



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ**

David Tolar

**PROBLEMATIKA SDÍLENÍ MANIPULAČNÍ TECHNIKY
PRO TECHNICKÉ ODBAVENÍ LETADEL**

Bakalářská práce

2019

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621 **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

David Tolar

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LED – Letecká doprava

Název tématu (česky): **Problematika sdílení manipulační techniky pro technické odbavení letadel**

Název tématu (anglicky): Equipment Sharing for Aircraft Ground Handling

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Popis základních principů a techniky pro technické odbavení letadel
- Současný stav na letišti Václava Havla Praha
- Návrh způsobu sdílení techniky a prostorové uspořádání
- Způsoby implementace návrhu
- Hodnocení dopadu na letištní provoz a provoz odbavovacích společností



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Kulčák L.: Provozní aspekty letišť, vydavatelství ČVUT
Kazda A.: Letiská, design a prevádzka, Žilina
Ground Operations Manual

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Slobodan Stojić**

Datum zadání bakalářské práce: **1. dubna 2019**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **10. srpna 2020**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

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



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

David Tolar
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 1. dubna 2019

Prohlášení

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

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

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).

V Praze dne 26. srpna 2019



.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

PROBLEMATIKA SDÍLENÍ MANIPULAČNÍ TECHNIKY PRO TECHNICKÉ ODBAVENÍ LETADEL

bakalářská práce
David Tolar

ABSTRAKT

Předmětem této bakalářské práce „Problematika sdílení manipulační techniky pro technické odbavení letadel“ je zlepšit současný stav pozemního odbavení letadel na Letišti Václava Havla Praha. Pro zlepšení je navržen systém sdílení klecových vozíků více handlingovými společnostmi. Sdílení bude umožněno zavedením sledovacích systémů a povede ke zlepšení technického stavu klecových vozíků a jejich dostatečného množství v daný čas a požadované kvalitě. Z toho důvodu jsou v práci navržena možná nastavení systému pro sledování pohybu techniky po komunikacích a odbavovacích plochách letiště. Také jsou určena vhodná místa pro parkování techniky.

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis „Equipment Sharing for Aircraft Ground Handling“ is to improve the actual state of technical aircraft handling at Vaclav Havel Airport Prague. For improvement in this area, a system for baggage trailers sharing is proposed. Sharing will be enabled by implementation of tracking systems and will lead to improvement of technical state of baggage trailers and their sufficient amount at the right time and in required quality. For this reason, possible settings of the system for monitoring the movement of equipment on roads and apron areas, is proposed. In addition, suitable locations for equipment parking are determined.

KLÍČOVÁ SLOVA

Manipulační technika, sdílení techniky, vozík bagážový, sledovací systémy, technický handling, RFID technologie, Letiště Václava Havla Praha, odbavení letadel, manipulační a mechanizační prostředky

KEYWORDS

Handling equipment, sharing of technique, baggage trailer, tracking systems, technical handling, RFID technology, Václav Havel Airport Prague, aircraft handling, handling and mechanisation equipment

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady, cenné informace a rady k vypracování této bakalářské práce, zvláště pak mému vedoucí Ing. Slobodanu Stojíčoví za pomoc s výběrem tématu, konzultace a odborné vedení. Mé poděkování patří také rodině a blízkým za podporu, která mi byla poskytována po celou dobu studia.

Obsah

1. Úvod	10
2. Popis základních principů a techniky pro technické odbavení letadel	12
2.1 Postup technického odbavení	12
2.2 Druhy techniky	16
2.3 Výnosy za handling	19
3. Současný stav pozemního odbavení na Letišti Václava Havla Praha	20
3.1 Modely organizace pozemních služeb	20
3.2 Handlingové společnosti na letišti Václava Havla Praha	20
3.3 Současné nedostatky	21
4. Systémy ke sledování techniky	22
4.1 Technologie pro sledování	22
4.1.1 RFID	22
4.1.2 GPS	24
4.1.3 Bluetooth	24
4.1.4 WiFi	25
4.1.5 Geofencing	25
4.2 Existující systémy ke sledování	26
4.2.1 GSE Blumenbecker tracking system	27
4.2.2 Technologie zkoušená v Mnichově	27
4.2.3 GSEtrack	28
4.2.4 RTLS and tracking system	29
4.2.5 Airport Ground Assets IoT - Catalysts	31
4.2.6 RFID - zavazadlové vozíky pro cestující	32
5. Návrhy systémů ke sledování vozíků na Letišti Praha	33
5.1 RTLS, GPS, WiFi	33
5.2 RFID s pasivními tagy	34

5.3 Výběr systému	35
6. Návrh způsobu sdílení techniky a optimalizace rozmístění	37
6.1 Základní přehled o provozu	37
6.2 Návrhy parkovišť pro bagážové vozíky	38
6.3.1 Umístění průjezdných bran a čteček	43
6.3.2 Umístění čipů na technice	45
7. Proces sdílení.....	46
7.1 Počet techniky	47
7.2 Zavedení systému.....	50
7.3 Business plán	51
8. Hodnocení dopadu na letištní provoz a provoz odbavovacích společností	53
9. Závěr	55
Seznam obrázků	57
Seznam tabulek.....	57
Použité zdroje.....	58

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A/C	Aircraft	letadlo
APU	Auxiliary power unit	pomocný zdroj energie
BLE	Bluetooth Low Energy	bluetooth s nízkou spotřebou energie
FOD	Foreign object debris	cizí předměty
GSE	Ground support equipment	pozemní handlingové vybavení
GSM	Groupe Spécial Mobile	globální systém pro mobilní komunikace
GPS	Global Positioning System	globální poziční systém
GPU	Ground power unit	pozemní zdroj energie
HF	High Frequency waves	krátké vlny
IoT	Internet of Things	Internet věcí
ISM	Industrial Scientific Medicine	vysílací radiová pásma
LF	Low frequency waves	dlouhé vlny
LKPR		Letiště Václava Havla Praha
LoRa	Long Range technology	technologie bezdrátového přenosu dat
MMP		mechanizační a manipulační prostředky
RFID	Radio-Frequency Identification	radiofrekvenční identifikace
RTLS	Real Time Locating Systems	sledování v reálném čase
UHF	Ultra High Frequency waves	ultra krátké vlny
ULD	Unit Load Devices	unifikované přepravní kontejnery
UWB	Ultra-Wideband	krátké širokopásmé signály

1. Úvod

Technické odbavení na letišti je nedílnou součástí každého obchodního odletu, přiletu nebo průletu letadla. Zvláště pak při průletu je vytvářen velký tlak na rychlost, správnost a v neposlední řadě bezpečnost odbavení letadel, zavazadel, pošty a nákladu.

Z vlastních zkušeností, které jsem nabyl za téměř rok práce na nakládce letadel, si myslím, že sdílení manipulačních prostředků by velmi pomohlo letišti i společnostem technického odbavení. Z důvodu nařízení 96/97/EC O přístupu na trh odbavovacích služeb na letištích EU není možné, aby na letišti figurovala pouze jedna handlingová firma, ale musí jich být více, aby bylo zajištěno konkurenční prostředí. Tím vzniká přebytek či nedostatek odbavovací techniky u jednotlivých společností, což pak způsobuje sníženou kvalitu pozemního odbavení. Nesledujeme zde však pouze kvalitu odbavení letadel, ale i kvalitu techniky odbavovacích společností. Ta není v současné době valná a není zde ani zaveden dostačující systém kontrol a oprav. Tento systém hodnotím jako nedostačující, protože se v provozu objevuje technika se závadami, což občas vede k situacím, kdy je ohrožena bezpečnost letadel i pracovníků handlingových společností, kteří tak často musí improvizovat a řešit situaci „po svém“.

Problémem je tedy, že v určitých časových úsecích je techniky nedostatek, který kvůli jejímu hledání vede k neefektivnímu využití času pracovníků nebo také až ke zpoždění odletu letadla právě z důvodu nedostatku zdrojů odbavovací techniky. Naopak v některých časech je techniky přebytek, který vede k nemožnosti jejího umístění na vyhrazená místa, poté je technika umístěna v různých dalších místech u komunikací a odbavovacích stání, kde může tvořit rizikové překážky. Dalším důvodem je výše zmíněná horší kvalita odbavovací techniky. Proto se tato práce bude zabývat problematikou sdílení manipulační techniky pro technické odbavení letadel.

V této práci budou nejprve popsány základní principy a technika pro technické odbavení, dále popíše současný stav na Letišti Václava Havla Praha. Následně je důležité vyhledání dostupných informací o současných existujících systémech, které jsou užívány v letištním provozu pro zaznamenávání užívání jednotlivých sdílených manipulačních prostředků nebo zjistit systémy, které by byly pro tento záměr vhodné. Takové systémy existují například na letišti v Amsterdamu nebo na londýnském Heathrow. Dále je důležité, podle zvolené sledovací technologie, navrhnout rozmístění

bran, čteček po odbavovacích plochách a vymyslet vhodné umístění čipů na technice. Poté se práce bude věnovat návrhu způsobu sdílení manipulační techniky a implementaci návrhu tak, aby využívání technických zdrojů pro pozemní odbavení letadel bylo ekonomické a udržitelné.

První fáze návrhu implementace systému sdílení handlingové techniky a zároveň tato práce je zatím zaměřená pouze na sdílení klecových vozíků pro zavazadla, náklad (cargo) i poštu. Klecové vozíky jsou hlavní přepravní jednotkou na letišti v Praze a zvláště přes letní sezónu, kdy jsou hodně využívány, je provozuschopných vozíků nedostatek. Z toho důvodu jsou takovým prvním stěžejním bodem. Součástí práce je také výběr technologie pro systém sdílení, návrh procesu sdílení a potřebný počet techniky dostačující pro odbavení letadel ve špičkových časech provozu. Výsledkem bude hodnocení na dopad letištního provozu a provozu handlingových společností, kde by se dostatek vozíků a lepší technický stav měl projevit zefektivněním časů pracovníků při odbavování letadel a zvýšenou bezpečností procesu. [1]

2. Popis základních principů a techniky pro technické odbavení letadel

Proces odbavení lze rozdělit na technické a obchodní odbavení. Technické odbavení se týká především samotného letadla, jeho přípravy před odletem a jeho zajištění po přeletu. Obchodní odbavení je zaměřeno na cestující, zavazadla, poštu a zboží. Všechny tyto služby jsou předmětem smluvního vztahu mezi dopravcem a společností zajišťující handling. Handling je tedy souhrn služeb spojených s odbavením.

Technické odbavení má své klíčové faktory, které ovlivňují jeho kvalitu a zároveň zvyšují tlak na všechny systémy zapojené do procesu odbavení. Takovými faktory jsou daný čas, délka trvání, bezpečnost, bezporuchový provoz.

Základní požadavky na technické odbavení letadla vychází z nároků na co nejkratší dobu, kterou by mělo letadlo strávit na zemi. Jsou to především požadavky na zaručení bezpečnosti letadla, vyloučení zpoždění letadla, tím tedy co největší zkrácení času odbavení. [4]

Základní přístupy a způsoby odbavení letadla lze rozdělit do třech oblastí [2] :

- Maximální možné využití vlastních prostředků letadla
- Využití letištních mobilních technických prostředků
- Využití technických prostředků zabudovaných na odbavovací ploše

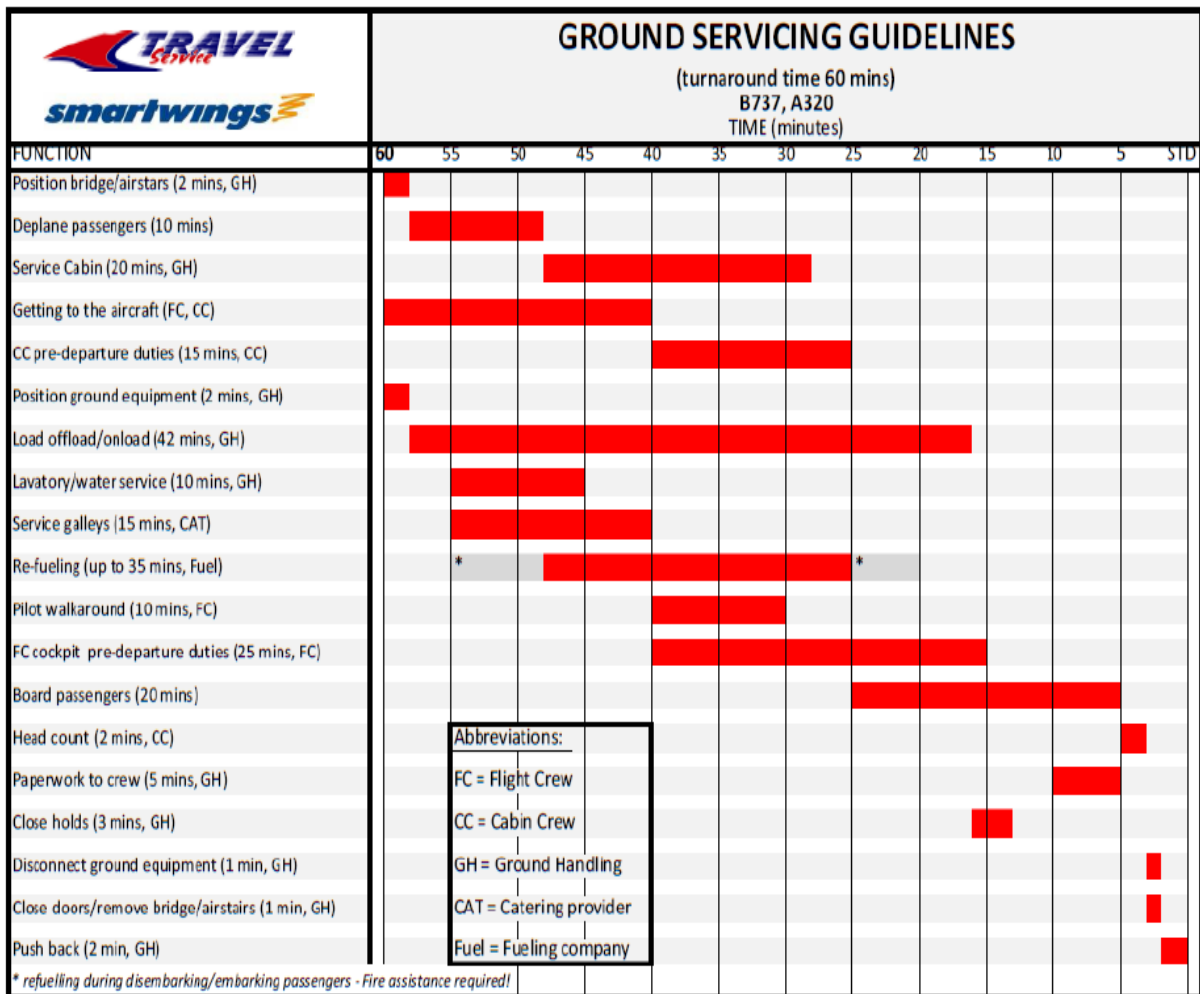
Všechny tři uvedené způsoby mají několik pozitivních, ale i negativních vlastností a lze je vzájemně kombinovat k dosažení optimálního řešení odbavení. Výsledná volba přístupu k odbavení letadla vychází zejména z typu linky, kapacity letiště, intenzity využití stojánek, velikosti letadla a převažujícího rozsahu technického odbavení. [2]

