

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Bakalárska práca



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Bc. Matúš Kováč

RFID TAGY A ICH APLIKÁCIA PRE LETISKO PRAHA
(LKPR) A PRE SPOLOČNOSŤ TRAVEL SERVICE

Bakalárska práca

2019



K621..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Matúš Kováč

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **RFID tagy a jejich aplikace na letišti Praha a pro společnost Travel Service**

Název tématu (anglicky): **RFID Tags and Their Application at Prague Airport (LKPR) and for Travel Service**

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Definice pojmů
- Charakteristiky RFID systému
- RFID tagy a letecká společnost
- RFID tagy a provozovatel letiště
- návrh RFID systému na pražském letišti (LKPR)
- ekonomická rentabilita z hlediska letiště a letecké společnosti



Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: IATA Baggage Reference Manual (BRM)
IATA Resolution 753
Ministerstvo dopravy ČR - předpisy L

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Daniela Koláčová
doc. Ing. Jakub Hospodka, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce:

19. října 2018

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce:

26. srpna 2019

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Matuš Kováč
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 19. října 2018

POĎAKOVANIE

Týmto by som chcel poďakovať školiteľke mojej bakalárskej práce Ing. Daniele Koláčovej za jej odborné vedenie a metodickú pomoc, a ktorá mi bola nápomocná ako kolegyňa na reklamáciách batožín na pražskom letisku.

Rovnako by som chcel poďakovať pánovi doc. Ing. Jakubovi Hospodkovi, Ph.D. za zastrešenie celej bakalárskej práce na fakulte a za výbornú spoluprácu.

V neposlednom rade by som chcel poďakovať všetkým, ktorý ma akýmkoľvek spôsobom podporovali a pomáhali pri mojom druhom bakalárskom štúdiu predovšetkým mojej mame.

PROHLÁŠENÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

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

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

V Praze, dňa 26.8.2019

.....

Bc. Matúš Kováč

ABSTRAKT

Predkladaná bakalárska práca s názvom *RFID tagy a ich aplikácia na letisku Praha a pre spoločnosť Travel Service* pojednáva o jedinečnosti systému RFID v novodobej histórii v spôsobe odbavovania batožín. Úvodom práce sa definujú pojmy nevyhnutné pre širšie uvedenie do problematiky batožín, je predstavený batožinový lístok, o ktorom práca pojednáva, je vysvetlený spôsob odbavovania batožín, či už so štandardným papierovým lístkom alebo s RFID batožinovým lístkom. História RFID štítku je doplnená o jeho technické parametre a vypichnuté sú najdôležitejšie výhody v používaní RFID štítku v doprave ale aj v ostatných priemyselných odvetviach.

Výhody a prípadné nevýhody používania vyššie spomínaného systému sú v práci rozoberané z dvoch uhľov pohľadov. Na jednej strane sa práca venuje leteckej spoločnosti a nevyhnutných požiadavkov na zavedenie daného systému, na strane druhej sa rovnaké aspekty popisujú z pohľadu letiska/prevádzkovateľa letiska.

Praktická stránka tejto práce spočíva v analýze ekonomickej rentability zavedenia tohto systému pre leteckú spoločnosť a pre prevádzkovateľa letiska, kde sú k dispozícii jednotlivé konkrétne finančné hodnoty poskytnuté priamo spoločnosťou Travel Service.

Cieľ nasledovnej bakalárskej práce spočíva v prvom rade šíriť osvetu pre laickú verejnosť ohľadne postupov a nových technológií odbavovania batožín no tiež môže slúžiť ako konkrétna ekonomická analýza pre spoločnosť Travel Service ohľadne prípadného zavedenia RFID batožinových lístkov pre ich sídlo, letisko Václava Havla v Prahe.

Kľúčové slová: Batožina, batožinový lístok, ekonomika, financie, letecká spoločnosť, letisko, Praha, systém, Travel Service.

ABSTRACT

This bachelor thesis called RFID tags and their application at Prague Airport and for Travel Service company deals with the uniqueness of the RFID system in modern history in the way of baggage handling. At the beginning of the thesis, the terms necessary for a broader introduction to the luggage issue are defined. The history of the RFID tag is complemented by its technical parameters and the most important advantages in the use of the RFID tag in transport as well as in other industries are outlined.

Advantages and possible disadvantages of using the above-mentioned system are discussed from two angles. On the one hand, the work deals with the airline and the necessary requirements to implement the system, on the other hand the same aspects are described from the perspective of the airport / airport operator.

The practical part of this work is to analyse the economic viability of implementing this system for the airline and for the airport operator, where individual specific financial values are provided directly by Travel Service.

The aim of the following bachelor thesis is primarily to spread education to the general public about the procedures and new technologies of baggage handling, but it can also serve as a concrete economic analysis for Travel Service regarding the possible introduction of RFID luggage tickets for their headquarters, Václav Havel Airport in Prague.

Keywords: Airline, airport, baggage, baggage tag, economics, financial, Prague, system, Travel Service.

OBSAH

OBSAH	5
ZOZNAM SKRATIEK	7
ÚVOD	8
I. ČASŤ TEORETICKÁ	10
1 DEFINOVANIE POJMOV	10
1.1 Zapísaná batožina	10
1.2 Odbavovacia prepážka	12
1.3 Batožinový lístok	12
1.3.1 História batožinových lístkov	15
1.3.2 Typy batožinových lístkov	15
2 RFID SYSTÉM	18
2.1 Charakteristika	18
2.2 História RFID batožinových lístkov	19
2.3 RFID štítky	20
2.4 RFID batožinové lístky a letecká spoločnosť	22
2.5 RFID batožinové lístky a prevádzkovateľ letiska	25
II. ČASŤ PRAKTICKÁ	29
3 NAVRH RFID SYSTEMU NA LETISKU PRAHA	29
3.1 Plány	29
3.1.1 Motivácia	32
3.2 Potrebné vybavenie	33
3.2.1 RFID batožinové lístky	33
3.2.2 RFID tlačiarne	34
3.2.3 RFID čítačky	34
3.2.4 Systém na spracovanie dát	35

4 EKONOMICKA RENTABILITA Z HLADISKA LETISKA A LETECKEJ SPOLOCNOSTI	36
4.1 Náklady pre leteckú spoločnosť	36
4.1.1 Štatistické údaje	37
4.1.2 Celkové náklady za rok 2018	39
4.1.3 Náklady na jednu batožinu	40
4.1.4 Celkové predpokladané náklady s použitím RFID	40
4.1.5 Ekonomický model	41
4.1.6 Ekonomická rentabilita	42
4.1.7 Značka na viacnásobné použitie batožiny	43
4.2 Náklady pre prevádzkovateľa letiska	44
ZÁVER	45
ZOZNAM OBRÁZKOV	48
ZOZNAM TABULIEK	49
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	50

ZOZNAM SKRATIEK

RFID	Radio Frequency identification
FAA	Federal Aviation Administration
IATA	The International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organisation
EDS	Energy-dispersive detector
DCS	Departure Control System
EFA	External Flight Application
SDR	Special Drawing Rights

ÚVOD

Predkladaná bakalárska práca sa v prvom rade týka vo všeobecnosti o civilnom letectve, v druhom rade sa zaoberá batožinami a ich moderným spôsobom odbavenia, akým sú práve RFID tagy. V úvode tejto práce, ktorá je určená nie len pre laickú verejnosť, ale aj pre verejnosť odbornú, sme definovali základné pojmy spojené s prepravou batožiny, akými sú napríklad batožinové lístky a ich história, odbavovacia prepážka a jej úlohy.

Prácou popisovaný systém RFID (Radio Frequency Identification) nie je novým systémom. Jeho využitie v živote rozširuje rôzne škály od predaja kníh, cez chránenie tovaru v obchodoch až po špedičné firmy. Ako aj názov indikuje, ide o systém identifikácie predmetu na základe rádiových vln za využitia pasívneho, polopasívneho alebo aktívneho čipu. Zasadenie tohto systému do leteckého prostredia je popísaný pomocou jednotlivých rezolúcií, ktoré umožňujú používanie a pomocou jednotlivých informácií o technických parametroch, ktoré favorizujú tento systém.

Bakalárska práca sa následne venuje zavedeniu tejto technológie do leteckej problematiky, konkrétnejšie pre spoločnosť Travel Service (ICAO označenie TVS, v čase zadania bakalárskej práce, ktorá sa následne 6.12.2019 premenovala na spoločnosť Smartwings) a pre samotné letisko Praha – Václav Havel (IATA označenie PRG, ICAO označenie LKPR). Tento systém sa používa veľmi bežne v letectve na západe, konkrétne v Spojených Štátoch Amerických, kde najväčší dopravcovia, akými sú American Airlines, Delta, Continental alebo United súťažia o najspoľahlivejšieho dopravcu z pohľadu štatistík prepravených a stratených batožín.

Vzhľadom k tomu, že bakalárska práca má okrem iných cieľov aj cieľ osvetový, na začiatku sú vymedzené základné pojmy, akými sú napríklad slovo „tag“ alebo „check-in“ pre uvedenie aj laickej verejnosti do kontextu. Zároveň je aj pre odbornejšiu verejnosť popísaný princíp fungovania RFID čipov z technického uhľa pohľadu. V teoretickej časti sme spomenuli jednotlivé výhody a nevýhody RFID batožinových lístkov z pohľadu leteckej spoločnosti a z pohľadu letiska vo všeobecnosti. V týchto častiach sú rozpísané jednotlivé ekonomické, technické aspekty, ktoré sú postačujúcimi alebo nevyhnutnými podmienkami, nutné investície, jednotlivé (aj nehmotné) výhody a prebytok spotrebiteľa na strane leteckej spoločnosti a výhody zo strany letiska ako organizácie.

Bakalárska práca následne pokračuje praktickou časťou, skladajúcu sa z dvoch kapitol. V prvom rade sa zaoberá možnosťou zavedenia na letisku Václava Havla v Prahe. V druhom rade bude skúmaná samotná rentabilita tohto systému, a to rovnako ako z pohľadu letiska Praha, tak aj z pohľadu leteckej spoločnosti Travel Service.

Záver práce ponúka samotné zhrnutie získaných poznatkov počas celej bakalárskej práce a zároveň zhodnotí finančnú výhodnosť pre vyššie spomínané subjekty.

Cieľom práce je v prvom rade priblížiť širokej verejnosti problematiku odbavenej batožiny, aktuálny proces identifikácie batožiny s cestujúcim, popísať princíp fungovania rádiovofrekvenčnej identifikácie a jeho možné využitie v letectve, no rovnako poskytnúť finančnú analýzu pre spoločnosť Travel Service.

I. ČASŤ TEORETICKÁ

1 DEFINOVANIE POJMOV

Na začiatok bakalárskej práce je nutné vymedziť pár základných pojmov, o ktoré sa budeme následne opierať počas celej práce. Definovanie pojmov neslúži len pre širokú verejnosť ako úvod do problematiky, no slúži hlavne pre odbornú verejnosť o zadenovanie základných pojmov, ktoré sa bežne používajú v anglickom jazyku a ich preklad buď nie je zavedený alebo je nepresný.

1.1 Zapísaná batožina

Zapísaná batožina (anglicky checked baggage, v slovenčine známe aj pod pojmom odbavený kufor) je batožina doručená leteckej spoločnosti na prepravu v nákladovom priestore lietadla. Zapísaná batožina je pre cestujúceho neprístupná počas letu na rozdiel od príručnej batožiny. Táto batožina je obmedzená leteckými spoločnosťami z hľadiska veľkosti, hmotnosti a počtu, zvyčajne v závislosti od zaplateného cestovného alebo triedy cestovného lístka. Za nadmernú batožinu sa považuje batožina presahujúca uvedené limity. [1]

Cestujúci sa s pojmom odbavená batožina stretne v momente, kedy má batožinu alebo iný predmet, ktorý cestujúci nemôže mať alebo nechce, aby bol na palube lietadla. V zásade sa týka kufru, predmetu alebo nákladu, ktorý nespĺňa rozmery, váhu alebo bezpečnostné predpisy pre prepravu na palube lietadla.

