RFID**

Jirsák (2012) zmiňuje i náklady, které jsou spojené se zavedením technologie RFID. Můžeme je rozdělit na tagy, dále pak na čtečky a tiskárny tagů, antény, různé senzory a kabely. Dalším nákladem je software sloužící ke zpracování dat a k propojení s podnikovým informačním systémem, může se jednat náklady na úpravu stávajícího softwaru nebo o náklad na pořízení softwaru zcela nového. Nelze zapomínat ani na náklady na konzultantské služby a analýzy a také náklady na zaškolení pracovníků.

## 2.6 Využití technologie RFID

Radiofrekvenční identifikace se stala velmi důležitou technologií pro zlepšení efektivity ve výrobě, logistice a řízení dodavatelského řetězce. RFID dokáže identifikovat, klasifikovat a řídit tok materiálů a informací v celém dodavatelském řetězci, a to bez lidského zásahu. Veškeré informace o aktuální poloze, stavu a historii sledovaného objektu lze ukládat a získávat v reálném čase, což umožňuje lepší podmínky pro rozhodování. (Chen et al., 2013)

### 2.6.1 Využití v obchodním provozu

Pokud bychom chtěli definovat termín obchodní provoz, mohli bychom říci, že se jedná o určitý systém, který se skládá ze tří základních prvků a vazbami mezi těmito prvky. Prvním prvkem je zboží jako předmět obchodní činnosti, druhým jsou obchodně-provozní operace vykonávané pracovníky pomocí třetího prvku systému, jímž jsou mechanizační prostředky a zařízení. (Cimler, 1997)

Lze říci, že rozhodující vliv na rozvoj využívání RFID mají společnosti, které mají významný podíl na trhu. Tyto společnosti vyvíjejí tlak na své dodavatele a nutí je k dřívějšímu zavádění technologie RFID. Na grafu 2 je uvedeno deset nejvýznamnějších maloobchodních společností, které jsou seřazeny podle tržeb za rok 2020.

*Graf 2: Přední maloobchodníci v roce 2020 podle tržeb*



Zdroj: <https://www.statista.com/>

Z obrázku je zřejmé, že nejvýznamnější maloobchodní společností je americký Walmart Inc. (dříve Wal-Mart Stores, Inc.). Tato společnost již v roce 2003 deklarovala, že od roku 2005 bude od svých dodavatelů chtít, aby používali technologie RFID, a sama investovala do rozvoje této technologie nemalé prostředky (Hunt et al., 2006). Od roku 2011 vyžaduje Walmart od všech dodavatelů obuvi a oděvů, aby toto zboží bylo označeno tagy RFID. V roce 2019 přibyli dodavatelé slunečních brýlí, hodinek a pneumatik a v září 2022 bylo povinné označování RFID tagy rozšířeno o tyto kategorie: spotřební elektronika, kuchyňské potřeby, dekorativní předměty, nábytek, autobaterie a další. Tyto pravidla se týkají zatím pouze prodejen Walmartu v USA, později se počítá i s prodejny v Kanadě a Mexiku. (Kay, 2022)

I druhá největší maloobchodní společnost – Amazon.com Inc. miliardáře Jeffa Bezose technologii RFID využívá. Amazon již několik let používá RFID tagy pro sledování, balení a přepravu zásilek ve svých logistických centrech, ale v poslední době se zaměřil i na maloobchodní prodejny s potravinami. Prodejny Amazon Go a Amazon Fresh kombinují využívání technologie RFID s využíváním umělé inteligence. Stačí pouze, aby zákazník při vstupu do obchodu naskenoval svůj iPhone nebo svoji dlaň, je identifikován a spojen s platební kartou. Pak umístí zboží do košíku a při odchodu z obchodu je mu jeho nákup odečten z kreditní karty. Odpadá tak čekání ve frontách před pokladnou. (Hedgepeth, 2021)

Poměrně rychle zavádí RFID identifikaci také síť amerických supermarketů Target Corporation (číslo 10 v pořadí největších maloobchodních firem). V roce 2019 tato společnost v rychlosti zavádění RFID Walmart dokonce předešla. (Kay, 2022)

V České republice se s využitím technologie RFID v maloobchodě můžeme setkat zejména u francouzské společnosti Decathlon, což je největší světový prodejce sportovního vybavení. Decathlon začal testovat využívání technologie RFID ve Francii v roce 2008. Zhruba třicet inženýrů pracovalo na tom, aby technologie byla v rámci společnosti životaschopná. Jelikož RFID tagy nefungují příliš dobře v blízkosti kovů, bylo třeba v mnoha případech přizpůsobit obal i pozměnit design samotného výrobku. Jako součást všech procesů Decathlonu se začala technologie masově zavádět v roce 2014 a v lednu 2019 již byly všechny produkty Decathlonu opatřeny RFID tagem. V současné době je celý řetězec Decathlonu (od výroby až po pokladny) vybaven téměř 50 tisíci RFID čteček. Ve Francii, Velké Británii a Kanadě se testuje nový formát prodejny Decathlon GO!, kdy

zákazník při odchodu projde jedním z tunelů opatřených čtečkou RFID, potvrdí částku nákupu a zaplatí telefonem. (*RFID: a universally beneficial technology*, 2023)

### **2.6.2 Využití RFID ve velkoobchodním skladu**

Distribuce je ta část procesu dodavatelského řetězce, kde jsou produkty dodávány odběratelům, a zahrnuje skladování, dodání, fakturaci a výběr plateb. Automatizaci těchto procesů pomocí technologie RFID lze distribuci zefektivnit. (Hunt et al., 2006) Dle Pernici (2005) jsou za jeden z článků logistického řetězce v oblasti distribuce považovány velkoobchodní sklady. Sklad je možné definovat jako určitý objekt či prostor využívaný k ukládání zboží či materiálu. Ve skladu probíhají většinou následující procesy: přejímka, uložení nebo překládka, vyskladnění, expedice a fyzická inventura. (Toušek, 2016)

Když zboží označené RFID tagy dorazí od výrobce do velkoobchodního skladu, RFID čtečky u vstupních dveří skladu prozkoumají obsah zásilky a podle toho dojde automaticky k navýšení zásob. Paleta se zbožím pak může být rychle nasměrována na příslušné skladové místo, a to bez nutnosti otevírání jednotlivých kartonů a zkoumání jejich obsahu. Zboží může být sledováno během celé doby skladování i během přesunů v rámci skladu a nakonec při opuštění skladu, když je odesíláno maloobchodním odběratelům. (Hunt et al., 2006) Hlavní rozdíl oproti tradiční metodě identifikace pomocí čárových kódů spočívá ve vyšší automatizaci procesů a také v lepší kvalitě dat. Při použití technologie čárových kódů musí být data shromažďována ručně kvůli nekonzistenci velikosti štítku s čárovým kódem, jeho umístění na obalu a různému tvaru obalů. Pracovník musí štítek každé položky ručně nasnímat, popř. zboží ručně přepočítat. Na rozdíl od toho technologie RFID umožňuje získat data automaticky a rychle s menším podílem lidské práce a za kratší dobu. Kromě toho jsou RFID tagy ve srovnání s čárovými kódy schopny nést více informací o produktu, jako je například poloha a historie produktu. (Chen et al., 2013)

### **2.6.3 Další možnosti využití**

Po více než deseti letech studii přijala Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA) v červnu 2019 rezoluci, která podporuje globální využívání technologie RFID pro sledování zavazadel pomocí RFID tagů. Přejít na radiofrekvenční identifikaci vyžaduje rozsáhlou míru spolupráce mezi všemi zúčastněnými stranami v celém odvětví, včetně letišť, leteckých společností a poskytovatelů potřebných technologií. (Swedberg, 2019)

Ve zdravotnictví slouží technologie RFID k zejména k eliminaci chyb, kterých se může dopustit zdravotnický personál. Zdravotnické zařízení může při příjmu každého pacienta



označit plastovým náramkem obsahujícím RFID tag, v jehož paměti jsou uloženy pacientovy základní údaje včetně chorobopisu. Výrazně se tak snižuje možnost podání nesprávného léku pacientovi. ("Automa", 2009)

Příkladem každodenního používání jsou různé systémy pro identifikaci osob, od jednoduchých plastových přívěšků na klíče (např. ve školních jídelnách), přes různé náramky na ruku (např. plavecké stadiony) až po plastové karty velikosti standardní platební karty, které umožňují vstupy do budov, kanceláří nebo např. při identifikaci zákazníků v hromadné dopravě (Pešek, 2010).

V USA je velmi rozšířeným způsobem vybírání mýta pomocí tzv. E-ZPassu. Jedná se o RFID tag připevněný na čelní sklo či poznávací značku vozidla. Čtečky jsou zabudovány v mýtných branách nebo dokonce i v jízdnicích a mýto je pak pomocí mýtného systému strháváno z kreditní karty uživatele. Tuto technologii je možné použít i ke sledování odcizených vozidel. (Ahuja & Potti, 2010)

Další oblastí, kde je možné technologii RFID využít, je například vězeňství. Z důvodu vysokých nákladů na pobyt vězňů ve státních věznicích se nabízí méně nákladná varianta označení vězňů náramky s RFID tagem a monitorování jejich přítomnosti ve vymezeném prostoru. (Pešek, 2010)

Technologii RFID je možné použít i pro sledování a identifikaci rostlin, volně žijících divokých zvířat nebo domácích mazlíčků, jako jsou psi a kočky. U zvířat se tag obvykle umísťuje pod kůži v oblasti krku a používá se nízkofrekvenčních tagů (124 až 135 kHz). (Saadi et al., 2017)

V knihovnách se technologie RFID začala využívat už na konci 90. let minulého století. Systémy byly schopné nejen detekovat odcizení knih, ale výrazně zkrátily čas doby výpůjček a vrácení knih, vyhledávání regálů a inventarizaci knih. (Boss, 2011)

### 3 Cíl práce a metodika

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit současný stav automatické identifikace zboží ve vybrané obchodní společnosti a na základě poznatků z teoretické části této práce navrhnout implementaci technologie RFID. Dále bych chtěl tuto technologii porovnat se stávajícími technologiemi automatické identifikace. Na základě srovnání obou technologií by pak mělo dojít buď k doporučení zavést technologii RFID k automatické identifikaci zboží ve společnosti nebo zůstat u stávajícího způsobu automatické identifikace.

#### 3.1 Hypotézy

Stanovil jsem si čtyři hypotézy, které budou na základě získaných informací potvrzeny nebo vyvráceny:

*Hypotéza č. 1:* Zavedení automatické identifikace zboží pomocí technologie RFID je proveditelné.

*Hypotéza č. 2:* Zavedení technologie RFID zrychlí vnitřní logistiku společnosti a povede k úspoře mzdových nákladů.

*Hypotéza č. 3:* Pro společnost bude zavedení technologie RFID ekonomicky výhodné.

*Hypotéza č. 4:* Společnost získá zavedením technologie RFID významnou konkurenční výhodu.

#### 3.2 Metodika sběru dat

Ke sběru dat bude využito několik způsobů, v první fázi to bude *hloubkový rozhovor* s ředitelem společnosti, který by měl objasnit, jaké procesy probíhají ve sledované společnosti, jaký je současný způsob automatické identifikace zboží a jaké jsou náklady na tento způsob identifikace. Dále pak jaké jsou mzdové náklady na zaměstnance společnosti, jejichž náplní je kontrola zboží a dalších činností spojených s automatickou identifikací zboží. Individuální hloubkový rozhovor patří k základním metodám kvalitativního výzkumu. Hlavním cílem je navodit uvolněnou atmosféru mezi tazatelem a dotazovaným, která umožňuje zjistit velké množství pravdivých informací. Důležité je mít připravený scénář s připravenými otázkami a podle potřeby měnit a jejich pořadí a vhodně se doptávat. Rozhovor by neměl přesáhnout jednu hodinu, pak už klesá pozornost a koncentrace dotazovaného. (Kozel et al., 2011)

Navrhovaná varianta automatické identifikace zboží pomocí technologie RFID přináší i náklady na její implementaci. Jedná se především o RFID tagy, RFID čtečky, tiskárny smart labelů a také software, sloužící k propojení se stávajícím informačním systémem společnosti. Pro vyčíslení těchto nákladů je třeba oslovit dodavatele těchto zařízení, softwaru a spotřebního materiálu a **zjistit aktuální ceny** těchto komodit. V rámci této práce se chci zaměřit na hledání vhodných dodavatelů, kteří by byli schopni nabídnout i realizaci celého projektu včetně pilotního provozu a kteří už také mají s podobnými projekty zkušenosti.

Dále plánuji provést **měření času nutného ke kontrole** zboží přímo ve velkoobchodním skladu vybrané společnosti. Kontrola je prováděna pomocí stávající technologie automatické identifikace zboží a cílem měření je určit průměrný čas na zkontrolování jedné položky zboží.

Pokud má navrhovaná technologie přinést i nějakou konkurenční výhodu, je třeba zjistit i potenciální výhody pro odběratele společnosti. Je plánováno tato data získat pomocí **dotazníkového šetření**, oslovení budou zejména klíčoví zákazníci společnosti. Dotazování pomocí dotazníku je nejrozšířenějším způsobem získávání kvantitativních dat. Je třeba pečlivě volit otázky v dotazníku tak, aby došlo k získání informací potřebných k dosažení výzkumných cílů, a vyvarovat se nepotřebných otázek. (Kozel et al., 2011)

Slabé a silné stránky, příležitosti a hrozby případného využití technologie RFID ve vybrané společnosti by měla osvětlit **SWOT analýza**. Jednotlivé faktory SWOT matice budou určeny na základě prostudované literatury, provedené ekonomické analýzy i dat z provedeného dotazníkového šetření.

### **3.3 Metodika zpracování dat**

Zpracování dat z hloubkového rozhovoru s ředitelem společnosti proběhne formou doslovného přepisu (transkripce). Po získání nabídek od dodavatelů bude provedena analýza těchto nabídek. Na základě této analýzy pak bude možné vybrat nejvhodnější dodavatele, kteří budou schopni poskytnout zařízení, technologie a spotřební materiál v potřebné kvalitě a množství. Data z měření času nutného ke kontrole zboží budou zaznamenávána do tabulek a poté bude vypočítán průměrný čas potřebný na zkontrolování jedné položky zboží pomocí váženého aritmetického průměru, kde bude zohledněn jak počet položek, tak čas potřebný na jejich kontrolu. Všechna takto získaná data by měla sloužit k porovnání současného způsobu identifikace zboží s navrhovanou metodou pomocí

technologie RFID. Budou zhodnoceny přínosy nové technologie ve formě předpokládané úspory času a náklady této nové technologie, u níž se předpokládá vyšší finanční náročnost.

Vztah odběratelů společnosti k technologii RFID bude posouzen pomocí výsledků dotazníkového šetření. Toto šetření proběhne prostřednictvím webové aplikace Google Forms, distribuce dotazníků odběratelům bude realizována pomocí e-mailingu vybrané společnosti.

