



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

LETECKÝ ÚSTAV

INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

TECHNICKO-PROVOZNÍ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VÝKONY LETIŠŤ V CIVILNÍM LETECTVÍ

TECHNICAL AND OPERATIONAL FACTORS WHICH HAS IMPACT TO THE PERFORMANCE OF
AIRPORTS IN CIVIL AVIATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Květoň

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Chlebek, Ph.D.

BRNO 2021

Zadání diplomové práce

Ústav: Letecký ústav
Student: **Bc. Petr Květoň**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Letecký provoz
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Chlebek, Ph.D.**
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Technicko–provozní faktory ovlivňující výkony letišť v civilním letectví

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Efektivita provozu civilních letišť, je ovlivněna celou řadou technicko–provozních faktorů. Snahou provozovatele, je predikovat jejich vliv a eliminovat jejich negativní dopad na provozní efektivitu daného letiště.

Cíle diplomové práce:

Cílem je definovat jednotlivé faktory ovlivňující provozní efektivitu letišť, provést jejich detailní analýzu a navrhnout strategii jejich eliminace.

Seznam doporučené literatury:

Letecký předpis L14 Letiště , Letecká informační služba ČR 2019.

Doc.9157 Airport design manual Part 4, ICAO 2004.

Zákon o civilním letectví č. 49/1997 Sb.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá faktory, které přímo či nepřímo ovlivňují chod letiště. Práce obsahuje teoretické poznámky ovlivňujících faktorů, výpis letadel a jejich charakteristiku, včetně vzájemného porovnání v grafech. Další část se zaměřuje na samotné letiště, kde se snaží identifikovat faktory, které mají na jeho chod vliv, včetně historických událostí. Další část je soustředěna na výběr letišť ve Střední Evropě, určení vhodných výkonových charakteristik, které jsou následně porovnávány a vyhodnocovány.

Abstract

The diploma thesis deals with factors that directly or indirectly affect the operation of the airport. The thesis contains theoretical notes of influencing factors, a list of aircraft and their characteristics, including mutual comparison in graphs. The next part focuses on the airport itself, where it tries to identify the factors that affect its operation, including historical events. The next part focuses on the selection of airports in Central Europe, determining the appropriate performance characteristics, which are then compared and evaluated.

Klíčová slova

technické faktory, provozní faktory, letiště, letadla, analýza, porovnání, Střední Evropa, výkonové charakteristiky, COVID, krize, výkony, civilní letectví

Key words

technical factors, operational factors, airports, aircraft, analysis, comparison, Central Europe, performance characteristics, COVID, crisis, performance, civil aviation

Bibliografická citace

KVĚTOŇ, Petr. *Technicko-provozní faktory ovlivňující výkony letišť v civilním letectví* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-07-25]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132949>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Letecký ústav. Vedoucí práce Jiří Chlebek.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 13. srpna 2021

.....

podpis studenta

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu, panu Ing. Jiřímu Chlebkovi, Ph.D., za jeho cenné rady, vedení a trpělivosti při tvorbě této diplomové práce. Taktéž panu Ing. Miroslavu Šplíchalovi, Ph.D., za věcné připomínky. V neposlední řadě celé mé rodině a kamarádům, kteří mě motivovali a podporovali.

OBSAH

ÚVOD	12
1. LETIŠTĚ.....	14
1.1 ZÁKLADNÍ POSTAVENÍ A ÚLOHA LETIŠŤ	15
1.1.1 <i>Letiště jako prozí celek</i>	15
1.1.2 <i>Letiště jako ekonomický celek</i>	16
1.1.3 <i>Letiště jako sociální celek</i>	16
1.1.4 <i>Letiště jako součást životního prostředí</i>	16
1.2 PŘEDPOVÍDÁNÍ LETIŠTNÍHO PROVOZU	17
1.3 ROZDĚLENÍ LETIŠŤ	18
1.4 DRÁHA (RWY – RUNWAY)	20
1.5 PŘÍSTÁVACÍ ZAŘÍZENÍ	22
1.6 ORIENTAČNÍ STANOVENÍ DÉLKY RWY	25
1.7 ŠÍŘKA RWY	27
1.8 KONTAMINACE DRÁHY	28
1.9 TAXIWAYS (TWY) – POJEZDOVÉ DRÁHY	34
1.9.1 <i>Šířka pojezdových drah</i>	34
1.9.2 <i>Oblouky pojezdových drah</i>	35
1.9.3 <i>Pojezdové dráhy pro rychlé odbočení</i>	35
1.10 ODBAVOVACÍ PLOCHY (APRONS)	36
1.10.1 <i>Uspořádání stání letadel</i>	37
1.10.2 <i>Typy stání letadel</i>	38
1.11 KAPACITA ODBAVOVACÍ PLOCHY	39
1.12 KAPACITA DRÁHOVÉHO SYSTÉMU	41
1.13 PŘEDBĚŽNÁ ANALÝZA KAPACIT	42
2. LETIŠTNÍ TERMINÁLY	44
2.1 FAKTOR VYTIŽENOSTI DRÁHOVÉHO SYSTÉMU	45
2.2 POČET LETIŠTNÍCH STOJÁNEK	46
2.3 VNITROSTÁTNÍ A MEZINÁRODNÍ TERMINÁLY	46
3. EKONOMICKÝ VÝZNAM LETIŠŤ (NA ROZVOJ REGIONU)	48
3.1 PŘÍMÉ EKONOMICKÉ DOPADY	49
3.2 NEPŘÍMÉ EKONOMICKÉ DOPADY	49
3.3 INDUKOVANÉ EKONOMICKÉ DOPADY	49
3.4 KATALYTICKÉ DOPADY	50

3.5	SITUACE V ČR.....	50
3.6	CESTOVNÍ RUCH	51
3.7	PODNIKATELSKÝ SEKTOR.....	52
3.8	ROZVOJ REGIONU	54
4.	LETADLA.....	55
4.1	CELKOVÝ PROCES ODBAVENÍ LETADEL	57
5.	LETECKÉ PALIVO	59
5.1	LETECKÝ PETROLEJ	59
5.2	LETECKÝ BENZÍN	59
5.3	DOPRAVA A SKLADOVÁNÍ PALIVA.....	61
5.3.1	<i>Distribuce paliva</i>	<i>62</i>
5.4	EKOLOGIE	63
5.5	POŽÁRNÍ OCHRANA.....	64
5.6	SYSTÉM LETIŠTĚ PRAHA.....	64
5.7	POSOUZENÍ VHODNOST ZAVEDENÍ HYDRANTOVÉHO SYSTÉMU PLNĚNÍ PALIVA NA LETIŠTĚ PRAHA.....	65
5.7.1	<i>Velikost letiště</i>	<i>66</i>
5.7.2	<i>Úroveň bezpečnosti</i>	<i>67</i>
5.7.3	<i>Doba průletu letadla.....</i>	<i>68</i>
6.	DEREGULACE A LIBERALIZACE LETECKÉ DOPRAVY	72
6.1	LIBERALIZAČNÍ BALÍČKY	73
6.1.1	<i>První liberalizační balíček.....</i>	<i>73</i>
6.1.2	<i>Druhý liberalizační balíček</i>	<i>74</i>
6.1.3	<i>Třetí liberalizační balíček</i>	<i>74</i>
6.1.4	<i>Letecké svobody</i>	<i>74</i>
6.2	DOPADY LIBERALIZACE NA LETECTVÍ	76
6.2.1	<i>Hub-and-Spoke vs Point-to-Point</i>	<i>76</i>
6.2.2	<i>Nízkonákladoví dopravci.....</i>	<i>78</i>
6.2.3	<i>Letecké aliance</i>	<i>79</i>
6.3	DOPADY NA LETIŠTĚ	80
6.3.1	<i>Sekundární letiště – vznik a vývoj.....</i>	<i>81</i>
7.	COVID 19.....	83
7.1	MERS	85
7.2	SARS	85
8.	TERORISMUS.....	88

8.1	NÁSLEDKY.....	90
9.	EKONOMICKÁ KRIZE 2008.....	92
10.	ERUPCE SOPKY EYJAFJALLAJÖKULL	94
11.	SCHENGENSKÝ PROSTOR	97
11.1	SCHENGENSKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM (SIS).....	98
11.2	DOPAD NA LETIŠTĚ	99
12.	VÝBĚR LETIŠŤ STŘEDNÍ EVROPY	100
12.1	VACLAV HAVEL AIRPORT PRAGUE.....	100
12.2	VIENNA INTERNATIONAL AIRPORT	101
12.3	MUNICH INTERNATIONAL AIRPORT	102
12.4	BERLIN BRANDENBURG AIRPORT	103
12.5	BUDAPEST FERENC LISZT INTERNATIONAL AIRPORT	104
13.	ANALÝZA VYBRANÝCH UKAZATELŮ JEDNOTLIVÝCH LETIŠŤ	105
13.1	VÝKONOVÉ UKAZATELE.....	105
13.1.1	<i>Celkový a průměrný počet odbavených cestujících.....</i>	<i>106</i>
13.1.2	<i>Celkový počet vnitrostátních a mezinárodních cestujících.....</i>	<i>106</i>
13.1.3	<i>Celkový počet pohybů letadel na letišti.....</i>	<i>107</i>
13.1.4	<i>Průměrný počet cestujících v jednom letadle</i>	<i>108</i>
13.1.5	<i>Počet mezinárodních a vnitrostátních letů.....</i>	<i>109</i>
13.1.6	<i>Celkové množství přepraveného zboží.....</i>	<i>109</i>
13.1.7	<i>Počet přímých destinací letišť</i>	<i>110</i>
13.1.8	<i>Počet zaměstnanců.....</i>	<i>111</i>
13.2	VYHODNOCENÍ	112
ZÁVĚR		113
ZDROJE.....		115

ÚVOD

Je to již více než 100 let, co se poprvé bratři Wrightové odlepili nohama od země ve svém létajícím stroji a tím tak začali psát historii letectví. Od té doby se našla spousta nadšenců, kteří se pokoušeli o totéž a kteří zdokonalovali své stroje. Z počátku neexistovala žádná letiště, ze kterých se vzlétalo, rovnější louka byla naprosto dostačující. Po druhý světový válce se letadla významně zdokonalila a dala vzniknout proudovým motorům, které dokázaly přenést letadlo na velké vzdálenosti. Pro ty bylo potřeba vybudovat letištní dráhu, která by zabezpečila pohyb letadel a zvýšila jejich efektivitu. Zároveň probíhal rozmach civilního letectví a letiště se začala zdokonalovat i po stránce zázemí. Objevovaly se nové letištní terminály, zdokonalovala se logistika na letištích, objevovaly se výhody letecké přepravy zboží na velké vzdálenosti apod.

V dnešní době je letecká doprava neodmyslitelnou součástí transportu cestujících a zboží, a to hlavně díky její rychlosti a spolehlivosti. Je to nejbezpečnější typ přepravy na světě. To si ale vybírá svou daň v podobě různých potřebných systémů, úrovně zabezpečení, kvality, synchronizace, a v neposlední řadě i ceny.

S tím, jak se letecká doprava zvyšovala, objevovaly se její nové a nové možnosti. Toho si všimli i ti, kteří se toho snažily zneužít a různým způsobem obracet leteckou dopravu proti lidem. I proto máme takovou úroveň zabezpečení a různé typy kontrol.

Občas světem otřese událost, která zahýbe s celou podstatou letectví a je jen na leteckých profesionálech, s jakými šrámy nakonec letectví přežije tuto krizi a jak se z ní dokáže následně poučit.

V letectví máme spoustu faktorů, které dokážou ovlivnit chod letiště. Některé letiště jen letmo zasáhnou a nemají významný vliv na budoucí chod letiště. Jsou tu ale i takové, které dokážou zatřepat se samotnými základy letiště. To se poté projeví úroveň kvality letiště. Letecký personál si je dobře vědom, že i v tomto odvětví čas jsou peníze. Proto je potřeba, aby veškeré úkony, které se provádí na letištích v rámci odbavování letadel, probíhaly co nejrychleji, zároveň ale nesmí být ohrožena bezpečnost a zdraví všech v okolí.

Letiště je stejně jako jiná společnost ovlivněna několika faktory. Mezi ty hlavní patří technické, provozní a finanční faktory. Technické faktory jsou takové, které

fyzicky ovlivňují letiště a život kolem něj. Může se jednat o technologické vybavení letiště, typu a počtu drah, o dopravu zřízenou na samotné letiště, o kvalitu služeb, které jsou nabízeny v rámci letiště a jeho okolí atd. Provozní faktory jsou naopak takové, na které má vysoký podíl lidský faktor. Vedení společnosti, zaměstnanci, analytici a další, to jsou ti, kteří se podílí na tom, aby letiště prosperovalo a zanechávalo zdravý odkaz na další roky a aby bylo v očích cestujících silné natolik. A pokud jejich kvalita práce bude na vysoké úrovni, odrazí se to například na počtu cestujících a leteckých společnostech, které budou zřizovat linky s tímto letištěm. Finanční faktory souvisí s oběma předchozími faktory. Pokud bude zabezpečena kvalita technických a provozních faktorů, na finančních faktorech se to pozitivně projeví.

Je tedy potřeba udržovat ty faktory, které se osvědčily a které se dotkly pomyslného vrcholu technologie, zároveň je potřeba ostatní posouvat stejným směrem a případně vyhledávat nové způsoby, jakými dosáhnout co největší spokojenosti cestujících, zaměstnanců, zainteresovaných lidí a dalších.

1. LETIŠTĚ

Na docela jednoduchou otázku, co je to letiště, lze nalézt různé typy odpovědí podle toho, z jakého úhlu pohledu a v jakém rozsahu na tuto problematiku letiště nahlížíme. Dlouhou dobu totiž již nelze tvrdit, že letiště je státní nekomerční organizací. [1]

Dle definice z předpisu L14, jenž je českým výkladem Annex 14 organizace ICAO, je letiště definováno jako: „*Letiště (Aerodrome) je Vymezená plocha na zemi nebo na vodě (včetně budov, zařízení a vybavení), určená buď zcela, nebo zčásti pro přílety, odlety a pozemní pohyb letadel.*“ [2]. Z definice je patrné, že součástí je vše, kde může být s letadlem manipulováno. Může se jednat o hangáry, sklady, řídicí věž, zázemí letiště, dále i provozní vybavení, jako značky, návěstní plochy, větrný rukáv.

Předpis L14 dále definuje fyzické vlastnosti, plochy a překážky, vybavení a různé služby, které jsou na letišti k dostání anebo jsou vyžadovány pro správný a bezpečný chod letiště.

Letiště je místo, kde se se jeho uživatel (cestující nebo zboží přepravce) setkává se službami jednotlivých subjektů, které jsou součástí tohoto procesu. Zde začíná a končí vlastní přeprava zboží, zde se významným způsobem rozhoduje o její kvalitě a také efektivnosti. Letiště není jen pojem, ale jedná se o komplexní projekt, který je chytře zasazen do okolního prostředí, jak po stránce environmentální, tak i stránce ekonomické. Musí se na něj nahlížet jako na přepravní médium za pomoci kterého lze přepravovat na velké vzdálenosti zboží a cestující v co nejkratším možném čase. Pro cestující je to místo posledního kontaktu při odletu z dané destinace a zároveň první místo, které navštíví při příletu do destinace. Takže je velmi důležité, aby kvalita služeb a provozu na letišti byla co nejvyšší a stále se držela nejnovějších trendů. Ještě před pandemií, která ochromila svět roku 2020, představovala činnost letiště a všech ostatních subjektů působících v sektoru cestovního ruchu podíl přibližně 3 % na celkovém HDP České republiky a podíl na zaměstnanosti měl cestovní ruch více než 4 %. [3]

Na letiště jsou ovšem kladeny vysoké požadavky, zejména v rámci bezpečnosti a spolehlivosti, taktéž technického zázemí a vybavení, které musí splňovat nejvyšší kvalitu. Kladen je důraz na finanční zajištění a schopnosti provozovatelů poskytovat efektivně své služby, a v neposlední řadě je kladen důraz na životní prostředí.

Budoucnost letišť a jeho rozvoj ovšem není vůbec snadné předvídat. Jako jistota se dá považovat snad jen technologická modernizace, která bude muset být udržována, aby byl zajištěn bezpečný chod. Vlády a organizace se budou nadále snažit o zvýšení efektivnosti provozu pomocí nových pravidel a nařízení, ale nakonec bude o rozvoji bránit například samotná kapacita letištních systémů a vzdušného prostoru. Právě vzdušný prostor je z velké části nad Evropou již nasycen a pokud nedojde k zavedení nových systémů, které by ulehčili evropskému nebi, může mít tento problém vliv na letectví celosvětové, tak i v rámci jednotlivých zemí.

1.1 Základní postavení a úloha letišť

Na letiště v systému civilní letecké dopravy lze nahlížet několika směry.

1.1.1 Letiště jako prozí celek

Tímto způsobem nahlížíme na letiště čistě původním, provozním významem. Na letiště se můžeme dívat nejen z užšího pohledu – soubor čistě provozních ploch a staveb, ale také širším způsobem – soubor staveb s tímto provozem souvisejících a tvořící jeho obchodní zázemí.

Obvykle, z pohledu umístění, rozlišujeme „stranu k letadlům“ (airside) a „stranu k městu“ (landside). Airside můžeme vidět i pod označením neveřejná či provozní část letiště, landside pod názvem veřejná část letiště. Mezi typické provozní stavby patří například runway, pojezdové dráhy, odbavovací a parkovací plochy, odbavovací budovy a stavby zabezpečující provoz (prostor pro skladování leteckých pohonných hmot, požární stanice, střežené oplocení, zařízení zabezpečující rozvod energií...). Součástí je samozřejmě i infrastruktura pro řízení letů.

Letiště je tvořeno i plochy a stavbami, které mají zcela komerční charakter označený jako „strana k městu“ (landside). Slouží pro veškerý pohyb cestujících – odbavovací budovy, ubytovací a stravovací zařízení a jiné. Taktéž slouží pro provoz pozemních vozidel, které používají pozemní komunikaci pro přepravu z centra města a zpět, dále komunikace pro pohyb vozidel v rámci budov v areálu letiště a taktéž

parkoviště jak pro personál, tak i cestující. Zvláštním případem je terminál, který tvoří přechod mezi veřejným a neveřejným prostorem.

Trendem je neustále rozvíjení služeb a rozšiřování území, které letiště pokrývá. Některé letiště pak mohou plnit komplexní funkci (provoz, obchod, logistika, volný čas). Takové komplexy se nazývají letištními městy. Důležité jsou i dopravní systémy, které propojují letiště s nejbližším městem sítí linek veřejných i soukromých dopravců. Proto často na letištích nalézáme autobusové a železniční terminály, taxislužby a jsou zde navedené i linky metra. Dobrá provázanost letiště hraje čím dál tím větší úlohu při zvyšování konkurenceschopnosti letišť. [1]

1.1.2 Letiště jako ekonomický celek

Další způsob, jakým můžeme nahlížet na letiště je z hlediska ekonomického. Je užší než provozní, protože zde nahlížíme na letiště jako na subjekt či obchodní společnost. Rozumíme mu jako organizaci provozovatele letiště, který zabezpečuje jeho podnikání a provozní funkce a přímo nebo nepřímo těží z aktivit na letišti. [1]

1.1.3 Letiště jako sociální celek

Letiště vytvářejí nezanedbatelné množství pracovních příležitostí a zvyšují tím zaměstnanost. Tvoří komplexy, které zaměstnávají desítky tisíc lidí, ať přímo – pod hlavičkou společnosti letiště, anebo nepřímo – služby, které sídlí v prostorách letiště a v jeho přilehlém okolí. Problém může nastat při řešení dopravy nejen cestujících, ale právě zaměstnanců. [1]

1.1.4 Letiště jako součást životního prostředí

Letiště tím, jak je veliké, rozsáhlé a komplexní, velkou mírou zasahuje do okolní krajiny a činnost na letištích podstatným způsobem ovlivňuje jak život v těsné blízkosti letiště, tak i na území, nad kterým letadla přelétají. Převážně tedy negativně, a to vinou hluku, emisí a někdy i úniku škodlivých kapalin. Existence letiště v okolí obcí znamená zásah do jejich rozvoje. [1]

1.2 Předpovídání letištního provozu

Plánování letiště a vybudování důvěryhodného investičního programu letiště vyžaduje, aby byla budoucí doprava předvídána důkladným a rozumným způsobem. Příliš optimistická prognóza může způsobit předčasné investiční náklady a vyšší než potřebné provozní náklady; příliš konzervativní předpověď podpoří zvýšené přetížení s vysokou úrovní zpoždění a potenciálně ztracenými výnosy.