2.1 Postup technického odbavení

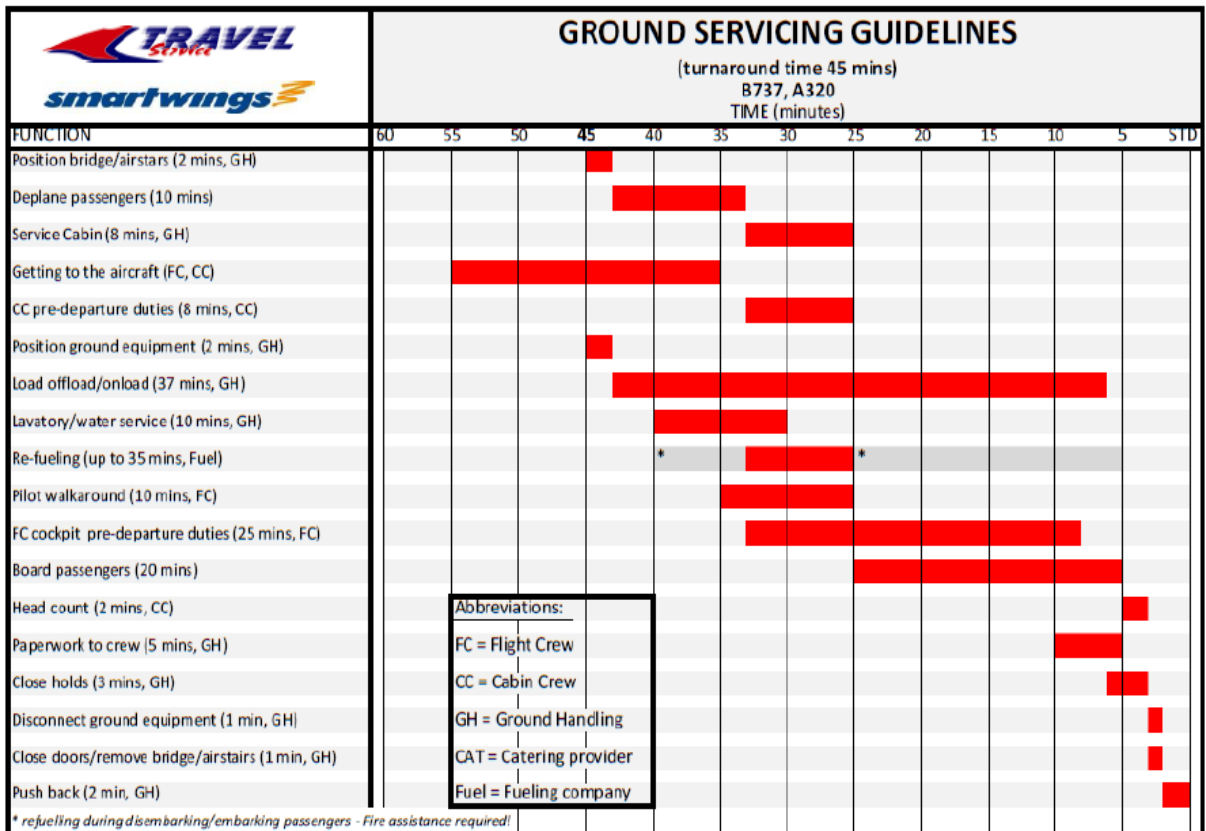
Pro technické odbavení letadla je důležitý přesný sousled činností. Tyto práce vykonává více pracovníků v závislosti na velikosti letadla, požadovaných službách, množství a způsobu přepravovaného nákladu, času průletu a dostupnosti zdrojů. Jednotlivými a důležitými fázemi technického odbavení jsou kontrola stání před přítomností cizích předmětů (takzvaných FOD) či provozních kapalin, které by mohly

poškodit především pneumatiky nebo motory nasátím tvrdých předmětů. Poté příjezd letadla a založení jeho kol špalky. Přijíždějící letadlo řídí buď vozidlo „Follow me“ a následně pracovník pohybovými signály, nebo je letadlo naváděno automaticky pomocí speciálních naváděcích zařízení. Například dokovacím systémem APIS++ užívaným na letišti v Praze, který pilota na levé sedačce navede jak směrově, tak do správné vzdálenosti. Dále je to přísun schodů nebo nástupního mostu, připojení pozemního zdroje elektrické energie, výstup a nástup cestujících, vyložení a naložení zavazadel a nákladu, úklid letadla, plnění letadla palivem pomocí cisteren nebo zabudovaného hydrantového palivového systému, odčerpání odpadu, doplnění pitné vody cisternou, doplnění cateringu, technická kontrola letadla a v neposlední řadě odjezd nebo vytlačení letadla ze stojánky. [5] [8]

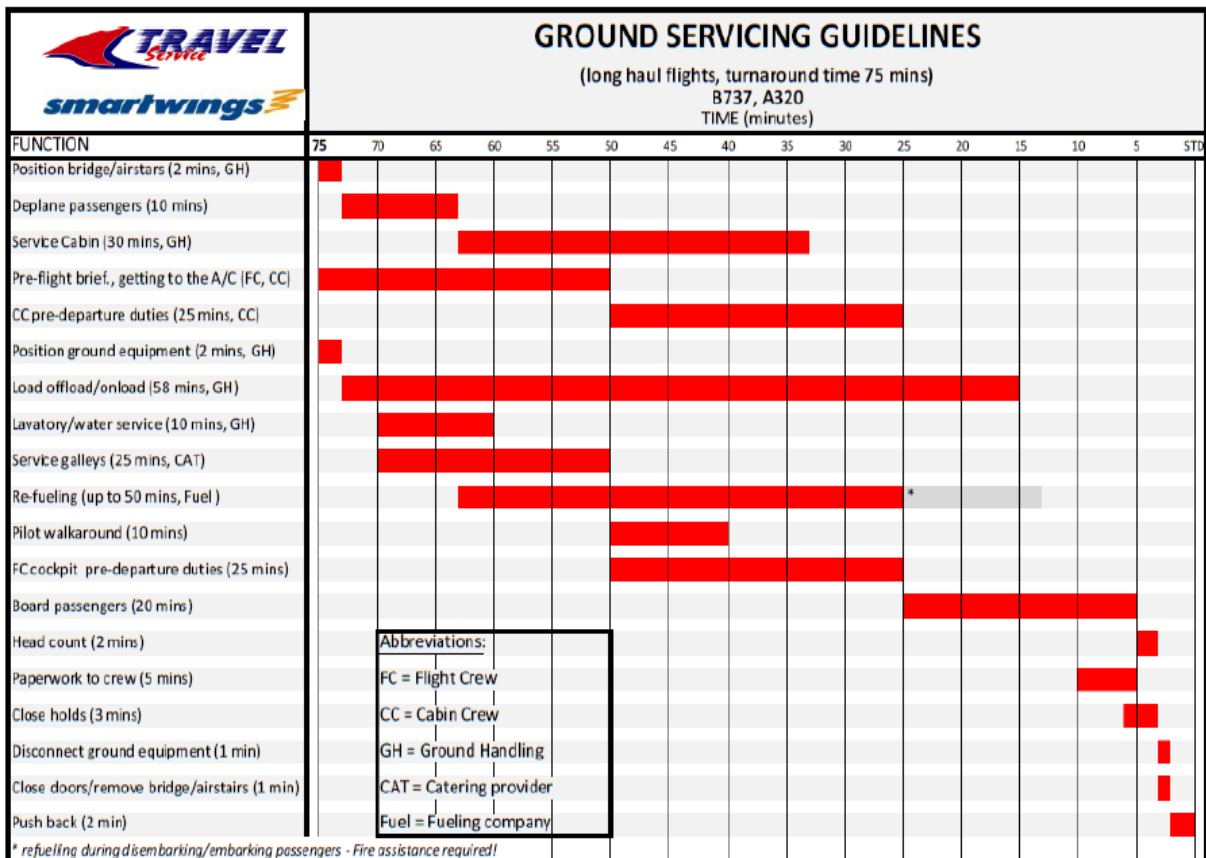
Pro lepší představu přikládám dále obrázek 1 s harmonogramem pozemního odbavení a souvisejících činností. Zde se jedná o průlet letadla střední velikosti až pro 189 pasažérů na domácím letišti, který je naplánován na 60 minut. Tyto procesy se v omezeném rozsahu a objemu nákladu dají zvládnout i pouze za 25 minut. Takových zkrácených průletů na minimum využívají nízkonákladové společnosti, aby dosáhly co největší efektivity své flotily. V takovém případě musí být vše pečlivě nachystáno, nesmí se objevit technické problémy a v neposlední řadě tomuto také přispívají disciplinovaní cestující svým výstupem, ale především nástupem do letadla. Harmonogram krátkého průletu je dále přiložen na obrázku 2. Naopak u dálkových linek klasických dopravců operovaných širokotrupými letouny se čas průletu pohybuje od hodiny a půl výše. U dálkových linek operovaných úzkotrupými letouny až pro 189 pasažérů, možnosti naložit přes 8 tun nákladu a s tankováním plných nádrží se průlet pohybuje okolo 75 minut. Tento harmonogram je dále přiložen na obrázku 3. [3]



Obrázek 1 - obvyklý průlet na domácím letišti [3]



Obrázek 2 - zkrácený průlet na krátkých linkách nebo v destinacích s dostatečnou obsluhou [3]



Obrázek 3 - průletový harmonogram dálkových letů [3]

2.2 Druhy techniky

Na odbavovací ploše při odbavení letadla využívají handlingové společnosti mnoho druhů MMP (mechanizačních a manipulačních prostředků). Použité MMP a další vybavení se liší podle typu linky a letadla, druhu stání (odlehle či u terminálu) a požadavků na obsluhu letadla.

GPU – ground power unit, česky pozemní zdroj energie slouží k dodávce elektrické energie letadlu na zemi, když má vypnutý svůj vlastní pomocný zdroj elektrické energie (APU - auxiliary power unit). Pozemní zdroj může být buď mobilní diesellový agregát uvedený na obrázku 5, nebo se připojí k letadlu elektrický kabel ze zařízení upevněném na nástupním mostu. Zpravidla se připojuje pozemní 400Hz zdroj jedním kabelem ihned po příjezdu na stojánku, větším letadlům se pak připojuje dva a více kabelů. [7]

Klimatizace – na žádost posádky se v horkých dnech připojuje klimatizace pro ochlazení kabiny nebo naopak v zimních obdobích se klimatizační systém dá využít pro vyhřátí kabiny například po nočním prostoji letadla.

Schody – po přistavení k letadlu slouží pro výstup a nástup cestujících nebo zaměstnancům úklidu pro přístup na palubu letadel. Schody se přistavují k letadlům jen tehdy, pokud to požaduje letecká společnost nebo letadlo parkuje na odlehlých stáních bez nástupního mostu, nemá své vlastní schody nebo chce využít více pravých dveří k výstupu a nástupu.

Nůžkový nakladač – se používá k vyložení a naložení ULD (Unit Load Device) tedy unifikovaných leteckých kontejnerů, palet nebo těžkých či rozměrných nákladů zpravidla do širokotrupých letounů.

Pásový nakladač – slouží k vyložení a naložení nákladu do „bulku“ (nákladový prostor v ocasní části letadla) nebo volně loženého nákladu do zavazadlového prostoru především u běžných typů letadel, jako je Boeingu 737 a Airbusu A319.

Tahač vozíků – slouží k přemísťování malých i velkých paletových vozíků (podválů), klecových vozíků s náklady a dalších zařízení. Handlingové společnosti vlastní elektrické či diesellové tahače. Viz obrázek 5.

Klecový (bagážový) vozík – slouží k přemísťování volně loženého nákladu. Viz obrázek 4.



Obrázek 4 - klecový vozík [zdroj: vlastní]

Paletový vozík – slouží k přemísťování ULD kontejnerů a palet z třídíren zavazadel či logistických skladů. Existuje více velikostí podle standardizovaných rozměrů palet a kontejnerů. Viz obrázek 5.

Fekální vůz – zajišťuje odčerpání odpadu z nádrže toalet, tato činnost je striktně oddělena od doplnění pitné vody. Letadlo má od sebe vzdálené přístupy k napojení hadic. Servis nesmí probíhat zároveň a pracovník, který v den svojí směny obsluhoval fekální vůz, nesmí již doplňovat pitnou vodu. [5]

Vůz s pitnou vodou – plní pitnou vodu do nádrže skrz vstupní otvor v zadní části letadla.

Cateringový vůz – umísťuje se vždy z pravé strany letadla k servisním dveřím a to buď předním, zadním nebo oběma a doplňuje občerstvení do palubních kuchyněk.



Obrázek 5 - pozemní zdroj energie, paletový vozík a elektrický tahač [zdroj: vlastní]

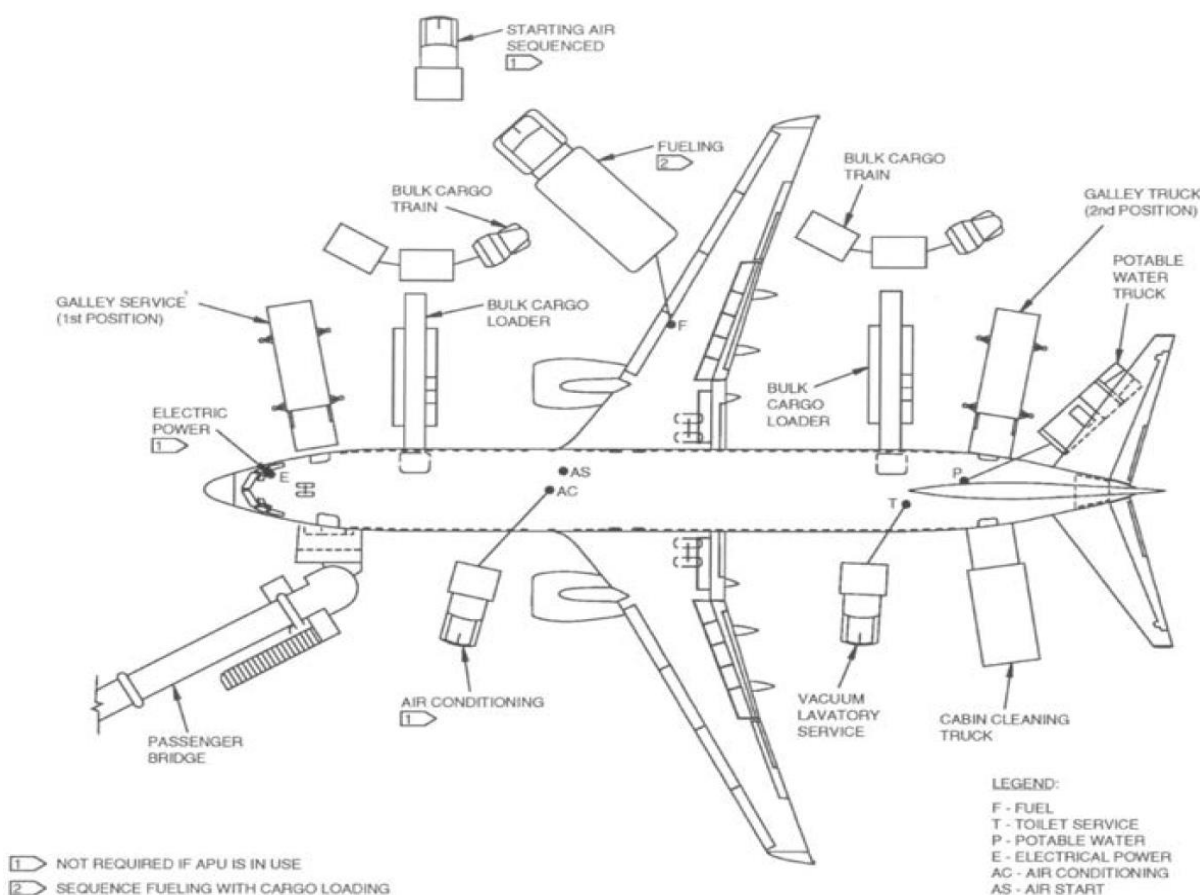
Cisterna – plní požadované množství paliva do nádrží letadla skrz vstupní otvory v křídlech. Na letištích může být zabudován centrální rozvod paliva s hydrantovým systémem na každé stojánce, poté plní letadlo jen menší přečerpávací vůz. Výhodami

zabudovaného palivového rozvodu je zvýšení bezpečnosti, prostoru kolem letadla, snížení provozu a opotřebení komunikací na odbavovacích plochách. Tento systém však musí být spolehlivý, aby nedošlo k výpadkům a nemožnosti tankovat letadla. V Praze se palivo tankuje a rozváží pomocí cisteren.

Vzduchový startér – je potřeba k nahzení motorů stlačeným vzduchem, pokud má letadlo APU mimo provoz.

Vytlačovací tahač – slouží k vytlačení letadla ze stojánky, pokud parkuje na nose – in stání u terminálu. Na průjezdných stáních odjíždí letadlo dopředu pomocí tahu vlastních motorů. Výjimkou jsou zde turbovrtulová letadla, ta z neprůjezdných, ale otevřených stání, mohou pomocí přetočení listů vrtule i sama vycouvat.

Pro názorné zobrazení rozložení odbavovacích složek a techniky je níže uveden obrázek 6 letadla stojícího na nose – in stání u terminálu. Zde se jedná o úzkotrupé letadlo Boeing 737, které má vždy volně ložený náklad a je tedy nakládáno pouze pomocí pásových nakladačů.



