



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA DOPRAVNÍ

Martin Kasl

Implementace nových technologií do prostředí osobní  
letecké dopravy

Diplomová práce

**2019**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



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

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE** (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Bc. Martin Kasl**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**N 3710 – LA – Logistika a řízení dopravních procesů**

Název tématu (česky): **Implementace nových technologií do prostředí  
osobní letecké dopravy**

Název tématu (anglicky): Implementation of new technologies in passenger aviation  
environment

### **Zásady pro vypracování**

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

- Úvod do současného prostředí osobní letecké dopravy: současná technologická vybavenost evropských letišť
- Nové technologie vyvíjené pro potřeby osobní letecké dopravy v krátkodobém, střednědobém i dlouhodobém horizontu implementace
- Implementace vybrané technologie do prostředí Letiště Václava Havla: ekonomické, technologické, provozní a sociální aspekty
- Zhodnocení implementace: ekonomické, technologické, provozní a sociální přínosy a negativa
- Doporučení plynoucí z rozboru implementace vybrané technologie



- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucí diplomové práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: HOLLOWAY, S. Straight and level: practical airline economics. 3rd ed. Surrey: Ashgate, 2008. ISBN 978-0-7546-7258-6.  
GRAHAM, A. Managing airports: an international perspective. Fifth edition. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2018. ISBN 978-1-138-28534-7.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petra Skolilová**

Datum zadání diplomové práce: **30. června 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 diplomové práce: **28. května 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. Tomáš Horák, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu logistiky a managementu dopravy

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



Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.

  
Bc. Martin Kasl  
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 30. června 2018

## Poděkování

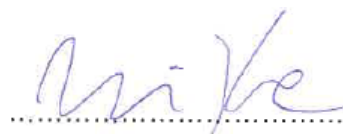
Rád bych poděkoval všem, kteří mi pomáhali se zpracováním této práce. Jmenovitě bych rád poděkoval Ing. Petře Skolilové za odborné vedení, konzultování diplomové práce a za rady, které mi poskytovala po celou dobu přípravy této práce. Zároveň bych rád poděkoval pánům Tomáši Vláčilovi a Martinu Zemberovi z Letiště Václava Havla a Tomáši Hudcovi ze společnosti SITA CZ, a.s. za umožnění přístupu k mnoha důležitým informacím a materiálům. V neposlední řadě mé díky patří rodině a přátelům za to, že mi byli oporou po celou dobu studia.

## Prohlášení

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

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

V Praze dne 28. května 2019



Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

IMPLEMENTACE NOVÝCH TECHNOLOGIÍ DO PROSTŘEDÍ OSOBNÍ LETECKÉ  
DOPRAVY

diplomová práce

červen 2019

Martin Kasl

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce „Implementace nových technologií do prostředí osobní letecké dopravy“ je analýza nových technologií automatizujících procesy odbavení cestujících a zavazadel na letištích. Pro každou technologii jsou tak představeny její přínosy a omezení pro fungování letišť. Pro technologii automatizovaných nástupních bran je provedena analýza možné pilotní implementace na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze z technologického, provozního a ekonomického hlediska.

ABSTRACT

The subject of the diploma thesis „Implementation of new technologies to passenger air transport environment“ is to provide an analysis of new technologies that enable automation of processes which comprise passenger and baggage check-in at airports. Benefits and constraints for airports operation are therefore presented for each technology. For Self-service boarding gates technology an implementation analysis from technological, operational and economical perspective is performed.

## KLÍČOVÁ SLOVA

letiště, automatizované technologie, samoobslužné odbavovací kiosky, samoobslužné zařízení na odbavení zavazadel, automatizované nástupní brány, implementační analýza

## KEY WORDS

airports, automated technology, self-check-in kiosk, self-bag drop systems, self-service boarding gates, implementation analysis

## Seznam použitých zkratek

ANB	Automatizované nástupní brány
BHS	Baggage Handling Systems - Systémy zajišťující manipulaci se zavadly v rámci jejich pohybu letištěm po odbavení
CAH	Czech Airlines Handling
CUTE	Informační systém letiště, který je provozován na automatizovaných odbavovacích zařízeních a umožňuje připojení leteckých společností (prostřednictvím jejich informačních systémů) na tato zařízení.
EU	Evropská Unie
GDPR	Obecné nařízení evropské unie o ochraně osobních údajů
IAG	International Airlines Group
IATA	The International Air Transport Association (Mezinárodní asociace leteckých dopravců)
RFP	Request for proposal – žádost o předběžnou nabídku
RTG	Rentgenové
SBD	Self Bag Drop
SCHK	Self Check-in Kiosks
UAT	User Acceptance Test
ÚCL	Úřad pro civilní letectví

## Obsah

ÚVOD .....	8
<b>1. OSOBNÍ LETECKÁ DOPRAVA A NOVÉ TECHNOLOGIE .....</b>	<b>9</b>
1.1 OSOBNÍ LETECKÁ DOPRAVA A LETIŠTĚ .....	9
1.1.1 Segmentace letišť dle velikosti .....	10
1.2 KONSTANTNÍ ROZVOJ OSOBNÍ LETECKÉ DOPRAVY .....	10
1.2.1 Celosvětový vývoj hlavních přepravních ukazatelů .....	10
1.2.2 Rozvoj OLD a její infrastruktury v Evropě .....	12
1.3 DEFINICE PRŮCHODU CESTUJÍCÍHO LETIŠTĚM .....	15
1.4 NOVÉ TECHNOLOGIE PRO PODPORU ODBAVENÍ CESTUJÍCÍCH .....	17
1.4.1 Průchod cestujících na Letišti Václava Havla a jeho technologické zajištění .....	19
<b>2. ANALÝZA NOVÝCH TECHNOLOGIÍ AUTOMATIZACE PRŮCHODU CESTUJÍCÍHO LETIŠTĚM .....</b>	<b>20</b>
2.1 SELF CHECK-IN KIOSKY .....	21
2.1.1 Princip fungování .....	21
2.1.2 Přínosy automatizované technologie .....	23
2.1.3 Náklady a omezení .....	27
2.2 SELF BAG DROP ZAŘÍZENÍ .....	28
2.2.1 Princip fungování .....	28
2.2.2 Přínosy automatizované technologie .....	31
2.2.3 Náklady a omezení .....	37
2.3 ZAŘÍZENÍ AUTOMATIZOVANÉ KONTROLY DOKLADŮ CESTUJÍCÍHO .....	37
2.3.1 Princip fungování .....	38
2.3.2 Přínosy automatizované technologie .....	40
2.3.3 Náklady a omezení .....	42
2.4 DALŠÍ TECHNOLOGIE PODPORUJÍCÍ AUTOMATIZACI LETIŠTNÍHO PROVOZU .....	42
2.4.1 Biometrika .....	42
2.4.2 RFID .....	45
2.4.3 Permanentní přívěsky na zavazadla .....	47
<b>3. IMPLEMENTAČNÍ ANALÝZA AUTOMATIZOVANÝCH NÁSTUPNÍCH BRAN NA LETIŠTI VÁCLAVA HAVLA V PRAZE .....</b>	<b>50</b>
3.1 ÚVODNÍ PŘEDSTAVENÍ TECHNOLOGIE .....	50
3.2 TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY IMPLEMENTACE .....	51
3.2.1 Specifikace zařízení .....	51
3.2.2 Základní parametry pilotní implementace .....	52



3.2.3 Činnosti před zahájením implementace .....	52
3.2.4 Další předpoklady zahájení implementace.....	55
3.2.5 Činnosti realizované během implementace.....	55
3.2.6 Harmonogram implementace .....	56
3.3 PROVOZNÍ ASPEKTY A DOPADY IMPLEMENTACE .....	58
3.3.1 Dopad implementace na provoz letiště .....	58
3.3.2 Zrychlení času kontroly cestujících při nástupu na palubu letadla .....	58
3.3.3 Změna náplně práce palubního personálu.....	59
3.3.4 Personální úspora.....	60
3.4 EKONOMICKÉ ASPEKTY A DOPADY IMPLEMENTACE.....	64
3.4.1 Možné přístupy k financování implementace .....	64
3.4.2 Náklady, výnosy a úspory vzniklé implementací ANB .....	65
3.4.3 Hodnocení investice.....	68
3.5 OMEZENÍ A RIZIKA IMPLEMENTACE ANB .....	73
3.5.1 Kontrola dokladů totožnosti cestujících.....	73
3.5.2 Odebírání příručních zavazadel cestujícím .....	74
3.5.3 Technologická vybavenost leteckých společností .....	74
3.6 ZHODNOCENÍ IMPLEMENTACE ANB .....	75
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>77</b>
<b>SEZNAM ZDROJŮ: .....</b>	<b>79</b>

## Úvod

Osobní letecká doprava zažívá v posledních desítkách let bouřlivý rozvoj. Počty přepravených cestujících i pohybů letadel neustále rostou a tento druh dopravy využívá stále větší část populace. Intenzivní a pokračující růst s sebou přináší nejen pozitivní efekty ale i zvýšené nároky na infrastrukturu letecké dopravy, která musí na rozvoj adekvátně reagovat. Mezi klíčovou infrastrukturu patří letiště, jejichž kapacity by měly být rozšiřovány pro zvládnutí čím dál většího toku cestujících i letadel. Letiště musí zároveň disponovat efektivním nastavením procesů odbavení cestujících pro zajištění jejich rychlého a bezpečného odbavení. Navyšování kapacit a rozšiřování letišť je nákladným a časově náročným procesem, který není často realizován ve stejné intenzitě jako růst osobní letecké dopravy. Jedním z řešení, jak zajistit efektivní odbavení stále většího počtu cestujících, je využití moderních technologií, které procesy na letištích automatizují. A právě využití automatizovaných technologií pro zvládnutí rostoucích objemů osobní letecké dopravy, je mou motivací pro napsání této diplomové práce.

Jedním z cílů mé diplomové práce je tak popsat, jakým způsobem infrastruktura letišť reaguje na rostoucí počty cestujících z pohledu rozšiřování kapacit a nastavení procesů odbavení cestujících. Mezi další cíle práce patří představení technologií, které mohou jednotlivé procesy odbavení cestujících na letištích automatizovat a popis toho, jak může automatizace zvýšit kapacitu a efektivitu odbavovacích procesů. Zároveň v této práci provedu analýzu pilotní implementace technologie automatizovaných nástupních bran (sloužících k automatizaci nástupu cestujících do letadel) na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze. Posledním a hlavním cílem mé diplomové práce je tak popsat technologické, provozní a ekonomické aspekty implementace, její rizika a celkové zhodnocení.

Významným podkladem pro zpracování teoretických i praktických kapitol této práce mi byly konzultace a podklady od zástupců Letiště Václava Havla v Praze i společnosti SITA, která je předním dodavatelem automatizovaných technologií na světová letiště. Pro účely této práce je analýza procesů na letištích i využití automatizovaných technologií provedena se zaměřením na odlétající cestující.

# 1. Osobní letecká doprava a nové technologie

Osobní letecká doprava (OLD) má za sebou několik desetiletí prudkého rozvoje a tempo jejího růstu by v následujících letech mělo nadále pokračovat. V této kapitole pomocí statistik ilustruji velikost celosvětové i evropské expanze OLD v čase a představuji, jaké technologie a procesy letiště v současné době využívají pro efektivní odbavení stále většího počtu cestujících.

## 1.1 Osobní letecká doprava a letiště

V této diplomové práci se zabývám osobní leteckou dopravou. Cílem OLD je komerční přeprava osob a jejich zavazadel převážně na velké vzdálenosti. Pro zajištění fungování OLD je vytvořen logistický řetězec, na jehož začátku jsou lidé v počáteční destinaci a na jehož konci jsou lidé v cílové destinaci. Pro docílení tohoto stavu využívá logistický řetězec velké množství prostředků a zařízení, které lze rozdělit na [1]:

- prostředky leteckého dopravce,
- prostředky řízení letového provozu,
- letištní prostředky.

Právě letištními částmi logistického řetězce se v této diplomové práci zabývám. Existence letišť je totiž pro fungování OLD naprosto klíčová, mezinárodní organizace civilní letectví (ICAO) definuje letiště jako „*systém tvořený soustavou prvků infrastruktury, zařízení, technologií a personálu, které společně poskytují služby a servis cestujícím OLD, leteckému nákladu a letadlům leteckých společností*“. [2] Letiště jsou tak intermodálním rozhraním mezi zemí a leteckou dopravou a poskytují především [2]:

- zařízení pro cestující, zavazadla a letecký náklad,
- servisní zázemí pro letadla,
- vstupní a výstupní zařízení pro mezinárodní cestující, zavazadla a náklad.

Letiště je rovněž možné považovat za logistický systém, protože na přípravě a realizaci každého letu se svými výkony podílí velké množství aktérů a jejich realizované procesy musí být většinou splněny v definovaných časových intervalech. Jednotlivé procesy probíhají na místech, která lze z provozního hlediska rozdělit na [1]:

- Veřejnou venkovní část (landside), kde probíhají všechny aktivity spojené s příjezdem a odjezdem cestujících (včetně parkování).
- Odbavovací budovu (terminál), kde probíhá obchodní odbavení cestujících a jejich zavazadel.
- Veřejně nepřístupná venkovní část (airside), kde probíhá odbavení letadel, jejich pojiždění, vzlety a přistání.

V mé diplomové práci popisují zařízení a procesy, které jsou součástí odbavovací budovy (terminálu).

Vzhledem k neustálému růstu počtu cestujících se letiště musí soustavně vyvíjet, tak aby nebyla překážkou, ale naopak podporou pro další rozvoj OLD. Tématem této diplomové práce je jeden ze způsobů, jakým letiště (jako součást logistického řetězce letecké dopravy) mohou zvládat stále větší počet cestujících - tedy využití nových technologií v rámci odbavení cestujících na letišti.

### 1.1.1 Segmentace letišť dle velikosti

Letiště lze rozdělit do kategorií dle různých kritérií. Pro účely této práce je využito členění letišť dle velikosti, která se nejčastěji definuje na základě údaje o počtu cestujících, které letiště za danou časovou jednotku odbaví. Obecně jsou tak letiště dělena na malá, středně velká a velká. V tabulce 1 jsou znázorněny škály počtu cestujících definující jednotlivé kategorie letišť. [3]

Tabulka č. 1 – Segmentace letišť dle počtu odbavených cestujících (zdroj: ACI)

Počet odbavených cestujících (v milionech)	Odpovídající kategorie letiště
0 - 10	Malá letiště
10 - 25	Středně velká letiště
Více než 25	Velká letiště

V dalších praktických kapitolách se v této práci zabývám primárně středně velkými letišti, mezi která patří i Letiště Václava Havla v Praze.

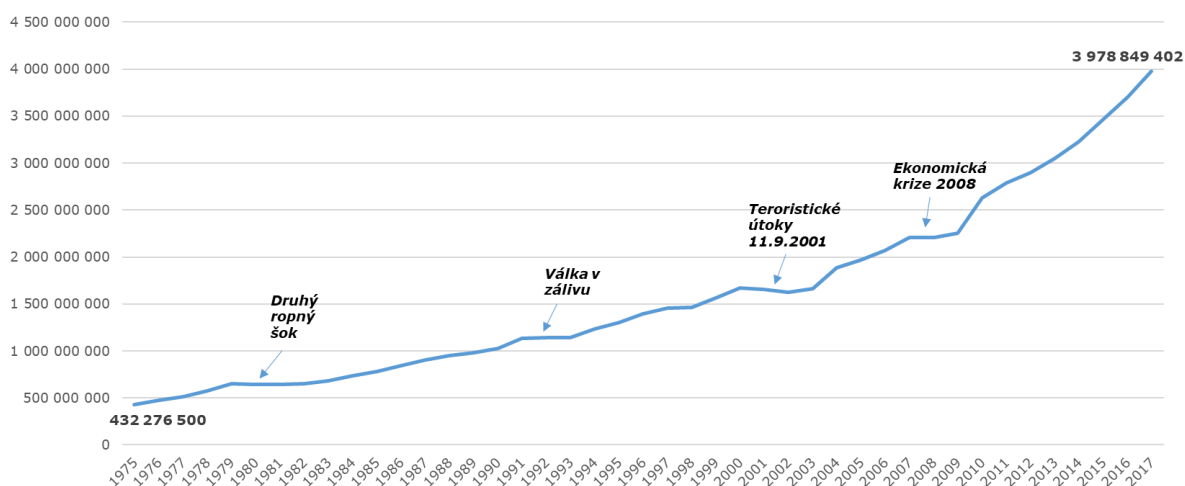
## 1.2 Konstantní rozvoj osobní letecké dopravy

Růst přepravních ukazatelů OLD můžeme analyzovat z pohledu celosvětového a evropského vývoje.

### 1.2.1 Celosvětový vývoj hlavních přepravních ukazatelů

Rozvoj OLD lze ilustrovat pomocí několika charakteristik. Jedním z nejvíce vypovídajících ukazatelů, který dokresluje velikost růstu OLD, je celosvětový počet osob přepravených v rámci komerční OLD. Vývoj tohoto ukazatele od roku 1975 do roku 2017 zobrazují na obrázku 1. [4]

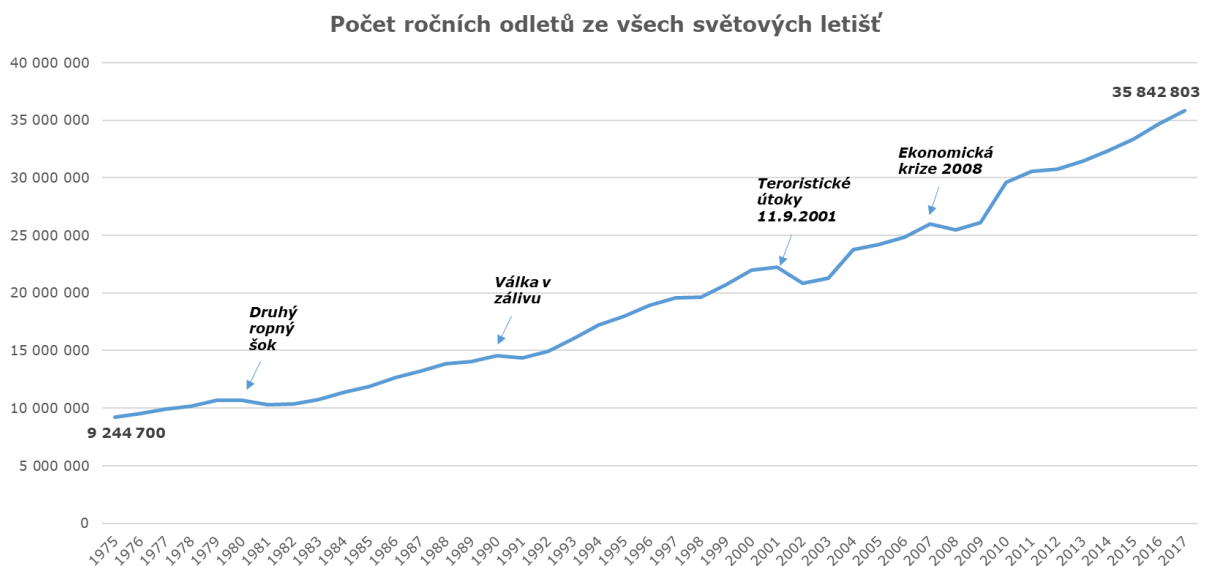
**Celosvětový počet přepravených cestujících v OLD**



Obrázek č. 1. – Vývoj celosvětového počtu cestujících OLD (zdroj: Světová banka)

Statistika, kterou uvádím v tomto grafu potvrzuje mohutný rozvoj OLD v posledních 40 letech. Počet přepravených cestujících byl v roce 2017 téměř desetkrát větší než v roce 1975 a na komerčních letech tak bylo v tomto roce přepraveno téměř 4 miliardy cestujících. Ekonomické problémy a krize, které světovou ekonomiku od roku 1975 postihly, nezastavily výrazným způsobem růst v počtu přepravených cestujících. Meziroční pokles přinesly pouze události vyznačené v grafu výše, tedy např. teroristické útoky v New Yorku v roce 2001 a ekonomická krize v roce 2008. Všechny tyto události však znamenaly pouze mírný meziroční pokles v počtu přepravených cestujících, který netrval déle než 2 roky. Jedním z faktorů, který přispěl k tomu, že tyto krize přinesly spíše stagnaci, než pokles, je prudký rozvoj OLD v rozvíjejících se zemích a to především v Číně a Indii. Tamní tempo růstu v počtu přepravených cestujících totiž kompenzovalo pokles v Americe a západní Evropě. Světové problémy se tak na OLD projeví spíše poklesem zisků a tržeb leteckých společností než poklesem přepravních výkonů. [5] Od roku 2010 navíc OLD ještě zvýšila tempo svého růstu a objem přepravených cestujících během těchto 8 let vzrostl o více než 50 %.

Potvrzení prudkého růstu OLD v posledních letech lze dokreslit i dalším údajem a to počtem ročních odletů ze všech světových komerčních letišť. Na obrázku 2 je zobrazen graf, který zobrazuje vývoj této hodnoty od roku 1975 do roku 2017. Ten ukazuje stejné rostoucí charakteristiky jako u počtu přepravených cestujících. [6]



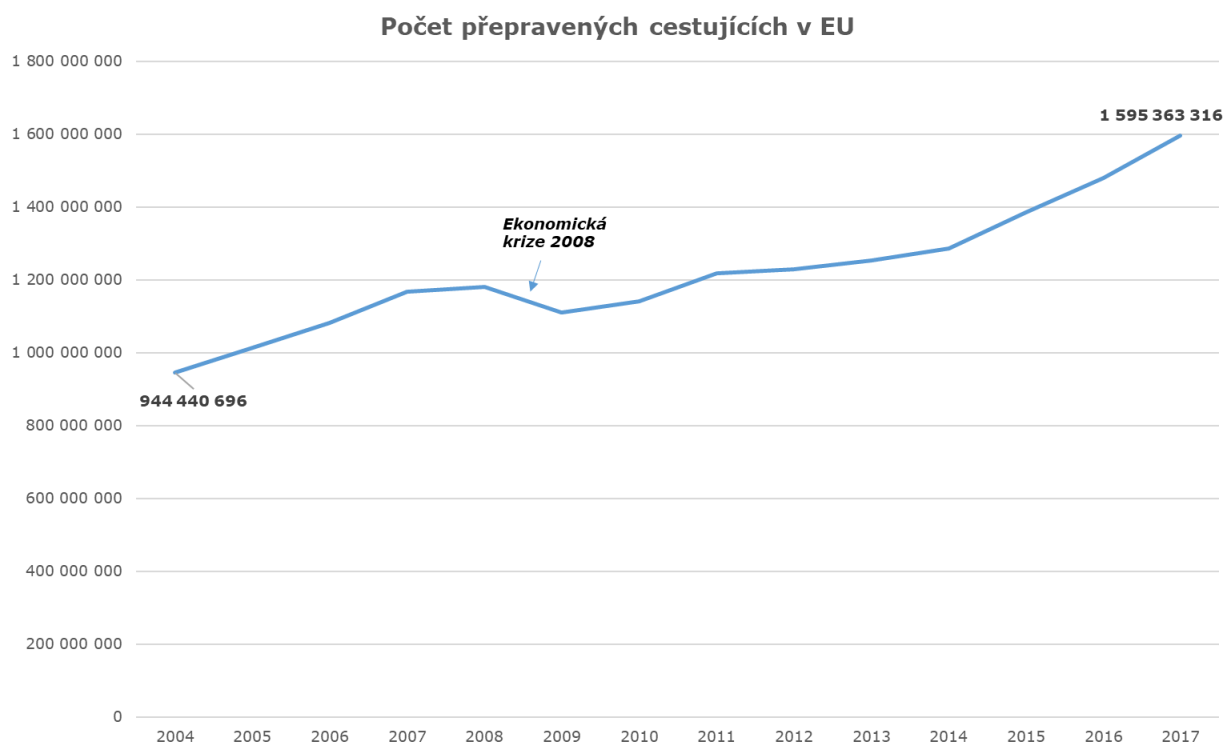
Obrázek č. 2. - Počet ročních odletů ze světových letišť (zdroj: Světová banka)

Roční počet odletů ze všech světových letišť byl v roce 2007 téměř čtyřikrát větší než v roce 1975 a každý rok tak dohromady v tomto roce odstartovalo více než 35 milionů letů. Menší tempo růstu, než u počtu přepravených cestujících je způsobeno tím, že dopravci na lety nasazují stále větší letadla. Jinak však obě křivky vykazují stejné charakteristiky, tedy trvalý růst, s výjimkou let, ve kterých probíhaly události, které postihly světovou ekonomiku a způsobily pouze mírný meziroční pokles.

### 1.2.2 Rozvoj OLD a její infrastruktury v Evropě

Hodnoty uvedené v předchozí kapitole jsou tvořeny údaji z celého světa a růst v ukazatelích je tak podpořen expanzí letecké dopravy v rozvíjejících se ekonomikách, především v Asii. V Číně a dalších rozvíjejících se ekonomikách je rozvoj letecké dopravy spojen s rozvojem infrastruktury a vstupu letecké dopravy do nových oblastí.