Pro vyhodnocení SWOT matice použijí metodu Fullerova trojúhelníku, aby bylo možné kvantifikovat váhové ohodnocení jednotlivých faktorů matice pomocí párového porovnávání jednotlivých faktorů. Na základě procentuálního vyjádření významnosti jednotlivých skupin faktorů budou schopni určit strategii vybrané společnosti.

## 4 Řešení a výsledky

### 4.1 Charakteristika vybrané společnosti

Společnost Fuski BOMA s.r.o., vznikla zapsáním do obchodního rejstříku, vedeném Městským soudem v Praze dne 3. listopadu 2016. Společnost byla založena na základě společenské smlouvy, kterou mezi sebou uzavřeli dva společníci a navázala na činnost fyzické osoby Zdeněk Janoušek – Boma. Tato společnost začala působit v roce 1993, takže lze říci, že společnost Fuski BOMA na českém trhu působí již 30 let.

Základním předmětem podnikání společnosti je výroba, obchod a služby uvedené v přílohách 1 až 3 Živnostenského zákona s hlavním oborem podnikání velkoobchod, maloobchod a prodej zboží prostřednictvím webového portálu. Hlavní činností je ovšem činnost velkoobchodní. Společnost Fuski BOMA s.r.o. provozuje tyto oblasti své velkoobchodní činnosti: ponožkové a punčochové zboží, sportovní spodní oblečení a spodní prádlo. Velkoobchod je předním prodejcem ponožkového a punčochového zboží v České republice. V současné době prodává společnost velkoobchodně své zboží v těchto zemích: Česká republika, Slovenská republika a Německo a nakupuje zboží v těchto zemích: Česká republika, Turecko, Ukrajina, Maďarsko, Portugalsko a Německo.

*Obrázek 1: Velkoobchodní sklad společnosti Fuski BOMA s.r.o.*



*Zdroj: autor*

Sídlo společnosti Fuski BOMA s.r.o. se nachází ve Středočeském kraji v okrese Praha-Východ, v těsném sousedství dálnice D1. Na stejné adrese se nachází i velkoobchodní sklad společnosti (viz obrázek 1). Společnost dále provozuje tři maloobchodní prodejny, dvě v Praze a jednu v Jičíně, a také maloobchodní e-shop s výdejními místy ve vlastních maloobchodních prodejnách a přímo ve velkoobchodním skladu. V tabulce 4 je možné vidět vývoj obrátů a zisků v jednotlivých letech fungování společnosti, ze kterých je

patrné, že společnost každoročně navyšuje svůj obrat i zisk. Jedinou výjimkou je rok 2020, který byl poznamenán pandemií covidu-19, kdy většina odběratelů společnosti byla nucena uzavřít své provozovny na základě vládních nařízení.

**Tabulka 4: Vývoj čistého obratu a čistého zisku v letech 2017-2021 (v tis. Kč)**

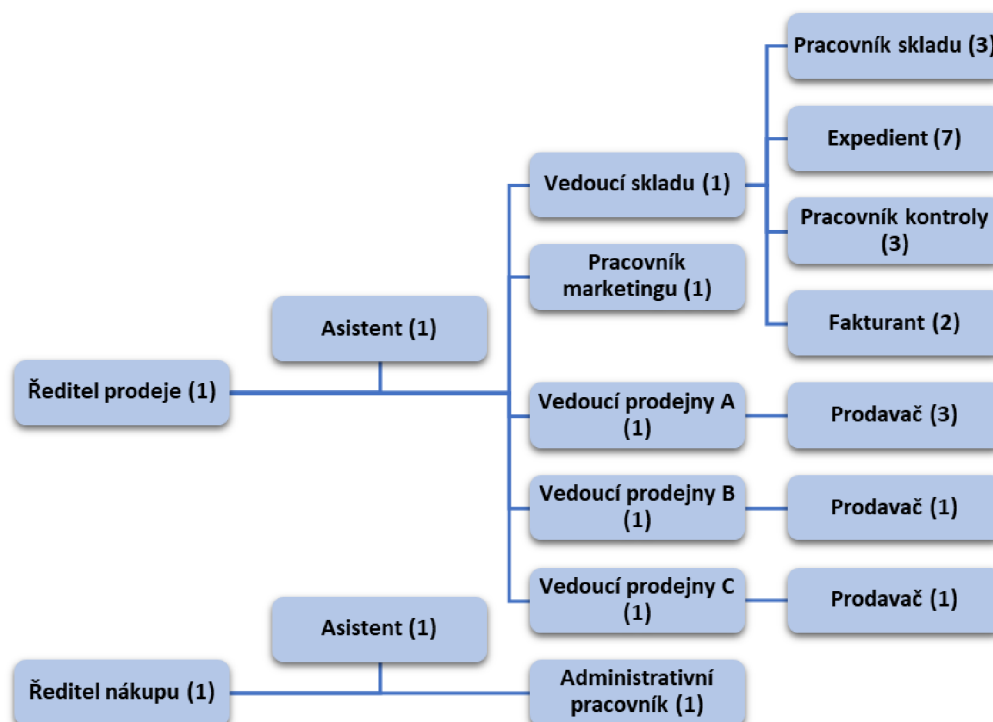
rok	čistý obrat	čistý zisk
2017	93 985	15 253
2018	171 634	23 505
2019	186 416	25 619
2020	172 037	24 472
2021	217 969	33 909

Zdroj: Obchodní rejstřík (dostupné z <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=949957>)

#### 4.1.1 Organizační struktura společnosti

V současné době je ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. zaměstnáno celkem 30 pracovníků, organizační strukturu společnosti znázorňuje obrázek 2. V samotném velkoobchodu pracuje 22 zaměstnanců, dalších 8 zaměstnanců pracuje v maloobchodních provozovnách v Praze a Jičíně. V době sezónních výkyvů poptávky (většinou jde o měsíce listopad a prosinec) společnost přijímá brigádníky.

**Obrázek 2: Organizační struktura společnosti Fuski BOMA s.r.o.**



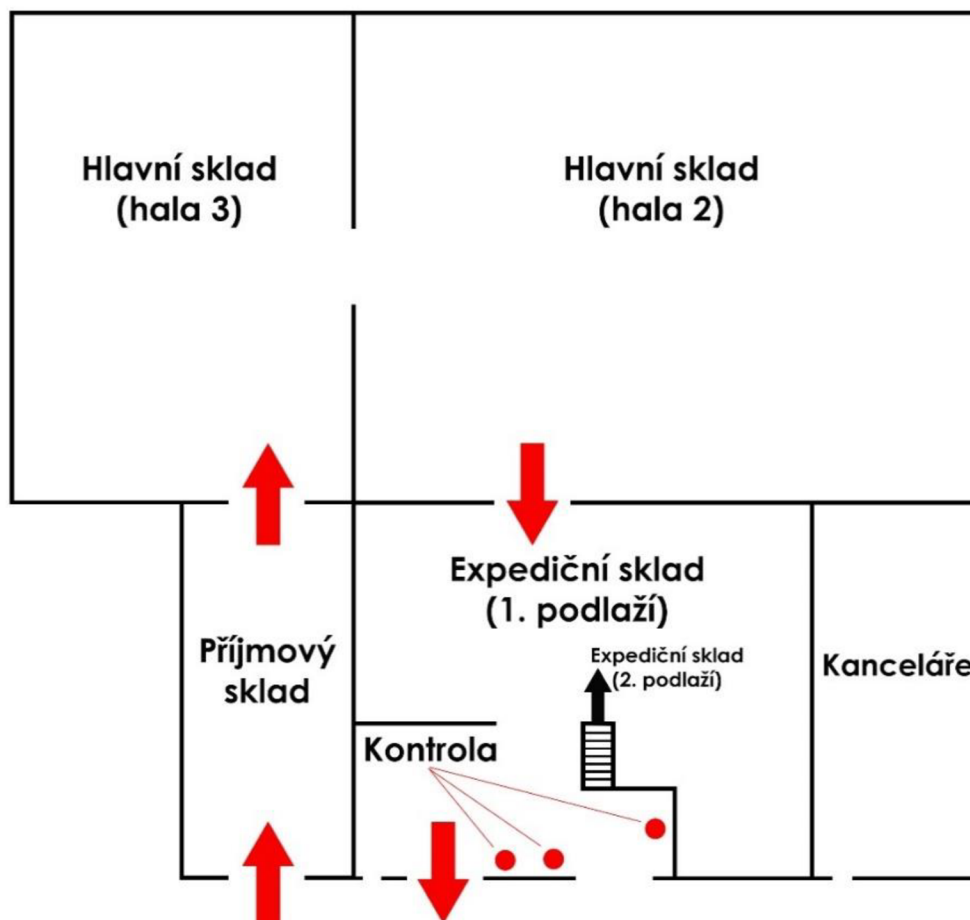
Zdroj: vlastní zpracování

Společnost má dva řídicí pracovníky, z nichž jeden má na starosti nákup zboží a komunikaci s dodavateli, druhý se stará o chod celého skladu a prodej zboží odběratelům. Většinu zaměstnanců tvoří ženy, mužů pracuje ve společnosti pouze pět.

#### 4.1.2 Prostorové členění velkoobchodního skladu

Velkoobchodní sklad společnosti Fuski BOMA s.r.o. se skládá ze čtyř montovaných hal. Hala 1 je dvoupodlažní a největší část rozlohy připadá na expediční sklad, pracoviště kontroly a dále pak na kanceláře, vzorkovnu, šatny pro zaměstnance a sociální zařízení. V hale 2 a 3 se nachází hlavní sklad, v hale 4 pak příjmový sklad. Sklad disponuje jednou příjmovou rampou a dvěma rampami pro expedici. Podle provedení skladu se jedná o halový sklad s výškou cca 9 metrů, podle stupně mechanizace se jedná o sklad mechanizovaný a podle průtoku o průtokový sklad, kdy zboží má jednosměrný pohyb a činnosti příjmu zboží a vyskladnění se vzájemně neruší. Pohyb zboží na obrázku 3 znázorňují červené šipky, pracoviště výstupní kontroly zboží je pak označeno červenými body.

*Obrázek 3: Prostorové členění velkoobchodního skladu (1. podlaží)*



*Zdroj: vlastní zpracování*

### 4.1.3 Současná identifikace produktů

Společnost Fuski BOMA s.r.o. používá v současné době k identifikaci zboží jednodimenziálních optických kódů EAN 13, a to na úrovni jednotlivých položek. V současné době společnost nabízí zhruba 16 tisíc variant zboží. Drtivá většina používaných etiket má rozměr 55 x 30 mm, etikety jsou bílé a kromě čárového kódu EAN 13 obsahují další identifikační znaky, jako jsou název zboží, velikost a barva, šestimístný skladový kód a údaje o materiálovém složení (viz obrázek 4). Zboží přichází do skladu již označené od výrobců

*Obrázek 4: Standardní štítek s čárovým kódem*



*Zdroj: autor*

podle požadavků společnosti. Všechny položky v nabídce společnosti mají přidělené jedinečné GTIN (Globální identifikační číslo obchodní položky) a prostřednictvím tohoto čísla tak mohou být identifikovány kdekoliv na světě. Pro dotisk poškozených, špatně čitelných nebo nesprávných štítků používá společnost termotransferovou tiskárnu Zebra ZT410 (viz obrázek 5), která je umístěna v administrativní části velkoobchodního skladu.

*Obrázek 5: Tiskárna štítků s čárovým kódem Zebra ZT410*



*Zdroj: autor*



#### 4.1.4 Procesy probíhající ve skladu

Ve velkoobchodním skladu společnosti probíhají následující procesy:

**Příjem zboží** – při tomto procesu přivážejí různí dodavatelé zboží na základě objednávek společnosti do velkoobchodního skladu. Dodávané zboží je většinou umístěno na euro-paletách, počet jednotek zboží na jedné paletě se zpravidla pohybuje okolo 3000. Zboží je navezeno do příjmového skladu, kde ho pracovník fyzicky kontroluje pomocí čtečky čárových kódů, a srovnává počty jednotek s dodacím listem dodavatele. Posléze jsou ještě namátkově kontrolovány jednotlivé štítky s čárovými kódy, zda obsahují všechny náležitosti, kromě správného kódu EAN 13 i další popisky, jako je název, velikost, barva, složení, popř. teplotní třída. Pokud vše souhlasí, všechna data jsou uložena do modulu Sklad informačního systému Signys Professional.

**Naskladnění zboží** – zboží je pomocí elektrických paletových vozíků převáženo z přijímacího skladu na sklad hlavní, přičemž většina zboží v sortimentu společnosti má pevně přidělené pozice v jednotlivých řadách, regálech a patrech. Pozice v regálu je taktéž zaznamenána do skladového modulu informačního systému, aby se předešlo pozdějšímu hledání položek. Podle potřeby pracovníků na expedičním skladu je pak zboží pomocí elektrických paletových vozíků převáženo na expediční sklad, a to už pouze na úrovni kartonů. Na expedičním skladě je zboží vybaleno z kartonů do regálů, z kterých jsou pak vychystávány jednotlivé objednávky od odběratelů. Ve skladovém modulu informačního systému dochází k zaznamenání změny pozice zboží z hlavního skladu na pozici v expedičním skladu.

**Vychystávání zboží** – na základě přijatých objednávek od odběratelů společnosti (popř. od zákazníků e-shopu) je pak objednávka vychystávána po jednotlivých položkách objednávky, přičemž konkrétní pracovník (expedient) kompletuje vždy celou objednávku, a to ručně dle vytištěné objednávky. Objednávka obsahuje i údaj o pozici každého artiklu v expedičním skladu. Dokončená objednávka je zařazena do regálu nezkontrolovaných objednávek.

**Fakturace** – hned po vychystání objednávky je z informačního systému vygenerována faktura. V drtivé většině případů není třeba žádných korekcí a položky faktury se přesně shodují s položkami objednávky. Pokud ne, je faktura upravována v informačním systému ručně. Poté je v informačním systému propojena faktura s dokladem zásilky a automaticky odeslána informace odběrateli (zákazníkovi) o expedici zásilky s odkazem na

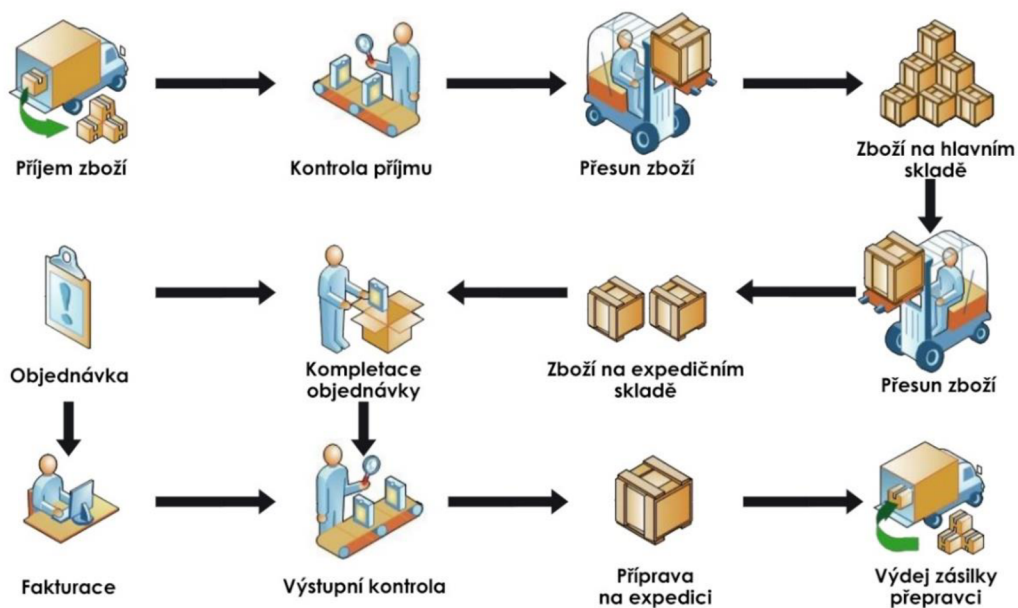
smluvního přepravce zásilky (PPL, GLS). Faktura s dodacím listem je pak předána na pracoviště kontroly.