Obrázek 6 - rozmístění pozemní handlingové techniky kolem úzkotrupého letadla při průletu [3]

2.3 Výnosy za handling

Handling je také důležitým segmentem, který generuje příjmy na velkých letištích. Účast letiště na poskytování pozemních služeb je důležitou charakteristikou letiště, která ovlivňuje jeho ekonomiku. Pokud se letiště touto činností zabývá, tvoří výnosy za ni významný objem. Například pro letiště ve Vídni či Frankfurtu to může být 1/4 celkových výnosů. [10]

Nicméně vzhledem k tomu, že je handling vysoce konkurenční činností s nízkou mírou zisku, vysoce náročný na pracovní sílu a se sezónními výkyvy v poptávce, existují tendence k jejímu outsourcingu ve prospěch specializovaných provozovatelů. I zde je však možné pozorovat opačné trendy podle toho, jakou úlohu hraje tato činnost ve strategii letiště. V této oblasti jsou aktivní i letečtí dopravci, a to i z toho důvodu, že provádění handlingu vlastních letadel vlastními silami jim umožňuje plně kontrolovat kvalitu služeb odbavení. Navíc převis svých kapacit mohou nabídnout jiným leteckým dopravcům, kteří na letiště létají, zvláště v době, když jsou letadla dopravce provozujícího handling mimo svůj hub. [10]

3. Současný stav pozemního odbavení na Letišti Václava Havla Praha

Letiště Václava Havla Praha je největším mezinárodním letišťem České republiky. Za rok 2018 odbavilo téměř 16,8 miliónů cestujících a necelých 81 tisíc tun nákladu. Proto se na něj vztahují legislativní nařízení 96/97/EC O přístupu na trh odbavovacích služeb na letištích EU a Zákon č. 49/1997 O civilním letectví, které stanovují, že na letišti, které odbaví více jak 2 milióny cestujících nebo 50000t nákladu ročně, musí být minimálně dva poskytovatelé handlingových služeb, pokud není schválena výjimka Úřadem pro civilní letectví. Jedním ze dvou poskytovatelů musí být takzvaná třetí nezávislá strana. [6] [9]

3.1 Modely organizace pozemních služeb

Jak bylo řečeno, jedním z poskytovatelů handlingových služeb může být letiště samotné, dalšími poskytovateli mohou být letečtí dopravci, kteří vykonávají tuto činnost pro sebe (tzv. self-handling) nebo i pro jiné společnosti (tzv. third party handling). Dále na letišti mohou figurovat specializované nezávislé společnosti, které se také řadí do tzv. third party handlingu.

Z hlediska počtu těchto subjektů na letišti můžeme hovořit o:

- monopolu
- duopolu
- diverzifikované trhové struktuře s minimálně třemi poskytovateli. [1]

3.2 Handlingové společnosti na letišti Václava Havla Praha

Na severních terminálech Letiště Václava Havla Praha, kde se odbavují veřejné pravidelné a charterové linky, působí 3 handlingové společnosti. Jsou to Menzies Aviation Czech, Czech Airlines Handling a Czech GH, kterému ale služby fyzicky zajišťuje Menzies Aviation Czech. Můžeme zde hovořit tedy o duopolu. Každá společnost má své smluvní zákazníky, kterým poskytuje komplexní handlingové služby. V současné době má největší podíl zákazníků společnost Menzies Aviation

Czech, kdy se do jejího širokého portfolia společností přiřadily i samotné Czech Airlines. Takové situace změn zákazníků jsou náročné na potřebnou kvantitativní úpravu lidských i technických zdrojů de facto ze dne na den. Tato otázka pracovních sil a dostatku technických prostředků eskaluje přes ¹letní sezónu a letní prázdniny, kdy letecké společnosti provozují více frekvencí, nasazují větší letadla nebo se zavádí sezónní linky. Letní provoz je pak téměř dvojnásobný. [11] [12]

3.3 Současné nedostatky

Jak již bylo uvedeno, jedním z největších problémů je nedostatek nebo přebytek klecových vozíků v určitých časových úsecích, který ovlivňuje kvalitu odbavení nebo omezuje provoz na obslužných komunikacích letiště či letadlových stání. Není to pouze samotný nedostatek provozuschopné techniky v daných časech, ale odbavení a ostatní provoz může být také ovlivněn horší kvalitou techniky, kterou pracovníci musí používat. Tento problém by mohl být vyřešen pomocí sdílení klecových vozíků, u kterých by byla hlídána jejich vhodná kvalita, a jednotlivé handlingové společnosti by si je půjčovaly v potřebném množství. Vozíky by mohly být sledovány určitým systémem například v reálném čase a informační systém by tak ihned zobrazoval informace o jejich dostupnosti. Samozřejmostí by již byl jejich dostatečný provozuschopný počet v každý denní čas.

¹ letní sezóna letištního provozu trvá od konce března do konce října dle platnosti letního času

4. Systémy ke sledování techniky

Jakékoliv sledování polohy nebo systém služeb založený na určování polohy používá jednu nebo kombinaci níže uvedených technologií. Ty jsou sloučeny k vytvoření systému, který sleduje požadovaný objekt, v tomto případě vozový park. Takové systémy mohou být vytvořeny pro poskytování služeb založených na lokalizaci bezdrátových zařízení, u kterých systém vyžaduje umístění zařízení nebo štítku (identifikačního prvku) na sledovaný objekt. Například GPS přijímač v mobilním telefonu nebo RFID ²tag na zboží. Ty jsou pak použity pro komunikaci a sledování těchto zařízení detekčním systémem, jako jsou satelity GPS nebo RFID přijímače.

4.1 Technologie pro sledování

4.1.1 RFID

Radiofrekvenční identifikace je sledovací technologie používaná v mnoha oblastech. Je to metoda automatické identifikace, která probíhá pomocí radiové komunikace mezi čtečkou a tagem. Každý tag má své konkrétní identifikační číslo, kterým odpovídá na vyslaný signál od čtečky a některé tagy jsou dokonce schopny odeslat i určitá data ze své paměti. Schéma technologie je pro názornost uvedeno na obrázku 7.

Takový Tag nebo RFID tag je již konečné provedení označovacího RFID prvku a může být přímo umístěn na požadovaný objekt. Tag se skládá ze tří částí, antény pro radiovou komunikaci, RFID čipu a pouzdra. Výrobci obvykle dodávají již spojený čip s anténou, takzvaný inlay, který se následně zapouzdřuje. Zapouzdření může mít různé podoby, jen od papírové nálepky přes plastovou kartičku až k vysoce odolným obalům, které se volí s ohledem na vnější prostředí, kde budou tagy užívány. Pouzdra mohou odolávat různým podmínkám, například extrémním teplotám, mechanické zátěži či otřesům.

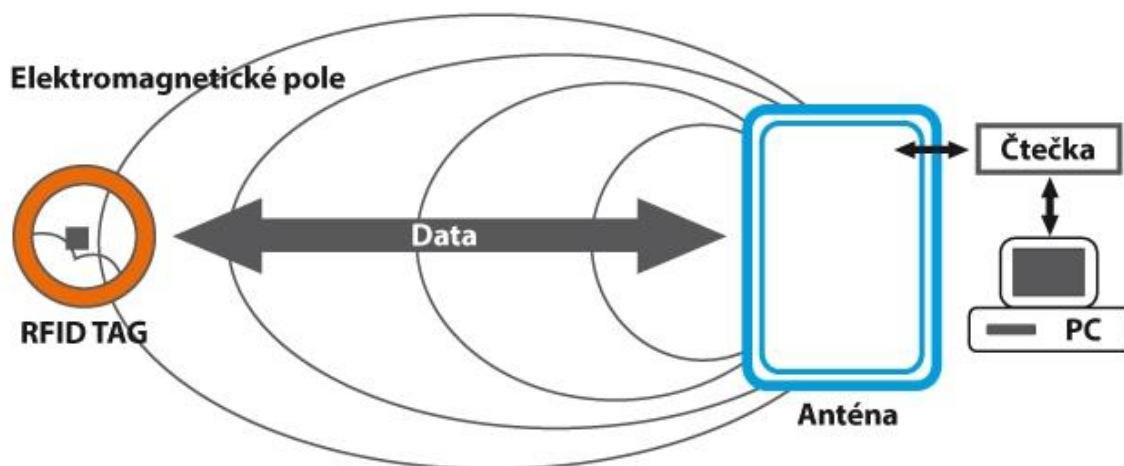
RFID tagy se tedy skládají z antény schopné vysílat a přijímat rádiový signál a malého čipu obsahujícího informace k vysílání. Jakmile pasivní tag přijme rádiový signál, použije poskytnutou energii k vyslání slabé odezvy. Aktivní tagy obsahují integrovaný zdroj energie pro zvýšení síly a rozsahu signálu a jsou vhodnější pro venkovní

² tag je výraz pro štítek nebo etiketu, které jsou identifikačním prvkem objektu

sledování. RFID sledování na dlouhé vzdálenosti je směrové povahy, což znamená, že uživatel může určit přibližný směr a rozsah sledované položky.

Komunikace pasivních tagů může probíhat v rámci centimetrů až maximálně metrů a to jen za vhodných podmínek a užití UHF frekvence. Oproti tomu aktivní tagy, které mají k dispozici vlastní napájení (baterii), mohou být načteny na vzdálenost až stovek metrů. Jejich rozměry jsou kvůli baterii větší a také vzrůstá jejich cena. Komunikační vzdálenost se odvíjí od užití frekvencí, nejmenší dosah mají LF, pak HF a nejdelší UHF frekvence. Vzdálenost čtení je ale ovlivněna i dalšími faktory jako jsou typ a velikost antén (čtečky i tagu), orientace tagu vůči čtečce, umístění tagu na kovovém materiálu či prostředí vody. RFID tagy mohou sloužit i k zápisu určitého objemu dat (až několik Kbit). Pak je potřeba uvažovat, že vzdálenost pro zápis dat musí být daleko kratší, než je dostačující pro přečtení tagu. V souvislosti s UHF RFID technologií je také možné číst hromadně tagy, jedná se o desítky až stovky tagů načtené najednou, ale nikdy se nedokázala prokázat 100% spolehlivost. Tudíž načítání velkého množství tagů v jeden moment není doporučeno.

Čtečky RFID technologie mohou být mobilní nebo stacionární. Mobilní čtečka je jakýsi kompaktní počítač s možností komunikace například přes WiFi nebo GSM a určitými možnostmi programování. Naopak stacionární jsou trvale umístěné na určeném v provozu a jsou připojeny do vyhodnocovacího počítače například přes ethernet. Stacionární čtečky mohou mít anténu integrovanou v sobě, nebo mají obvykle antény připojeny přes kabely a jsou rozmístěny dle potřeby, tak aby vznikl větší čtecí prostor. Ke čtečce může být také přímo připojeno čidlo na pohyb nebo světelná či zvuková signalizace. [13] [14]



Obrázek 7 - schéma RFID technologie [15]

4.1.2 GPS

Global Positioning System, v češtině Globální polohový systém americké armády také našel využití i v dostupných sledovacích systémech. GPS sledovače, takzvané trackery, obsahují přijímač GPS, který umožňuje přístroji určit jeho přibližnou polohu. Také obsahují mechanismus, který mu umožňuje tato data hlásit dále centrálnímu systému. Princip funkce určení polohy je, že družice obíhající Zemi znají svoji polohu, vysílají časové značky i parametry svojí dráhy, které jsou pak použity k výpočtu polohy přijímače pomocí trilaterace. K určení polohy je potřeba viditelnost alespoň 4 družic. Systém lze tedy zjednodušeně popsat jako družicový dálkoměrný radiový systém. Tato zařízení jsou objemnější a dražší než RFID sledovací zařízení, ale mají mnohem větší dosah, stejně jako schopnost přesně určit sledovanou osobu nebo položku okamžitě z velké vzdálenosti. Nevýhodou této technologie je její nespolehlivost u velkých budov a v budovách. [16] [17]

4.1.3 Bluetooth

Bluetooth umožňuje zjistit polohu předmětu s přesností metrů díky indikaci síly vysílaného signálu. Je to vlastně odhad vzdálenosti zařízení od vysílače a neřeší tedy přesné určení vzdálenosti ani polohy samotné. S tím pak souvisí problém, který nastává v prostoru, kde se nacházejí překážky a síly signálu jsou pak proměnlivé při stejné vzdálenosti zařízení od vysílače. Nejnovější verzí předchozích produktů je technologie Bluetooth 5.1. Tato verze umožňuje zjistit polohu s přesností na centimetry

a to díky lokalizaci směru signálu. V této verzi je potřeba více antén na přijímači, aby dokázal vypočítat směr přicházejícího signálu pomocí principu měření fází elektromagnetických vln signálu na přijímači, případně na jedné anténě vysílání z více antén sledovaného zařízení. Na průjezdných místech by se tedy nacházely bezdrátové moduly a na vozíkách lokalizační čip. Technologie Bluetooth je vhodná ke sledování zařízení především ve vnitřních prostorech. [18]

4.1.4 WiFi

Výhodou pro vnitřní lokalizaci pomocí WiFi je její velké rozšíření v domácnostech, veřejných prostorech, tak i na letištích. Tudíž již existující infrastruktura. Obecné určování přibližné polohy (cca 5m) pomocí Wi-Fi je také založeno na měření úrovně signálu a má stejné slabiny, jako má technologie Bluetooth. Taková metoda sledování například může pomoci vlastníkům notebooků a jiných přenosných výpočetních zařízení sledovat hardware při odcizení. Mnoho zařízení má volitelný systém sledování, a pokud je aktivován, může se hlásit na centrální servery vždy, když má zařízení připojení k internetu. Takto může poskytnout informace o IP adrese a bezdrátová data pro geografickou triangulaci. Související technologie LoRa a IoT jsou uvedeny níže v konkrétních systémech. [19] [20]

4.1.5 Geofencing

Geofencing je pasivnější forma sledování a může využívat technologii RFID nebo GPS. Tento systém nespočívá v neustálém hlášení své polohy, ale pokud tracker či tag opustí určenou oblast, projde hranici, oznámí tím své opuštění určité oblasti a může vyvolat poplach. Jedním z příkladů tohoto typu systému jsou rámy v maloobchodních prodejnách, které aktivují alarm, když aktivní tag vstoupí do rozsahu jejich skenování. Technologie se používá také například pro sledování dětí. Pokud dítě opustí určené prostory, jako je domov nebo škola, mimo schválené hodiny, odešle se automaticky hlášení do určených zařízení. [16]

4.2 Existující systémy ke sledování

Na letištích operují desítky až stovky klecových vozíků a dalšího vybavení. V tomto počtu na rozsáhlých plochách dnes rušných letišť a s horší organizací je těžké mít přehled o tom, kde se jaká technika a v jakém stavu nachází. Stavem je u klecových vozíků myšleno, zda jsou v užívání, jsou prázdné, naložené či volné k použití a zda je provozuschopný nebo odstavený pro technickou závadu k vyzvednutí údržbou.

Inteligentní sledovací systém pomáhá vylepšovat strukturu letištním logistickým procesům, což je nesmírně důležité, protože objem leteckého provozu se neustále zvyšuje a provozovatelé, kteří nemohou stavět nové přistávací dráhy, terminály nebo rozšiřovat odbavovací plochy, nemají na výběr a musí co nejefektivněji využívat stávající infrastrukturu. Inteligentní technologie implementované do infrastruktury a techniky jim můžou hodně pomoci.

Cílem zavedení nějakého sledovacího systému je, jak již bylo řečeno, zvýšit efektivitu pracovníků handlingu tím, že budou mít klecové vozíky vždy k dispozici, budou pravděpodobně vědět jejich množstevní dostupnost a přesnou polohu. Tím se zkrátí doba hledání a dojíždění pro ně. Toto není problém pouze na pražském letišti, ale na mnoho letištích různých velikostí po celém světě. V dnešní době se již objevují firmy, které nabízejí různá řešení sledování techniky, případně i zaměstnanců, a několik jednotek či desítek letišť tyto technologie už implementovalo. Zásah do infrastruktury letiště může být různě velký, a to podle vybrané technologie, již stávajícího vybavení a rozpoložení letiště.

Aktuální dostupnost vozíků je jedna věc, ale tyto systémy přináší další výhody a informace o užívání jednotlivých kusů techniky, které se dají výborně využít k plánování údržby, zjištění a predikci reálné životnosti výrobku. Rozmístění příliš mnoho vozíků by bylo plýtvání zdroji, naopak jejich nedostatek představuje provozní problémy. Tím pádem tyto systémy s informacemi o budoucím provozu letiště také umožňují nakupovat a opravovat pouze potřebné množství vozíků. Také je možné podle očekávaného provozu průběžně uzpůsobovat počet dostupných vozíků na odbavovacích plochách, a to zejména v rámci zimních a letních provozních sezón.

4.2.1 GSE Blumenbecker tracking system

Tento sledovací systém nabízí sledování handlingové techniky v reálném čase. Základem jsou rádiové senzory připevněné na vozících s přijímači GPS. Ty vysílají svojí polohu a status do řídicího centra, kde se sbíhají veškeré dostupné informace od jednotlivých kusů techniky. Systém tedy přesně zná polohu každého vozíku, jestli je zaparkovaný nebo připojený k tahači a jestli je naložený nebo prázdný. Všechny tyto informace jsou poskytovány přímo pracovníkům na ploše, kteří si mohou dojet pro kterýkoliv nejbližší volný vozík.

