Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Ekonomická fakulta
Katedra obchodu, cestovního ruchu a jazyků

Teze bakalářské práce

Využití radiofrekvenční identifikace v obchodním provozu

Vypracoval: Alexandr Opelka
Vedoucí práce: doc. Ing. Kamil Pícha Ph.D., MBA
České Budějovice
2023

Klíčová slova:

RFID technologie, čárový kód, RFID tag, smart label, implementace

Anotace:

Bakalářská práce se zabývá využitím technologie radiofrekvenční identifikace zboží. Jsou popsány metody automatické identifikace, zejména technologie čárových kódů a RFID, které jsou pro tuto práci stěžejní. Na základě těchto zjištění je zkoumána možnost implementace technologie RFID ve vybrané společnosti. Tato obchodní společnost prodává textilní zboží a používá automatickou identifikaci pomocí čárových kódů k označení a sledování zboží. Zdrojem informací jsou hloubkový rozhovor s majitelem společnosti, dotazníkové šetření s významnými zákazníky společnosti a nabídky od dodavatelů nových technologií. Dále jsou provedena měření času kontroly zboží ve velkoobchodním skladu společnosti. Na základě zjištěných dat je pak provedena kalkulace nákladů a možných úspor a zhodnocení přínosu použití nové technologie pro společnost a pro zákazníky společnosti. Na základě analýzy je pak doporučeno, zda přejít na radiofrekvenční identifikaci zboží nebo zůstat u stávající technologie.

Úvod

Většina z nás se již s technologií radiofrekvenční identifikace (RFID) setkala - ve školních jídelnách, knihovnách, při nakupování nebo používání platebních karet. RFID byla patentována již před mnoha lety, ale teprve nedávno se stala středem pozornosti mnoha společností, které chtějí využít její výhody při identifikaci svých produktů. Dříve se společnosti spokojily s čárovými kódy, ale díky standardizaci RFID na začátku tohoto století začalo stále více firem objevovat výhody této technologie. Teoretická část této bakalářské práce seznámí čtenáře s technickými aspekty RFID, historií technologie a porovnává ho s jinými způsoby identifikace, zejména v oblasti obchodního provozu. Praktická část práce se zaměřuje na současný stav identifikace produktů ve společnosti Fuski BOMA s.r.o. a navrhuje možnost implementace technologie RFID s ohledem na její přínosy a potenciální problémy. Cílem je zjistit, zda je přechod k RFID proveditelný a zda přinese společnosti benefity, jako je snížení nákladů na zaměstnance nebo konkurenční výhoda u odběratelů. Tato práce může pomoci společnosti Fuski BOMA s.r.o. rozhodnout, zda je čas na změnu způsobu identifikace a připravit se na ni v blízké budoucnosti.

Přehled literatury

Podstatou automatické identifikace je rychlé zjištění informací o určitém objektu (například o jeho poloze, druhu, ceně, hmotnosti či stavu), a to bez toho, aniž by 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) 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) Nejrozšířenějšími kódy jsou čárové kódy. Čárový kód funguje na principu čtení snímačem s červeným světlem. Každý kód sestává z tmavých čar a světlých mezer. Tmavé čáry pohltí světlo ze snímače a světlými mezerami je odraženo zpět do snímače. (Mulačová et al., 2013) RFID je zkratka pro radiofrekvenční identifikaci dat (Radiofrequency 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) 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. (Landt, 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 odemykání nebo systém pro identifikaci personálu. (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, 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. Různé organizace začaly pracovat na standardizaci RFID zejména pro správu dodavatelských řetězců a majetku. Na počátku 21. století už bylo jasné, že cena štítků by se postupně mohla dostat pod úroveň 0,05 USD a technologie RFID by mohla jednou nahradit systém čárových kódů. (Hunt et al., 2006)

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, a 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 ulo-žená 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) 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). (Amsler & Shea, 2021) 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)

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) 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. 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) 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) 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 větší počet 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) 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. (Jirsák et al., 2012) 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)

Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit současný stav automatické identifikace zboží ve vybrané obchodní společnosti a na základě poznatků z teoretické části této práce navrhnout implementaci technologie RFID. Dále jsem chtěl tuto technologii porovnat se stávající technologií automatické identifikace. Na základě srovnání obou technologií pak mělo dojít buď k doporučení zavést technologii RFID k automatické identifikaci zboží ve společnosti nebo zůstat u stávajícího způsobu automatické identifikace. Stanovil jsem si čtyři hypotézy, které byly 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.