**Výstupní kontrola** – dokončená objednávka je kontrolována pomocí všesměrových čteček čárových kódů, kdy připravená objednávka je znovu vybalena a jsou nasnímány všechny čárové kódy. Pokud fyzické počty položek nesouhlasí s počty na dodacím listu, zobrazí se pracovníkovi kontroly nesrovnalosti přehledně na monitoru. Ve skladu se nachází tři pracoviště kontroly, jedno pracoviště je vybaveno čtečkou Zebra DS9308, další dvě pracoviště používají čtečky Virtuos HT-865A .

**Expedice zboží** – pokud je kontrola úspěšná, dochází k pečlivému zabalení zásilky a nalepení průvodního štítku smluvního přepravce. Zásilky jsou přesunuty do prostoru, odkud budou nakládány do aut přepravců. Větší zásilky jsou ukládány na palety a zajištěny pomocí smršťovací fólie. Při předávání smluvnímu přepravci už pak dochází jen k načtení čárových kódů ze štítků přepravce.

Grafickou podobu skladových procesů znázorňuje obrázek 6.

*Obrázek 6: Procesy probíhající ve velkoobchodním skladu*



*Zdroj: vlastní zpracování*

## 4.2 Rozhovor s ředitelem společnosti

Rozhovor s jedním z ředitelů společnosti představoval pro tuto práci jeden z hlavních zdrojů informací. Cílem tohoto rozhovoru bylo upřesnit současný způsob automatické

identifikace zboží a zmapovat problémy, které při používání této technologie mohou nastat. Dále bylo důležité zjistit, jaké jsou náklady na současnou technologii a mzdové náklady na zaměstnance, kteří tuto technologii ve společnosti používají. Důležité pro další průzkum byly i informace o průměrné ceně prodávaného zboží a také informace, jak ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. probíhá inventarizace zboží. Ředitel společnosti Zdeněk Janoušek ml. odpovídal na předem připravené otázky, které byly zaznamenávány pomocí diktafonu, následující text je transkripcí tohoto záznamu:

*Otázka 1: Jak byste popsal současný systém automatické identifikace ve vašem velkoobchodním skladu?*

„V současné době označujeme zboží pomocí čárových kódů EAN 13. V minulosti jsme zboží začali označovat zejména kvůli požadavkům našich odběratelů, kteří po nás čárové kódy vyžadovali z důvodu identifikace zboží ve svých obchodech, v současné době využíváme čárové kódy v provozu našeho velkoobchodního skladu. V nabídce máme cca 15 tisíc různých variant zboží, všechny mají svůj unikátní kód. Mimo to mají všechny varianty zboží i vlastní šestimístný skladový kód.“

*Otázka 2: Které procesy jsou ve skladu z hlediska využívání čárových kódů klíčové?*

„Je to rozhodně kontrola zboží před jeho expedicí. Ještě poměrně nedávno byly jednotlivé položky kontrolovány ručně dle dodacího listu, což vedlo k tomu, že v exponovaných měsících, zejména listopadu a prosinci, docházelo ke skluzu v expedici zboží našim odběratelům. Poté, co jsme začali pomocí čárových kódů rozlišovat i varianty jednotlivých barev zboží, přistoupili jsme ke kontrole pomocí všesměrových čteček, což rychlost kontroly jednoznačně zrychlilo a množství chyb pokleslo na minimum.“

*Otázka 3: A jak probíhá naskladňování zboží?*

„Po vyložení z auta dopravce je zboží přemístěno do příjmového skladu, kde jsou všechny krabice se zbožím otevřeny a ručně přepočítány všechny položky. Až poté je zboží naskladněno do informačního systému a přemístěno na své pozice na hlavním skladu.“

*Otázka 4: To sebou zřejmě přináší i požadavky na dostatek pracovníků. Jak se vám daří je získávat?*

„Popravdě řečeno to není úplně jednoduché, náš sklad se nachází v blízkosti velkých logistických center a není zde dostatek nabídky na pracovním trhu. V minulosti jsme měli opakovaně problémy s obsazováním míst skladníků. Teď s pozvolnou rostoucí

nezaměstnaností se situace zlepšuje, ale do budoucna počítáme s nutností navyšování mezd, abychom si stávající pracovníky udrželi.“

*Otázka 5: Dokázal byste vyčíslit náklady na označování pomocí čárového kódu ve vaší společnosti?*

„Pokud jde o samotný štítek, jeho cena se mění, v současné době se pohybuje zhruba okolo 4 haléřů za štítek. Někteří výrobci už ale disponují technologií tisku údajů (včetně čárového kódu) přímo na obal zboží, což nestojí prakticky skoro nic.“

*Otázka 6: Kolik štítků se zhruba spotřebuje za jen rok?*

„V loňském roce byly spotřebovány zhruba 4 miliony štítků, jak už jsem zmínil, některé kódy se tisknou přímo na obaly, a část prodaného zboží je zakázková výroba, kde se štítky mnohdy ani nepoužívají.“

*Otázka 7: Oslovil vás už nějaký významný odběratel s požadavkem na označování zboží pomocí RFID tagů?*

„Do této chvíle zatím ne, ale mezi naše odběratele patří i velké řetězce, kteří by v budoucnu tyto požadavky mít mohli. Proto se snažíme mít přehled i o těchto technologiích, abychom měli nějaký náskok, a byli schopni na tyto požadavky reagovat.“

*Otázka 8: Přemýšlíte do budoucna o nějaké formě robotizace ve vašem skladu, například použití automatických paletových zakladačů, dopravníků či automatických vozíků?*

„Zatím nad něčím takovým moc nepřemýšlíme. V portfoliu našeho zboží převažují poměrně malé položky v řádu desítek korun a nějaká masivní robotizace našeho provozu by zřejmě nedávala ekonomický smysl. Vývoj jde ale rychle dopředu a za pár let to možná začne být zajímavé téma i pro nás.“

*Otázka 9: Jaká je tedy průměrná cena vámi prodávaného zboží?*

„V tuto chvíli je průměrná cena jedné položky zhruba 44 Kč. Lze ale počítat s tím, že se bude nadále zvyšovat, i vzhledem k přetrvávající inflaci a navyšování cen vstupů.“

*Otázka 10: Jakým způsobem probíhá ve vaší společnosti inventarizace?*

„Inventuru provádíme hned v prvních dnech roku a obvykle trvá 4 až 5 dnů a podílí se na ní většina zaměstnanců velkoobchodního skladu. V průběhu inventury nedochází k naskladňování nového zboží ani expedici objednávek. Stejně to probíhá i na našich podnikových prodejnách.“

*Otázka 11: Můžete přiblížit, jaká je chybovost při současném způsobu kontroly zboží před expedicí?*

„V současné chvíli je chybovost minimální. V minulých letech jsme se s chybovostí potýkali, ale s používáním všesměrových čteček při kontrole se ji prakticky podařilo vymýtit. Nasnímané kódy musí prostě souhlasit s údaji v systému, jinak jsou pracovníci na pracovišti kontroly upozorněni na nesrovnalost na monitoru i pomocí zvukového signálu.“

### **4.3 Dodavatelé technologie**

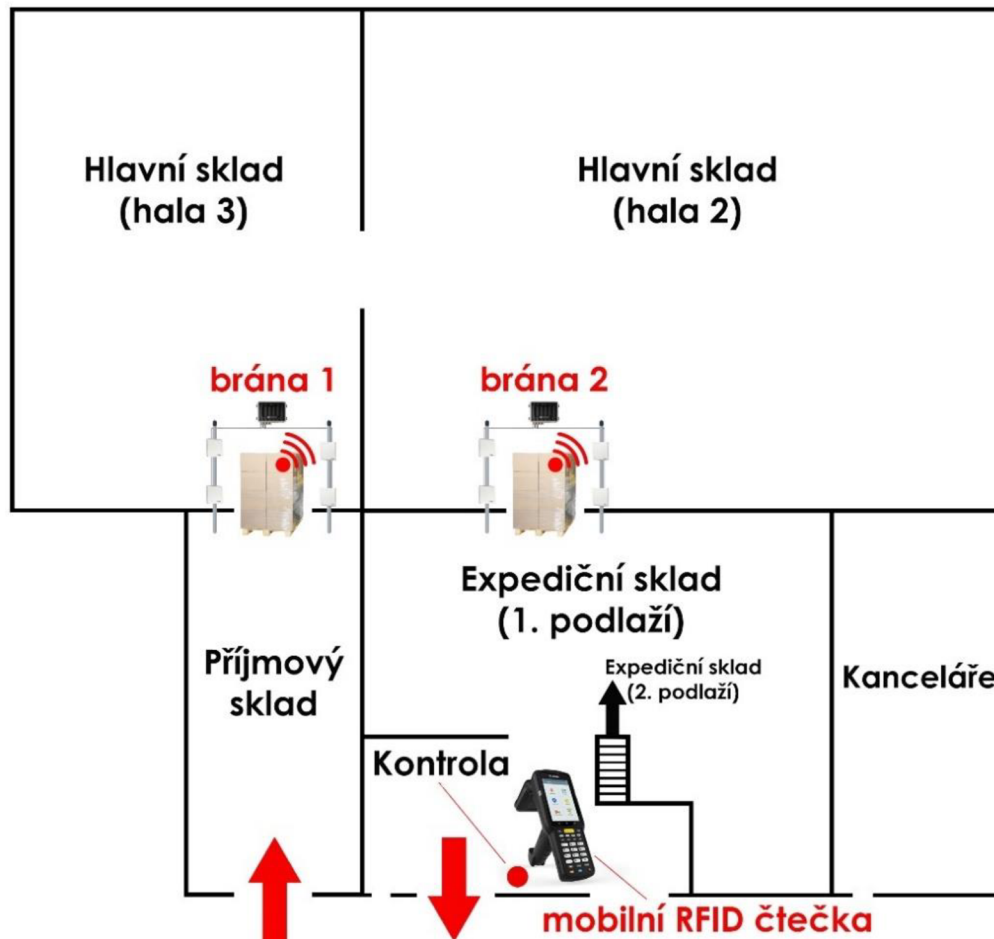
Se souhlasem společnosti jsem nejprve oslovil pomocí e-mailů a telefonu různé dodavatele RFID tagů, čteček a tiskáren. Oslovil jsem celkem dvanáct firem, z nichž dvě na oslovení nereagovaly. Ze zbývajících deseti firem, které se podařilo kontaktovat, pouze tři byly schopné kromě těchto produktů nabídnout i realizaci celého projektu včetně pilotního provozu. Všechny tři vybrané firmy už také v minulosti podobné projekty realizovaly. Cenové nabídky tiskáren, čteček, antén a dalšího hardware byly hodně podobné. Neboť bylo zřejmé, že největším nákladem technologie RFID budou samotné tagy, byla z výběru posléze vyřazena firma, která byla schopna nabídnout pouze tagy americké značky Zebra Technologies, jejichž cena byla zhruba dvojnásobná oproti tagům, které nabízely zbylé dvě firmy. Obchodní zástupci zbylých firem osobně navštívili velkoobchodní sklad společnosti Fuski BOMA s.r.o. a na základě své návštěvy a zodpovězení svých dotazů byli schopni vypracovat cenovou nabídku celého řešení.

Na základě poznatků z teoretické části této práce a také na základě zkušeností dodavatelských firem byly pro provoz automatické identifikace produktů ve velkoobchodním skladu společnosti Fuski BOMA s.r.o. zvoleny pasivní samolepicí UHF tagy 860-960 MHz s potisknutelnou vrchní vrstvou. Požadovaný rozměr smart labelu byl vzhledem ke stávajícím obalům prodávaného zboží stejný jako rozměr používaných etiket s čárovým kódem, a to 55 x 30 mm.

Ve spolupráci s pracovníky dodavatelských firem byly dále navrženo rozmístění čtecích bran a RFID čteček. Modifikovaná brána č. 1 by měla být umístěna v blízkosti vrat mezi příjmovým a hlavním skladem, brána č. 2 pak mezi hlavním a expedičním skladem. Obě brány by měly být vybaveny jedním RFID readerem (zaznamenávací jednotkou) a čtyřmi RFID anténami (čtecími jednotkami). Brány lze také vybavit optickými čidly pro určení směru pohybu, takže je možný jejich obousměrný provoz. Této možnosti lze využít například při vyskladňování zboží na paletách přes přijímací sklad z důvodu nedostatku

prostoru na expedičním skladě apod. Součástí RFID bran je dále kabeláž k anténám a readeru, hliníkové profily pro sloupy a kotvení a drobný elektromontážní materiál. Počet původních tří pracovišť kontroly by mohl být zredukován na jediné pracoviště vybavené mobilní RFID čtečkou. (viz obrázek 7).

*Obrázek 7: Rozmístění modifikovaných RFID bran a RFID čteček*



*Zdroj: vlastní zpracování*

#### 4.3.1 Komponenty brány

Oba dodavatelé nezávisle na sobě doporučili výrobky společnosti Zebra Technologies. S výrobky této společnosti má společnost Fuski BOMA výborné zkušenosti. Hlavní součástí modifikované RFID brány by měl být RFID reader Zebra FX9600, který je schopen číst až 1250 tagů za sekundu, má odolnou konstrukci IP53 a podporuje bezdrátové připojení Wi-Fi / Bluetooth. Tento reader zpracovává data z RFID tagů, které jsou čteny čtyřmi anténami Zebra AN480. Tato anténa nabízí velmi dobré krytí a je vhodná jak pro vnitřní, tak pro venkovní využití. Obě základní komponenty brány zobrazuje obrázek 8.

*Obrázek 8: Základní komponenty brány*



*Zdroj: <https://www.zebra.com/>*

### **4.3.2 RFID čtečka**

Pro finální kontrolu expedovaného zboží byl doporučen ruční terminál Zebra MC3330R (viz obrázek 9), který je určen pro snímání a čtení UHF RFID tagů. Tato čtečka je známa svou robustní konstrukcí, odolností, vysokým výkonem a spolehlivostí. Lze ji použít od průmyslových aplikací přes podnikatelské prostředí až po práci u koncového zákazníka. Vysoce výkonná bezdrátová technologie ASIC společnosti Zebra poskytuje čtecí rychlost, která je o více než 25 % rychlejší a o 40 % přesnější než ostatní zařízení této třídy, navíc dokáže skenovat i čárové kódy.