Bohužel GPS systém není spolehlivý blízko velkých budov a vysílání se často ruší navzájem, proto tento systém používá také lokální sledovací technologii pro určení polohy vozíku pomocí měření intenzity signálu technologií LoRa. Tato technologie slouží pro bezdrátový přenos dat, u kterého je hlavním cílem co nejnižší spotřeba výkonu při malých pořizovacích nákladech, pokud postačí jen malý tok dat. LoRa technologie je bezdrátové energeticky účinné rozšíření určené pro aplikace IoT, která poskytuje široký dosah a stabilní přenos dat do velínu v reálném čase. Tímto způsobem mohou operátoři spolehlivě lokalizovat jakékoliv vozíky, dokonce i ty zaparkované vedle nebo uvnitř budovy.

Benefity tohoto systému jsou, že vysílaná data mohou být také používána pro vytváření jednotlivých profilů servisní historie a určování dalšího data údržby. U těchto vozíků se také analyzuje jejich četnost naložení a užívání a tomu se přizpůsobují údržbové intervaly, údržba tedy neprobíhá podle pevného plánu. Pravidelná pružně plánovaná údržba pomáhá udržovat vybavení v plynulém a bezpečném provozu a zároveň snižuje náklady na údržbu. Tento dodavatel také poskytuje vozíky a podvalníky vlastní výroby s touto technologií, kde se poruchy v provozu blíží nule. [21] [30] [31]

4.2.2 Technologie zkoušená v Mnichově

Technologie AeroScout's T6 GPS vybavená Wi-Fi aktivními RFID čipy se používá ke sledování technického vybavení a integruje informace v letištním softwarovém řídicím středisku. Cílem je umožnit dispečerům kdykoliv sledovat techniku a vědět, kde je

zrovna dostupná pro použití. Testy ukázaly, že sledováním vozíků se předchází zpožděním a nepravidelnostem kvůli špatnému umístění nebo ztrátě vozíků.

Tagy jsou umístěny na rámu vozíku nebo na spojovací oji. Také jsou vybaveny GPS přijímačem pro určování venkovní polohy, ta je dále posílána do centrální databáze pomocí existující WiFi sítě, která pokrývá veškerou plochu v terminálech, na odletových branách, stojánkách, hangárech a části drah. To je výhoda, že zde již není potřeba další infrastruktury čtecích zařízení. Tag také detekuje, jestli se vozík nachází uvnitř a poloha se vypočítává podle přicházejícího signálu k jednotlivým WiFi přístupovým bodům.

Nevýhodou aktivních RFID čipů je baterie, která v tomto případě má vydržet půl až 3 roky v závislosti na vytižení vozíku. Čip je totiž vybaven pohybovým senzorem a vysílaný signál je při stání vozíku ztlumen. [22]

4.2.3 GSEtrack

Sledovací systémy od této firmy fungují již na 9 světových letištích, například v Amsterdamu, v Londýně na Heathrow, na mezinárodním letišti v Dubaji nebo v Paříži na letišti Charlese de Gaulla. Jsou založeny na technologiích GPS, LoRa, ³BLE a Utagrid technology. Pozemní technické prostředky jsou tedy trvale a v reálném čase sledovány. Veškeré informace o prostředku jsou do minuty dostupné kdykoli a kdekoli prostřednictvím webového softwaru GSEtrack. Všechny potřebné informace jsou tak k dispozici prostřednictvím aplikace. Systém řeší otázky a úkoly, kde se nachází nejbližší volné vybavení, zda jsou aktuálně v užívání či nikoliv, které vybavení potřebuje projít pravidelnou údržbou, zda není některé vybavení bezprizorně ztraceno a jakou společností je využíváno. K dispozici je také historie, může být určeno ohraničení povolených oblastí. Jasný přehled všech prostředků je integrován do jedné snadné aplikace, kterou poskytuje GSEtrack a je k dispozici pro stolní počítače, tablety i mobilní telefony. Data jsou brána z cloudu.

Výrobce uvádí rozměry tagu 15,5 * 4,7 * 3.4 cm a váhu 136g, což pro představu může být u ostatních technologií s aktivními RFID tagy obdobné, viz obrázek 8. Je velice odolný vůči poškození a vodě. Připevňuje se na prostředek zpravidla dvěma šrouby.

³ BLE Bluetooth low energy je technologie, která má za hlavní cíl úsporu energie a tím podporuje rozšíření Bluetooth do zařízení napájených miniaturními bateriemi s výdrží i několika let. [24]

Tracker má detekci pohybu, pokud je zastaven, slabým vysíláním signálu šetří baterie, Ty vydrží až několik let a mají ukazatel stavu baterie. Trackery Undagrid mohou být použity po celém světě, bez zvláštních povolení a mohou být namontovány bez jakýchkoli IT znalostí. V EU funguje na frekvenci 868Mhz a lokalizuje zařízení pomocí detekce zrychlení v kombinaci s lokalizací GPS a síťovými technologiemi. Každý GSEtracker se automaticky připojuje nebo iniciuje síť bez jakékoli pobídky či rozkazu. [23]



Obrázek 8 - aktivní RFID čip [23]

4.2.4 RTLS and tracking system

Tento lokační systém zajišťuje sledování a monitorování aktiv v reálném čase pomocí aktivní technologie RFID s kombinací frekvencí ⁴UWB a ⁵ISM.

Pro udržení minimální doby obratu letadla je nezbytné rychlé rozhodování a efektivní řízení zdrojů. Se systémem Litum Airport RTLS získávají zaměstnanci úplnou představu o provozu na letišti a mají přístup ke všem informacím, které potřebují k udržení efektivního pracovního postupu. Na odbavovací ploše se toho děje mnoho a je potřebné, aby handlingové společnosti přesně věděly, kde jsou všechna vozidla a vybavení. Letištní aplikace Litum RTLS funguje jak uvnitř budov, tak venku, aniž by se spoléhala na systémy GSM. Některé případy použití jsou sledování palivových cisteren, pozemních energetických zdrojů, nakladačů, pásů, podvalníků pro kontejnery nebo dalších druhů techniky vozového parku.

⁴ UWB signál má pro aktivní RFID štítky mnoho potenciálních výhod. Tato radiokomunikační bezdrátová technologie umožňuje při nízké spotřebě energie použití širokopásmové komunikace krátkého dosahu pro přenos velkého množství dat při využití velké části rádiového spektra. UWB komunikace je přenášena způsobem, který neruší jiné více používané úzkopásmové komunikace, jako například jiné druhy rádiových přenosů a mobilních telefonů. [26]

⁵ ISM (Industrial Scientific Medicine) jsou frekvence například pro systém Bluetooth, které pracují v nelicencovaném frekvenčním pásmu na frekvenci 2,4 GHz. [27]

Společnost Litum IoT používá kombinaci RTLS štítků, čteček a letištního RTLS softwaru k vytvoření soukromé sítě, která může sledovat umístění aktivních RFID tagů v definované oblasti. Nabízí různé štítky vhodné pro používání na letišti, od odolných pro vybavení technického handligu (GSE) až po štítky pro zaměstnance. Každý štítek má konkrétní informace o položce, ke které je přiřazena, nebo o osobě letištního personálu, která ji nosí. Nainstalované čtečky v letištním terminálu, hangáru a na ploše tyto značky aktivně prohledávají, sledují jejich umístění a dále předávají tyto informace centrále, kde letištní software RTLS shromažďuje a analyzuje data. Tato data o poloze a pohybu se zobrazují ve zjednodušeném formátu na mapě letiště, takže zaměstnanci vědí, kde se nachází každý kus vybavení, směr kterým se pohybuje a jaká osoba nebo objekt je vybavení přiřazen. Aplikace Litum IoT může sledovat tisíce různých druhů objektů ve velké oblasti s přesností méně než metru.

Systém slouží nejen ke sledování vybavení a osob, ale umožňuje i zvýšit bezpečnost zaměstnanců a cestujících na letištích. Varovný systém umožňuje požádat o pomoc v případě nouze. Všechny aktivní štítky RFID jsou totiž dodávány s nouzovými tlačítky, které zaměstnancům umožňují okamžitě požádat o pomoc a i bez potřeby sledování RTLS systémem automaticky upozorní dispečery a umožní rychlé poskytnutí příslušné pomoci na dané místo.

Softwarová aplikace letiště Litum RTLS umožňuje letištím nastavit kontrolní zóny a automatická upozornění pro různé účely. Tento systém může upozornit dispečink, když zaměstnanec vstoupí do oblasti, ve které nemá povolení k pohybu, nebo použije zařízení, u kterého není způsobilý k manipulaci. Systém může také spustit varování, když určité zařízení opustí kontrolní oblasti, jako je například vytažení zařízení z letiště.

Pomocí tohoto RTLS se udržuje prostředí letišť bezpečné. Lze mít tedy přehled o tom, aby určitá zařízení nebo vozidla používali pouze kvalifikovaní zaměstnanci. Když dojde k nehodě, může se z historie dat určit, který zaměstnanec v té době zařízení používal, aby se snížilo riziko záměny při vyšetřování. K dispozici jsou také štítky, které spustí upozornění z důvodu neoprávněné manipulace, pokud se je někdo pokusí také odstranit. Tento automatický výstražný systém pomáhá letištím snižování krádeží.

Některé štítky mohou sledovat pohyb letištní techniky, jeho rychlost, spotřebu energie, teplotu nebo stav motoru (zapnutý / vypnutý). Je možné monitorovat část zařízení a

diagnostikovat, zda je třeba provést údržbu nebo se blíží poškození, aniž by bylo nutné případ do samotného stavu dojít. Zaměstnanci letištní údržby mohou zabránit potřebám velkých oprav pomocí automatických požadavků na údržbu a monitorování systému. Pokud se zdá, že se dopravní pás přehřívá nebo spotřebovává více energie, než by měl, mohou být vyslány opravářské posádky, aby prozkoumaly zařízení a určily vhodné řešení. Letištní systém RTLS také umožňuje manažerům údržby prohlížet historii zařízení, aby bylo možné lépe určit, co je třeba brzy opravit nebo vyměnit.

Jiné štítky zase umožňují sledování nástrojů a vybavení v terminálech a na provozní ploše. Například když cestující požádá o invalidní vozík, zaměstnanec se může přihlásit do systému a okamžitě najít nejbližší dostupný na základě polohy štítku. Pokud se vozík ztratí, může údržba zkontrolovat, kde byl mapě naposledy, aby jej mohla snadněji dohledat. Tento systém může snadno sledovat jakékoliv položky se štítkem, například vozíky na zavazadla, počítače, tablety a elektronická zařízení.

Tento systém vyžaduje pouze minimální množství hardwaru. Firma zajišťuje instalaci vhodných čteček a RFID štítků navržených pro konkrétní potřeby. Zajišťuje také potřebné školení pro zaměstnance, takže je možné bez problému udržovat systém ve správném chodu i po instalaci a zaběhnutí.

Litum IoT také nabízí některé štítky RFID s volitelným modulem Global Positioning System (GPS), který také umožňuje spolehnout se na identifikaci polohy založené na satelitu, pokud je k pokrytí dispozici.

Tato zlepšená viditelnost aktiv, která poskytuje letištní systém RTLS společnosti Litum, znamená, že pracovní tok může pokračovat nepřetržitě a náklady na náhradní vybavení klesají, protože se ztrácí méně věcí, které již nikdy nenajdeme.

Dlouhodobé sledování RFID umožňuje letištím a velkým provozům zvyšovat produktivitu a bezpečnost. Umožňuje také snižovat náklady tím, že předchází nehodám, minimalizuje ztráty a snižuje nadbytečnost. [25]

4.2.5 Airport Ground Assets IoT - Catalysts

Toto je inteligentní systém, který je vyvíjen za pomoci poskytování dat letištím ve Frankfurtu. Toto letiště čítá nad 10 tisíc kusů všemožného pozemního vybavení

rozmístěného na velkých plochách. Proto je nutné, aby systém analyzoval, optimalizoval a predikoval jeho užívání a vytvářel optimální trasu ke zdrojům, z kterých budou prostředky dostupné při respektování zaběhlých procesů.

Systém bude schopen sledovat veškerou techniku v reálném čase, kde přes moderní rozhraní, například tablet, bude poskytovat dostupné informace všem pracovníkům. Zároveň bude shromažďovat veškerá data, která bude využívat pro zlepšení dostupnosti v konkrétních oblastech letiště a bude pracovat s požadavky jednotlivých společností. Tyto data poslouží k vytváření statistik a predikcí pro budoucí provoz. Například velká rozhodnutí pro zavedení nových technologií nebo nákupu většího množství techniky se neobejdou bez určitého experimentu. Provádět takové sčítání či experimenty v praxi je časově nebo finančně náročné, proto tento systém bude umět nasimulovat různé situace a potřeby „co když“ pouze v počítačovém prostředí. Tím se dosáhne úspory financí i času. [28]

4.2.6 RFID - zavazadlové vozíky pro cestující

Kvůli rostoucímu počtu cestujících a uspokojení jejich potřeb byla na letišti v Helsinkách zavedena UHF RFID technologie sledování zavazadlových vozíků, které cestující využívají pro přepravu svých zapsaných zavazadel v rámci letiště.

Každý vozík má svůj unikátní RFID tag a každé průjezdné místo, jako jsou vstupy do terminálů nebo dveře či průchody mezi halami a místnostmi, jsou vybaveny čtečkami, které v okamžiku průjezdu zaznamenají každý vozík a ihned odesílají data k centrálnímu zpracování. Díky tomu mají pracovníci přesný přehled o pohybech a místech, kde se kolik vozíků nachází a mohou již dopředu či průběžně přistavovat určitý počet vozíků k příletovým pásům podle intenzity přilétávajícího provozu. Díky hlubším znalostem o míře využití a počtu požadovaných vozíků na zavazadla je možné vozíky alokovat podle skutečných potřeb cestujících. Například na charterové dovolenkové lety je přichystáno přímo ke karuselům více vozíků. Nepřetržité sledování také umožňuje v určitých oblastech letiště získávat přesná data o chování cestujících, která mohou být dále využita pro plánování či komerční účely, jako je například umístění reklam na stanovená rušná místa. [29]

5. Návrhy systémů ke sledování vozíků na Letišti Praha

Z výše uvedených systémů a technologií budou odvozeny dva odlišné systémy, které se budou lišit v technologiích, propracovanosti a způsobu sledování. Také zde budou vypsána kritéria a požadavky, které budou konfrontovány s jednotlivými vybranými systémy. Systémy dále budou podrobeny analýze, zda se dají na Letišti Václava Havla Praha implementovat a za jakých podmínek. Bude uvážena finanční náročnost jak na jejich zavedení, tak provoz a také náročnost časovou na jejich zavedení. Jejich přínos do systému, co všechno umožní a jak by to bylo využito.

5.1 RTLS, GPS, WiFi

Pro první sofistikovaný systém byla vybrána technologie na principu výše uvedeného systému GSEtrack. Jedná se tedy o umístění aktivního RFID tagu na každý kus techniky, který následně udává svojí polohu pomocí technologií GPS, LoRa a BLE. Tyto technologie budou zajišťovat nepřetržitou kontrolu nad vozíky a budou udávat jejich polohu v reálném čase, která je zpracovávána a ihned předávána jak na dispečerské stanoviště, tak i do aplikací na různých mobilních zařízeních, které jsou určeny především pro zaměstnance. Ti uvidí, kde jsou jednotlivé vozíky k dispozici. Tento systém samozřejmě dokáže určit, jaká společnost vozík aktuálně využívá. A obsahuje i další přesné statistiky provozu jednotlivých kusů zařízení, a tím dokáže přesně určit potřebu kontrol či oprav. Také umí upozornit, pokud se vozík či technika dostane za povolené hranice.

Tento systém je pro svoji aktuálnost a dostupné informace spolu s umístěním vozíků kdekoliv po ploše z hlediska využívání zdrojů nejefektivnější, protože se co nejvíce zkrátí dojezdové vzdálenosti a hledací časy, také nemusí být shromažďována zásoba vozíků tím, jak půjčování plyne rychleji. Jeho další vlastnosti jsou vypsány a porovnávány v tabulce SWOT analýzy číslo 1, která se využívá pro odhalení silných a slabých stránek a příležitostí či hrozeb v novém nebo stávajícím systému.