Každá letecká spoločnosť má vlastné pravidlá týkajúce sa povolenej batožiny. Pravidlá často závisia aj od toho, odkiaľ let smeruje, alebo z ktorého miesta vychádza. Lístky realizované viacerými leteckými spoločnosťami môžu mať odlišné pravidlá. Presné podmienky konkrétnej rezervácie sú zvyčajne uvedené na stránkach danej leteckej spoločnosti.

Zapísaná batožina sa odovzdáva na odbavovacej prepážke leteckej spoločnosti alebo handlingovej spoločnosti priamo v areáli letiska.

Na zapísanú batožinu je pripevnený batožinový lístok, ktorý slúži na identifikáciu batožiny priamo s konkrétnym cestujúcim, ktorý batožinu na prepážke odovzdal. Táto identifikácia sa robí z bezpečnostných dôvodov, kedy historicky prišlo k viacerým narušeniam bezpečnosti

letov uložením nástražného výbušného systému do zapísanej batožiny a cestujúci na poslednú chvíľu opustil lietadlo.

Podľa pravidiel väčšiny leteckých úradov, ako je Federálna správa letectva USA (FAA) a Spoločné letecké úrady Európskej únie, „ak cestujúci s medzinárodnou letovou posádkou so zapísanou batožinou nedorazia na odletovú bránu pred uzavretím letu, musí sa batožina tejto osoby vyzdvihnúť z nákladového priestoru lietadla pred povolením vzletu“ [1]. V Spojených štátoch sa to nevzťahuje na vnútroštátne lety, pretože všetky vrecia musia pred naložením prejsť zariadením na detekciu výbušnín (EDS).

Zaistenie toho, aby cestujúci nastúpili na lety, na ktoré skontrolovali batožinu, sa nazýva „reconsiliácia (zviazanie) batožiny medzi cestujúcimi“ a automaticky sa uskutoční prostredníctvom dvoch komerčne dostupných systémov. Bezpečnostným predpokladom zviazania medzi osobou a batožinou je, že teroristi sa nebudú chcieť zabiť a na palubu lietadla nevstúpia, ak dali do zapísanej batožiny bombu. Tento predpoklad neplatí pre samovražedných atentátnikov. Toto zviazanie je navyše predpísané v „Baggage reconciliation“ vydané organizáciou IATA. [13]

Kufre bez sprievodu viedli k výbuchu štyroch letov, keď vybuchla bomba vo vnútri kufru a cestujúci na poslednú chvíľu vystúpil:

- a) Gulf Air let 771 v roku 1983
- b) Air India let 182 v roku 1985
- c) Pan Am let 103 v roku 1988 (najznámejší prípad)
- d) UTA let 772 v roku 1989

Okrem medzinárodných predpisov od asociácie IATA je letecká doprava, čo sa týka batožín, viazaná aj inými medzinárodnými zmluvami a predpismi, kde napríklad je letecká spoločnosť zodpovedná za batožinu akonáhle ju prijala k preprave vynímajúc tzv. „limited released“, kedy je batožina prepravovaná len na zodpovednosť cestujúceho, s čím dopredu súhlasil [2]. Týmto ustanovením sa predovšetkým chráni spotrebiteľ – cestujúci.

1.2 Odbavovacia prepážka

Odbavenie (anglicky check-in, prepážka check-in counter) je zvyčajne prvým postupom pre cestujúcich pri prúde na letisko, pretože nariadenia leteckých spoločností vyžadujú, aby sa cestujúci odbavili v určitých časoch pred odletom letu. Toto odbavenie trvá od 15 minút do 4 hodín, v závislosti od cieľa a leteckej spoločnosti (pri automatickom odbavení sa môže táto doba predĺžiť na 24 hodín, ak sa odbavuje prostredníctvom internetových stránok). Počas tohto procesu má cestujúci možnosť požiadať o špeciálne služby, ako sú preferencie sedenia, informovať sa o letoch, o cieľoch alebo platiť za vylepšenia. Požadovaný čas je niekedy uvedený v rezervácii, niekedy je napísaný na webových stránkach a inokedy sa označuje iba ako *cestujúci by mali mať dostatok času na check-in*.

Hlavnou funkciou odbavenia leteckej spoločnosti však je prijímať batožinu, ktorá sa má nachádzať v nákladovom priestore lietadla a vydávať palubné vstupenky.

Odbavenie zvyčajne vykonáva samotná letecká spoločnosť alebo manipulačný (handlingový) agent pracujúci v mene leteckej spoločnosti. Skôr ako cestujúci môže nastúpiť na palubu svojho lietadla, obvykle odovzdá akúkoľvek batožinu, ktorú si neželá alebo nemôžu mať v kabíne lietadla a dostanú batožinový lístok.

1.3 Batožinový lístok

Batožinový lístok (anglicky baggage tag, známe aj pod pojmi ako tag alebo batožinový prívesok) tradične používajú leteckí dopravcovia pre cestovné tašky, cestovné kufre alebo prípadne iný náklad (vylučujúc cargo, v takomto prípade sa nejedná o batožinový prívesok, ale o nakladací list – airway bill) na prepravu do miesta určenia, finálnej destinácie. Batožinový lístok sa zvyčajne podáva cestujúcemu pripevnený k obálke s palubnou vstupenkou alebo sa lepí priamo na palubnú vstupenku za účelom:

- a) Pomôcť cestujúcemu pri identifikácii jeho batožiny medzi podobnými taškami v cieľovom karuselovom batožinovom priestore
- b) Ako dôkaz, že cestujúci skutočne podáva svoju batožinu leteckej spoločnosti za účelom jej prepravenia do finálnej destinácie

- c) Ako prostriedok pre cestujúcich a dopravcu na identifikáciu a vystopovanie konkrétnej batožiny, ktorá nebola dodaná na miesto určenia. Zodpovednosť dopravcov je obmedzená na zverejnené tarify a medzinárodné dohody.

Tento tag sa skladá z dvoch častí. Prvou časťou je útržok pre cestujúceho, ktorý si musí uschovať počas celej doby cesty a druhou väčšou časťou, ktorá sa pripevňuje na batožinu. Obe časti obsahujú v prvom rade IATA označenie letiska priletu (7), poprípade označenie letísk prestupu (8), čísla letov, ktorými batožina spolu s cestujúcim poletí (10), dátum letu/letov (9), čiarový kód, meno cestujúceho (1), rezervačný kód (2), unikátny kód batožinového lístku (5), ktorý sa skladá jednak z označenia leteckej spoločnosti/handligovej spoločnosti a 6 čísiel.

Medzi nepovinné údaje na lístku patrí: trieda (3), váha batožiny (4) a stanica, ktorá batožinový lístok vydala (6).

Tieto štítky sa tlačia pomocou termotlačiarne alebo tlačiarne s čiarovými kódmi na adhézny termálny papier. Tento potlačený pásik sa potom pri odbavení pripojí k batožine, čo umožňuje automatické triedenie batožín čítačkami čiarových kódov.

Všetky údaje môžeme vidieť na obrázku číslo 1.



Obrázok 1 Batožinový lístok

Zdroj: <https://www.orbiter-forum.com/>

1.3.1 História batožinových lístkov

Prvý „oddeliteľný kupónový lístok“ patentoval [3] John Michael Lyons z Monctonu v New Brunswicku 5. júna 1882 [4]. Lístok ukázal vydávajúcu stanicu, cieľové miesto a poradové číslo na porovnanie. Spodná polovica cestovného lístka bola poskytnutá cestujúcemu, zatiaľ čo horná polovica s otvorom v hornej časti bola vložená do mosadze a potom pripevnená k batožine pomocou popruhu.

V určitom okamihu (daný dátum nie je presne stanovaný, nakoľko jednotlivé spoločnosti na batožinové lístky prechádzali postupne. Úplné zastavenie používania vyššie spomínaných historických batožinových lístkov nie je teda možné určiť) boli zavedené zosilnené papierové štítky. Sú navrhnuté tak, aby sa počas prepravy neoddeľovali tak ľahko ako staršie štítky.

Varšavská dohoda z roku 1929, najmä článok 4, stanovila kritériá na vydanie batožinového lístku. Touto dohodou sa takisto stanovil limit zodpovednosti za zapísanú batožinu.

Pred deväťdesiatimi rokmi tvorili batožinové lístky leteckých batožín papierovú značku pripevnenú šnúrou. Štítko obsahovalo tieto základné informácie:

- a) Názov leteckej spoločnosti / dopravcu
- b) Číslo letu
- c) Číslo batožiny (zložené z dvojpísmenového kódu leteckej spoločnosti a šiestich číslic)
- d) Kód cieľového letiska

Tieto batožinové lístky sa stali zastaranými, pretože poskytovali malú bezpečnosť a ľahko sa replikovali.

1.3.2 Typy batožinových lístkov

Z historického hľadiska sa dodnes vo veľkej miere používajú stále papierové batožinové lístky, kde sú len dva spôsoby identifikácie. Manuálne, kde pracovník príde k batožine,

prečíta si jednotlivé údaje z lístku a následne vyhodnotí, na ktorý vozík batožinu naloží, aby bola prepravená k lietadlu. Tento systém nie je efektívny a percento pochybenia je veľmi vysoké. Pre porovnanie v staniciach, kde spoločnosť Travel Service lieta a nie je automatické triedenie batožín, sa percento nesprávne naložených batožín pohybuje až k 2%, zatiaľ čo v staniciach s automatickým triedením sa percentuálne vyjadrenie batožín, naložených do iného lietadla ku celkovému počtu nepriletených batožín dlhodobo pohybuje pod 0,1%. V tomto prípade sme použili čísla za obdobie január 2018 až jún 2019, kde sa celkový počet naložených batožín do iného lietadla vydělil počtom celkových nedoručených batožín za stanice Enfidha (NBE) a Monastir (MIR) v Tunisku a porovnával s Prahou (PRG) za rovnaké obdobie.

Druhým spôsobom je skenovanie čiarového kódu. Existujú dva spôsoby čítania čiarových kódov z batožinových lístkov: ručné skenery a polia in-line. In-line polia sú zabudované do systému na prepravu batožiny a používajú 360 stupňov laserov na čítanie štítkov s čiarovými kódmi z viacerých uhlov, pretože batožina a orientácia štítkov s čiarovými kódmi sa môžu posúvať, keď batožina prechádza systémom dopravníkových pásov.

Jedným z obmedzení tohto systému je to, že na čítanie čiarových kódov zo spodnej časti pásu sú laserové polia umiestnené pod medzeru medzi dvoma úsekmi dopravného pásu. V dôsledku častého hromadenia zvyškov, akými sú napríklad utrnuté lístky, iné visačky a prach na týchto spodných poliach môže byť miera úspešných čítaní nízka.

„Rýchlosť čítania,“ percento značiek čiarových kódov úspešne prečítaných týmito poľami, môže byť často len 85% [5]. To znamená, že viac ako jeden z desiatich štítkov batožiny s čiarovým kódom sa úspešne neprečítal a tieto batožiny sa posunú kvôli manuálnemu čítaniu, čo má za následok ďalšiu prácu a oneskorenie.

Jedným z identifikácie batožiny je aj fakt, že pre lety s odletom z medzinárodného letiska v Európskej únii sa batožinové lístky vydávajú so zelenými okrajmi. Cestujúci nemusia podrobiť túto batožinu colnej kontrole, ak priletávajú na iné letisko v rámci EÚ. Tento spôsob identifikácie je veľmi nepresný, no poskytuje veľkú výpovednú hodnotu o pôvode batožiny. Na letisku Praha by sa tento systém dal použiť na identifikáciu batožiny medzi jednotlivými terminálmi, nakoľko Terminál 1 odbavuje len lety mimo schengenský priestor, zatiaľ čo Terminál 2 odbavuje lety do krajín schengenskej dohody.