Některé důležité faktory, které je třeba vzít v úvahu při plánování konkrétního letiště, zahrnují následující:

- Neobvyklé demografické faktory existující v komunitě
- Geografické faktory, které ovlivní rozsah používání letounu
- Změny disponibilního příjmu umožňující některým cestujícím cestovat více
- Blízká letiště, jejichž provoz může čerpat z plánovaného letiště
- Změny ve způsobu, jakým letecké společnosti využívají letiště (více přestupů, změny tras atd.)
- Nový místní průmysl, což znamená více pracovních míst a více služebních cest
- Nová rekreační a kongresová odvětví nebo kapacita, která přinese cestujícím na dovolenou [4]

1.3 Rozdělení letišť

Letiště je možné rozdělit dle nejdůležitějších charakteristik a parametrů. Dle zákona č. 49/1997 Sb. o civilním letectví [5] dělíme letiště:

- a) Podle vybavení, provozních podmínek a základního určení na letiště
 - **Vnitrostátní** – určeno a vybaveno k vnitrostátním letům, při kterých není překročena státní hranice daného státu
 - **Mezinárodní** – letiště, u kterého se počítá s lety mimo státní hranice země, kde je letiště umístěno. Tyto letiště se mohou dále dělit na:
 - i. **Uvnitř Schengenského prostor**
 - ii. **Mimo Schengenský prostor**

- b) Podle okruhu uživatelů a charakteru letiště na letiště
 - **Civilní**
 - i. Veřejná – přijímá veškeré lety v rámci možností a vybavenosti
 - ii. Neveřejná – na základě předchozí dohody v rámci možností a vybavenosti letiště
 - **Vojenská**

Letiště dle zákona je rozděleno jen omezeně, my si ho můžeme nadále rozdělit následovně:

- c) Podle povrchu
 - Zpevněné
 - Nezpevněné
 - Vodní
- d) Podle doby provozu
 - S denním provozem
 - S nočním provozem
- e) Podle počtu RWY
 - Jednodráhové
 - Dvoudráhové

- Vícedráhové
- f) Podle druhu provozu
- VFR – den
 - VFR – noc
 - IFR
- g) Podle rozsahu poskytovaných služeb
- Letiště s řízeným provozem
 - Letiště s letištní letovou informační službou
 - Neobsazená letiště

Dle kódového značení letišť

Účelem kódového značení letišť je zavést jednoduchou metodu pro vzájemné vztahy velkého množství ustanovení týkajících se vlastností a vybavení letišť, aby vyhovovala letounům, pro jejichž provoz jsou určena. Je to kombinace dvou prvků, a to kódového čísla značící minimální délku vzletu letounu při *maximum take-off weight* (MTOW) na hladině moře za MSA a kódového písmene značící rozpětí křídel a šířku rozchodu hlavního podvozku. [6]

Kódový prvek 1		Kódový prvek 2	
Kódové číslo	Jmenovitá délka dráhy vzletu letounu	Kódové písmeno	Rozpětí křídel
		A	Až do, ale ne včetně 15 m
1	Méně než 800 m	B	Od 15 m až do, ale ne včetně 24 m
2	Od 800 m až do, ale ne včetně 1 200 m	C	Od 24 m až do, ale ne včetně 36 m
3	Od 1 200 m až do, ale ne včetně 1 800 m	D	Od 36 m až do, ale ne včetně 52 m
4	1 800 m a více	E	Od 52 m až do, ale ne včetně 65 m
		F	Od 65 m až do, ale ne včetně 80 m

Tabulka 1: kódové značení letišť (zdroj: L14 předpis)

1.4 Dráha (RWY – Runway)

Runway je vymezená plocha obdélníkového tvaru, která se nachází na letišti a slouží jako místo pro vzlety a přistání letadel. Runway můžeme dále rozdělit z širšího pohledu na nepřístrojovou runway, která slouží pro lety podle pravidel letu za *Visual Flight Rules* (VFR) a na přístrojovou runway, která slouží pro lety podle pravidel letu za *Instrument Flight Rules* (IFR). [7]



Obrázek 1: Dráha (RWY), zdroj [76]

Přístrojové RWY pro lety za IFR můžeme dále dělit dle:

- *RWY pro přístrojové přiblížení* – vybavené vizuálními prostředky zajišťující alespoň směrové vedení pro přímé přiblížení
- *RWY pro přesné přiblížení I. kategorie* – vybavená zařízením ILS/MLS a vizuálními prostředky umožňující operace až do výšky rozhodnutí 60 m a do dráhové dohlednosti 800 m
- *RWY pro přesné přiblížení II. kategorie* – vybavená ILS/MLS a vizuálními prostředky umožňující operace až do výšky rozhodnutí 30 m a do dráhové dohlednosti 400 m

- *RWY pro přesné přiblížení III. kategorie* – vybavená zařízením ILS/MLS s krytím jeho navigačních signálů k povrchu RWY a po celé délce dráhy
 - umožňující přiblížení až do dráhové dohlednosti 200 m s použitím vizuálních prostředků v konečné fázi přistání
 - umožňující přiblížení až do dráhové dohlednosti 50 m s použitím vizuálních prostředků pro poježdění
 - umožňující operace bez nutnosti vizuálního kontaktu při přistání nebo poježdění [7]

Důležitým faktorem, na který je potřeba brát ohled je délka dráhy. Dráha musí být dostatečně dlouhá, aby umožňovala bezpečné přistání a vzlet různým typům letadel, které sem budou létat a zároveň musí dráhy vyhovovat rozdílům v dovednostech pilota a provozním požadavkům.

Faktory, které nejvíce ovlivňují délku dráhy:

- *Výkonnostní charakteristiky letadel využívajících letiště*
- *Hmotnost letadla při vzletu a při přistání*
- *Nadmořská výška letiště*
- *Průměrná denní maximální teplota pro nejteplejší měsíc na letišti*
- *Sklon dráhy*
- *Účel dráhy*
- *Geografické vlastnosti* [8]

Předpis L14 uvádí 4 vyhlášené délky drah:

Take-off runway available (TORA) – neboli použitelná délka rozjezdu je RWY, která není opatřena dojezdovou dráhou ani předpolím a práh dráhy je na začátku RWY.

Take-off distance available – (TODA) – neboli použitelná délka vzletu je RWY, která je zvětšena o délku předpolí. Šířka předpolí musí odpovídat polovině šířky pásu dráhy na každou stranu od prodloužené osy a délka nesmí přesahovat polovinu délky RWY

Accelerate-stop distance available (ASDA) – neboli použitelná délka přerušného vzletu je použitelná délka rozjedu zvětšena o délku dojezdové dráhy.

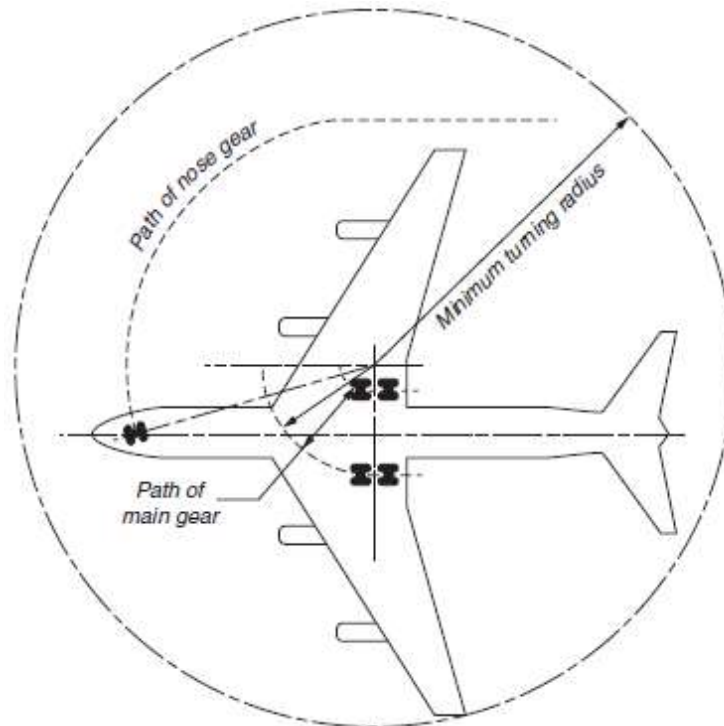
Landing distance available (LDA) – neboli použitelná délka přistání je RWY, která je vyhlášená za použitelnou a vhodnou pro dosednutí a dojezd přistávacího letounu. Pokud má RWY posunutý práh dráhy, je délka LDA zmenšená právě o tuto vzdálenost posunutého prahu dráhy

1.5 Přistávací zařízení

Jedná se o část draku, která vykonává vzlet, přistání, pojíždění a stání letadla. Zařízení se skládá většinou ze dvou či více podvozků, ty dělíme na hlavní a vedlejší podvozek, případně dalších pomocných. U přistávacího zařízení dále rozlišujeme rozvor a rozchod kol letadla. [9] [10]

Rozvor letadla je definován jako vzdálenost mezi středem hlavního podvozku letadla a středem předového podvozku, nebo ocasního kola, v případě ocasního kola. Rozchod kol letadla je definován jako vzdálenost mezi vnějšími koly hlavního podvozku letadla. Rozvor a rozchod kol letadla určují jeho minimální poloměr otáčení, což zase hraje velkou roli při navrhování odboček na pojezdových dráhách, křižovatek a dalších oblastí na letišti, které vyžadují, aby se letadlo otočilo. Maximální úhly se pohybují od 60° - 80°, ačkoli pro konstrukční účely se často používá úhel řízení přibližně 50°. [11]

Přistávací zařízení při přistávání letadla mění jeho směr pohybu ze sestupného klouzavého letu do dopředného pohybu podél dráhy. Hlavní podvozek má za úkol převzít a utlumit energii přistávacího rázu a následně vyrovnat nerovnosti povrchu dráhy při pojíždění. Pokud podvozek úspěšně plní první úlohu, většinou je splněna i úloha druhá. [9] [10]

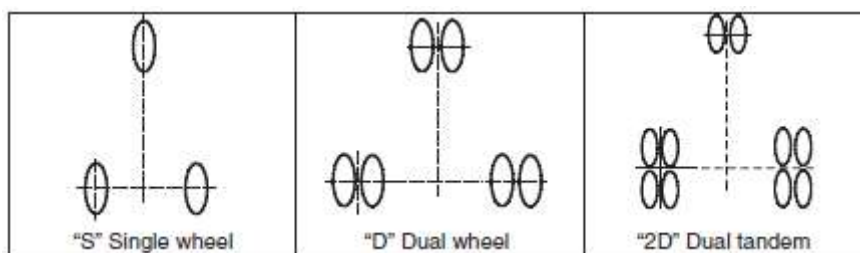


Obrázek 2: rádius otáčení letounu [11]

U konstrukčního řešení přistávacího zařízení s vedlejším předovým podvozkem jsou největší síly na předovém podvozku při dosednutí a následném brždění kol. Úkolem předového podvozku je eliminace a tlumení těchto sil. Taktéž zabezpečuje směrové řízení letounu a vykonává nezbytnou úlohu při pozemním pohybu a jeho stání.

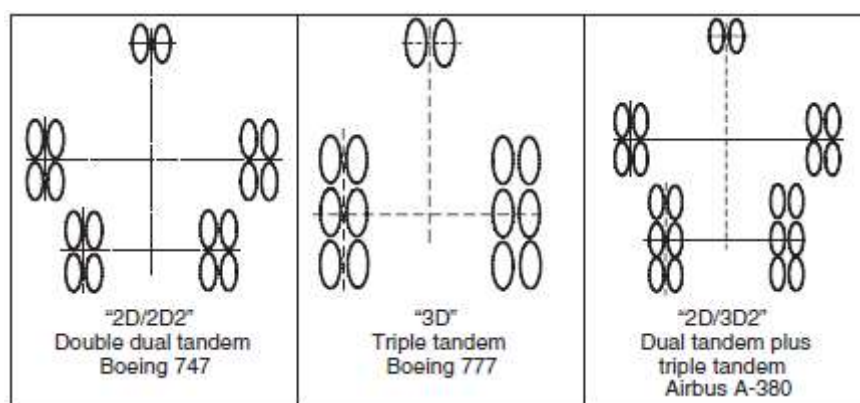
Letadla aktuálně využívaná na světových letištích pro civilní použití byla navržena s různými konfiguracemi podvozku. Většina letadel je navržena s jednou ze tří základních konfigurací podvozku:

- konfigurace jednoho kola, definovaná jako hlavní podvozek s celkem dvěma koly, jedno na každé vzpěře
- konfigurace dvou kol, definovaná jako hlavní podvozek s celkem čtyřmi koly, dvě na každé vzpěře
- duální konfigurace, definovaná jako dvě sady kol na každé vzpěře [11]



Obrázek 3: tradiční uspořádání kol podvozku [11]

Konfigurace největších dopravních letadel, které jsou aktuálně ve službě, musí mít podvozek více komplexní, než podvozku na obrázku 3. Pro příklad jsou na dalším obrázku ukázány podvozky letounů Boeing 747, Boeing 777 a Airbus A-380. [11]



Obrázek 4: uspořádání kol velkých letounů [11]

Konfigurace přistávacího zařízení hraje rozhodující roli při rozložení hmotnosti letadla na zemi, na které se nachází, a má tedy významný dopad na konstrukci letištních drah. Konkrétně, čím více kol na podvozku, tím těžší může být letadlo a stále bude splňovat podmínky pro pohyb na RWY, TWY a odbavovacích plochách. [11]

1.6 Orientační stanovení délky RWY

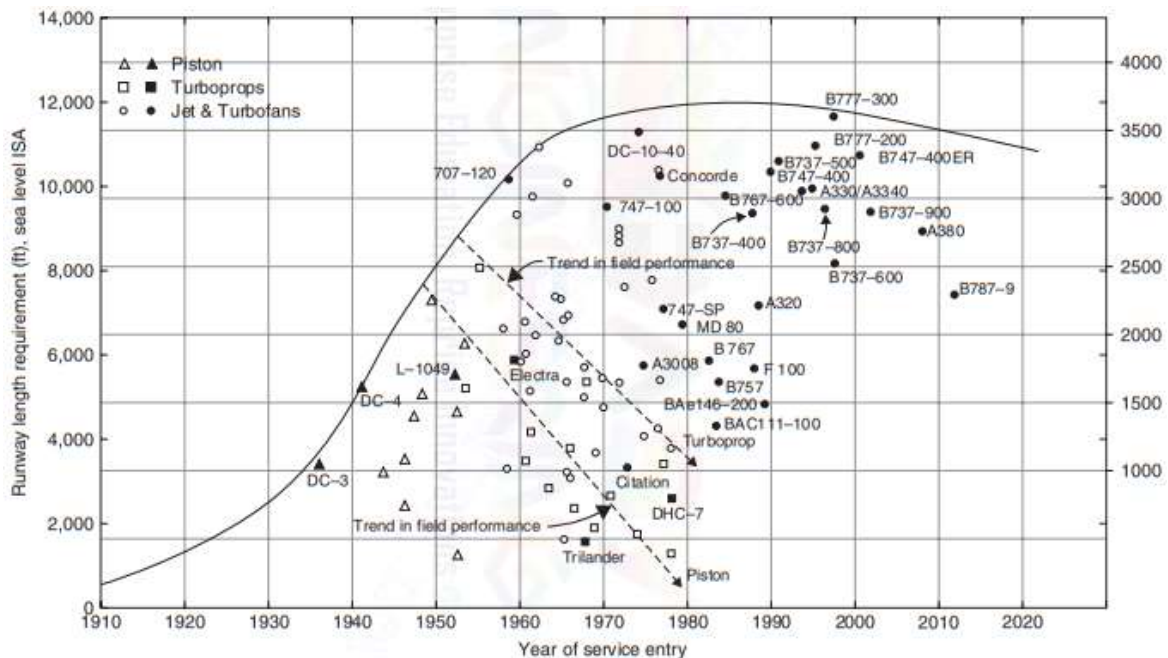
Jestliže nám nejsou známy provozní charakteristiky jednotlivých letadel, které budou operovat na letišti, je možno stanovit alespoň orientačně délku hlavní RWY všeobecnými faktory.

$$L = L_z * k_p * k_t * k_i$$

Kde:

- L je skutečná délka RWY, odpovídající návrhovým podmínkám letiště
- L_z je délka RWY na úrovni moře při standartních atmosférických podmínkách, bezvětří a nulového podélného sklonu
- k_p je opravný součinitel na atmosférický tlak
- k_t je opravný součinitel na teplotu
- k_i opravný součinitel na podélný sklon RWY

Pro případ vzletu z nezpevněného povrchu se vše vynásobí ještě k_z , který zahrnuje vliv nezpevněného povrchu (většinou 1,15). [7]



Graf 1: délka RWY pro určité typy letadel v rozmezí 1910-2020 (9)

Tabulka obsahuje vybrané typy letadel a jejich požadovanou délku dráhy. Taktéž uvádí počet sedadel, počet motorů a MTOW. [11] [12] [13]

Letadlo	MTOW (kg)	Motory	Průměrný počet sedadel	Požadovaná délka dráhy [m] ^a
Beechcraft 1900c	7 530	2	19	1 006
Dornier 328-100	12 500	2	30	1 006
AT-42-300	16 699	2	45	1 097
SAAB 340B	12 927	2	37	1 280
Short 360	12 292	2	35	1 311
F50	20 820	2	50	1 356
ATR-72	21 500	2	74	1 408
Bae-RJ70	40 823	2	95	1 433
F28-4000	33 112	2	85	1 584
EMB 120	11 990	2	30	1 585
A320-200	71 999	2	160	1 737
CRJ 900	36 514	2	90	1 768
A319	64 000	2	140	1 768
B757-200	99 790	2	210	1 768
Bae-RJ100	44 225	2	110	1 829
MD 90-30	70 760	2	165	2 073
B747 SP	285 763	4	315	2 134
ERJ 145	20 990	2	50	2 286
A310-300	149 998	2	240	2 286
MD 87	67 812	2	135	2 316
A300-600	165 001	2	310	2 316
A340-200	253 513	4	320	2 316
B747-300	322 048	4	608	2 346
B727-200	83 824	3	165	2 621
B777-200	242 672	2	375	2 652
B747-400	362 874	4	535	2 682
L1011-500	231 332	3	290	2 804
DC10-30	259 455	3	320	2 832
B747-100	322 048	4	480	2 895
DC10-40	251 744	3	325	2 896
B787-8 Dreamliner	109 769	2	230	2 926
MD11	273 289	3	365	2 987
A380	560 187	4	525	3 048
Concorde	185 064	4	128	3 443
An-225	600 000	6	0	3500

Tabulka 2: letadla a jejich potřebné délky RWY

^a – na hladině moře, teplota 20 °C, standartní den, žádný vítr

1.7 Šířka RWY

Šířka RWY je ovlivněna geometrickými charakteristikami letadel. Určuje se na základě kódového čísla a dle vnějšího rozchodu kol hlavního podvozku letadla. Šířku RWY však ovlivňují i provozní činitelé, jako přibližovací rychlost letadel nebo převládající meteorologické podmínky. [14, s. 46]

[m]	Vnější rozchod kol hlavního podvozku				
Kódové číslo	Méně než 4,5 m	Od 4,5 m až do, ale ne včetně 6 m	Od 6 m až do, ale ne včetně 9 m	Od 9 m až do, ale ne včetně 14 m	Od 9 m až do, ale ne včetně 15 m
1	18 m	18 m	23 m		
2	23 m	23 m	30 m		
3	30 m	30 m	30 m	45 m	
4			45 m	45 m	60 m

Tabulka 3: šířka RWY (zdroj L14 předpis)

Při snížené viditelnosti, velké rychlosti bočního větru anebo v důsledku snížení brzdného účinku RWY je pravděpodobnost vybočení při přistávání nebo vzletu vyšší. Proto šířka pro přesné přiblížení kódového čísla 1 a 2 nemá být menší než 30 m. [6]

1.8 Kontaminace dráhy

Aby mohlo letadlo bezpečně operovat na drahách, zejména na vzletových a přistávacích drahách, musí být zabezpečena jejich řádná údržba. Na suché a čisté dráze je odporová dráha dána pouze třením ložiska a pneumatiky. Pokud je ale dráha kontaminována, pak se bude jednat o další prvek, který vytváří hydrodynamický odpor. Tento odpor vzniká při průjezdu stojící vodou, sněhem anebo blátem. Čím je vyšší rychlost, tím je tento odpor vyšší, ale jen do doby, než se dosáhne kritické hodnoty, od které naopak odpor klesá. Jakékoliv znečištění dráhy – voda, sníh, bláto, led, působí negativně na letadlo a prodlužuje délku vzletu a tím vzniká potřeba delší dráhy.