*Obrázek 9: Čtečka Zebra MC3330R*



*Zdroj: <https://www.zebra.com/>*

### **4.3.3 RFID tiskárna**

Bohužel žádný z dodavatelů společnosti dosud technologii RFID nepoužívá, takže v případě zavedení nové technologie by bylo alespoň zpočátku třeba zajistit tisk RFID štítků přímo ve velkoobchodním skladu společnosti a distribuovat je dodavatelům ještě před započítím plánované výroby. Fuski BOMA s.r.o. používá v současné době tiskárnu Zebra ZT410, která umožňuje i tisk UHF RFID štítku, bylo by ale třeba dokoupit rozšiřující

modul, jehož cena se pohybuje okolo 1 700 USD. Vzhledem k tomu, že stávající tiskárna je v provozu už několik let, lze předpokládat budoucí potenciální náklady na zajištění jejího bezporuchového fungování. Proto byl doporučen nákup nové tiskárny Zebra ZT411 RFID (viz obrázek 10).

*Obrázek 10: Tiskárna Zebra ZT411 RFID*



*Zdroj: <https://www.zebra.com/>*

#### **4.4 Měření času kontroly**

Na základě zpracované teorie je zřejmé, že zásadními procesy ve velkoobchodním skladu, u kterých lze se zavedením technologie RFID předpokládat razantní zrychlení těchto procesů, jsou vstupní a výstupní kontrola zboží. Zde se může naplno projevit rychlost sečtení všech položek celé zásilky, která by podle tvrzení dodavatelů technologie neměla přesáhnout čas 2 vteřin. Naproti tomu snímání jednotlivých položek, popř. jejich fyzické počítání je časově poměrně náročné a např. u běžné expedované zásilky zabere několik minut. Měření přímo ve velkoobchodním skladu společnosti Fuski BOMA s.r.o. proběhlo ve dnech 16. 2. 2023, 2. 3. 2023, 9. 3. 2023 a 10. 3. 2023, čas kontroly jednotlivých zásilek byl měřen pomocí stopek mobilního telefonu. Měřen byl pouze čas nutný ke zkontrolování obsahu zásilky, ostatní čas (výměna chybně vychystaného zboží, finální zabalení zásilky, vytištění štítku přepravní společnosti a přemístění do prostoru nakládky) nebyl započítán, jelikož tyto operace by byly časově stejně náročné i při využití technologie RFID. Výsledky měření byly zapisovány do připravených vytištěných formulářů ve spolupráci se zaměstnanci společnosti.



#### 4.4.1 Měření času kontroly na vstupu

Kontrolu přijatého zboží provádí skladník v prostoru přijímacího skladu. Zboží je většinou na europaletě o rozměru 1200 x 800 mm, která obsahuje větší počet menších kartonů s jednotlivými položkami zboží. Každý karton musí být otevřen, pomocí čtečky je načten jeden čárový kód a obsah každého kartonu je pak fyzicky přepočítán. Pokud se počty shodují s dodacím listem, je celá zásilka naskladněna do informačního systému společnosti. Na základě provedení 11 měření bylo zjištěno, že průměrný čas na zkontrolování jedné položky při kontrole při příjmu zásilky činí **1,55 sekundy**. Všechna zaznamenaná měření jsou součástí přílohy 1 této bakalářské práce.

#### 4.4.2 Měření času kontroly na výstupu

Kontrolu zásilek připravených k expedici provádí tři pracovníci kontroly v prostoru expedičního skladu. Karton s připraveným zbožím je znovu vybalen a každá položka je načtena pomocí všesměrové čtečky čárových kódů. Data ze čtečky jsou porovnávána s daty v dodacím listu zásilky a zda se shodují, pracovník kontroly vidí přehledně na monitoru. Výsledky měření prvních 15 zásilek znázorňuje tabulka 5.

*Tabulka 5: Prvních 15 měření času kontroly před expedicí*

	číslo faktury	datum	částka bez DPH	počet ks/párů	čas kontroly	počet sekund na kus/pár	cena 1 ks/páru	kontroloval
1	231112231	16.02.2023	7 112,00	145	0:04:30	1,86	49,05	Zebra
2	231112282	16.02.2023	5 556,00	123	0:05:03	2,46	45,17	Zebra
3	231112281	16.02.2023	5 178,00	128	0:03:44	1,75	40,45	Zebra
4	231112280	16.02.2023	7 009,40	216	0:07:04	1,96	32,45	Virtuos 2
5	231112274	16.02.2023	11 135,00	258	0:09:12	2,14	43,16	Zebra
6	231112276	16.02.2023	3 404,00	82	0:02:41	1,96	41,51	Virtuos 2
7	231112277	16.02.2023	6 223,00	155	0:05:37	2,17	40,15	Virtuos 2
8	231112283	16.02.2023	12 550,00	302	0:10:05	2,00	41,56	Zebra
9	231112285	16.02.2023	9 114,00	221	0:07:31	2,04	41,24	Virtuos 2
10	231112941	02.03.2023	22 117,00	532	0:17:34	1,98	41,57	Virtuos 1
11	231112945	02.03.2023	13 144,00	336	0:11:00	1,96	39,12	Zebra
12	231112943	02.03.2023	5 212,00	117	3:03:43	1,91	44,55	Virtuos 1
13	231112947	02.03.2023	7 372,00	176	0:06:20	2,16	41,89	Zebra
14	231112948	02.03.2023	6 513,00	155	0:05:16	2,04	42,02	Virtuos 2
15	231112951	02.03.2023	18 224,00	396	0:14:31	2,20	46,02	Zebra

*Zdroj: vlastní provedení*

Na základě provedení 73 měření zásilek bylo zjištěno, že průměrný čas na zkontrolování jedné položky při kontrole před expedicí zásilky činí **1,93 sekundy**. Během tohoto měření bylo načteno 15 247 čárových kódů během cca 11 hodin. Zároveň byl sledován čas na zkontrolování jedné položky u čteček různých výrobců (Zebra a Virtuos), ale nebyl pozorován prakticky žádný rozdíl v čase měření. Všechna zaznamenaná měření jsou součástí přílohy 2 této bakalářské práce.

## 4.5 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření sloužilo k získání názorů důležitých odběratelů na zavedení automatické identifikace pomocí RFID ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. Většina odběratelů používá osvědčenou technologii čárových kódů a nelze předpokládat, že by při přechodu společnosti na technologii RFID odběratelé hned měnili i svůj způsob identifikace zboží. Navíc ve většině případů odebírají zboží i od jiných dodavatelů a je logické, že by pro ně nebylo výhodné používat dva typy identifikace zboží současně. Na druhou stranu využívání smart labelů umožňuje tisk čárových kódů na vrchní vrstvu RFID tagu, takže případná změna technologie by je nijak neomezovala, došlo by v podstatě jen k rozšíření způsobu automatické identifikace zboží. Je ale možné, že přechod na novou technologii by si vyžádal vyšší náklady na značení zboží, které by se mohly promítnout do ceny zboží. K významným zákazníkům společnosti patří i některé obchodní řetězce, které by mohly mít o tento způsob automatické identifikace během příštích let zájem. Pokud by společnost Fuski BOMA s.r.o. úspěšně zvládla přechod na nový způsob identifikace produktů, byla by to pro ni významná konkurenční výhoda.

## 4.6 Zpracování dat a jejich interpretace

### 4.6.1 Výpočet nákladů na implementaci

Při výpočtu nákladů na implementaci technologie RFID bylo třeba vyjít z cenových nabídek zbylých dvou dodavatelů, které znázorňuje tabulka 5. Obě nabídky byly vytvořeny v srpnu 2022. Z tabulky je zřejmé, že ceny hardware jsou na podobné úrovni, ale ceny ostatních položek, zejména projektových služeb, se liší. Je ale třeba zmínit, že oba dodavatelé uvedli ceny těchto služeb jen jako velmi hrubý odhad, a skutečné ceny by se ve finále mohly ještě měnit. Z tabulky je ale zřejmé, že největším nákladem jsou samotné RFID tagy, které díky množství prodávaných jednotek zboží několikanásobně převyšuje náklady na samotné zařízení. Dodavatel B nabídl štítky o dvou různých rozměrech, do srovnání byly zařazeny štítky 47 x 31 mm, které jsou menší a levnější, o něco menší rozměr než požadovaný nepředstavuje žádný problém, všechny tisknutelné údaje se na tento štítek bez problému vejdu. Dodavatel A nabídl štítky o rozměrech 54 x 34 mm, které jsou velikostně téměř totožné se současnými štítky. Z tabulky je zřejmé, že při rozhodování o dodavateli by společnost Fuski BOMA s.r.o. zřejmě dala přednost dodavateli B, jelikož při odhadované roční spotřebě RFID tagů by jen rozdíl ve spotřebním materiálu činil bezmála 1 milion Kč bez DPH.

Nesmíme ještě zapomenout na náklady spojené s úpravou současného informačního systému společnosti. Podle informací společnosti Tresoft s.r.o., která je dodavatelem podnikového informačního systému Signys Professional, by mělo jít pouze o úpravy malého rozsahu, a v porovnání s náklady na celou implementaci lze tyto náklady zanedbat, stejně jako náklady spojené s proškolením pracovníků v oblasti používání nové technologie.

*Tabulka 6: Srovnání nabídek dodavatelských firem*

NÁKLADY NA ZAŘÍZENÍ (v Kč bez DPH)						
	dodavatel A			dodavatel B		
	množství	cena za ks	cena celkem	množství	cena za ks	cena celkem
<b>Hardware</b>			317 940			300 736
RFID reader FX9600	2	30 680	61 360	2	29 666	59 332
RFID anténa AN480	8	6 275	50 200	8	6 469	51 752
Hliníkové profily	2	21 000	42 000	2	20 000	40 000
Ostatní komponenty brány	2	13 400	26 800	2	10 000	20 000
RFID terminál MC3330	1	64 800	64 800	1	62 133	62 133
Komunikační a nabíjecí stojánek k	1	6 080	6 080	1	3 588	3 588
Tiskárna Zebra ZT411	1	66 700	66 700	1	63 931	63 931
<b>Projektové služby</b>			96 800			55 000
Úvodní analýza, vedení projektu	1	63 600	63 600	1	25 000	25 000
Kompletace zařízení	1	33 200	33 200	1	30 000	30 000
<b>Software</b>			192 000			120 000
Zakázkový software	15	12 800	192 000	10	12 000	120 000
<b>CELKEM</b>			<b>606 740</b>			<b>475 736</b>
NÁKLADY NA SPOTŘEBNÍ MATERIÁL (za 1 kalendářní rok)						
RFID UHF smart label	4 000 000	2,16	<b>8 640 000</b>	4 000 000	1,93	<b>7 720 000</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

#### 4.6.2 Výpočet mzdových nákladů na kontrolu a inventarizaci

Na základě rozhovoru s ředitelem společnosti je možné stanovit průměrné mzdové náklady na jednu odpracovanou hodinu konkrétního pracovníka. Rok 2022 měl celkem 252 pracovních dnů, tedy 2016 pracovních hodin při 8hodinové pracovní době. Odečtením

počtu hodin dovolené (20 dnů) a hodin průměrné pracovní neschopnosti (10 dnů) se dostaneme k ročnímu počtu skutečně odpracovaných hodin:

$$2\ 016 - 160 - 80 = 1\ 776 \text{ hodin}$$

Hodinový mzdový tarif pracovníka skladu byl v roce 2022 ve výši 225 Kč za hodinu. Jednoduchým výpočtem, kdy zohledníme i snížení mzdy u náhrady mzdy za nemoc a při připočtení povinných odvodů za zaměstnance, dostaneme skutečné hodinové mzdové náklady na jednoho pracovníka skladu:

$$(225 \cdot 1\ 936 + 135 \cdot 80) \cdot 1,338 = 597\ 283,20 \text{ Kč}$$

$$597\ 283,20 / 1\ 776 = 336 \text{ Kč}$$

Stejným způsobem lze vyčíslit i skutečné hodinové mzdové náklady na jednoho pracovníka kontroly, jehož hodinový mzdový tarif činí 200 Kč:

$$(200 \cdot 1\ 936 + 120 \cdot 80) \cdot 1,338 = 530\ 918,40 \text{ Kč}$$

$$530\ 918,40 / 1\ 776 = 299 \text{ Kč}$$

Z výsledků měření kontroly zásilek na vstupu a výstupu máme již hodnoty časové náročnosti na zkontrolování jedné položky v sekundách, z rozhovoru s ředitelem společnosti pak přibližný počet prodaných jednotek zboží (předpokládejme, že stejný počet položek bude i nakoupených), tyto hodnoty pak lze použít pro výpočet mzdových nákladů na zkontrolování všech položek za rok 2022. Nejprve vypočítáme náklady na kontrolu zásilek na vstupu (počet položek krát doba kontroly):

$$4\ 000\ 000 \cdot 1,55 = 6\ 200\ 000 \text{ sec} = 1\ 722 \text{ hod}$$

$$1\ 722 \cdot 336 = 578\ 592 \text{ Kč}$$

Stejným způsobem vypočítáme i náklady na kontrolu před expedicí:

$$4\ 000\ 000 \cdot 1,93 = 7\ 720\ 000 \text{ sec} = 2\ 144 \text{ hod}$$

$$2\ 144 \cdot 299 = 641\ 056 \text{ Kč}$$

Když sečteme obě částky nákladů, dostaneme celkové náklady na kontrolu zboží ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. za rok 2022. Ty činí **1 219 648 Kč**.

Další mzdové náklady lze ušetřit využitím technologie RFID při provádění inventury, jak ve velkoobchodním skladu, tak na jednotlivých prodejnách. Povinnost provádět fyzickou inventuru minimálně jednou za rok ukládá zákon o účetnictví a ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. je inventura prováděna vždy v prvním lednovém týdnu. V lednu 2023 trvalo

provedení inventury celých pět pracovních dnů a zapojilo se do něj 26 pracovníků společnosti. Opět můžeme k výpočtu finanční náročnosti operace použít skutečné mzdové náklady na jednoho pracovníka:

**40 hodin . 299 Kč . 20 pracovníků s nižším mzdovým tarifem = 239 200 Kč**

**40 hodin . 336 Kč . 6 pracovníků s vyšším mzdovým tarifem = 80 640 Kč**

Po sečtení obou částek dostáváme celkové náklady na provedení inventury ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. ve výši **319 840 Kč**. Nesmíme ale zapomenout, že i provedení inventury pomocí RFID zabere určitý čas. Podle odhadu dodavatelských firem by celou inventuru měl být schopen provést jeden pracovník během jedné osmihodinové směny. Pokud budeme počítat náklady na pracovníka skladu, dojdeme k částce **2 688 Kč**.