Čiarové kódy nie je možné automaticky skenovať bez priameho videnia a nepoškodenej tlače. Kvôli problémom s čítaním zle vytlačených, skrytých, pokrčených, ryhovaných alebo inak poškodených čiarových kódov, niektoré letecké spoločnosti začali používať čipy s rádiovfrekvenčnou identifikáciou (RFID) vložené do batožinových lístkov.

Vymedzenie základných pojmov spojených pre bakalársku prácu je nevyhnutnou súčasťou vzhľadom k nasledujúcim kapitolám, kde sa bude pojednávať o konkrétnom systéme RFID pričom sa budeme opierať o poznatky z tejto kapitoly. Od jednotlivého odbavenia z tejto kapitoly sa bude bakalárska práca ďalej uberať predstavením už vyššie spomínaného nového systému na odbavovanie batožín, systémom RFID.

2 RFID SYSTÉM

V nasledujúcej kapitole predstavíme nielen technické parametre systému RFID, jeho primárne fungovanie z technického hľadiska a jeho nevyhnutné súčasti ale aj jeho praktické využitie nie len v leteckom priemysle. Od krátkej histórie tohto systému sa bakalárska práca bude ďalej venovať jeho priamemu využitiu pre leteckú spoločnosť.

2.1 Charakteristika

Rádiofrekvenčná identifikácia (RFID) využíva elektromagnetické polia na automatickú identifikáciu a sledovanie štítkov pripojených k objektom. Štítky obsahujú elektronicky uložené informácie. Štítky môžeme rozdeliť podľa ich zdroju elektrickej energie na pasívne, aktívne a kombináciu oboch, teda polopasívne. Pasívne štítky zhromažďujú energiu z dopytovacích rádiových vln v blízkosti čítačky RFID. Aktívne značky majú lokálny zdroj energie (napríklad batériu) a môžu pracovať stovky metrov od čítačky RFID [6]. Na rozdiel od čiarového kódu nemusia byť štítky v zornom poli čítačky, takže môžu byť vložené do sledovaného objektu. RFID je tiež jednou z metód automatickej identifikácie a zberu údajov. Porovnanie jednotlivých RFID štítkov je v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Porovnanie RFID štítkov

RFID				
Typ	Nízkofrekvenčné	Vysokofrekvenčné	Ultra vysokofrekvenčné	
			Aktívne (s batériou)	pasívne
Frekvencia	125-135 KHz	13,56 Mhz	860-960 Mhz	860-960 Mhz
Rozsah	<10 cm	<1 m	<100 m	<10 m
Interferencia	Slabá citlivosť	Stredná citlivosť	Vysoká citlivosť	Vysoká citlivosť
Transfer dát	Slabý	Slabý	Vysoký	Vysoký
Cena štítku	Stredná	Nízka	Vysoká	Nízka
Pozitíva	Splňa globálne štandardy	Splňa globálne štandardy	Veľmi veľký rozsah Veľa transferovaných dát	Dobrý dosah Lahká výroba Veľa transferovaných dát
Negatíva	Malý rozsah Málo transferovaných dát Limitovaná dátová kapacita.	Malý dosah	Vysoká cena Vysoká interferencia s kovmi a kvapalinami	Vysoká interferencia s kovmi a kvapalinami

Zdroj: <https://www.iata.org>

RFID štítky sa používajú v mnohých odvetviach. Napríklad štítkov RFID pripevnený k automobilu počas výroby sa môže použiť na sledovanie jeho postupu montážnou linkou; farmaceutické výrobky s označením RFID sa dajú sledovať v skladoch; a implantácia čipov RFID do hospodárskych zvierat a domácich miláčikov umožňuje pozitívnu identifikáciu zvierat.

Keďže štítky RFID sa môžu pripájať k hotovosti, oblečeniu alebo sa môžu implantovať do zvierat a ľudí, možnosť čítania osobných údajov bez súhlasu vyvoláva vážne obavy v súvislosti s ochranou súkromia. Tieto obavy viedli k vypracovaniu štandardných špecifikácií týkajúcich sa otázok ochrany súkromia a bezpečnosti. ISO / IEC 18000 a ISO / IEC 29167 používajú kryptografické metódy na čipe na účely výsledovateľnosti autentifikácie štítkov a čítačiek a súkromia na diaľku. ISO / IEC 20248 špecifikuje štruktúru dát digitálneho podpisu pre RFID a čiarové kódy poskytujúce autenticitu údajov, zdrojov a metód čítania. Táto práca sa vykonáva v rámci techník automatickej identifikácie a zberu údajov ISO / IEC JTC 1 / SC 31. Štítky môžu byť tiež použité v obchodoch na urýchlenie pokladnice a na zabránenie krádeži zákazníkov a zamestnancov.

V roku 2014 bol svetový trh RFID v hodnote 8,89 miliárd USD, z 7,77 miliárd USD v roku 2013 a 6,96 miliárd USD v roku 2012. Tento údaj zahŕňa štítky, čítačky a software / služby pre karty RFID, štítky, nálepky a všetky ďalšie formy faktory. Očakáva sa, že do roku 2026 sa trhovú hodnotu zvýši na 18,68 miliardy USD [7].

2.2 História RFID batožinových lístkov

V roku 1945 vynášiel Léon Theremin zariadenie na odpočúvanie pre Sovietsky zväz, ktoré prenieslo dopadajúce rádiové vlny s pridanou zvukovou informáciou. Zvukové vlny vibrovali membránu, ktorá mierne zmenila tvar rezonátoru, ktorý moduloval odrazenú rádiovú frekvenciu. Aj keď toto zariadenie bolo skôr skrytým odpočúvacím zariadením ako identifikačným štítkom, považuje sa za predchodcu RFID, pretože bolo pasívne, bolo pod napätím a bolo aktivované vlnami z vonkajšieho zdroja [8].

Podobnú technológiu, ako je transpondér IFF, spojenci a Nemecko bežne používali v druhej svetovej vojne na identifikáciu lietadla ako priateľa alebo nepriateľa. Je zaujímavé, že transpondéry stále používajú najvýkonnejšie lietadlá. Ďalšou ranou prácou skúmajúcou RFID je orientačný dokument z roku 1948 od Harry Stockmana, ktorý predpovedal, že „... predtým, ako sa vyriešia zostávajúce základné problémy v komunikácii s odrazenou

silou a pred poľom, sa musí vykonať veľká práca v oblasti výskumu a vývoja. užitočných aplikácií“ [9].

Zariadenie Mario Cardullo, patentované 23. januára 1973, bolo prvým skutočným predkom moderného RFID, pretože išlo o pasívny rádiový transpondér s pamäťou. Počiatkové zariadenie bolo pasívne, poháňané dopytovacím signálom a bolo demonštrované v roku 1971 úradu New York Port Authority a ďalším potenciálnym používateľom. Pozostávalo z transpondéra so 16 bitovou pamäťou na použitie ako mýtno zariadenie. Základný patent Cardullo sa týka používania RF, zvuku a svetla ako prenosových médií. Pôvodný podnikateľský plán predložený investorom v roku 1969 ukázal využitie v doprave (identifikácia automobilových vozidiel, automatický mýtny systém, elektronická poznávací značka, elektronický zoznam, smerovanie vozidiel, sledovanie výkonnosti vozidiel), v bankovníctve (elektronická šeková knižka, elektronická kreditná karta), bezpečnosť (personál identifikácia, automatické brány, dohľad) a v lekárske (identifikácia, anamnéza pacienta) [10].

V roku 1973 v Národnom laboratóriu v Los Alamos vykonali skorú demonštráciu RFID štítkov s odrazeným výkonom (modulovaný spätný rozptyl), pasívnych aj polopasívnych, Stevena Deppa, Alfreda Koelle a Roberta Fraymana. Prenosný systém fungoval pri 915 MHz a používal 12-bitové značky. Túto techniku používa väčšina dnešných značiek UHFID a mikrovlnných RFID. Prvý patent, ktorý bol spojený so skratkou RFID, bol udelený Charlesovi Waltonovi v roku 1983 [11].

2.3 RFID štítky

Rádiofrekvenčný identifikačný systém sa používa aj vo forme štítkov alebo štítkov pripojených k identifikovaným objektom. Obojsmerné rádiové vysielače-prijímače nazývané snímače alebo čítačky vysielať signál do štítku a čítajú jeho odpoveď.

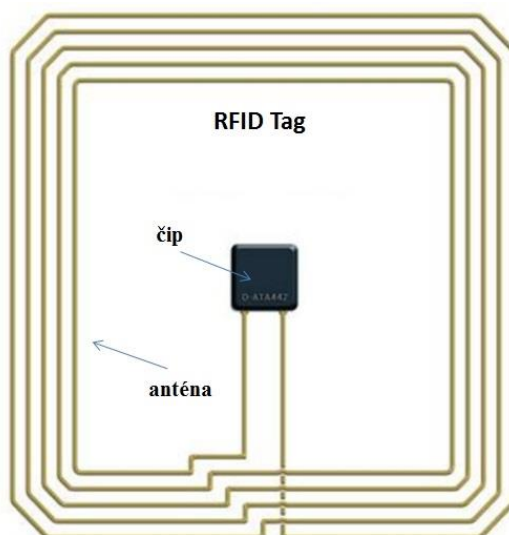
Štítky RFID môžu byť pasívne, aktívne alebo pasívne podporované batériou. Aktívna značka má zabudovanú batériu a pravidelne vysiela svoj identifikačný signál. Pasívny batériový modul (BAP) má na palube malú batériu a aktivuje sa, keď sa nachádza v čítačke RFID. Pasívna značka je lacnejšia a menšia, pretože nemá batériu; namiesto toho značka využíva rádiovú energiu prenášanú čítačkou. Aby sa však mohla prevádzkovať pasívna značka, musí byť osvetlená úrovňou výkonu zhruba tisíckrát silnejšou ako pri prenose signálu. To spôsobuje rozdiel v interferencii a vystavení žiareniu. [6]

Štítky môžu byť buď iba na čítanie, ktoré majú sériové číslo pridelené výrobcom, ktoré sa používa ako kľúč do databázy, alebo sa môžu čítať / zapisovať, ak užívateľ systému môže do štítku zapísať údaje špecifické pre daný objekt. Programovateľné štítky v teréne môžu byť jednorazové, viacnásobné „prázdne“ štítky môže používateľ zapísať pomocou elektronického kódu produktu.

Štítky RFID obsahujú najmenej tri časti: integrovaný obvod, ktorý ukladá a spracováva informácie a ktorý moduluje a demoduluje vysokofrekvenčné (RF) signály; prostriedok na zhromažďovanie jednosmerného prúdu zo signálu snímača identifikátoru; a anténu na príjem a prenos signálu. Informácie o značke sú uložené v energeticky nezávislej pamäti. Štítok RFID obsahuje buď pevnú alebo programovateľnú logiku na spracovanie údajov prenosu a senzora. [6]

Čítačka RFID vysiela kódovaný rádiový signál na dopytovanie štítku. Štítok RFID prijme správu a potom odpovie svojou identifikáciou a ďalšími informáciami. Môže to byť iba jedinečné sériové číslo značky, alebo to môžu byť informácie o produkte, ako je číslo zásoby, číslo šarže alebo šarže, dátum výroby alebo iné špecifické informácie. Pretože štítky majú individuálne sériové čísla, design systému RFID môže rozlišovať medzi niekoľkými značkami, ktoré by mohli byť v dosahu čítačky RFID a súčasne ich čítať.

Na obrázku 2 a 3 môžeme vidieť príklad RFID štítku



Obrázok 2 RFID štítok

Zdroj: <https://www.analogictips.com/rfid-tag-and-reader-antennas/>



Obrázok 3 RFID štítok a jeho aplikácia

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

2.4 RFID batožinové lístky a letecká spoločnosť

V prvom rade treba povedať, že spoločnosť dopravcov IATA v máji 2019 vydala prehlásenie, v ktorom vyzýva nie len letecké spoločnosti, ale aj samotné letiská k hromadnému zavádzaniu RFID tagov z dôvodu minimalizácie nedoručených kufrov a s tým spojených nákladov [12].