Z důvodu bezpečnosti si může provozovatel letadla ve své příručce stanovit omezení a limity provozu. Následující příklad se vztahuje na Boeing 737 tuzemské letecké společnosti:

Vzlety se nedoporučují, pokud je vzletová a přistávací dráha pokryta rozbředlým, suchým nebo mokřým sněhem nebo stojatou vodou o hloubce vyšší než 13 mm nebo suchým sněhem o hloubce vyšší než 102 mm.

Dalším omezením je maximální rychlost bočního větru. V takovém případě hrozí, že na kontaminované dráze dojde ke ztrátě přilnavosti letounu a následné vychýlení ze směru vzletu či přistání. [15]

Směr větru / Kontaminace dráhy		Vzlet		Přistání
		B737-800 [kt]	B737-800 s winglety [kt]	B737-800 / 800 s winglety [kt]
Čelní vítr		60	60	60
Boční vítr	Suchá	36	34	40
	Mokrá	27	25	40
	Stojící voda	19	19	20
	Sníh	26	24	35
	Led	8	8	17
Zadní vítr		10	10	10

Tabulka 4: limity větru pro vzlet a přistání [15]

V tabulce jsou uvedené limity pro vzlet a přistání. V obou případech nejnižší maximální hodnota bočního větru je u dráhy, která je kontaminována ledem a hrozí zde nejvyšší riziko vychýlení ze směru.

Tento příklad, který je dle [15] ukazuje příklad letounu Boeing 737 a jeho vlastnosti na kontaminované dráze. Hodnoty jsou vypočtené pomocí softwaru. Byla vypočítána maximální vzletová hmotnost při všech typech kontaminace dráhy. Nebyla dopředu nastavena hodnota vztakových klapek, software vždy vybral tu neoptimálnější variantu pro dané podmínky. Rychlosti V_1 , V_R , V_2 byly vypočítány na základě váhy letounu 55 000 kg. Ostatní parametry byly:

Letadlo	
Type letounu	Boeing 737-800 s winglety
Typ motoru	CFM56-7B26
Předpokládaná váha	55 000 kg
Derate settings	24K Derate (omezení tahu motoru)
Antiskid	On
Anti-icing	Engine and wings
Air conditioning	Auto
Thrust reverse	One reverse INOP
PMC/EEC	Normal
Improved Climb	No
Letiště	
Letiště	Brno Tuřany (778 ft)
Dráha	28 (TORA: 2650 m, CWY: 60 m, Sklon dráhy -0,08 %)
Vítr	250° /12 kt
Teplota	-8 °C
QNH	990 hPA

Tabulka 5: ostatní parametry letadla a letiště [15]

V následující tabulce jsou výsledky. Je z ní zřejmé, že maximální vzletová hmotnost letounu je ovlivněna při kontaminaci dráhy stojatou vodou a břečkou. Taktéž maximální hmotnost je limitována dostupnou délkou dráhy. Taktéž rychlost V_1 je v některých případech nízká. To znamená, že za dané kontaminace v případě vysazení motoru před dosažením této rychlosti bude letoun těžší ubrzdít.

Stav dráhy	Max. vzletová hmotnost [kg]	Optimální vztlakové klapky [°]	V ₁	V _R	V ₂	Limitující faktor
Suchá	77 831	1	131	131	141	Délka letiště
Mokrá	76 675	5	117	126	136	Gradient stoupání po vzletu
Stojatá voda (6 mm)	67 034	15	102	122	132	Délka letiště
Břečka (6 mm)	67 556	15	101	122	132	Délka letiště
Uježděný sníh	76 675	5	114	126	136	Gradient stoupání po vzletu
Suchý sníh (6 mm)	73 131	5	99	126	136	Délka letiště
Mokrý sníh (6 mm)	73 131	5	99	126	136	Délka letiště
Suchý led	73 131	5	99	126	136	Délka letiště
Mokrý led	68 564	15	95	122	132	Překážka ve směru vzletu

Tabulka 6: výsledky výpočtů maximální vzletové hmotnosti v závislosti na kontaminaci [15]

Pro zimní údržbu letišť se vydává SNOWTAM, která poskytuje pilotům informace o aktuálním stavu pohybových ploch. Tuto zprávu vydává ŘLP daného letiště, a to vždy s maximální platností 24 hodin, ale za podmínky, že se počasí na daném místě nějak významně nemění.

Příkladem SNOWTAM nám může být zpráva z Letiště Praha pro RWY 06/24:

SWLK0128 LKPR 12111040

(SNOWTAM 0128 A)LKPR B)12111040

C)06 D)3200 E)40L F)4/4/5 G)20/10/10 H)30/35/30 SFH J)30/5L K)YES L

L)TOTAL M)1140 P)YES 12

S)12111200 T)FIRST 200M RWY 06 COVERED BY 40 MM SNOW, RWY CONTAMINATION 100%

Zpráva je vydána pro Letiště Praha 11. prosince v 10:40 UTC. Informuje o dráze 06, která je odklizena pouze v délce 3200 metrů a šířce 40 metrů. Očištěný pás je posunut vlevo od osy dráhy. První dvě jsou pokryty suchým sněhem a poslední třetina sněhem mokrým. Průměrná výška sněhové pokrývky v jednotlivých třetinách je 10 mm,

10 mm a 20 mm. Prvních 200 metrů je však pokryto 40 mm vrstvou sněhu. Koeficienty tření jsou 0.30 pro první, 0.35 pro druhou a 0.30 pro třetí třetinu dráhy. Koeficienty tření byly měřeny přístrojem pro měření tření Surface friction. Pět metrů od levého okraje dráhy se vyskytují kritické sněhové valy o výšce 30 cm a na té stejné straně jsou sněhem zakryta dráhová světla. V 11:40 UTC bude dráha znovu čištěna do celé své šířky a délky. Na pojezdových drahách se nachází sněhové valy vyšší jak 60 cm a jsou od sebe vzdáleny 12 metrů. Další měření se očekává v 12:00 UTC. [15]

Aby se zamezilo nehodám spojených se špatnou údržbou letištních ploch, je potřeba dbát na jejich pravidelné kontrole a důkladné úpravě. Musí být zajištěný dostatečný příčný sklon, který odveze vodu pryč z letištní dráhy, nejlépe do odvodňovacích drenáží, které se nachází kolem dráhových systémů. Podle předpisu L14 musí být zajištěn jednotný příčný spád ve směru větru nejčastěji spojeného s deštěm. Příčný sklon musí být nejlépe:

- 1,5 % pro třídy letišť C, D, E, F, G
- 2 % pro třídy letišť A, B

Nečistoty typu prach, písek, olej, zbytky gumy a jiné nečistoty musí být odstraněny z povrchu RWY tak rychle, jak jen to je možné, aby nebyl narušen provoz na RWY a nečistoty se neshromažďovali. Tomuto se odborně říká Foreign Object Derbis (FOD) – úlomky cizích předmětů. [6]

Hlavní oblasti, které vyžadují zvláštní pozornost:

- *RWY FOD* – jedná se o jakýkoliv předmět, který nesouvisí s letištním provozem a mohl by nepříznivě ovlivnit rychle se pohybující letadlo
- *Taxiway/Apron FOD* – neklade se takový důraz, jako na samotnou RWY, ale může nastat situace, kdy proud vzduchu z motorů může potenciálně nebezpečný předmět posunout až na RWY.
- *Údržba FOD* – jakékoliv nářadí, které se používá při údržbách letadel a letišť – nářadí, materiál, malé části.

FOD může způsobit nehody, jako například poškození motorů, prořezání pneumatiky, zanesení do pohyblivých částí letadla, které následně nebudou správně

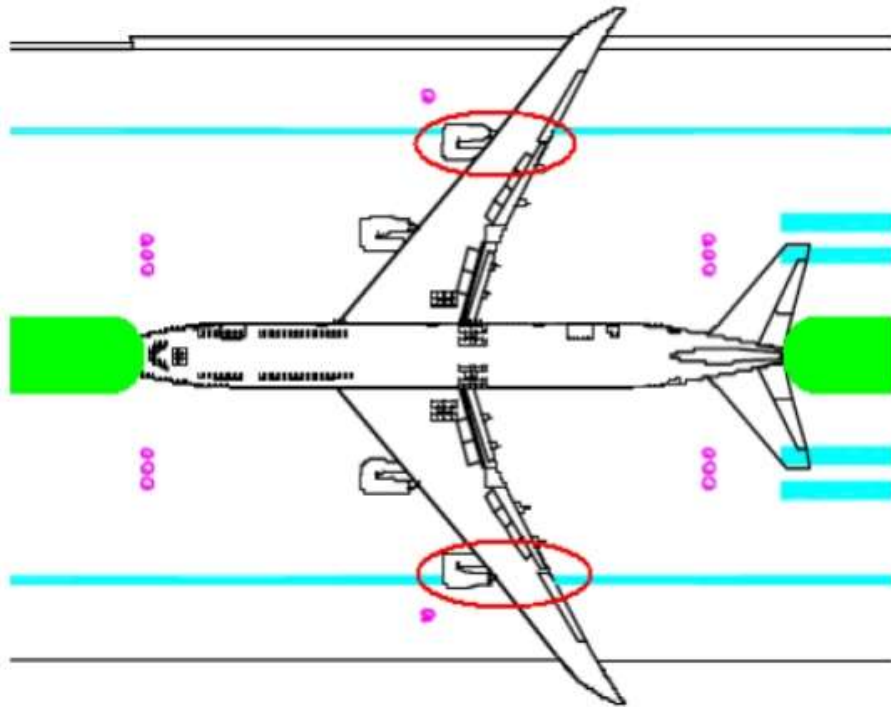
fungovat, nebo zranění lidí. Proto by se měla provádět pravidelná kontrola všech letištních ploch a celého areálu letiště. [16]

Byl zaveden program kontroly FOD, který se zaměřuje na 4 hlavní oblasti:

- Výcvik – všichni zaměstnanci letiště a leteckých společností musí být proškoleni v identifikaci a eliminaci FOD
- Inspekce – veškerý personál letiště by se měl zapojit při kontrolách
- Údržba – zametání, sběr pomocí magnetů
- Každé letiště by mělo mít zástupce z výboru FOD [16]

Jako konkrétní příklad nebezpečí nasátí nečistot do motorů uvedu Boeing B747-8 a RWY Letiště Praha. Letiště odpovídá dle ICAO kódovému značení 4E, její dráha 06-24 má včetně 7,5 m širokých postranních pásů 45 m. B747-8 svými rozměry spadá do kategorie F, což by znamenalo rozšíření RWY. Taková úprava není ale potřeba, jelikož postranní pásy plní funkci zpevněné plochy a brání tak nasátí cizích předmětů do motorů letadla (např. různé kamínky nebo okolní nečistoty). Takže u 4 motorového letounu je potřeba, aby všechny motory byly nad pásy RWY, což je v tomto případě splněno. [17]

Jak je vidět na obrázku 6, vnější motory letounu B747-8 mírně přesahují hranici oddělovací pásy RWY se samotnou RWY. Jedná se o přesah motorů v rámci desítek centimetrů. Podle dokumentů organizace Boeing Airport Compatibility Group (BACG) není nutné provádět rozšíření RWY do kategorie F, pokud je dostatečně zajištěna bezpečnost letounu ve fázi přiblížení na přistání. [18]



Obrázek 6: pozice vnějších motorů B747-8 vůči postranním pásům RWY

Patrně nejznámější nehoda v rámci FOD se stala 25. července 2000, kdy havaroval Concorde letecké společnosti Air France krátce po vzletu. Concorde po dosažení rychlosti V1 najel na asi 40 cm dlouhou titanovou lamelu, která pocházela z krytu obraceče tahu na motoru letounu DC-10. Ten startoval pár minut před Concordem. Po najetí na lamelu pneumatika explodovala a byla roztrhána na několik kusů, jedna část zasáhla i palivovou nádrž. Po výpočtech bylo zjištěno, že samotný kus pneumatiky nemohl poškodit palivovou nádrž. Ta byla vlivem tlakové vlny roztržena zevnitř a následoval požár, který vznikl z elektroinstalace na podvozku. [19]

1.9 Taxiways (TWY) – Pojezdové dráhy

Je to pás, který slouží pro spojení RWY s plochou pro stání letadel. Navrhují se tak, aby umožnily organizaci provozu na letišti co nejvýhodněji, a kladly důraz na minimální časové ztráty a zajistily bezpečné a plynulé pojíždění letadel. Dráhy se navrhují co nejkratší a zároveň musí umožňovat maximální propustnost RWY, proto musí být pro každou RWY zřízen dostatek vjezdových a výjezdových pojezdových drah. Tam, kde se nelze vyhnout zatočení pojezdové dráhy, měl by být poloměr zatáčky dostatečně velký, aby umožňovaly pojíždění rychlostí řádově 20-30 mph. [8]

1.9.1 Šířka pojezdových drah

Přímá část pojezdové dráhy nesmí mít šířku menší, než je uvedeno v následující tabulce. Ta taktéž pojednává o vzdálenosti mezi vnějším kolem hlavní podvozku letounu a okrajem pojezdové dráhy. [6]

OMGWS – outer main gear wheel span				
	Až do, ale ne včetně 4,5 m	Od 4,5 m až do, ale ne včetně 6 m	Od 6 m až do, ale ne včetně 9 m	Od 9 m až do, ale ne včetně 15 m
Vzdálenost	1,5 m	2,25 m	3 m ^{a b} 4 m ^c	4 m
Šířka pojezdových drah	7,5 m	10,5 m	15 m	23 m

Tabulka 7: šířka pojezdové dráhy a vzdálenost mezi vnějším kolem hlavního podvozku a okrajem pojezdové dráhy (zdroj: L14 předpis)

a – na přímých částech

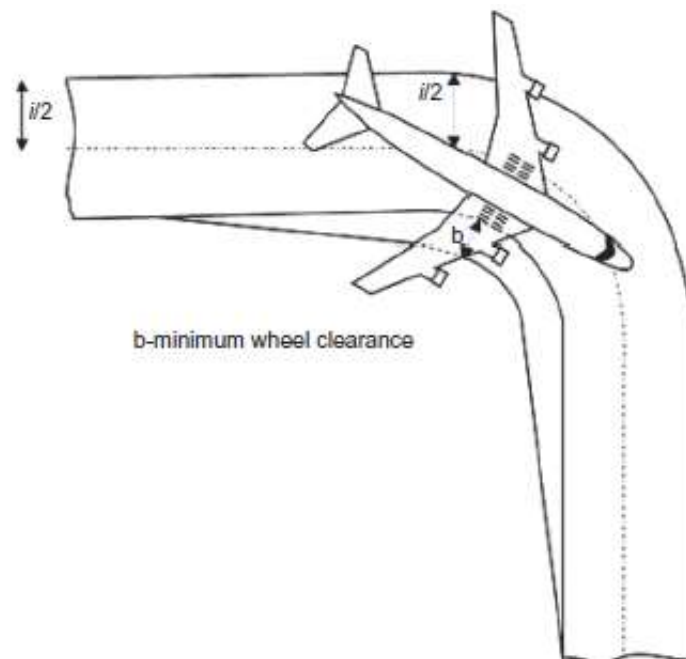
b – na zakřivených částech, jestliže je pojezdová dráha určena k používání letouny s rozvorem menším než 18 m

c – na zakřivených částech, jestliže je pojezdová dráha určena k používání letouny s rozvorem větším než 18 m

1.9.2 Oblouky pojezdových drah

Množství a velikost změn směru pojezdových drah musí být co nejmenší. Poloměry oblouků musí odpovídat manévrovacím schopnostem a pojezdovým rychlostem letounu, pro které je pojezdová dráha určena.

Šířka pojezdových drah v obloucích musí být navržena tak, aby mezi vnějším kolem hlavního podvozku letadla a okrajem pojezdové dráhy byly zachovány minimální vzdálenosti. [6]



Obrázek 7: oblouk pojezdové dráhy (zdroj: L14 předpis)

1.9.3 Pojezdové dráhy pro rychlé odbočení

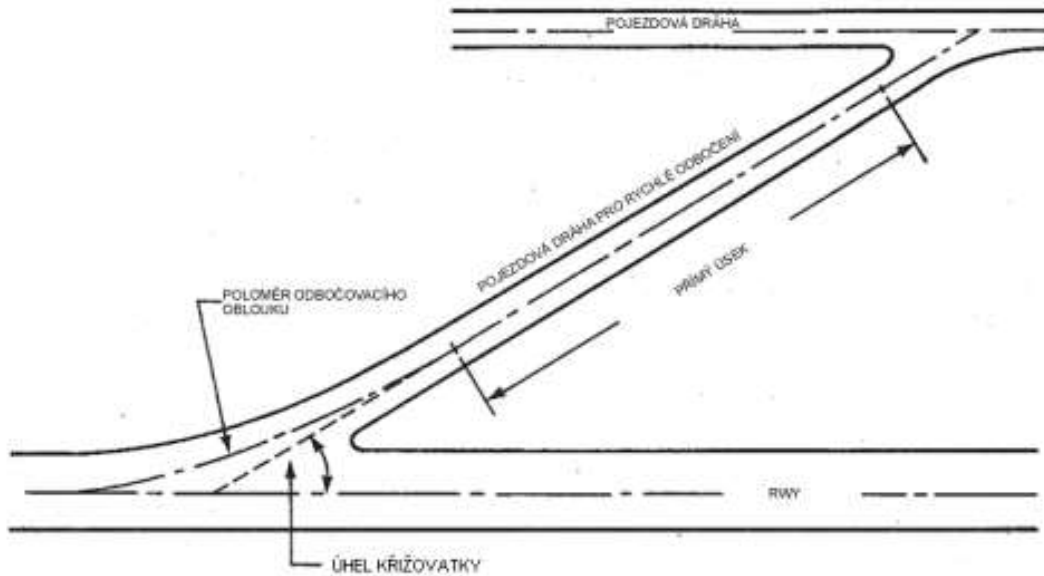
Pojezdové dráhy pro rychlé odbočení slouží pro rychlé opuštění RWY letadlům, které mají kratší délku přistání. Úhel napojení rychlostní odbočky k RWY bývá v rozmezí 25°- 45°. [7]

Pojezdová dráha pro rychlé odbočení musí být navržena s poloměrem odbočovacího oblouku nejméně:

- 550 m při kódovém značení 3, 4
- 275 m při kódovém značení 1, 2

Pro umožnění výjezdové rychlosti za podmínek mokrého povrchu:

- 93 km/h při kódovém značení 3, 4
- 65 km/h při kódovém značení 1, 2 [6]



Obrázek 8: pojezdová dráha pro rychlé odbočení (zdroj: L14 předpis)

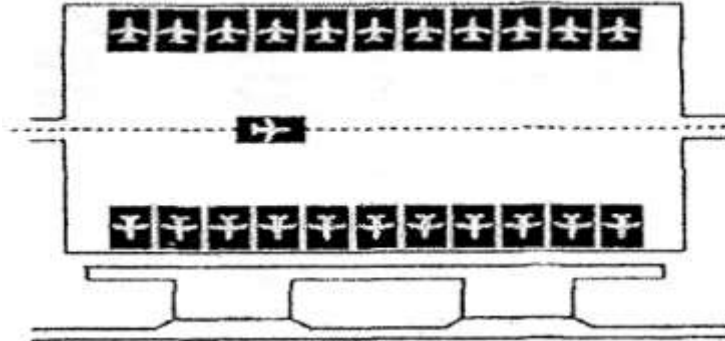
1.10 Odbavovací plochy (Aprons)

Odbavovací plochy slouží pro umístění letadel a jejich odbavení. Musí umožnit nastupování nebo vystupování cestujících, nakládání nebo vykládání pošty, zavazadel nebo jiného zboží. Dále k plnění pohonnými hmotami a k jejich odstavení nebo opravám, tedy pro obsluhu letadel za předpokladu, že nebudou narušovat okolí letecký provoz. Požadavky na konstrukci jsou obdobné, jako u ostatních zpevněných ploch:

- Co nejkratší rolovací cesta – blízko RWY
- Umožnit nezávislé pohyby letadel
- Dostatek stání podle kapacity a využití letiště
- Cestující a náklad by měly být efektivně nakládány a vykládány
- Prostředky musí mít dost prostoru kolem letadel
- Omezení hluku a výfukových plynů
- Možnost rozšíření stání
- Minimalizovat vzdálenosti pro cestující [14]