Pro ilustraci rozvoje letecké dopravy v zemích s rozvinutou ekonomikou se můžeme podívat do evropského prostoru a posoudit, zda nárůst v počtu přepravených cestujících a pohybu letadel koresponduje s rozvojem infrastruktury. Evropský statistický úřad Eurostat sbírá data o OLD pro všechny současné členy EU (včetně Velké Británie) od roku 2004. Graf na obrázku 3 znázorňuje vývoj v ročním počtu přepravených cestujících OLD na letech z EU, do EU a v rámci EU mezi roky 2004 a 2017 (data z přechodných let nemá evropský statistický úřad kompletní). [7]



Obrázek č. 3. – Vývoj počtu přepravených cestujících OLD v EU (zdroj: Eurostat)

Tempo růstu počtu přepravených cestujících OLD je v zemích EU nižší než celosvětové hodnoty, avšak jeho hodnota mezi roky mezi roky 2004 a 2017 vzrostla o téměř 70 % a mezi roky 2010 a 2017 o téměř 40 %. Počet cestujících tedy i v Evropě výrazně roste a tento nárůst by měl být reflektován vývojem infrastruktury evropských letišť.

Pro ilustraci toho, jak infrastruktura letišť reaguje na velký nárůst v počtu přepravených cestujících OLD, se lze podívat na počet letišť, které aktuálně leží na území EU (v současné podobě, včetně Velké Británie). Vývoj počtu letišť v EU, které ročně odbaví více než 15 000 cestujících zobrazuje graf na obrázku 4. [8]

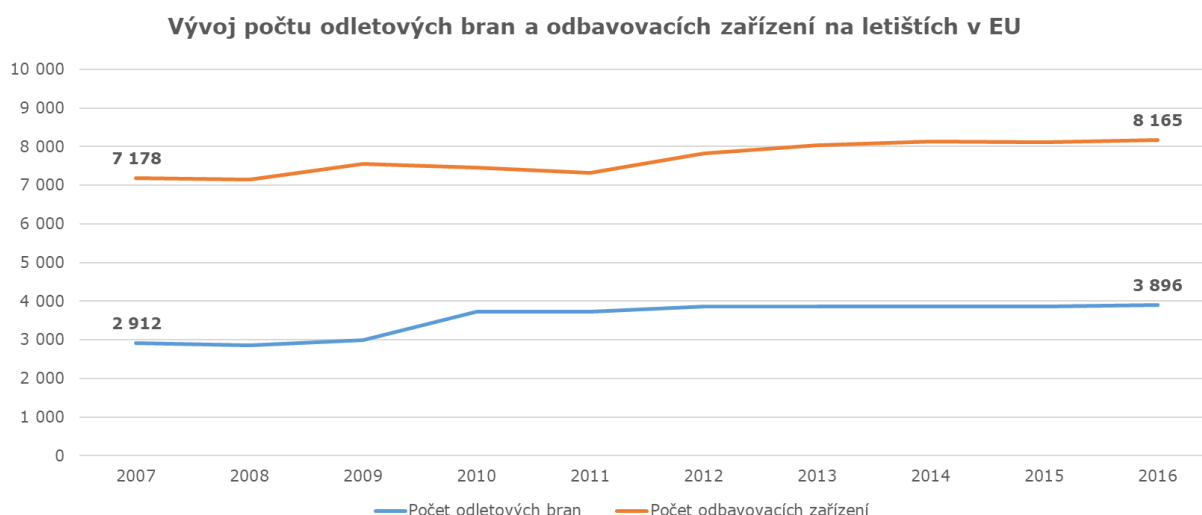


Obrázek č. 4. – Vývoj počtu letišť na území EU (zdroj: Eurostat)

Z grafu je patrné, že počet letišť v EU neroste zdaleka tak rychle, jako počet přepravených cestujících. Mezi roky 2004 a 2016 se počet letišť EU zvýšil o 24 ze 435 na 459, tedy o 5,5 %. V období po skončení ekonomické krize, tedy od roku 2010, které je charakteristické prudkým nárůstem OLD, přibyla v EU pouhá 4 letiště, která odbaví více než 15 000 cestujících ročně. Počet cestujících v EU tedy roste sedmkrát rychleji než počet letišť, která se tak musí dokázat vypořádat se stále větším náporům cestujících.

Samotný počet letišť však není sám o sobě vypovídajícím údajem o reakci evropské infrastruktury na nárůst OLD. I přes to, že počet letišť zůstává relativně konstantním, evropské země mohou na zvýšený objem cestujících reagovat rozšiřováním letišť, namísto výstavby nových. Pro vykreslení toho, jak evropská letiště expandují, je možné zkoumat celkový počet prvků letecké infrastruktury v Evropě a jejich vývoj v posledních letech. Graf na obrázku 5 zobrazuje vývoj celkového počtu odbavovacích zařízení (Check-in kiosky) a odletových bran (gatů) na všech letištích v EU od roku 2007 do roku 2016 (data z přechozích let nemá evropský statistický úřad kompletní). Údaje Eurostat poskytuje v detailu členských zemí EU a nelze tak ověřit, že počty infrastruktury jsou evidovány pro všechna letiště uvedená v grafu na obrázku 4). [9]





Obrázek č. 5. – Vývoj v počtu prvků vybraných infrastruktur na letištích v EU (zdroj: Eurostat)

Budování nových odletových bran a odbavovacích zařízení částečně koresponduje s růstem cestujících OLD v posledních letech. Mezi roky 2007 a 2016 se jejich počet zvýšil o 34 % respektive 14 %. Při porovnání dynamiky růstu přepravených cestujících v pokrizových letech 2010 – 2016, s nárůstem počtu odletových bran, respektive odbavovacích zařízení, lze zjistit, že růst těchto infrastruktur nereaguje dostatečně na růst v počtu přepravených cestujících. Zatímco počet cestujících komerční osobní letecké dopravy v EU se během těchto let zvýšil o 41 %, počet odbavovacích zařízení se zvýšil o 10 % a počet odletových bran narostl o pouhých 4 %.

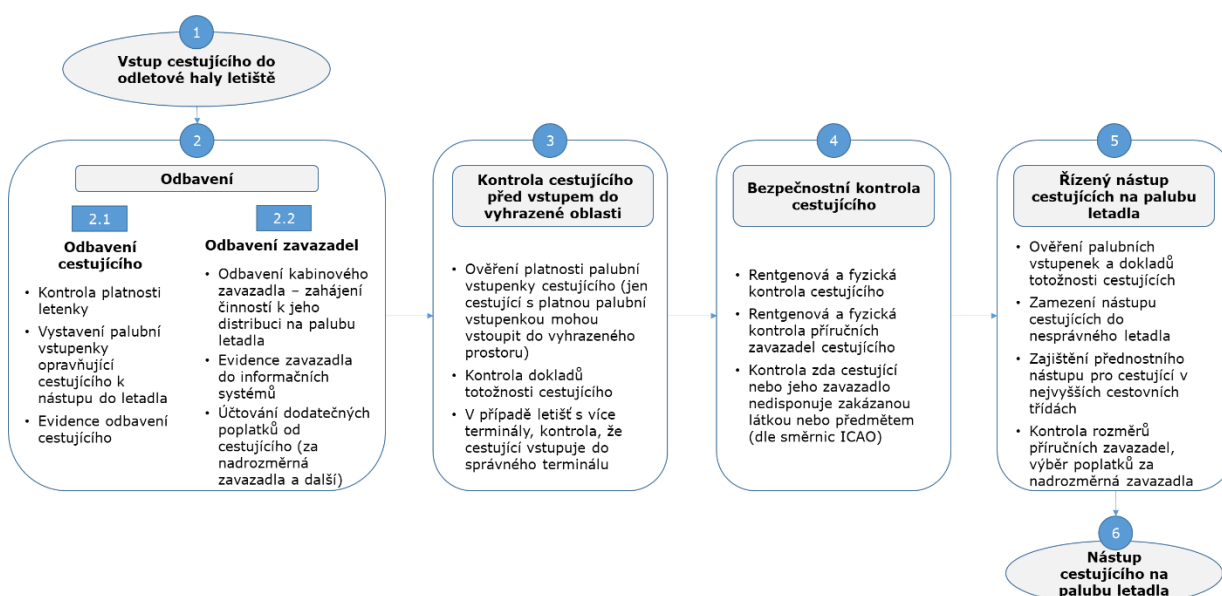
Při porovnání vývoje počtu přepravených cestujících v EU a rozvoje infrastruktury se tedy ukazuje, že rychlost budování nových prvků infrastruktury na evropských letištích neodpovídá růstu v počtu pasažérů. Je tak zřejmé, že evropská letiště musí být schopna odbavit čím dál tím větší množství cestujících při stejném nebo (v porovnání s růstem cestujících) mírně zvýšeném počtu prvků jejich infrastruktury. Aby bylo možné zvýšený počet cestujících odbavit bez dopadů na provoz a vzniku zpoždění, je nutné, aby procesy odbavení v rámci průchodu cestujícího letišti probíhaly efektivněji a rychleji. Jedním ze způsobů, jak zvýšit efektivitu a rychlost odbavení cestujících, je využití nových automatizovaných technologií, kterými se zabývám v této diplomové práci.

### 1.3 Definice průchodu cestujícího letišťem

Průchod cestujícího letišťem od jeho vstupu do odletové haly až po nástup na palubu letadla je tvořen několika procedurami - procesními úkony, které jsou nezbytné pro řízený a bezpečný průchod letišťem. Tyto procedury často zahajují realizaci sledu dalších činností, které mají za cíl:

- Ověření totožnosti a platnosti letenky/palubní vstupenky cestujícího.
- Zajištění, aby se cestující dostavil do správné části letiště.
- Bezpečnostní prověření cestujícího i jeho zavazadel.
- Zajištění přesunu zavazadla cestujícího z odletové haly do nákladního prostoru správného letadla.
- Evidence cestujícího v informačních systémech letiště i letecké společnosti.
- Zajištění nástupu cestujícího do správného letadla.

Průchod cestujícího letištěm a absolvování jednotlivých procedur tak lze chronologicky znázornit pomocí schématu na obrázku 6. Zde uvedené procedury jsou definovány pouze pro průchod odlétajícího cestujícího, který v této diplomové práci dále rozvíjím a analyzuji.



Obrázek č. 6. – Schéma průchodu odlétajícího cestujícího letištěm (zdroj: autor)

*Pozn. V případě, že cestující využije možnost svého odbavení z domova, začíná jeho průchod letištěm krokem 2.2 (pokud chce odbavit své zavazadlo), respektive 3 (pokud cestuje pouze s příručním zavazadlem).*

Všichni cestující, kteří odlétají z letiště, musí dané procedury absolvovat, jejich uskutečnění je totiž nutnou podmínkou pro řízení toku cestujících a zavazadel letištěm, zajištění bezpečnosti OLD a evidence cestujících v informačních systémech letiště a leteckých společností. Realizace jednotlivých procedur je tedy nezbytnou podmínkou fungování letišť, klade však na letiště velké nároky, především v těchto oblastech:

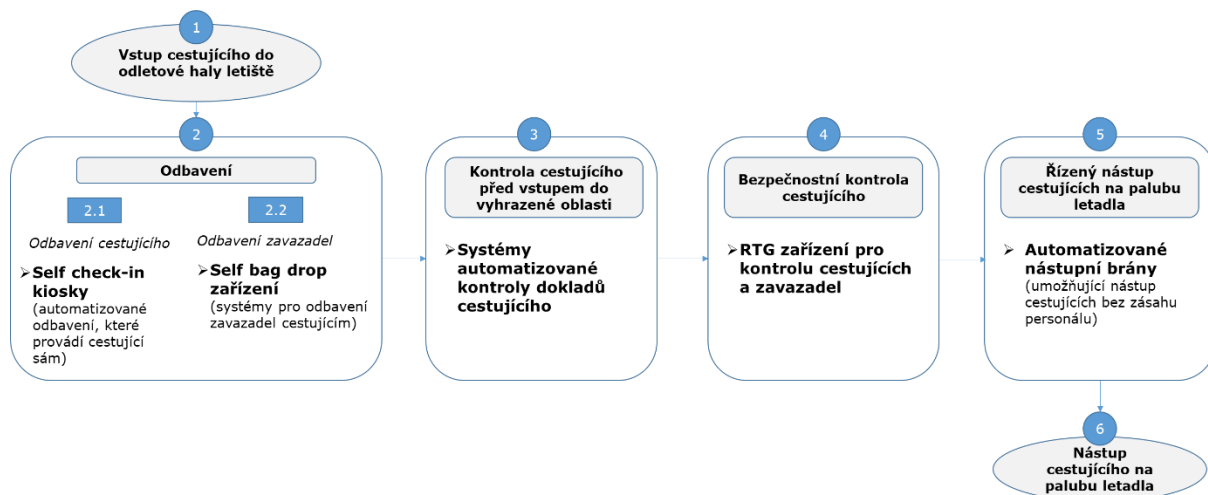
- **Infrastruktura** – letiště musí mít dostatečnou kapacitu prostor a zařízení pro efektivní realizaci všech procedur v požadované době. Jednotlivé prostory a zařízení musí být umístěny dle posloupnosti průchodu cestujícího letištěm.
- **Personál** – zajištění všech procesních kroků jednotlivých procedur zajišťuje velké množství zaměstnanců.

- **Ekonomika** - na zajištění všech procedur musí letiště vynakládat značné množství provozních nákladů. Například náklady na zajištění procedur bezpečnosti tvoří po 11. září 2001 průměrně 20 % všech provozních nákladů letišť (před událostmi 11. září to bylo 9 %). [10]

Absolvování každé procedury navíc vyžaduje interakci letištního personálu s cestujícími a realizace všech činností, v rámci dané procedury, zabírá velkou část času, kterou cestující na letišti stráví. Prostory, kde jsou jednotlivé procedury realizovány, mají omezený počet potřebných zařízení s definovanou kapacitou a představují tak potenciální úzká místa průchodu cestujícího letištem. V případě provozních špiček mohou v těchto prostorách vznikat fronty a prodlužovat se čas, který cestující stráví na letišti čekáním ve frontě.

#### **1.4 Nové technologie pro podporu odbavení cestujících**

V předchozí kapitole ukazují, že průchod odlétajícího cestujícího letištem je složen z několika procedur, jejichž realizace je nutná pro organizaci a bezpečnost letišť. Tyto procedury jsou realizovány v prostorách a na zařízeních s omezenou kapacitou. V době provozních špiček tak může docházet ke vzniku front a prodlužování čekacího času cestujících. Vzhledem k tomu, že počet cestujících v OLD neustále roste, letiště musí být schopna, ve svých prostorách (které se často nerozšiřují dostatečnou rychlostí, jak naznačuji v kapitole 1.2.2 Rozvoj OLD a její infrastruktury v Evropě), odbavit stále větší množství cestujících. Jedním ze způsobů jak zabránit tomu, aby odbavení stále rostoucího počtu cestujících neznamenal omezení provozu letišť a delší čekací časy pro cestující, je využití nových technologií. Ty umožňují jednotlivé procesy zefektivnit, zkrátit čas jejich realizace a zvýšit kapacitu každé z procedur, které definuji v kapitole 1.3 Definice průchodu cestujícího letištem Pro každou tuto proceduru, s výjimkou bezpečnostní kontroly, totiž existují technologie, které dokáží při běžném provozu nahradit lidský faktor. Po implementaci těchto technologií tak průchod cestujícího probíhá automatizovaně, s minimálním zásahem personálu letiště, a cestující většinu procedur realizuje samoobslužně na jednotlivých zařízeních. Technologie, které lze pro automatizaci využít, jsou přiřazeny jednotlivým procedurám průchodu cestujícího letištem na obrázku 7. Detailní analýzu principu fungování a výhod jednotlivých technologií, pro automatizovaný průchod cestujícího letištem, uvádím v následujících kapitolách.



Obrázek č. 7. – Přiřazení technologií procedurám průchodu cestujících (zdroj: autor)

Rentgenové (RTG) technologie u bezpečnostních kontrol jsou dnes standardem na všech letištích. Jejich primární funkcí je kontrola obsahu zavazadel formou RTG snímků, které slouží jako podklad pro práci jejich lidské obsluhy a neslouží tedy k automatizaci celkového procesu bezpečnostní kontroly. V této diplomové práci se tak RTG zařízeními nadále nezabývám.

V mé diplomové práci tak dále popisuji technologie, které umožňují plnou automatizaci jednotlivých procedur. Jedná se o:

- Kiosky pro automatizované odbavení cestujících (dále jen Self check-in kiosky).
- Systémy pro odbavení zavazadel cestujícím (dále jen Self bag drop systémy).
- Systémy automatizované kontroly dokladů cestujících.
- Automatizované nástupní brány.

Na obrázku 8 je zobrazeno, jak jsou uvedené technologie využity v rámci průchodu cestujících letištěm (konkrétní příklad ze Singapurského letiště Changi). [11]



Obrázek č. 8. – Využití automatizovaných technologií při průchodu cestujících Singapurským letištěm (zdroj: Letiště Singapur)

Všechny výše uvedené technologie jsou již využívány v reálných provozech letišť, procento světových letišť, která jednotlivé technologie využívají, jsou zobrazena v tabulce 2. [10]

Tabulka č. 2 – Využití automatizovaných technologií na světových letištích (zdroj: Anne Graham)

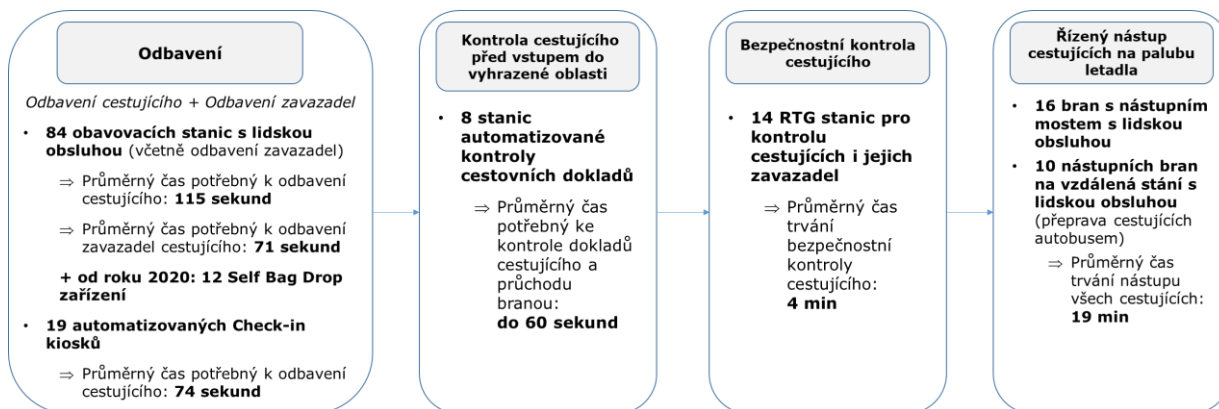
Technologie	Procento z počtu světových letišť využívajících danou technologii (2016)
<b>Automatizované Check-in kiosky</b>	91 %
<b>Self bag drop (částečně automatizovaný)</b>	51 %
<b>Self bag drop (plně automatizovaný)</b>	26 %
<b>Automatizované nástupní brány</b>	19 %

Data tedy ukazují, že nejvíce jsou v současné době využívány Check-in kiosky, na kterých se mají cestující možnost odbavit na většině letišť. Na více než polovině světových letišť je také částečně automatizované odbavení zavazadel cestujícím. Nejméně jsou na světových letištích zatím implementovány automatizované nástupní brány. Data o využití systémů automatických kontrol cestovních dokladů nejsou k dispozici, ale vzhledem k relativnímu stáří této technologie se dá předpokládat větší úroveň využití než u automatických nástupních bran. Nejmenší úroveň rozšíření technologie automatizovaných nástupních bran je důvodem pro zpracování implementační analýzy této technologie v rámci diplomové práce.

Tlak na využívání nových automatizovaných technologií na letištích existuje rovněž ze strany leteckých společností. Asociace leteckých společností (IATA) například vyhlásila iniciativu „NEXXT“, na které spolupracují letecké společnosti, letiště a výrobci technologií. Ta má za cíl co největší možnou automatizaci a zrychlení procesů, v rámci průchodu cestujícího letišťem, při maximálním využití moderních technologií. Ambiciózním cílem této iniciativy je, aby v roce 2020 mělo 80 % globálních cestujících OLD při odletu možnost, v rámci svého průchodu letišťem, využít, pro realizaci většiny procedur, automatizovaných technologií. [10]

#### **1.4.1 Průchod cestujícího na Letišti Václava Havla a jeho technologické zajištění**

Technologické zajištění realizace jednotlivých procedur průchodu cestujícího na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze, včetně technologických parametrů jednotlivých zařízení, je zobrazeno na obrázku 9. [12,13]



Obrázek č. 9. – Charakteristiky odbavovacích bodů na pražském letišti (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla)

*Pozn. Uvedené počty infrastruktury jsou výhledovým stavem pro rok 2020 po dokončení právě probíhajících rekonstrukcí a budování nových prvků infrastruktury.*

Na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze jsou v současné době, automatizované technologie využívány pro zajištění odbavení cestujících (pomocí Self Check-in kiosků) a pro kontrolu cestujících při vstupu do vyhrazené oblasti (pomocí automatizovaných stanic kontroly palubních vstupenek). Od roku 2020 budou navíc v provozu Self Bag Drop zařízení pro automatizované odbavení zavazadel cestujícím. Letiště tak v současné době nevyužívá automatizovaných nástupních bran pro nástup cestujících bez interakce personálu letiště. [13] Absence tohoto zařízení je důvodem vzniku implementační analýzy automatizovaných nástupních bran na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze, která je obsažena v dalších částech mé práce.

## 2. Analýza nových technologií automatizace průchodu cestujících letišťem

V této diplomové práci analyzuji technologie, které lze využít pro automatizaci procesů každé procedury během průchodu cestujících letišťem. Jedná se tedy o:

- Self check-in kiosky pro vlastní odbavení cestujícím.
- Self bag drop systémy pro odbavení zavazadel cestujícím.
- Systémy automatizované kontroly dokladů cestujících.

U těchto technologií v následujících kapitolách popisují princip jejich fungování, společně s výčtem přínosů a omezení. Přínosy uvedených technologií jsou demonstrovány různými pohledy, především pomocí:

- Zvýšení propustnosti letiště a úspor průměrného času, který trvá zpracování procedury, na kterou je systém nasazen.

- Úspory v počtu personálu, který je díky nasazení technologie ušetřen.
- Snížení provozních nákladů realizace dané procedury způsobené nasazením nové technologie.

Vybrané přínosy pak demonstruji na příkladu provozu Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze. V případě automatizovaných technologií, které jsou již na Terminálu implementovány, jsou srovnány jejich provozní charakteristiky se stavem před automatizací. V případě technologií, které doposud implementovány nebyly, jsou odhadnuty přínosy, které jejich implementace může znamenat pro reálný provoz Terminálu 2.

Zároveň pro každou technologii definuji náklady, které letiště musí na pořízení vynaložit. Současně identifikuji omezení a rizika každé technologie.

V rámci kapitoly také popisují technologie, které podporují a dále zefektivňují automatizaci procesů průchodu cestujícího letišťem, jedná se o:

- Biometriku.
- RFID.
- Permanentní přívěsky na zavazadla.

Jak jsem již uvedl, analyzuji v této práci technologie, které lze využít v rámci průchodu odlétajícího cestujícího letišťem. Proces průchodu přilétajícího cestujícího letišťem je značně odlišný a jeho popis a využití technologií není předmětem této práce. Analýza automatizovaných nástupních bran je pak provedena v následující kapitole, v rámci detailní implementační analýzy.

## **2.1 Self Check-in kiosky**

Self Check-in kiosky (SCHK) jsou zařízení, která umožňují automatizované odbavení cestujících.

### **2.1.1 Princip fungování**

Pro to, aby SCHK mohly umožnit odbavení, které na nich cestující vykonává sám bez interakce letištního personálu, musí být schopny realizovat několik funkcí. Vlastní odbavení má za cíl zaznamenat do systémů letiště i letecké společnosti, že se cestující odbavil k odletu, vystavit cestujícímu palubní vstupenku, která ho opravňuje k nástupu do letadla a případně od cestujícího vybrat poplatek za dodatečné služby. Všechny tyto procedury musí SCHK realizovat způsobem, který bude pro cestujícího srozumitelný a intuitivní. Zároveň musí být zařízení schopné ověřit totožnost cestujícího načtením jeho osobního dokladu. Samotné zařízení tak obsahuje následující funkcionality [14]:

- Dotyková obrazovka, pomocí které cestující přístroj ovládá.

- Tiskárna pro tisk palubních vstupenek.
- Scanner pro načtení osobních dokladů cestujících.
- Platební terminál pro příjem plateb od cestujících za dodatečné služby.
- Počítač s operačním systémem ovládajícím SCHK zařízení.
- Možnost připojení na internet.

Schéma systému a jeho funkcionalit je zobrazeno na obrázku 10. [14]



Obrázek č. 10. – Funkcionality zařízení SCHK (zdroj: SITA)

Nutnou podmínkou pro fungování SCHK zařízení je existence aplikace, kterou musí letecké společnosti vyvinout a která je na kioscích provozována pro umožnění přístupu do systémů a rozhraní jednotlivých leteckých společností (cestující tak mohou provádět výběr jednotlivých sedadel nebo si objednat dodatečné služby).