Tabulka 1 - SWOT analýza RTLS, GPS, WiFi

Silné stránky		Slabé stránky	
1	sledování v reálném čase	1	finanční náročnost
2	přesné statistiky provozu	2	údržba - výměna baterií tagu
3	kontrola povolené oblasti pro provoz	3	
Příležitosti		Hrozby	
1	nejefektivnější využití zdrojů	1	rozbíjení mobilních zařízení v provozu
2		2	odvádění pozornosti zaměstnanců
3		3	

5.2 RFID s pasivními tagy

Tento systém s technologií UHF RFID a pasivními tagy na jednotlivých kusech techniky sází na svoji jednoduchost, spolehlivost a nižší pořizovací náklady. Po letištní ploše budou na optimálních místech rozmístěné průjezdné brány, které při projetí tahače a vozíků získají informaci o nové poloze těchto zařízení. Systém má tedy umožňovat sledovat konkrétní kusy a množství techniky v určitých oblastech, a to zejména na odstavných parkovištích, kde se nepoužívané vozíky budou povinně shromažďovat. To má velkou výhodu samovolného udržování organizace, a tím i zvýšení bezpečnosti. Naopak vozíky nejsou sledovány v reálném čase a není tedy určena přesná trajektorie a tím najeté kilometry. Ty budou paušálně vypočítávány dle projetí konkrétních bran. Jeho vlastnosti jsou vypsány a porovnávány v tabulce SWOT analýzy číslo 2.

Tabulka 2 - SWOT analýza RFID s pasivními tagy

Silné stránky		Slabé stránky	
1	nízké náklady na provoz	1	sledování jen v oblastech
2	nízké náklady na tagy	2	nepřesné provozní statistiky
3	jednoduchost a spolehlivost	3	
Příležitosti		Hrozby	
1	samovolná organizace - bezpečnost	1	omezená kapacita parkovišť
2		2	
3		3	

5.3 Výběr systému

Kritéria pro sledovací systém handlingových vozíků na letišti Václava Havla Praha jsou tedy funkce systému a jejich využití, jednoduchost samotného systému a technická náročnost zavedení. Dále finanční náročnost na zavedení a na provoz. U funkcí systému je požadováno, aby dokázal rozeznat, která handlingová společnost vozík užívá a také dobu, po kterou daná společnost vozík využívala. Dále je požadováno, aby počítal najetou vzdálenost jednotlivých vozíků. Ze softwaru musí vzejít výstupy o poloze a množství, v jakém jsou vozíky aktuálně dostupné a také ze souhrnu ujetých kilometrů vypočítávat, kdy je potřeba, aby prošel vozík kontrolou a údržbou, případně byl již místo opravy odepsán. Přehled požadavků je uveden níže v tabulce 3 a zhodnocen podle schopností daných systému.

V prvním systému zaměstnanci uvidí přesnou polohu vozíků, zda jsou používané, či odložené a volné. Sami se tak mohou rozhodnout, pro který si dojedou a připojí si ho. V druhém systému jsou vozíky shromažďovány na určených odstavných parkovištích, kdy pracovník má přehled, na kterém je kolik dostupných vozíků a podle jeho cesty ke stojánce odbavení si vyzvedne na nejvhodnějším potřebný počet. První systém je z mého pohledu náročnější na vstřebání informací a zaměstnanec se může splést či dokonce úmyslně někomu vozík sebrat. Oproti druhému systému, kdy omyl sebrání vozíku je téměř nulový a systém je méně náročný na interakci s informacemi o dostupnosti techniky.

Tabulka 3 - požadavky na systém

Požadavky	RTLS, GPS, WiFi	RFID pasivní
určení handlera	ano	ano
měření času	ano	ano
měření km	ano	ano
finance - náklady	vyšší	nižší
finance - provoz	vyšší	nižší
neustálé sledování	ano	ne
aktuální dostupnost	ano	ano
omezení provozu-zavedení	nízké	střední
náročnost na zaměstnance	vyšší	nízká
jednoduchost systému	složitější	jednodušší
uspořádanost vozíků	menší	ano
predikce kontrol/údržby	ano	ano

Na základě výše uvedených SWOT analýz a jednotlivých požadavků byl vybrán jednodušší systém RFID s pasivními tagy. Tento systém bude dostačující, spolehlivý a nebude způsobovat komplikace v provozu ani samotným zaměstnancům.

Obecný model sdílení handlingových vozíků tím bude postaven na umístění všech vozíků na odstavných shromažďovacích parkovištích, odkud si je zaměstnanci jednotlivých společností budou vyzvedávat a opět je zpět vracet na jakékoliv volné parkoviště. Toto shromažďování na jednotlivých místech je nutné kvůli parametrům vybrané technologie. Musí zde být umožněno instalovat čtečky na vjezdech a výjezdech z těchto odstavných parkovišť, protože zde dojde k rozpoznání, která společnost si jaké vozíky a v jakém čase vypůjčila. U tohoto modelu sdílení je vhodné i zákonité zvýšení bezpečnosti, které bylo popsáno v úvodu a v kapitole 6.2.

Tento radiofrekvenční identifikační systém bude komunikovat pomocí ultra krátkých vln mezi čtečkami a pasivními tagy. Ty budou přilepené zesponu podesty vozíku. Po letištní ploše budou rozmístěny čtečky, které budou připojené do centrálního vyhodnocovacího počítače. Čtečky budou mít antény zabudované v zemi po celé šířce komunikace. Taková anténa může mít rozsah krytí asi metr do strany, tudíž jich bude více vedle sebe tak, aby vždy pokryly celý průjezdný prostor. Tento systém by se dal přirovnat například k zaznamenávání průběhů či průjezdů sportovců při jakémkoliv závodě na určitých místech tratě. UHF RFID technologie s pasivními tagy nalepenými na zařízeních bude poskytovat potřebná data softwaru, který je bude vyhodnocovat a vytvářet výstupy.

Dalšími funkcemi může být například propojení těchto dat do mobilních zařízení, které by měli zaměstnanci u sebe a skrz aplikaci by měli přístup k aktuálním dostupnostem a mohli by aktuálně nahlásit závadu na vozíku skrz aplikaci. Takovou informaci by obdržela údržba a v nejbližší možné době tento vozík zajistila a opravila. To by mohlo nahradit hlášení závad skrz vysílačku (v dnešní době se závady téměř nenahlašují) a zjišťování dostupnosti přímo u dispečerů či po vysílačce.

6. Návrh způsobu sdílení techniky a optimalizace rozmístění

V této kapitole bude popsán návrh způsobu sdílení techniky, kde se jedná hlavně o způsob rozpoložení systému a jeho technologií, v kterém se pak budou společnosti pohybovat. Je zde uveden základní přehled o provozu, který také ovlivní výběr míst možných pro odstavná parkoviště. Dále je zde uveden návrh rozmístění průjezdných bran. Tyto prvky budou optimalizovány na základě dostupných informací. Na konci kapitoly je uvedeno, jak budou instalované tagy na danou techniku.

6.1 Základní přehled o provozu

Letiště obsluhuje v letní sezóně zhruba 500 letů denně, které se odbavují převážně ve dvou hlavních částech letiště, a to terminálu 1, který obsluhuje lety mimo Schengenský prostor a terminálu 2, který obsluhuje lety do Schengenského prostoru. Terminál 1 má až 15 kontaktních stání s nástupním mostem při využití alternativních stání a terminál 2 jich má až 16. Dále zde jsou odlehlá stání, kterých je možno využít až 20. Při parkování větších typů letadel se tyto kapacity snižují. [32] [37]

Bagážové vozíky jsou používány pro odbavení převážně úzkotrupých letadel, kterých na Letiště Václava Havla Praha létá většina. Z toho ovšem je nutno vyčlenit společnosti, které obsluhují některé své lety s letadly řady A320 v úpravě zavazadlového prostoru pro ULD kontejnery. Pak se vozíky používají pouze pro volně ložený náklad v ocasní části letadla. Dále je nutné uvažovat se širokotrupými letadly, které v hlavním nákladovém prostoru přepravují náklad na paletách a v ULD a opět zde vozíky přepraví pouze volně ložený náklad z takzvaného „bulku“.

Na terminálu 1 se odbavuje mnoho dálkových letů dopravců Qatar Airways, Delta Air Lines, United Airlines, American Airlines, Emirates, Hainan, China Eastern, Sichuan Airlines, Air Canada Rouge, Air Transat, Korean Air a ČSA. Navíc se zde odbavují společnosti Aeroflot, Turkish, British Airways, které vypravují převážně letadla s úpravou pro ULD kontejnery. I přestože, že zde není cílem připravit optimální umístění parkovišť pro vozíky na základě reálného provozu, k čemuž by bylo potřebné analyzovat provoz na jednotlivých stáních letadel. I tak bude pro návrh parkovišť toto vzato v potaz a kapacity parkovišť mohou být situovány blíže prostorům terminálu 2,

kde se odbavují zpravidla jen úzkotrupá letadla a náklad v ULD kontejnerech zde převáží pravidelně pouze dopravci Finnair, Iberia, Tap Portugal, Air France, Alitalia a Lufthansa na lince do Frankfurtu.

6.2 Návrhy parkovišť pro bagážové vozíky

Pro výhodnou obsluhu letiště vozíky je potřeba vybrat vhodné rozmístění odstavných parkovišť, odkud si zaměstnanci handlingových firem budou svými tahači půjčovat potřebné počty techniky. Tato rozmístění jsou limitována dostupností volných prostorů k odstavení i jejich dostatečnou velikostí, aby zde šel zavést systém vjezdové a výjezdové brány se čtečkou. Proto níže uvádím tři reálné návrhy rozmístění parkovišť podle dostupných míst a myšlenky optimálního rozmístění.

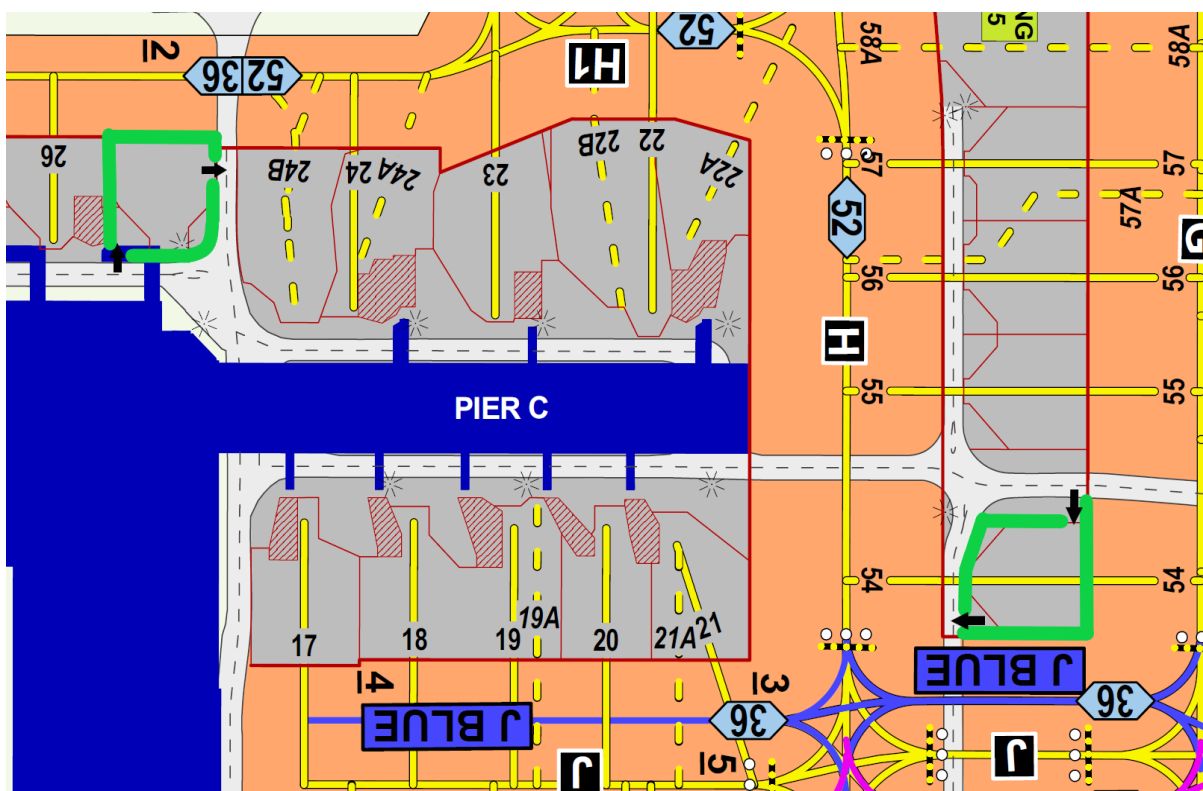
Dostatečná kapacita parkovacích míst je důležitá z hlediska častého problému v dnešní době, kdy na letišti často není kam odstavit techniku v případě, že se odbavuje minimum letadel, i přestože je zde této techniky nedostatek. Důležitá je kapacita i z důvodu, aby se veškeré vozíky vešly na parkoviště, pokud nejsou používány. Protože pokud je vozík mimo parkoviště, daná handlingová společnost za něj platí. Proto pro prostorově náročné podmínky z hlediska množství vozíků bylo navrženo vyčlenění stojánky číslo 54 pro odstavné parkoviště. Zabráním této stojánky bude snížena kapacita odlehlých stání, ale toto řešení je vhodné z důvodu její polohy.

Toto stání se nachází na kraji odbavovacích ploch a ze tří stran je vlastně obklopeno pojezdovými drahami. Pokud zde bude vybudováno odstavné parkoviště, zvýší se bezpečnost pro okolní provoz tím, že parkoviště bude ohrazeno betonovými svodidly a již nebude možné nechtěné narušení okolního provozu například ujetím nezajištěných vozíků, zavazadel či další techniky ze současného stání při odbavování letadla. Také by byla obecně snížena výška provozu na této stojánce. A případný přesah křídel větších typů letounů nezpůsobí žádné škody při spletení si pojezdových drah a pojížděním většího typu letadla po pojížděcí dráze J Blue určené pouze pro letadla s rozpětím křídel do 36 m. Parkoviště bude tedy ohrazeno betonovými svodidly typu New Jersey v požadované výšce a možném zvýrazňujícím žlutočerném nátěru. Příklad již současného použití na letišti je na obrázku 9. Tato svodidla budou použita i na bývalém stání číslo 25 u prstu D terminálu 2. Jejich návrh rozmístění na stáních 25 a 54 je uveden na obrázku 10. Taková ochrana je důležitá, protože v dnešní době

spousta vozíků má nefunkční brzdy či popraskané svary a také kvůli povětrnostním podmínkám či špatné manipulaci a zajištění existuje riziko uvolnění vozíku, nechtěné ujetí do provozu a kolize. [32]



Obrázek 9 - svodidla typu New Jersey [zdroj: vlastní]



Obrázek 10 - návrh rozmístění svodidel na stáních 25 a 54 [32]

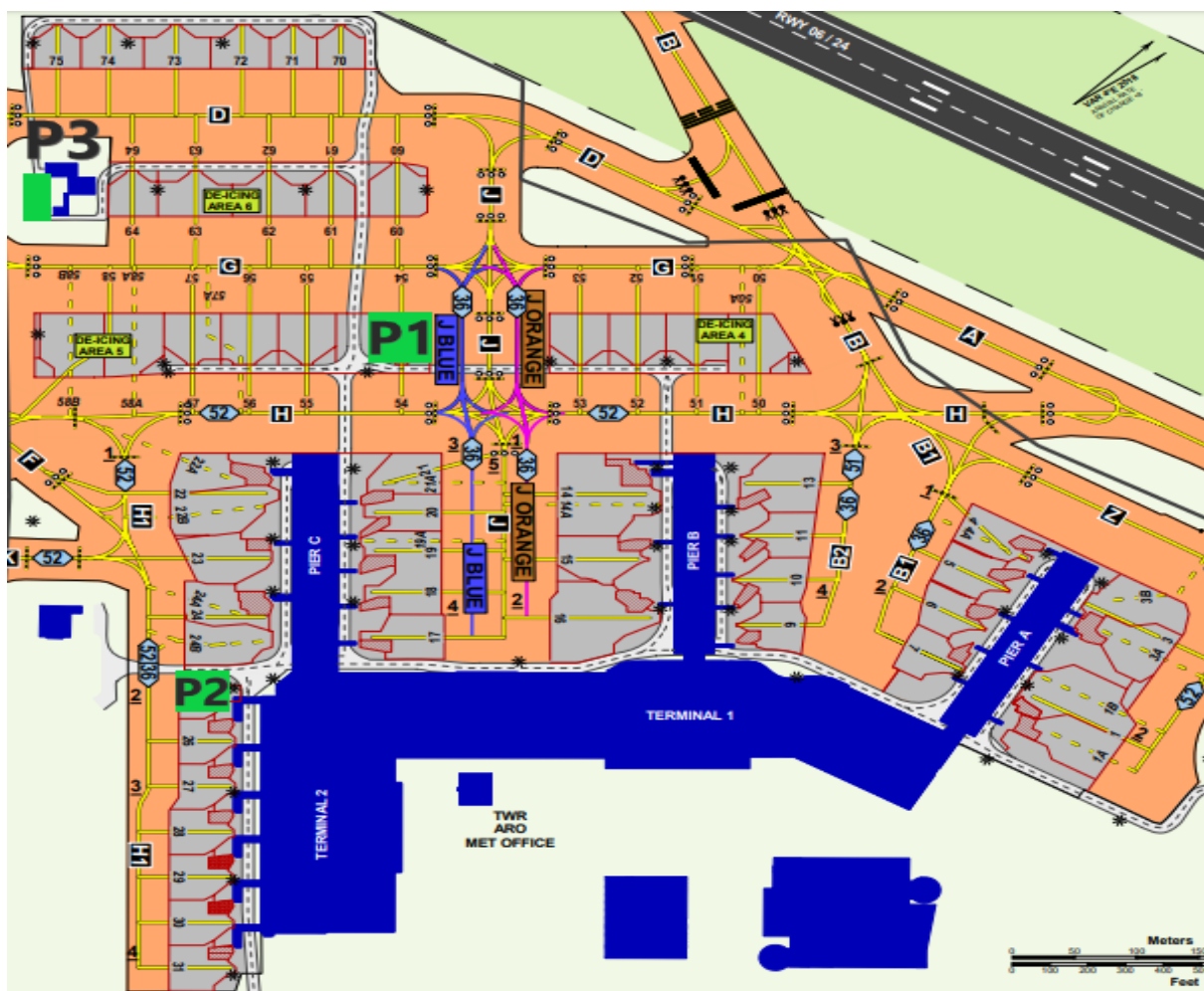
Následující rozmístění jsou pouze racionálním návrhem a optimální rozmístění by bylo možné komplexně řešit pomocí modelů v jiné bakalářské práci.