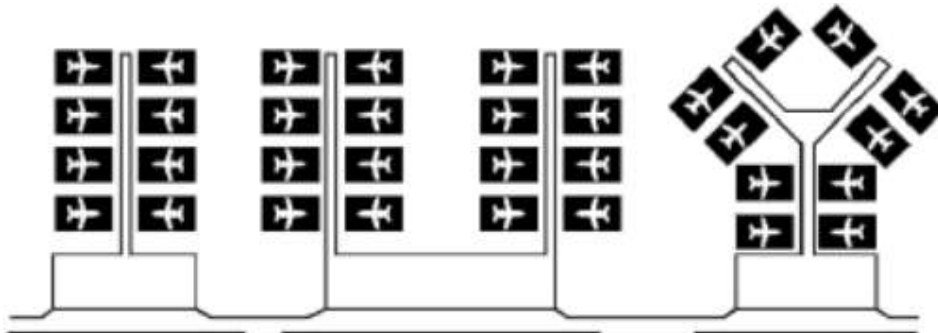
1.10.1 Uspořádání stání letadel

- *Rozvinuté stání* – Jednotlivé stojánky jsou umístěny podél odbavovací budovy kolmo anebo okolo odbavovací budovy. [14]



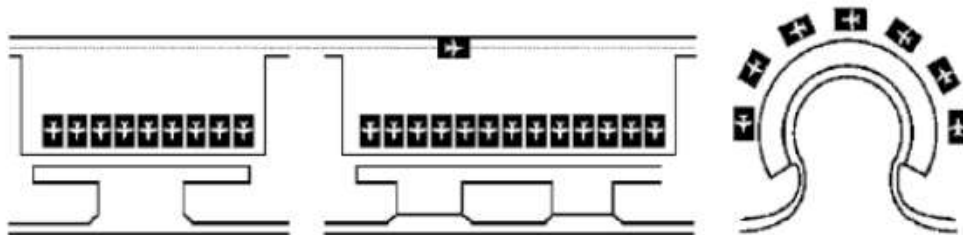
Obrázek 9: rozvinuté stání letadel, zdroj: [14]

- *Systém otevřené plochy* – podobné předchozímu typu. Kromě stání letadel v přímé návaznosti na odbavovací plochu jsou stojánky umístěny v jednom nebo několika řadách před budovou. [14]



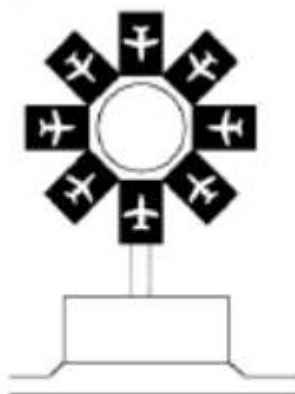
Obrázek 10: systém otevřené plochy pro stání letadel, zdroj: [14]

- *Prstové uspořádání* – typ, kdy mohou být letadla parkována po obou stranách mola, a to buď pod určitým úhlem, rovnoběžně anebo kolmo. [14]



Obrázek 11: prstové uspořádání stání letadel, zdroj: [14]

- *Ostrovní nástupiště* – Jednotlivé nástupiště neboli satelity, jsou spojeny s odbavovací budovou nejčastěji za pomoci podzemních tunelů. Počet stojánek v takových satelitech je mezi 4–8, záleží na velikosti daného letadla. [14]



Obrázek 12: Ostrovní nástupiště, zdroj: [14]

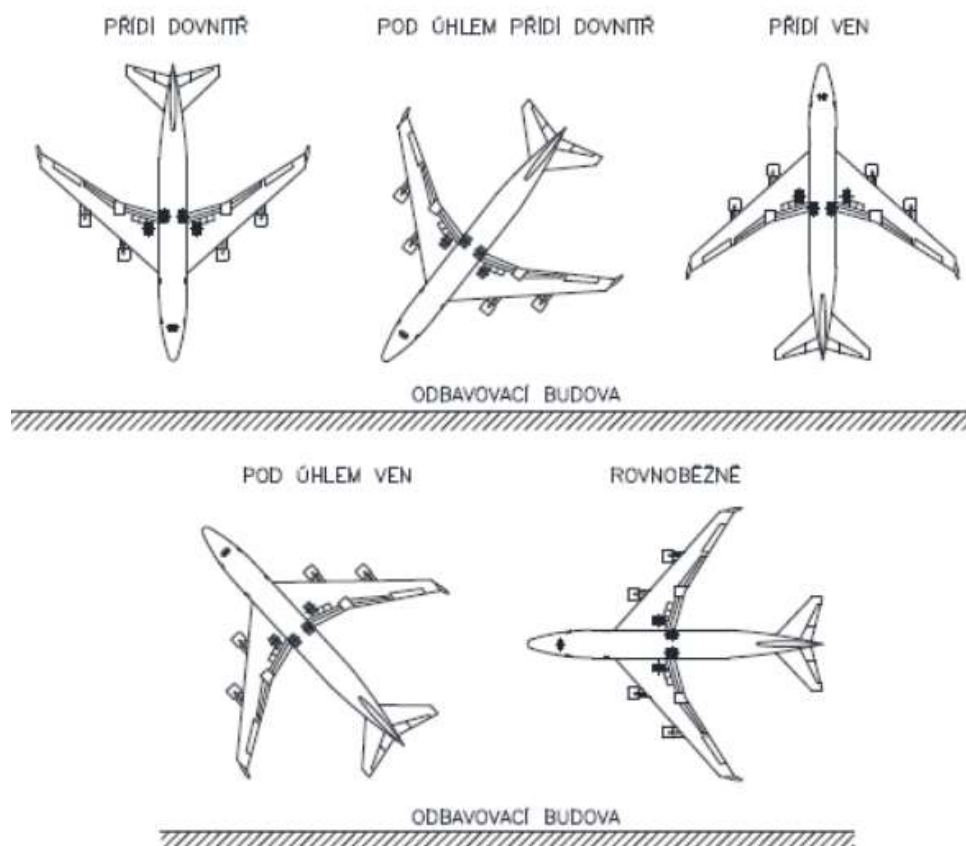
1.10.2 Typy stání letadel

Základní rozdělení, jak mohou letadla zarolovat k odbavovací ploše jsou dvě. Buď otočné, kdy letadlo přijíždí i odjíždí za pomoci vlastních motorů. Další varianta je nose-in, kdy letadlo zajede přídí k odbavovací hale za pomoci vlastních motorů a po odbavení musí být vytlačeno.

Další rozdělení:

- Přídí dovnitř
- Pod úhlem přídí dovnitř
- Přídí ven

- Pod úhlem přídí ven
- Rovnoběžně s odbavovací plochou [7]



Obrázek 13: typy stání letadel [7]

1.11 Kapacita odbavovací plochy

Odbavovací plocha by měla být uspořádána tak, aby zdržení kvůli její malé kapacitě bylo omezené na minimum. Pokud bychom odbavovací plochu uspořádali na špičku leteckého provozu, v provozu běžném by byla často nevyužitá a neefektivní. Kapacitu odbavovací plochy je možné zvýšit zřízením další stojánky dále od odbavovací budovy, na tzv. odstavných stání.

Teoreticky je možné počet potřebných stojánek vyjádřit za pomoci tohoto vzorce:

$$N = k * \frac{t * n}{60}$$

Kde:

- N je počet stojánek
- k je součinitel nerovnoměrnosti využití stojánky; pohybuje se v rozmezí 1,3-2,0
- t je doba odbavení připadající na jeden pohyb letadla
- n je počet pohybů v dopravní špičce [14]

Orientačně se rozloha odbavovací plochy podle velikosti letiště a leteckého provozu pohybuje v rozmezí 10 000 až 150 000 m². [20]

Minimální vzdálenost mezi letadlem vstupujícím na stání nebo opouštějícím stání a jakoukoliv přilehlou budovou, jiným letadlem nebo jiným objektem, musí být dle následující tabulky:

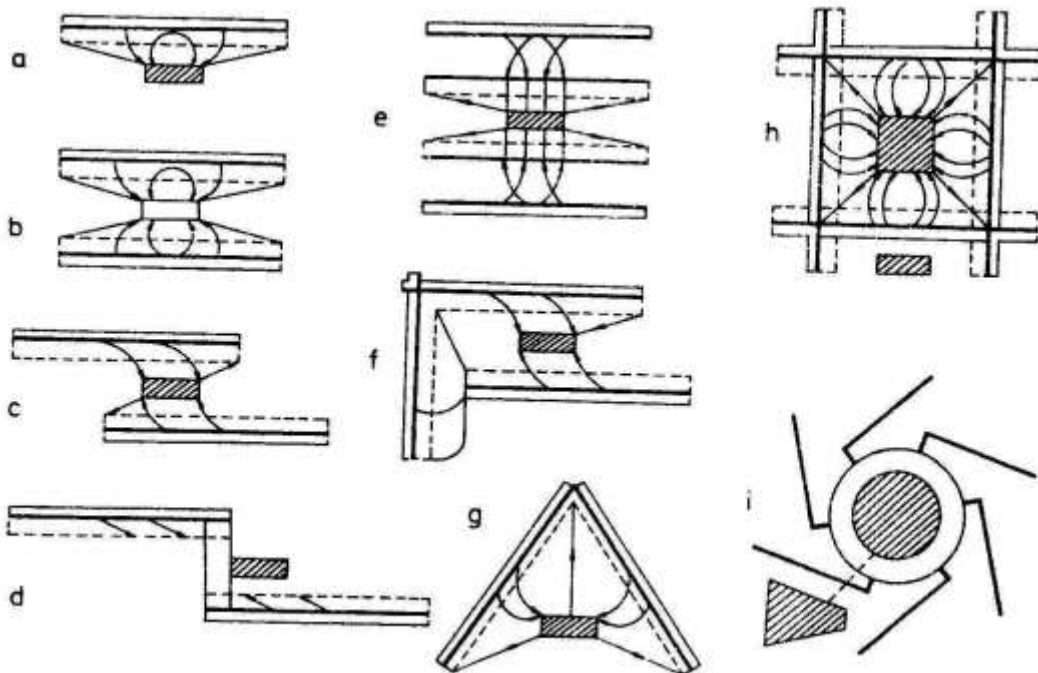
Kódové písmeno	Vzdálenost [m]
A	3
B	3
C	4,5
D	7,5
E	7,5
F	7,5
G	7,5

Tabulka 8: vzdálenosti stání letadel na odbavovací ploše (zdroj: L14 předpis)

1.12 Kapacita dráhového systému

Faktory, které ovlivňují kapacitu dráhového systému, mohou být určeny jednoduchými výpočty pro počet pohybů za stanovené období. Nastává zde ale značný problém, protože na provoz letadel působí mnoho vedlejších faktorů, které výslednou kapacitu zkreslují. Může se jednat například o:

- a) Počet a uspořádání RWY
- b) Rozstupy mezi letadly stanovené ATM
- c) Viditelnost, oblačnost, srážky
- d) Síla a směr větru
- e) Složení letadel
- f) Provozní využívání jednotlivých RWY
- g) Typy a umístění výjezdů z RWY
- h) Stav a výkonnost ATM
- i) Hluková a další omezení týkající se životního prostředí [4]



Obrázek 14: typy uspořádání letišť [7]

1.13 Předběžná analýza kapacit

FAA zveřejnila několik publikací, které blíže specifikovaly hodinové a roční kapacity letiště. V těchto publikacích se vychází z různého uspořádání dráhových systémů a závislosti na IFR nebo VFR podmínkách. Podmínky IFR existují, když je základna mraků menší než 300 m a/nebo viditelnost menší než 4,8 km. Kapacita dráhy je za podmínek IFR obvykle menší než za podmínek VFR.

Abychom pochopili následující tabulku, musíme si rozdělit letadla, podle příručky FAA, do 4 tříd:

- A – malá jednomotorová letadla – 6 250 kg a méně
- B – malá dvoumotorová letadla – 6 250 kg a méně
- C – středně velká letadla – 6 250 – 150 000 kg
- D – velká letadla – 150 000 kg a více

Pomocí tohoto rozdělení dokážeme určit mix index MI, který je určen z procentuálního zastoupení letadel v třídě C a D.

$$\text{Mix index} = (\% \text{ letadel C}) + 3 * (\% \text{ letadel D})$$

Příkladem nám bude letiště s jednou RWY, kde procentuální zastoupení malých letadel může být 30 %, středních letadel 37 % a velkých 33 %.

Dosadíme hodnoty do mix indexu – $MI = 37 + 3 * (33) = 136$. Dle tabulky poté zjistíme, že letiště je schopno dosáhnout kapacity 51 operací/hod dle VFR provozu a 50 operací/hod při IFR provozu. Roční odhad pak bude 240 000 operací. [8]

Configuration	Runway configuration diagram	Mix index—percent (C + 3D)	Hourly capacity (operations per hour)		Annual service volume (operation per year)
			VFR	IFR	
A Single Runway		0-20	98	59	230,000
		21-50	74	57	195,000
		51-80	63	56	205,000
		81-120	55	53	210,000
B Dual Lane Runways		0-20	197	59	355,000
		21-50	145	57	275,000
		51-80	121	56	260,000
		81-120	105	59	285,000
C Independent IFR Parallels		0-20	197	119	370,000
		21-50	149	114	320,000
		51-80	126	111	305,000
		81-120	111	105	315,000
D Parallels plus Crosswind Runway		0-20	197	62	355,000
		21-50	149	63	285,000
		51-80	126	65	275,000
		81-120	111	70	300,000
E Four Parallels		0-20	394	119	715,000
		21-50	290	114	550,000
		51-80	242	111	515,000
		81-120	210	117	565,000
F Open V Runways		0-20	150	59	270,000
		21-50	108	57	225,000
		51-80	85	56	220,000
		81-120	77	59	225,000
G Parallels plus Crosswind Runway		0-20	295	59	385,000
		21-50	210	57	305,000
		51-80	164	56	275,000
		81-120	146	59	300,000
		121-180	129	60	355,000

Tabulka 9: předběžná analýza kapacity RWY [8]

2. LETIŠTNÍ TERMINÁLY

Letištní terminál slouží primárně pro odbavení cestujících. Měl by tedy zajišťovat check-in cestujících, dostatečný počet přepážek cestovních či leteckých společností, přepážky pro nadrozměrná zavazadla a místa, kde se může cestující informovat. Letištní terminál by měl v rámci komfortu zajišťovat i vedlejší služby jako restaurace a občerstvení, různé obchody a doplňky, suvenýry a další služby v neveřejné části letiště. Jeho funkční stránka se skládá z účelného rozvržení prostoru, správná organizace chodu a z kvalitních informačních systémů. Pohyb cestujících by měl zde být plynulý, organizovaný, pohodlný a dostatečně přehledný.

Letištní terminály se vertikálně dělí:

- *Jednoúrovňové uspořádání*
- *Jedno a půl úrovňové uspořádání*
- *Dvouúrovňové uspořádání*
- *Tříúrovňové uspořádání*

Hlavní rozdíl v takto rozdělených terminálech je ve směru nástupu a výstupu cestujících a podle proudění zavazadel na letišti.

Letiště musí mít neustále prostor pro rozvoj. Pokud se nemá letiště dále kam rozšiřovat, nachází se tzv. „mrtvém bodě“, kde i přes zvyšující se poptávku není možné zvyšovat nabídku. Při hodnocení kapacity letiště se hodnoty zaznamenávají v dopravních špičkách, kdy je vytížení nejvyšší. Špičková hodina se určuje pro:

- Počet odbavovacích přepážek
- Počet bezpečnostní a pásových přepážek
- Velikost odbavovací haly
- Délka chodníku před příletovou a odletovou halou
- Velikost příletové haly
- Kapacita restaurací
- Kapacita obchodní části. [21]

Letištní terminály se staví v závislosti na potřebách letiště při odbavování cestujících. Jejich počet je tedy závislý na velikosti provozu daného letiště tak, aby letadla měly dostatečný počet stojánek a zároveň aby cestující byli bezpečně a komfortně odbaveni.

2.1 Faktor vytiženosti dráhového systému

Jedním z faktorů ovlivňující letištní terminály je počet přistávajících a odlétajících letadel z RWY. Vytiženost jednoduše zjistit z podílu mezi počtem pohybu letadel a počtem využívaných RWY na daném letišti. Z tohoto výpočtu zjistíme roční vytiženost každé dráhy na letišti. Pro zjednodušení se počítá, že každá dráha je používána 365 dní v roce a stejným zatížením.

	Počet odbavených cestujících	Počet pohybů letadel	Počet využívaných drah
Praha	16 797 006	155 530	1
Atlanta	104 258 612	889 205	5
Peking	100 983 290	614 022	3
Londýn	80 100 000	475 624	2

Tabulka 10: statistické údaje jednotlivých letišť z roku 2018 [22] [23] [24] [25]

Jak je patrné, letiště v Atlantě, Pekingu a Londýně mají podobný počet odbavených cestujících, ale charakterem letů se značně liší. Dalším aspektem by teda měla být povaha letu, kterou je potřeba brát v potaz při projektování letiště.

Dále se dá zjistit celková obsaditelnost letadel. Ta byla spočítána jako podíl počtu odbavených cestujících ku počtu pohybů letadel. V potaz je brán i počet využívaných RWY. Z tabulky 10 vyplývá, že na Letišti Praha a Atlantě převažuje počet krátkých a středně dlouhých linek, jelikož dálková letadla mají vyšší kapacitu. To lze pozorovat například na letišti Heathrow a v Pekingu. Letiště Peking má o něco nižší obsaditelnost než Heathrow, přitom většina letů je vnitrostátních. To je dáno velkou místní poptávkou.

	Průměrná obsazenost letadla	Průměrný počet pohybů na jedné dráze za den
Praha	108	426
Atlanta	117	487
Peking	164	561
Londýn	168	652

Tabulka 11: obsazenost letadla a pohyb letadel na RWY, rok 2018 [22] [23] [24] [25]

Z tabulky 10 je patrné, že každé letiště má jinak vytižený dráhový systém. Pokud nebudeme brát v potaz Letiště Praha, které je nejmenší, tak nejvyšší vytižení dráhového systému bylo zaznamenáno na letišti Heathrow a naopak nejnižší na letišti v Atlantě.

2.2 Počet letištních stojánek

Dalším faktorem je počet stojánek s nástupními mosty. Čím je uspořádání terminálů členitější, tím více stojánek a mostů je možno zbudovat. Letiště v Pekingu zvolilo lineární uspořádání stojánek s dominantním uceleným komplexem, naopak Letiště Atlanta zvolila prstencový koncept letištních terminálu, kdy disponuje malou zastavěnou plochou ale velkým počtem stojánek. Letiště Heathrow a Praha je kombinace několika koncepcí, převládá prstové a lineární uspořádání. [21]

	Počet letadlových stojánek s nástupním mostem
Praha	30
Atlanta	193
Peking	107
Londýn	133

Tabulka 12: počet stojánek s nástupním mostem [22] [23] [24] [25]

2.3 Vnitrostátní a mezinárodní terminály

Letištní terminály se dají rozdělit do dvou kategorií – mezinárodní a vnitrostátní lety. Při navrhování letiště se může volit buď kategorie jednoho terminálu, který bude určen všem, anebo postavit oddělené terminály. Speciálním případem jsou letištní terminály, které slouží pouze jednomu dopravci. Takové dělení se určitě podle faktorů,

jako celkový počet odbavených cestujících, celkový poměr mezinárodní a vnitrostátních cestujících a počet transferových cestujících.

Pokud bychom měli letiště, které není děleno na mezinárodní a vnitrostátní terminály, vznikají jak výhody, tak nevýhody. Za výhody můžeme považovat přesun cestujících, kteří přiletí mezinárodní linkou a dále budou pokračovat vnitrostátní. Další výhodou je přehledný systém příletů a odletů, kdy cestující nemusí hledat příslušný terminál pro svůj odlet. Nevýhodou je vysoká koncentrace cestujících v jednom místě. Pokud máme oddělené terminály, je potřeba zajistit transfer cestujících mezi terminály. Tím se zvyšují náklady při výstavbě letiště.

Existují také případy, kdy je nezbytná separace. Takový systém je uplatňován ve státech, které spadají do schengenského prostoru, kdy by měly být zvlášť terminály pro cestující, kteří letí v rámci schengenského prostoru a pro cestující, kteří cestují mimo schengenský prostor. Tak je tomu například na pražském letišti.

	Vnitrostátní cestující	Mezinárodní cestující
Praha	31 426	16 765 580
Atlanta	92 896 242	12 311 858
Peking	77 692 591	23 290 699
Londýn	4 800 000	75 300 000

Tabulka 13: počet vnitrostátních a mezinárodních cestujících z roku 2018 [22] [23] [24] [25]

Tabulka poukazuje na počet vnitrostátních a mezinárodních cestujících. Jde vidět, že z Letiště Praha a Heathrow nejvíce cestují mezinárodní cestující, naopak na Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport a letišti v Pekingu nejvíce cestuje vnitrostátních cestujících.