SCHK jsou provozovány ve dvou módech, v prvním z nich, tzv. společném (common) módu, je jejich využívání sdíleno mezi více leteckými společnostmi, kdy jsou na zařízení nainstalovány aplikace několika společností a kiosky tak mohou být využívány cestujícími různých společností, které spolu nemusí spolupracovat. Toto nastavení je vhodné především pro letiště, jejichž terminály jsou využívány větším množstvím leteckých společností a žádná z nich nemá dominantní podíl na počtu přepravených cestujících. Druhou možností je



používání SCHK v tzv. dedikovaném módu, kdy se lze na kiosku odbavit jen na lety jedné letecké společnosti. Takové řešení je primárně využíváno na letištích, kde má jedna letecká společnost významnější podíl na objemu přepravených cestujících a její provoz je koncentrován do jednoho terminálu vyhrazeného pro tuto leteckou společnost. [10,14]

SCHK jsou v současné době často využívány ve spojení s další automatizovanou technologií – Self Bag Drop systémy pro odbavení zavazadel cestujících, které popisují v následující kapitole.

### **2.1.2 Přínosy automatizované technologie**

Přínosy automatizovaných SCHK lze ilustrovat větší propustností letiště, úsporou provozních nákladů, personálu a efektivnějším využitím prostoru terminálů. Několik SCHK je již naistalováno na Letišti Václava Havla v Praze, všechny definované přínosy tak v této kapitole ilustrují konkrétními příklady z praxe Terminálu 2.

- **Větší propustnost odbavení cestujících**

Společnost SITA, která je předním dodavatelem SCHK, uvádí, že implementací SCHK lze zkrátit čas odbavení cestujících a zvýšit tak propustnost odbavení cestujících na letišti o 25 %. [14,15]

- **Úspora provozních nákladů**

Dle zkušeností a analýz, které společnost SITA provedla na již implementovaných SCHK zařízeních, mohou letiště na odbavení cestujících, který se odbavuje na SCHK (místo odbavení lidskou obsluhou), průměrně ušetřit 2,50 USD. [14,15]

- **Úspora personálu**

Teoretická úspora personální potřeby je až 100%. Pro hladké fungování provozu letišť je však žádoucí, aby část personálu byla alokována u samoobslužných zařízení pro asistenci cestujícím v případě problémů s ovládáním zařízení. Proto je doporučováno, aby na asistenci cestujícím při samoobslužném odbavení byl k dispozici jeden zaměstnanec na 6 samoobslužných jednotek. V případě odbavovacích stanic s lidskou obsluhou platí, že 1 jednotka = 1 zaměstnanec. [14,15]

Menší počet potřebného personálu usnadňuje plánování směn a snižuje potřebu většího množství personálu pro vykrytí provozních špiček (který v ostatních částech dne nemá plné využití).

- **Efektivnější využití prostoru terminálu**

SCHK jsou vyráběny tak, aby byly maximálně mobilní a bylo tak umožněno jejich snadné přesouvání mezi různými částmi terminálu. Letiště tak jejich implementací získávají větší

flexibilitu v případě změn v konfiguraci terminálů nebo rekonstrukcí. Zároveň jsou rozměry kiosků menší než odbavovacích stanic s lidskou obsluhou a šetří tak využitelný prostor letiště, který lze využít pro další expanzi nebo vybudování komerčních prostor. [15]

### 2.1.2.1 Příklad přínosů na Letišti Václava Havla v Praze

Přínosy Self Check-in kiosků lze na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze demonstrovat pomocí dvou pohledů. Vzhledem k tomu, že jsou SCHK na Terminálu 2 již implementovány, lze přínosy jejich reálného fungování na letišti ukázat porovnáním charakteristik provozu s odbavovacími stanicemi s lidskou obsluhou. Dalším způsobem, jakým je výhody SCHK možné demonstrovat je porovnání efektivnosti navýšení kapacity letiště implementací dalších SCHK, oproti původním odbavovacím stanicím s lidskou obsluhou.

Charakteristiky reálného provozu SCHK na Letišti Václava Havla, v porovnání s výkonností odbavovacích stanic s lidskou obsluhou, lze s využitím dat poskytnutých letištěm, ilustrovat pomocí průměrného času odbavení obou zařízení na Terminálu 2. Toto srovnání je uvedeno v tabulce 3. [13]

Tabulka č. 3 – Srovnání průměrných časů odbavení na Letišti Václava Havla v Praze dle typu zařízení (zdroj: Letiště Václava Havla)

Průměrná doba trvání odbavení cestujícího na odbavovací stanici s lidskou obsluhou (pouze činnosti odbavení cestujícího, ne zavazadla) [s]	115
Průměrná doba trvání odbavení cestujícího na SCHK [s]	74
<b>Úspora času cestujícího při odbavení na SCHK [s]</b>	<b>41</b>
<b>% úspora času cestujícího</b>	<b>36%</b>

Cestující tak odbavením pomocí SCHK na Letišti Václava Havla stráví průměrně o 36 % méně času, než při odbavení na stanici s lidskou obsluhou. Pomocí těchto údajů lze v tabulce 4 určit rozdíl v průměrné hodinové kapacitě SCHK a odbavovací stanice s lidskou obsluhou na Letišti Václava Havla v Praze.

Tabulka č. 4 – Maximální kapacita jednotlivých typů odbavovacích zařízení na Letišti Václava Havla v Praze (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla)

Hodinová kapacita odbavovacího zařízení s lidskou obsluhou (počet cestujících/hodina):	31
Hodinová kapacita SCHK (počet cestujících/hodina):	48
<b>Nominální rozdíl:</b>	<b>17</b>
<b>% navýšení kapacity využitím SCHK zařízení:</b>	<b>55%</b>

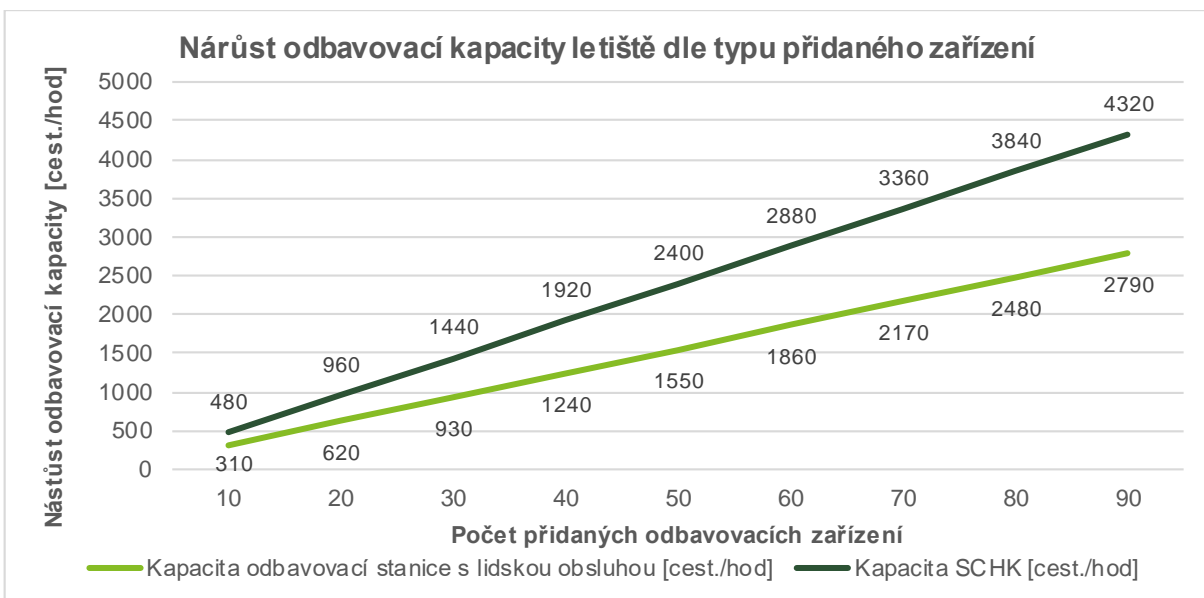
Na základě průměrných procesních časů odbavení cestujících na jednotlivých odbavovacích zařízeních lze zjistit, že SCHK zařízení jsou na letišti Václava Havla schopna odbavit o 55 % cestujících více než odbavovací stanice s lidskou obsluhou.

Mnou vypočtené kapacity jsou teoretické a platné v případě konstantního využívání odbavovacích zařízení a nezohledňují čas, který trvá příchod dalšího cestujícího po dokončení předchozího odbavení (odhadem několik sekund). Reálně dosažitelný počet odbavených cestujících za hodinu na obou zařízeních je tak nižší. Procentuální rozdíl mezi zařízeními by však měl být zachován (předpoklad stejné doby trvání výměny cestujících u obou zařízení).

Další výhoda automatizovaných SCHK se projeví v případě, kdy se letiště v reakci na rostoucí počet cestujících, rozhodne navýšit svou odbavovací kapacitu. Výhodnost SCHK, při navýšení kapacity Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze, zobrazují pomocí grafů na obrázcích 11 a 12 za pomoci vstupů uvedených v tabulce 5. [13,14,15]

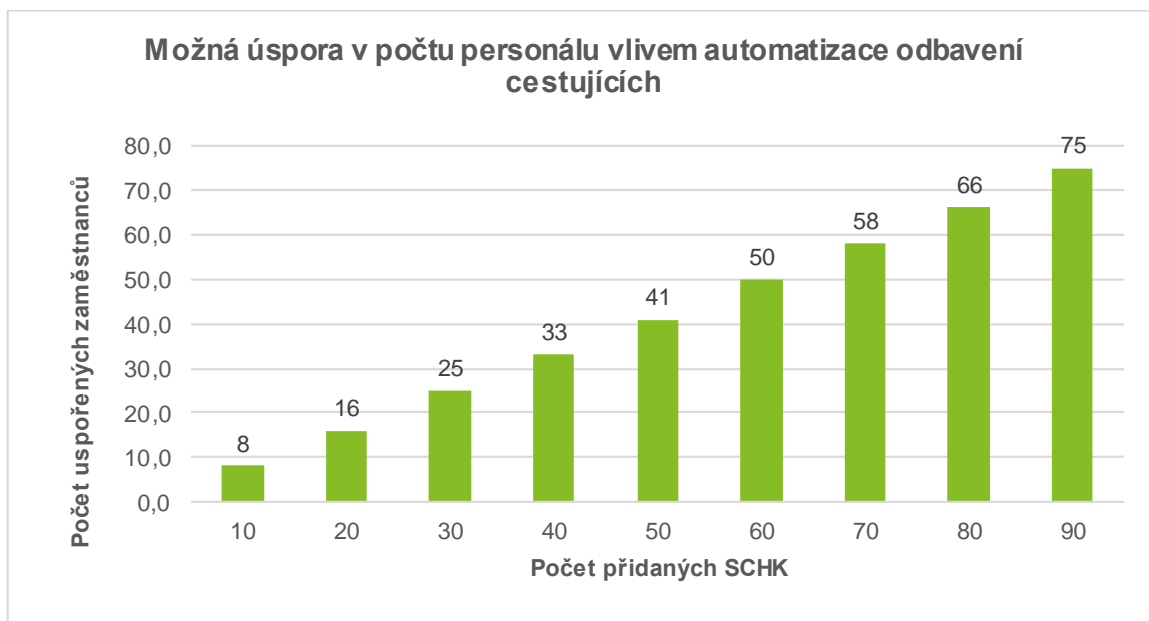
Tabulka č. 5 – Vstupy pro určení výhodnosti navýšení kapacity letiště implementací SCHK (zdroj: Letiště Václava Havla, SITA)

<b>Vstupy</b>	
Hodinová kapacita 1 odbavovací stanice s lidskou obsluhou	31
Hodinová kapacita 1 SCHK	48
Potřebný počet personálu na obsluhu 1 odbavovací stanice	1
Potřebný počet personálu pro obsazení 1 SCHK (1 zaměstnanec na 6 zařízení)	$\frac{1}{6}$



Obrázek č. 11. – Graf vývoje nárůstu kapacity dle typu odbavovacího zařízení (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla a SITA)

Ve výše uvedeném grafu ukazují, že přidání SCHK zařízení přinese vyšší nárůst odbavovací kapacity v porovnání s přidáním stejného počtu tradičních odbavovacích stanic s lidskou obsluhou. Pokud se například Letiště Václava Havla v Praze rozhodne do Terminálu 2 přidat 10 SCHK, zvýší se jeho hodinová kapacita o 480 cestujících, tedy o 170 osob více, než přidáním odbavovacích stanic s lidskou obsluhou. V případě přidání 90 SCHK je tento rozdíl již 1530 cestujících za hodinu.



Obrázek č. 12. – Graf vývoje personálních a finančních úspor při implementaci definovaného počtu SCHK (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla a SITA)

V grafu tedy potvrzují, že implementace dalších SCHK nepředstavuje pouze nástroj pro efektivnější navýšení kapacity, ale umožňuje také úsporu personálních zdrojů. V grafu totiž zobrazují, jaké množství personálu je možné ušetřit na velikosti personální směny potřebné k obsluze definovaného počtu SCHK, v porovnání s provozem stejného množství odbavovacích stanic s lidskou obsluhou. Například v případě rozšíření kapacity Terminálu 2 o 50 SCHK mohou odbavovací společnosti, v porovnání s původními odbavovacími stanicemi s lidskou obsluhou, ušetřit až 41 zaměstnanců potřebných k obsazení všech zařízení.

Vzhledem k menším rozměrům SCHK zařízení, oproti klasickým odbavovacím stanicím, letiště šetří prostor terminálu a díky snadnější manipulaci, kterou tato automatizovaná zařízení nabízejí, disponuje větší flexibilitou v případě potřeby změny konfigurace terminálu a potřeby přesunu odbavovacích zařízení.

Údaje v grafech výše jsou platné v případě, že pro nově implementovaná automatizovaná zařízení budou platit stejné provozní charakteristiky jako pro doposud provozované SCHK na Terminálu 2. Vypočtené personální úspory rovněž představují maximální potenciál úspor, kterých může letiště implementací SCHK během hodiny odbavování cestujících dosáhnout. K těmto hodnotám úspor se tak letiště bude pravděpodobně blížit pouze během hodin provozních špiček. Počty ušetřených zaměstnanců totiž představují maximální možnou úsporu ve velikosti personální směny nutné k obsazení všech nově přidaných zařízení. Všechna zařízení však pravděpodobně nebudou v provozu během provozních sedel, kdy bude úspora ve velikosti potřebné směny zaměstnanců nižší.

V rámci výčtu přínosů neanalyzuji možné úspory provozních nákladů na Letišti Václava Havla. Výše úspory je totiž ovlivněna náklady na provoz SCHK ze strany letiště, odbavovacích společností a leteckých společností a pro její určení nejsou k dispozici dostatečné, veřejně dostupné datové podklady. Společnost SITA však uvádí, že odbavení jednoho cestujícího na SCHK šetří přibližně 2,5 USD provozních nákladů, oproti odbavení na tradičních odbavovacích stanicích s lidskou obsluhou. Vzhledem k nedostatku dat však není možné ověřit platnost této hodnoty i pro Letiště Václava Havla.

### 2.1.3 Náklady a omezení

<p><b>Jednotková cena SCHK</b> (včetně instalace a propojení s informačními systémy):</p>	<p><b>250 000 – 300 000 Kč</b></p>
---	------------------------------------

Konkrétní výše ceny je nepřímo úměrná počtu pořízených zařízení - vzhledem k tomu, že velká část nákladů implementace je fixní, klesá jednotková cena s vyšším počtem implementovaných zařízení. [15]

Pro to, aby se náklady vynaložené na implementaci SCHK vrátily, musí letiště zvážit několik omezení. Pokud na letišti neoperuje letecká společnost s výrazným podílem na objemu

provozu, která majoritně využívá daný terminál letiště, je efektivnější využít tzv. společné SCHK pro více leteckých společností. Tento režim však nemusí být pro letecké společnosti, které spolu nespolupracují, akceptovatelný. Zařízení rovněž na letecké společnosti kladou některé technologické nároky, SCHK jsou totiž schopny zpracovávat pouze elektronické letenky a pro možnost odbavení cestujících na kioscích tak musí vyvinout aplikaci, která skrz zařízení umožní vstup do jejich systémů. Z tohoto důvodu některé letecké společnosti (především ty nízkonákladové), odbavení na automatizovaných kioscích nenabízejí. Pokud tedy na daném letišti většinou operují společnosti, které využití SCHK nepodporují, nemusí implementace SCHK přinést dostatečné výhody, které by kompenzovaly vynaložené náklady. [13]

Zároveň je nutné podotknout, že i přes výhody, které SCHK zařízení pro navýšení kapacity letiště představují, nelze jimi nahradit všechny odbavovací stanice s lidskou obsluhou, protože samotné SCHK zařízení slouží pouze k odbavení cestujících, nikoliv zavazadel. Takový potenciál SCHK mají až ve spojení s automatizovanými zařízeními pro odbavení zavazadel, které jsou popsány v následující kapitole. Implementaci samotných SCHK tak lze využít pouze pro navýšení kapacity odbavení cestujících.

Využití SCHK je dále omezeno rozvojem mobilních technologií. Stále větší množství cestujících se totiž odbavuje na svých počítačích nebo mobilních zařízeních a využití odbavovacích zařízení na letišti tak klesá. Například v roce 2016 se přes počítač nebo mobilní zařízení odbavovalo průměrně více než 40 % cestujících. Automatizované Check-in kiosky pak průměrně využilo přibližně 10 % cestujících OLD. Letiště tak musí zvážit, zda je výhodné investovat do technologie, jejíž obliba a využití mezi cestujícími klesá. [10].

Řešením pro zvýšení míry použití SCHK je jejich propojení se zařízeními odbavení zavazadel.

## **2.2 Self Bag drop zařízení**

Odbavení cestujících na letištích, které je vykonáváno lidskou obsluhou, je tvořeno odbavením samotného cestujícího a současně jeho zavazadel v rámci jednoho procesu. Self Check-in kiosky popsané v předchozí kapitole však slouží výhradně k odbavení cestujících, jejich samostatné využití tak automatizuje odbavení a nahrazuje v něm lidskou obsluhu, pouze pro cestující, kteří cestují s příručními zavazadly. Pro zajištění plné automatizace procesu odbavení (včetně zavazadel) musí letiště implementovat další zařízení – tzv. Self Bag drop (SBD) zařízení.

### **2.2.1 Princip fungování**

SBD zařízení slouží k automatizovanému odbavení zavazadel cestujícího a funkcionality Self Check-in kiosků doplňuje o následující vlastnosti [16]:

- Tisk přívěsek pro označení zavazadel.
- Sdílení informací o odbaveném zavazadle cestujícího se systémy letiště i letecké společnosti.
- Zvážení zavazadla a kontrola, zda je váha v povoleném limitu leteckou společností.
- Možnost výběru poplatků za zavazadla, která nespĺňují hmotnostní limit letecké společnosti.
- Přesunutí zavazadla do třídírny zavazadel (pomocí pásového dopravníku).

SBD rovněž musí garantovat bezpečnostní zajištění a tedy to, že se do třídícího prostoru dostanou pouze řádně odbavená zavazadla. Docílení tohoto stavu je tak na SBD docíleno několika způsoby [16]:

- Ověření totožnosti cestujícího skenováním jeho dokladů.
- Po naskenování palubní vstupenky, respektive označovací přívěsky na zavazadla, je v informačních systémech (letištní informační systém CUTE propojený s informačními systémy leteckých společností) ověřeno, zda je na daném letu umožněna služba SBD a zde je odbavení daného letu již zahájeno.
- Dokud nejsou všechny podmínky splněny (včetně povolené hmotností a rozměrů zavazadla), není spuštěn pohyb pásu SBD zařízení a zavazadlo není odbavené.

Ilustrační SBD zařízení je zobrazeno na obrázku 13. [17]



Obrázek č. 13. – Ilustrační obrázek SBD zařízení (zdroj: Matteograssi)

SBD zařízení jsou na letištích implementovány ve dvou různých variantách.

### **1) Jedno krokové odbavení cestujícího**

V rámci této varianty integruje SBD zařízení všechny funkcionality SCHK a navíc umožňuje odbavení zavazadla. SBD zařízení tak vykonává následující funkce: [15,16]

- Identifikace cestujícího (skenování jeho dokladů).
- Umožnění výběru sedadel/zakoupení dodatečných služeb.
- Zjištění počtu odbavených zavazadel cestujícího.
- Tisk palubní vstupenky cestujícího a přívěsky na zavazadla (kterou cestující umístí na zavazadlo).
- Evidence odbavení cestujícího a jeho zavazadla v informačních systémech letiště a letecké společnosti.
- Zvážení zavazadla a ověření rozměrů po jeho vložení na pohyblivý pás.
- Výběr poplatku v případě překročení dovolené váhy zavazadla.
- Přesun zavazadla do třídírny letiště.

Tento přístup je vhodný pro letiště, která plánují automatizovat proces odbavení a nedisponují žádnými SCHK. Rovněž pro ně platí, že odbavení chtějí realizovat na jednom bodě a prostor, který mohou pro tato zařízení využít, je omezený.

### **2) Dvou krokové odbavení cestujícího**

V rámci této varianty probíhá automatizované odbavení cestujícího a jeho zavazadel dvou krokově na SCHK i SBD zařízeních. Odbavení je zahájeno u Self Check-in kiosku: [15,16]

#### **1. Procesy realizované na Self Check in kiosku**

- Identifikace cestujícího (skenování jeho dokladů).
- Umožnění výběru sedadel/zakoupení dodatečných služeb.
- Zjištění počtu odbavených zavazadel cestujícího.
- Tisk palubní vstupenky cestujícího.
- Tisk přívěsky na zavazadla (kterou cestující umístí na zavazadlo).
- Evidence odbavení cestujícího a jeho zavazadla v informačních systémech letiště a letecké společnosti.

Následně si cestující označí zavazadlo přívěskou a přesune se i se zavazadlem k SBD zařízení, kde je odbavení dokončeno těmito procesy: [15,16]



## 2. Procesy realizované na Self Bag drop zařízení

- Ověření identity cestujícího a zavazadla skenováním palubní vstupenky a přívěsky na zavazadle.
- Zvážení zavazadla po jeho vložení na pohyblivý pás.
- Výběr poplatku v případě překročení dovolené váhy zavazadla.
- Přesun zavazadla do třídirny letiště.

Nutnou podmínkou pro efektivní fungování tohoto nastavení je blízkost obou typů zařízení od sebe pro snadnou orientaci cestujících. Tento způsob nastavení automatizovaného odbavení je vhodný pro letiště, která již mají implementované SCHK. V případě implementace SBD zařízení je totiž zvýšena míra jejich využití o tisk přívěsek na zavazadla (zvláště vzhledem k rostoucímu počtu cestujících, kteří se odbavují mimo letiště). Toto nastavení rovněž optimalizuje využití prostoru letiště, protože časově náročné procesy odbavení cestujícího a vložení přívěsek na zavazadla probíhají u SCHK, jejichž rozměry a cena jsou menší, proto jich letiště může do svého prostoru implementovat více (na časově nejnáročnější procesy odbavení tak má letiště k dispozici více zařízení). Samotné odbavení zavazadla u SBD zařízení je, po realizaci odbavení na SCHK, rychlejší a pro pohodlné odbavení cestujících letiště je tak potřeba menšího množství rozměrných a nákladných SBD. Pokud to podmínky letiště umožňují, je doporučována implementace SBD zařízení právě ve dvou-krokovém režimu. [13,15,16]

Dvou-krokové automatizované odbavení je možné kombinovat i se zařízeními s lidskou obsluhou, je tedy například možné cestující nasměrovat pro jejich odbavení na SCHK a následně jejich zavazadla odbavovat na stanicích s lidskou obsluhou. Alternativně je rovněž možné lidskou obsluhou provádět odbavení cestujících a zavazadla nechat cestující samostatně odbavovat a odkládat na SBD zařízeních

### 2.2.2 Přínosy automatizované technologie

Přínosy této automatizované technologie lze ilustrovat pomocí větší propustnosti cestujících, úspory provozních nákladů, personálu a efektivnějšího využití prostoru terminálu.

- **Větší propustnost odbavení cestujícího**

Větší propustnost automatizovaných SCHK a SBD zařízení v rámci 2-krokového odbavení zavazadel za hodinu lze ilustrovat přehledem v tabulce 6 (dle statistik a výzkumů společnosti SITA). [15,16]

Tabulka č. 6 – Ilustrace přínosů automatizovaného 2-krokového odbavení cestujících pro propustnost letišť (zdroj: SITA)

<b>Kapacita odbavovacích stanic s lidskou obsluhou</b>	
Průměrný počet odbavených cestujících za hodinu (včetně zavazadel)	24
<b>Kapacita SCHK a SBD v rámci automatizovaného 2-krokového odbavení</b>	
1) SCHK: Průměrný počet odbavených cestujících za hodinu (včetně tisku přívěsek na zavazadla)	40
2) SBD: Průměrný počet odbavených cestujících se zavazadly za hodinu	60

Kapacita jedné automatizované sestavy je tak minimálně o 66 % větší než u odbavovací stanice s lidskou obsluhou.