Nyní lze vyčíslit celkovou úsporu ročních mzdových nákladů při využití technologie RFID ve společnosti. Po sečtení stávajících nákladů na kontrolu zboží a inventarizaci a odečtení nákladů na inventarizaci pomocí RFID se dostáváme k částce:

**1 219 648 + 319 840 - 2 688 = 1 536 800 Kč**

Při výpočtu nebyly zohledněny náklady na kontrolu zboží pomocí RFID čteček. Podle pracovníků dodavatelských firem totiž trvá načtení jedné celé zásilky 1 až 2 sekundy (podle typu čtečky a množství tagů v jedné zásilce) a čas, který zabere kontrola pomocí technologie RFID, je tudíž zanedbatelný. Stejně tak neuvažujeme čas strávený kontrolou v podnikových prodejnách, jelikož množství tam kontrolovaného zboží je ve srovnání s množstvím kontrolovaného zboží ve velkoobchodním skladu rovněž zanedbatelné.

### **4.6.3 Výsledky dotazníkového šetření**

Dotazník jsem sestavil základě dosud získaných informací a formulované hypotézy. Pro online dotazování pak byl dotazník připraven pomocí webové aplikace Google Forms a obsahoval šest uzavřených a jednu maticovou otázku. Přesné znění otázek je uvedeno v příloze 3 této práce. Jednotlivé otázky byly konzultovány s ředitelem společnosti a rozslány odběratelům společnosti pomocí e-mailingu. Byla vybrána pouze část stálých odběratelů, kteří zboží odebírají pravidelně, dotazník byl odeslán na 527 e-mailových adres. Distribuce dotazníků proběhla 13. března 2023. V prvních dnech bylo vyplněno pouze cca 50 dotazníků, proto byla 17. března 2023 zaslána opakovaná výzva k vyplnění dotazníku. Sběr byl poté ukončen 22. března 2023. Dotazník vyplnilo celkem 86 odběratelů, což představuje cca 16 % z oslovených odběratelů. Na základě sesbíraných dat byl pro každou otázku pomocí aplikace Google Forms vygenerován vhodný graf.

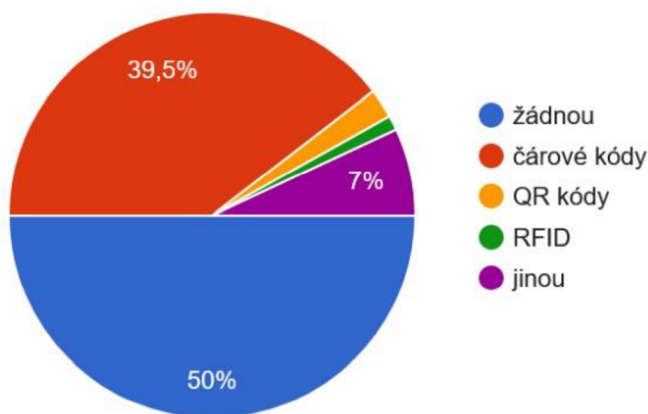
*Otázka 1: Jakou formu automatické identifikace zboží Vaše společnost využívá?*

Úvodní otázka dotazníku měla zmapovat to, jaký způsob automatické identifikace zboží odběratelé využívají. Přesně polovina respondentů žádný způsob nevyužívá, další nejčastější odpovědí byla technologie čárových kódů (34 respondentů), 2 respondenti udali možnost QR kódů a jeden respondent označil možnost RFID. Dalších 7 respondentů udalo možnost jiného způsobu automatické identifikace. Z grafu 3 tedy vyplývá, že většina odběratelů společnosti nevyužívá buď žádné formy automatické identifikace nebo využívá čárových kódů.

*Graf 3: Otázka 1 dotazníku pro odběratele*

**Jakou formu automatické identifikace zboží Vaše společnost využívá?**

86 odpovědí



*Zdroj: Google Forms*

*Otázka 2: Máte nějaké povědomí o technologii RFID, která umožňuje načítat větší počet položek kódů v jednom okamžiku bez nutnosti přímé viditelnosti? (v ČR tuto technologii využívá např. společnost Decathlon)*

Druhá otázka pak měla za úkol zjistit, do jaké míry odběratelé společnosti znají technologii RFID. Graf 4 ukazuje, že 37 respondentů o technologii RFID slyšela poprvé, 34 respondentů o existenci takové technologie tuší a 13 respondentů o ní má základní informace. Pouze 2 respondenti uvedli, že danou technologii používají, z nichž pouze jeden k automatické identifikaci zboží. Celkově se tedy dá říci, že většina respondentů nemá o technologii RFID vůbec žádné nebo jen velmi malé povědomí.

Graf 4: Otázka 2 dotazníku pro odběratele

**Máte nějaké povědomí o technologii RFID, která umožňuje načítat větší počet položek kódů v jednom okamžiku bez nutnosti přímé viditelnosti? (v ČR tuto technologii využívá např. společnost Decathlon)**

86 odpovědí



Zdroj: Google Forms

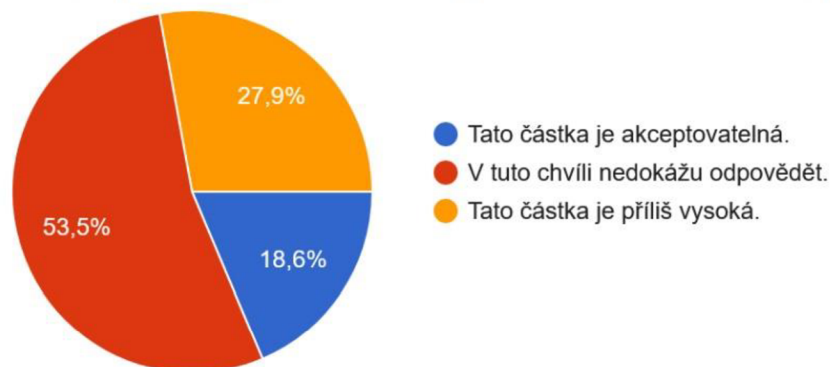
*Otázka 3: Technologie RFID má mnoho výhod (rychlejší naskladnění i vyskladnění, inventarizace, sledování zboží), takže šetří Váš čas, je ale i nákladnější. Byli byste ochotni akceptovat zvýšení VO ceny produktů o cca 2 Kč na položku?*

Účelem třetí otázky bylo zjistit, zda by odběratelé byli ochotni akceptovat zvýšení ceny zboží v důsledku zvýšených nákladů na RFID tagy. Jak ukazuje graf 5, pouze 16 respondentů odpovědělo kladně, zbytek nesouhlasil nebo volil neutrální odpověď.

Graf 5: Otázka 3 dotazníku pro odběratele

**Technologie RFID má mnoho výhod (rychlejší naskladnění i vyskladnění, inventarizace, sledování zboží), takže šetří Váš čas, je ale i nákladnější. Byli byste ochotni akceptovat zvýšení VO ceny produktů o cca 2 Kč na položku?**

86 odpovědí



Zdroj: Google Forms

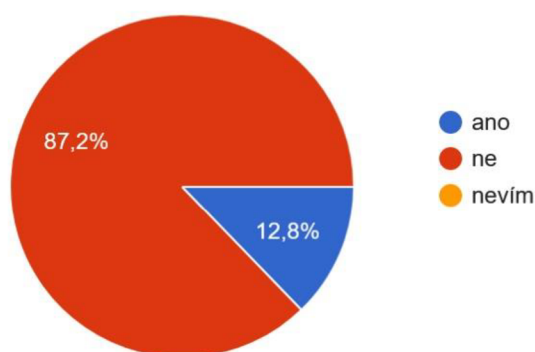
*Otázka 4: Využíváte ve Vaší společnosti systém EAS? (elektronické sledování zboží prostřednictvím bezpečnostních bran)*

Další otázka měla zjistit, kolik odběratelů využívá sledování zboží pomocí bezpečnostních bran. Využívání smart labelů pro sledování zboží by mohlo přinést obchodníkům určité úspory nákladů na označování zboží tagy pro sledování. Graf 6 ukazuje, že pouze 11 respondentů používá systém EAS, drtivá většina jej nevyužívá.

**Graf 6: Otázka 4 dotazníku pro odběratele**

**Využíváte ve Vaší společnosti systém EAS? (elektronické sledování zboží prostřednictvím bezpečnostních bran)**

86 odpovědí



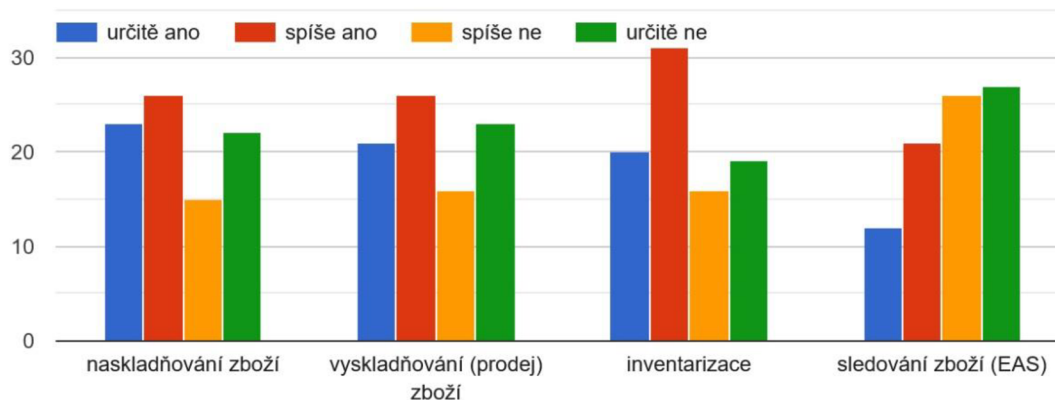
Zdroj: Google Forms

*Otázka 5: Pokud byste v budoucnu uvažovali o využití technologie RFID, pro jaké účely byste ji využívali?*

Dalším bodem bylo zjistit, k čemu by odběratelé technologii RFID využívali, pokud by v budoucnu uvažovali o jejím zavedení. K naskladňování zboží by ji využívalo 57 % respondentů, při prodeji zboží pak 55 %. Nejvíce respondentů by ji využívalo při inventarizaci zboží (59 %), nejméně pak ke sledování zboží pomocí bezpečnostních bran (38 %).

**Graf 7: Otázka 5 dotazníku pro odběratele**

**Pokud byste v budoucnu uvažovali o využití technologie RFID, pro jaké účely byste ji využívali?**



Zdroj: Google Forms



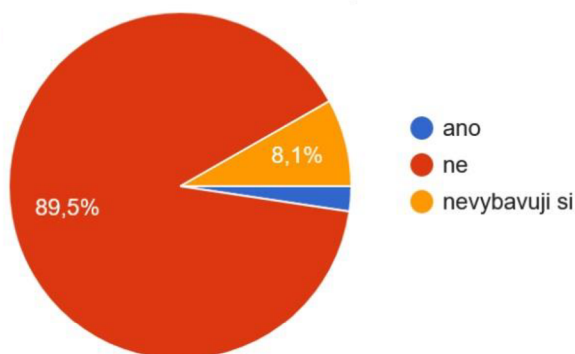
*Otázka 6: Zaznamenali jste zájem dalších Vašich dodavatelů o zavedení automatické identifikace pomocí RFID?*

Odpovědi na tuto otázku vyzněly zcela jednoznačně. Většina respondentů nezaznamenala zájem svých dalších dodavatelů o zavedení technologie RFID. Na grafu 8 je patrné, že pouze 2 respondenti zvolili kladnou odpověď, zbylých 84 respondentů zájem nezaznamenali nebo si to nevybavují.

*Graf 8: Otázka 6 dotazníku pro odběratele*

**Zaznamenali jste zájem dalších Vašich dodavatelů o zavedení automatické identifikace pomocí RFID?**

86 odpovědí



Zdroj: Google Forms

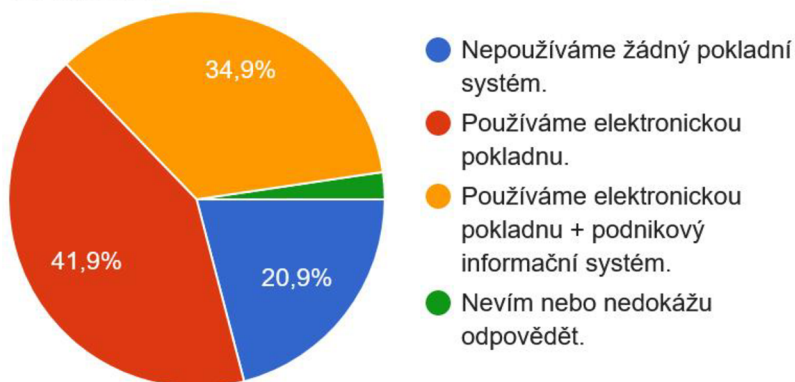
*Otázka 7: Jaký pokladní systém používá Vaše společnost?*

Poslední otázka dotazníku měla zmapovat, jaký pokladní systém odběratelé nejčastěji používají. Mnoho moderních pokladních systémů již dnes umožňují připojení RFID čtečky a náklady na úpravu stávajícího systému pro RFID by pro mnohé odběratele nemusely být tak vysoké.

*Graf 9: Otázka 7 dotazníku pro odběratele*

**Jaký pokladní systém používá Vaše společnost?**

86 odpovědí



Zdroj: Google Forms

## 4.7 SWOT analýza

Provedení SWOT analýzy by mělo sloužit ke zjištění slabých a silných stránek, příležitostí a hrozeb navrhované technologie ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. Aby bylo možné správně a objektivně určit jednotlivé faktory všech kvadrantů matice (viz tabulka 7), při formulování faktorů jsem využil informace z literární rešerše této práce i data z již dosažených výsledků této práce.

### ***Silné stránky (strengths):***

Faktor č. 1 – „Současné načítání několika stovek tagů najednou, to umožňuje zkrátit čas některých procesů.“ O této silné stránce technologie RFID hovoří ve svých publikacích většina autorů, například Cimler a Zdražilová (2007), Jurová (2016) nebo Hunt (2006).

Faktor č. 2 – „Díky přesnému čtení dochází k minimalizaci chyb.“ Tento názor se také objevuje ve většině publikací, které se technologií RFID zabývají. Namátkou můžu jmenovat opět Jurovou (2016) nebo Hunta (2006).

Faktor č. 3 – „Díky využití smart labelů lze současně využívat i technologii čárových kódů.“ O této možnosti hovoří ve svých knihách například Jirsák (2012) nebo Hunt (2006).

Faktor č. 4 – „Schopnost přenášet větší množství dat.“ Tato vlastnost RFID tagů je opět popsána mnoha autory, jmenujme například Jirsáka (2012) či Jurovou (2016).

### ***Slabé stránky (weaknesses):***

Faktor č. 5 – „Vysoké náklady na implementaci technologie RFID.“ Asi nejzmiňovanější nevýhoda RFID technologie, zejména kvůli ceně RFID tagů. I když se náklady postupně snižují, tento faktor stále zůstává hlavním důvodem, proč řada firem technologii RFID zatím odmítá. Opět je možné zmínit např. Hunta (2006), či Jirsáka (2012).

Faktor č. 6 – „Některé materiály mohou rušit signál RFID a snižovat přesnost čtení.“ O této vlastnosti technologie RFID hovoří opět Jirsák (2012) či Kabachinski (2005).