V každém návrhu jsou pro svoje vhodné umístění a velkou kapacitu zahrnuta dvě parkoviště bývalých letadlových stání a to konkrétně 25 a 54. Třetí parkoviště je vždy alokováno na jiném místě. Na následujících obrázcích je vždy parkoviště P1 umístěno na stání 54 a parkoviště P2 na stání 25. První návrh na obrázku 11 umísťuje parkoviště po spojovací objekt terminálu mezi prsty B a C. I v dnešní době je tam technika odstavována.



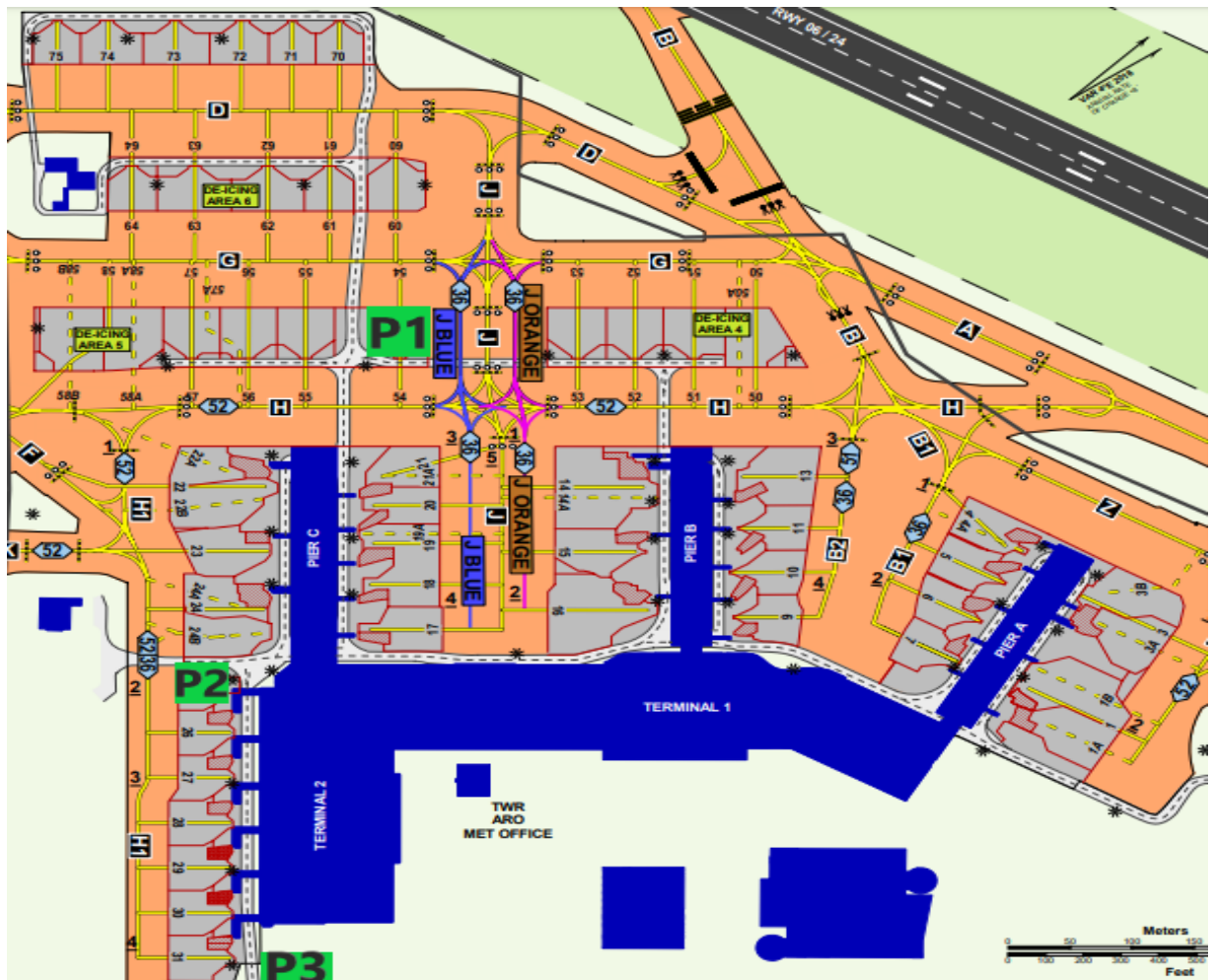
Obrázek 11 - návrh rozmístění parkovišť č. 1 [32]

V druhém návrhu na obrázku 12 se parkoviště nachází za stojánkami řady 60, kde i nyní jsou umístovány vozíky. Pro svoje odjezdové a příjezdové cesty by bylo vhodné pro zabudování bran, ovšem v případě umístěného parkoviště na stojánce 54, by mi přišlo moc velké množství vozíků umístěné daleko od kontaktních stání a třídíren.



Obrázek 12 - návrh rozmístění parkovišť č. 2 [32]

Ve třetím návrhu na obrázku 13 je parkoviště umístěné za terminálem 2 naproti stání 31. Toto by bylo velice vhodné místo pro odstavování z hlediska polohy, ale v rámci budoucí přístavby terminálů by muselo být zrušeno.



Obrázek 13 - návrh rozmístění parkovišť č. 3 [32]

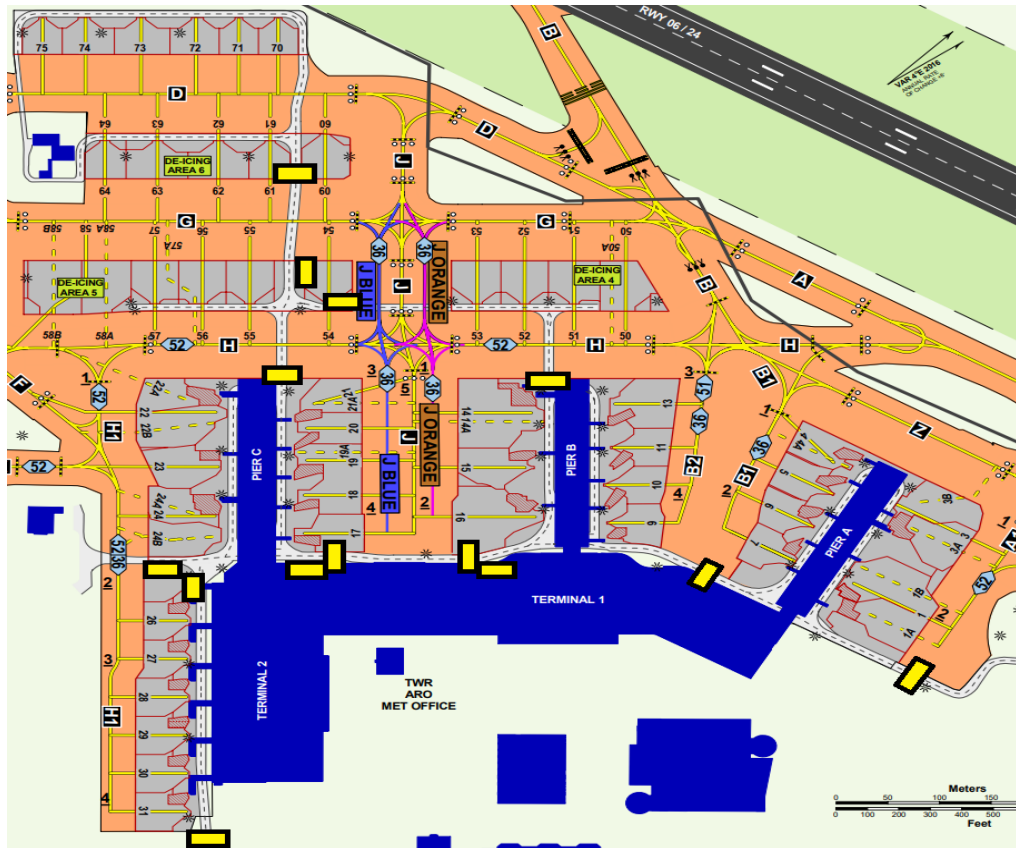
Pro vlastnosti prvního návrhu a některé nevýhody u dalších návrhů, jsem zvolil návrh číslo 1 jako nejlepší a v dalších částech práce budu brát v potaz jen tento. Vypočtená kapacita parkovišť je uvedena v kapitole „6.2 Počet techniky“.

6.3.1 Umístění průjezdných bran a čteček

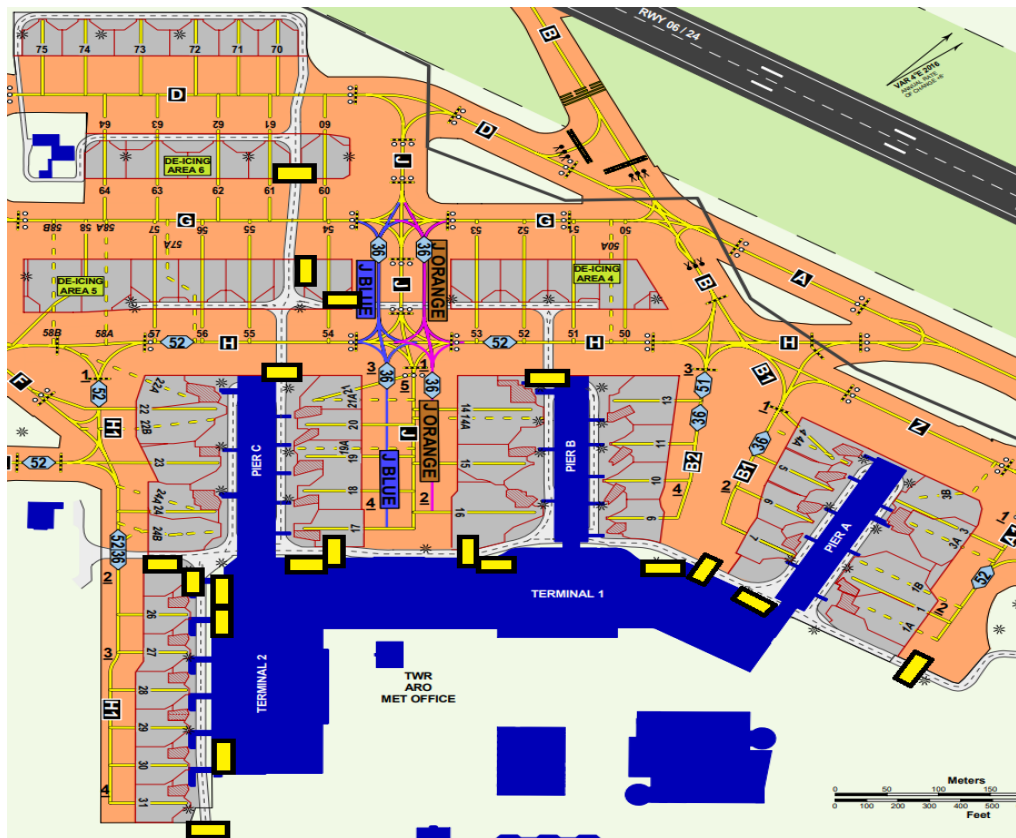
Vybudování každé průjezdné brány zvyšuje náklady a způsobí lehké omezení provozu při zavádění. Na druhou stranu zpřesňuje polohu vozíků a jejich ujetou vzdálenost. Proto je třeba vhodně rozmístit tyto průjezdné brány po letištní ploše z hlediska ekonomiky i efektivity. Dále přikládám obrázky 14 a 15 s návrhem uvedených míst, které jsou vyznačené černo – žlutým obdélníkem.

Brána bude vybudována po určité šířce pozemní komunikace tak, aby se zajistilo vždy správné načtení tagu na vozíku. Komunikace bude vyfrézována zhruba do hloubky 10 cm, antény RFID technologie budou položeny přímo do komunikace a zakryty nerušivým a odolným materiálem, který bude umožňovat průchod signálu s co nejmenším zeslabením. Výsledkem bude rovná komunikace neomezující provoz.

Na dalších obrázcích jsou uvedeny návrhy průjezdných bran k návrhu rozmístění parkovišť číslo 1. První návrh zahrnuje 14 průjezdných bran, které se nachází na vjezdech a výjezdech z parkovišť, konkrétně 4. Dále 8 bran přes celou komunikaci, konkrétně před přejetím pojezdové dráhy ke stojánkám řady 50 a při příjezdu ke stojánkám řady 60, dále přes komunikaci vedoucí k hangáru F a terminálu 3, na komunikaci vedoucí ke cargo terminálům a mezi prsty A, B, C a 2 brány přes úzkou komunikaci se nachází při vjezdech k parkovišti pod spojovacím objektem. Mezi prsty B a C jsou navrženy dvě brány, každá za úrovní parkoviště a budou sloužit jako výjezdní brány z parkoviště vozíků. Zde nejde udělat jeden výjezd, protože parkoviště je hodně široké a antény by musely být zabudovány po velké délce. Druhý návrh počítá se stejným rozmístěním bran, ale navíc by zde byly umístěné brány u všech vjezdů a výjezdů do třídíren, což čítá 5 bran, tři úzké a dvě širší pro dvousměrný provoz. Toto by zpřesnilo polohu vozíků.



Obrázek 14 - rozmístění parkovišť č. 1 s 14 průjezdnými branami bez vjezdů do třídíren [32]

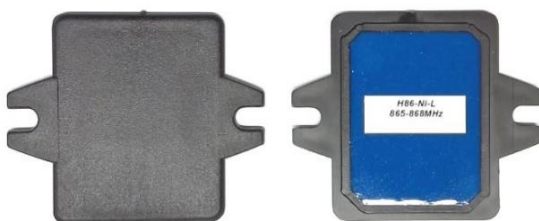


Obrázek 15 - rozmístění parkovišť č. 1 s 19 průjezdnými branami s vjezdy do třídíren [32]

6.3.2 Umístění čipů na technice

Čipy zde budou představovat pasivní RFID tagy, ty mohou mít různé podoby, podle toho k jakému účelu jsou určeny. Také záleží na prostředí, v kterém jsou umístěny a materiálu, na kterém jsou umístěny. Zpravidla je takový pasivní tag veliký několik cm čtverečních a není nijak vysoký. Příklad je uveden níže na obrázku 16.

Jak již bylo uvedeno, tagy budou na bagážové vozíky přilepené zespodu na nekovové podesty. Budou vybrány kvalitní tagy, aby odolávaly vlivům venkovních povětrnostních podmínek a náročnému pracovnímu prostředí. Výška spodku překližkové podesty je zhruba 40 cm nad komunikací. Tím pádem bude anténa a tag vzdálena od sebe asi 50 cm a bude tak zajištěno spolehlivé načtení.



Obrázek 16 - UHF RFID tag na nekovový podklad [34]

Pasivní UHF RFID tagy pro tahače bych volil takové, které jsou určeny na kovové povrchy. Příkladem může být tento tag uvedený na obrázku 17. Ten bude také připevněn na podvozku vozidla pro malou vzdálenost, aby spolehlivost přečtení tagu byla co největší. Tyto tagy splňují normu IP67, to znamená prachotěsnost zařízení, ochranu před dotykem drátem a odolnost proti dočasnému ponoření do vody. Takovéto kvalitní tagy do provozu na sledování aktiv stojí zhruba 10kč za kus. [36]



Obrázek 17 - UHF RFID tag na kov [35]

7. Proces sdílení

Základem samotné identifikace, kdo jaké vozíky právě využívá je, že každý tahač, který bude moci zapojit vozíky, bude muset mít namontovaný identifikační tag, o kterém bude software přesně vědět, komu patří. Tahač je tedy základní identifikátor handlingové společnosti, které bude účtováno přesné užívání množství vozíků podle času. Každý vozík bude také mít svůj jedinečný identifikační tag. A při každém průjezdu bránou bude zaznamenán tahač a k němu následující jednotlivé vozíky.