Aktuálne je od 1. júna 2018 v platnosti rezolúcia 753 (R753) Medzinárodnej asociácie pre leteckú dopravu (IATA) o sledovaní batožiny, ktorá vyžaduje od členských dopravcov IATA, aby udržiavali presný zoznam batožiny a sledovali, či si cestujúci svoju batožinu aj vyzdvihol. Zámerom R753 je podľa IATA povzbudiť letecké spoločnosti, aby ďalej znižovali nesprávne zaobchádzanie zavedením medzisektorového sledovania pre každú cestu batožiny, čo znamená, že by sa batožina mala určitým spôsobom dať sledovať aj v prestupnej stanici, keďže nepreloženie batožiny býva najčastejším dôvodom nedoručenia batožiny do cieľovej destinácie. Implementáciu modelu R753 riadia organizácie IATA, Airlines For America (A4A) a International Council Council (ACI) a v Európe sa na tom pasívne podiela Európska agentúra pre bezpečnosť v doprave (EASA) [13].

Podľa podmienok R753 a neskoršieho rozlíšenia organizáciou A4A sú členský dopravcovia povinní preukázať doručenie batožiny pri zmene (napríklad smerovania); preukázať

nadobudnutie batožiny pri zmene, poskytnúť súpis batožiny po vykonaní letu a byť schopní vymieňať si tieto informácie s ostatnými členmi alebo ich zástupcami podľa potreby.

Okrem toho R753 stanovuje minimálne štyri body sledovania batožín:

- a) Nadobudnutie batožiny od cestujúceho členským dopravcom alebo jeho zástupcom
- b) Dodanie batožiny do lietadla
- c) Dodanie a nadobudnutie batožiny medzi členom alebo jeho zástupcami pri zmene medzi prepravcami
- d) Dodanie batožiny cestujúcemu

Rezolúcia R753 nevyžaduje technológiu RFID, ale IATA odporúča, aby ju používali jej členovia, pretože je efektívnejšia ako technológia čiarových kódov. Skenovanie RFID je uvedené ako jedna z prijateľných metód na zaznamenávanie a sledovanie údajov batožiny v príručke IATA Resolution 753 / A4A Resolution 30.53, ktorá je k dispozícii na webovej stránke IATA. Medzi ďalšie technológie považované za prijateľné na sledovanie batožiny patrí laserové skenovanie, manuálne nahrávanie, optické rozpoznávanie znakov (OCR) a ďalšie technológie, ako napríklad Bluetooth, Wi-Fi alebo GPS. [22]

V praxi to znamená, že leteckí prepravca musí v podstate akomkoľvek okamihu lokalizovať oblasť, v ktorej sa musí batožina nachádzať. Prvotne sa batožina skenuje až po samotnej bezpečnostnej kontrole počas jej triedenia, či už automatickom alebo ručnom, no pri implementácií RFID tagov by sa dal použiť skener priamo už pri odbavovacej prepážke a tak dokázať, že batožina bola prijatá k preprave. [13]

Na obrázku 4 môžeme vidieť príklad batožinového lístka s implementovaným štítkom RFID



Obrázok 4 RFID batožinový lístok

Zdroj: <https://www.orbiter-forum.com/>

Spoločnosť Delta Airlines, ktorá je leteckým prepravcom s najväčšou implementáciou RFID tagov vo svete, má už v čase písania tejto bakalárskej práce dokonale premyslený systém.

RFID tagy začala využívať už v roku 2016, kde zaviedla odbavovanie RFID batožinových lístkov už priamo na stredne veľkých Amerických letiskách (do 15 miliónov cestujúcich ročne) [14]. Neskôr to rozšírila rôzne aj na menšie letiská a svoje handlingové spoločnosti.

Jednou z nich je aj letisko Johna Fitzgeralda Kennedyho v New Yorku, kde má pokrytú sieť RFID systémom od prvotného odbavenia na odbavovacej prepážke, až po nakládku lietadla. Prvé skenovanie funguje už priamo tlačiarňou batožinových lístkov, kde sa daná batožina zaregistruje. Týmto sa zaznamená pre odbavovací systém, že cestujúci odovzdal prepážke svoju batožinu. Následne prechádza viacerými čítačkami a je teda dohľadateľná presná poloha danej batožiny. Rovnako je povinné skenovanie v okamihu, ako sa nakladá do plechových prepravných boxov, kde batožine priradí systém číslo tohto plechového prepravného boxu. Následne je tento box skenovaný pri nakladaní do lietadla. Skoro rovnaký proces čaká batožinu aj po prilete, kde je v prvom kroku naskenovaný box, že je vyložený z lietadla, potom je naskenovaná samotná batožina ako vyložená z boxu a následne je načítaná, že bola dopravená na batožinový pás, tzv. kufrotoč. Tento systém je veľmi efektívny, spoľahlivý a samotný cestujúci dokáže sledovať osud svojej batožiny priamo vo svojom smartphone pomocou aplikácie Delta.

2.5 RFID batožinové lístky a prevádzkovateľ letiska

RFID (Radio Frequency Identification) je použitie rádiových frekvencií - elektromagnetického poľa na prenos údajov pre účely automatickej identifikácie a sledovania batožinových lístkov pripnutých k batožinám. Táto technológia umožňuje veľké množstvo výhod, akými sú napríklad identifikačné a sledovacie procesy, ktoré sú schopné vykonať sa aj bez ľudského zásahu. Charakteristiky RFID verzus iné technológie používané v EÚ v súvislosti so sledovaním batožín sú uvedené v tabuľke 2. RFID sa chápe ako UHF RFID (ultra vysokofrekvenčný RFID) a od roku 2005 sa odporúča implementovať na všetky letiská a pre všetky letecké spoločnosti, pretože má kľúčové výhody pri sledovaní batožín. Medzi kľúčové výhody patria napríklad viditeľnosť, rýchlosť skenovania, robustnosť, nízke náklady. RFID nie je riešením všetkých identifikačných potrieb, ale prostredníctvom kombinácie typov čítačiek a informácií je možné uspokojiť väčšinu potrieb manipulácie s batožinou. Oblasť, v ktorej by čiarový kód mohol zostať tou najlepšou voľbou je v triedení, pretože si to vyžaduje vysoký stupeň individuality¹ (t. j. vedieť, ktorý konkrétny štítok bol presne prečítaný). Aj v tomto prípade je stále možné zistiť hodnoty používaním iba čítačky RFID. Ďalšou možnosťou je použitie RFID v kombinácii s čiarovým kódom v prípade zlyhania systému RFID. [5]

Tabuľka 2: Technológie na sledovanie batožín a ich charakteristika

	RFID	Čiarový kód	Bluetooth
Priama viditeľnosť	Nie je vyžadovaná	Je vyžadovaná	Nie je vyžadovaná
Rozsah	<10m	<1m	>10m
Individualita	Nie	Áno	Nie
Náklady	Malé	Veľmi malé	Veľké
Odolnosť	Vysoká	Nízka	Vysoká
Rýchlosť čítania	Vysoká	Nízka	Vysoká
Skupinové čítanie	Áno	Nie	Áno

Zdroj: Autor

V tabuľke teda môžeme vidieť veľkú výhodu systému RFID. Okrem toho, že nevyžaduje priamu viditeľnosť batožinového lístku, nakoľko sa informácie prenášajú pomocou elektromagnetických vln, nie je nutná ani individualita, teda zabezpečovanie minimálnych rozstupov medzi batožinami. Kvôli jeho vysokému dosahu (až 10 metrov, no štandardne

¹ Individualita – nutnosť minimálnej separácie medzi batožinami

býva 5 metrov) automatický triediaci systém vie už omnoho dlhšie dopredu cestu batožiny a vie mu v predstihu prehodiť výhybky na jednotlivých dopravníkových pásoch. Príklad tohto pevného skenera môžeme vidieť na obrázku 5.



Obrázok 5 RFID čítačka na interiérovom dopravníkovom páse

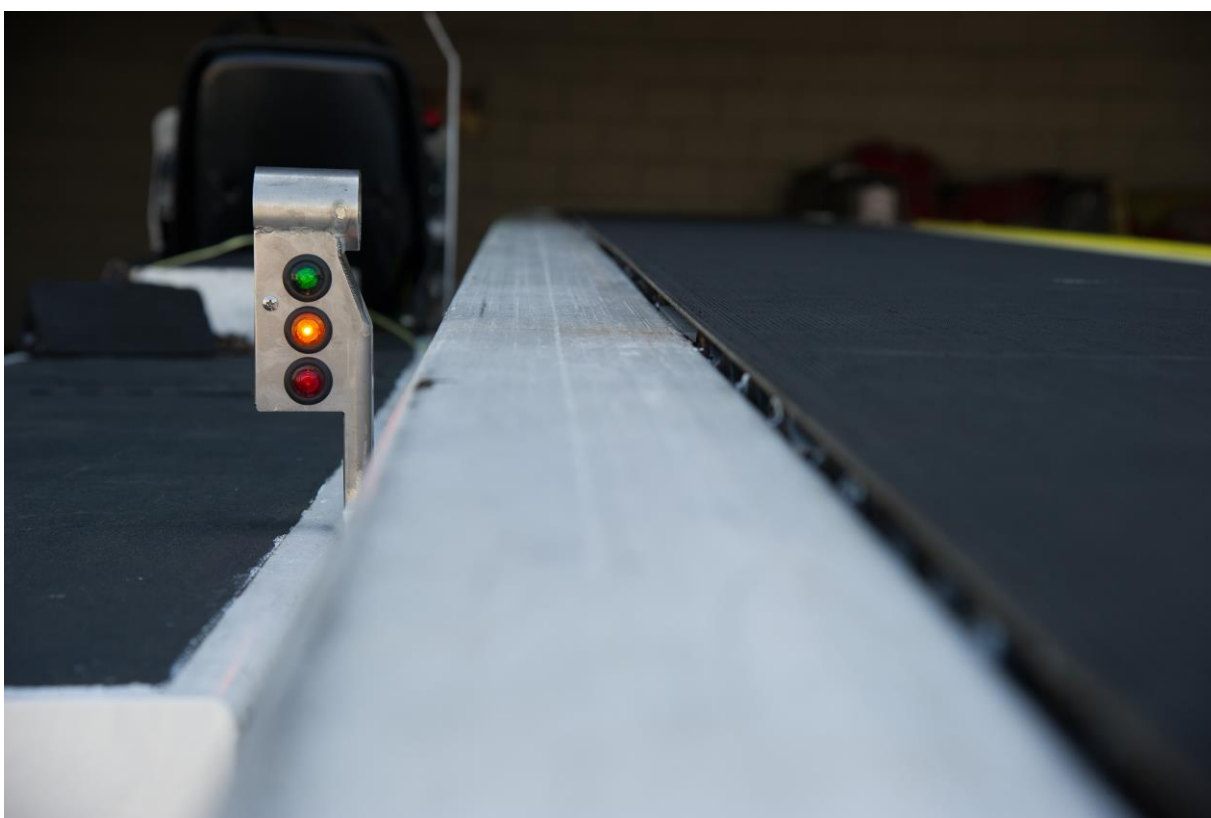
Zdroj: <http://www.sickinsight-online.com>

Pre samotného prevádzkovateľa je to obrovská vstupná investícia. Len spoločnosť Delta Airlines investovala 50 miliónov amerických dolárov na zavedenie tohto systému. Úlohou pre prevádzkovateľa letiska je v prvom rade zakúpiť všetko potrebné vybavenie pre možnosť spustenia, akým je napríklad veľké množstvo skenerov, či už pasívnych alebo aktívnych, pevných (skenujúce batožiny na dopravníkových pásoch) alebo ručných pre jednotlivých agentov nakladania batožín. Na obrázku 6 môžeme vidieť ručný skener a príklad RFID čítačky priamo na exteriérovom dopravníkovom páse môžeme vidieť na obrázku 7.