Typickou vlastností velkých letišť je separace terminálů pro jednoho konkrétního dopravce. V takovém případě má dopravce na letišti svou základnu nebo velký počet provozovaných linek. Například na letišti Heathrow má takové postavení domácí společnost British Airways, v Atlantě je tomu tak u Delta Airlines. [21]

3. EKONOMICKÝ VÝZNAM LETIŠŤ (NA ROZVOJ REGIONU)

Letiště jsou stále více brána jako podniky se značným ekonomickým dopadem na okolní regiony. Poskytují nezbytnou infrastrukturu na podporu hospodářského, regionálního, a i sociálního rozvoje a jsou schopné navrátit investice svým akcionářům, dalším zainteresovaným stranám a společností. Letiště se v rámci světa již nebere jen jako subjekt poskytující služby ostatním subjektům, ale stává se z něj hybná síla pro hospodářský a sociální růst. V rámci Evropy letecká doprava zaměstnává 13,5 mil. občanů a vydělává 991 miliard USD. To je 3,6 % všech zaměstnanců a 4,4 % HDP v zemích Evropské unie v roce 2018. Přímo v letectví bylo v roce 2018 zaměstnáno zhruba 2,7 mil. lidí, kteří byli rozděleni:

- 553 000 (21 %) bylo zaměstnáno leteckými společnostmi jako letová posádka, odbavovací personál, posádka údržby nebo vedoucí
- 230 000 (9 %) mělo práci u provozovatelů letišť jako je správa letiště, údržba a bezpečnost
- 1,7 mil. (53 %) pracovalo na letištích v maloobchodních prodejnách, restauracích a hotelech
- 395 000 (15 %) bylo zaměstnáno ve výrobě civilních letadel, včetně systémů, součástí, draků letadel a motorů
- 69 000 (3 %) pracovalo pro poskytovatele letových navigačních služeb [26]
[27]

V roce 2018 veškerý počet zahraničních turistů, kteří přiletěli do Evropy pomohli v obsazení pracovních pozic u 5,6 mil. lidí a přispěli k HDP ve výši 324 miliard USD. [26]

Ekonomické dopady můžeme rozdělit do 4 kategorií:

3.1 Přímé ekonomické dopady

Jedná se o přímé činnosti na letištích, spojenou s provozem a řízením činností na letišti, včetně podniků nacházející se v blízkosti letiště a které mají úzkou vazbu na jeho chod. Činnosti a služby, které se pojí s přímým ekonomickým dopadem:

- Služby letecké dopravy
- Pozemní manipulace
- Podpora letišť
- Občerstvení na letišti
- Letecká bezpečnost
- Maloobchodní a statní služby
- Údržba
- Pozemní doprava [28] [27]

3.2 Nepřímé ekonomické dopady

Za nepřímé ekonomické dopady můžeme považovat služby, které jsou letištěm a jeho chodem ovlivněny a díky letišti mají možnost provozovat své činnosti – zaměstnanost podporující činnosti na letišti v rámci dodavatelských řetězců. Může se jednat o společnosti, které zajišťují maloobchodní řetězce na letištích, společnosti zásobující letiště pohonnými hmotami, různé právní společnosti, taktéž kanceláře leteckých úřadů apod. Tyto dopady hodně závisí na regionu, ve kterém se letiště nachází a na jeho ekonomickou sílu. [27]

3.3 Indukované ekonomické dopady

Jedná se o pracovní místa vytvořená v důsledku výdajů rezidentů z příjmu, které obdrží z turistické aktivity, např. rozvoj maloobchodů. Jsou taktéž ovlivněny různými faktory, jako např. úroveň příjmů osob přímo a nepřímo zaměstnaných v letectví, nebo nutnost potřeby domácího zboží (čím vyšší je poptávka, tím vyšší je nabídka). [27]

3.4 Katalytické dopady

Jsou takové dopady, ve kterých hraje letecká doprava roli katalyzátoru, tedy stimulatoru dalšího vývoje, růstu ostatních sektorů. Letectví v okolí snižuje nezaměstnanost a má za následek ekonomický rozvoj národního hospodářství. Tyto faktory můžeme pozorovat na následujících odvětví:

- Obchod
- Investice
- Cestovní ruch [28]

	Zaměstnanost [mil.]	Ekonomické benefity [mld. USD]
Přímé dopady	10,2	704,4
Nepřímé dopady	10,8	637,8
Indukované dopady	7,8	454,0
Katalytické dopady	36,7	896,9
Celkem	65,5	2,7 bilionu USD

Tabulka 14: celkový vliv letectví na zaměstnanost a HDP v roce 2016 [29]

3.5 Situace v ČR

V roce 2014 bylo v České republice zaměstnáno přibližně 4 974 300 lidí. V roce 2018 to bylo již 5 293 800 lidí, je to nárůst o 6,42 %.

Z tohoto počtu lidí tvořila doprava v roce 2014 295 900 lidí (5,95 %), v roce 2018 již 328 000 (6,2 %) lidí, což je nárůst o 10,9 %.

Z toho letectví zastávalo v roce 2014 2 307 lidí a v roce 2018 2 633 lidí, nárůst zaměstnanců v tomto období byl 14,1 %.

Letectví se nějak zásadně nemění v jednotlivých rocích. Kdybychom si určili podíl zaměstnaných lidí v letectví ku podílů lidí zaměstnaných celkově, tak v roce 2018 tvoří tato část zaměstnanců pouze 0,01 %. [30] [31] [32]

Dle [33] Tvoří největší část zaměstnanců v letecké dopravě umístěna ve čtyřech nejvýznamnějších sektorech, a to:

- Výrobci letadlových částí a komponentů do letadel

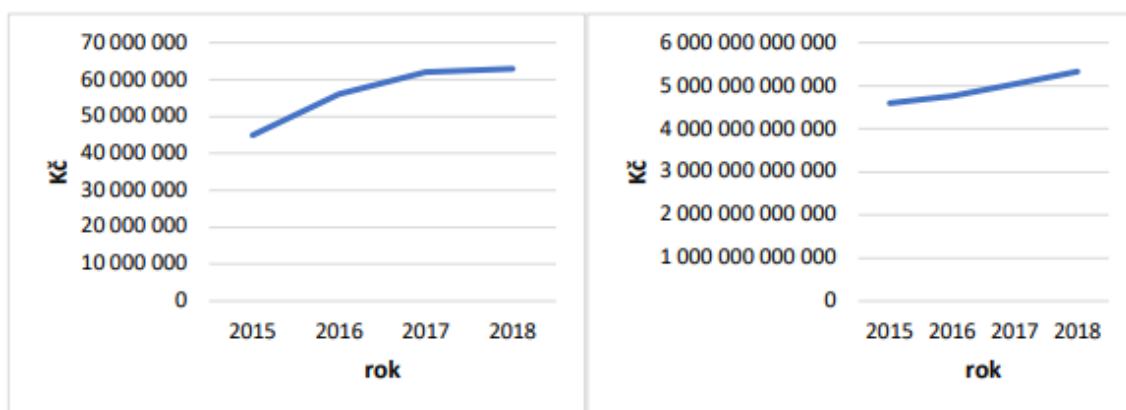
- Letiště
- Letecké společnosti
- Poskytovatelé leteckých služeb

Poměr zaměstnanců napříč obory se v letectví nijak nezměnil.

Co se týče HDP v ČR, dle [33] v letech 2014–2018 vzrostl přibližně z 4,6 bilionů Kč na přibližně 5,3 bilionů Kč, jde o nárůst o 14 % během 4 let. V sektoru letectví, opět ve stejném rozmezí, obrat vzrostl z 44,9 miliard Kč na 62,9 miliard Kč, nárůst o 29 %.

V rámci sledovaného období se na celkovém obratu podílely výrazným podílem čtyři skupiny leteckých podniků:

- Letecké společnosti – 35 %
- Poskytovatelé leteckých služeb – 21 %
- Výrobci letadlových částí a komponentů – 19 %
- Letiště – 12 %



Graf 2: vývoj celkového obratu v letecké dopravě (VLEVO) a HDP v ČR (VPRAVO) [33]

3.6 Cestovní ruch

Letecká doprava je považována za hnací motor cestovního ruchu, který je ukazatelem hospodářského růstu, a to hlavně ve státech, které se nachází v ekonomickém růstu. Letecká doprava díky svým vlastnostem zvyšuje zájem o cestování a dopravu a ve finálním důsledku vytváří nové pracovní příležitosti. Je tedy patrné, že letecká doprava úzce souvisí s rozvojem cestovního ruchu ČR. Zahraniční

turisté utratí průměrně při návštěvě České republiky přes 141 mld. Kč, letecká doprava se na této částce podílí zhruba 6,6 mld. Kč. Dle grafu je patrné, že leteckou dopravu využívá asi jenom 5 % turistů, kteří cestují do ČR.

Cestovní ruch se vyznačuje několik ekonomickými přínosy, např.:

- Ovlivňování platební bilance státu
- Tvorba příjmu veřejného rozpočtu
- Tvorba HDP
- Tvorba nových pracovních příležitostí
- Podpora investičních aktivit
- Rozvoj na úrovni malého a středního podnikání
- Rozvoj mezinárodní spolupráce [34]



Graf 3: typ dopravy využívaný turisty při návštěvě ČR [33]

3.7 Podnikatelský sektor

Letecká doprava se vyznačuje hlavně svou rychlostí přepravy a vzdáleností, na kterou dokáže přepravit cestující a zboží. Díky tomu dokáže, téměř každé letiště, kumulovat ve svém okolí podnikatelské aktivity a dále je rozvíjet. Letiště lze označit jako ekonomické akcelerátory, je taktéž považováno za magnety na budování nových podniků. Právě díky rychlosti umožňuje firmám rychlý přístup k dodavatelům a zákazníkům, což pro značný počet firem znamená zefektivnění jejich aktivit. Letiště se tedy podílí na zakládání nových firem a na rozšiřování těch stávajících – hotely,

kancelářské komplexy, parkoviště, nákupní centra, ale také logistické a průmyslové parky.

Obecně se udává, že zhruba každý milion odbavených cestujících na letišti za rok na sebe váže přibližně 3 000 dobře placených dlouhodobých pracovních míst. Tato nezanedbatelná zaměstnanost navíc souvisí i s výstavbou a modernizací letišť samotných. Tyto 3 000 pracovních míst je impulzem pro další ekonomický rozvoj celého leteckého městečka a městské aglomerace (finanční služby, služby marketingových kanceláří, projektantů a dodavatelů apod) [35]

Například Letiště Praha má ve svém okolí hned 5 logistických parků. Nelze z určit přesně, kolik je v jednotlivých parcích zaměstnanců, s jistotou ale říct, že se jedná o desítky společností, které zaměstnávají stovky až tisíce zaměstnanců. Z toho jednoduše usoudit, že letiště má velký význam na okolní regiony v rámci zaměstnanosti a zvýšení HDP státu.



Obrázek 15: logistické a výrobní parky v okolí Letiště Praha, zdroj: vlastní

3.8 Rozvoj regionu

Existence letiště zvyšuje konkurenceschopnost regionu, a tím zvyšuje zájem potenciálních investorů. Ti se rozhodují na základě jednoduchých pravidel:

- Náklady
- Dopravní dostupnost
- Prostředí a související aktivity

Nejvíce se investoři zajímají právě o náklady. Jedná se například o měsíční platby za pronájem budov, výše investic do rekonstrukcí apod.

Dalším je dopravní dostupnost. Do té je v tomto případě zahrnuta jak městská hromadná doprava, tak i existence cestovního ruchu v daném regionu. Budova by měla být dobře umístěna jak pro zaměstnance, tak i pro zákazníky a dodavatele.

Pod pojmem prostředí a související aktivity lze označit frekventovanost lidí, kulturnost, bezpečnost okolí a parkování a stravování. [33]

4. LETADLA

Prvně bylo letadlo, poté až letiště. Letadla jsou z našeho pohledu důležitým faktorem ovlivňující výkon letišť. Jejich vlastnosti mají ve finálním důsledku vliv na ziskovost letišť a jejich zdravé fungování. Samotné letiště musí být přizpůsobeno jednotlivým typům letadel, aby zde byla schopna bezpečně přistát a bezpečně vzlétnout. Pokud na určité lince létá letadlo, které nemá parametry shledávající se s bezpečným přistáním, nemůže být tato linka s tímto typem letounu provozována na tomto letišti a tím pádem se mohou například zisky letiště snížit.

Některé z faktorů byly již uvedené v předchozích kapitolách, zde uvedu pouze výčet těch důležitých fyzikálních vlastností letadel, které ovlivňují konstrukci letiště:

- Maximální vzletová hmotnost
- Rozpětí křídel
- Délka letadla
- Výška svislé ocasní plochy
- Rozvor kol
- Šířka podvozku
- Přímá viditelnost/ zóna bez překážek v přední části letadla
- Délka letadla mezi středem hlavního podvozku a čelem letadla

Letadla se dělí dle typu motorů na:

- *Letadla s pístovým motorem* – existují v několika základních verzích, jako hvězdicové, rotační, řadové
- *Turbovrtulová letadla* – jedná se vesměs o proudový motor, jehož pohon se používá k pohonu vrtule a jen 10 % výkonu se podílí přímo na pohonu letadla
- *Proudová letadla* – funguje na principu Newtonova zákona o akci a reakci. Spaliny vycházející z motoru působí silou opačnou na motor a tím jej ženou vpřed

Dále se letadla mohou dělit dle typu letu. Některé letadla jsou určeny pouze pro létání krátkých tratí, tzv. regionální lety, ale poté tu mohou být i letadla, které jsou nasazeny na dlouhé tratě a létají dlouhé vzdálenosti.

- *Regionální tratě (do 1 000 km)* – Bombardier Dash 8, Embraer 170
- *Střední tratě (1 000 – 3 000 km)* – Boeing 737
- *Dlouhé tratě (nad 3 000 km)* – Boeing 767, A380

Jak již bylo uvedeno, prvně bylo letadlo, poté až následovalo letiště. První oficiální let proběhl 17. prosince 1903, kdy bratři Wrightové sestrojili letadlo nesoucí název Wright Flyer, který vzlétl z obyčejné rovné louky. Letadla od té doby urazila velkou vzdálenost a zdokonalovala se obrovskou rychlostí až do dnešních dnů. Příkladem může být fakt, že od doby, kdy bratři Wrightové svým letadlem poprvé vzlétli do nebes až po první přistání na měsíci uplynulo necelých 66 let.

První letadla neměla prakticky žádné požadavky na povrch ani rozměry dráhy, stačila pouze rovná louka, na které se nedržela voda. Například Blériot XI, z roku 1909, který vážil 230 kg dokázal vzlétnout z pouhých 30-60 m a Junkers Ju 52 z roku 1930, který vážil 6 510 kg, vzlétal z dráhy o délce 400 m. Postupem času se charakteristiky letadel měnily co do rozměrů, tak hmotností, kapacity, typů, počtů pohonných jednotek a další.

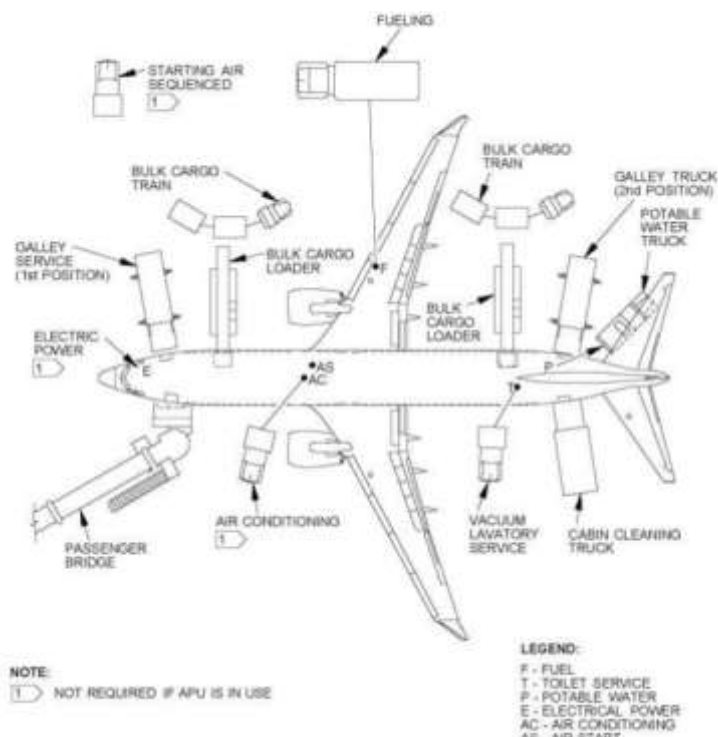
V příloze **č.3** se nachází tabulka s technickými charakteristikami vybraných letadel od roku 1955 až do současnosti, která je součástí této kapitoly pojednávající o letadlech.

Zároveň se zde nachází příloha **č.6 až č.8**, kde jsou zobrazeny grafy, které porovnávají vybrané technické vlastnosti právě vybraných letadel. Grafy jsou rozděleny podle délky letů jednotlivých letadel. Jsou rozděleny na: regionální lety, lety na středně dlouhou vzdálenost a lety na dlouhou vzdálenost.

4.1 Celkový proces odbavení letadel

Letadlo vydělává, jen pokud je ve vzduchu, to je známý fakt. Proto se snažíme čím dál více zkrátit a zefektivnit, čas, který letadlo vyžaduje pro manipulaci s ním na zemi. Tento fakt je i v samotném zájmu letiště, protože čím déle letadlo operuje na odbavovacích plochách, tím více zkracuje čas pro odbavení ostatních letadel a letiště nemůže přijmout další letadla a nemůže tedy generovat větší zisk.

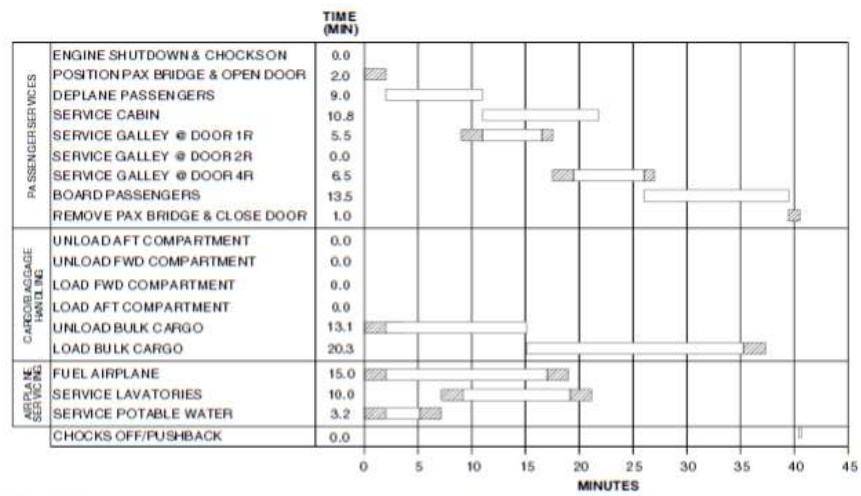
Způsobů, jak letadlo efektivně odbavit, je mnoho. Závisí na více faktorech, jako např. typ letadla, vybavení letiště, druh linky apod. Nejčastěji si způsob odbavení letadel určí samotný výrobce, který je uveden v příručce daného typu letadla. Jako příklad uvádím způsob odbavení letadla Boeing B737-8.



Obrázek 16: odbavení B737-8 [94]

Odbavovací proces má několik fází, které mají vytyčený čas vykonávání a je tedy nutné, aby se časový plán co nejvíce dodržel. Odbavovací úkony jsou na sebe navázány, takže při problému jednoho úkonu se začne zpoždění přenášet na další procesy

odbavování a celkově se zvyšuje čas potřebný pro bezpečné odbavení a odletu letadla. Jako příklad uvádím opět model Boeing B737-8.



Obrázek 17: čas úkonů při odbavení B737-8 [94]

5. LETECKÉ PALIVO

V dnešní době jsou nejvíce používaná paliva na světě letecký petrolej a letecký benzín.

5.1 Letecký petrolej

Letecký petrolej je nejrozšířenější letecké palivo, používané proudovými motory. Do určité míry je podobný lehké motorové naftě pro arktické klima, jeho kvalitativní parametry ale musí odpovídat jiným provozním podmínkám. Nejvíce používaný typ na světě je Jet A-1, který mrzne při $-47\text{ }^{\circ}\text{C}$, případně Jet B (s vyšší odolností nízkým teplotám). Je vhodný pro dlouhé mezinárodní lety a lety za polární kruh během zimy.