Faktor č. 7 – „Náklady na vzdělávání zaměstnanců při zavádění nové technologie.“ Tento fakt prezentuje ve své knize například Jirsák (2012).

Faktor č. 8 – „Využití zatím pouze pro vnitřní logistiku (velmi nízká poptávka po technologii ze strany odběratelů).“ Tento faktor vznikl na základě vyhodnocení dotazníku pro odběratele společnosti Fuski BOMA s.r.o., jenž je uveden v kapitole 4.6.3., zejména

z otázky 3 vyplývá, že je 18,6 % odběratelů by akceptovala zvýšení ceny zboží v důsledku označování zboží RFID tagy. Z otázek 1 a 2 je patrné, že zhruba polovina dokonce nepoužívá žádný způsob automatické identifikace, a necelá polovina slyšela o technologii RFID vůbec poprvé právě z dotazníku.

### ***Příležitosti (opportunities):***

Faktor č. 9 – „Technologii dále mohou využívat i odběratelé společnosti.“ Tento faktor je dán vlastnostmi technologie RFID, ve své publikaci toto zmiňuje např. Jirsák (2012).

Faktor č. 10 – „Možnost vylepšeného sledování zboží může vést k lepšímu zabezpečení a prevenci krádeží.“ Již v minulém století se začalo využívat systému elektronického sledování zboží EAS, jak ho popisuje např. Landt (2005). Např. na webových stránkách společnosti Decathlon je sledování zboží pomocí smart labelu prezentováno i jako úspornější z důvodu nepotřeby duplicitního označování zboží. Poprvé kvůli identifikaci a podruhé kvůli označení tagem pro sledování.

Faktor č. 11 – „Zvýšení konkurenční výhody a prestiže společnosti.“ Zařazení tohoto faktoru vychází opět z názoru řady autorů, například Watsona (2021).

Faktor č. 12 – „Potenciál globálního rozšíření technologie RFID“. Tento faktor je zformulován na základě názoru řady autorů, namátkou jmenujme Hunta (2006).

### ***Hrozby (threats):***

Faktor č. 13 – „Nárůst nákladů spojených s implementací může vést ke zvýšení cen a zhoršení konkurenceschopnosti.“ Tento faktor opět vychází z výsledku dotazníku (konkrétně otázky 3) – odběratelé nejsou ochotni se finančně podílet na nákladech na označování RFID tagy, obzvláště tehdy, když technologii ani ve svém provozu nehodlají využít.

Faktor č. 14 – „Potenciální problémy s kompatibilitou s jinými systémy a zařízeními v používané infrastruktuře.“ O tomto hovoří například Jirsák (2012) či Hunt (2006).

Faktor č. 15 – „Obavy z ochrany soukromí zákazníků a následné negativní dopady na pověst a prodeje.“ Například Rieback (2006) nebo Pešek (2010) upozorňují na řadu bezpečnostních hrozeb spojených s využíváním technologie RFID.

Faktor č. 16 – „Možnost potenciálního nedostatku čipů na globální úrovni“. Podle společnosti IDTechEx (viz graf 1) bude v následujících letech třeba ohromný počet zejména UHF RFID tagů. Možnost vzniku nových vojenských konfliktů (například mezi Čínou a Tchaj-wanem) by mohla vést k nedostatku RFID tagů.

*Tabulka 7: SWOT analýza technologie RFID ve společnosti Fuski BOMA s.r.o.*

	POZITIVNÍ	NEGATIVNÍ
<b>VNITŘNÍ</b>	SILNÉ STRÁNKY (STRENGTHS)	SLABÉ STRÁNKY (WEAKNESSES)
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Současné načítání několika stovek tagů najednou, to umožňuje zkrátit čas některých procesů</li> <li>2. Díky přesnému čtení dochází k minimalizaci chyb</li> <li>3. Díky využití smart labelů lze současně využívat i technologii čárových kódů</li> <li>4. Schopnost přenášet větší množství dat</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Vysoké náklady na implementaci technologie RFID</li> <li>6. Některé materiály mohou rušit signál RFID a snižovat přesnost čtení</li> <li>7. Náklady na vzdělávání zaměstnanců při zavádění nové technologie</li> <li>8. Využití zatím pouze pro vnitřní logistiku – velmi nízká poptávka po technologii ze strany odběratelů</li> </ol>
<b>VNĚJŠÍ</b>	PŘÍLEŽITOSTI (OPPORTUNITIES)	HROZBY (THREATS)
	<ol style="list-style-type: none"> <li>9. Technologii mohou dále využívat i odběratelé společnosti</li> <li>10. Možnost vylepšeného sledování zboží může vést k lepšímu zabezpečení a prevenci krádeží</li> <li>11. Zvýšení konkurenční výhody a prestiže společnosti</li> <li>12. Potenciál globálního rozšíření technologie RFID</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Nárůst nákladů spojených s implementací může vést ke zvýšení cen a zhoršení konkurenceschopnosti</li> <li>14. Potenciální problémy s kompatibilitou s jinými systémy a zařízeními v používané infrastruktuře</li> <li>15. Obavy z ochrany soukromí zákazníků a následné negativní dopady na poptávku a prodej</li> <li>16. Možnost potenciálního nedostatku čipů na globální úrovni</li> </ol>

*Zdroj: vlastní zpracování*

#### **4.7.1 Vyhodnocení SWOT matice**

K porovnání váhy jednotlivých faktorů bylo použito metody Fullerova trojúhelníku (viz tabulka 8). Princip této metody spočívá v párovém porovnávání faktorů mezi sebou, při porovnávání 16 faktorů tedy bylo třeba provést celkem 120 porovnání. Tím bylo možné kvantifikovat váhové ohodnocení jednotlivých faktorů.

Na základě dat získaných z Fullerova trojúhelníku bylo možné provést srovnání čtyř skupin klíčových faktorů a podle procentuálního vyjádření významnosti jednotlivých skupin faktorů bylo možné určit strategii, podle které by se měla společnost Fuski Boma s.r.o. ve vztahu k technologii RFID ubírat. Jako nejvýznamnější skupiny faktorů určil výpočet silné stránky (30 %) a hrozby (25,83 %), méně významné pak příležitosti (23,33 %) a slabé stránky (20,83 %). Matici jednotlivých strategií zobrazuje tabulka 9.

Tabulka 8: Metoda Fullerova trojúhelníku ke stanovení vah faktorů

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	11,67 %	<b>S</b>	30,00 %		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	10	8,33 %				
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16							
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	8	6,67 %				
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16								
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,33 %				
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16									
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	14	11,67 %	<b>W</b>	20,83 %		
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16										
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	1,67 %				
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16											
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	1	0,83 %				
	8	9	10	11	12	13	14	15	16												
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6,67 %				
	9	10	11	12	13	14	15	16													
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	8	6,67 %	<b>O</b>	23,33 %		
	10	11	12	13	14	15	16														
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	4,17 %				
	11	12	13	14	15	16															
	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	7	5,83 %				
	12	13	14	15	16																
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8	6,67 %				
	13	14	15	16																	
	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	14	11,67 %	<b>T</b>	25,83 %		
	14	15	16																		
	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12	10,00 %				
	15	16																			
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0	0,00 %				
	16																				
	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	5	4,17 %				

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 9: Volba strategie

		<b>S</b>	<b>W</b>
		<b>30,00 %</b>	20,83 %
<b>O</b>	23,33 %	VYUŽITÍ SO	HLEDÁNÍ WO
<b>T</b>	25,83 %	KONFRONTACE ST	VYHÝBÁNÍ WT

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě analýzy (viz. tab. 8 a 9) lze doporučit **strategii ST**, čili **strategii konfrontace**. Společnost by tuto strategii mohla použít pouze v případě, že bude silná na přímou konfrontaci s ohrožením a bude tak schopna využít silných stránek k odvrácení hrozeb, zejména faktorů 13 a 14: „Nárůst nákladů spojených s implementací může vést ke zvýšení cen a zhoršení konkurenceschopnosti“ a „Potenciální problémy s kompatibilitou s jinými systémy a zařízeními v používané infrastruktuře“. Zejména faktor č. 3 („Díky využití smart labelů lze současně využívat i technologii čárových kódů“) by mohl hrozbu problémů s kompatibilitou částečně řešit. Součástí smart labelu může být i čárový kód, takže pro odběratele, kteří by technologii RFID nevyužili, by se prakticky nic nezměnilo, a tato hrozba by tudíž byla eliminována.

## **4.8 Shrnutí a návrh řešení**

### **4.8.1 Přínosy**

Potvrdilo se, že zavedení technologie RFID ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. by jednoznačně zrychlilo určité procesy ve velkoobchodním skladu společnosti. Měření prokázalo, že by došlo k výraznému zrychlení času nutného ke kontrole jak zboží přijímaného do skladu, tak expedovaného zboží. Dále by se s největší určitostí snížil čas potřebný pro inventarizaci zboží, a to jak ve velkoobchodním skladu, tak na podnikových prodejnách. Výpočtem úspory mzdových nákladů jsem došel k celkové hodnotě úspor ve výši 1 219 648 Kč ročně. Tato částka zhruba odpovídá součtu ročních mzdových nákladů na jednoho pracovníka skladu a jednoho pracovníka kontroly. Společnost by tak mohla tyto dva pracovníky propustit, aniž by se zpomalily procesy probíhající ve velkoobchodním skladu, popř. by je mohla převést na jiná pracoviště a procesy ve skladu ještě zrychlit.

Naopak přínosy ve vztahu k odběratelům společnosti se nepotvrdily. Z výsledků dotazníkového šetření lze usoudit, že drtivá většina dotazovaných odběratelů by technologii RFID v současné době nebyla ochotna využívat. Největší překážkou je nízká úroveň technického vybavení jejich prodejen, fakt, že jejich ostatní dodavatelé používají k označování zboží jiné technologie, a také pravděpodobné zdražení zboží v důsledku vyšších nákladů na označování zboží pomocí smart labelů.

### **4.8.2 Náklady**

Samotné náklady na zařízení by pro společnost Fuski BOMA s.r.o. neměly představovat až tak velkou překážku. Pokud srovnáme náklady na zařízení od levnějšího z obou dodavatelů firem, tj. 475 736 Kč s potenciální úsporou vyjádřenou ve formě mzdových

nákladů, tj. 1 219 648 Kč, mohlo by se zdát, že návratnost investice je pouze několik měsíců. Rozhodující je ale v tomto případě náklad na spotřební materiál, tzn. samotné RFID tagy. Tím, že společnost prodává velké množství jednotek zboží za relativně nízkou průměrnou cenu, činí cena RFID tagu zhruba 4,4 % průměrné ceny zboží. Ročně by tak náklady na nákup RFID tagů představovaly částku zhruba 7 720 000 Kč. Tato částka se navíc může měnit i směrem nahoru. Kvůli pandemii Covidu-19 se dlouholetý pokles cen čipů potřebných k výrobě RFID tagů zpomalil, až zastavil, někde dokonce došlo i ke zvýšení cen čipů. Situaci nenahrává ani rostoucí napětí mezi Čínou a Tchaj-wanem, který je největším světovým producentem čipů. Může se tak stát, že náklady na nákup smart labelů by se mohly v příštích letech i zvýšit, v nejhroším případě by mohlo dojít i k jejich nedostupnosti, což by fungování RFID technologie ve skladu společnosti mohlo zcela ochromit.

V tabulce 10 pak nabízím srovnání celkových nákladů dvou variant pro první rok provozování technologie RFID a provozování současné technologie čárových kódů včetně zohlednění úspory mzdových nákladů. Pokud bychom uvažovali, že v dalších letech se nebude měnit cena smart labelů a štítků pro čárové kódy, mzdy pracovníků zůstanou na stejné úrovni a společnost bude prodávat stejné množství zboží, tabulka pro následující roky by vykazovala podobné hodnoty, jen celkový náklad by byl ponížěn o cenu prvotní investice. V tomto případě nemá význam hodnotit investici žádným ze způsobů hodnocení investic, neboť z čistě ekonomického hlediska se za stávajících podmínek investice do zavedení technologie RFID nikdy nevrátí. Pro stanovení ceny za spotřební materiál za současného stavu jsem vycházel z informace o ceně štítků, kterou jsem získal pomocí hloubkového rozhovoru.

**Tabulka 10: Náklady jednotlivých technologií v prvním roce (v Kč)**

	dodavatel A	dodavatel B	současný stav
Náklady na implementaci	606 740	475 736	0
Náklady na hardware	317 940	300 736	0
Náklady na software	192 000	120 000	0
Náklady na projektové služby	96 800	55 000	0
Náklady na spotřební materiál	8 640 000	7 720 000	160 000
Úspora mzdových nákladů celkem	-1 536 800	-1 536 800	0
Úspora mzdových nákladů při kontrole zboží	-1 219 648	-1 219 648	0
Úspora mzdových nákladů při inventarizaci	-317 152	-317 152	0
<b>CELKEM</b>	<b>7 709 940</b>	<b>6 658 936</b>	<b>160 000</b>

*Zdroj: vlastní zpracování*

### 4.8.3 Zhodnocení hypotéz

**Hypotéza č. 1:** Zavedení automatické identifikace zboží pomocí technologie RFID je proveditelné.

**Tato hypotéza se potvrdila.** Ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. je možné zavést automatickou identifikaci zboží pomocí této technologie. Byly nalezeny dodavatelské firmy, které jsou schopné provést realizaci celého projektu.

**Hypotéza č. 2:** Zavedení technologie RFID zrychlí vnitřní logistiku společnosti a povede k úspoře mzdových nákladů.

**Tato hypotéza se potvrdila.** Zavedení automatické identifikace zboží ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. by jednoznačně zrychlilo kontrolu zboží na vstupu i na výstupu a také inventarizaci zboží, čímž by prokazatelně došlo k úspoře mzdových nákladů.

**Hypotéza č. 3:** Pro společnost bude zavedení technologie RFID ekonomicky výhodné.

**Tato hypotéza se nepotvrdila.** Zavedení automatické identifikace zboží ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. by pro společnost nebylo ekonomicky výhodné. Při současných cenách RFID tagů a jejich množství potřebném k označování jednotlivých položek zboží by došlo k nárůstu nákladů, které by několikanásobně převýšily přínosy tohoto projektu.

**Hypotéza č. 4:** Společnost získá zavedením technologie RFID významnou konkurenční výhodu.

**Tato hypotéza se potvrdila jen částečně.** Zavedením technologie RFID by sice společnost Fuski BOMA s.r.o. získala určitou konkurenční výhodu, protože její konkurenti technologii RFID nevyužívají. Na základě provedeného dotazníkového šetření je ale možné usoudit, že většina dotazovaných odběratelů společnosti o tuto technologii prozatím nejeví zájem. Důvodem může být jak nutnost investovat do nové technologie, tak i to, že většina jejich dodavatelů používá jiný způsob značení zboží, a bylo by pro ně nepraktické používat ve svých provozech dva různé způsoby automatické identifikace zboží.