Obrázok 6 Ručná prenosná RFID čítačka

Zdroj: <http://www.sickinsight-online.com>



Obrázok 7 RFID čítačka na exteriérovom dopravníkovom páse

Zdroj: <http://clouiotech.blogspot.com>

Výhodou pre prevádzkovateľa letiska alebo pre handlingovú spoločnosť je zber informácií, dát priamo do systému riadenia odletov leteckých spoločností (DCS). Vzhľadom k rezolúcií, o ktorej sme písali v kapitole 1.1 je veľmi dôležité vedieť, či sa batožina nachádza v lietadle v prípade, že sa cestujúci nedostaví k odletovej bráne. Aj k tomuto môžu slúžiť čítačky/skenery umiestnené priamo na dopravníkovom páse, ktorý prepravuje batožinu

priamo z vozíka do lietadla. Inou výhodou môže byť prípadné zmenenie smerovania cestujúceho, kedy z kapacitných dôvodov nie je možné nalepiť nový batožinový lístok [13].

Je tiež možné zakódovať ďalšie informácií o batožine na RFID batožinový lístok, akými sú napríklad adresa cestujúceho v destinácií pre prípadné ďalšie spracovanie ako batožina RUSH (batožina poslaná letom po cestujúcom).

Je teda zjavné, že proces RFID batožinových lístkov nie je úplná novinka a jeho používanie siaha už do minulého storočia. Jeho využitie je veľmi široké. Zatiaľ, čo v iných dopravných odvetviach sa používa už nejakú dobu, používanie RFID štítku v spojení s batožinovým lístkom je zatiaľ stále ešte relatívnu novinkou v Európe. Charakteristiky RFID systému spomínaných v 2. kapitole nám dokazujú, že tento systém nemá vysoké vstupné investície, nie je len efektným a ekonomickým, ale aj praktickým a šetrným. Výborné technické parametre RFID štítku neslúžia len na triedenie, ale aj na ochranu, ale hlavne vďaka jeho rozmerom môže slúžiť aj na sledovanie predmetu či osoby. Tieto všetky pozitívne vlastnosti, hlavne jeho ekonomickosť núti prevádzkovateľov letiska a samotné letecké spoločnosti k zavedeniu tohto systému.

II. ČASŤ PRAKTICKÁ

3 NÁVRH RFID SYSTÉMU NA LETISKU PRAHA

Po teoretickej časti sa táto bakalárska práca bude venovať časti praktickej, kde sa okrem iného popíše aj možné riešenie zavedenia systému RFID batožinových lístkov konkrétne pre letisko Praha (LKPR) v súvislosti s plánovanou prestavbou a rozšírením Terminálu 2.

V druhej časti sa bakalárska bude zaoberať ekonomickou rentabilitou tohto systému ako z pohľadu letiska – budú rozobrané jednotlivé výhody a nevýhody zavedenia pre prevádzkovateľa letiska, tak aj z pohľadu leteckej spoločnosti Travel Service, kde sa prinášajú konkrétne čísla a následná analýza výhodnosti.

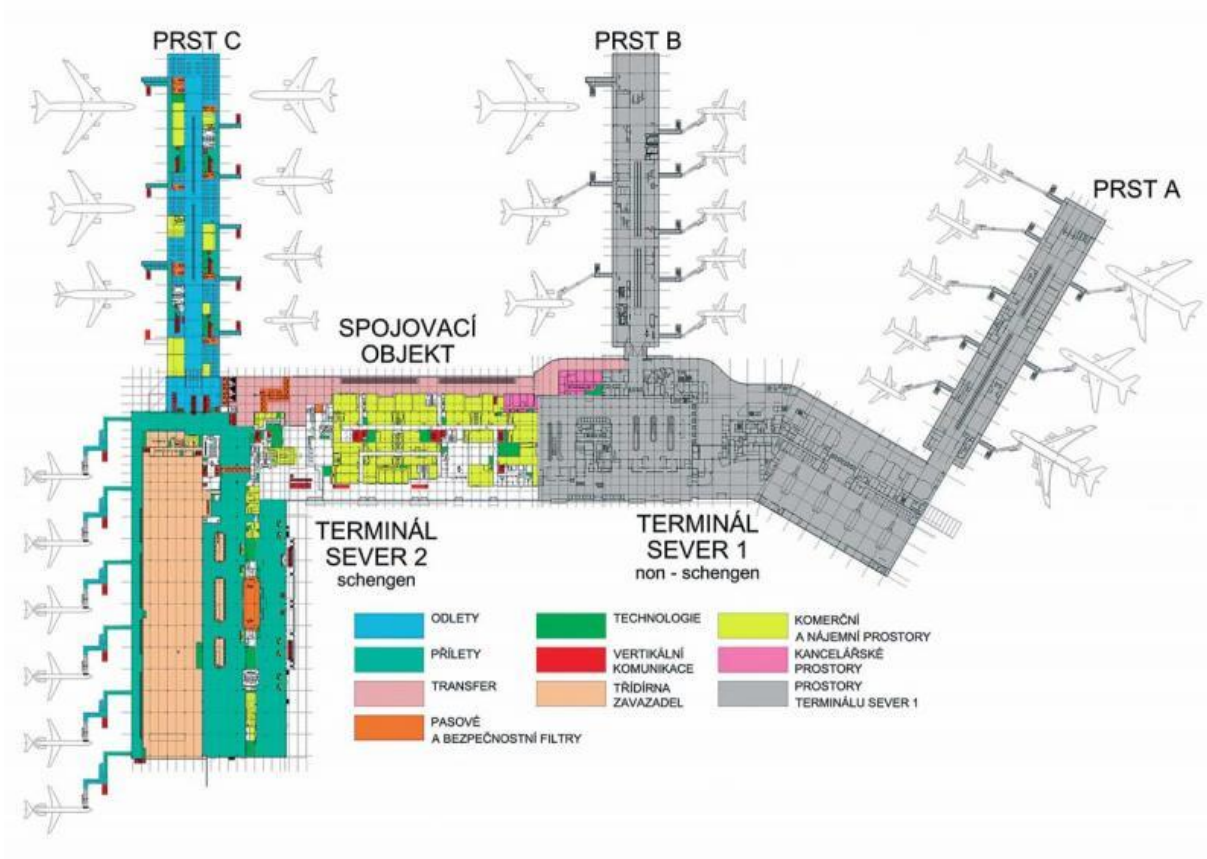
3.1 Plány

Cieľom nasledujúcej kapitoly je poskytnúť kľúčové čísla a výhody konkrétne pre letisko Praha – Václav Havel (PRG/LKPR). Letisko by vzhľadom k plánovanému rozšíreniu a prestavbe Terminálu 2 malo uvažovať o nasadení systému RFID na sledovanie batožiny [15]. Výhody RFID sú už uznané ostatnými participantami, koordinátormi a testermi tohto odvetvia. Medzi nimi je napríklad spoločnosť Delta Airlines, ktorá prechádza z čiarových kódov na RFID pre všetkých 120 miliónov batožín, s ktorými zaobchádza ročne. Počas letnej sezóny (koniec marca až koniec októbra) pravidelne lieta do Prahy lietadlo Boeing B767 (v rôznych variantoch) privážajúc už takto odbavené batožiny. [14]

Letisko Praha má aktuálne 2 terminály v oblasti Sever (pre komerčné civilné lety) a 2 terminály v oblasti JUH (pre súkromné a štátno-vojenské lety).

Zatiaľ čo triediareň batožín na Termináli 1 je v nevyhovujúcom stave pre zavedenie RFID batožinového systému (málo priestoru, nízke stropy, úzky priestor) a vyžadoval by kompletnú prestavbu, Terminál 2 je na tom omnoho lepšie technicky aj výhľadovo.

Umiestnenie triediarne batožín na Termináli 2 ako aj aktuálny koncept letiska môžeme vidieť na obrázku 8.



Obrázok 8 Umiestnenie triediarne batožín na Termináli 2 – Praha Sever

Zdroj: <https://stavbaweb.dumabyt.cz/>

Letisko Praha plánuje v budúcnosti rozšírenie Terminálu 2 a pristavenie novej vzletovo pristávacej dráhy do 2 desaťročí za približne 27 miliárd českých korún. Predpokladanú podobu môžeme vidieť na obrázku číslo 9. [15]



Obrázok 9 Plánované rozšírenie Terminálu 2 – Praha Sever

Zdroj: <https://www.info.cz>

Na letiskách sa každý rok kontroluje viac ako 3 miliardy batožín po celom svete - ohromujúce číslo, ktoré bude aj naďalej v nasledujúcich dvoch desaťročiach prudko vzrastať. Na tento trend už musí prihliadať aj letisko Praha, ktoré každoročne odbaví o 10% viac cestujúcich ako rok predchádzajúci. Za posledné 4 roky však neboli urobené žiadne zásadné zmeny ohľadne zvýšenia kapacity odbavených batožín. Na Termináli 2 sa aktuálne pristavuje ďalší ostrov na odbavovanie batožín, nakoľko takmer polovica prepážok slúži na batožiny pre spoločnosť Travel Service (Smartwings) a spoločnosť ČSA.

Vďaka inteligentnému použitiu technológie je len malý percentuálny podiel batožiny, ktorá nie je správne naložená za rok. Podľa SITA Baggage Report 2016, miera nesprávneho zaobchádzania batožín v roku 2015 bola 6,5 batožiny na tisíc cestujúcich, čo je pokles o 10,5% oproti predchádzajúcemu roku a kumulatívne pokles o 65,3% od roku 2007 [17]. Napriek tomu je jasné, že žiadny cestujúci nechce priletieť do finálnej destinácie bez svojich osobných vecí a samozrejme letiskám a leteckým spoločnostiam prináša každé chybné zaobchádzanie s batožinou dodatočné náklady. Z tohto dôvodu sa vytvára tlak aj na letisko Praha, ktoré má štatút najrýchlejšie rozvíjajúceho sa letiska v strednej Európe, na ešte lepšie spracovanie jednotlivých batožín. Úspech daného letiska spočíva v nasadzovaní správnych technológií a infraštruktúry, ktoré musia byť robustné, cenovo dostupné a predovšetkým

presné. RFID môže predstavovať vynikajúcu príležitosť splniť tieto očakávania zlepšením informovanosti a sledovateľnosti batožiny v jednotlivých fázach jej cesty.

3.1.1. Motivácia

Jednou z hlavných otázok, prečo by práve letisko Praha malo zaviesť RFID systém odbavenie batožín je rozpísaný v tejto kapitole.

RFID môže byť veľkým prínosom pre presnosť spracovania batožín v nasledujúcich oblastiach:

- a) Batožina spracovaná príliš neskoro – tento jav sa stáva pri papierových batožinových lístkoch s čiarovým kódom, kedy kvôli zlej čitateľnosti nebolo možné vyhodnotiť batožinu správne. Tá je následne podrobená manuálnej verifikácii a jej samotné naloženie do lietadla sa veľmi často už nestihne
- b) Batožina poslaná na nesprávne miesto – tento jav sa stáva rovnako pri papierových batožinových lístkoch s čiarovým kódom, kedy kvôli chybe tlačiarne sa pošle batožina buď na inú triediacu linku a teda do iného lietadla alebo do inej časti terminálu a teda jej naloženie do správneho lietadla sa tiež väčšinou nestihne
- c) Proces nakladania batožiny – pri tomto procese môže byť systém RFID batožinových lístkov veľmi užitočný, nakoľko ponúka bulkové skenovanie², pri využití čítačiek aj na exteriérových dopravníkových pásoch je znížená chybovosť naloženia nesprávnej batožiny do nesprávneho lietadla. Ak je batožina nesprávne naložená, dopravník sa zastaví a zaznie výstražný signál informujúci nakladača, že na vyriešenie problému je potrebné vykonať manuálnu akciu. Tento proces môže dosiahnuť dvojnásobnú rýchlosť oproti snímaniu čiarového kódu
- d) Proces vykladania batožiny – pri tomto procese sa zhromažďujú informácie o konkrétnych batožinách, ktoré daným lietadlom prileteli a je teda isté, či cestujúci pri výstupe svoju batožinu obdrží alebo nie. Pri voľnom naložení batožiny v podpalubnom priestore sa na tento let dá nastaviť čítačka RFID dopravníkový pás tak, aby sa zastavil pre batožiny s krátkym spojením medzi jednotlivými letmi, čo umožňuje ich ľahkú identifikáciu a odnesenie na spracovanie

² Skenovanie veľkého množstva RFID batožinových lístkov naraz, napríklad pri nakladaní do boxov

e) Interline³ transfer - Interline transfer sa uskutočňuje medzi dvoma leteckými spoločnosťami, ktoré majú dohodu o interline linkách. Táto dohoda umožňuje istotu pre cestujúcich, že počas ich prestupu bude ich batožina preložená medzi dopravcami. Kľúčovým rozhodnutím je, či bude cestujúci schopný stihnúť svoje spojenie alebo nie. Ak je cestujúci prerezervovaný na neskorší let, pretože nemôže stihnúť spojenie, potom sa musí batožina zmeniť na nový let. Táto zmena sa jednoducho zadá do interného systému letiska, ktorý hneď pri prvej čítačke mu priradí nové informácie o novom lete a to umožňuje cestujúcemu s batožinou cestovať spolu. V prípade, že tieto batožiny vyžadujú manuálny zásah, aby sa na ne nalepili nové batožinové lístky na z dôvodu presmerovania batožiny, je potrebné ju identifikovať a oddeliť od bežného toku batožiny. RFID môže tento proces identifikácie zefektívniť.