Pro účtování poplatků za využívání bude důležité, která společnost s nimi z odstavného parkoviště skrz čtečku odjede a zase je na parkoviště vrátí. Tyto průjezdné brány, které se nachází na vjezdech a výjezdech z parkovišť, jsou v rámci systému nejdůležitější, protože je zásadní kdo, kdy a kolik vozíků si půjčil. Aby nedošlo k záměně, budou vjezdy a výjezdy užší a patřičně oddělené, aby nemohly projet dva tahače vedle sebe najednou. Správně mají být vozíky vráceny stejnou společností, a tím je doba výpůjčky každého vozíku jasně dána a účtována. Může se ovšem stát, že vozíky budou v provozu „ukradeny“ a navráceny jinou společností. V tom případě navrhuji, aby byl poplatek naúčtován za využitý čas oběma společnostem. Tím se zamezí takovému převzetí vozíků v době výpůjčky, protože společnosti budou motivovány, aby si „své“ vozíky hlídaly a zároveň jiné z provozu nebraly, protože jen tak budou mít plnou kontrolu nad využíváním, a tím placením za výpůjčky.

Ostatní čtečky rozmístěné po ploše budou pro kontrolu pohybu a polohy vozíků. Tyto čtečky budou vytvářet jakési sektory a bude vidět, kolik vozíků se v nich nachází. Hlavním úkolem ale bude vozíky načítat, zaznamenávat konkrétní ID a paušálně jim přidělovat ujeté kilometry, podle jednotlivých oblastí kde se pohybují. Oblasti jsou různě veliké, a tak bude určeno, kolik kilometrů v každé vozík průměrně najede. Například v třídírně se bude jednat o stovky metrů, ale při projetí brány k terminálu 3 půjde řádově o kilometry. Každému jednotlivému vozíku se tak bude v softwaru vypočítávat, nejen čas užívání, ale i najeté kilometry, které jsou vypovídající z hlediska potřeby údržby a životnosti vozíku. Podle najetých kilometrů se budou pravidelně provádět kontroly a údržby a například podle Vanové křivky se bude dát stanovit, zda se ještě vyplatí oprava nebo odpis a nákup nového vozíku.

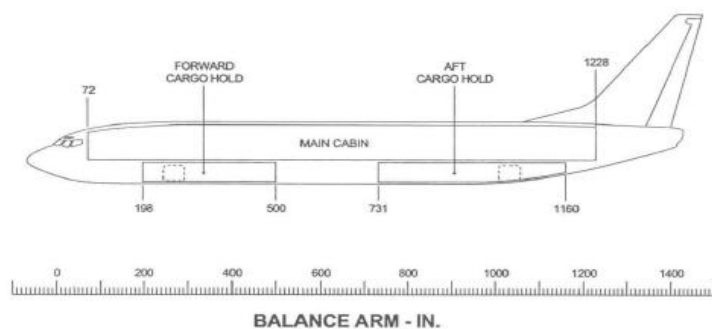
Základní požadavky na software jsou přidělovat vozíkové tagy různým společnostem, vypočítávat čas užívání, vypočítávat ujeté kilometry, predikovat kontroly, údržbu a vyražení z provozu, sledovat kolik vozíků je dostupných na daném parkovišti a kolik vozíků se pohybuje v jednotlivých sektorech. Dále by měl být schopen poskytnout v budoucnu data pro aplikace na mobilních zařízeních, v kterých bude vidět aktuální dostupnost vozíků na jednotlivých parkovištích a naopak aplikace mít možnost okamžitě nahlásit poruchu vozíku s místem, kde je odstaven.

Výhodami tohoto systému a samotného procesu sdílení jsou levné identifikační tagy, zvýšená bezpečnost pomocí organizace tak, že zaměstnanci již nebudou moci odstavit vozíky kdekoli a tvořit tak různé i nebezpečné překážky. Přičemž samotná parkoviště budou bezpečná a neumožní samovolné vyjetí na pojezdové dráhy či stojánky špatně zajištěnému vozíku nebo vozíku s nefunkční brzdou.

Pro reálnou představu kolik vozíků je potřebných v provozu, uvedu v dalších podkapitolách rozvahu a přibližný výpočet založený na provozu a technických parametrech.

7.1 Počet techniky

Abychom získali přesná čísla pro výpočet, vezmeme si za příklad kapacitu běžně užívaného typu letadla Boeingu 737-800, který lze odbavovat na stání s maximálním dovoleným rozpětím 36 m a více, má vždy volně ložený náklad a jeho kapacita je 189 pasažérů. Při úvaze, že každý cestující má jedno zavazadlo o váze 25kg to dělá v součtu 4,7 t. To se do nákladového prostoru tohoto typu letadla s rezervou vejde, protože maximální naložení je přes 7,6 t. Dále je uveden obrázek 18 s povolenými hmotnostmi zavazadlového prostoru tohoto typu letadla.



Three basic structural limitations that must be observed when loading payload are compartment, linear loading, and floor loading limitations. Maximum allowable compartment weights, and maximum allowable linear and floor loading are provided in the following table:

COMPARTMENT	MAXIMUM ALLOWABLE WEIGHT					
	TOTAL WEIGHT		LINEAR LOADING		FLOOR LOADING	
	LB	KG	LB/IN.	KG/IN.	LB/SQ FT	KG/SQ FT
Main Cabin			41.4 ^[a]	18.8 ^[a]	100.0	45.3
Forward Cargo Hold	7177	3255				
B.A. 198 to B.A. 240	1113	505	26.5	12.0	150.0	68.0
B.A. 240 to B.A. 297	684	310	12.0	5.4	150.0	68.0
B.A. 297 to B.A. 500	5380	2440	26.5	12.0	150.0	68.0
Aft Cargo Hold	9799	4444				
B.A. 731 to B.A. 1004	8327	3777	30.5	13.8	150.0	68.0
B.A. 1004 to B.A. 1061	684	310	12.0	5.4	150.0	68.0
B.A. 1061 to B.A. 1160	788	357	8.0	3.6	150.0	68.0

[a] The main cabin allowable load includes the weight of passengers, passenger seats, and passenger carry-on baggage.

Obrázek 18 - povolené hmotnosti nákladu Boeingu 737-800 [3]

Počítáme, že do každého vozíku se vejde přes půl tuny zavazadel, tudíž potřebujeme 9 vozíků na odlet a dalších 9 na přílet letadla. V tom případě můžeme počítat, že na každé stání o velikosti alespoň 36 m na šířku potřebujeme 18 vozíků. Takových stání na terminálu 1 a 2 je 29 kontaktních a 16 odlehlých, celkem tedy 45. Ve špičkových časech může být letiště plně obsazené a na to budeme počítat potřebný počet vozíků. Vezmeme ale v potaz, jak bylo uvedeno v kapitole „5.1 Základní přehled o provozu“, že se zde neodbavují pouze letadla s volně loženým nákladem. Budeme vycházet ze 45 stání, odečteme 5 stání za lety úzkotrupých letadel s ULD a 6 stání za širokotrupá letadla z dálkových linek. Zbývá nám tedy 34 stání, které vynásobíme 18, počtem potřebných vozíků na zavazadla při plně obsazeném letadle a tím potřebujeme 612 kusů bagážových vozíků.

Dalo by se namítnout, že další vozíky potřebujeme na volně ložený náklad v „bulcích“ letadel s ULD a paletami, další pro cargo, poštu a doplnění nevyužitě možnosti přepravy dalších tun v zavazadlovém prostoru Boeingu 737-800. Avšak z praxe vím, že často letadla nemají tolik zavazadel v nákladových prostorech a včetně pošty a carga je zpravidla potřeba 5 vozíků na přílet a 5 na odlet. K tomu mnoho letů je

operováno nízkonákladovými dopravci, kteří nakládají minimum zapsaných zavazadel do svých nákladových prostorů a většinu věcí mají cestující u sebe v kabině. Navíc například Ryanair nepřevazuje ani cargo ani poštu. Ještě musíme vzít v potaz malá turbovtulová a další letadla parkující na menších stáních, které nebyly započítány do 45 stání. U těchto typů letadel je ale potřeba velmi malé množství vozíků. Proto přebytek nevyužitých vozíků z počtu 18 na odlet a přílet jednoho běžného typu letadla se může využít na cargo, poštu, „bulky“, malá letadla i údržbu zrovna opravujících se vozíků. [3]

Toto číslo je také nutné znát z důvodu nutnosti vozíky někam umístit. Tudíž parkoviště s vjezdovými a výjezdovými branami musejí mít dostatečnou kapacitu pojmout všechny vozíky v případě, že je provoz, například v noci, téměř nulový. Rozměry dvou běžných typů vozíků jsou uvedeny v tabulce 4. Rozměry parkovišť mají velikost stání pro letadla s rozpětím křídel do 36 m, to znamená, že se vejde vedle sebe 18 řad vozíků, přičemž v každé řadě bude až 12 vozíků i s předpokládaným manipulačním prostorem. Tabulka 5 uvádí kapacitu pro jedno parkoviště a počítá s prostorovými rezervami. Kapacita parkoviště je tedy 216 kusů, takové plochy máme dostupné tři. V prvním a vybraném návrhu je jedno z rozmístěných parkovišť pod spojovacím objektem, přičemž budeme počítat, že tato plocha je stejně kapacitní jako parkoviště na bývalých stojánkách. Kapacita parkovišť je tedy 648.

Tabulka 4 - rozměry bagážových vozíků [33]

v mm	délka	délka se zdviž. ojí	šířka
VBK	3480	2600	1660
VCN	3450	2570	1510

Tabulka 5 - počet míst pro vozíky na jednom stání o max. rozpětí 36m

v metrech	šířka	délka	stání	počet
vedle sebe	2		36	18
za sebou		3,5	42	12
celkem				216

7.2 Zavedení systému

Při zavádění daného systému vzniknou určitá omezení provozu infrastruktury, z těchto důvodů bych implementaci doporučoval mimo letní sezónu, na druhou stranu se také vyvaroval zimních měsíců kvůli možným zhoršeným podmínkám na komunikacích, jako jsou náledí či sníh. Bude totiž nutné omezit provoz při budování průjezdných bran. Vždy do půlky šířky komunikace nebo menší části v oblasti budoucí brány bude vyfrézován pruh, do kterého budou umístovány antény UHF RFID čteček. Provoz tedy bude omezen nebo přesměrován jinými komunikacemi, avšak ne přerušen. Dalším omezením, ale ne nijak výrazným, bude nalepení pasivních tagů na všechny bagážové vozíky používané ve společném provozu. Také se musejí namontovat RFID tagy na tahače vozíků, toto musí být koordinováno s jednotlivými handlingovými společnostmi, avšak samotná montáž tagu na podvozek není časově náročná.

Délku potřebnou na vybudování technické infrastruktury systému na letištní ploše a vozících odhaduji na 2 týdny. Další záležitostí bude zavedení počítačů a softwaru pro zpracování a využití těchto dat. Cílovým zákazníkem těchto vyhodnocených dat jsou dispečeri jednotlivých handlingových společností, kteří komunikují se zaměstnanci vykonávajícími práci přímo v provozu.

Jednou z větších otázek je ustanovení společného provozu samotných bagážových vozíků. Vše ostatní, jakožto tahače, zůstanou ve vlastnictví jednotlivých společností. Jsou zde možné asi tři modely sdílení vozíků. V každém případě bude vhodné projít určitou domluvou, aby bylo možné současné vozíky sjednotit a dále využívat v provozu. Sjednocené by byly ty, které jsou schopné provozu a jejich životnost není příliš krátká na to, než by se vyplatilo nakoupit nové. První možností je, že tyto vozíky vykoupí samotné letiště a bude provozovat jejich park. Toto je ohodnoceno jako ideální varianta, protože letiště získá možnost plné kontroly nad jejich technickým stavem a dokáže tedy zaručit jejich kvalitu v rámci svého zájmu na hladkém a bezpečném provozu. Druhou možností je, že vozíky odkoupí a bude je provozovat třetí strana. To by bylo vesměs ve stejném duchu jako předchozí návrh. A třetí možností je domluvení se všech handlingů, které v současné době provozují vozíky v oblastech terminálu 1 a 2, že založí společný vozíkový fond a zprvu si vyplatí rozdíl vloženého majetku. Poté již budou platit pronájem na stejném principu jako v předchozích případech. Problém u posledního návrhu může být příchod dalších společností, nedůvěry a diskriminace

společnosti, která nebude spravovat provoz této techniky. To vyústí v možnost střetu zájmů společnosti, která bude sama spravovat provoz techniky a určovat vyšší pronájmy než je nutné, tím sama sobě vydělávat.

Pokud by kapacita parkovišť nedostačovala, ať z důvodů špatného umístění vozíků na parkovištích nebo z hlediska budoucího růstu provozu, mohl by být použit druhý návrh rozmístění bran, a to s umístěním bran i na vjezdech a výjezdech z třídíren. V tom případě by bylo možné zavést určité slevy za umístěný vozík v třídírně v době slabého provozu, například od 23h večer do 6h ráno. Nebo zavést, že v této době, pokud si handlingová společnost natáhne vozíky do třídírny k pásům a skluzům na zavazadla, nebude pronájem zpoplatněn vůbec. Toto je reálné a vhodné z hlediska, že již v dnešní době si zaměstnanci třídíren večer přistaví vozíky do třídíren a mají je připravené k naplnění zavazadly na ranní odlety. Pomíchání zde v třídírně odstavených vozíků by nemělo hrozit, protože každá společnost má odbavované letecké linky na svých určených pásech a skluzech. Myslím ale, že i přes růst provozu by neměla být potřeba více vozíků v oběhu, a to z důvodu růstu dálkových a hlavně nízkonákladových linek, které tolik vozíků nevyužívají.

7.3 Business plán

Business plán popisuje strategii projektu z hlediska stávajícího a plánovaného businessu. Letiště Praha by zavedením tohoto systému sdílení bagážových vozíků získalo hlavně nefinanční přínosy. Takovými jsou plynulost a bezpečnost provozu, která je zajištěna dostatkem a kvalitou techniky nebo redukce a organizace parkovacích ploch na odbavovacích plochách a tím vzniklého prostoru pro nová rozšíření, například dalších odletových bran.

Tento systém by měl mít i ekonomické výhody. Společnosti nebudou platit za parkovací stání ani za údržbu, pouze za čas využívání této techniky. Pronájem techniky bude nastaven tak, aby výnos dokázal pokrýt údržbu a obnovu parku. Díky sjednocení údržby, lepší kontroly nad vozíkovým parkem a hromadného pořizování nové techniky by mělo dojít k úspoře nákladů. Tím pádem by měla být výše pronájmu vozíků nižší než náklady na jejich provoz v současné době. Zároveň jak budou sesbírána data během několika let provozu, budou moci být určeny střední a maximální životnosti vozíků. Tím se zlepší predikce nákupu a zpřesní se rozložení

nákupní ceny po dobu provozu zahrnuté do pronájmu. V případě, že vozíky budou vlastněné třetím subjektem, měl by zde vzniknout na prostor i na jeho zisk. Očekávaných finančních výnosů tedy dokážeme dosáhnout úsporou nákladů.

Tento plán je v souladu s rozvojem Letiště Praha, protože zvyšující se provoz klade nároky na technické odbavení a tento systém zavede skokové zlepšení v otázce bagážových vozíků. Rizika jsou neochota handlingových společností na tento systém přistoupit, případná nedisciplinovanost zaměstnanců a v dalších fázích neschopnost zvládnout moderní technologie.

Jednotlivé aspekty business plánu budou zmíněny v tabulkách v 8. kapitole.

8. Hodnocení dopadu na letištní provoz a provoz odbavovacích společností

Hodnocení dopadu na letištní provoz a provoz odbavovacích společností bude popsáno pomocí diskuze. Dále jsou uvedeny tabulky 6 a 7, které se týkají dopadu na letiště a dopadu na handlingové společnosti. Jsou v nich popsány výhody a příležitosti pro letiště a pro odbavovací společnosti. Pro svoji vhodnost je zde uveden jen případ, kdy vozíkový park bude provozován letištěm.