- **Úspora provozních nákladů**

Dle analýz, které společnost SITA provedla na již implementovaných SBD zařízeních, mohou letiště odbavením cestujících při automatizovaném dvou-krokovém odbavení, ušetřit až 40 % provozních nákladů (v porovnání s odbavením cestujících a zavazadel na stanicích s lidskou obsluhou). [15,16]

- **Úspora personálu**

Teoretická úspora personální potřeby je až 100 %. Pro hladké fungování provozu letišť je však žádoucí, aby část personálu byla alokována u samoobslužných zařízení pro asistenci cestujícím v případě problémů s ovládáním zařízení. Je proto doporučováno, aby na asistenci cestujícím byl k dispozici jeden zaměstnanec na 6 samoobslužných jednotek. V případě odbavovacích stanic s lidskou obsluhou platí, že 1 jednotka = 1 zaměstnanec. [15,16]

Menší počet potřebného personálu však usnadňuje plánování směn a snižuje potřebu většího množství personálu pro vykrytí provozních špiček (který v ostatních částech dne nemá plné využití).

- **Efektivnější využití prostoru terminálu**

Společnost SITA uvádí, že dvou-kroková zařízení pro automatizovaná odbavení zabírají v letištních terminálech o 30 % méně prostoru než standardní odbavovací stanice s lidskou obsluhou. Ušetřený prostor lze využít například na budování komerčních prostor. [15,16]

### **2.2.2.1 Možný přínos SBD zařízení na Letišti Václava Havla v Praze**

Letiště Václava Havla v Praze aktuálně ve svém provozu nedisponuje SBD zařízeními a proces odbavení je tak automatizován pouze částečně - odbavením cestujících na SCHK. Zavedení SBD zařízení do provozu je plánováno na rok 2020. Přínosy automatizovaného dvou-krokového odbavení tak nelze demonstrovat na reálných datech z provozu. Je však možné porovnat obecné charakteristiky odbavení automatizovanými SBD zařízeními (v případě akceptace hodnot udávaných dodavatelem technologie SITA) s reálnými daty odbavení cestujících a zavazadel na Terminálu 2 Letiště Václava Havla. Přínosy zavedení dvou-krokového automatizovaného odbavení tak ilustruji pomocí dvou pohledů. Prvním z nich je určení, jakým počtem automatizovaných zařízení může letiště, v rámci modernizace, nahradit odbavovací stanice s lidskou obsluhou při zachování stávající odbavovací kapacity a jaké může automatizace procesu odbavení přinést výhody. Druhým pohledem je ilustrace efektivity navýšení kapacity letiště pomocí implementací automatizovaných technologií, oproti tradičním zařízením s lidskou obsluhou.

V tabulce 7 jsem tak, na základě dat od Letiště Václava Havla a dodavatele technologie (SITA), vypočetl, kolik SCHK a SBD zařízení by letiště Václava Havla potřebovalo, v případě modernizace svého vybavení nahrazením všech odbavovacích stanic s lidskou obsluhou dvou-krokovým automatizovaným odbavením cestujících i jejich zavazadel. A jaké personální úspory by takové nastavení přineslo. [13,15,16]

Tabulka č. 7 – Určení přínosů přechodu na automatizované 2-krokové odbavení cestujících a zavazadel na Terminálu 2 Letiště Václava Havla (zdroj: Letiště Václava Havla, SITA)

ID	Položka	Hodnota	Způsob výpočtu
<b>Vstupy</b>			
A	Počet odbavovacích stanic s lidskou obsluhou na Terminálu 2	84	<i>Vstupy</i>
B	Hodinová kapacita 1 odbavovací stanice s lidskou obsluhou (včetně odbavení zavazadel)	24	
C	Hodinová kapacita SCHK <sup>Pozn.</sup>	40	
D	Hodinová kapacita SBD	60	
E	Potřebný počet personálu na obsluhu 1 odbavovací stanice	1	
F	Potřebný počet personálu na obsluhu SCHK a SBD zařízení (1 zaměstnanec na 6 zařízení)	$\frac{1}{6}$	
<b>Současná kapacita Terminálu 2</b>			
G	Aktuální kapacita odbavovacích stanic na Terminálu 2:	2016 cestujících/hod.	$A*B$
H	Počet potřebných SCHK při stejné kapacitě	50	$\frac{G}{C}$
CH	Počet potřebných SBD stanic při stejné kapacitě	34	$\frac{G}{D}$
<b>Úspora v počtu potřebného personálu</b>			
I	Aktuální velikost personální směny potřebné na obsluhu všech odbavovacích stanic najednou	84	$A$
J	Počet potřebného personálu pro obsluhu SCHK	9	$F*H$
K	Počet potřebného personálu pro obsluhu SBD	6	$F*CH$
L	Celkový počet potřebného personálu na provoz všech automatizovaných zařízení najednou (velikost personální směny)	15	$J+K$
M	<b>Personální úspora</b>	<b>69</b>	<b><math>I-L</math></b>
<b>Procentuálně</b>		<b>82 %</b>	

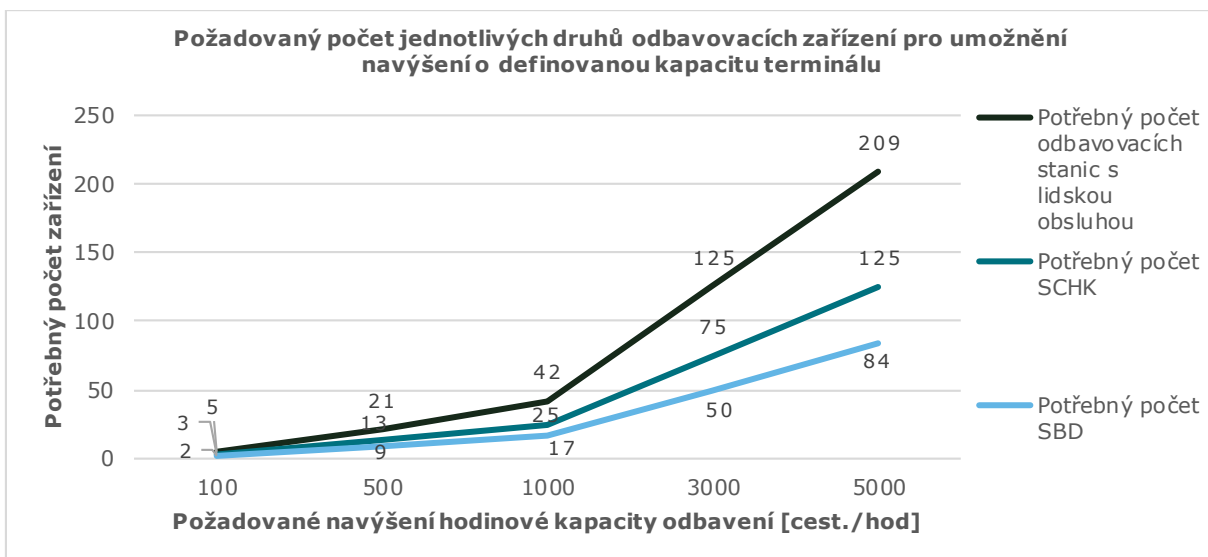
Pozn. U SCHK zařízení je údaj o kapacitě převzat na základě informací jejich výrobce (SITA) namísto reálných dat z provozu Letiště Václava Havla užívaných v kapitole 2.1.2 Přínosy automatizované technologie Reálná data

*v tomto případě nelze využít, protože pomocí SCHK jsou na letišti, v současné době, realizovány pouze procesy odbavení cestujících, nikoliv jejich zavazadel. Nedochozí na nich tedy ktisku přívěsky na zavazadla, který prodlužuje dobu, kterou cestující stráví u SCHK a snižuje tak jeho hodinovou kapacitu.*

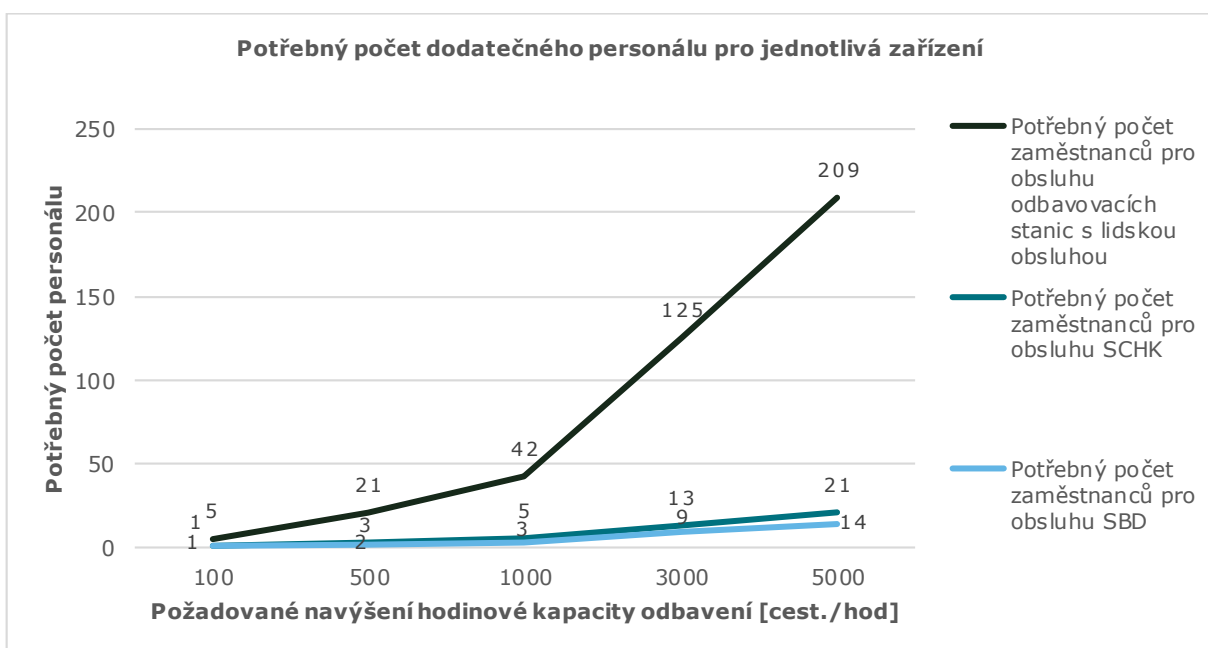
Pro nahrazení všech odbavovacích stanic s lidskou obsluhou na Terminálu 2 tak letiště potřebuje 50 SCHK a 34 SBD zařízení. Nahrazení odbavovacích stanic samoobslužnými zařízeními umožňuje snížit velikost personální směny, která je potřeba pro obsazení všech zařízení o 69 osob, tedy o 82 %. Automatizací procesu odbavení rovněž Letiště Václava Havla ušetří zabraný prostor terminálu. V přehledu výše bylo uvedeno, že automatizované odbavovací zařízení zabírají o 30 % prostoru terminálu méně než klasické odbavovací stanice. V případě Letiště Václava Havla je úspora prostoru způsobena nahrazením 84 prostorově objemných odbavovacích stanic menším počtem (34) stejně rozměrných SBD zařízení a méně rozměrnějšími SCHK (51).

Je pravděpodobné, že i přes výše uvedené benefity ponechá letiště vždy několik stanic v původním režimu pro řešení komplikací při odbavení a pro poskytnutí zákaznického servisu cestujícím vyšších tříd. Vzhledem k úspoře personálu a prostoru, má letiště v Terminálu 2 dostatečné kapacity pro ponechání části odbavovacích stanic s lidskou obsluhou. [13]

V předchozím výpočtu jsem ukázal, že přechod na automatizované odbavení cestujících v Terminálu 2 Letiště Václava Havla může přinést úsporu personálu i v obsazeném prostoru. Využití automatizovaných technologií může být rovněž výhodné v případě, kdy letiště reaguje na zvýšený počet cestujících navýšením kapacity svých odbavovacích zařízení. V grafu na obrázku 14, na základě vstupů z tabulky 7, zobrazují, jaké množství jednotlivých druhů odbavovacích zařízení je nutné přidat pro dosažení navýšení hodinové kapacity Terminálu 2 o definovanou hodnotu (rozmezí 100 až 5 000 cestujících za hodinu). Graf na obrázku 15 ukazuje množství personálu, které je potřeba k obsluze všech přidaných zařízení, dle jednotlivých druhů, jejichž počty jsou zobrazeny v grafu na obrázku 14 (je tedy definována maximální velikost směny potřebné pro obsluhu jednotlivých typů zařízení).



Obrázek č. 14. – Srovnání potřebného počtu jednotlivých druhů odbavovacích zařízení pro dosažení požadovaného navýšení kapacity (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla, SITA)



Obrázek č. 15. – Srovnání velikosti směny potřebné k pokrytí všech odbavovacích zařízení nutných pro dosažení požadovaného navýšení kapacity (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla, SITA)

Ve výše uvedených grafech tak potvrzují, že implementace automatizovaných technologií dvou-krokového odbavení představuje způsob, jak efektivně navýšit kapacitu letiště. SCHK a SBD zařízení totiž za hodinu dokáží odbavit více cestujících a zavazadel a pro stejné hodinové navýšení kapacity je jich tak potřeba méně než klasických odbavovacích stanic s lidskou obsluhou. Letiště tedy pro navýšení kapacity investuje do menšího množství zařízení, na jehož obsluhu je navíc potřeba méně personálu.

V rámci analýzy přínosů SBD na Letišti Václava Havla není rovněž obsažen detailní odhad úspory finančních nákladů. Úspory plynoucí ze zavedení dvou-krokového systému odbavení záleží na konkrétních podmínkách daného letiště. V případě Letiště Václava Havla v Praze velikost úspor ovlivňují současné náklady, které na odbavení zavazadel vynakládá samotné letiště, letecké společnosti a odbavovací společnosti. Vzhledem k nedostatku dat je tak výpočet možných finančních úspor mimo rámec tohoto dokumentu. Obecně je však uváděno, že úspora provozních nákladů může být až 40 %. [13,15,16]

### 2.2.3 Náklady a omezení

<b>Jednotková cena SBD</b> (včetně instalace a propojení s informačními systémy):	<b>1 500 000 – 2 000 000 Kč</b>
--	---------------------------------

Konkrétní výše ceny je nepřímo úměrná počtu pořízených zařízení. V případě SBD zařízení tvoří větší část pořizovacích nákladů činnosti spojené s implementací a napojení na BHS systémy letiště (zařízení zajišťující manipulaci zavazadel prostorem letiště po odbavení). Velká část nákladů implementace je fixní a jejich výše je tak například stejná pro implementaci 2 nebo 12 zařízení. Jednotková cena zařízení, včetně instalace, tak může při větším počtu implementovaných zařízení klesnout až o desítky procent, to platí i pro implementaci zařízení na letištích, kde jsou již SBD systémy v provozu. [15]

Aby se letišťím investice vynaložená na implementaci SBD vyplatila, musí zvážit podobná omezení, jako u SCHK. Tedy pro letiště, kde nemá dominantní podíl na trhu jedna letecká společnost, je nezbytné využít společných SBD zařízení pro více leteckých společností, které toto nastavení nemusí akceptovat. Stejně jako SCHK i SBD zařízení kladou na letecké společnosti technologické nároky a nutnost existence technického a IT rozhraní (aplikace na SBD zařízení, kompatibilní informační systémy letecké společnosti). Ne všechny letecké společnosti jsou však ochotné do vývoje těchto technických prostředků investovat a jejich lety tak automatizovaně odbavovat nelze. Z tohoto důvodu musí letiště ve svých terminálech ponechat existenci odbavovacích stanic s lidskou obsluhou i v případě, kdy disponují technologiemi pro automatizované odbavení cestujících. [13]

## 2.3 Zařízení automatizované kontroly dokladů cestujících

Zařízení sloužící k automatizaci procesu kontroly dokladů cestujících. Poté co cestující dokončí odbavení, pokračuje jeho průchod letišťem vstupem do vyhrazené části letiště, kde mají, mimo pověřený personál, povolený vstup pouze cestující s platnou palubní vstupenkou. Pro zajištění, aby se ve vyhrazeném prostoru pohybovali pouze tito cestující, musí letiště každého cestujícího před vstupem zkontrolovat a ověřit platnost jeho palubní vstupenky. Současně musí být ověřeno, že cestující disponuje cestovními doklady (pokud se nejedná o

přepravu vnitrostátní nebo uvnitř EU). Letiště pro tuto kontrolu mohou využít personálu nebo automatizovaných kontrolních bran, kterým se věnuje tato kapitola.

### **2.3.1 Princip fungování**

Automatizované brány pro ověření dokladů cestujícího jsou na letištích implementovány ve dvou variantách, dle charakteru provozu na daném terminálu. V případě terminálů, ze kterých odlétají jen vnitrostátní lety nebo lety v rámci EU (v tzv. Schengenském prostoru) slouží automatizované brány pouze ke kontrole platnosti palubních vstupenek cestujících. Jejich úloha pak spočívá v: [18]

- Načtení palubní vstupenky cestujícího (v papírovém i elektronickém formátu).
- Ověření platnosti palubní vstupenky, tedy zda je na let, který z daného letiště odlétá a jehož odlet bude v daném časovém intervalu (dle nastavení letiště).
- Kontrola zda na danou palubní vstupenku již nějaký cestující do vyhrazené prostoru letiště nevstoupil (porovnáním načtených údajů s databází letiště a letecké společnosti).

Dokud není palubní vstupenka cestujícího ověřena, zůstává brána zavřena, tak aby nedošlo k neoprávněnému vniknutí cestujícího do vyhrazeného prostoru letiště. Po úspěšném dokončení kontroly je brána otevřena, cestující může projít a ihned po jeho průchodu (snímán senzory) dochází k uzavření brány pro zamezení průchodu více cestujících. Příklad automatizovaných bran pro kontrolu palubních vstupenek je na obrázku 16. [19]





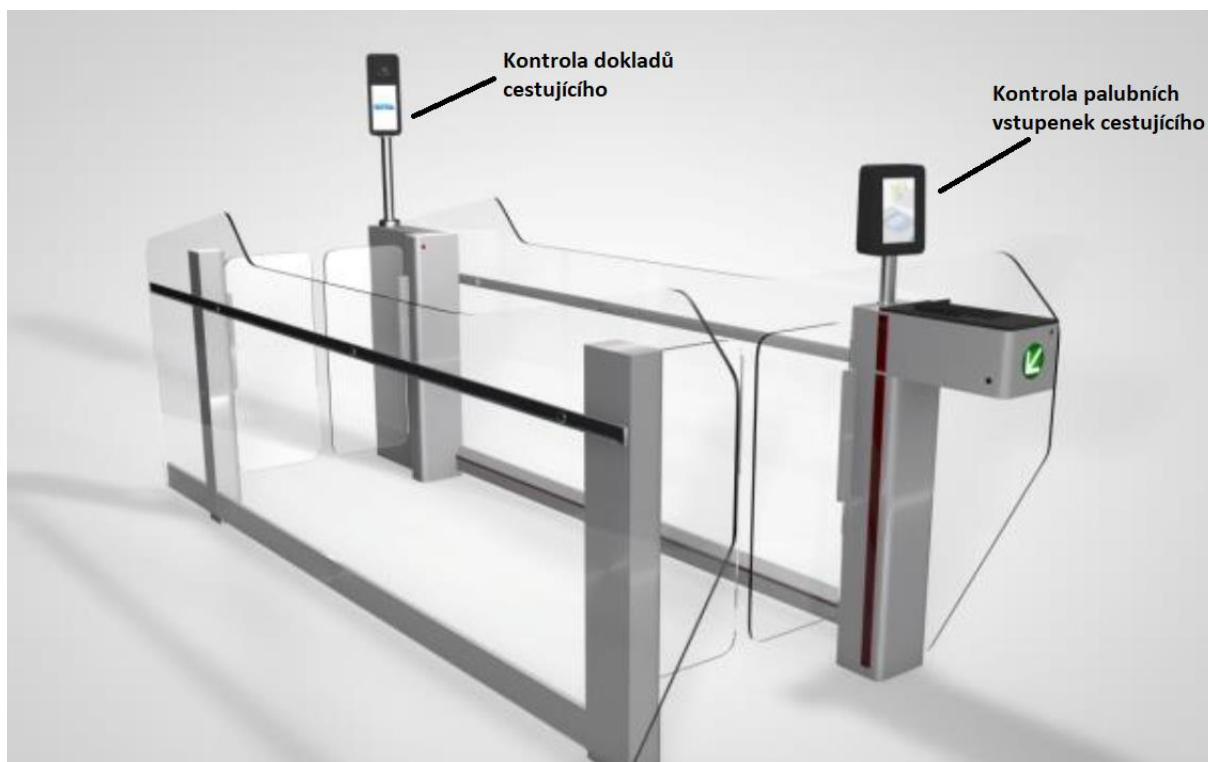
Obrázek č. 16. – Ilustrační obrázek automatizovaných bran pro kontrolu palubních vstupenek cestujícího (zdroj: Airport Technology)

V případě terminálů, kde jsou realizovány mezinárodní lety (nebo lety mimo schengenský prostor), je nutné rovněž zkontrolovat doklady (pasy) cestujících. Na těchto terminálech pak funguje ověření cestujících ve dvou krocích, nejprve je ověřena palubní vstupenka cestujícího způsobem popsaným výše. Ve druhém kroku pak dochází k dalším kontrolám zaměřeným na cestovní doklad cestujícího [20]:

- Načtení cestovního dokladu cestujícího (přísnější požadavky na cestovní doklady než u odbavení, podmínkou je biometrický cestovní doklad).
- Ověření cestujícího načtením jeho biometrických údajů (otisky prstů/ obličej/duhovka).
- Kontrola zda cestující není veden na některém ze seznamů hledaných/podezřelých osob.

Celý proces kontroly je monitorován pracovníky pohraniční kontroly, kteří mají na starost vypořádání podezřelých cestujících a případné dodatečné kontroly.

Samotný průchod cestujícího automatizovanou bránou v tomto případě probíhá ve dvou krocích, cestující tedy musí projít dvěma bránami. Nejprve prochází jednou bránou, u které je kontrolována palubní vstupenka. U druhé brány pak dochází ke kontrole totožnosti. V případě úspěšného ověření totožnosti je otevřena druhá brána a cestující může vstoupit do vyhrazené části letiště na bezpečnostní kontrolu. Schéma automatizovaných bran pro dvou-krokovou kontrolu je na obrázku 17. [20]



Obrázek č. 17. – Ilustrační obrázek automatizovaných bran pro kontrolu palubní vstupenky a dokladů totožnosti cestujícího (zdroj: autor, SITA)

### 2.3.2 Přínosy automatizované technologie

Hlavními přínosy této technologie je personální úspora a vyšší přesnost kontroly dokladů cestujících, kdy jsou maximálně eliminovány chyby v kontrole dokladů způsobené nepozorností lidské obsluhy. Vzhledem k nedostatku dat neanalyzuji přínosy technologie z hlediska zvýšení propustnosti.

- **Úspora personálu**

Teoretická úspora personální potřeby je až 100 % v případě bran pro kontrolu palubních vstupenek, pro hladké fungování provozu letišť je však žádoucí, aby byl menší počet personálu alokovan u samoobslužných zařízení pro asistenci cestujícím v případě problémů s načtením palubních vstupenek. [13,15]

U dvou-krokových bran pro kontrolu cestujících je ušetřen personál, který prováděl fyzickou kontrolu dokladů všech cestujících. Na provoz těchto zařízení však nadále dohlíží personál z řad policie, který sleduje skladbu cestujících, kteří do vyhrazeného prostoru vstupují, a zaměřuje se na důkladnější kontrolu podezřelých cestujících.

#### 2.3.2.1 Příklad přínosu automatizovaných bran na Letišti Václava Havla v Praze

Automatizované brány jsou v současné době implementovány a využívány v provozu na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze. Přínosy jejich fungování tak lze ilustrovat pomocí

srovnání výše personálních nákladů na zaměstnance zajišťující kontrolu palubních vstupenek před a po implementaci automatizovaných bran (odhad na základě reálných provozních parametrů Terminálu 2 a dat poskytnutých Letištěm Václava Havla).

Na Terminálu 2 je v současné době využíváno 8 automatizovaných bran kontrolující palubní vstupenky cestujících, kteří vstupují do vyhrazeného prostoru Terminálu 2 (neslouží tak ke kontrole dokladů totožnosti cestujících). Na jejich fungování dohlíží po většinu dne 1 zaměstnanec Letiště Václava Havla (předpoklad 6 - 24h - během noci, vzhledem ke slabému provozu, zařízení ponechána bez obsluhy). Před implementací této technologie však kontrolu zajišťovali v průměru 3 zaměstnanci letiště v průběhu celého dne (Letiště Václava Havla je otevřeno 24 hodin). Využití automatizované technologie tak přineslo značnou úsporu v personálních nákladech, její výši na základě dat od Letiště Václava Havla, počítám v tabulce 8. [13]

Tabulka č. 8 – Úspora personálních nákladů vlivem implementace automatizovaných bran  
(zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla)

ID	Položka	Hodnota	Způsob výpočtu
<b>Vstupy</b>			
A	Hodinové náklady na 1 zaměstnance u vstupu do vyhrazeného prostoru letiště <i>(Celkové náklady včetně daní, sociálního pojištění a dalších benefitů)</i>	290 Kč	<i>Vstupy</i>
B	Průměrný počet obsluhujících zaměstnanců před implementací automatizovaných bran	3	
C	• Počet hodin obsluhy denně	24	
D	Průměrný počet obsluhujících zaměstnanců po implementaci automatizovaných bran	1	
E	• Počet hodin obsluhy denně	18	
F	Počet dnů v roce	365	
<b>Výpočet</b>			
G	Roční personální náklady v případě nevyužití automatizovaných bran	7 621 200 Kč	$A*B*C*F$
H	Roční personální náklady po implementaci automatizovaných bran	1 905 300 Kč	$A*D*E*F$
CH	<b>Rozdíl</b>	<b>5 715 900 Kč</b>	<b>G-H</b>
	<b>Procentuálně</b>	<b>- 75%</b>	

Implementace automatizovaných bran na Terminálu 2 tak na personálních nákladech ročně šetří přibližně 5,7 mil. Kč (pokles o 75 %), oproti stavu, kdy by palubní vstupenky na vstupu do vyhrazené oblasti v současnosti kontroloval pouze personál letiště. Nejedná se tak o srovnání personálních nákladů nyní a v době před implementací technologie, vzhledem k vlivu inflace na vývoj mezd. Ještě větší pokles ve výši personálních nákladů by nastal za předpokladu, že většinu zaměstnanců asistujících u automatizovaných bran tvoří brigádní zaměstnanci s menšími náklady na hodinu jejich práce.