Letecký petrolej podléhá přísným kontrolám kvality, protože nelze připustit technickou závadu letadla způsobenou špatnou kvalitou paliva. [36]

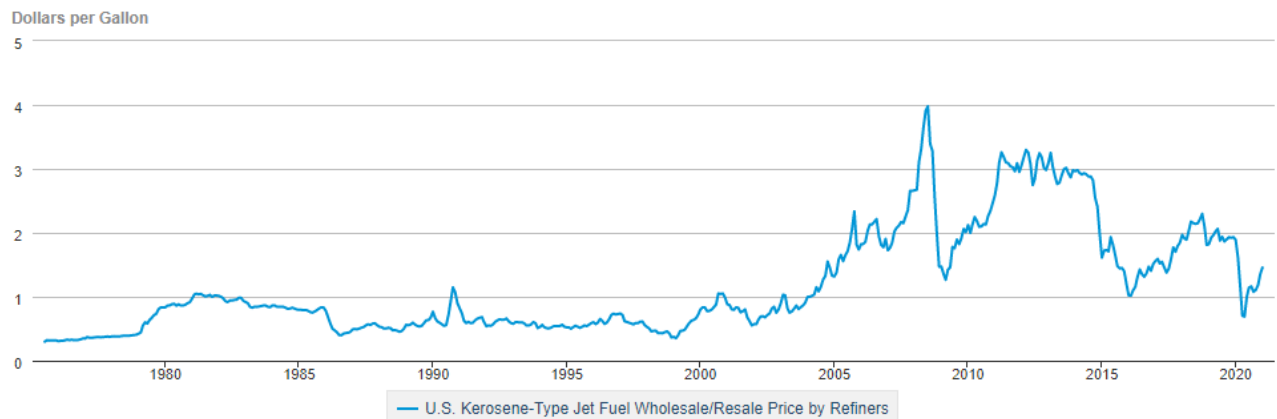
5.2 Letecký benzín

Letecký benzín má zkratku AVGAS, která vychází ze spojení anglických slov aviation gasoline. Je používán pro zážehové pístové motory převážně pro malé typy letadel a pro vrtulníky. Letecké benzíny mají oproti automobilovým nižší těkavost. Přísnější jsou také požadavky na jeho čistotu. Bezolovnaté typy benzínu se používají spíše pro menší a výkonově slabší letadla. Olovnaté typy se používají pro moderní letecké motory, především u malých vrtulových letadel. Letecký benzín má bod krystalizace okolo $-57\text{ }^{\circ}\text{C}$.

V minulosti se používaly paliva s obsahem olova až na úrovni $2,11\text{ g/kg}$. V dnešní době se používají environmentálně přijatelnější typy benzínu, nesoucí označení 100 LL s obsahem olova max $0,75\text{ g/kg}$ benzínu. [36]

Aircraft	Maximum fuel tank capacity (standard) [I]	Maximum fuel tank capacity (long-range version) [II]
<i>Turboprop</i>		
ATR 42	5,625	
ATR 72	6,173	
Dash 8-Q400	6,616	
<i>Jet</i>		
BAe 146	11,728	12,901
Embraer 170/190	11,525	16,013
B 737-500	20,105	23,170
A 320-200	24,210	30,190
B 737NG 600-900ER	26,020	
A 300-600 R	68,150	73,000
B 767-200/-200ER	63,000	91,400
DC 10-30	138,294	153,434
A 340-200	155,040	
B 787-8/-9	126,210	138,700
A 350-800/1000	129,000	156,000
A 330-200	139,090	
B 747-100B	183,380	
B 777-200LR	202,270	
A 340-500HG W		222,000
B 747-400/400 ER	216,840	241,140
B 747-8I	243,120	
A 380-800	323,546	352,000

Tabulka 15: kapacita nádrží u vybraných letounů [20]



Graf 4: vývoj ceny leteckého paliva v rozmezí 1970–2020+ (76)

5.3 Doprava a skladování paliva

Letecké palivo je dopravováno do zásobníků nebo k terminálům více způsoby:

- Potrubím přímo z rafinérie
- Tankerem nebo nákladní lodí
- Železniční dopravou za pomoci cisternových vagónů
- Nákladními kontejnery [20]

Některá letiště používají více než jeden způsob dopravy paliva z důvodu poruchy hlavního přepravního systému nebo z důvodu údržby. Přeprava paliva pomocí potrubí je typická pro velké letiště nebo pokud je situováno blízko rafinérie. Potrubní systém využívá například letiště Heathrow, Gatwick, Stansted a letiště Vídeň. Další způsob přepravy je pomocí tankerů nebo nákladní lodí, pokud je letiště situováno blízko velké řeky nebo na pobřeží. Takový systém využívá např. Frankfurt, Hong Kong a Shannon.

V případě železniční dopravy nemusí být letiště napojeno na veřejnou železniční trať. V mnoha případech má letiště pouze železniční vlečku, jak je tomu například u letiště v Praze a Bratislavě. V případě pražského letiště, vlečka obsahující 14-28 cisternových vagónů je schopna doručit 0,9-1,5 milionů litrů pohonných hmot. Skladiště paliva na letišti Praha má šest skladovacích nádrží a celkový objem 4,8 milionu litrů. Letiště plánuje rozšíření skladování pohonných hmot pro potřeby budoucí dálkové dopravy.

Doprava pohonných hmot pomocí cisteren je typická a výhodnější pro menší letiště. Skladovací kapacity paliva na letišti by měly být stanoveny v závislosti na spolehlivosti dodávek paliva a na změnách v poptávce. Množství paliva většinou odpovídá zásobě, v závislosti na potřebě, mezi 3-7 dny.

Podle IATA Airport Development Reference Manual by měly být skladiště pohonných hmot umístěny v areálu letiště a ne méně, než 100 m od nejbližší veřejné komunikace, pokud je to možné. V opačném případě musí být v areálu instalována cihlová nebo železobetonová zeď do výšky až 1,8 m. Sklad paliva dále nesmí rušit radary (odrazy). Výhodnější je umístění ve vzdálených částech, daleko od terminálů a veřejných prostor.

Skladování paliva vytváří potenciální nebezpečí, protože úniky mohou ovlivnit jak kvalitu podzemních a povrchových vod, tak půdní prostředí. Tomuto se dá předcházet dostatečnou kvalitou použitých technologií a konstrukčními opatřeními. [20] [14]

5.3.1 Distribuce paliva

Distribuci paliva na letištích do letadel lze provádět v zásadě dvěma způsoby. Jedním z nich je distribuce do letadel tankerem, druhým distribuce zabudovanými systémy (hydranty) přímo do letadel. Oba systémy mají své výhody i nevýhody. V současné době většina velkých mezinárodních letišť upřednostňuje distribuci pomocí hydrantového systému. Hydrantový systém by měl být navržen jako uzavřená smyčka pod odbavovací plochou nebo kolem terminálu. [20]



Obrázek 18: hydrantový systém plnění paliva [20]

V případě cisternové dopravy, cisterny a tzv. dispenzéry musí mít parkovací místo. Z pohledu provozovatele je nejvýhodnější parkovat cisterny co nejbližší odbavovacím plochám, aby byla zvýšená jejich efektivita a snížily se náklady. Pokud je parkoviště dále od odbavovacích ploch, cisterny navyšují provoz na letišti a tím vznikají další problémy, jako třeba v případě nehody a úniku paliva, případně vzniku požáru.

Další možností je takzvaný „free ramp concept“. Tankování je přímo z výdejních míst zabudovaných do letištní odbavovací plochy, ty jsou v jedné rovině s úrovní odbavovací plochy, pokud se zrovna nepoužívají. Takový systém využívá například Dubai International Airport nebo Beijing Capital International Airport.

Přestože letiště má k dispozici hydrantový systém, je vždy nutné mít k dispozici několik záložních cisteren v případě poruchy nebo údržby tohoto systému, aby byla stále zabezpečena doprava pohonných hmot do letadla stojící na odbavovací ploše nebo v hangáru. Cisterny taktéž slouží pro odčerpání paliva z letadla. [20] [14]

Výhody hydrantového systému:

- Vyšší požární a ekologická bezpečnost
- Nižší požadavky na potřebnou plochu tankování
- Menší potřeba pracovníků
- Rychlejší tankování letadla
- Snížení dopravy na letišti

Nevýhody:

- Vyšší počáteční investice
- Malá flexibilita
- Vysoká cena při poruše a následné opravě
- Potřeba několika cisteren [20]

5.4 Ekologie

I malý únik nebo rozlití paliva během tankování může mít stejné vážné následky jako větší únik paliva po poruše zařízení. Únik paliva je většinou způsoben špatným stavem používaného plnicího zařízení.

Únik paliva může vzniknout:

- Při přepravě nebo při skladování
- Z potrubí při nehodě
- Při doplňování paliva
- V hangárech při údržbách letadel [20]

Při úniku paliva na odbavovací ploše se palivo nejčastěji dostane do retenčních nádrží, kde se zadrží. V takovém případě musí být letiště vybaveno separátorem ropných produktů, který dokáže vyfiltrovat palivo od ostatních neškodných látek. [20]

5.5 Požární ochrana

Letecký benzín je zařazen mezi hořlaviny třídy I (nejvyšší hodnocení) a letecký petrolej do hořlaviny třídy II. Ke vznícení paliv může dojít nejen při kontaktu s ohněm nebo s materiály o vysoké teplotě, ale také ze statické elektřiny. Proto musí být při plnění paliva všechny části palivového systému utěsněny a uzemněny.

Pokud chceme neprodleně přerušit plnění letadla, existují k tomu 3 způsoby. Zaprvé ventilem typu „Dead Man“, nebo pomocí hydrantového ventilu umístěného v úrovni odbavovací plochy, nebo za pomoci tlačítka nouzového vypnutí paliva – Emergency Fuel Shutoff System (EFSO) [20]

5.6 Systém Letiště Praha

Systém pro zásobování a dopravu pohonných hmot na Letišti Praha se skládá ze 3 částí – stáčiště s železniční vlečkou v Kněževsi, centrální sklad a depo autocisteren, které jsou situovány přímo na letišti. Všechny tyto části jsou propojené potrubím.

V minulosti se na Letišti Praha plnilo palivo pomocí hydrantového systému, ale v 70. letech se zjistilo rozsáhlé zamoření spodních vod z důvodu velkého prosakování nádrží a systému a prokázala se nevhodnost vnitřní hermetizace betonových nádrží. Byly provedeny opravy, ale nakonec v 80. letech byl hydrantový systém zrušen. Jednak kvůli špatnému stavu systému a také proto, že na letišti byl zaveden tzv. NOSE-IN systém stání letadel.

Aktuálně je na letišti řešeno plnění letadel pomocí cisteren, které nepatří letišti, ale jedná se o Into-plane společnosti. Dohromady se jedná o 21 cisternových automobilů. Informace mi byly poskytnuty samotným letištem Praha. [37]

Rok	Množství paliva [l]
2005	377 149 483
2006	398 235 059
2007	402 723 842
2008	412 383 230
2009	390 108 219
2010	374 884 657
2011	382 122 916
2012	334 775 370
2013	320 227 420
2014	326 593 642
2015	349 778 913
2016	391 099 787
2017	447 310 282
2018	501 354 291
2019	515 449 464
2020	134 734 226

Tabulka 16: Množství spotřebovaného paliva na Letišti Praha 2005-2020, při 15 °C [37]

5.7 Posouzení vhodnost zavedení hydrantového systému plnění paliva na Letišti Praha

V roce 2017, na základě exkurzí, provedla studentka ČVUT Bc. Markéta Kafková výzkum, zdali je vhodné opětovně budovat na Letišti Praha hydrantový systém plnění paliva. Rozhodovala se na základě 4 hypotéz, já jsem vybral pouze 3:

- Hypotéza 1 – na letišti s ročním průtokem leteckého petroleje vyšším, než 500 mil. litrů je vhodné implementovat hydrantový rozvodný systém
- Hypotéza 2 – zavedení hydrantového rozvodného systému zvýší úroveň provozní bezpečnosti letišti
- Hypotéza 3 – zavedení hydrantového rozvodného systému zkrátí dobu průletu letadla [38].

5.7.1 Velikost letiště

Její práce uvádí, že rozhodujícím indikátorem pro volbu plnění paliva pomocí hydrantového systému nebo cisternami je počet pohybů letadel na letišti. Taktéž na problematiku nahlíží z hlediska skladby letadel odbavovaných na letišti a jejich letové trasy, protože pokud letí letadlo delší trasu, potřebuje natankovat větší množství paliva. Z toho vyplývá, že pro zavedení hydrantového systému je rozhodujícím faktorem dostatečný objem průtoku paliva.

Výsledky dotazníkového šetření						
Písmeno	Referenční rok	Počet pohybů	Přibližný počet plnění	Řádový průtok paliva	objem paliva na jedno nlnění	Hydrantový systém
		mvmt [-]	R [-]	FUI [mil. l]	FpRf [l]	
A	2012	153 295	76 648	425	5 545	ano
B	2016	86 047	43 024	184	4 271	ne
C	2016	108 200	54 100	285	5 259	ne
D	2016	99 337	49 669	456	9 182	ano
E	2016	75 038	37 519	161	4 291	ne
F	2016	397 799	198 900	2 000	10 055	ano
G	2016	45 456	22 728	174	7 660	ano
H	2016	41 079	20 540	50	2 455	ne
I	2016	192 944	96 472	444	4 602	ano
J	2016	67 746	33 873	142	4 205	ne
K	2016	160 904	80 452	358	4 448	ne
L	2011	50 329	25 165	230	9 140	ano
M	2016	85 169	42 585	95	2 235	ne
N	2016	378 150	189 075	1 453	7 684	ano
O	2016	28 464	14 232	50	3 527	ne
P	2016	414 234	207 117	3 338	16 115	ano
Q	2016	166 842	83 421	1 022	12 251	ano
R	2013	387 983	193 992	2 433	12 542	ano
S	2016	237 618	118 809	550	4 629	ano
T	2016	93 468	46 734	298	6 384	ano
U	2012	424 566	212 283	3 290	15 498	ano
V	2016	51 829	25 915	117	4 514	ne
W	2012	424 566	212 283	3 290	15 498	ano

Tabulka 17: vybraná letiště a jejich vlastnosti ve věci paliva [38]

Průzkum ukázal že z 23 letišť, primárně evropských, probíhá na 13 letištích plnění pohonných hmot pomocí hydrantového systému. 10 z těchto letišť mělo roční průtok paliva vyšší, než 425 mil. litrů leteckého petroleje, což je o 75 mil. litrů paliva méně, než bylo uváděno v hypotéze. Z tabulky 14 je zřejmé, že Letiště Praha v letech 2018-

2019 dosahovalo počtu více než 500 mil. litrů vydaného paliva, čímž se řadí do skupiny letišť, které by měly mít zavedený hydrantový systém [38].

První hypotéza byla potvrzena.

5.7.2 Úroveň bezpečnosti

Doprava a plnění paliva pomocí hydrantového systému je více bezpečná, než doprava a plnění paliva pomocí cisternových automobilů. Při pohybu cisteren po letišti a po odbavovacích plochách vzniká vysoké bezpečnostní riziko nehody.

Data byla získána ve spolupráci s organizační jednotkou Řízení kvality, safety a procesů Letiště Praha, a.s. Z jejich archívů bylo vybráno celkem 18 nehod, které souvisí s činnostmi plnění letadel palivem. Ty byly rozdělené na nehody, které se staly při stání letadel a ty, které vznikly při pohybu po odbavovací ploše.

Událost	Pravděpodobná příčina	Vliv velikostí plnicího vozidla na událost	Vysoké riziko požáru a ropné havárie
Kolize ACLPH a pásového nakladače	Lidský faktor	Ano	Ano
Poškození mobilního zdroje 400 Hz	Lidský faktor	Ano	Ne
Kolize ACLPH a tahače	Lidský faktor	Ano	Ano
Kolize vozíku a ACLPH	Lidský faktor / technická závada	Ne	Ano
Kontakt vozíku a ACLPH	Lidský faktor	Ano	Ano
Kolize nástupních schodů a ACLPH	Lidský faktor	Ne	Ano
Kolize MMP a plnicích schodů	Lidský faktor	Ano	Ano
Kolize MMP a ACLPH	Lidský faktor	Ano	Ano
Kolize pásového nakladače a ACLPH	Lidský faktor	Ano	Ano
Přesah ACLPH do pojezdové dráhy	Lidský faktor	Ano	Ano
Kolize dvou MMP	Lidský faktor	Ano	Ano
Poškození plnicího hrdla	Lidský faktor	Ne	Ano

Tabulka 18: nehody plnicích vozů, které se staly na stání letadel [38]

Událost	Pravděpodobná příčina	Vysoké riziko požáru a ropné havárie
Kontakt MMP s ACLPH při couvání	Lidský faktor	Ano
Kontakt MMP s ACLPH při mijení	Lidský faktor	Ano
Sbližení konce křídla a ACLPH při přetahu	Lidský faktor	Ano
Narušení stání letadla autocisternou	Lidský faktor	Ano
Náhlé zastavení plnicího vozidla	Technická závada	Ano
Kontakt ACLPH s nástupním mostem	Lidský faktor	Ano

Tabulka 19: nehody plnicích vozů, které se staly na odbavovacích plochách [38]

Na základě této analýzy bylo doporučeno zavedení hydrantového systému plnění paliva v důsledku nehod, které se staly a tím zvýšení bezpečnosti na letišti.

Tato změna bude mít vliv na handlingové společnosti, protože se zvětší manipulační prostor pro prostředky technického odbavení na odbavovací ploše letiště. Zároveň se sníží riziko kolize cisternových automobilů s letadly a jinými prostředky, které se pohybují po letišti. Tím by došlo celkově i ke snížení provozu na letišti. [38]

Druhá hypotéza byla potvrzena.

5.7.3 Doba průletu letadla

Pro co nejvyšší efektivnost letadla je potřeba co nejvíce zkracovat nedůležitý čas, který vzniká při manipulaci s letadly. Během technického odbavení se tedy dbá nejen na bezpečnost, ale také na zkracování času při odbavování. Při odbavování se postupuje dle daného harmonogramu, který se mění v závislosti na určitých faktorech. Kritickým faktorem je plnění paliva. Zde je dáno, že čím rychleji je palivo z cisteren natankováno do letadla, tím dříve mohou být vykonávány další úkony. Zároveň cisternový automobil zabírá velkou manipulační plochu v okolí letadla, která by bez jeho přítomnosti mohla být využita pro jiné účely.

Data byly čerpány z dokumentu *Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Planning* jednotlivých vybraných letadel. Byly použity cisterny s objemem nádrží 40 000 l, které odpovídají aktuálně používaným na Letišti Praha.

Letadlo	Množství paliva [l]	Počet cisteren (40 000 l)	Počet cyklů přistavení cisteren	Doba manévru přistavení a připojení [min]	Doba manévru odpojení a odjezdu [min]	Čistá doba plnění [min]
A320-200 neo	20 000	1	1	+2,5	+2,5	16
A330-200 A330-800	115 000	3	2	+8	+8	32
A330-300 A330-900	90 000	3	2	+8	+8	24
A340-500	178 000	5	3	+3	+3	30
A340-600	191 000	5	3	+3	+3	28
A350-900	100 000	3	2	+8	+8	36
A350-1000	100 000	3	2	+8	+8	36
A380-800	242 700	6	3	+8	+8	36

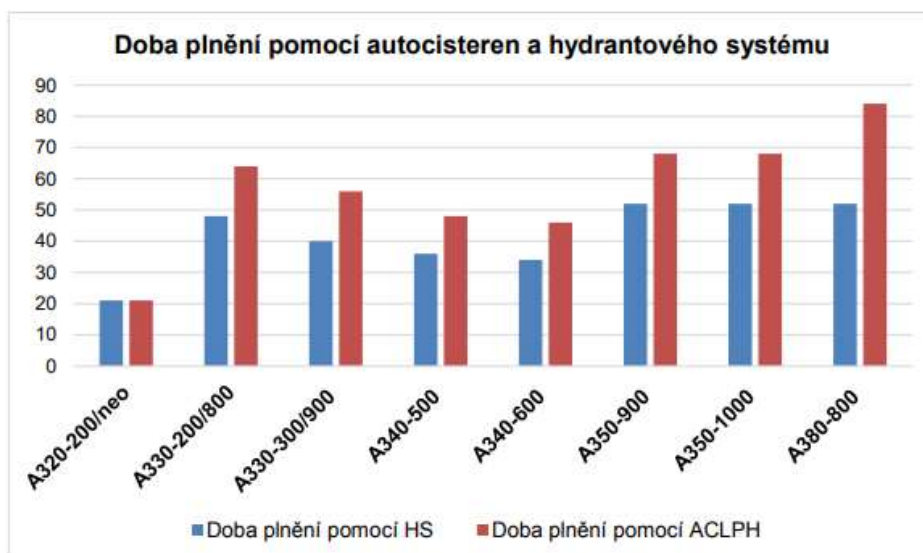
Tabulka 20: množství paliva na počet cisteren a časy plnění [38]

Z tabulky je patrné, že pro většinu zvolených letadel je potřeba více, než jedna cisterna o objemu 40 000 l. Tento způsob musí být dobře časově sladěn, a to kvůli dalším příjezdějícím cisternám k letadlu. V případě potřeby většího množství paliva než jaký lze zajistit plněním dvěma cisternami souběžně pod oběma křídly, dochází k značné prodlevě. Je to způsobeno odpojovacím a následně připojovacím cyklem stávající a následující cisterny. V takovém případě mají cisterny negativní dopad na manipulativní prostor kolem samotného letadla a zvýšení rizika vzniku nehody při pojíždění cisternových automobilů. Zavedením hydrantového systému by se plnění omezilo pouze na jeden mobilní hydrantový plnicí prostředek. Zároveň by se snížil náklad na obsluhu, zvýšil by se prostor pro manipulaci po odbavovací ploše a zvýšila by se bezpečnost eliminováním samotných cisternových automobilů.