Metodika

Ke sběru dat bylo využito několik způsobů, v první fázi to byl ***hloubkový rozhovor*** s ředitelem společnosti, který objasnil, 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. 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 bylo třeba oslovit dodavatele těchto zařízení, softwaru a spotřebního materiálu a ***zjistit aktuální ceny***

těchto komodit. Dále bylo provedeno ***měření času nutného ke kontrole*** zboží přímo ve velkoobchodním skladu vybrané společnosti. Kontrola je prováděna pomocí stávající technologie automatické identifikace zboží a cílem měření bylo 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. Tato data jsem se pokusil získat pomocí ***dotazníkového šetření***, kdy byli osloveni zejména klíčoví zákazníci společnosti. Slabé a silné stránky, příležitosti a hrozby případného využití technologie RFID ve vybrané společnosti měla osvětlit ***SWOT analýza***. Jednotlivé faktory SWOT matice byly určeny na základě prostudované literatury, provedené ekonomické analýzy i dat z provedeného dotazníkového šetření.

Výsledky

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 nákladům 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 společnosti o tuto technologii prozatím nejeví zájem. 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.

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 dodavatelských 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 p-kles 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 nejhorším případě by mohlo dojít i k jejich nedostupnosti, což by fungování RFID technologie ve skladu společnosti mohlo zcela ochromit.

V tabulce 1 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 ponížen 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.

Tabulka 1 - 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
CELKEM	**7 709 940**	**6 658 936**	**160 000**

Zdroj: vlastní zpracování

Závěr

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, ale 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.

Seznam literatury použité v tezích

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

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

Hunt, V., Puglia, A., & Puglia, M. (2006). *RFID-A Guide to Radio Frequency Identification*. https://doi.org/10.1002/9780470112250

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.

Landt, J. (2005). The history of RFID. *IEEE Potentials*, *24*(4), 8-11. https://doi.org/10.1109/MP.2005.1549751

Mulačová, V., Mulač, P., Bednářová, P., Kučera, L., Simotová, V., & Slabá, M. (2013). *Obchodní podnikání ve 21. století* (1. vyd). Grada.

Pražská, L., & Jindra, J. (2002). *Obchodní podnikání = Retail management* (2., přeprac. vyd). Management Press.

Roberti, M. (2005). *The History of RFID Technology*. RFID Journal. Retrieved 2022-08-22, from https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology

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

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/

Poznámka:

Plný seznam použité literatury je uveden v textu bakalářské práce.

Další bibliografické údaje

Type of thesis: bachelor

Author: Alexandr OPELKA

Academic Year: 2022/2023

Department: Department of Economy and Management, Faculty of Economics, University of South Bohemia in Ceske Budejovice, Czech Republic

Thesis supervisor: doc. Ing. Kamil Pícha Ph.D., MBA

Number of pages: 66

Language od thesis: CZ

Title of Thesis: Use of radio-frequency identification in the retail and wholesale operations

Annotation:

The bachelor thesis deals with the utilization of radio frequency identification (RFID) technology for goods. Methods of automatic identification, specifically barcode technology and RFID, which are crucial for this work, are described. Based on these findings, the possibility of implementing RFID technology in a selected company is examined. This business entity sells textile goods and currently uses automatic identification through barcodes for labeling and tracking goods. The sources of information include in-depth interview with the owner of the company, a questionnaire survey with significant customers of the company, and offers from suppliers of new technologies. Furthermore, measurements of the time required for goods checking in the company's wholesale warehouse are conducted. Based on the gathered data, cost calculations, potential savings, and an assessment of the benefits of implementing the new technology for the company and its customers are performed. Finally, a recommendation is made, whether to switch to RFID technology for goods identification or to continue using the existing technology, based on the analysis.

Key words: RFID technology, barcode, RFID tag, smart label, implementation

Přílohy vázané v práci:

Příloha 1: Výsledky měření času kontroly na vstupu

Příloha 2: Výsledky měření času kontroly na výstupu

Příloha 3: Dotazník pro odběratele