### 2.3.3 Náklady a omezení

<p><b>Jednotková cena a automatizované brány</b> (včetně instalace, propojení s informačními systémy a skenerem):</p>	<p><b>800 000 – 1 000 000 Kč</b></p>
---	--------------------------------------

Uvedená jednotková cena je platná pro automatizované brány zajišťující pouze kontrolu palubních vstupenek cestujících. Konkrétní výše ceny je nepřímo úměrná počtu pořízených zařízení - vzhledem k tomu, že velká část nákladů implementace je fixní, klesá jednotková cena s vyšším počtem implementovaných zařízení. [15]

V případě, že se letiště rozhodne pro implementaci automatizovaných bran, musí posoudit, zda ušetřené personální náklady a další benefity budou dostatečně kompenzovat náklady vynaložené na pořízení a implementaci této technologie. Zároveň musí být nahrazení lidského personálu automatizovaným zařízením schváleno bezpečnostními složkami dané země. Ty totiž díky kontrole cestujících monitorují pohyb osob odlétajících ze země. [13]

## 2.4 Další technologie podporující automatizaci letištního provozu

V předchozích kapitolách jsem popsal způsob využití technologií pro automatizaci průchodu cestujícího letištěm. Výše popsané systémy lze doplnit o další podpůrné technologie, které mohou jejich využití dále zefektivnit. Některé z těchto technologií jsou popsány v této kapitole.

### 2.4.1 Biometrika

Procedury průchodu cestujícího letištěm je sice možné implementací nových technologií automatizovat, cestující se však musí na každém kontrolním bodě prokazovat palubní vstupenkou a cestovním dokladem. Tento způsob limituje efektivnost automatizovaného odbavení, vzhledem k času, který musí cestující vynaložit na načtení svých dokladů do každého ze systémů. Zároveň musí mít cestující neustále k dispozici svou palubní vstupenku (v papírové, nebo elektronické formě) a doklad totožnosti. To představuje snížení cestovního komfortu a nutnost tisku papírové palubní vstupenky pro cestující bez mobilního odbavení.

Požadavek na opakované prokazování se palubní vstupenkou a dokladem totožnosti je možné odstranit využitím biometrických technologií, tedy technologií, které využívají unikátních biologických charakteristik každého cestujícího. Jedná se především o otisky prstů, obličej a oční duhovku cestujícího. Využití biometrie je založeno na vytvoření zabezpečeného unikátního identifikačního tokenu cestujícího skenováním jeho biometrických údajů a porovnáním s údaji v biometrickém pasu. Vytvořený identifikační token cestujícího je pak po dobu jeho odbavení uložen v rozhraní pro identifikaci a správu tokenů. [21]

Načtení biometrických údajů a ověření cestovních dokladů (biometrického pasu) pro vytvoření identifikačního tokenu probíhá na první z automatizovaných technologií, popsaných v předchozích kapitolách, se kterou cestující přijde do styku. Načtení je rovněž možné realizovat přes speciální mobilní aplikaci. Na dalších technologiích pak probíhá pouhé skenování biometrických údajů cestujícího (nejčastěji obličej) a jejich porovnání s vytvořeným identifikačním tokenem. Využití biometrických technologií a jejich propojení s automatizovanými technologiemi odbavení cestujícího pak probíhá následovně [21]:

### **1. Odbavení cestujícího na samoobslužném kiosku**

Cestující realizuje odbavení na zařízení standardním způsobem. Proces odbavení je doplněn o snímání biometrických údajů obličej cestujícího a jeho biometrického pasu (zařízení SCHK musí disponovat kamerou s potřebnými funkcionalitami). Po úspěšném načtení biometrických údajů cestujícího (obličej) a ověření dle údajů cestovního dokladu je vytvořen identifikační token, který je uložen do databáze všech aktivních tokenů, systémů letiště a letecké společnosti. Odbavení je následně ukončeno a evidováno ve všech systémech. Cestujícímu však není vydána palubní vstupenka, jeho identifikačním znakem na dalších procedurách průchodu letištěm je jeho obličej.

V případě, kdy se cestující odbavuje ze svého mobilního zařízení, je možné využít speciální mobilní aplikace pro tvorbu identifikačního tokenu (skenování chytrým telefonem), nebo je token vytvořen na některém z následující zařízení.

### **2. Odbavení zavazadel cestujícího na SBD systému**

Cestující, který odbavuje svá zavazadla a realizoval své odbavení na SCHK zařízení, naskenuje pomocí kamery na SBD zařízení svůj obličej. Biometrické údaje jsou ověřeny a porovnány s identifikačním tokenem. Po úspěšném ověření jsou informace o odbavení cestujícího předány SBD zařízení a odbavení zavazadel probíhá realizací druhé části dvoukrokového odbavení zavazadel popsaných v kapitole 2.2.1 Princip fungování.

V případě cestujících, kteří se odbavili na svých mobilních zařízeních, bez aplikace pro vytvoření identifikačního tokenu, umožní SBD zařízení identifikaci jejich biometrických údajů a

pasu stejným způsobem jako SCHK zařízení. Pomocí SBD zařízení je pak vytvořen jejich identifikační token pro další procedury průchodu letištěm.

### **3. Vstup cestujícího do vyhrazené zóny**

Pokud cestující již využil SCHK nebo SBD zařízení, je skenován jeho obličej. Když se jeho biometrické charakteristiky shodují s některým z tokenů v databázi, dochází k předání informací o odbavení cestujícího systémům automatizovaných brány, která je následně otevřena a cestující může vstoupit do vyhrazeného prostoru.

Pro cestující, kteří se odbavili na svých mobilních zařízeních bez aplikace pro vytvoření identifikačního tokenu, a nemají zavazadla k odbavení, umožní zařízení na automatizovaných branách jejich ověření a vytvoření identifikačního tokenu stejným způsobem, jako na SCHK nebo SBD zařízeních.

### **4. Nástup do letadla automatizovanými nástupními branami**

Identifikační token cestujícího byl již vytvořen na některém z předchozích zařízení. Cestujícímu je tak skenován obličej a při shodě s některým z identifikačních tokenů v databázi, dochází k potvrzení cestujícího systémům automatizované nástupní brány, která je následně otevřena a cestující může vstoupit na palubu letadla.

### **5. Smazání všech biometrických údajů o cestujícím**

Po dokončení odbavení nástupu cestujícího na palubu letadla jsou všechny jeho biometrické údaje ihned smazány pro zamezení jejich zneužití a splnění požadavků obecného nařízení EU o ochraně osobních údajů (GDPR). [13,15]

Jak již bylo uvedeno, na základě biometrických údajů o cestujícím je vytvořen jeho zabezpečený identifikační token. Pro správné fungování biometrické identifikace musí být zajištěna komunikace mezi rozhraním pro identifikaci a správu tokenů a následujícími systémy [21]:

- Informačními systémy letecké společnosti, které poskytují seznam cestujících, kteří mají být odbaveni na její lety se zahájeným odbavením. Dispozice těchto dvou informací je nutnou podmínkou pro vytvoření identifikačního tokenu pro průchod cestujícího letištěm. Komunikace probíhá i opačným směrem. Systémy pro správu identifikačních tokenů totiž leteckým společností potvrzují, že daný cestující byl vpuštěn na palubu letadla a jeho odbavení je tak dokončeno. Zároveň mají letecké společnosti k dispozici informaci o tom, že daný cestující vstoupil do vyhrazené oblasti letiště, což může ulehčit jejich rozhodování o čekání na cestujícího v případě, kdy se nedostavil k nástupu do letadla.

- Informačními systémy letiště se seznamem letů, jejichž odbavení bylo zahájeno. Pouze pro cestující takových letů je možné vytvoření identifikačního tokenu pro průchod letištěm. Rozhraní pro identifikaci a správu tokenů zároveň potvrzuje všem systémům automatizovaného odbavení na letišti, že daný cestující je již odbaven a identifikován a může tak být vpuštěn dále.
- Rozhraní pro identifikaci a správu tokenů může být rovněž propojeno s bezpečnostními systémy dané země. Informace o cestujícím tak mohou být sdíleny pro kontrolu, zda odbavovaný cestující nepatří do seznamu hledaných nebo jinak podezřelých osob.

Mezi hlavní výhody využití biometrických technologií patří větší komfort pro cestující, kteří se prokáží svou palubní vstupenkou a doklady pouze jednou a u dalších procedur se prokazují pouze svým obličejem. Čas, který cestující stráví realizací každé procedury odbavení se, bez nutnosti vícenásobného ověření dokladů, redukuje a celý proces odbavení je tak možné realizovat rychleji. Vlivem biometrických technologií je rovněž umožněno bezpapírové odbavení, protože i cestující, kteří nemají palubní vstupenku ve svých mobilních zařízeních, nepotřebují pro ověření platnosti papírové vstupenky její výtisk. Vzhledem k využití unikátních biologických charakteristik daného cestujícího je zároveň zajištěna velká spolehlivost ověření identity cestujícího. [21]

Aby využití biometrických technologií přineslo maximální benefity, je vhodné je implementovat na letištích, která umožňují kompletně automatizovaný průchod cestujícího. Letiště, která biometrické technologie implementují, musí rovněž zajistit maximální bezpečnost dat cestujících. Vzhledem k citlivosti biometrických charakteristik může sbírání těchto údajů mezi cestujícími vyvolat obavy o soukromí a bezpečnost jejich důvěrných dat. Každá země, ve které jsou biometrické charakteristiky využívány, by tak měla mít legislativu s jasně stanovenými pravidly definující možný rozsah jejich zpracování pro zabránění neoprávněného využití takto citlivých dat. Zároveň musí být informační systémy a databáze maximálně zabezpečeny pro zamezení hackerských útoků a krádeží biometrických dat cestujících. [22,23]

#### **2.4.2 RFID**

V rámci této diplomové práce popisují technologie, které mají potenciál zefektivnit průchod odlétajícího cestujícího letištěm a realizaci všech procedur, které tento průchod obsahuje. Jednou z těchto procedur je i odbavení zavazadel, po kterém je zavazadlo odděleno od cestujícího. Procesy vedoucí k přesunutí zavazadla z letištní haly na palubu letadla obsahují ve standardním případě [13]:

- Identifikaci zavazadla.
- Bezpečnostní kontrolu.
- Přesun zavazadla do prostoru, kde jsou uložena zavazadla na daný let.

- Přesun z třídílny zavazadel na palubu letadla.
- Ověření, že cestující i zavazadlo jsou na správném letu a ve stejném letadle.

Aby bylo možné proces odbavení zavazadla řídit a monitorovat, je nutné sledovat údaje o jeho pohybu. Sledování je v současné době umožněno využitím čárových kódů, kterými je každé zavazadlo označeno na začátku odbavení. V průběhu přesunu zavazadla letištěm jsou čárové kódy skenovány a údaje o aktuální poloze zavazadla jsou tak ukládány do informačních systémů letiště. Proces odbavení zavazadel s využitím čárových kódů vykazuje celosvětově vysokou míru spolehlivosti, není však zcela bezchybný, což dokazují data uvedená v tabulce 9. [24]

Tabulka č. 9 – Statistiky celosvětové chybovosti odbavení zavazadel (zdroj: SITA)

Počet nesprávně odbavených zavazadel na 1000 cestujících:	6,5
Roční náklady spojené se špatně odbavenými zavazadly:	2,3 miliardy USD
Procento případů nesprávně odbavených zavazadel, jejichž příčina vzniká na letišti odletu:	55 %

Způsobem, jak dále zvýšit spolehlivost odbavení zavazadel je využití technologií RFID. Technologie RFID, tedy identifikace na rádiové frekvenci, využívá radio-frekvenčních elektromagnetických polí pro přenos dat o poloze zavazadel. Přívěšky na označení zavazadel jsou tak vybaveny nejen čárovými kódy, ale také RFID čipy s informacemi o daném zavazadle [24].

Mezi hlavní výhody RFID technologie, patří [24]:

- Větší přesnost čtení přívěšek na zavazadlech: Zatímco u RFID přívěšek je přesnost více než 99 %, u čárových kódů je to méně než 95 %. Zavazadla vybavená RFID přívěškou zároveň nemusí být skenována manuálně, ale jejich identifikační údaje jsou načteny automaticky při přiblížení zavazadla ke čtečce.
- Pokud jsou zařízení pro odbavení zavazadel vybavena dostatečným počtem RFID čteček, pak má letiště neustále informaci o poloze zavazadla. RFID čtečky rovněž dokáží zpracovat informace od více RFID přívěšek současně.
- RFID technologie mohou zvýšit úroveň zákaznických služeb. Vzhledem k tomu, že poloha zavazadel je v průběhu průchodu zavazadla letištěm neustále známá, mohou letecké společnosti polohové informace sdílet s cestujícími, kteří tak mají přehled o aktuálním stavu odbavení jejich zavazadla.

Pro využívání RFID technologie je letiště nutné vybavit tiskárnou na tisk RFID přívěšek na zavazadla a čtečkami RFID, které vysílají elektromagnetické pulsy. Na tyto pulsy přívěška RFID v blízkosti čtečky reaguje odesláním informace o sobě. RFID čtečky by měly být



umístěny na všech klíčových bodech v rámci průchodu zavazadel letištěm. Jedná se především o Bag Drop systémy, kde odbavení zavazadla začíná, třídící zařízení na rozdělení zavazadel na jednotlivé lety, o zařízení pro přesun zavazadel a o zařízení pro nakládání zavazadel do letadla. Pomocí takto rozmístěných čteček RFID jsou zavazadla, v průběhu svého průchodu letištěm, neustále sledována a informace o jejich poloze jsou okamžitě dostupné personálu letiště. Pro využití dat z RFID čteček musí mít letiště rovněž implementovány informační systémy a aplikace, které jsou schopná tato data zpracovat. [24]

Vzhledem k možnostem RFID technologií je možné jejich implementací snížit počet nesprávně odbavených zavazadel za rok až o 25 %. Zároveň tato technologie umožní snížení provozních nákladů, které jsou vynakládány na odbavení zavazadel. Dle SITA ušetří letiště při implementaci RFID technologií na každém milionu odbavených zavazadel 15 000 dolarů. [24]

Implementace RFID technologií má rovněž některá omezení [13,24]:

- Cena RFID přívěsek se snižuje úměrně rostoucímu objemu provozu letiště. Letiště menší velikosti tak musí zvážit, zda benefity a úspory plynoucí z implementace této technologie vyváží výši investičních a provozních nákladů.
- RFID čtečky musí být implementovány ve vhodné vzdálenosti od sebe tak, aby nedocházelo k rušení vysílaných signálů z jednotlivých čteček a nebylo ohroženo správné fungování identifikace zavazadel.
- Využití RFID technologií je zároveň limitované u procesu třídění zavazadel, kdy je nutná identifikace přesné polohy daného zavazadla a ne pouze informace o tom, že se zavazadlo v daném prostoru nachází (kterou poskytuje RFID technologie). V rámci této části průchodu zavazadel letištěm je tak stále efektivnější primární využití čárových kódů.

Z těchto důvodů je současné využití RFID technologií omezené. Pouze 13 % cestujících tak mělo v roce 2017 svá zavazadla odbavena s využitím RFID technologie. [24]

### **2.4.3 Permanentní přívěsky na zavazadla**

Další z technologií, která má potenciál zefektivnit odbavení zavazadel, je využití permanentních přívěsek na zavazadla, tedy přívěsek, které lze pro označení zavazadel využít vícekrát pro různé lety. Většina přívěsek, kterými jsou zavazadla v dnešní době označena, je totiž jednorázová a po příletu do destinace se nedají nijak dále využít. Mezi hlavní nevýhody tohoto stavu patří nutnost přípravy a tisku nové přívěsky pokaždé, když cestující někam letí, což znamená navýšení času, který cestující tráví odbavením zavazadla na letišti. Nutnost tisku nové přívěsky pro každé odbavené zavazadlo zároveň vyžaduje značnou spotřebu papíru.

Řešením je využití technologie permanentních přívěsek pro označení zavazadla. Permanentní přívěska je elektronické zařízení, které je tvořeno následujícími technologiemi [25, 26]:

- Bluetooth technologií pro zašifrovaný přenos dat o zavazadle k odbavení z mobilního zařízení cestujícího (s využitím mobilní aplikace k tomu určené).
- Displejem pro zobrazení informací o odbaveném zavazadle a čárového kódu pro načtení při průchodu zavazadla letištěm (ve stejném rozsahu jako u papírových přívěsek).
- Baterií pro pohon zařízení a USB vstupem pro umožnění jejího nabíjení.
- GPS nebo jiné technologie (LTE/WiFi) pro lokalizaci přívěsek, cestující tak může v reálném čase sledovat polohu svého zavazadla (pomocí mobilní aplikace).
- Zvukovým zařízením, které se spustí v případě blízkosti zavazadla k jeho majiteli (vhodné při hledání kufříku po příletu).
- RFID vysílačem pro zajištění kompatibility s letišti, které pro odbavení zavazadel využívají tuto technologii.
- Permanentní přívěska musí být zároveň vyrobena z pevných materiálů odolných proti vodě, které zabrání rozbití při kontaktu s těžkými zavazadly během nakládky, vykládky a letu.

Příklad technologie permanentních přívěsek na zavazadla zobrazují na obrázku 18. [27]



Obrázek č. 18. – Ilustrační obrázek permanentní přívěšky na zavazadla (zdroj: Future of Travel Experience)

Odbavení zavazadla s permanentní přívěskou je prováděno v kombinaci s mobilní aplikací letecké společnosti. Cestující tak provede své odbavení a po jeho dokončení je mu vytvořena přívěska na zavazadlo v elektronické verzi, tu pak cestující prostřednictvím aplikace a technologie Bluetooth sdílí se přívěskou, upevněnou na jeho zavazadle. Tím je odbavení cestujícího i zavazadla dokončeno a po příjezdu na letiště již cestující pouze vloží své odbavené zavazadlo na pohyblivý pás automatizovaného SBD zařízení, které jej dopraví do třídního zavazadel (realizace druhé fáze odbavení zavazadla v případě letišť vybavených dvoukrokovými SBD zařízeními). Po odevzdání zavazadla může cestující sledovat jeho polohu na mobilním zařízení. Po přiletu do cílové destinace je hledání zavazadla na karuselovém dopravníku ulehčeno zařízením, které vydává zvuk v případě, kdy je v blízkosti cestujícího. [25,26]

Permanentní přívěsku je možné pořídit za přibližně 2300 Kč. Využití permanentních přívěsek je v současné době podporováno mnoha leteckými společnostmi, v Evropě jej například umožňují letecké společnosti ze skupin Lufthansa, IAG nebo Air France - KLM. [28]

Nutnou podmínkou pro efektivní fungování permanentních přívěsek je možnost dokončení odbavení zavazadla na automatizovaných SBD zařízeních na letišti. V opačném případě musí cestující dokončit odbavení svého zavazadla na stanici s lidskou obsluhou a být tak ve frontě s cestujícími, kteří na svém zavazadle permanentní přívěsku nemají. Hlavního přínosu permanentní přívěsky pak není dosaženo. Spojením technologií permanentních elektronických přívěsek na zavazadla se všemi automatizovanými technologiemi a využitím biometrie je umožněno kompletně bezpapírové odbavení cestujícího i zavazadla bez asistence lidského faktoru.

### **3. Implementační analýza automatizovaných nástupních bran na Letišti Václava Havla v Praze**

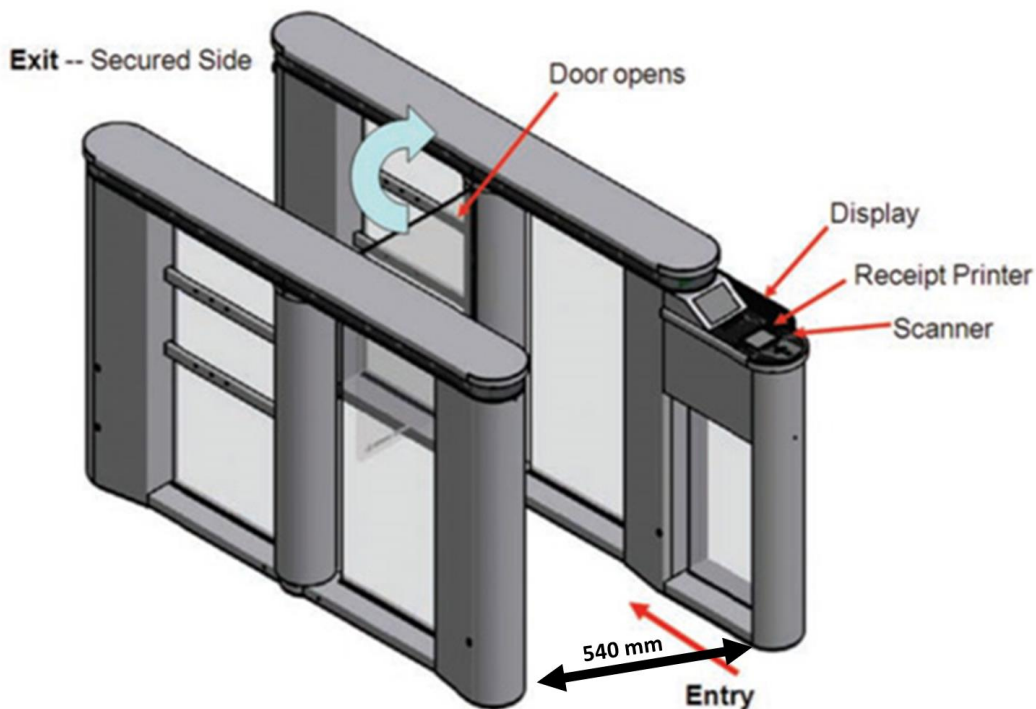
Automatizované nástupní brány (ANB) jsou technologií, která má potenciál zautomatizovat, zefektivnit a zrychlit proces nástupu cestujících do letadel. V rámci této kapitoly technologii ANB představuji a provádím analýzu její pilotní implementace na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze (v této kapitole dále jen „Letiště“) z technologického, provozního a ekonomického hlediska.

#### **3.1 Úvodní představení technologie**

Automatizované nástupní brány (ANB) slouží k automatizaci poslední z procedur průchodu cestujícího letišťem, tedy nástupu na palubu letadla. V současné době je tento proces realizován za pomoci personálu, který kontroluje, zda se cestující prokazuje palubní vstupenkou na správný let a může mu být umožněno nastoupit do letadla. Zároveň je palubní vstupenka cestujícího personálem skenována, pro evidenci nástupu daného cestujícího, ve všech informačních systémech letiště a letecké společnosti. [13,29]

ANB jsou umístěny v odletových branách a v kontrole palubních vstupenek nahrazují lidský personál. Fungují na podobném principu jako systémy pro kontrolu dokladů cestujícího při vstupu do vyhrazené části letiště. I na ANB cestující naskenuje svou palubní vstupenku a není mu umožněn vstup do letadla (brány nejsou otevřeny), dokud není ověřeno, že je oprávněn k nástupu na palubu. Ihned po průchodu cestujícího se brány uzavírají pro zabránění průchodu více cestujících. Zařízení na ANB jsou rovněž propojena s informačními systémy letecké společnosti pro porovnání údajů z načtených palubních vstupenek se seznamem cestujících, evidenci nástupu cestujícího na palubu letadla a naopak k zajištění, aby na danou palubní vstupenku nastoupil pouze jeden cestující. [29]

Příklad ANB zařízení a jeho komponent je zobrazeno na obrázku 19. [29]



Obrázek č. 19. – Ilustrační obrázek automatizované nástupní brány (zdroj: SITA)

### 3.2 Technologické aspekty implementace

Mezi technologické aspekty implementace patří především specifikace ANB a jejich komponent. Dále jsou popsány činnosti, které je nutné realizovat před zahájením implementace a činnosti, které samotnou implementaci tvoří. Doba trvání přípravy a samotné implementace je pak znázorněna pomocí harmonogramu.