3.2 Potrebné vybavenie

Vzhľadom k tomu, že RFID systém je iný, ako doterajší systém odbavovania batožín pomocou čiarového kódu, je potrebné, aby letisko Praha zainvestovalo do nasledovného vybavenia, ktoré je pre daný systém nevyhnutné.

3.2.1 RFID batožinové lístky

Prvotným nevyhnutným prostriedkom sú samotné batožinové lístky opatrené RFID štítkom. O ich zabezpečenie musí postarať prevádzkovateľ letiska, handlingová spoločnosť alebo ich musí dodať priamo letecká spoločnosť.

Poznáme 2 typy RFID batožinových lístkov a to:

a) Na jednorazové použitie – batožinový lístok z papiera bežne používaný pre čiarové kódy zostáva pre RFID nezmenený, jediným rozdielom je vložený štítok RFID na jej prevedenie na batožinový lístok RFID. Batožinový lístok RFID musí byť v súlade s rezolúciou IATA Resolution 740 [18] a IATA Recommended Practice 1740A, ktorý sa musí dať vytlačiť na bežnej tlačiarni na letisku. Vždy, keď cestujúci začne novú cestu, musí sa ku batožine pripevniť nový batožinový lístok. Alternatívou jednorazových RFID batožinových lístkov na jedno použitie je na viacnásobné použitie alebo permanentný RFID batožinový lístok. Tento batožinový lístok na viacnásobné

³ Z anglického inter-line, medzi linkami

použitie je pripevnená na batožinu a je možné ju opakovane použiť pre každú novú cestu. [19]

- b) Batožinové lístky na viacnásobné použitie, ktoré poznáme viacero druhov, medzi ktorými sú napríklad:
 - a) Samostatná visačka RFID pripojená k batožine
 - b) Sofistikovanejšia časť elektronického batožinového lístka pripevnenej k batožine
 - c) RFID batožinový lístok zabudovaný priamo v batožine

3.2.2 RFID tlačiarne

Existujúce tlačiarne v odbavovacích pultoch alebo v samoobslužných kioskoch sa môžu inovovať pomocou modulov RFID, takže môžu kódovať RFID batožinový lístok. Tlačiareň RFID môže kódovať číslo batožinového lístka (rovnaké ako číslo používané s čiarovým kódom na papierových batožinových lístkoch) a akékoľvek ďalšie údaje, ktoré sa majú spracovať ako súčasť procesov sledovania batožiny. Odporúčaná prax IATA 1740C definuje spôsob kódovania údajov do RFID batožinového lístka. [20]

3.2.3 RFID čítačky

Čítačky RFID môžu byť zavedené v rôznych fázach jazdy batožiny po dopravníkových pásoch či už v exteriéri alebo interiéri, aby sa dosiahlo optimálne sledovanie batožiny a splnenie rezolúcie IATA Resolution 753. [13]

Čítačka sa musí skladať z:

- a) Prvku rádiových frekvencií, ktorý sa používa na načítanie batožinových lístkov prostredníctvom rádiových frekvencií na získanie identity a údajov zapísaných na RFID batožinovom lístku
- b) Riadiacej jednotky na správu čítačky, agregáciu informácií zhromaždených z batožinových lístkov a ich prenos na ďalšie spracovanie do systémov spracovania údajov a riadenia batožín

Podľa typu umiestnenia čítačky poznáme viaceré typy:

- a) Pevné čítačky RFID - Namontované v oblastiach sledovania, napríklad na samotnej odbavovacej prepážke, v triediarni batožín, na vrchu dopravníkových pásov v odbavovacích priestoroch, v príletoch alebo v prepravných priestoroch (napríklad medzi terminálmi, na dopravníkovom páse používanom na naloženie / vyloženie lietadla

Tieto čítačky poskytujú možnosti presného skenovania, pričom zohľadňujú špecifické podmienky prostredia, ktoré by sa mohli vzťahovať na každú oblasť.

- b) Ručné čítačky RFID -Tieto čítačky sú mobilné a sú závislé na integrovaných batériách, dopĺňajú pevné čítačky a všeobecne sa používajú na ručné spracovanie v konkrétnych oblastiach. Počiatočné nastavenie je kľúčovým procesom, ktorý je potrebný zvážiť ešte pred zavedením čítačiek RFID, aby sa zabezpečilo, že ďalšie prvky v blízkosti každej čítačky nebudú rušiť príjem signálu aby samotné čítačky sa vzájomne nerušili.

Všetky čítačky musia byť kompatibilné so značkami RFID EPC Gen2 - ISO 18000 6C. [13]

3.2.4 Systém na spracovanie dát

Čítačky RFID môžu zhromažďovať obrovské množstvo informácií a je teda potrebné vyvinúť systém priamo šitý pre letisko Praha na základe jeho technických parametrov, ale aj aktuálnych destinácií, ktorý bude filtrovať a štruktúrovať informácie zhromaždené prostredníctvom čítačiek. Preto je potrebné rovnako zaviesť pravidlá pre zhromažďovanie údajov a prenášanie štruktúrovaných informácií do aplikácie na správu batožiny. Tento systém môže tiež zavádzať logiku manipulácie s batožinovými lístkami, ktorá by umožňovala vylúčiť niektoré informácie, ktoré nie sú užitočné pre sledovanie batožiny (napr. vylúčiť nerelevantné batožinové lístky pre batožinu s dvoma lístkami), alebo umožniť zosúladenie informácií prostredníctvom rozhrania s inými aplikáciami, ako je napríklad systém DCS. Celé spracovanie informácií musí zároveň podliehať Európskemu nariadeniu o ochrane osobných údajov (GDPR).

Integrácia s aplikáciami na správu RFID batožinových lístkov sa musí považovať za súčasť každého zavedenia RFID pre batožiny. Identifikačný systém opísaný vyššie by mal poskytovať štandardné rozhranie na bezproblémovú integráciu s leteckými spoločnosťami alebo systémami riadenia batožiny medzi leteckými spoločnosťami.

4 EKONOMICKÁ RENTABILITA Z HĽADISKA LETISKA A LETECKEJ SPOLOČNOSTI

V nasledujúcej kapitole, ktorá je zaradená pod praktickú časť tejto bakalárskej práce, budeme používať poznatky z teoretickej časti k dosiahnutiu cieľa tejto práce. To znamená zhodnotenie ekonomickej výhodnosti zavedenia RFID systému odbavovania batožiny na letisku Praha (PRG) a následne pre leteckú spoločnosť Travel Service, ktorá je 99 percentným vlastníkom leteckej spoločnosti České Aerolínie a teda dá sa predpokladať, že zozbierané údaje bude môcť použiť aj pre svoju dcérsku spoločnosť.

Údaje, ktoré sa budú v tejto časti analyzovať sú výlučným vlastníctvom spoločnosti Travel Service a.s., ktoré boli poskytnuté len pre túto bakalársku prácu a v žiadnom prípade nemôžu byť uvedené v iných článkoch, nemôžu byť inak reprodukované ani citované. Informácie boli poskytnuté z interného systému EFA pod osobným prihlásením autora a rovnako autor bakalárskej práce si štatistické údaje k tabuľkám vypracoval sám.

Údaje, ktoré sú uvedené sa vždy vzťahujú na letisko Praha, o ktoré primárne ide a o ktorom možnom zavedení tohto systému sa písalo v predchádzajúcej kapitole. Preto, ak sa píše „počet batožín, ktoré neprileteli do cieľovej stanice“ myslí sa tým počet batožín, ktoré boli odbavené z iných staníc a ich cieľová destinácia bola v Praha. Tento krok nám umožňoval fakt, že počet letov z Prahy a do Prahy je rovnaký, teda pokiaľ lietadlo vyletelo z Prahy do cieľovej destinácie, toto lietadlo sa do Prahy naspäť aj vrátilo. Pre predkladanú bakalársku prácu budeme tieto lety z Prahy a naspäť považovať za ideálny prípad. Nebudeme brať v úvahu nepravidelnosti, akými sú napríklad nečakané presmerovanie do inej finálnej destinácie či prázdne prelety, štrajk, pokazená letisková technika a budeme uvažovať, že koeficient ľudskej chyby je konštantný, teda že pokiaľ človek zlyhal na lete z Prahy, zlyhá aj na lete do Prahy.

4.1 Náklady pre leteckú spoločnosť

Na prvom mieste je nutné poznamenať, že prvotnou investíciou do zavedenia systému RFID batožinových lístkov je lístok samotný.

Pri prezentácií batožinových lístkov, ktoré sme uvádzali v 1. kapitole, pri prezentácií RFID systému v 2. kapitole, ako aj možnosti na obrázku 4, RFID batožinový lístok má v sebe mikročip, ktorý je samozrejme drahší ako normálny papierový batožinový lístok.

Spoločnosť Travel Service aktuálne nakupuje obyčajné papierové batožinové lístky v hodnote 30 amerických centov za kus. RFID batožinový lístok stojí podľa katalógovej ceny 43 amerických centov, čo je rozdiel pri kurze zo dňa spracovávania tejto práce presne 3,- Kč.

Napriek tomu, že sa zdá tento rozdiel zanedbateľný, v skutočnosti je to presne tento ukazovateľ, ktorý rozhodne o tom, či bude zavedenie RFID tagov pre spoločnosť Travel Service rentabilné.