Na základě všech těchto časových údajů byl spočten předpokládaný čas plnění letadel aktuálně probíhajících na Letišti Praha. Tento čas byl porovnán s předpokládanou délkou plnění paliva za pomoci hydrantového systému.

Letadlo	Celková doba odbavení [min]	Předpokládaná doba plnění včetně manévrů		Rozdíl času [min]	Podíl [%]
		Hydrantový systém [min]	Systém plnění pomocí cisteren [min]		
A320-200 neo	44	21	21	0	-
A330-200 A330-800	53	48	64	16	30,2
A330-300 A330-900	59	40	56	16	27,1
A340-500	59	36	48	12	20,3
A340-600	68	34	46	12	17,7
A350-900	61	52	68	16	26,2
A350-1000	70	52	68	16	22,9
A380-800	140	52	84	32	22,9

Tabulka 21: rozdíl časů plnění pomocí hydrantového systému oproti cisternám [38]



Graf 5: grafické znázornění rozdílů časů při plnění hydrantového systému oproti cisternám [38]

Na základě analýzy, která se zaměřila na časovou náročnost odbavení vybraných letadel z pohledu doplnění paliva se přišlo k výsledku, že hydrantový systém zkrátí dobu plnění průměrně o 23,9 % než je tomu při plnění pomocí cisternových automobilů. [38]

Všechny 3 hypotézy, které byly zkoumány pouze potvrzují fakt, že na pražském letišti by bylo vhodné zavést hydrantový systém plnění paliva. Jednalo by se o efektivnější, bezpečnější, ekologičtější, rychlejší a úspornější variantu než při stávajícím plnění paliva za pomoci cisternových vozů.

Třetí hypotéza byla potvrzena.

Na základě všech hypotéz, které byly zkoumány, se dospělo k závěru, že hydrantový systém plnění paliva by značně zredukoval čas potřebný k naplnění letadla LPH. Zároveň by byla zabezpečena vyšší bezpečnosti proti případným nehodám spojených s čerpáním paliva.

6. DEREGULACE A LIBERALIZACE LETECKÉ DOPRAVY

Deregulace v dopravě je proces, ve kterém je dovoleno dopravní společnosti volně působit na trhu, a to na základě odstranění většiny regulačních kontrol nad tvorbou cen a nad rozhodnutím, zda může dopravce vstoupit na trh či nikoliv a také, že ho může kdykoliv opustit.

Dříve se letecká doprava rozvíjela pod záštitou a dohledem vnitrostátních orgánů na základě mezinárodních oboustranných dohod. V Evropě to například znamenalo monopol národních dopravců a letiště ve veřejném vlastnictví a s veřejnou správou. Globální letecký trh byl vesměs rozdělen na menší vnitrostátní trhy. Časté monopoly nebyly přínosné, protože prakticky chyběla konkurence, což vedlo k zavedení vysokých cen letecké dopravy, i když poptávka po tomto typu dopravy se se zvyšujícím životním stylem stále zvětšovala.

K přísné regulaci leteckého odvětví od počátku provozu letadel vedla například technologická náročnost, nutnost koordinace poskytovatelů různých služeb, nutnost srovnatelných obchodních podmínek, potřeba vysoké profesionality i potenciální nebezpečí pro uživatele letecké dopravy a nezúčastněné strany. Postupem času se však poměry na trzích leteckých dopravců začaly uvolňovat. Byl odstraněn například vládní dohled nad cenotvorbou a přepravní kapacitou a letecké společnosti pomalu přecházely do soukromého vlastnictví.

Letecká doprava ale nadále zůstala řízena mezinárodními dohodami, které musely být implementovány do národních zákonů. Nově se ale mohly samotné letecké společnosti rozhodovat, do jakých destinací budou létat, kolik si za lety budou účtovat, jaké produkty a služby budou nabízet a jaká bude jejich cílová klientela.

Od poloviny 70. let muselo civilní letectví přejít z řízeného hospodářství k tržnímu hospodářství. Takto zákon o deregulaci letecké dopravy z roku 1978 přinesl úplnou liberalizaci tohoto trhu v USA. Na základě úspěchu v USA se začalo přemýšlet i o deregulaci evropského letectví. Ta začala v roce 1986 v rámci desetiletého procesu, který byl zahájen po přijetí Jednotného evropského aktu. Evropská deregulace probíhala v několik fázích. Zde byl proces zdlouhavější. Je to z důvodu, protože Evropa, na rozdíl

od USA, není jen jeden stát, ale byla fragmentována na jednotlivé vnitrostátní trhy. Největší podíl na liberalizaci evropského leteckého průmyslu měla Velká Británie. Hlavně proto, že se jedná o ostrovní stát a letecká doprava pro tento stát znamenala hlavní dopravní prostředek se zbytek světa. [39] [40]

Některé činnosti, související s leteckou dopravou, které podléhají regulaci:

- Bezpečnost provozu po stránce technické i lidského činitele
- Ochrana před protiprávními činy
- Přístup leteckých dopravců k trhu a s tím související ekonomické aktivity
- Usnadňování letecké dopravy v mezinárodním styku
- Poplatky za poskytování letištních a navigačních služeb dopravcům
- Ochrana životního prostředí
- Ochrana spotřebitelů [39]

6.1 Liberalizační balíčky

Jak již bylo zmíněno, transformace Evropy započala v roce 1986, kdy byl podepsán Jednotný evropský akt. Jeho cílem bylo vytvoření vnitřního společného trhu (tzv. předchůdce dnešní EU), který se vyznačoval volným pohybem zboží, služeb a kapitálu. Letecká doprava a její liberalizace do vnitřního trhu EU byla rozdělena do tří fází, kdy každá fáze odpovídá jednomu liberalizačnímu balíčku – multilaterální dohody.

6.1.1 První liberalizační balíček

První balíček byl schválen v roce 1987 a v platnost vstoupil k 1. ledna 1988. Tento balíček nechal v platnost systém založený na bilaterálních dohodách, ale zároveň uvolnil některá obecně závazná pravidla týkající se osobní letecké dopravy v Evropě. Jedním z pravidel bylo, že stát mohl jmenovat více než jednoho národního dopravce, který mohl operovat na lety na konkrétní trase. Balíček dále umožnil leteckým společnostem ze dvou různých zemí, které měly uzavřenou bilaterální dohodu, aby se dohodly na rozdělení kapacit v letadlech a dohodly se na vzájemných linkách. Dále zavedl tarifní pásma, jež umožňovala cenovou konkurenci, avšak v rozmezech multilaterálních limitů.

6.1.2 Druhý liberalizační balíček

Druhý balíček byl schválen v roce 1990 a jednalo se o rozšíření první balíčku. Umožňoval například přepravu neomezeného množství cestujících, větší svobodu při určování cen za přepravu a otevřel trasy na všechny letiště v rámci Evropského společenství. Druhý balíček byl také důležitý v garanci 3., 4. a 5. svobody vzduchu všem dopravcům.

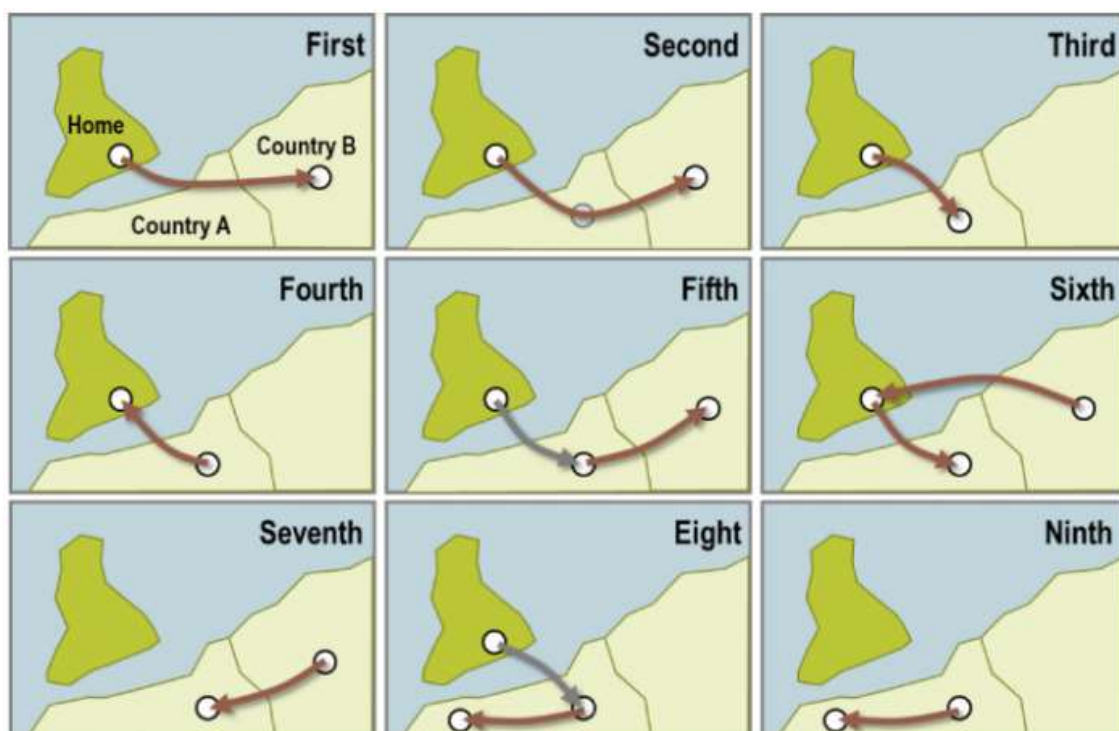
6.1.3 Třetí liberalizační balíček

Třetí balíček byl tím nejrozsáhlejším a nejdůležitějším, protože dokončil liberalizaci letecké dopravy v EU. Vstoupil v platnost 1. ledna 1993 a jeho cílem bylo dokončení tvorby jednotného trhu letecké dopravy.

Balíček umožnil přístup na všechny evropské trhy všem dopravcům členských států a nastolil volnou cenotvorbu, takže letečtí dopravci si mohli určovat tarify dle vlastního uvážení. Orgány EU si ponechaly právo zasáhnout do cen v případě predátorské cenotvorby – například když letecký dopravce stanoví dočasně příliš nízkou cenu služeb se záměrem likvidace konkurence nebo naopak příliš vysokým cenám, které neodpovídají nabízeným službám letecké společnosti. Dalším důležitým opatřením byla například antidiskriminační politika. To znamená, že pokud žadatel splňuje veškerá kritéria k dosažení dopravní licence, nesmí mu být odepřena. Taktéž udělil leteckým společnostem práva 7. a 8. svobody vzduchu. [41] [40]

6.1.4 Letecké svobody

Letecké svobody dávají aerolinkám, v různých variantách, právo vstupovat do letového prostoru jiného státu, přistávat na jeho území nebo nakládat či vykládat zboží a cestující.



Obrázek 19: devět leteckých svobod [78]

- První svoboda – právo letět přes území jiného stát bez přistání
- Druhá svoboda – právo přistát na území druhého státu z neobchodních důvodů
- Třetí svoboda – právo přepravy cestujících nebo služeb na území druhého státu
- Čtvrtá svoboda – právo přijmout cestující nebo zboží z druhého státu
- Pátá svoboda – právo vysadit nebo nabrat cestující či zboží na území prvního státu směřující do nebo z třetího státu
- Šestá svoboda – právo provozu letecké linky s mezipřistáním na vlastním území
- Sedmá svoboda – právo provozovat let mezi dvěma cizími státy
- Osmá svoboda – právo přepravovat cestující či náklad v druhém státě, i když let započal na území vlastního státu
- Devátá svoboda – právo provozování letu, který započal i končí na území druhého státu, aniž by započal na vlastním území [42]

6.2 Dopady liberalizace na letectví

Než započala deregulace letecké dopravy, bylo běžné, že stát měl jen jednoho národního dopravce, který měl výsadu vykonávat mezinárodní lety. Totéž platilo i o Československu do počátku 90. let. S nástupem volného trhu se začalo objevovat více a více nových leteckých společností, které se snažily chopit příležitosti. Deregulace znamenala pro klasické dopravce mnoho příležitostí. Rychle rostlo množství a frekvence letů, přibývaly spoje do nových destinací apod. Toto mělo negativní environmentální dopady. Protože se letecká přeprava stala více dostupnou službou, nastal problém s nedostatečnou kapacitou letišť. To dalo vzniknout novým modelům přepravy – Hub-and-Spoke a Point-to-Point. Druhý model byl typický hlavně pro nízkonákladové společnosti, které se po liberalizaci začali objevovat.

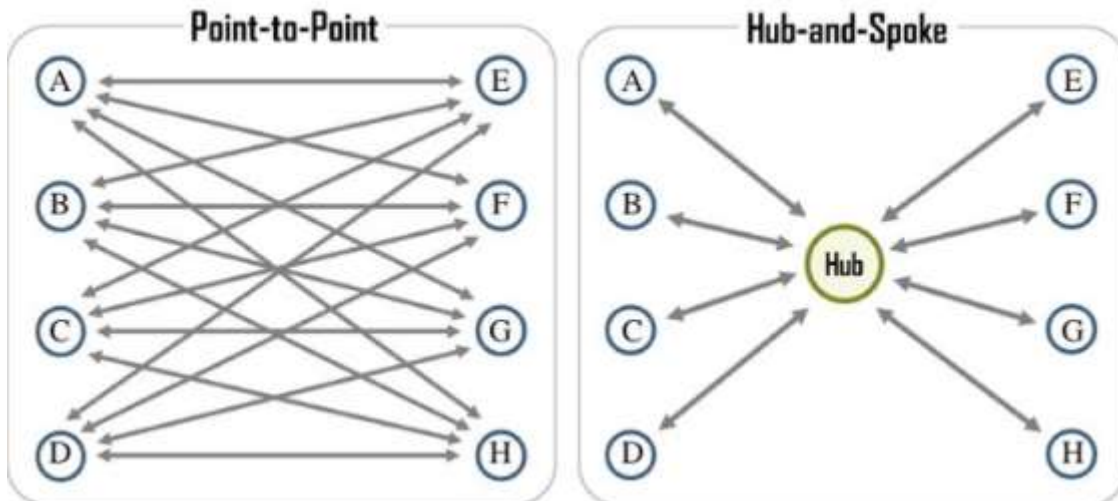
Jelikož byly odstraněny bariéry pro vstup na trh letecké dopravy, zvyšovala se konkurence, a to vedlo ke zlepšení nabízených služeb a hlavně snižování cen. Klasičtí dopravci viděli v nízkonákladových společnostech hrozbu, a proto začaly vznikat letecké aliance, které umožňovaly dělit se o kapacitu letadel a náklady spojené s provozem. [41] [40]

6.2.1 Hub-and-Spoke vs Point-to-Point

Jedná se o dva různé modely přepravy. Před deregulací byl typickým modelem právě Point-to-Point, to znamená, že letecké společnosti provozovali pouze přímé lety z bodu A do bodu B s minimálními přestupními možnostmi.

Znakem deregulovaného leteckého trhu byl vznik nízkonákladových společností, které začaly využívat právě Point-to-Point model. Zde dochází k obsluze velkého počtu destinací přímým spojením. Klasičtí dopravci si tento model nemohou dovolit hlavně z finančních důvodů, protože nízkonákladoví dopravci si vybírají převážně menší letiště, které nemají tak vysoké poplatky a nejsou přeplněné.

Klasičtí dopravci využívali Hub-and-Spoke model. Tento model obsahuje centrální letiště – Hub – to je využíváno jako hlavní uzel při přepravě cestujících. Spoke jsou poté lety, které začínají či končí právě v hubu. [40] [43]



Obrázek 20: Point-to-Point vs Hub-and-Spoke [77]

Výhodou Hub-and-Spoke je, že cestující má možnost se dostat do více destinací, pouze s jedním přestupem, než je tomu u Point-to-Point modelu. Velkou roli v tom hrají právě letecké aliance. Tento model se taktéž zasloužil za finanční úsporu a snížení letového provozu. Méně provozovaných letů má za následek úsporu paliva a snížení emisí. Huby jsou přínosné i pro cestovní ruch, kdy v okolí takového letiště vznikají hotely a restaurace, nabízí se více služeb, a to má za následek snížení nezaměstnanosti v okolí. [44]

Hub-and-Spoke měl výrazný vliv na počet tras obsluhovaných leteckými společnostmi. Po deregulaci se jejich počet výrazně zvýšil. Příkladem nám může být letiště v Dublinu, kdy v roce 1992 vedlo z toho letiště 36 tras, v roce 2016 již 127. [45]



Obrázek 21: letiště Dublin a jeho trasy 1992 vs 2016 [45]

Výhodou Point-to-Point modelu je zkrácení doby letu a zpoždění, jelikož nízkonákladoví dopravci nenabízí navazující lety. S tím souvisí úspora v rámci manipulace se zavazadly, jelikož dopravce pouze vyloží zavazadla ve finální destinaci a nemusí platit za přepravu do navazujícího letadla. Nevýhodou je právě využívání odlehlejších letišť a s tím spojená alternativní doprava z letiště do města. [46] [40]

6.2.2 Nízkonákladoví dopravci

Nízkonákladoví letečtí dopravci (*zkratka LCC*) jsou společnosti, které nabízejí levnější letenky výměnou za nižší kvalitu nabízených služeb během letu. Jsou považovány za jeden z největších důsledků regulace a liberalizace letecké dopravy. Jejich vznik byl vnímán jako veliké plus pro cestující i z nižších cenových kategorií, protože cestujícím nabídli nižší ceny a pravidelné spoje i do odlehlejších destinací (v angličtině je tento typ dopravy označován jako *low-cost carriers*). Tím, že nízkonákladoví dopravci začali obsluhovat více leteckých tras, létali i na letiště, kam obyčejný dopravce nelétal, zvýšili frekvenci letů a stali se v očích cestujícího spolehlivým způsobem dopravy, vyvolal mezi cestujícími velký zájem o způsob této dopravy. Díky tomu se z LLC stali rovní konkurenti klasických leteckých dopravců.