#### 3.2.1 Specifikace zařízení

ANB musí být vybaveny několika funkcionalitami, tak aby mohly efektivně plnit svou úlohu a zajistit bezproblémový nástup cestujících na palubu letadla. Na jedné odletové bráně je pro zajištění rychlého nástupu cestujících doporučeno implementovat dvě ANB vybavené následujícími funkcionalitami [13,15, 29]:

- Dvoukřídlé dveře pro zamezení neoprávněného vstupu cestujících (šířka 540 mm).
- Čtečkou palubních vstupenek (2D), která ověřuje palubní vstupenky cestujících v papírové i elektronické formě.
- Displejem s dotykovou obrazovkou pro navigaci a předání pokynů cestujícím (o nutnosti přiložit palubní vstupenku, úspěšném/neúspěšném načtení, umožnění nástupu).
- Senzory, které monitorují průchod cestujících a detekují případných průchod více cestujících najednou.

- Alarm pro zvukové upozornění na neoprávněný průchod cestujícího.
- Řídicí počítač (server) s operačním systémem a paměťovou kartou pro ovládání zařízení a zajištění komunikace s informačním systémem letiště (CUTE).
- Tiskárnou pro tisk potvrzení pro cestující (například v případě změny v přiděleném sedadle).
- Pro splnění bezpečnostních požadavků letiště musí být systém schopen, v případě vyhlášení krizové situace na letišti, neprodleně otevřít automaticky brány a umožnit tak cestujícím evakuaci.

### **3.2.2 Základní parametry pilotní implementace**

Letiště v současné době neprovozuje ANB, tato technologie je tedy pro provoz Terminálu 2 nová. V případě, že se Letiště interně rozhodne pro její implementaci a po konzultaci s leteckými a odbavovacími společnostmi ji zařadí do svých modernizačních plánů, je nejprve vhodné provést pilotní implementaci pro otestování fungování této technologie v podmínkách Terminálu 2.

Na tomto terminálu se v současné době nachází dva typy nástupních bran. U prvního typu nastupují cestující do letadla pomocí nástupních mostů, ve druhém případě jsou do letadla převezeni autobusy. Nástup cestujících na obou typech nástupních bran vykazuje odlišné charakteristiky, kdy zvláště v případě nástupu s využitím autobusu je větší tlak na co nejrychlejší kontrolu palubních vstupenek cestujících. Cestující totiž musí být po kontrole ještě převezeni k letadlu (často několik stovek metrů daleko) a teprve poté mohou nastoupit na palubu. Realizace těchto procesů je tedy, v porovnání s odletovými branami s nástupními mosty, časově náročnější. [13]

Pro otestování technologie ANB na obou typech odletových bran je v první fázi jejich implementace provedena nejprve na dvou reprezentantech – jedné odletové bráně s nástupním mostem a jedné pro nástup cestujících pomocí autobusu. Dohromady tedy jsou na dvou odletových branách implementovány čtyři zařízení ANB.

### **3.2.3 Činnosti před zahájením implementace**

Před samotným zahájením implementace je nutné realizovat velké množství časově náročných činností, které mají za cíl definovat parametry a plán implementace, schválení záměru vedením Letiště, výběr dodavatele technologie a získání všech administrativních povolení.

#### **3.2.3.1 Realizace RFI**

V rámci přípravy a zhodnocení implementace ANB je ještě před zahájením realizace projektu vhodné rozeslat očekávaným dodavatelům technologie tzv. RFI (Request for information –

žádost o informaci). V rámci RFI je vypracován dokument popisující záměr implementace ANB na Letišti s definicí požadovaných parametrů a funkcionalit. Vybraní dodavatelé na základě tohoto dokumentu vypracují předběžnou a nezávaznou nabídku, ve které uvedou nabízenou cenu a parametry implementace (doba trvání, možné funkcionality systému a další).

Na základě předběžných nabídek dodavatelů získá Letiště přehled o nákladech, které bude na projekt nutné vynaložit a rovněž o časové a věcné náročnosti implementace. Tyto podklady pak může Letiště využít při sestavování rozpočtu a plánu investičních akcí na další období. Předpokládaná doba trvání realizace RFI jsou tři měsíce. [13]

### **3.2.3.2 Příprava projektové dokumentace**

Dalším klíčovým krokem realizovaným před zahájením instalace ANB je vypracování projektové dokumentace (dále jen Projekt), která definuje přesné parametry implementace. V rámci Projektu jsou tak definovány především detailní technické parametry zařízení, způsob napojení na stávající infrastrukturu, časový plán a doporučený způsob provedení implementace. Projekt vypracuje pro Letiště externí projekční společnost s požadovanou odborností a referencemi a to buď na základě výběrového řízení, nebo rámcových smluv, které má letiště s prověřenými dodavateli uzavřené. Projekt sice vypracuje externí společnost s potřebnými znalostmi, ale jeho podobu může značně ovlivnit Letiště, které jej přizpůsobí provozním a bezpečnostním potřebám Terminálu 2. Své požadavky a podněty k Projektu budou moci vyjádřit rovněž letecké a odbavovací (handlingové) společnosti. Sběr požadavků a podnětů bude probíhat formou technických rad, na kterých projekční společnost sesbírá podněty od všech zúčastněných stran a následně je zapracuje do výsledné podoby projektu. Příkladem bezpečnostního požadavku Letiště může být žádost o doplnění funkcionality, která automaticky otevře ANB v případě vyhlášení poplachu. Výstupy Projektu pak poslouží jako podklad při žádosti o stavební povolení. Předpokládaná doba přípravy Projektu jsou čtyři měsíce. [13]

### **3.2.3.3 Interní schválení záměru**

Výsledky Projektu slouží jako podklad k internímu schválení záměru vybudování ANB na Letišti. Detailní výsledky Projektu jsou tak nejprve podrobeny analýze a schválení provozně bezpečnostního výboru Letiště, který záměr posuzuje z hlediska přínosů pro provoz, bezpečnost a zákaznický servis. Následně je Projekt analyzován výborem pro investice, který záměr analyzuje z finančního hlediska a posuzuje očekávanou hodnotu investice (na základě podkladů z RFI) z hlediska rozpočtových možností Letiště a investičního plánu. Do projektu by rovněž měli být možnost nahlédnout zástupci všech ostatních organizačních jednotek Letiště a vznést k němu své případné připomínky. Předpokládaná doba schválení záměru jsou dva měsíce. [13]

### **3.2.3.4 Soutěž na dodavatele**

Všechny zakázky vypsání Letištěm, jejichž rozsah finančního plnění je nad 500 000 Kč, musí být soutěženy ve veřejném výběrovém řízení. Vzhledem k tomu, že očekávaná cena implementace přesáhne tuto částku (viz další kapitoly), je dodavatel čtyř ANB soutěžen pomocí veřejného výběrového řízení. Letiště stanoví parametry výběrového řízení dle projektové dokumentace. V případě, že podmínky splní více uchazečů, bude o vítězi výběrového řízení rozhodovat nabídnutá cena. I přes to, že výběr dodavatele dle ceny nezohledňuje jiné kvality nabídek, je tento způsob vybrán z důvodu složité definice jiných hodnotících parametrů. Vzhledem k tomu, že Letiště ANB v současné době nevyužívá, nemůže definovat požadované kvalitativní parametry k hodnocení tak, aby splnilo podmínku transparentnosti. [13,30]

Zadávací dokumentace k výběrovému řízení je vytvořena na základě vypracovaného Projektu a dle informací, které Letiště získalo realizací RFI (dalším benefitem realizace RFI je tak získání relevantních podkladů pro kvalitní přípravu zadávací dokumentace). Očekávaná doba trvání výběrového řízení je jeden rok, pokud se žádný z neúspěšných uchazečů neodvolá nebo nenastanou jiné komplikace. V případě, kdy je vysoutěžená cena vyšší, než očekávaná hodnota schválená výborem pro investice Letiště, bude muset opět proběhnout interní schválení záměru s novou hodnotou požadované investice. [13]

### **3.2.3.5 Získání stavebního povolení**

Po vypracování Projektu na implementaci ANB a jeho interním schválení, může být podána žádost o stavební povolení. Pokud by ANB zařízení nebyla pevně připevněna k podlaze letištní haly a byla tak mobilní, nemusela by žádost o stavební povolení být podávána. Předpokladem však je, že zařízení budou instalována pevně a natrvalo, a proto i vzhledem k zajištění maximální bezpečnosti, bude žádost o stavební povolení podána. Úřadem, který žádost (Projekt) posuzuje a vydává stavební povolení, je Úřad pro civilní letectví (ÚCL). ÚCL bude žádost posuzovat především z hlediska vlivů na bezpečnost Letiště, dostatečnosti projektové dokumentace a zda záměr a způsob jeho realizace respektují všechny nařízení a směrnice. Předpokládaná doba trvání získání stavebního povolení od podání žádosti je šest měsíců. [13]

### **3.2.3.6 Příprava dodavatele**

Po ukončení výběrového řízení je podepsána smlouva s dodavatelem, který musí zajistit připravenost na instalaci. ANB zařízení jsou složena z několika odlišných komponentů od různých výrobců. Implementaci těchto zařízení tak obvykle zastřešuje poskytovatel informační technologie (například společnost SITA), který má své subdodavatele, ti dodávají komponenty ze kterých je zařízení tvořeno (např. brány, skenery, displej apod.). Hlavní dodavatel tak po podpisu smlouvy provede interní přípravu na implementaci, vytvoří harmonogram jednotlivých



prací a informuje své subdodavatele o oficiální objednávce a požadovaném termínu dodání jejich technologie. Předpokládaná doba podpisu smlouvy a přípravy dodavatele je sedm týdnů. [15]

### **3.2.4 Další předpoklady zahájení implementace**

V případě úspěšné realizace všech činností popsaných v předchozí kapitole a získání stavebního povolení, musí být před zahájením implementace rovněž zajištěno, že Letiště disponuje následujícím [15]:

- Zdrojem elektrické energie 240 V pro pohon ANB na místě instalace.
- Vstupem do Letištní sítě (LAN) na místě instalace (v podlaze).
- Tým zaměstnanců poskytující podporu implementaci ze strany Letiště.
- Zabezpečený prostor pro skladování materiálu a zařízení v průběhu stavby.
- Implementovaný informační systém, který budou ANB využívat.

Před zahájením informují odpovědní zaměstnanců Letiště, v dostatečném časovém předstihu, všechny dotčené strany o uzavření dvou odletových bran Terminálu 2 z důvodu instalace ANB.

### **3.2.5 Činnosti realizované během implementace**

Implementace je zahájena úvodní schůzí všech zúčastněných stran, po jejímž uskutečnění je zahájena fyzická instalace dvou ANB na Terminálu 2 Letiště a následné testování v simulovaném i reálném provozu.

#### **3.2.5.1 Realizace startovací schůze**

Jakmile dodavatel dokončí svou přípravu a vypracuje plán implementace, dochází k realizaci úvodního setkání implementačního týmu, tedy dodavatele (a primárních subdodavatelů) se zástupci Letiště k zahájení implementace ANB. Na setkání dodavatel prezentuje vypracovaný detailní plán a harmonogram implementace, který je zástupci Letiště schválen a je domluven způsob komunikace všech zúčastněných stran. [15]

#### **3.2.5.2 Technická instalace ANB**

Činnosti, které tvoří samotnou instalaci celkově 4 ANB do prostředí Letiště jsou, u obou odletových bran, následující [13,15]:

- Příprava serveru, který bude řídit provoz ANB, tedy konfigurace jeho nastavení do podmínek Letiště dle nastavení informačního systému (nemusí být realizováno v prostředí Letiště) – doba trvání je jeden týden.
- Příprava odletové brány na instalaci – vytvoření lože pro ANB a instalace kabelové infrastruktury – trvá jeden týden.
- Instalace automatizované brány a všech jejích zařízení – dva dny.

- Instalace serveru do automatizované brány a propojení s informačními systémy Letiště – jeden týden.
- Realizace UAT (User acceptance test), tedy testování funkčnosti ANB ze strany letiště a případná oprava nedostatků – jeden týden:
  - Vyzkoušení modelového nástupu cestujících do letadla.
  - Testování bezproblémové komunikace zařízení s informačními systémy.
  - Ověření funkčnosti bran a detektorů neoprávněného pohybu.
  - Ověření funkčnosti čtečky palubních dokladů, tedy schopnosti načíst všechny možné druhy (elektronické/papírové).
  - Analýza intuitivnosti systému z pohledu cestujících.
  - Bezpečnostní testování (otevření bran v případě krizové situace)

### **3.2.5.3 Školení obsluhy a pilotní provoz**

Jedním z hlavních přínosů ANB je úspora personálu zajišťujícího nástup cestujících do letadla. I přes úsporu v jeho počtu je vhodné, aby jeden zaměstnanec na průběh procesu dohlížel. Na Letišti v současné době zajišťují odbavení cestujících (a tedy i nástup do letadel) dvě společnosti – Czech Airlines Handling a Menzies Aviation. Pro to, aby provoz ANB probíhal bez komplikací již od začátku, je vhodné před spuštěním pilotního provozu, vyškolit zástupce obou odbavovacích společností na ovládání ANB a na organizaci nástupu cestujících s využitím těchto zařízení. Odhadovaná doba realizace všech školení jsou dva dny. [15]

Po dokončení všech činností implementace a vyškolení zaměstnanců mohou být odletové brány s technologií ANB uvedeny k testování v reálném provozu Terminálu 2. Doba testovacího provozu je dva týdny, během kterých je provoz monitorován zástupci Letiště, dodavatele i subdodavatelů a v jejich součinnosti jsou odstraňovány případné poruchy ve fungování zařízení. [13,15]

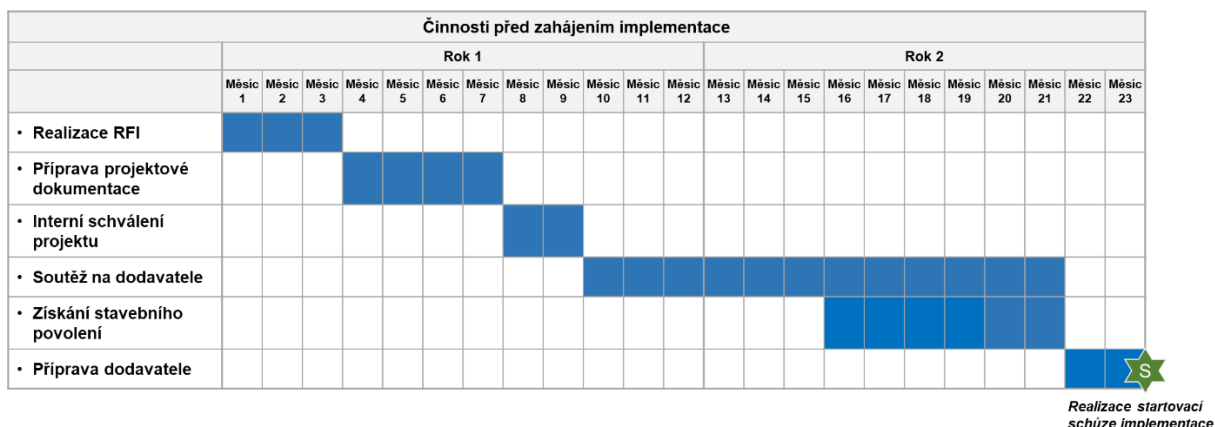
Po úspěšném otestování ANB je dodavateli podepsán protokol o úspěšném provedení implementace.

### **3.2.6 Harmonogram implementace**

Harmonogram je z důvodu velkých rozdílů v době trvání jednotlivých činností rozdělen na činnosti realizované před zahájením a během implementace ANB na Terminálu 2 Letiště.

#### **3.2.6.1 Činnosti před zahájením implementace**

Harmonogram činností před zahájením implementace zobrazují na obrázku 20.

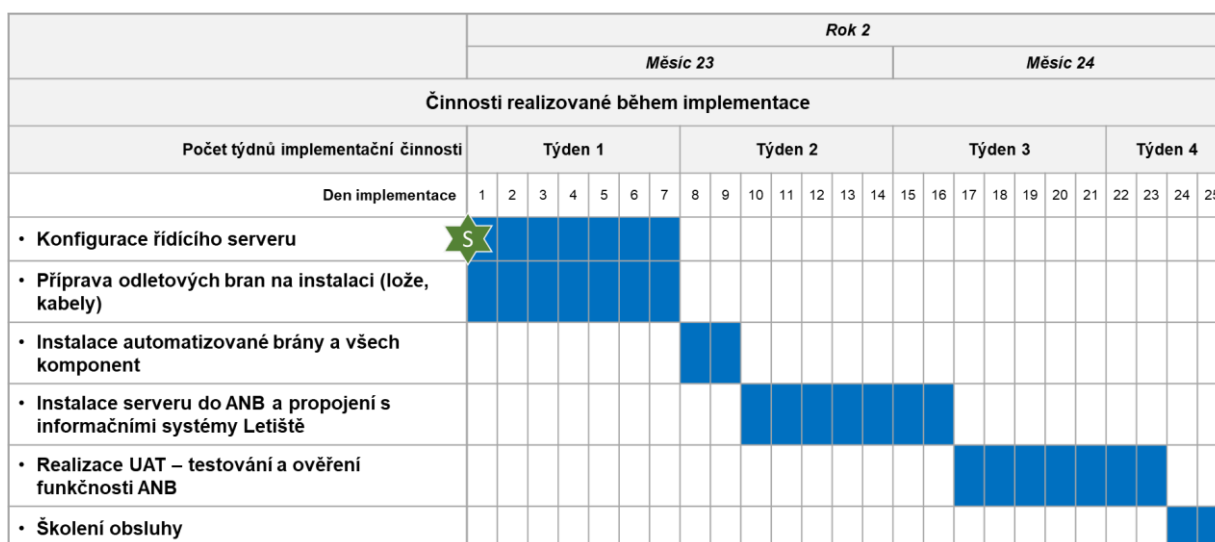


Obrázek č. 20. – Harmonogram činností před implementací (zdroj: autor)

Celková doba realizace činností před samotným zahájením implementace je 23 měsíců, z nichž 21 trvá příprava na straně objednatele (tedy Letiště) a přibližně 2 měsíce trvá příprava dodavatele. Z harmonogramu je patrné, že většina realizovaných činností na sebe navazuje, překrývá se pouze realizace veřejného výběrového řízení a činnosti vedoucí k získání stavebního povolení. Tyto činnosti také patří mezi časově nejdelší a pro plnění harmonogramu představují největší riziko. Komplikace totiž mohou nastat jak během získávání stavebního povolení (nutnost přepracování dokumentace, žádost ÚCL o doplnění podkladů apod.), tak průběhu výběrového řízení (odvolání neúspěšných uchazečů). Po celou dobu realizace těchto činností je provoz nástupní brány na Terminálu 2 Letiště nedotčen. [13]

### 3.2.6.2 Činnosti realizované během implementace

Pokud bude příprava implementace probíhat dle naplánovaného harmonogramu, tak po roce a 11 měsících od realizace RFI bude startovací schůzou zahájena samotná implementace ANB na Terminálu 2 Letiště. Harmonogram činností realizovaných během implementace, až do zahájení zkušebního provozu je zobrazen na obrázku 21.



Obrázek č. 21. – Harmonogram činností během implementace (zdroj: autor)

Celková doba trvání činností implementace, včetně školení obsluhy je 25 dní, tedy necelé 4 týdny. Po tuto dobu budou dvě nástupní brány, na kterých budou ANB implementovány, uzavřeny pro běžný provoz Terminálu 2. Z hlediska minimalizace omezení jejich fungování je tak vhodné implementační činnosti realizovat i o víkendu. Implementace je zahájena konfigurací řídicích serverů (nemusí probíhat v prostředí Letiště) a přípravou obou odletových bran na instalaci všech zařízení ANB. Tyto činnosti patří mezi časově nejnáročnější (7 dní) a jsou realizovány souběžně. Realizace dalších kroků na sebe již navazuje a mezi další časově náročnější činnosti patří instalace serverů do každé ANB, jejich napojení na informační systémy Letiště a testování nově instalovaných ANB. [15]

Zahájení zkušebního provozu je tak naplánováno po přibližně 2 letech od zahájení přípravy Projektu pilotní implementace ANB na Letišti.

### **3.3 Provozní aspekty a dopady implementace**

Implementace ANB se na provozních charakteristikách Letiště projeví především kratším časem kontroly cestujících při nástupu do letadel, snížení počtu potřebného personálu a změnou náplně jeho práce.

#### **3.3.1 Dopad implementace na provoz letiště**

Realizace implementace ANB v prostoru dvou odletových bran Terminálu 2 znamená jejich vyřazení na přibližně 3 až 4 týdny. Po tuto dobu tedy není možné dotčené odletové brány využívat v běžném provozu. Pro to, aby dopady jejich uzavření byly na provoz letiště minimální až nulové, je implementace provedena v období zimního letového řádu (rozmezí říjen-březen). V měsících zimního letového řádu je na Letišti odbaveno průměrně o 30 % cestujících méně než v měsících letního letového řádu. Kapacita letiště je dimenzována na zvládnutí silného provozu v letní sezóně. Několikatýdenní uzavření dvou nástupních bran, tedy snížení počtu aktivních odletových bran Terminálu 2 o 8 %, nepředstavuje, v průběhu provozně slabších zimních měsíců, významné ohrožení stability provozu na Terminálu 2. Pilotní implementace čtyř ANB na Terminálu 2 tak nebude důvodem vzniku zpoždění odletu některých letů. Implementace rovněž nevyžaduje nutnost nástupu cestujících prostřednictvím autobusu na letech, které jsou, dle požadavku letecké společnosti, odbavovány na (pro cestující pohodlnější) odletové bráně s nástupním mostem. Nástup na lety, které normálně odlétají z odletových bran, kde probíhá implementace ANB, budou odbaveny na jiných odletových branách. [13,31]

#### **3.3.2 Zrychlení času kontroly cestujících při nástupu na palubu letadla**

Automatizovaná technologie ANB umožňuje snížení doby trvání kontroly palubních vstupenek cestujících při nástupu na palubu letadla až o 50% (dle analýz dodavatele této technologie,

společnosti SITA). To je způsobeno především větší rychlostí načtení dokladů cestujícím na automatizované bráně a odpadnutím časově náročnějších činností předání palubní vstupenky obsluhujícímu personálu, následnému načtení palubní vstupenky personálem a její vrácení cestujícím. [15, 29]

Průměrná doba trvání kontroly cestujících při nástupu, tedy času během kterého jsou palubní vstupenky všech cestujících zkontrolovány a je jim umožněn vstup do letadla, je na Terminálu 2 přibližně 19 minut. V případě akceptace hodnot udávaných výrobcem SITA (v rámci této práce není možné jejich spolehlivé potvrzení) je možné vliv implementace ANB, na dobu trvání kontroly cestujících při nástupu do letadel na Terminálu 2, zobrazit v tabulce 10. [13, 15, 16]

Tabulka č. 10 – Vliv ANB na dobu nástupu cestujících do letadla (zdroj: Letiště Václava Havla, SITA)

Současná průměrná doba kontroly cestujících při nástupu	19 minut
Možná úspora vlivem implementace ANB	50 %
<b>Průměrná doba kontroly cestujících po implementaci ANB</b>	<b>10 minut</b>

Technologie ANB tak přispívá ke zkrácení doby trvání kontroly při nástupu cestujících na palubu letadla. Celková doba nástupu a usazení všech cestujících je však dále ovlivněna chováním cestujících v nástupním mostě a na palubě letadla, kde se mohou tvořit fronty vlivem ukládání příručních zavazadel do ukládacích prostor cestujícími nebo hledáním správného sedadla. [13]

Zkrácení nástupní doby rovněž neznamená, že by letecké společnosti využívající nástupní brány s ANB mohly o 9 minut zkrátit svůj průlet na Letišti. Čas pobytu je totiž ovlivněn mnoha dalšími faktory (například dobou trvání vyložení a naložení zavazadel cestujících, tankováním letadla, časovým slotem uděleným pro odlet a dalšími). Provozní dopad zkrácení nástupního času má však jiné dva hlavní dopady na provoz. Zkrácený čas nástupu může posloužit k větší robustnosti letového řádu a ke snížení zpoždění přilétajících letů (v případě, že i další činnosti v rámci průletu jsou realizovány v kratším čase). Odlétající zpožděné letadlo tak například stihne časový slot, který by v případě nástupu s lidskou obsluhou nebylo možné stihnout. Tento benefit ANB může být přínosný zvláště u odletových bran s nástupem prostřednictvím autobusu, kde musí být během nástupu stihnuto více činností (souvisejících s využitím autobusu). [13]

### 3.3.3 Změna náplně práce palubního personálu

ANB redukuje počet potřebného personálu k zajištění organizace nástupu cestujících do letadla, což představuje jednu z primárních výhod jejich implementace. Redukovaný počet

personálu (1 zaměstnanec) je však vhodné, pro bezproblémový nástup cestujících do letadla, u nástupních bran ponechat. Hlavní náplň jeho činností je však jiná než u klasických nástupních bran, kdy je hlavním úkolem kontrola manuální kontrola palubních vstupenek všech cestujících. V případě využití ANB tvoří primární agendu letištního personálu následující činnosti [13,15,29]:

- Zahájení, monitorování a ukončení procesu nástupu cestujících do letadla. Asistence cestujícím, kteří mají problém s průchodem ANB.
- Práce s informačními systémy letiště a letecké společnosti a kontrola, zda se k nástupu do letadla dostavili všichni cestující, případná komunikace s týmem informačních služeb Letiště o vyvolání chybějících cestujících.
- Kontrola, zda příruční zavazadla cestujících splňují požadované rozměrové a váhové limity letecké společnosti. Výběr poplatků od cestujících, jejichž zavazadla limit překročila.
- Poskytnutí speciální péče cestujícím vyšších cestovních tříd – zajištění přednostního nástupu do letadla, případné přesazení pravidelných cestujících do vyšších tříd (dle pokynů a pravidel letecké společnosti).