4.1.1 Štatistické údaje

Pre následnú cenovú kalkuláciu budeme potrebovať nasledujúce údaje:

- a) Priemerný počet odbavených batožín na lete za obdobie január až december 2018 (z kapacitného hľadiska nie je možné určiť celkový počet batožín za všetky lety spoločnosti Travel Service, nakoľko tieto údaje sa nedajú vyťahovať zo systému samostatne a skúmanie to let po lete nie je možné. Preto sme priemerný počet batožín stanovili nasledovným výpočtom: z náhodných 50 letov z vybraného intervalu si si zistili, koľko bolo odbavených ľudí a koľko bolo odbavených batožín. Zistili sme počet batožín na človeka. Autor práce vyberal 50 rôznorodých letov počas všetkých dní v týždni, počas všetkých mesiacov zvoleného intervalu, vybrané boli rovnako chartrové aj pravidelné lety, boli vybrané lety aj počas pracovných dní aj počas sviatkov k dosiahnutiu čo najobjektívnejšiemu výsledku)
- b) Priemernú obsadenosť na letoch (vzhľadom k citlivosti údajov, no najmä k dosiahnutiu ekonomického výsledku budeme počítat' maximálnu kapacitu lietadla. Vždy sa môže stať, že všetky linky budú plné a o to viac sa navýši počet odbavených batožín. Spoločnosť Travel Service samotná vo svojej flotile výlučne Boeing-y typu B737-700, B737-800, B737-900, B737-MAX8, kde budeme počítat' maximálnu kapacitu 189 cestujúcich – kapacita B737-700 a B737-900 sa spriemeruje na 189 cestujúcich)
- c) Cenu za rozvezenie batožín za jednotlivé mesiace (cena je uvedená z faktúr, ktoré zasielala zazmluvnená rozvozová služba z letiska Praha. Aj v tomto prípade budeme

predpokladať, že súčet kilometrov, podľa ktorých sa počíta cena rozvozu sa v budúcnosti výrazne meniť)

- d) Kompenzačné hodnoty (dané sú Montrealskou dohodou a prepravnými podmienkami. Cestujúci má v prípade nedoručenej batožiny právo až do výšky 1360 špeciálnych prepravných jednotiek, ktoré pre danú bakalársku prácu môžeme zaokrúhliť v prepočte na 1400,-€. Podľa prepravných podmienok má cestujúci nárok na jednorazovú kompenzáciu 60,-€ po 24 hodinách od nedodania batožiny a pre preplatenie jednotlivých pokladničných blokov za zakúpenie najnutnejších vecí, akými sú napríklad spodnú bielizeň alebo hygienické potreby. Rovnako budeme počítať s tým, že preplatenie pokladničných blokov za nevyhnutné veci, ktoré si nakúpili v destinácií pri nedoručenej batožine nad 48 hodín sa v budúcnosti nebude výrazne meniť – táto kompenzácia sa nevzťahuje na cestujúcich, ktorý v krajine priletu žijú dlhodobo)
- e) Celkový počet nedoručených batožín do cieľovej stanice⁴ a boli následne doručené cestujúcemu neskôr
- f) Celkový počet nedoručených batožín do cieľovej stanice a nikdy neboli cestujúcemu doručené
- g) Percentuálne vyjadrenie množstva batožín, ktoré priletia do svojej cieľovej destinácie bez problémov.⁵

Vyššie spomínané údaje sa ponúkajú v nasledujúcej tabuľke:

⁴ Údaje dostupné zo systému World Tracer

⁵ Všetky ceny sú uvedené v českých korunách (CZK)

Tabuľka 3: Reálne náklady za rok 2018

	Bod E	Bod F	Bod C	Bod D
Január 2018	125	3	100582	25121
Február 2018	112	1	27562	12452
Marec 2018	127	2	78541	19250
Apríl 2018	135	4	75458	22365
Máj 2018	142	2	215478	25412
Jún 2018	251	8	395487	35458
Júl 2018	342	9	40582	35785
August 2018	370	12	712545	117057
September 2018	199	5	650541	108074
Október 2018	170	4	514785	95488
November 2018	125	3	124255	19540
December 2018	140	2	214240	18652
Spolu	2238	55	3515326	534654

Zdroj: Autor

4.1.2 Celkové náklady za rok 2018

Všetky vyššie uvedené náklady sú reálne náklady za nedoručenú batožinu za rok 2018 na korunu presne, nakoľko všetky náklady sú podložené systémovými údajmi.

Cena za rozvoz v intervale od januára 2018 do decembra 2018 je spolu 3 652 238 ,-Kč. Jedným z kľúčových faktorov je cena za stratenú batožinu. V tomto prípade je všetkých 55 kusov stratenej batožiny vyplatené sumou 1131 SDR⁶. Spolu teda s nákladmi na kompenzáciu sa dostaneme na čiastku 6 150 392,-Kč (slovom šesť miliónov stopäťdesiat tisíc tristo deväťdesiat dva korún českých). [16]

⁶ Special Drawing Rights (špeciálne prepravné jednotky) – maximálna možná kompenzácia ustanovená Montrealskou dohodou o preprave batožín a nákladu.

4.1.3 Náklady na jednu batožinu

Pre náš ekonomický model, v ktorom predpokladáme, že počet odbavených batožín a chybovosť je rovnaký, budeme potrebovať štatistický údaj „náklady na jednu batožinu“.

Tento údaj sme dostali ako súčet všetkých nákladov za batožinu (cena rozvozu, kompenzácie a cena za stratenú batožinu) a vydělili sme ho počtom batožín, na ktoré sa vzťahovala reklamácia. Teda:

$$\frac{6\,150\,392}{2293} = 2682,47Kč$$

Táto suma je nesmierne dôležitá pre nasledujúci výpočet predpokladaných nákladov za rovnaké obdobie, ale s použitím technológie RFID.

4.1.4 Celkové predpokladané náklady s použitím RFID

Celkové náklady za nedoručenie batožín za rovnaké obdobie (rok 2018) s použitím RFID batožinových lístkov sa dá len teoreticky odhadnúť na základe už vypracovaných štatistických údajov od organizácie IATA alebo spoločnosti SITA, ktorá priamo tento systém dodáva.

Spoločnosť SITA, ako jeden z hlavných dodávateľov systému RFID vo svojej propagande uvádza, že priemerná úspešnosť doručenia batožiny pri stávajúcom systéme, teda pri manuálnom či automatickom skenovaní čiarových kódov je 85%. So zavedením RFID systému odbavovania batožín by sa účinnosť mala zdvihnúť minimálne o 10%. Ďalej uvádza, že na letiskách, kde tento systém zaviedli, sa percentuálny počet správne odbavených batožín ku zlým dostal až k 99%. [22]

Predpokladajme, že systém RFID je už zavedený už v roku 2018. V nasledujúcej kapitole predstavíme ekonomický model, ako by to vyzeralo, keby za rovnaké obdobie boli batožiny odbavované systémom RFID.

Tabuľka 4: Predpokladané náklady pri systéme RFID

	Predpokladaný počet nesprávne odbavených batožín	Predpokladaný počet úplne stratených batožín
Január 2018	42	1
Február 2018	37	0
Marec 2018	42	1
Apríl 2018	45	1
Máj 2018	47	1
Jún 2018	84	3
Júl 2018	113	3
August 2018	123	4
September 2018	66	2
Október 2018	57	1
November 2018	42	1
December 2018	47	1
Spolu	746	19

Zdroj: Autor

Tieto hodnoty sme dostali vydelením počtu batožín z tabuľky 3 číslom 3⁷ (hodnoty sme vydělili 3 a zaokrúhľovali podľa platných pravidiel).

4.1.5 Ekonomický model

Predpokladajme, že úspešnosť RFID systému nebude 85% ako pri čiarových kódach, ale až do 99%. Keďže sa snažíme nájsť objektívny model zavedenia tohto systému a vypočítať objektívne mieru výhodnosti tohto systému, stanovíme úspešnosť tohto systému na 95%. Budeme teda predpokladať, že celkový počet zle odbavených batožín za rovnaké obdobie bude 5% a teda jedna tretina oproti reálnym hodnotám z roku 2018.

Na základe tabuľky 3 uvedenej v kapitole 4.1.4 bude počet zle odbavených batožín na hodnote 746 a počet úplne stratených batožín 19. Celkové predpokladané náklady vypočítame ako súčet predpokladaných zle odbavených batožín a počet celkovo stratených batožín vynásobený priemernými nákladmi na jednu batožinu.

⁷ Počet zle odbavených batožín klesne z 15% na 5% teda o tretinu.

To znamená:

$$(746 + 19) * 2682,247 = 2\,059\,966 \text{ Kč}$$

Predpokladané náklady za zle odbavené batožiny a komplet stratené batožiny pre spoločnosť Travel Service by za rovnaké obdobie boli 2 059 966,- Kč (slovom dva milióny päťdesiatdeväťtisíc deväťsto šesťdesiatšesť korún českých).

K nákladom na tento ekonomický model musíme pripočítať zvýšené náklady na jednotlivé batožinové lístky, ktoré sú drahšie o 3 koruny, ako pôvodné papierové lístky.

Zo systému EFA spoločnosti Travel Service sme si vytiahli počet pravidelných a chartrových letov, ktoré boli v roku 2018 a vynásobili sme ich priemerným počtom batožín na jeden let.

Zistili sme, že za rok 2018 bolo spolu 14 920 letov smerujúcich do Prahy na letisko Václava Havla. Z jednoduchého výpočtu vynásobením počtu letov (14 920) priemerným počtom batožín na lete (85) a získame počet 1 268 200 kusov. Tento počet je teda nutné vynásobiť navýšením ceny za jednotlivé RFID batožinové lístky.

Celkové náklady na batožiny za pomoci systému RFID by boli 5 084 566,- Kč (slovom päť miliónov osemdesiatštyritisíc päťsto šesťdesiatšesť).

Je nutné ale podotknúť, že táto cena je len v prípade, že budú splnené vstupné podmienky, ktoré boli spomenuté na začiatku kapitoly. Je ale možné, že v priebehu času sa náklady na dopravu zvýšia (napríklad zrušením priameho leteckého spojenia medzi Prahou a Ostravou/Bratislavou), kde do týchto lokalít batožina nepriletí na miestny rozvoz, ale je rozvážaná priamo z Prahy. Preto je teoreticky možné, že pri zrušení priameho leteckého spojenia do Košíc, náklady na batožinu porastú a teda nutnosť zaviesť systém RFID bude ešte o to významnejší. [21]

4.1.6 Ekonomická rentabilita

Už od prvého pohľadu môžeme vidieť, že systém RFID by za týchto podmienok bol pre spoločnosť veľmi ekonomickým. Finančný rozdiel medzi tým, čo spoločnosť skutočne zaplatila a predpokladom, čo by mohla zaplatiť je + 1 065 826,- Kč. Z toho vyplýva, že celkové náklady sú nižšie, no znížením počtu zle odbavených batožín sa zmenší aj počet

reklamácií a teda aj nutný počet pracovníkov, ktorý by daný objem reklamácií museli spracovať a vyriešiť.

Pre spoločnosť nemusí byť zavedenie RFID systému výhodné len z pohľadu ekonomického. Treba počítať aj s pridanou hodnotou cestujúcemu, ktorý bude mať teraz menšiu pravdepodobnosť nedoručenia/stratenia svojej batožiny. Výhodou teda môže byť aj dobré meno spoločnosti, kedy si cestujúci pozitívnu skúsenosť z cestovania odnesie v podobe ďalšej zakúpenej letenky s touto spoločnosťou.

4.1.7 Značka na viacnásobné použitie batožiny

Jednou z ďalších potenciálnych výhod môže byť aj fakt, že RFID batožinové lístky sa dajú opätovne využívať. Vďaka RFID batožinovému lístku na viacnásobné použitie sa proces môže uskutočniť kdekoľvek pomocou aplikácie smartphonu. Pracovný postup s aplikáciou smartphonu bude vo väčšine prípadov nasledovný:

- a) Cestujúci sa zaregistruje pre svoj let a otvorí žiadosť na svojom mobilnom zariadení
- b) Cestujúcich vyplní nutné podrobnosti, ako je ich osobný záznam o cestujúcom (PNR) a dokončí prvú časť svojej registrácie
- c) Aplikácia sa ho spýta, či si vezme na cestu batožinu
- d) V takom prípade cestujúci uvedie počet batožín
- e) Cestujúceho sa potom aplikácia spýta, či už batožina nemá RFID batožinový lístok
- f) V takom prípade je cestujúci požiadaný o naskenovanie RFID batožinového lístku
- g) Do systému leteckej spoločnosti sa dostane špeciálne číslo RFID batožinového lístku a jeho ďalšie informácie
- h) Systém žiadosť skontroluje, či sú RFID batožinové lístky prijateľné pre leteckú spoločnosť na prepravu. Následne odpoveď predá cestujúcemu. V prípade pozitívneho výsledku stačí cestujúcemu už batožinu len odovzdať na odbavovacej prepážke a leteckú spoločnosť tento akt nestojí ani korunu. [5]

4.2 Náklady pre prevádzkovateľa letiska

Náklady pre prevádzkovateľa letiska, napríklad konkrétne pre letisko Václava Havla v Prahe, sú neporovnateľne vyššie ako pre leteckú spoločnosť. Treba si v prvom rade uvedomiť, že prevádzkovateľ letiska má jediné príjmy len z leteckých spoločností v závislosti od ich požiadavkov. Pre predkladanú bakalársku prácu nie je potrebné uvádzať jednotlivé náklady na prestavbu, dostavbu alebo výstavbu jednotlivých komponentov pre zavedenie RFID systému odbavenia batožín.