### 4.8.4 Řešení

V tuto chvíli lze říci, že změna automatické identifikace zboží ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. nedává smysl zejména z ekonomického hlediska. Současný systém identifikace pomocí čárových kódů je pro společnost i její odběratele levným a spolehlivým řešením. Přechod k technologii RFID by přinesl určité výhody, zejména v úspoře času,



ale z důvodu současné ceny RFID tagů by byl příliš finančně náročný. Důležitým faktorem je i to, že odběratelé společnosti tento způsob automatické identifikace zatím nevyžadují, naopak by mohli negativně vnímat zvýšení cen spojené s jeho zavedením. To potvrdila i provedená SWOT analýza, která vyhodnotila za jeden z klíčových faktorů hrozeb faktor „Nárůst nákladů spojených s implementací může vést ke zvýšení cen a zhoršení konkurenceschopnosti“.

#### **4.8.5 Budoucnost**

Dá se předpokládat, že s globálním rozšířením RFID technologie v příštích letech se bude cena RFID tagů snižovat, naopak cena lidské práce bude růst. Zároveň se bude zvyšovat zájem odběratelů o tuto technologii, jejíž přínosy jsou nesporné. Lze tedy očekávat, že k přechodu na technologii RFID ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. během několika let s největší určitostí dojde. Všechny tři firmy, které byly schopné nabídnout realizaci celého projektu přechodu na RFID technologii, nabídli i možnost pilotního projektu, v rámci něhož by bylo možné technologii vyzkoušet a odladit. Jelikož má společnost Fuski BOMA s.r.o. i své podnikové prodejny, nabízí se v budoucnu možnost zavedení bezobslužného systému v těchto prodejnách.

## 5 Závěr

Tématem této bakalářské práce bylo využití RFID technologie v oblasti obchodního provozu. Jedním z cílů bylo poskytnout čtenářům komplexní přehled o této technologii, vysvětlit principy a fungování, představit jednotlivé komponenty a prvky RFID a ukázat výhody a nevýhody využití v praxi. I když se RFID občas považuje za nástupce současných technologií pro sledování a manipulaci se zbožím, neznámá to, že v nejbližší budoucnosti úplně nahradí čárové kódy. RFID spíše bude dominovat v některých oblastech trhu a bude se používat v kombinaci s čárovými kódy.

V teoretické části je přiblížena nejprve technologie čárových kódů, která je doposud nejrozšířenější metodou pro automatickou identifikaci. Dále se práce zaměřuje na historii technologie RFID, specifikaci a rozdělení RFID komponent a možnosti využití v různých oblastech. Práce také přibližuje možnosti zabezpečení RFID proti možným útokům.

V praktické části mé bakalářské práce jsem se věnoval implementaci technologie RFID do skladů společnosti Fuski BOMA s.r.o. Vysvětlil jsem procesy, které probíhají ve skladech, a popsal jsem samotný postup a náklady implementace. Jako hlavní zdroj dat posloužil hloubkový rozhovor, na jehož základě mohly být vyčísleny úspory plynoucí ze zrychlení některých procesů a byla provedena SWOT analýza. Názor na možnou změnu technologie automatické identifikace ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. pomohlo zmapovat dotazníkové šetření určené odběratelům společnosti.

Závěrem práce lze konstatovat, že hypotéza o proveditelnosti implementace RFID technologie ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. se potvrdila, technologii zavést lze a její zavedení by vedlo k úspoře mzdových nákladů, čímž se potvrdila i druhá hypotéza. Avšak při srovnání přínosů a nákladů na implementaci, zejména na značení chytrými etiketami, se třetí hypotéza o ekonomické výhodnosti nového řešení nepotvrdila. Zavedení RFID technologie při současných cenách RFID tagů by pro firmu znamenalo razantní zvýšení nákladů. Dotazníkové šetření navíc ukázalo, že ani odběratelé společnosti technologii RFID zatím nevyhledávají, čímž se zcela nepotvrdila ani čtvrtá hypotéza.

Lze tedy předpokládat, že společnost Fuski BOMA s.r.o. v nejbližších letech nebude měnit způsob automatické identifikace zboží pomocí technologie čárových kódů. Je zde však mnoho faktorů, které mohou názor společnosti změnit. Při zvyšování mezd zaměstnanců, dalším snižování cen RFID tagů a zejména při zájmu odběratelů společnosti není přechod na RFID technologii v blízké budoucnosti rozhodně vyloučen.

## I. Summary

The topic of this bachelor's thesis is the utilization of RFID technology in retail and wholesale operations. One of the aims is to provide readers with a comprehensive overview of this technology, to explain its principles and functioning, to introduce the individual components and elements of RFID, and to demonstrate the advantages and disadvantages of its practical use. Although RFID is sometimes considered as the successor to current technologies for tracking and handling goods, it does not mean that it will completely replace barcodes in the near future. Instead, RFID will dominate in some areas of the market and will be used in combination with barcodes.

In the theoretical part, the technology of barcodes, which is currently the most widely used method for automatic identification, is introduced. The work then focuses on the history of RFID technology, specification and classification of RFID components, and potential applications in various fields. The work also presents possibilities for securing RFID against possible attacks.

In the practical part of my bachelor's thesis, I devoted myself to the implementation of RFID technology into the warehouses of the company Fuski BOMA s.r.o. I explained the processes that take place in the warehouses and described the actual procedure and costs of implementation. The main source of data was an in-depth interview, based on which the savings resulting from the acceleration of some processes could be quantified and a SWOT analysis was performed. The opinion on the possible change in automatic identification technology in the company Fuski BOMA s.r.o. was helped to be mapped by a questionnaire survey aimed at the company's customers.

In conclusion, it can be stated that the hypothesis of the feasibility of implementing RFID technology in the company Fuski BOMA s.r.o. has been confirmed, the technology can be introduced and its implementation would lead to a reduction in labor costs, thereby confirming the second hypothesis. However, when comparing the benefits and costs of implementation, particularly in labeling smart tags, the third hypothesis of the economic advantage of the new solution was not confirmed. The introduction of RFID technology at current prices of RFID tags would mean a significant increase in costs for the company. Furthermore, the questionnaire survey revealed that even the customers of the company are not actively seeking out RFID technology, thus leading to the complete rejection of the fourth hypothesis.

It can be assumed, therefore, that the company Fuski BOMA s.r.o. will not change the method of automatic identification of goods using barcode technology in the nearest future. However, there are many factors that can change the company's opinion. When wages of employees increase, prices of RFID tags decrease, and especially when the customers of the company show interest, the transition to RFID technology in the near future is certainly not excluded.

**Keywords:** RFID technology, implementation, retail, wholesale, RFID tag, smart label, barcode

## II. Seznam použitých zdrojů

Abad, I., Cerrada, C., Cerrada, J., Heradio, R., & Valero, E. (2012). Managing RFID Sensors Networks with a General Purpose RFID Middleware. *Sensors (14248220)*, 12(6), 7719-7737. <https://doi.org/10.3390/s120607719>

Ahuja, S., & Potti, P. (2010). An Introduction to RFID Technology. *Communications and Network*, 2(3), 183-186. <https://doi.org/10.4236/cn.2010.23026>

Amsler, S., & Shea, S. (eds.). (2021). *RFID (radio frequency identification)*. TechTarget. Retrieved 2022-10-23, from <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification>

Automa: časopis pro automatizační techniku. (2009). FCC Public. [https://automa.cz/cz/casopis-clanky/rfid-z-pohledu-bezpecnosti-2009\\_07\\_39331\\_4748/](https://automa.cz/cz/casopis-clanky/rfid-z-pohledu-bezpecnosti-2009_07_39331_4748/)

Automa: časopis pro automatizační techniku. (2011). FCC Public. [https://automa.cz/cz/casopis-clanky/rfid-principy-typy-moznosti-pouziti-2011\\_07\\_44083\\_5207/](https://automa.cz/cz/casopis-clanky/rfid-principy-typy-moznosti-pouziti-2011_07_44083_5207/)

Automa: časopis pro automatizační techniku. (2013). FCC Public. [https://automa.cz/cz/casopis-clanky/rozsirena-realita-a-rfid-2013\\_01\\_0\\_10109/](https://automa.cz/cz/casopis-clanky/rozsirena-realita-a-rfid-2013_01_0_10109/)

Boss, R. (2011). *RFID Technology for Libraries*. ALA American Library Association. Retrieved 2023-01-03, from <https://www.ala.org/>

Cimler, P. (1997). *Retail management: lokalizace a provoz maloobchodu* (Vyd. 1). Vysoká škola ekonomická.

Cimler, P., & Zdražilová, D. (2007). *Retail management* (Vyd. 1). Management Press.

Das, R., Chang, Y., & Dyson, M. (c1999-2022). *RFID Forecasts, Players and Opportunities 2022-2032: The complete analysis of the global RFID industry*. IDTechEx. Retrieved 2022-10-30, from <https://www.idtechex.com/en/research-report/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2022-2032/849>

*Global RFID Sensor Market: Industry Analysis and Forecast (2020-2026) by Product Type, Frequency Band, Tag Type, Application, Industry, and Region*. (2021). Maximize Market Research. Retrieved 2022-10-30, from <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-rfid-sensor-market/109588/>

- Hedgepeth, O. (2021). *Amazon Unveils RFID Technology for 'Shop and Go' Consumers*. American Public University Edge: Relevant Insights by the Experts. Retrieved 2023-01-02, from <https://apuedge.com/amazon-unveils-rfid-technology-for-shop-and-go-consumers/>
- Hill, J., & Cameron, B. (2000). Automatic Identification and Data Collection: Scanning Into the Future. *ASCET Volume*, (2).
- Hunt, V., Puglia, A., & Puglia, M. (2006). *RFID-A Guide to Radio Frequency Identification*. <https://doi.org/10.1002/9780470112250>
- Chen, J., Cheng, C., Huang, P., Wang, K., Huang, C., & Ting, T. (2013). Warehouse management with lean and RFID application: a case study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(1-4), 531-542. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5016-8>
- Chen, J., Cheng, C., Huang, P., Wang, K., Huang, C., & Ting, T. (2013). Warehouse management with lean and RFID application: a case study. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(1-4), 531-542. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5016-8>
- Jack, A. (2017). *Smáli se Galileovi: jak velcí vynálezci vytřeli zrak svým kritikům* (Vydání první, přeložil Petra FLORIANOVÁ). Vyšehrad.
- Jirsák, P., Mervart, M., & Vinš, M. (2012). *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Wolters Kluwer Česká republika.
- Jurová, M. (2016). *Výrobní a logistické procesy v podnikání* (První vydání). Grada Publishing.
- Kabachinski, J. (2005). An introduction to RFID. *Biomedical instrumentation*, 39(2), 131-134. [https://doi.org/10.2345/0899-8205\(2005\)39\[131:AITR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2345/0899-8205(2005)39[131:AITR]2.0.CO;2)
- Kay, M. (2022). *Walmart To Use RFID To Improve 'Store Level' Inventory Accuracy In Home Goods, Consumer Electronics*. Forbes. Retrieved 2023-01-02, from <https://www.forbes.com/sites/marshallkay/2022/02/09/walmart-to-use-rfid-to-improve-store-level-inventory-accuracy-in-home-goods-consumer-electronics/?sh=7c96a8195540>
- Kozel, R., Mynářová, L., & Svobodová, H. (2011). *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu* (1. vyd). Grada.

- Kumar, P., Reinitz, H., Simunovic, J., Sandeep, K., & Franzon, P. (2009). *Journal of Food Science: a Publication of the Institute of Food Technologists*. Institute of Food Technologists,.
- Landt, J. (2005). The history of RFID. *IEEE Potentials*, 24(4), 8-11. <https://doi.org/10.1109/MP.2005.1549751>
- LF, HF, UHF Frequency: What's the difference.* (2022). Xinyetong. Retrieved 2022-10-24, from <https://www.asiarfid.com/lf-hf-uhf-frequency.html>
- Miles, S., Sarma, S., & Williams, J. (eds.). (2008). *RFID Technology and Applications*. Cambridge University Press.
- Mulačová, V., Mulač, P., Bednářová, P., Kučera, L., Simotová, V., & Slabá, M. (2013). *Obchodní podnikání ve 21. století* (1. vyd). Grada.
- Pernica, P. (2005). *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)* (Vyd. 1). Radix.
- Pešek, D. (2010). *RFID - radiofrekvenční identifikace: důvod k obavám?* (1. vyd). Sdružení českých spotřebitelů.
- Pražská, L., & Jindra, J. (2002). *Obchodní podnikání = Retail management* (2., přeprac. vyd). Management Press.
- RFID: a universally beneficial technology.* (2023). <https://www.decathlon-united.media/>. Retrieved 2023-01-02, from <https://www.decathlon-united.media/media/decathlon-united-rfid-en>
- Rieback, M., Simpson, P., Crispo, B., & Tanenbaum, A. (2006). RFID malware: Design principles and examples. *Pervasive and Mobile Computing Journal*, 2(4), 405-426. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2006.07.008>
- Roberti, M. (2005). *The History of RFID Technology*. RFID Journal. Retrieved 2022-08-22, from <https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology>
- Saadi, H., Touhami, R., & Yagoub, M. (2017). *Communication, Management and Information Technology - Proceedings of the International Conference on Communication, Management and Information Technology, ICCMIT 2016*. Taylor & Francis Group.