Implementací ANB se tak hlavní náplň práce obsluhujícího personálu mění z manuální kontroly palubních vstupenek cestujících na poskytování zákaznického servisu a zajištění bezproblémového a včasného nástupu všech cestujících do letadla.

### **3.3.4 Personální úspora**

Úspora v počtu potřebného personálu na obsluhu odletových bran představuje jeden z hlavních dopadů, který má implementace ANB na provoz Terminálu 2. V současné době u nástupu cestujících do letadel na Terminálu 2 asistují nejčastěji dva, nebo tři zaměstnanci, v závislosti na kapacitě letadla a obsazenosti letu (v dalších výpočtech tak počítám s průměrnou hodnotou 2,5 zaměstnanců potřebných k nástupu cestujících do letadel na Terminálu 2). Implementace ANB automatizuje proces nástupu cestujících do letadel a po jejím dokončení je pro hladký průběh nástupu cestujících dostatečný jeden zaměstnanec, který realizuje činnosti popsané v předchozí kapitole. [13,29]

#### **3.3.4.1 Odhad úspory potřebného počtu zaměstnanců k obsluze odletových bran Terminálu 2**

Implementace ANB na dvou odletových branách Terminálu 2 znamená pro odbavovací společnosti úsporu ve velikosti personální čety potřebné k zajištění nástupu cestujících na těchto dvou automatizovaných branách (místo průměrně 2,5 zaměstnanců pouze 1 zaměstnanec).

K určení vlivu této úspory na celkový počet zaměstnanců potřebných k obsluze všech nástupních bran na Terminálu 2 je nejprve nutné určit přibližný počet zaměstnanců, který je využíván v současné době. Tento počet určuji za pomoci:

- Celkové doby využití všech odletových bran na Terminálu 2 k zajištění nástupu cestujících na všechny lety. Celková doba využití je dána součtem přes všechny nástupní brány a lety v roce 2018. Sčítány jsou časy, které uplynou od otevření odletové brány personálem až po ukončení nástupu cestujících každého letu (dle podkladů od Letiště Václava Havla). [13]
- Celkové doby zaměstnanecké práce potřebné k zajištění nástupu cestujících na všechny lety. Ta je určena vynásobením celkové doby využití odletových bran za rok průměrným počtem zaměstnanců potřebných u každého nástupu (2,5 zaměstnanec).
- Průměrného ročního fondu pracovní doby 1 zaměstnanec, který zajišťuje nástup do letadla. Na Letišti zaměstnanci pracují v režimu nepřetržité pracovní doby rozdělené do několika směn, jejich týdenní fond pracovní doby je tak 37, 5h. Z ročního fondu dále odečítám čas dovolených (předpoklad 4 týdny) a čas, který zaměstnanci během pracovní doby věnují přestávkám a prodlevami mezi nástupy do letadla (předpoklad 20 % pracovní doby). [13]

Celkový počet zaměstnanců potřebný k obsluze všech odletových bran na Terminálu 2 uvádím v tabulce č. 11. [13]

Tabulka č. 11 – Určení potřebného počtu zaměstnanců k zabezpečení nástupu cestujících všech letů z Terminálu 2 (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla)

ID	Položka	Hodnota	Způsob výpočtu
<b>Celková doba zaměstnanecké práce potřebná k zabezpečení všech odletů</b>			
A	Celková doba využití všech odletových bran na Terminálu 2 za rok [hod.]	37 112	<i>Vstupy</i>
B	Průměrný počet potřebných zaměstnanců u nástupu jednoho letu	2,5	
C	Celkový počet hodin zaměstnanecké práce potřebných k zajištění obsluhy všech odletových bran za rok	92 780	$A*B$
<b>Fond pracovní doby jednoho zaměstnance</b>			
D	Roční fond pracovní doby jednoho zaměstnance [hod]	1 882	<i>Vstupy</i>
E	Počet hodin dovolené ročně	150	
F	Procento pracovní doby tvořené přestávkami a prodlevami mezi nástupy	20 %	
G	Reálně využitelný roční fond pracovní doby 1 zaměstnance k asistenci u nástupu cestujících [hod]	1 386	$(D-E)*(1-F)$
<b>Celkový počet potřebných zaměstnanců</b>			
H	Personální rezerva (pro případ dovolených, výpovědí zaměstnanců)	15 %	<i>Vstup</i>
	<b>Celkový počet potřebných zaměstnanců</b>	<b>78</b>	$\frac{C}{G}*(1+H)$

Předpokládaný počet zaměstnanců potřebných pro pokrytí všech odletů na všech odletových branách Terminálu 2 jsem tak určil na 78.

Pro určení personální úspory vzniklé implementací dvou ANB, lze počítat s průměrnou celkovou dobou využití jedné odletové brány Terminálu 2 za rok (složené z doby trvání činností potřebných k zajištění nástupu cestujících na všechny lety odlétajících z dané nástupní brány). Pro větší přesnost lze pracovat s průměrnou dobou pro odletové brány s nástupním mostem a pro odletové brány s nástupem prostřednictvím autobusu, vzhledem k tomu, že na každé z nich bude provedena implementace. U dvou nástupních bran s ANB tak bude celková roční



doba potřebné zaměstnanecké práce rovna celkové době využití dané odletové brány (obsluhuje 1 zaměstnanec, není tedy potřeba násobit koeficientem 2,5).

Výpočet personální úspory dané implementací dvou ANB na Terminálu 2 uvádím v tabulce 12. Všechny výpočty jsou odhadem na základě reálných provozních charakteristik Terminálu 2 v roce 2018 poskytnutých Letištěm. Zde uvedené výpočty jsou tak možné úspory vztažené k provozním charakteristikám roku 2018. [13]

Tabulka č. 12 – Výpočet personální úspory dané implementací 2 ANB na Terminálu 2 (zdroj: autor na základě dat od Letiště Václava Havla)

ID	Položka	Hodnota	Způsob výpočtu
<b>Průměrná doba využití 1 odletové brány dle typu</b>			
A	Průměrná doba využití jedné odletové brány s nástupním mostem za rok [hod]	1 736	<i>Vstupy</i>
B	Průměrná doba využití jedné odletové brány pro nástup autobusem za rok [hod]	1 101	
C	Počet potřebných zaměstnanců u nástupu jednoho letu	2,5	
<b>Současný roční počet hodin zaměstnanecké práce na obsluhu 1 odletové brány (bez automatizace)</b>			
D	Odletová brána s nástupním mostem [hod]	4 339	$A \cdot C$
E	Odletová brána pro nástup autobusem [hod]	2 752	$B \cdot C$
<b>Roční počet potřebné zaměstnanecké práce na obsluhu 1 ANB</b>			
F	Odletová brána s nástupním mostem [hod]	1 736	$A$
G	Odletová brána pro nástup autobusem [hod]	1 101	$B$
<b>Výpočet úspory v celkovém počtu potřebného personálu</b>			
H	Aktuální počet hodin zaměstnanecké práce potřebné k obsluze nástupu všech letů na Terminálu 2 za rok	92 780	<i>Vstup (dle tabulky 11)</i>
CH	Aktuální celkový počet potřebných zaměstnanců (včetně personální rezervy 15 %)	78	
I	Reálně využitelný roční fond pracovní doby 1 zaměstnance k asistenci u nástupu cestujících [hod]	1 386	
J	Úspora v ročním počtu hodin zaměstnanecké práce	4 255	$D+E-F-G$

K	Počet hodin zaměstnanecké práce potřebné k obsluze nástupu všech letů na Terminálu 2 za rok po implementaci dvou ANB	88 525	$H - I$
L	Celkový potřebný počet zaměstnanců po implementaci ANB (včetně personální rezervy 15 %)	74	$\frac{K}{I} * (1 + 0,15)$
	<b>Personální úspora</b>	<b>4</b>	<b>CH-L</b>

Na základě výše uvedených výpočtů jsem tak zjistil, že implementací ANB na dvou odletových branách Terminálu 2 může Letišti vzniknout personální úspora 4 zaměstnanců potřebných k obsluze všech odletů z Terminálu 2.

### 3.4 Ekonomické aspekty a dopady implementace

Ekonomické dopady implementace jsou hodnoceny především z pohledů nákladů, které stojí vybudování dvou ANB na Terminálu 2 a úspor a výnosů, které implementace vyvolá. Jejich porovnáním je pak hodnocena hodnota a doba návratnosti investice.

#### 3.4.1 Možné přístupy k financování implementace

Existují dva možné přístupy k financování a provozování ANB. Prvním z nich je kompletní outsourcing ANB. Dodavatel technologie je tedy vlastníkem a provozovatelem všech zařízení, včetně informačních systémů, které spravuje. V rámci tohoto způsobu kooperace je provoz ANB poskytován dodavatelem Letišti jako služba (s definovanou dobou trvání) a Letiště za její provozování platí měsíční poplatek (jehož výše je ve výběrovém řízení soutěžena). Tento způsob nastavení může pro letiště představovat výhodu z hlediska cash flow (není potřeba významná jednorázová investice na pořízení zařízení) a z hlediska následných nákladů souvisejících s údržbou a provozováním zařízení, které jsou obsaženy ve výši měsíčního poplatku. Výhodnost tohoto přístupu se snižuje s délkou času provozování ANB, kdy vynaložené náklady na hrazení poplatků za provozování, dle zkušeností Letiště, v delším časovém horizontu překročí velikost jednorázové investice. [13,15]

Druhým přístupem je nastavení, ve kterém Letiště plně hradí investiční náklady spojené s vybudováním ANB a následně veškeré zařízení vlastní a provozuje jej na svých informačních systémech. Zároveň pak ovšem zajišťuje a hradí údržbu a provoz ANB. Nevýhodou tohoto nastavení je potřeba větší jednorázové investice na vybudování ANB. Letiště má však větší kontrolu nad provozem zařízení a v delším časovém horizontu je tento způsob nastavení, dle zkušeností Letiště, finančně výhodnější. [15]

Výhody obou přístupů je možné zkombinovat tak, že je soutěž na dodavatele ANB nastavena v režimu, kdy je Letiště vlastníkem veškeré infrastruktury a hradí investice spojené

s vybudováním, ale v ceně za dodávku je obsažena i údržba zařízení po definovaný časový interval. V tomto nastavení bude soutěžena i pilotní implementace dvou ANB na Terminálu 2. Dodavatelé tak budou ve výběrovém řízení nabízet cenu za vybudování zařízení i jejich následnou údržbu po dobu 5 let. [13,15]

### **3.4.2 Náklady, výnosy a úspory vzniklé implementací ANB**

#### **3.4.2.1 Odhad nákladů realizace implementace**

Hodnota celkových nákladů implementace dvou ANB (dvě odletové brány s celkem čtyřmi automatizovanými zařízeními) na Terminálu 2 je ovlivněna následujícími položkami:

- Cenou za všechna zařízení tvořící ANB (dle specifikace definované v kapitole 3.2.1 Specifikace zařízení).
- Cenou za práce dodavatele odvedené během implementace (fyzická implementace, propojení s informačními systémy a testování).
- Školení obsluhy.
- Údržbu a technickou podporou obou zařízení po následujících 5 let jejich provozu.

V rámci výběrového řízení bude vybrán dodavatel, který splní požadavky Letiště a nabídne nejnižší cenu, která bude obsahovat všechny výše uvedené položky. Veškeré náklady spojené s implementací dvou ANB bude hradit Letiště Praha.

Odhadovaná cena implementace celkem 4 zařízení ANB (na dvou odletových branách) na Terminálu 2 je **1 850 000 Kč**. Tato hodnota je určena na základě konzultace s Letištěm a dodavatelem technologie (SITA) a její reálná výše se může lišit v řádu jednotek až nižších desítek procent. Konkrétní výše ceny totiž záleží na výsledcích výběrového řízení, na výsledné specifikaci zařízení dle projektové dokumentace a dalších faktorech (ekonomická situace, vytíženost možných dodavatelů, vývoj cen vstupů apod.). [13,15]

#### **3.4.2.2 Odhad úspor vyvolaných implementací ANB**

Implementace ANB přináší především snížení personálních nákladů, které je možné určit pomocí úspory ročního počtu potřebných hodin zaměstnanecké práce vypočtených v kapitole 3.3.4 Personální úspora. V té bylo určeno, že implementace dvou ANB může ročně ušetřit přibližně 4 255 hodin práce zaměstnanců. Vzhledem k tomu, že tato hodnota je vztažena k provozu v roce 2018 je při odhadu úspor v personálních nákladech na 5 let (doba trvání kontraktu na ANB), nutné zohlednit vývoj počtu přepravených cestujících a vývoj mezd personálu. Vývoj počtu cestujících i výše mezd je ve výpočtu zohledněn koeficientem 5 %, o který každý rok poroste úspora v personálních nákladech, v porovnání se stavem, kdy by na 2 odletových branách Terminálu 2 nebyly instalované ANB (čím větší provoz a nárůst mezd,

tím větší úspora). Vstupy pro výpočet úspory v personálních nákladech jsou uvedeny v tabulce 13. [13]

Tabulka č. 13 – Parametry pro výpočet úspory personálních nákladů (zdroj: autor, Letiště Václava Havla)

A	Roční počet ušetřených hodin zaměstnanecké práce	4 255
B	Koeficient zohledňující nárůst v počtu cestujících a mezd	5 %
C	Náklady na hodinu práce zaměstnance (včetně zdravotních a sociálních odvodů a dalších benefitů)	300 Kč

Velikost úspory personálních nákladů pak lze vypočítat pomocí vzorce 1:

$$U_n = (A * C) * (1 + B)^n$$

Vzorec č. 1 – Výpočet úspory personálních nákladů

$U_n$  - úspora personálních nákladů v roce  $n$  provozu ANB

Výsledné hodnoty úspory, vypočtené pomocí vzorce 1, zobrazují v tabulce 14.

Tabulka č. 14 – Úspora personálních nákladů vlivem implementací ANB (zdroj: autor)

Rok provozu	Výše úspory personálních nákladů
1	1 340 281 Kč
2	1 407 295 Kč
3	1 477 660 Kč
4	1 551 543 Kč
5	1 629 120 Kč
<b>Kumulovaná úspora personálních nákladů za 5 let:</b>	<b>7 405 899 Kč</b>

Pomocí výše uvedených výpočtů jsem zjistil, že implementace dvou ANB na Terminálu 2 může za pět let provozu ušetřit na personálních nákladech téměř 7,5 mil. Kč.

Úspora v personálních nákladech bude nižší v případě, kdy větší část personálu pracuje brigádně na dohodu o provedení činnosti s nižšími náklady na hodinu jejich práce. Zároveň je nutné zmínit, že se jedná o úsporu v personálních nákladech odbavovacích společností, nikoliv Letiště, jehož zaměstnanci kontrolu palubních vstupenek cestujících přímo nezajišťují.

### 3.4.2.3 Odhad výnosů vyvolaných implementací ANB

Implementací dvou ANB na Terminálu 2 je rovněž možné vyvolat vznik nových výnosů v komerčních prostorách Letiště. Většina cestujících v současné době přichází na Letiště přibližně 2 hodiny před odletem. Většinu času na Letišti však stráví realizací všech procedur průchodu popsaných v kapitole 1.3. Průměrně tak, dle výzkumů Letiště, odlétajícímu cestujícímu na Terminálu 2 zbude 26 minut volného času, který může využít na nákupy v komerční zóně (obchody, občerstvení apod.). Dle výzkumů Letiště rovněž každá minuta volného času, který cestující tráví v komerční zóně, znamená průměrnou útratu 0,36 Kč na cestujícího. Vzhledem k tomu, že ANB mají potenciál zkrátit čas nástupu do letadla až o 9 minut (viz kapitola 3.3.2 Zrychlení času kontroly cestujících při nástupu na palubu letadla.), může být jejich implementací prodloužen čas cestujícího v komerční zóně a tím vyvolány nové výnosy z útrat cestujících. [13]

Implementace dvou ANB na Terminálu 2 bude provedena na jedné odletové bráně s nástupním mostem a jedné s nástupem prostřednictvím autobusu. Možnou výši nových výnosů tak lze vypočítat pomocí průměrného počtu cestujících, kteří jsou ročně odbaveni na jedné odletové bráně obou typů. Vzhledem k tomu, že je projekt hodnocen na dobu 5 let, je nutné ve výpočtu příjmů zohlednit vliv inflace, která je stanovena na 2 %. Parametry pro výpočet potenciálu nových výnosů uvádím v tabulce 15. [13]

Tabulka č. 15 – Parametry pro výpočet potenciálu nových výnosů (zdroj: Letiště Václava Havla)

A	Zkrácení doby nástupu cestujících vlivem ANB	9 minut
B	Průměrná útrata 1 cestujícího za každou minutu strávenou v komerční zóně Letiště	0,36 Kč
C	Průměrný počet cestujících ročně odbavených na 1 odletové bráně s nástupním mostem	241 142
D	Průměrný počet cestujících ročně odbavených na 1 odletové bráně s nástupem prostřednictvím autobusu	105 773
E	Předpokládaná výše inflace	2 %

Možnou výši výnosů vzniklých delším časem cestujících v komerční zóně Letiště určují pomocí vzorce 2:

$$V_n = A * B * (C + D) * (1 + E)^n$$

Vzorec č. 2 – Výpočet hodnoty nových výnosů (zdroj: autor)

$V_n$  – hodnota výnosů v roce  $n$

Výsledné hodnoty výnosů, vypočtené pomocí vzorce 2, zobrazují v tabulce 16.

Tabulka č. 16 – Výnosy vzniklé vlivem implementace ANB (zdroj: autor)

Rok provozu	Hodnota výnosů
1	1 146 483 Kč
2	1 169 413 Kč
3	1 192 801 Kč
4	1 216 657 Kč
5	1 240 990 Kč
<b>Kumulovaný potenciál nových výnosů za 5 let:</b>	<b>5 966 343 Kč</b>

Implementace dvou ANB na Terminálu 2 tak může za 5 let provozu vyvolat nové útraty cestujících ve výši necelých 6 mil. Kč. Tyto nové výnosy sice budou primárně náležet provozovatelům obchodů a restaurací. Letiště však z dodatečných příjmů může profitovat vyšším nájemným, případně podílem z nových tržeb. [13]

Pro to, aby byl potenciál nových útrat cestujících co nejvíce naplněn, je vhodné přiblížit čas zahájení nástupu do letadla, uvedený na palubních vstupenkách, o přibližně 9 minut plánovanému času odletu (u odletových bran s ANB). V současné době je na Terminálu 2 u většiny letů nástup zahajován 30 minut před plánovaným odletem. Předpokladem totiž je, že většina cestujících nadále dorazí na Letiště dvě hodiny před plánovaným odletem a v čase zahájení nástupu do letadla, napsaném na palubní vstupence, bude přítomna v odletové bráně. Pro to, aby cestující čas ušetřený rychlejším nástupem strávili v komerční zóně a ne v odletové bráně, je tak vhodné čas zahájení nástupu do letadla na palubní vstupence posunout. [13]

### 3.4.3 Hodnocení investice

Pro zhodnocení výhodnosti investice do dvou ANB na Terminálu 2 používám metody čisté současné hodnoty investice a diskontované doby návratnosti. Pro obě metody jako podklad využívám personální úspory a nové výnosy dané delším časem cestujících v komerční zóně Letiště, vypočtené v předchozích kapitolách (stejně jako výši nákladů investice).

Výnosy jsou v rámci hodnocení investice diskontovány, pro zohlednění změny hodnoty peněz v čase a míry rizika, které investice do ANB obnáší. Jako možná rizika uvažují především:

- Omezení popsána v kapitole 3.5 Omezení a rizika implementace ANB.
- Pokles cestujících na Letišti (na rozdíl od předpokládaného růstu).
- Menší než očekávané útraty cestujících vlivem prodloužení času stráveného v komerční zóně.
- Neposunutí času začátku nástupu do letadel na palubních vstupenkách leteckých společností.

Vzhledem k velkému počtu rizik je, pro jejich zohlednění, ve výpočtu využita diskontní míra 20 %. Zároveň je investice do dvou ANB na Terminálu 2 porovnávána jednak s celkovými úsporami a výnosy, které implementace generuje, bez ohledu na jejich příjemce (Letiště / odbavovací společnosti / provozovatelé obchodů v komerční zóně), a rovněž z pohledu výnosů, které investice do ANB přinese jejich investorovi - Letišti.

Diskontovanou hodnotu výnosů a úspor investice v jednotlivých letech počítám s využitím vzorce 3 [32]:

$$PV_n = \frac{FV_n}{(1+i)^n}$$

*Vzorec č. 3 – Výpočet diskontované hodnoty výnosů a úspor*

*PV<sub>n</sub> – Diskontovaná hodnota výnosů v roce n*

*FV<sub>n</sub> – Očekávaná hodnota výnosů a úspor v roce n*

*i – Diskontní sazba*

*n – Rok, v němž je hodnota dosaženo (rozmezí 1-5)*

Čistou současnou hodnotu investice počítám s využitím vzorce 4 [32]:

$$NPV = \sum_{n=1}^5 PV_n - IN$$

*Vzorec č. 4 – Výpočet čisté současné hodnoty investice*

*NPV – Čistá současná hodnota investice po 5 letech*

*IN – Výše investice*

*PV<sub>n</sub> – Diskontovaná hodnota výnosů v roce n*

Diskontovanou dobu návratnosti investice pak počítám pomocí vzorce 5 [32]:

$$DPB = n + \frac{IN - KumPV_n}{PV_{n+1}}$$

Vzorec č. 5 – Výpočet diskontované doby návratnosti investice

*DPB* – Diskontovaná doba návratnosti investice

*n* – Počet let, po kterých dochází k době návratnosti investice

*IN* – Výše investice

*KumPV<sub>n</sub>* – Kumulovaný součet diskontovaných výnosů a úspor investice do roku *n*

*PV<sub>n</sub>* – Diskontovaná hodnota výnosů za rok *n+1*

### 3.4.3.1 Zhodnocení investice bez ohledu na beneficienta

Personální úspory, které vzniknou odbavovacím společností společně s novými výnosy provozovatelů komerčních objektů v Terminálu 2, zobrazuji v tabulce 17 (na základě součtu hodnot v tabulkách 14 a 16). Součet hodnot pro každý rok je diskontován sazbou 20 % a vypočten dle vzorce 3. Zároveň pro každý rok počítám diskontovanou kumulovanou hodnotu úspor a výnosů, které implementace ANB k danému roku vygenerovala.

Tabulka č. 17 – Diskontovaná hodnota výnosů a úspor vlivem implementace ANB (zdroj: autor)

Rok	Diskontovaná hodnota výnosů v daném roce	Kumulovaná hodnota diskontovaných výnosů k danému roku
Rok 1	2 072 303 Kč	2 072 303 Kč
Rok 2	1 789 380 Kč	3 861 684 Kč
Rok 3	1 545 406 Kč	5 407 089 Kč
Rok 4	1 334 973 Kč	6 742 062 Kč
Rok 5	1 153 433 Kč	7 895 495 Kč

Kumulovaná diskontovaná hodnota výnosů a úspor vzniklých vlivem implementace dvou ANB na Terminálu 2 je po pěti letech provozu přibližně 7,9 mil. Kč. Pomocí dat uvedených v tabulce č. 17 je dále možné, s využitím vzorce 4, stanovit čistou současnou hodnotu investice po 5 letech provozu ANB. Ta je společně s diskontovanou dobou návratnosti (určenou podle vzorce 5) zobrazena v tabulce č. 18.



Tabulka č. 18 – Čistá současná hodnota a diskontovaná doba návratnosti (zdroj: autor)

<b>Čistá současná hodnota investice</b> (po 5 letech)	6 045 495 Kč
<b>Diskontovaná doba návratnosti</b>	11 měsíců

V případě porovnání všech úspor a potenciálních výnosů, které implementace dvou ANB na Terminálu 2 přinese, s vynaloženými investičními náklady, se jedná o výhodnou investici s krátkou dobou návratnosti. Tento způsob posouzení porovnává všechny vygenerované úspory a výnosy s výší investice, bez ohledu na příjemce a plátce. Není tak posouzena návratnost ze strany Letiště, které implementaci plně hradí. Z hlediska personálních úspor jsou však výhradním beneficentem odbavovací společnosti. V současném nastavení totiž odbavovací společnosti Letišti neplatí za využívání odletových bran, ani jejich zařízení a Letiště tak nemá způsob, jak z těchto úspor přímo profitovat. Vypočtené hodnoty nicméně potvrzují, že při zohlednění všech generovaných výnosů a úspor se investice do dvou ANB na Terminálu 2 vyplatí. [13]

### 3.4.3.2 Zhodnocení investice pro Letiště Václava Havla

Pro porovnání výše investice do ANB s možnými výnosy, které Letišti přinese, je nutné zohlednit pouze výnosy z dodatečných příjmů v komerční zóně, vzhledem k tomu, že z nich Letiště může profitovat prostřednictvím nájmu nebo podílem na tržbách. Výpočet diskontovaných výnosů za 5 let provozu dvou ANB uvádím v tabulce 19. Hodnoty jsou vypočteny na základě údajů z tabulky 16, pomocí vzorce 3 a diskontovány jsou sazbou 20 %. Zároveň je pro každý rok vypočtena kumulovaná hodnota výnosů, které implementace dvou ANB na Terminálu 2 k danému roku vygenerovala.