Je ale dôležité, že napriek tomu, že v počiatočnom štádiu nebude mať prevádzkovateľ letiska žiadnu priamu ekonomickú úsporu, ako tomu bolo v prípade leteckej spoločnosti, bude mať úsporu nehmotnú v podobe pridanej hodnoty pre cestujúceho. Pozitívne skúsenosti cestujúcich sú pre letisko vždy najväčšou reklamou, ale negatíva môžu mať dopad aj na niekoľko generácií dopredu.

Pre príklad spomenieme letisko generála de Gaulla v Paríž – Roissy, ktoré má povest' letiska s neustále nepreloženou batožinou. Dané letisko podcenilo odbavovanie batožín v sídle spoločnosti Air France a preto po rokoch negatívnych skúseností si letisko nevybudovalo veľmi dobrú povest'.

Preto letisko Praha si môže po zavedení spomínaného systému odbavovania batožín pomocou elektromagnetických vln budovať povest' letiska, z ktorého nie len že bude správne naložená batožina až do 99% prípadov, ale cestujúci sa nebudú musieť báť o svoju batožinu ani v prípade, keď budú v Prahe len prestupovať na iný let. V prípade, že by sa náhodou aj stalo, že by batožina nepriletela spolu s cestujúcim, letisko Praha bude disponovať detailnými informáciami o tom, kde sa aktuálne ich batožina nachádza.

V neposlednom rade prevádzkovateľ letiska bude mať výhodu aj neskôr po zavedení systému RFID, ktorý práve môže prilákať iných dopravcov, ktorý tento systém využívajú a tým priamo zvýšiť nie len dostupnosť z daného letiska ale aj ekonomické príjmy pre jeho prevádzkovateľa.

ZÁVER

Bakalárska práca, ktorá sa venuje nie len teoretickej stránke danej problematiky, teda systému RFID batožinových lístkov, pojednáva aj o praktickom prevedení tohto systému pre Letisko Praha a pre spoločnosť Travel Service.

Úvodom práce má možnosť čitateľ nie len sa aktívne zoznámiť so základnými pojmami akými sú slová odbavovacia prepážka a batožinový lístok, dozvie sa rovnako o histórii batožinových lístkov vo všeobecnosti a aj v krátkosti o histórii batožinových lístkov so systémom RFID.

RFID systém, ako systém využívajúci elektromagnetické vlny aktívne komunikuje s RFID štítkom, ktorý má v sebe zakódované informácie podľa jeho objednávateľa. Tieto informácie sa môžu uchovávať nie len na pasívny RFID štítok, ktorý odpovedá len na základe odrazu vln z čítačky, aktívne tieto informácie môže vysielat' aj štítok s aktívnou anténou RFID, ktorá vďaka implementovanej batérie vysielala tieto informácie sama bez dopytu čítačky.

Ak túto schopnosť pretransformujeme do systému odbavenia batožín, batožina sa tak vďaka jednoduchšiemu systému stane ľahko sledovateľnou počas celej jej cesty od odbavovacej prepážky až po jej vyloženie na batožinový pás. Letecké spoločnosti si od toho sľubujú zníženie nákladov za zle odbavenú batožinu.

Tento systém je ľahko implementovateľný už do existujúceho systému odbavovania batožín na základe vizuálneho snímania čiarových kódov. Tento proces nie len že vyžaduje priamy kontakt čítačka – batožinový lístok do vzdialenosti maximálne 10 cm, ale vyžaduje aj minimálne rozostupy medzi batožinami. Napriek tomu je systém RFID batožinových lístkov efektívnym nástrojom minimálne v prípade skupinového skenovania (napríklad v prípade skenovania batožín v oceľovom prepravnom boxe).

Ekonomickou otázkou tejto práce bola výhodnosť pre Letisko Praha a pre leteckú spoločnosť Travel Service. Údaje získané v praktickej časti poukazujú na fakt, že aj napriek tomu, že rozdiel v jednotlivých batožinových lístkoch je 3 koruny české, stále sa to spoločnosti Travel Service vyplatí a v medzoročnom období by bola na tom zisková.

Ekonomický model spomínaný v kapitole 4 počíta v počiatku najskôr s aktuálnymi údajmi o celkovej cene spojenej s batožinami za rok 2018. Po vymedzení vstupných podmienok, akými boli napríklad predpoklady, že miera ľudského zavinenia bude vždy rovnaká alebo že

počet letov smerujúcich do Prahy je rovnaký ako smerujúcich z Prahy a po stanovení priemerného počtu batožín na jednom lete sme stanovili celkovú cenu za jednu batožinu.

Celková cena za jednu batožinu, ktorá bola vypočítaná ako podiel celkových nákladov na batožiny počtom batožín, je neodmysliteľný údaj pre predpokladu modelu odbavenia batožín systémom RFID. V tejto bakalárskej práci sme predpokladali, že počet zle odbavených batožín klesne o jednu tretinu vzhľadom k IATA štatistikám. Aby bol model čo najobjektívnejší, zobrali sme tú najhoršiu variantu, teda že úspešnosť RFID systému bude 95% (oproti stávajúcim 85%) i keď úspešnosť môže byť až do 99%.

Po jednoduchých výpočtoch a započítaní zvýšených nákladov v súvislosti drahším batožinovým lístkom sme dospeli k záveru, že leteckej spoločnosti Travel Service by sa tento systém odbavovania oplatil a to aj bez započítania nepriamych nákladov, akým môže byť napríklad plat pracovníka, ktorý pri tretinovom objeme nebude mať prácu.

Výhodným pre spomínanú leteckú spoločnosť to však nemusí byť len z hľadiska finančného. Nepriamou výhodou pre leteckú spoločnosť, no vo finále aj priamo pre prevádzkovateľa letiska, môže byť dobré meno. Preto síce Letisko Praha nebude mať priamy finančný zisk zo zavedenia RFID batožinových lístkov, ba priam naopak, bude musieť zainvestovať nemalé peniaze do vzniku tohto systému, ale bude mať pridanú hodnotu v podobe zvyšujúceho sa počtu cestujúcich. A viac cestujúcich znamená viac finančných prostriedkov pre dané letisko.

V poslednom rade výhodou pre samotné letisko Praha je atraktivita po zavedení tohto systému. Z predkladanej práce vieme, že rovnaký systém nie je novinkou na západnom kontinente a preto sa dá predpokladať, že viaceré letecké spoločnosti by minimálne zvažovali zavedenie priamych zaoceánskych letov do Prahy.

Logicky teda nastáva otázka, ktorá by mohla byť pokračovaním bakalárskej práce a rozvíeť je v práci diplomovej a teda či existuje alebo sa dá vymyslieť spôsob, akým letisko Praha v spolupráci so spoločnosťou Travel Service bude motivovať menšie letiská či už doma alebo v zahraničí k prechodu na systém RFID batožinových štítkov.

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Batožinový lístok	14
Obrázok 2 RFID štítok	21
Obrázok 3 RFID štítok a jeho aplikácia	22
Obrázok 4 RFID batožinový lístok	24
Obrázok 5 RFID čítačka na interiérovom dopravníkovom páse	26
Obrázok 6 Ručná prenosná RFID čítačka	27
Obrázok 7 RFID čítačka na exteriérovom dopravníkovom páse	27
Obrázok 8 Umiestnenie triediarne batožín na Termináli 2 – Praha Sever.....	30
Obrázok 9 Plánované rozšírenie Terminálu 2 – Praha Sever.....	31

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1: Porovnanie RFID štítkov	18
Tabuľka 2: Technológie na sledovanie batožín a ich charakteristika	25
Tabuľka 3: Reálne náklady za rok 2018	39
Tabuľka 4: Predpokladané náklady pri systéme RFID.....	41

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] *Baggage Reference Manual (BRM) & PSCRM Combo*. In: USA: IATA, 2016.
- [2] *CONVENTION FOR THE UNIFICATION OF CERTAIN RULES RELATING TO INTERNATIONAL CARRIAGE BY AIR*. In: Varšava, 1929, ročník 1929.
- [3] *IMPROVEMENTS IN BAGGAGE CHECKS AND COUPON TICKETS*. Canada, Library and Archives Canada. Číslo patentu: 14911.
- [4] THERIAULT, Mario. *Great Maritime Inventions 1833–1950*. 1. USA: Goose Lane Editions, 2001. ISBN 0864923244.
- [5] *RFID for baggage tracing*, In: USA: IATA, 2017.
- [6] OLEJÁR, RNDR. Marián. *Stredoškolská fyzika 1*. 1. Bratislava: RNDr. Marián Olejár – Young Scientist, 2009. ISBN 978-80-88792-08-6.
- [7] IDTechEX, *RFID Forecast, Players and Opportunities in 2016-2026* [online]. 2015, 1-2 [cit. 2019-08-19]. Dostupné z: <http://www.idtechex.com/en/research-report/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2016-2026/45>
- [8] OSBORNE, McGraw Hill. *Linux Security Secrets & Solutions*. 1. New York: Hackin Exposed, 2008. ISBN 978-0-07-226257-5.
- [9] STOCKMAN, Harry. *Communication by Means of Reflected Power, Proceedings of the IRE*. USA, 1948.
- [10] CARDULLO, Mario. Genesis of the Versatile RFID tag. *Real Time Location Systems* [online]. 2003, 1 [cit. 2019-08-20]. Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?392>
- [11] Real Time Location Systems. *Real Time Location Systems* [online]. Clarinox Technologies, 2009, s. 20-58 [cit. 2019-08-20]. Dostupné z: http://www.clarinox.com/docs/whitepapers/RealTime_main.pdf

[12] *RFID Bag Tag Initiative* [online]. IATA, 2019 [cit. 2019-08-18]. Dostupné z: https://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/fact-sheet-rfid-bag-tag.pdf

[13] *Resolution R753* [online]. IATA, 2016 [cit. 2019-08-01]. Dostupné z: <https://www.iata.org/whatwedo/ops-infra/baggage/Pages/baggage-tracking.aspx>

[14] Delta's chip technology lets passengers track bags. *Youtube* [online]. [cit. 2019-08-25]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=1xj_FhDhHOs

[15] ŠINDELÁR, j. *Letiště Praha postaví nový terminál a dráhu. Investuje 27 miliard* [online]. 2017 [cit. 2019-07-20]. Dostupné z: <https://www.info.cz/byznys/letiste-praha-postavi-novy-terminal-a-drahu-investuje-27-miliard-7445.html>

[16] International Monetary Fund, *Special Drawing Right (SDR)* [online]. 2019, [cit. 2019-07-22]. Dostupné z: <https://www.imf.org/en/About/Factsheets/Sheets/2016/08/01/14/51/Special-Drawing-Right-SDR>

[17] *SITA Baggage Report 2016* [online]. IATA, 2015. [cit. 2019-07-05]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/baggage-report-2016>

[18] *Resolution R740* [online]. IATA, 2017 [cit. 2019-08-03]. Dostupné z: <https://fr.scribd.com/document/310481977/IATA-Resolution-740-Bagtag-Spec>

[19] *IATA recommended practice 1740A* [online]. IATA, 2017 [cit. 2019-08-03]. Dostupné z: <https://fr.scribd.com/document/310481977/IATA-Resolution-740-Bagtag-Spec>

[20] *IATA recommended practice 1740C* [online]. IATA, 2017 [cit. 2019-08-03]. Dostupné z: <https://fr.scribd.com/document/310481977/IATA-Resolution-740-Bagtag-Spec>

[21] Extranet Flight Application. *Smartwings group* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://app.smartwings.net/efa>

[22] Öztürk, Hakan. BagTracking. *TAV Technologies Deputy General Manager* [online]. 2017, [cit. 2019-05-29]. Dostupné z: <http://www.tavtechnologiesnews.com/yazilar/Bag-Tracking-En.pdf>