Smiley, S. (2019). *Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?*. atlasRFIDstore. Retrieved 2022-10-25, from <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>

Swedberg, C. (2019). *IATA Mandates RFID Use on Baggage for Airlines, Airports*. RFID Journal. Retrieved 2022-11-18, from <https://www.rfidjournal.com/iata-mandates-rfid-use-on-baggage-for-airlines-airports>

Toušek, R. (2016). *Logistika - vybrané kapitoly* (1. vydání). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Watson, T. (2021). *Cost Analysis for RFID, Budgeting for Extreme Automation*. AMI AssetTrack. Retrieved 2022-10-30, from <https://www.amitracks.com/cost-analysis-for-rfid/>



### III. Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1: Velkoobchodní sklad společnosti Fuski BOMA s.r.o. ....	30
Obrázek 2: Organizační struktura společnosti Fuski BOMA s.r.o. ....	31
Obrázek 3: Prostorové členění velkoobchodního skladu (1. podlaží) .....	32
Obrázek 4: Standardní štítek s čárovým kódem .....	33
Obrázek 5: Tiskárna štítků s čárovým kódem Zebra ZT410 .....	33
Obrázek 6: Procesy probíhající ve velkoobchodním skladu.....	35
Obrázek 7: Rozmístění modifikovaných RFID bran a RFID čteček .....	39
Obrázek 8: Základní komponenty brány .....	40
Obrázek 9: Čtečka Zebra MC3330R .....	40
Obrázek 10: Tiskárna Zebra ZT411 RFID .....	41
Tabulka 1: Srovnání technologií optických kódů dle dimenzionality .....	7
Tabulka 2: Přehled nejpoužívanějších RFID pásem .....	13
Tabulka 3: Hlavní rozdíly mezi RFID a čárovými kódy .....	19
Tabulka 4: Vývoj čistého obrátu a čistého zisku v letech 2017-2021 (v tis. Kč).....	31
Tabulka 5: Prvních 15 měření času kontroly před expedicí .....	42
Tabulka 6: Srovnání nabídek dodavatelských firem.....	44
Tabulka 7: SWOT analýza technologie RFID ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. ....	53
Tabulka 8: Metoda Fullerova trojúhelníku ke stanovení vah faktorů.....	54
Tabulka 9: Volba strategie .....	54
Tabulka 10: Náklady jednotlivých technologií v prvním roce (v Kč).....	56
Graf 1: Hodnota globálního trhu RFID.....	18
Graf 2: Přední maloobchodníci v roce 2020 podle tržeb .....	23
Graf 3: Otázka 1 dotazníku pro odběratele.....	47
Graf 4: Otázka 2 dotazníku pro odběratele.....	48
Graf 5: Otázka 3 dotazníku pro odběratele.....	48
Graf 6: Otázka 4 dotazníku pro odběratele.....	49
Graf 7: Otázka 5 dotazníku pro odběratele.....	49
Graf 8: Otázka 6 dotazníku pro odběratele.....	50
Graf 9: Otázka 7 dotazníku pro odběratele.....	50

## **IV. Seznam příloh**

Příloha 1: Výsledky měření času kontroly na vstupu

Příloha 2: Výsledky měření času kontroly na výstupu

Příloha 3: Dotazník pro odběratele

## Příloha 1 – výsledky měření času kontroly na vstupu

	číslo faktury/DL	datum	počet ks/párů	začátek kontroly	konec kontroly	čas kontroly	čas v sekundách	počet sekund na kus/pár	kontroloval
1	2322100088	16.02.2023	10 042	7:48:00	11:58:00	4:10:00	15000	1,49	D
2	57/2023	16.02.2023	2 820	12:36:00	13:48:00	1:12:00	4320	1,53	D
3	230100193	16.02.2023	2 400	13:10:00	14:18:00	1:08:00	4080	1,70	P
4	2310092	02.03.2023	3 212	8:43:00	10:01:00	1:18:00	4680	1,46	T
5	66/2023	02.03.2023	720	8:50:00	9:09:00	0:19:00	1140	1,58	D
6	230100212	02.03.2023	3 144	12:27:00	13:51:00	1:24:00	5040	1,60	T
7	230100227	09.03.2023	1 260	9:31:00	10:03:00	0:32:00	1920	1,52	D
8	2310106	09.03.2023	2 880	10:05:00	11:19:00	1:14:00	4440	1,54	D
9	2322100111	10.03.2023	5 022	8:03:00	10:03:00	2:00:00	7200	1,43	D
10	2310118	10.03.2023	12 893	8:58:00	14:51:00	5:53:00	21180	1,64	P
11	73/2023	10.03.2023	1 012	10:31:00	10:57:00	0:26:00	1560	1,54	D
			<b>45 405</b>			<b>19:36:00</b>	<b>70560</b>	<b>1,55</b>	

## Příloha 2 – výsledky měření času kontroly na výstupu

	číslo faktury	datum	částka bez DPH	počet ks/párů	začátek kontroly	konec kontroly	čas kontroly	čas v sekundách	počet sekund na kus/pár	cena 1 ks/páru	kontroloval
1	231112231	16.02.2023	7 112,00	145	14:17:14	14:21:44	0:04:30	270	1,86	49,05	Zebra
2	231112282	16.02.2023	5 556,00	123	14:31:04	14:36:07	0:05:03	303	2,46	45,17	Zebra
3	231112281	16.02.2023	5 178,00	128	14:39:10	14:42:54	0:03:44	224	1,75	40,45	Zebra
4	231112280	16.02.2023	7 009,00	216	14:44:34	14:51:38	0:07:04	424	1,96	32,45	Virtuos 2
5	231112274	16.02.2023	11 135,00	258	14:45:10	14:54:22	0:09:12	552	2,14	43,16	Zebra
6	231112276	16.02.2023	3 404,00	82	14:52:03	14:54:44	0:02:41	161	1,96	41,51	Virtuos 2
7	231112277	16.02.2023	6 223,00	155	14:55:26	15:01:03	0:05:37	337	2,17	40,15	Virtuos 2
8	231112283	16.02.2023	12 550,00	302	14:55:31	15:05:36	0:10:05	605	2,00	41,56	Zebra
9	231112285	16.02.2023	9 114,00	221	15:03:32	15:11:03	0:07:31	451	2,04	41,24	Virtuos 2
10	231112941	02.03.2023	22 117,00	532	11:21:20	11:38:54	0:17:34	1054	1,98	41,57	Virtuos 1
11	231112945	02.03.2023	13 144,00	336	11:27:25	11:38:25	0:11:00	660	1,96	39,12	Zebra
12	231112943	02.03.2023	5 212,00	117	11:40:40	14:44:23	3:03:43	223	1,91	44,55	Virtuos 1
13	231112947	02.03.2023	7 372,00	176	11:46:02	11:52:22	0:06:20	380	2,16	41,89	Zebra
14	231112948	02.03.2023	6 513,00	155	11:48:46	11:54:02	0:05:16	316	2,04	42,02	Virtuos 2
15	231112951	02.03.2023	18 224,00	396	11:54:12	12:08:43	0:14:31	871	2,20	46,02	Zebra
16	231112953	02.03.2023	3 554,00	96	11:57:29	12:00:08	0:02:39	159	1,66	37,02	Virtuos 2
17	231112955	02.03.2023	8 833,00	184	12:03:23	12:09:00	0:05:37	337	1,83	48,01	Virtuos 2
18	231112957	02.03.2023	5 646,00	154	13:02:16	13:07:21	0:05:05	305	1,98	36,66	Zebra
19	231112961	02.03.2023	5 038,00	104	13:08:49	13:11:50	0:03:01	181	1,74	48,44	Zebra
20	231112960	02.03.2023	2 976,00	64	13:15:48	13:18:29	0:02:41	161	2,52	46,50	Zebra
21	231112959	02.03.2023	7 855,00	164	13:22:11	13:28:57	0:06:46	406	2,48	47,90	Zebra
22	231112970	02.03.2023	13 679,00	306	13:28:17	13:38:23	0:10:06	606	1,98	44,70	Virtuos 2
23	231112971	02.03.2023	7 227,00	185	13:44:00	13:49:53	0:05:53	353	1,91	39,06	Zebra
24	231112958	02.03.2023	5 462,00	122	14:05:22	14:08:38	0:03:16	196	1,61	44,77	Zebra
25	231112962	02.03.2023	2 482,00	57	14:08:55	14:11:23	0:02:28	148	2,60	43,54	Virtuos 2
26	231112965	02.03.2023	10 637,00	256	14:14:01	14:21:27	0:07:26	446	1,74	41,55	Virtuos 2
27	231112966	02.03.2023	1 168,00	24	14:14:19	14:15:02	0:00:43	43	1,79	48,67	Zebra
28	231113319	09.03.2023	4 140,00	98	11:08:14	11:11:07	0:02:53	173	1,77	42,24	Virtuos 2
29	231113323	09.03.2023	7 731,00	164	11:12:55	11:18:44	0:05:49	349	2,13	47,14	Virtuos 2
30	231113322	09.03.2023	6 227,00	155	11:15:14	11:20:18	0:05:04	304	1,96	40,17	Virtuos 1
31	231113328	09.03.2023	12 074,00	311	11:21:40	11:31:31	0:09:51	591	1,90	38,82	Virtuos 2
32	231113331	09.03.2023	1 145,00	32	11:23:32	11:24:35	0:01:03	63	1,97	35,78	Virtuos 1
33	231113324	09.03.2023	5 508,00	132	11:27:17	11:32:00	0:04:43	283	2,14	41,73	Virtuos 1
34	231113326	09.03.2023	8 800,00	220	11:36:18	11:43:55	0:07:37	457	2,08	40,00	Virtuos 2
35	231113338	09.03.2023	9 855,00	314	12:13:58	12:23:35	0:09:37	577	1,84	31,39	Virtuos 1
36	231113337	09.03.2023	14 324,00	359	12:26:36	12:39:35	0:12:59	779	2,17	39,90	Virtuos 1
37	231113351	09.03.2023	7 180,00	116	12:43:11	12:50:03	0:06:52	412	3,55	61,90	Virtuos 1
38	231113327	09.03.2023	5 553,00	154	13:17:27	13:22:07	0:04:40	280	1,82	36,06	Virtuos 1
39	231113344	09.03.2023	22 129,00	413	13:21:14	13:33:10	0:11:56	716	1,73	53,58	Virtuos 2
40	231113346	09.03.2023	33 607,00	721	13:25:19	13:45:37	0:20:18	1218	1,69	46,61	Virtuos 1
41	231113355	09.03.2023	6 477,00	137	13:36:31	13:41:50	0:05:19	319	2,33	47,28	Virtuos 2
42	231113353	09.03.2023	1 609,00	41	13:44:58	13:46:20	0:01:22	82	2,00	39,24	Virtuos 2
43	231113362	09.03.2023	816,00	24	13:56:56	13:57:45	0:00:49	49	2,04	34,00	Virtuos 1
44	231113361	09.03.2023	5 436,00	180	13:59:51	14:05:36	0:05:45	345	1,92	30,20	Virtuos 1
45	231113360	09.03.2023	5 959,00	146	14:07:17	14:11:51	0:04:34	274	1,88	40,82	Virtuos 1
46	231113359	09.03.2023	5 372,00	147	14:15:53	14:20:16	0:04:23	263	1,79	36,54	Virtuos 1
47	231113354	09.03.2023	2 461,00	62	14:23:38	14:25:51	0:02:13	133	2,15	39,69	Virtuos 1
48	231113348	09.03.2023	17 768,00	408	14:27:17	14:39:43	0:12:26	746	1,83	43,55	Virtuos 1
49	231113347	09.03.2023	6 377,00	182	14:41:58	14:47:39	0:05:41	341	1,87	35,04	Virtuos 1
50	231113343	09.03.2023	5 038,00	151	14:53:57	14:58:41	0:04:44	284	1,88	33,36	Virtuos 1
51	236200055	09.03.2023	5 228,00	127	15:01:14	15:05:37	0:04:23	263	2,07	41,17	Virtuos 1
52	231113365	09.03.2023	5 833,00	109	15:08:20	15:11:35	0:03:15	195	1,79	53,51	Virtuos 1
53	231113383	10.03.2023	2 646,00	80	8:10:39	8:13:29	0:02:50	170	2,13	33,08	Virtuos 1
54	231113382	10.03.2023	8 967,00	225	8:16:27	8:22:25	0:05:58	358	1,59	39,85	Virtuos 1
55	231113380	10.03.2023	5 070,00	135	8:24:34	8:28:50	0:04:16	256	1,90	37,56	Virtuos 1
56	231113358	10.03.2023	42 789,00	959	8:31:54	8:58:30	0:26:36	1596	1,66	44,62	Virtuos 1
57	231113384	10.03.2023	4 117,00	120	9:09:40	9:13:45	0:04:05	245	2,04	34,31	Virtuos 1
58	232413489	10.03.2023	10 389,00	301	9:21:51	9:30:28	0:08:37	517	1,72	34,51	Virtuos 1
59	236200056	10.03.2023	3 361,00	67	9:35:04	9:37:20	0:02:16	136	2,03	50,16	Virtuos 1
60	232413488	10.03.2023	12 676,00	349	9:39:34	9:49:13	0:09:39	579	1,66	36,32	Virtuos 1
61	231113385	10.03.2023	3 221,00	42	9:52:10	9:53:37	0:01:27	87	2,07	76,69	Virtuos 1
62	231113392	10.03.2023	5 255,00	128	9:56:17	10:00:56	0:04:39	279	2,18	41,05	Virtuos 1
63	231113391	10.03.2023	6 762,00	189	10:03:46	10:09:18	0:05:32	332	1,76	35,78	Virtuos 1
64	231113394	10.03.2023	4 111,00	90	10:11:39	10:14:20	0:02:41	161	1,79	45,68	Virtuos 1
65	231113396	10.03.2023	12 218,00	360	10:17:32	10:29:58	0:12:26	746	2,07	33,94	Virtuos 1
66	231113323	10.03.2023	14 381,00	379	10:41:25	10:54:58	0:13:33	813	2,15	37,94	Virtuos 1
67	231113399	10.03.2023	9 737,00	246	12:09:31	12:17:55	0:08:24	504	2,05	39,58	Virtuos 2
68	231113403	10.03.2023	5 426,00	160	12:16:31	12:22:12	0:05:41	341	2,13	33,91	Virtuos 1
69	231113402	10.03.2023	6 738,00	205	12:17:02	12:23:00	0:05:58	358	1,75	32,87	Virtuos 2
70	231113404	10.03.2023	9 895,00	306	12:24:31	12:33:30	0:08:59	539	1,76	32,34	Virtuos 2
71	231113407	10.03.2023	15 750,00	350	12:41:38	12:52:31	0:10:53	653	1,87	45,00	Virtuos 1
72	236200057	10.03.2023	14 458,00	453	13:36:33	13:48:44	0:12:11	731	1,61	31,92	Virtuos 1
73	231113417	10.03.2023	6 994,00	142	13:50:59	13:55:41	0:04:42	282	1,99	49,25	Virtuos 1
			<b>626 028,00</b>	<b>15 247</b>			<b>11:09:11</b>	<b>29351</b>	<b>1,93</b>	<b>41,06</b>	

## Příloha 3 – dotazník pro odběratele

**Otázka 1: Jakou formu automatické identifikace zboží Vaše společnost využívá?**

- žádnou
- čárové kódy
- QR kódy
- RFID
- jinou

**Otázka 2: Máte nějaké povědomí o technologii RFID, která umožňuje načítat větší počet položek kódů v jednom okamžiku bez nutnosti přímé viditelnosti? (v ČR tuto technologii využívá např. společnost Decathlon)**

- O této technologii slyším poprvé.
- Víím, že něco takového existuje.
- této technologii mám základní informace.
- Tuto technologii naše společnost využívá.

**Otázka 3: Technologie RFID má mnoho výhod (rychlejší naskladnění i vyskladnění, inventarizace, sledování zboží), takže šetří Váš čas, je ale i nákladnější. Byli byste ochotni akceptovat zvýšení VO cen produktů o cca 2 Kč na položku?**

- Tato částka je akceptovatelná.
- V tuto chvíli nedokážu odpovědět.
- Tato částka je příliš vysoká.

**Otázka 4: Využíváte ve Vaší společnosti systém EAS? (elektronické sledování zboží prostřednictvím bezpečnostních bran)**

- ano
- ne
- nevím

**Otázka 5: Pokud byste v budoucnu uvažovali o využití technologie RFID, pro jaké účely byste ji využívali?**

	určitě ano	spíše ano	spíše ne	určitě ne
naskladňování zboží	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
vyskladňování (prodej) zboží	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
inventarizace	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
sledování zboží (EAS)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Otázka 6: Zaznamenali jste zájem dalších Vašich dodavatelů o zavedení automatické identifikace pomocí RFID?**

- ano
- ne
- nevybavuji si

**Otázka 7: Jaký pokladní systém používá Vaše společnost?**

- Nepoužíváme žádný pokladní systém.
- Používáme elektronickou pokladnu.
- Používáme elektronickou pokladnu + podnikový informační systém.
- Nevím nebo nedokážu odpovědět.