Dopady sdílení bagážových vozíků na letiště, jakožto provozovatele tohoto systému budou pozitivní v mnoha ohledech. Organizace parkovacích ploch a dostupná data z provozu jsou výhodné pro budoucí využití při plánovaném rozvoji. Dále je velkou výhodou kontrola nad kvalitou bagážových vozíků. Příležitostmi jsou menší zpoždění na odletu, méně dopravních incidentů díky organizaci a spolehlivosti techniky a také snazší vstup dalších handlingových společností kvůli menšímu počtu potřebné techniky k odbavení a dostupných prostorů pro její umístění. Ještě je možné reagovat například sezónně na poptávku po vozících, související přímo s hustotou a typem provozu, kdy může letiště odtáhnout část nevyužitou techniku mimo terminály 1 a 2 a zajistit si tak odstavná místa na jiné věci v případě přestaveb a oprav na plochách i terminálech. Negativními záležitostmi mohou být zprvu investice do systému a jeho provozu, a s tím související správa navíc.

Tabulka 6 - Dopad na letiště - vlastník letiště

Silné stránky a příležitosti pro letiště	
1	organizace parkovacích ploch
2	kontrola nad kvalitou techniky
3	dostupná data z provozu
4	vstup dalších handlingových společností
5	menší zpoždění na odletu
6	méně dopravních incidentů
7	reakce na sezónní výkyvy

Dopady sdílení bagážových vozíků na handlingové společnosti, jakožto uživatele tohoto systému budou pozitivní zejména díky vždy dostupnosti vozíků a jejich kvalitě, pracovníci pak nebudou muset hledat vozíky po plochách, ale pojedou přímo na parkoviště s dostatkem techniky, tím efektivněji využijí svůj čas a zefektivní proces odbavení, kdy letadlo nebude muset čekat na volné vozíky po přiletu a cestující na zavazadla, tím dokáží zabránit i některým zpožděním na odletu. Společnostem se zároveň zjednoduší správa vozového parku a sníží se náklady na údržbu. Výhodou může být, že při některých záležitostech budou moci kontaktovat přímo letiště, které se bude snažit vždy problém vyřešit. Jedinou hrozbou pro tento model sdílení je, že provozovatel bude chtít zvyšovat cenu za pronájem vozíků, toto se dá ovšem ošetřit dlouhodobými smlouvami.

Tabulka 7 - Dopad na společnosti - vlastníci letiště

Silné stránky a příležitosti pro letiště	
1	jednodušší správa techniky
2	dostatek vozíků
3	kvalita vozíků
4	aktivní komunikace s letištěm
5	nižší náklady
6	efektivnější čas odbavení
7	efektivnější čas pracovníků

Hodnocení z výše uvedených tabulek a diskuze vyznívá pozitivně a z provozních důvodů se implementace tohoto systému dá doporučit za podmínek, že vlastníkem společného provozu vozíků bude samotné Letiště Václava Havla Praha. Výsledkem tedy je, že takovýto systém je na LKPR proveditelný za podmínek přijatelné domluvy mezi figurujícími handlingovými společnostmi a Letištěm Praha.

9. Závěr

Tato práce se zabývala implementací určitého systému, který by umožnil efektivnější využívání handlingové techniky. Zprvu zde byly popsány základní principy odbavovacího procesu a technika k odbavení letadel. Díky svolení k užití dokumentu Ground Operations Manual společnosti Smartwings bylo možné vidět harmonogramy různě dlouhých průletů úzkotrupého letadla, kde je také vidět, jak náročná je časová organizace a souhra u technického odbavení letadla. Na pražském letišti se společnosti potýkají s nedostatkem techniky ve špičkových časech a také s její nevalnou kvalitou. Kvůli skladbě provozu na Letišti Václava Havla Praha jsou, co do četnosti, nepoužívanější technikou klecové vozíky. Proto bylo rozhodnuto se v této práci zaměřit pouze na ně. Myšlenkou je, že si všechny handlingové společnosti působící na terminálech 1 a 2 budou tuto techniku sdílet a na základě časového využití ji financovat. Ve světě podobné modely sdílení již existují a jsou většinou zajišťovány pomocí sledovacích systémů založených na technologiích GPS nebo radiofrekvenční identifikaci s aktivními tagy. Vybrané systémy jsou popsány ve 4. kapitole a bylo z nich čerpáno pro navržení dvou odlišných variant, které by mohly být implementovány na pražském letišti. Jednalo se o technologii sledování v reálném čase s téměř neomezenými možnostmi nebo jednodušší technologii radiofrekvenční komunikace. Po zhodnocení kritérií a požadavků na zavedení systému na pražské letiště byla vybrána UHF RFID technologie. Tento radiofrekvenční identifikační systém komunikující s pasivními tagy pomocí ultra krátkých vln byl vybrán díky jeho nižším nákladům na zavedení i provoz, jednoduchosti a spolehlivosti. Po vybudování průjezdných bran, čteček, na určených místech letištní plochy, instalaci tagů na všechny kusy klecových vozíků a tahačů a zavedení softwaru bude systém schopen sledovat pohyb jednotlivých vozíků v rámci oblastí letiště a zvláště jejich dostupnost na dedikovaných odstavných parkovištích. Zároveň bude u každého vozíku zaznamenávat jeho historii a najeté kilometry, aby mohla být včas zajištěna kontrola, údržba nebo odpis vozíku. V neposlední řadě je důležité účtování poplatků za využívání této techniky. To se bude odvíjet od využívaného času, kdy bude vozík mimo odstavné parkoviště. V práci kromě navržení rozmístění čteček po letištní ploše byly také navrženy rozmístění odstavných parkovišť a vhodné vybráno. Celkově byla také řešena bezpečnost zaváděného systému, která s kontrolovanou kvalitou techniky povede ke zvýšení bezpečnosti na letišti, což je zvláště důležité pro samotné

zaměstnance a pohyb kolem letadel. I když systém bude mít hlavně nefinanční přínosy, bylo teoreticky zjištěno, že má dojít k úspoře nákladů a tím možnosti zisků pro provozovatele systému i pro společnosti využívající tento systém. Závěrečné hodnocení dopadu na letiště i handlingové společnosti potvrdilo vhodnost zavedení tohoto systému i přes určitá nízká rizika, která jsou ovšem akceptovatelná.

Tato práce se stala základem pro další pokračování, kde bych chtěl diplomovou prací navázat na tento základ a již s optimalizovanými místy parkovišť rozvinout systém do požadované podoby, případně i s rozšířením na více druhů odbavovací techniky. Tato práce měla více omezujících faktorů, jako například chybějící údaje o počtu vozíků handlingových společností. Proto byl prováděn výpočet potřebných vozíků na špičkový provoz. Toto číslo by do budoucna bylo vhodné zajistit, aby mohlo dojít k porovnání stávajících a plánovaných kapacit. Dalším limitem je takřka nemožnost získat přesné informace o ceně zaváděného systému, k tomu by bylo potřeba poptávkové řízení. Avšak i přesto si myslím, že tato bakalářská práce poskytuje dobrý základ pro budoucí rozvoj a zpřesnění systému. Bylo zde teoreticky potvrzeno, že zavedení sledovacího systému a sdílení klecových vozíků je přínosné hlavně pro letiště, ale také handlingové společnosti, kterým odpadne starost, zlepší se dostupnost a sníží se finanční náklady.

Seznam obrázků

Obrázek 1 - obvyklý průlet na domácím letišti [3]	14
Obrázek 2 - zkrácený průlet na krátkých linkách nebo v destinacích s dostatečnou obsluhou [3].....	15
Obrázek 3 - průletový harmonogram dálkových letů [3]	15
Obrázek 4 - klecový vozík [zdroj: vlastní]	17
Obrázek 5 - pozemní zdroj energie, paletový vozík a elektrický tahač [zdroj: vlastní]	17
Obrázek 6 - rozmístění pozemní handlingové techniky kolem úzkotrupého letadla při průletu [3]	18
Obrázek 7 - schéma RFID technologie [15].....	24
Obrázek 8 - aktivní RFID čip [23]	29
Obrázek 9 - svodidla typu New Jersey [zdroj: vlastní]	39
Obrázek 10 - návrh rozmístění svodidel na stáních 25 a 54 [32].....	39
Obrázek 11 - návrh rozmístění parkovišť č. 1 [32].....	40
Obrázek 12 - návrh rozmístění parkovišť č. 2 [32].....	41
Obrázek 13 - návrh rozmístění parkovišť č. 3 [32].....	42
Obrázek 14 - rozmístění parkovišť č. 1 s 14 průjezdnými branami bez vjezdů do třídíren [32]	44
Obrázek 15 - rozmístění parkovišť č. 1 s 19 průjezdnými branami s vjezdy do třídíren [32]	44
Obrázek 16 - UHF RFID tag na nekovový podklad [34].....	45
Obrázek 17 - UHF RFID tag na kov [35].....	45
Obrázek 18 - povolené hmotnosti nákladu Boeingu 737-800 [3]	48

Seznam tabulek

Tabulka 1 - SWOT analýza RTLS, GPS, WiFi.....	34
Tabulka 2 - SWOT analýza RFID s pasivními tagy	34
Tabulka 3 - požadavky na systém	35
Tabulka 4 - rozměry bagážových vozíků [33]	49
Tabulka 5 - počet míst pro vozíky na jednom stání o max. rozpětí 36m.....	49
Tabulka 6 - Dopad na letiště - vlastník letiště	53
Tabulka 7 - Dopad na společnosti - vlastníci letiště	54

Použité zdroje

- [1] doc. Ing. Anna Tomová, CSc., Ing. Ivana Kirschnerová, prof. Ing. Karel Havel, CSc. *Ekonomika letísk*. EDIS-vydavatelské centrum ŽÚ, Univerzita HB, 2016. ISBN 978-80-554-1257-3.
- [2] Ing. KERNER, Libor, Prof. Ing. Ludvík KULČÁK, CSc. a Ing. Viktor SÝKORA. *Provozní aspekty letišť*. Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02841-0.
- [3] Smartwings, a.s., *Ground Operations Manual*, 10 JUN 2019. PŘ-I-PÚ-010-01/19
- [4] Ing. Ladislav CAPOUŠEK, Ph.D, výuková prezentace *Obchodně-provozní činnost*, 2019.
- [6] Tiskové zprávy LKPR [online]. [vid. 25.7.2019] <https://www.prg.aero/letiste-vaclava-havla-praha-i-nadale-roste-rok-2018-byl-opet-ve-znameni-vyssiho-poctu-cestujicich-i>
- [5] IATA Ground Operations Manual, Supplement to Airport Handling Manual, 4th Edition, 2015
Dostupné také z: <https://www.butterflytraining.fr/media/FR/documents/docs/AHMIGOM-4th-Edition-2015.pdf>
- [7] ELFIS spol. s.r.o, Pozemní zdroje pro letadla GPU a PCA [online]. [vid. 20.7.2019]
Dostupné z: <http://www.elfis.cz/shop/products/400hz/3x200-115v-400hz-gpu/>
- [8] AIP ČR AD-2-LKPR-AD-2-LKPR-15 2018. [online]. Dostupné z:
http://lis.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-txt2.pdf
- [9] Tomáš Vláčil, výuková prezentace *Ground Handling*, Letiště Praha, 2019.
- [10] Jiří Pruša a kolektiv. *Svět letecké dopravy*. Galileo CEE Service ČR s. r. o., 2007. ISBN 978-80-239-9206-9.
- [11] Menzies Aviation, Zákazníci [online]. [vid. 16.6.2019] Dostupné z:
<http://www.menziesaviation.cz/nasi-zakaznici>
- [12] Letiště Praha, Základní kontakty [online]. [vid. 16.6.2019] Dostupné z:
<https://www.prg.aero/zakladni-kontakty>
- [13] Údržba podniku, RFID principy fungování a možnosti využití [online]. [vid. 28.6.2019]
Dostupné z: <http://udrzbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artikul/article/rfid-principy-fungovani-a-moznosti-vyuziti/>
- [14] RFID Portal, Obecné přínosy RFID [online]. [vid. 28.6.2019] Dostupné z:
https://www.rfidportal.cz/index.php?page=pouziti-prinosy_rfid
- [15] ESP, Jak fungují RFID čtečky [online]. [vid. 28.6.2019] Dostupné z:
<https://esp.cz/cs/blog/funguji-rfid-ctecky>

- [16] Kinds of tracking technology [online]. [vid. 29.6.2019] Dostupné z: <https://smallbusiness.chron.com/kinds-tracking-technology-27692.html>
- [17] [online]. [vid. 31.7.2019] Dostupné z: <https://electronics.howstuffworks.com/everyday-tech/location-tracking1.htm>
- [18] cnews, Bluetooth 5.1 [online]. [vid. 18.7.2019] Dostupné z: <https://www.cnews.cz/bluetooth-51-specifikace>
- [19] Electrodesign, WiFi [online]. [vid. 31.7.2019] Dostupné z: <https://www.electronicdesign.com/communications/technology-bad-you>
- [20] [online]. [vid. 21.7.2019] Dostupné z: <https://www.artin.cz/blog/2016/12/reseni/jaky-je-rozdil-mezi-bluetooth-wi-fi-a-uw-b-technologie-pro-indoor-lokalizaci/>
- [21] Blumenbecker, GSE tracking system [online]. [vid. 1.7.2019] Dostupné z: <https://www.blumenbecker.com/industrial-service/airport-ground-equipment/gse-tracking-system/>
- [22] RFID Journal, Munich Airport Says RFID Improves Dolly Management [online]. [vid. 1.7.2019] Dostupné z: <https://www.rfidjournal.com/articles/view?5316>
- [23] GSE Track, tracking system [online]. [vid. 1.7.2019] Dostupné z: <http://gsetrack.com/>
- [24] DPS az, Bluetooth Low energy [online]. [vid. 8.7.2019] Dostupné z: <https://www.dps-az.cz/soucastky/id:9912/bluetooth-low-energy>
- [25] Litum lot, Airport RTLS systems [online]. [vid. 19.7.2019] Dostupné z: <https://litumiot.com/airport-rtls-systems-improve-airport-operations/>
- [26] Ultra-wideband [online]. [vid. 10.7.2019] Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Ultra-wideband>
- [27] ISM pásma [online]. [vid. 20.7.2019] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1smo_ISM
- [28] Elektorevue VUT, Bluetooth [online]. [vid. 29.7.2019] Dostupné z: <http://www.elektorevue.cz/clanky/04003/index.html>
- [29] Finavia, Baggage trolley location via RFID [online]. [vid. 15.7.2019] Dostupné z: <https://www.rfid-wiot-search.com/finavia-baggage-trolley-location-via-rfid>
- [30] LoRa technologie, [online]. [vid. 10.7.2019] Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/LoRa>
- [31] Internet věcí, IoT [online]. [vid. 10.7.2019] Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Internet_v%C4%9Bc%C3%AD

[32] AIP ČR AD-2-LKPR-AD-2-21-1 [online]. [vid. 5.7.2019] Dostupné z:

http://lis.rlp.cz/ais_data/aip/data/valid/a2-pr-pdc1.pdf

[33] Opravny Telč a.s., Výroba - letištní vozíky [online]. [vid. 16.7.2019] Dostupné z:

<http://www.opravnytelc.cz/Vyroba-letistni-voziky.aspx>

[34] SHOP ID, RFID tag na nekovový podklad [online]. [vid. 10.8.2019] Dostupné z:

<https://www.shopid.cz/uhf-rfid-tag-na-nekovovy-podklad-p4344/#gallery>

[35] SHOP ID, RFID tag na kov [online]. [vid. 10.8.2019] Dostupné z:

<https://www.shopid.cz/uhf-rfid-tag-na-kov->

[p4346/?utm_source=Google+n%C3%A1kupy&utm_medium=ppc&utm_campaign=UHF+RFI](https://www.shopid.cz/uhf-rfid-tag-na-kov-p4346/?utm_source=Google+n%C3%A1kupy&utm_medium=ppc&utm_campaign=UHF+RFID+tag+na+kov&gclid=EAlaIQobChMI-)

[D+tag+na+kov&gclid=EAlaIQobChMI-](https://www.shopid.cz/uhf-rfid-tag-na-kov-p4346/?utm_source=Google+n%C3%A1kupy&utm_medium=ppc&utm_campaign=UHF+RFID+tag+na+kov&gclid=EAlaIQobChMI-)

[IOQ7MmE5AIVyOR3Ch1ncglAEAQYAiABEGlX0vD_BwE](https://www.shopid.cz/uhf-rfid-tag-na-kov-p4346/?utm_source=Google+n%C3%A1kupy&utm_medium=ppc&utm_campaign=UHF+RFID+tag+na+kov&gclid=EAlaIQobChMI-IOQ7MmE5AIVyOR3Ch1ncglAEAQYAiABEGlX0vD_BwE)

[36] ElektriKa.info, Tabulka krytí IP [online]. [vid. 8.8.2019] Dostupné z:

<https://elektrika.cz/data/clanky/krip030918>

[37] TRAFFIC REPORT - AUGUST 2018 [online]. [vid. 13.7.2019] Dostupné z:

https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/B2B/Files/Statistics%20and%20reports/Prague%20Airport%20Traffic%20Reports/Traffic_report_1808_public.pdf