Tabulka č. 19 – Diskontovaná hodnota výnosů v komerční zóně vlivem implementace ANB (zdroj: autor)

<b>Rok</b>	<b>Diskontovaná hodnota výnosů v daném roce</b>	<b>Kumulovaná hodnota diskontovaných výnosů k danému roku</b>
Rok 1	955 402 Kč	955 402 Kč
Rok 2	812 092 Kč	1 767 495 Kč
Rok 3	690 278 Kč	2 457 773 Kč
Rok 4	586 737 Kč	3 044 509 Kč
Rok 5	498 726 Kč	3 543 235 Kč

Kumulovanou diskontovanou hodnotu výnosů vzniklých vlivem implementace dvou ANB na Terminálu 2 jsem po pěti letech provozu určil na přibližně 3,5 mil. Kč. Pomocí dat uvedených

v tabulce č. 18 je možné, s využitím vzorce č. 4, stanovit čistou současnou hodnotu investice po pěti letech provozu ANB na Terminálu 2. Ta je společně s diskontovanou dobou návratnosti (určenou podle vzorce 5) zobrazena v tabulce č. 20.

Tabulka č. 20 – Čistá současná hodnota a diskontovaná doba návratnosti (zdroj: autor)

<b>Čistá současná hodnota investice</b> (po 5 letech)	1 693 235 Kč
<b>Diskontovaná doba návratnosti</b>	2,1 roku

Tyto hodnoty čisté současné hodnoty investice i doby návratnosti jsou však platné pouze pro případ, kdy se k Letišti dostane 100 % předpokládaných nových výnosů generovaných delším časem cestujících v komerční zóně. Dá se však předpokládat, že z takové části výnosů Letiště profitovat nebude, vzhledem k tomu, že provozovatelem obchodů v komerční zóně jsou soukromé subjekty. Přehled toho, jak bude investice pro Letiště výhodná, v závislosti na procentu, které z nových výnosů v komerční zóně dostane, je v tabulce 21. [13]

Tabulka č. 21 – Hodnocení návratnosti investice v závislosti na procentu náležitých výnosů (zdroj: autor)

<b>Procento výnosů komerčních prostor, které náleží Letišti</b>	<b>Čistá současná hodnota investice</b> (po 5 letech)	<b>Doba návratnosti</b>
50%	- 78 382 Kč	>5 let
53%	27 915 Kč	4,9 let
60%	275 941 Kč	4,1 let
70%	630 265 Kč	3,3 let
80%	984 588 Kč	2,8 let
90%	1 338 912 Kč	2,4 let
100%	1 693 235 Kč	2,1 let

Investice tak bude pro Letiště návratnou v případě, kdy mu z nových výnosů bude náležet více než 53 %. Této hodnoty však s největší pravděpodobností nelze dosáhnout. [13]

Toho, aby se investice Letišti vyplatila i z ekonomického hlediska (nejen provozními benefity), je možné docílit například tak, že se na financování budou podílet i odbavovací společnosti, které z využití ANB nejvíce profitují. Možným řešením může být případ, kdy Letiště plně hradí počáteční investici do vybudování ANB, ale odbavovací společnosti za její využití platí poplatek (ročně/měsíčně). Výše poplatku může být vypočtena z celkové hodnoty investice Letiště, nebo z její poměrné části. Takový způsob financování investic byl využit i u jiných

technologií na Letišti Václava Havla. Aplikace tohoto přístupu je možná jen v případě, kdy odbavovací společnosti mají zájem o implementaci ANB a jsou tak ochotny se podílet na jejím financování. [13]

Ekonomickou návratnost je možné analyzovat i vzhledem k tomu, že je Letiště vlastníkem společnosti Czech Airlines Handling, a.s. (CAH), která je jednou ze dvou hlavních odbavovacích společností na Terminálu 2. Z implementace tak může Letiště profitovat úsporami své dceřiné společnosti. Vzhledem k tomu, že Letiště i CAH vystupují jako samostatné společnosti, není tento pohled v rámci diplomové práce analyzován. [13]

### **3.5 Omezení a rizika implementace ANB**

V předchozí kapitole bylo ukázáno, že omezením implementace ANB je složitá dosažitelnost ekonomické návratnosti investice Letiště. Mezi další omezení a rizika patří především nutnost kontroly dokladů totožnosti personálem i po implementaci ANB bez využití biometrických technologií, požadavek leteckých společností na odebrání zavazadel cestujícím a technologická vybavenost leteckých společností.

#### **3.5.1 Kontrola dokladů totožnosti cestujících**

Nejvýznamnější riziko a omezení efektivity využití ANB může představovat to, že na samotných ANB zařízení nedochází ke kontrole dokladů totožnosti cestujících. Specifikem výhradně schengenského Terminálu 2 totiž je, že cestující při vstupu do vyhrazené části Terminálu neprochází kontrolou dokladů totožnosti. Cestující, kteří realizovali své odbavení z domova a necestují se zavazadlem k odbavení tak nemají doklad totožnosti ověřen až do momentu nástupu na palubu letadla. To je sice plně v souladu s principem Schengenského prostoru, velká část leteckých společností však požaduje, aby byla totožnost všech cestujících, před nástupem na palubu jejich letadel, ověřena. V případě Terminálu 2 je tento požadavek leteckých společností řešen kontrolou dokladů totožnosti personálem během nástupu cestujících do letadla. Pro to, aby byl požadavek větší části leteckých společností splněn i po implementaci ANB a personál se tak nemusel, v původním počtu, nadále zabývat manuální kontrolou dokladů, je vhodné před implementací ANB na Letišti zavést technologie biometrické identifikace popsané v kapitole 2.4.1 Biometrika. V případě, že letecké společnosti nezmění své postupy, tak do doby, než budou na Terminálu 2 implementovány biometrické technologie, není zaručeno dosažení jednoho z hlavních benefitů ANB, kterým je personální úspora. Zároveň pravděpodobně nebude zkrácen čas kontroly při nástupu do letadla, protože cestující budou muset nejprve nechat zkontrolovat své doklady totožnosti personálem a následně provést kontrolu palubní vstupenky v zařízení ANB. [13]

V případě, že dojde ke spojení s biometrickými technologiemi, jsou zařízení ANB pouze doplněna o funkcionality skenování obličejů cestujících a zpracování jejich biometrických údajů (současná zařízení ANB i jejich informační systém jsou na toto již připravena). Díky propojení ANB s biometrickými technologiemi je zaručeno plně automatizované a bezpapírové ověření cestujících při nástupu se všemi výše uvedenými benefity. [13,15]

### **3.5.2 Odebírání příručních zavazadel cestujícím**

S leteckými a odbavovacími společnostmi působícími na Terminálu 2 souvisí další možné riziko využití technologie ANB. Některé letecké společnosti, především nízkonákladové, požadují, aby byla část cestujících v odletové bráně odebrána jejich příruční zavazadla a přesunuta do zavazadlového prostoru. To je realizováno z důvodu zrychlení celkového času nástupu cestujících na palubu letadla, který je zrychlen tím, že všichni cestující nehledají volné úložné místo pro svá zavazadla a neblokují tím ostatní cestující v nástupu. Zároveň je to pro letecké společnosti příležitost k získání dalších výnosů. Některé letecké společnosti totiž požadují odebírání zavazadel pravidelně na všech letech a všem cestujícím, kteří neuhradí poplatek za možnost vzít si zavazadlo na palubu. Jiné letecké společnosti požadují odebírání jen v případě, kdy je let většinou obsazen, a úložné prostory na palubě nejsou dostatečné. Vzhledem k tomu, že odebírání zavazadel organizuje a komunikuje s cestujícími personál odbavovacích společností, musí být v dostatečném počtu (2-3 zaměstnanci) přítomen při nástupu v odletové bráně. V případě, že z odletových bran s implementovanými ANB bude odlétat let jedné ze společností, která odebírání zavazadel požaduje, je potřebný původní počet obsluhujícího personálu. Tím je opět ohrožen jeden z hlavních přínosů implementace této technologie, tedy personální úspora. [13]

### **3.5.3 Technologická vybavenost leteckých společností**

Dalším omezením a rizikem pro využití ANB může být nedostatečná technologická vybavenost leteckých společností. Pro maximalizaci efektivního využití ANB totiž musí všechny společnosti, využívající odletové brány s technologií ANB, přizpůsobit proces nástupu cestujících této technologii. Letecké společnosti tak musí mít své informační systémy integrovány s rozhraním technologie ANB a zároveň musí akceptovat, že nástup cestujících bude prováděn automatizovaně a s využitím menšího počtu personálu. Ekonomické a provozní benefity využití nástupních bran s ANB by byly omezeny v případě, kdy by větší část leteckých společností neakceptovala propojení svých informačních systémů s ANB nebo nadále požadovala řízení nástupu cestujících původním počtem personálu. [13]

Výše uvedená rizika jsou reflektována vyšší hodnotou diskontní míry používané v ekonomickém hodnocení investice.

### 3.6 Zhodnocení implementace ANB

S využitím závěrů předchozích kapitol mohu konstatovat, že mezi největší benefity implementace dvou ANB na Terminálu 2 patří její provozní dopady. ANB totiž přináší zrychlení kontroly cestujících při nástupu do letadla a redukuje počet potřebného personálu k jeho zajištění. To umožňuje zvýšení stability provozu a úrovně zákaznického servisu na Letišti, čehož je docíleno nejen samotnou technologií, ale i změnou náplně práce obsluhujícího personálu.

Uvedených provozních přínosů ANB je však možné dosáhnout pouze v případě, kdy se Letiště vypořádá s několika omezeními. Pokud totiž letecké společnosti nezmění svůj požadavek na ověření totožnosti cestujících před nástupem do letadla, bude hlavních přínosů implementace ANB, tedy personální úspory a zkrácení času kontroly cestujících, dosaženo až společně s využitím technologie biometrické identifikace na Terminálu 2. Do té doby bude (i po implementaci ANB) v odletových branách, potřeba personálu pro manuální kontrolu dokladů totožnosti cestujících. Implementaci ANB je tak, pro maximalizaci jejich přínosů, vhodné provést až po zavedení technologií biometrické identifikace na Letišti.

Zároveň budou přínosy této technologie maximalizovány v případě, kdy Letiště jejímu využití přizpůsobí plánovací procesy. Jedná se například o přidělování odletů na jednotlivé odletové brány na Terminálu 2. Odlety leteckých společností, které pravidelně odebírají příruční zavazadla svým cestujícím, by totiž neměly být plánovány na odletové brány s implementovanými ANB. Vzhledem k tomu, že je u nich potřebný původní počet personálu, tak by přínosů ANB u těchto odletů nebylo dosaženo.

Z ekonomického hlediska lze implementaci ANB hodnotit dvěma způsoby. V případě, kdy je porovnána výše investice se všemi úsporami a výnosy, které na Terminálu 2 může vygenerovat (bez ohledu na jejich příjemce), se jedná o velmi výhodnou investici s krátkou dobou návratnosti. Pokud jsou však porovnány přímé výnosy Letiště, které investici do ANB plně hradí, s vynaloženými náklady, nebude přímé návratnosti investice pravděpodobně dosaženo. Ekonomické návratnosti může Letiště dosáhnout v případě, kdy se na financování investice do ANB budou částečně podílet i odbavovací společnosti, které na Terminálu 2 operují.

Přímé ekonomické hodnocení však nezahrnuje provozní přínosy ANB, jejichž dopady nelze exaktně ekonomicky kvantifikovat. Ty mohou vést ke zvýšené spolehlivosti provozu na odletových branách s ANB a možnému odstranění některých zpoždění (díky rychlejšímu času kontroly při nástupu do letadla). Tyto přínosy přispívají ke zvýšení kvality poskytovaných služeb vzhledem k leteckým společnostem. Menší míra zpoždění a kratší čas strávený nástupem do letadla pak může rovněž vést k větší spokojenosti cestujících na Letišti.

Implementací ANB Letiště zároveň reaguje na aktuální trendy a doporučení mezinárodních organizací (IATA, ICAO) pro odbavení cestujících, které se stává čím dál více automatizované a není tak negativně ovlivněno nedostatkem personálních kapacit na trhu, ani náhlými onemocněními zaměstnanců. Všechny tyto aspekty tak kompenzují výši investice nefinančními prostředky, jež přispívají ke zvýšení kvality poskytovaných služeb, o které by mělo Letiště neustále usilovat. Pokud se tedy na Terminálu 2 podaří vyřešit omezení, která brání provozním přínosům ANB, tak by se Letiště mělo zabývat analýzou a plánováním implementace ANB.

## Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo popsat reakci letišť a jejich infrastruktury na rostoucí objemy provozu v osobní letecké dopravě, analyzovat benefity využití automatizovaných technologií v rámci provozu letišť a provést implementační analýzu automatizovaných nástupních bran na Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze. Práci jsem vypracoval na základě konzultací se zástupci Letiště Václava Havla v Praze, společností SITA a jimi dodaných podkladů, odborných publikací a článků.

S využitím uvedených zdrojů jsem zjistil, že navyšování kapacity evropských letišť (nebo výstavba nových prvků infrastruktury) neprobíhá ve stejné intenzitě, jako růst osobní letecké dopravy. Jedním ze způsobů, jakým letiště mohou zajistit, že odbavení stále většího počtu cestujících neznámá snížení jejich komfortu, je využití automatizovaných technologií. V této diplomové práci jsem představil 4 technologie automatizující průchod odlétajícího cestujícího letišťem, jedná se o samoobslužné odbavovací kiosky, samoobslužné zařízení na odbavení zavazadel, automatizované kontrolní brány při vstupu do vyhrazené části letišť a o automatizované nástupní brány. U prvních třech technologií jsem popsal princip fungování a krátce jsem představil jejich přínosy pro provoz letišť obecně i na příkladu provozních charakteristik Letiště Václava Havla v Praze. Jako hlavní přínosy jsem identifikoval rychlejší čas realizace procedur průchodu cestujících letišťem, který zvyšuje kapacitu letišť pro odbavení cestujících. Jako další provozní benefit jsem určil menší provozní náklady letišť dané personální úsporou vlivem automatizace. V diplomové práci jsem tak ukázal, že využití automatizovaných technologií na letišťích představuje způsob, jakým mohou letiště reagovat na zvýšené objemy osobní letecké dopravy a svůj provoz zefektivnit a zlevnit. Pro každou technologii jsem také popsal její omezení a rizika, která letiště musí zvážit před zahájením implementace dané technologie. Zároveň jsem popsal další technologie, které dále podporují automatizované prvky infrastruktury a přispívají k plně automatizovanému a bezpapírovému průchodu odlétajícího cestujícího letišťem. Jedná se o biometrické technologie, RFID a permanentní zavazadlové přívěsky.

Technologii automatizovaných nástupních bran jsem popsal zevrubněji v rámci analýzy možné pilotní implementace na dvou odletových branách Terminálu 2 Letiště Václava Havla v Praze. Do analýzy jsem zahrnul technologické parametry implementace, tedy přesnou specifikaci zařízení pro potřeby Terminálu 2 a činnosti, které je nutné realizovat před a během implementace. Celkovou dobu trvání, od zahájení přípravy až po spuštění do provozu, jsem odhadl na přibližně 2 roky. Dále jsem analyzoval provozní dopady implementace. Zjistil jsem tak, že Letiště Václava Havla může z automatizované technologie profitovat rychlejším průměrným časem kontroly při nástupu cestujících přibližně o 9 minut a pro obsluhu nástupu na všechny lety ročně potřebuje přibližně o 4 zaměstnance méně. Personální úsporu jsem

rovněž zahrnul v ekonomickém zhodnocení implementace, společně s novými výnosy generovanými delším časem cestujících v komerční zóně letiště. Ekonomické zhodnocení se skládá ze dvou pohledů. V případě, kdy je investice do automatizované technologie porovnávána se všemi výnosy a úsporami, které přinese bez ohledu na jejich beneficianta, se jedná o výnosnou investici s krátkou dobou návratnosti. V případě, že jsou porovnávány výnosy, které obdrží Letiště Václava Havla jako výhradní investor implementace s vynaloženými náklady, nebude přímé ekonomické návratnosti investice pravděpodobně dosaženo (pokud se na jejím financování nebudou spolupodílet odbavovací společnosti).

Složitá dosažitelnost přímé návratnosti investice Letišti Václava Havla není jediným identifikovaným omezením technologie automatizovaných nástupních bran. Dále jsem zjistil, že pokud letecké společnosti budou nadále požadovat manuální kontrolu dokladů totožnosti cestujících, před nástupem na palubu jejich letadla tak do doby, než budou na Terminálu 2 Letiště Václava Havla implementovány biometrické technologie, nebude přínosů této technologie dosaženo. Zároveň jsem identifikoval procesy, které musí být technologií automatizovaných nástupních bran přizpůsobeny, tak aby tato technologie mohla přinést uvedené benefity. Jedná se o plánování odletů mimo odletové brány s implementovanou technologií pro letecké společnosti, které požadují odebrání příručních zavazadel cestujících personálem a nemají potřebné technologické vybavení (jinak u těchto odletů nebude přínosů technologie dosaženo). Zároveň je, pro maximalizaci nových výnosů z delšího času cestujících v komerční zóně, vhodné na palubních vstupenkách posunout čas začátku nástupu, na lety odlétající z odletových bran s automatizovanou technologií, o dobu kratší kontroly dokladů cestujících.

Pokud se Letišti Václava Havla na Terminálu 2 podaří vyřešit výše uvedená omezení a přizpůsobit technologii některé procesy, tak i přes složitou dosažitelnost přímé ekonomické návratnosti investice, dává smysl se zabývat plánováním implementace automatizovaných nástupních bran. Obecně totiž přínosy této technologie mohou Letišti Václava Havla v Praze přinést větší stabilitu jeho provozu a zvýšit tak spokojenost jeho klientů z řad cestujících i leteckých společností. To by mělo být cílem každého letiště a z důvodu jeho naplňování by mělo Letiště Václava Havla implementaci této technologie dále zvažovat a plánovat.

Věřím, že zjištěné poznatky o využití automatizovaných technologií a výsledky implementační analýzy automatizovaných nástupních bran mohou sloužit jako podklad pro Letiště Václava Havla při zvažování investice do jejich vybudování a že je použiji i ve své další práci.



## Seznam zdrojů:

- [1] BÍNA, Ladislav, Helena BÍNOVÁ, Jindřich PLOCH a Zdeněk ŽIHLA. *Provozování Letecké Dopravy a Logistika*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o, 2014. ISBN 978-80-7402-855-7.
- [2] *INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION AIRPORT PRIVATIZATION SEMINAR FOR THE NAM/CAR/SAM REGIONS* [online]. 1999 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: [https://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/1999/aps/05\\_pp\\_vreedenburgh\\_e.pdf](https://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/1999/aps/05_pp_vreedenburgh_e.pdf)
- [3] *THE COMPETITIVE EDGE: AIRPORTS IN EUROPE* [online]. In: . ACI EUROPE, 2017, s. 36 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.aeroport.fr/uploads/documents/Publication/ACI%20EUROPE%20Synopsis%20-%20The%20Competitive%20Edge%20-%20Airports%20in%20Europe.pdf>
- [4] Air transport, passengers carried. *THE WORLD BANK* [online]. THE WORLD BANK, 2018 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR>
- [5] HOLLOWAY, Stephen. *Straight and level: practical airline economics*. 3rd ed. Surrey: Ashgate, 2008. ISBN 978-0-7546-7258-6.]
- [6] Air transport, registered carrier departures worldwide. *THE WORLD BANK* [online]. THE WORLD BANK, 2018 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.DPRT>
- [7] Air passenger transport by reporting country. *Eurostat - Data Explorer* [online]. Eurostat, 2019 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia\\_paoc&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia_paoc&lang=en)
- [8] Number of commercial airports (with more than 15,000 passenger units per year). *Eurostat - Data Explorer* [online]. Eurostat, 2018 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia\\_if\\_arp&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia_if_arp&lang=en)
- [9] Airport infrastructures by type. *Eurostat - Data Explorer* [online]. Eurostat, 2018 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia\\_if\\_typ&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=avia_if_typ&lang=en)
- [10] GRAHAM, Anne. *Managing airports: an international perspective*. Fifth edition. London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2018. ISBN 978-1-138-28534-7.
- [11] Departing. *CHANGI Airport Singapore* [online]. hangi Airport Group, 2019 [cit. 2019-02-14]. Dostupné z: <http://www.changiairport.com/en/passenger-guide/departing.html>
- [12] Technical information. *Letiště Praha* [online]. Letiště Praha, 2019 [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/technical-information>

- [13] Dle rozhovorů vedených se zástupci Letiště Václava Havla (oddělení Řízení Provozu Terminálů) a jimi poskytnutých podkladů, Praha, 5. 2. 2019, 19. 3. 2019, 30. 4. 2019
- [14] AirportConnect® Kiosk. *SITA* [online]. SITA, 2019 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions-and-services/products/airportconnect-kiosk>
- [15] Dle rozhovorů vedených se zástupci společnosti SITA a jimi poskytnutých podkladů, Praha, 5. 2. 2019, 19. 3. 2019
- [16] SITA BagDrop. *SITA* [online]. SITA, 2019 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions-and-services/solutions/sita-bagdrop>
- [17] SELF BAG DROP. *Matteograssi* [online]. 2019: Matteograssi [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <http://www.matteograssi.com/it/prodotti/self-bag-drop>
- [18] Airport iValidate. *SITA* [online]. SITA, 2019 [cit. 2019-02-14]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions-and-services/products/airport-ivalidate>
- [19] Gunnebo Fully Automated Passenger Flow Management Solutions. *Airport Technology*[online]. Verdict Media Limited, 2019 [cit. 2019-02-14]. Dostupné z: <https://www.airport-technology.com/contractors/security/gunnebo/>
- [20] IBorders® BorderAutomation. *SITA* [online]. SITA, 2019 [cit. 2019-02-14]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions-and-services/products/iborders-borderautomation>
- [21] SITA Smart Path™. *SITA* [online]. SITA, 2019 [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions-and-services/solutions/sita-smart-path>
- [22] ARATANI, Lori. Facial-recognition scanners at airports raise privacy concerns. *Washington Post* [online]. 2018 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: [https://www.washingtonpost.com/local/trafficandcommuting/facial-recognition-scanners-at-airports-raise-privacy-concerns/2018/09/15/a312f6d0-abce-11e8-a8d7-0f63ab8b1370\\_story.html?noredirect=on&utm\\_term=.b21158e36181](https://www.washingtonpost.com/local/trafficandcommuting/facial-recognition-scanners-at-airports-raise-privacy-concerns/2018/09/15/a312f6d0-abce-11e8-a8d7-0f63ab8b1370_story.html?noredirect=on&utm_term=.b21158e36181)
- [23] KNAUS, Christopher. Biometric recognition at airport border raises privacy concerns, says expert. *The Guardian* [online]. 2017 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/technology/2017/jan/24/biometric-recognition-at-airport-border-raises-privacy-concerns-says-expert>
- [24] BUSINESS CASE. *RFID FOR BAGGAGE TRACKING* [online]. 2017, , 28 [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/resources/type/white-papers/rfid-for-baggage-tracking>
- [25] Never Q again. *BAGTAG* [online]. DS TAGS Group, 2018 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://bagtag.com/>; Goodbye Lost Bags & Sticky Tags. *Onebagtag* [online].
- [26] ONE BAG TAG, 2019 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://onebagtag.com/>

[27] IATA making welcome progress on permanent bag tag standard and InBag initiatives. *FUTURE TRAVEL EXPERIENCE* [online]. PPS Publications, 2013 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.futuretravelexperience.com/2013/10/iata-making-welcome-progress-permanent-bag-tag-standard-inbag-initiatives/>

[28] E-tags will fly within a year and digital smartcards could be next. *FUTURE TRAVEL EXPERIENCE*[online]. PPS Publications, 2015 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.futuretravelexperience.com/2015/08/e-tags-will-fly-within-year-digital-smartcards-next/>

[29] Airport Self-Service Gates. *SITA* [online]. SITA, 2019 [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <https://www.sita.aero/solutions-and-services/products/airport-self-service-gates/>

[30] Jaká pravidla platí pro zakázky malého rozsahu?. *Frank Bold* [online]. Frank Bold, 2018 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <https://frankbold.org/poradna/kategorie/ruzne/rada/zakazky-maleho-rozsahu#pozn1>

[31] Prague Airport Traffic Reports. *Letiště Praha* [online]. Letiště Praha, 2019 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/prague-airport-traffic-reports>

[32] TICHÝ, Jan. Hodnocení Investic. *Ekonomika Podniku* [online]. 2015, 24.3.2015., , 3 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: [http://www.jantichy.net/CVUT/VYUKA/ERP/07\\_ERP.pdf](http://www.jantichy.net/CVUT/VYUKA/ERP/07_ERP.pdf)