Kromě nízkých cen má většina nízkonákladových leteckých dopravců další typické charakteristiky, díky kterým dokážou snížit náklady. Je to například:

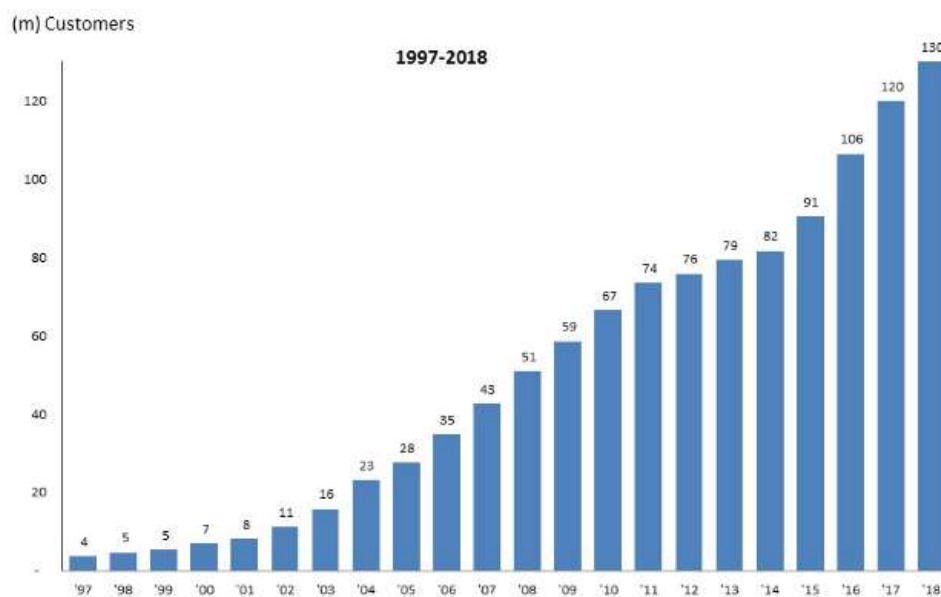
- Flotila založená pouze na jednom typu letadel – Boeing 737, Airbus 320. Díky tomuto jsou sníženy náklady na školení pilotů, snížené náklady na pořízení i údržbu
- Přísnější omezení pro přepravu zavazadel
- Menší spolupráce s cestovními kancelářemi
- Neexistuje jakákoliv návaznost s dalšími leteckými společnostmi
- Point-to-point přeprava
- Využívání sekundárních letišť
- Maximální denní vytiženost letadel
- On-line prodej letenek [47]

V tabulce níže jsou uvedeny nízkonákladové společnosti od roku 1995 do roku 2011, které začaly v Evropě provozovat svou činnost. Z tabulky je patrné, že mezi lety 1995-2011 vzniklo v Evropě 110 leteckých nízkonákladových společností, ale pouze 32 z nich provozovalo svou činnost i v roce 2011. Zbylých 78 zaniklo a 30 z nich zaniklo méně než rok po jejich vzniku. [48]

Total number of airlines entering LCC sector	110
Number of airlines remaining active in 2011	32
Total no. exits by LCCs in Europe 1995-2011	78
Number of LCCs that 'existed' for less than one year	30
Average duration of airlines that exited during the period*	3.4 years
Median duration of airlines that exited during the period*	3 years

Tabulka 22: počet leteckých společností 1995-2011 [48]

Asi nejznámějším LLC v Evropě se stala společnost Ryanair, která byla založena roku 1985. Počet přepravených cestujících touto společností mezi roky 1997-2018 je na obrázku níže. [49]



Graf 6: počet cestujících Ryanair 1997-2018 [49]

6.2.3 Letecké aliance

Aby klasičtí letečtí dopravci dokázali udržet krok s rychle rostoucím nízkonákladovým dopravcem, byla potřeba začít přistupovat k dopravě trochu jinak. V tomto důsledku začali vznikat Letecké aliance. Jedná se o dohodu mezi několika leteckými společnostmi jejichž hlavním cílem je posílení ekonomické a

konkurenceschopné stránky společností. První letecké aliance začaly vznikat v 90. letech minulého století. Rozsah a hloubka spolupráce se liší od aliance k alianci, ale v principu se jedná o:

- Koordinace letových řádů a harmonizace kapacit všech leteckých dopravců
- Sjednocení rezervačních a odbavovacích systémů
- Nabídka průběžných cen do destinací aliance
- Výhody cestujícím za využívání jejich společnosti
- Unifikace letového parku a opravárenských kapacit [47]

Pro zákazníka, tedy cestujícího, to znamená větší výběr z nabízených destinací, větší frekvence letů a taky nižší cenu za letenku a přepravu celkově. V rámci aliancí fungují letecké společnosti na modelu Hub-and-Spoke.

Za největší letecké aliance v dnešní době lze považovat:

- *OneWorld* – založená roku 1999 v New Yorku. Obsahuje 13 členských a 12 přidružených aerolinií, obsluhující 1012 letišť mezi 158 státy. Ročně přepraví 480 milionů cestujících.
- *SkyTeam* – založená roku 2000, Amsterdam. Obsahuje 19 členských a 2 přidružené aerolinie, obsluhuje více než 1150 letišť napříč 175 státy. Ročně přepraví 630 milionů cestujících. Součástí SkyTeamu je i ČSA.
- *Star Alliance* – založena 1997 ve Frankfurtu nad Mohanem. Obsahuje 26 členských a 40 přidružených aerolinií. Obsluhuje 1296 letišť napříč 195 státy světa. Ročně přepraví 762 milionů cestujících. Jedná se o největší světovou leteckou alianci. [50]

6.3 Dopady na letiště

Hlavními změnami ovlivňující strukturu letiště bylo slučování leteckých společností do globálních aliancí, intenzifikace vazeb a tendence k posílení hub-and-spoke systému. Důležitá ale byla také expanze nízkonákladových společností, na jejichž základě byly rozšiřována stávající letiště (převážně sekundární a regionální letiště). V některých případech byl zahájen provoz na zcela nových letištích, kde předtím nebyl komerční provoz. V Evropě se právě díky nízkonákladovým společnostem a novým

letištím mezi roky 1996–2004 zvýšil počet destinací s pravidelným leteckým provozem o 40 %. [51]

6.3.1 Sekundární letiště – vznik a vývoj

Vznik sekundárního letiště je podmíněn lokalizací hlavního letiště v dané spádové oblasti (např. Praha, Heathrow Londýn, Amsterdam). Důvody pro výstavbu či rozšíření nových letišť závisí výhradně na konkrétní lokalitě (např. letiště Luton bylo otevřeno z důvodů zvýšení kapacity na linkách v oblasti Londýna v období deregulace, mezitím letiště Bergamo fungovalo jako civilní a komerční letiště již od 80. let). Podle důvodů můžeme letiště rozdělit na dva typy:

- Satelitní letiště
- Nízkonákladová letiště

Na satelitní letiště se přesouvá část provozu z důvodů nedostatečných kapacit dráhového systému nebo odbavovacích terminálů hlavního letiště (Gatwick).

Nízkonákladová neboli low-cost letiště byla zrekonstruována nebo nově zřízena kvůli vysoké poptávce nízkonákladových dopravců, kteří sem směřují svůj provoz z důvodů nižších poplatků, než které jsou na hlavních letištích (Barcelona-Girona).

Taková letiště bývají většinou dále od centra města, někdy i v řádech několika desítek kilometrů. Sekundární letiště tak vznikají jako konkurence hlavním letištím, ale zároveň se díky jejich lokalizaci mimo hlavní centrum mění a překrývají spádové oblasti letišť stávajících.

Významnou roli v postavení letiště hraje jeho funkce, zdali se jedná o příjezdový nebo výjezdový region. Taktéž je velmi důležitá vzájemná poloha, vzdálenost, velikost a funkce letišť v okolí. Sekundární letiště vděčí za svůj název právě leteckým společnostem, jež zde zahájily provoz (Londýn-Stansted, Frankfurt-Hahn), ovšem někdy se takto pojmenované letiště stalo terčem nespokojenosti vlastníků primárních letišť a toto označení muselo být zrušeno (např. Bratislava-Vienna). [52]

Výstavba nových terminálů a letišť pro nízkonákladovou dopravu byl pro investory velký risk, jelikož v té době se v souvislosti s využíváním sekundárních letišť jednalo o neznámé a neprobádané odvětví. Nebyla zajištěna poptávka a samotné letiště nemělo

zajištěno cestující. Investice se následně vracely i z produktů, které nesouvisí s letectvím, tzv. sekundárních neleteckých produktů (autopůjčovny a parkoviště, občerstvení a služby atd). Společnost Ryanair šla v tomto směru metodou pokus-omyl, tedy zřizování a následné rušení nerentabilních linek.

Na některých linkách tvoří sekundární letiště a nízkonákladoví dopravci i více jak 50 % podíl veškerého provozu. [52]

Linka	Hlavní letiště	Konkurenční letiště	Podíl cestujících nízkonákladové společnosti na sekundárních letištích [%]
Londýn-Oslo	Oslo	Torp	25,8
Londýn-Benátky	Benátky	Treviso	40,4
Londýn-Řím	Řím-Fiumicino	Řím-Ciampino	34,1
Londýn-Frankfurt	Frankfurt	Hahn	20,7
Dublin-Birmingham	Birmingham	East Midlands	31,8
Irsko-Brusel	Brusel	Charleroi	66
Dublin-Londýn	Heathrow	Stansted, Luton, City, Gatwick	53,1
Dublin-Glasgow	Glasgow	Prestwick	66,4
Dublin-Severozápadní Anglie	Manchester	Liverpool, Leeds, Blackpool	45,5

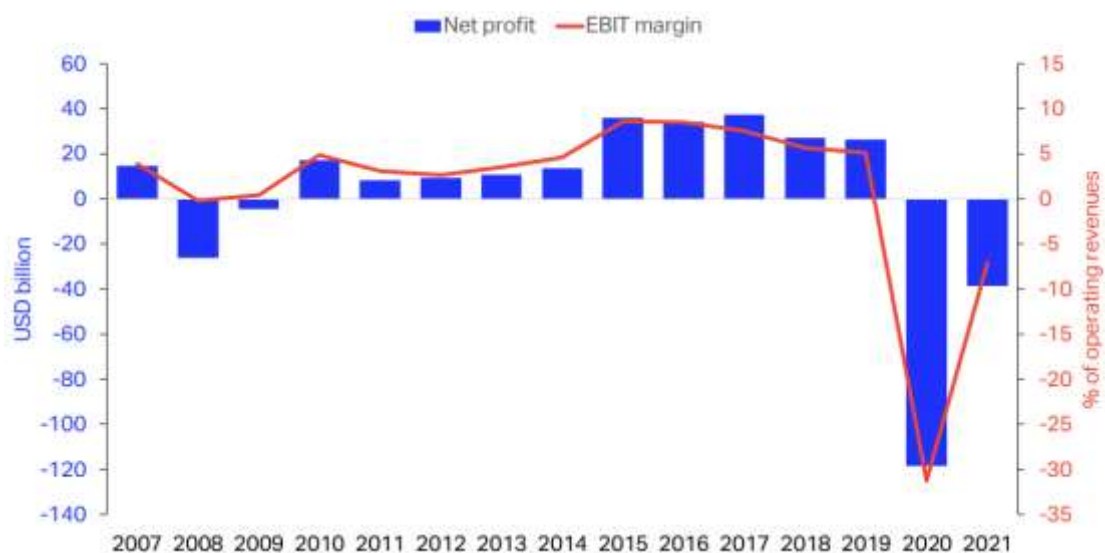
Tabulka 23: podíl sekundárních letišť na vybraných trasách v roce 2003 [53]

Lze tedy říct, že nízkonákladové společnosti využívají primární letiště jenom tak, kde není jiné možnosti. V opačném případě preferují letiště s nižšími náklady. Díky této poptávce byly na některých stávajících hlavních dopravních uzlech vytvořeny nové low-cost terminály. Ty jsou jednodušší konstrukce a s omezeným množstvím a kvalitou služeb. [52]

7. COVID 19

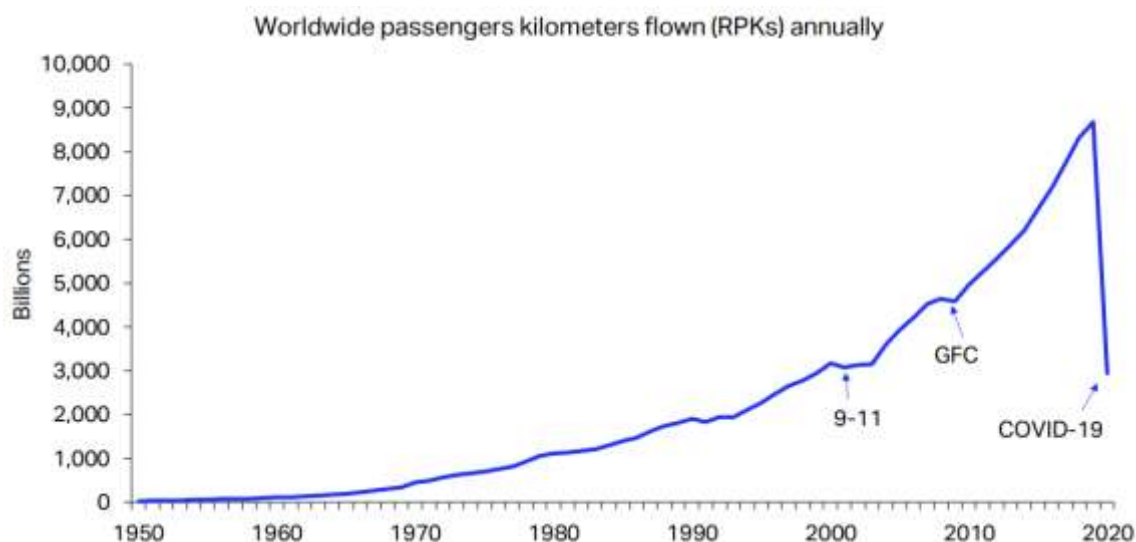
Aktuálně největší dopad na celosvětovou ekonomiku má virus nesoucí název Covid-19. Jedná se o vysoce infekční onemocnění, které je způsobeno koronavirem SARS-CoV-2. První zmínka tomto typu onemocnění pochází už z 60. let minulého století. Tento typ viru způsobuje infekci horních dýchacích cest, která se při neléčení může rozšířit po celém těle, napadnout plíce a může způsobit smrt.

Poprvé byl koronavirus oficiálně objeven v Číně v prosinci 2019, 11. března 2020 vyhlásila WHO světovou pandemií a od této doby se šíří po celém světě, kde napáchal velké, až katastrofální ekonomické škody, které budou mít obrovský dopad na následujících pár let. Pandemie se nevyhnula ani letectví, kde způsobila obrovské finanční ztráty. Počty letů se snížily o 95 %, mezinárodní cestující prakticky vymizeli. Právě na turistický průmysl budou mít tyto efekty devastující dopady. [54]

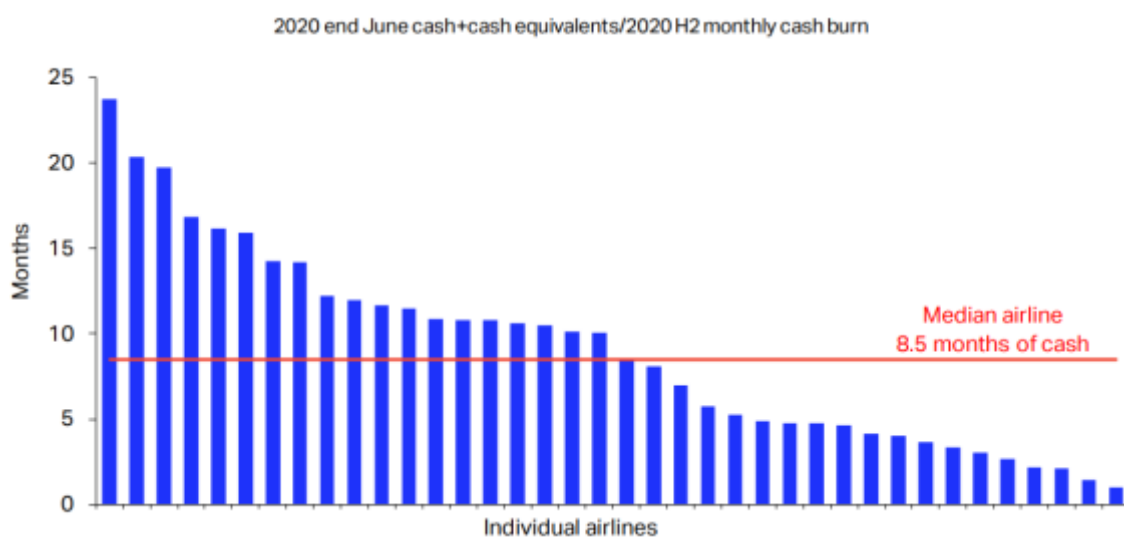


Graf 7: čistý zisk leteckého průmyslu a EBIT (Earning before taxes/zisk před zdaněním)

IATA uvádí, že Covid-19 je největší šok, který zasáhl letectví od druhé světové války. Odhaduje, že globální RPK (revenue passenger-kilometers) se v roce 2020 snížil o 66 %. Dále se uvádí, že k 24. listopadu 2020 poskytly jednotlivé vlády celosvětově finanční pomoc leteckým společnostem a letištím ve výši 173 miliard USD. [55]

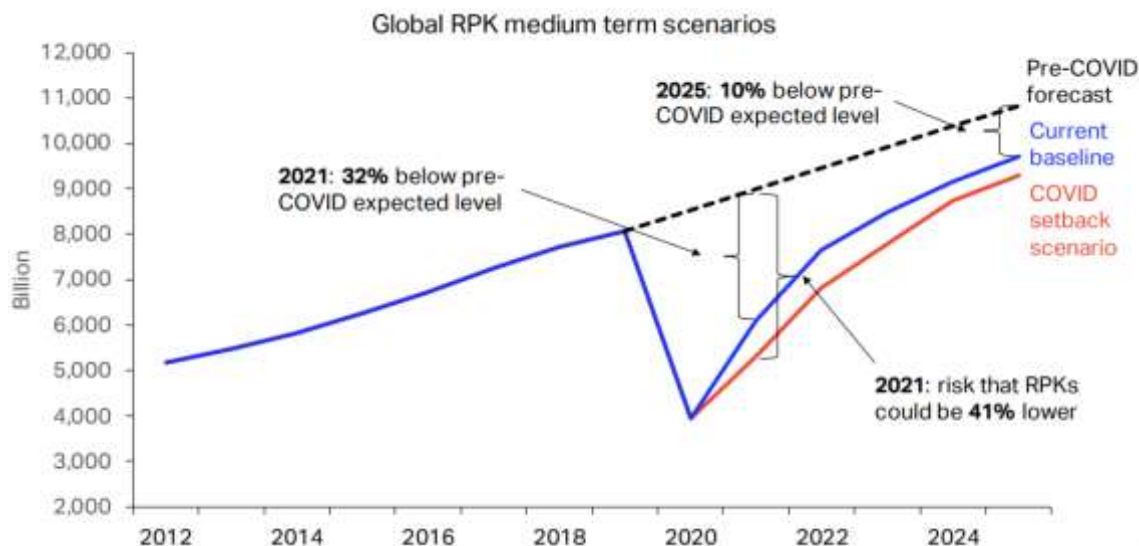


Graf 9: celkový počet uletěných kilometrů všemi cestujícími [55]



Graf 8: peněžní zásoba vybraných letišť [55]

V grafu 6 je vidět, jak se vybrané události promítly na počtu uletěných km. Po teroristických útocích 11. září 2001 a globální finanční krizi (GFC) nebyl pozorován nijak závažný propad. V aktuální krizi ale je vidět rapidní propad oproti standardu. Graf 7 vyobrazuje finanční zásoby jednotlivých letišť, které mají k dispozici. Poukazuje na fakt, že průměrně mají letiště finanční zásoby na chod a provoz cca 8,5 měsíce.



Graf 10: návrat RPK po onemocnění covid-19, predikce [83]

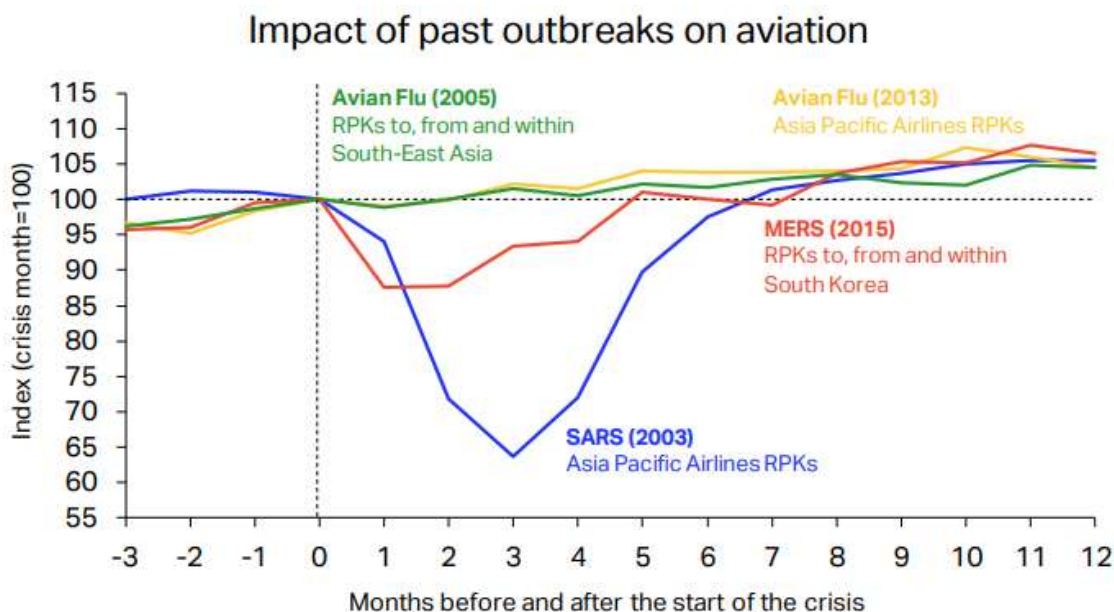
7.1 MERS

Jedná se o virové onemocnění, které bylo poprvé identifikováno v Saudské Arábii v roce 2012 a většina případů byla právě na Středním východě. Některé případy se objevily i v Asii, konkrétně v Jižní Koreji a Thajsku. V Jižní Koreji významně ovlivnil letecký provoz. Dle IATA se zde provoz začal vracet do normálu již po 2 měsících, po 6 měsících došlo k návratu na původní úroveň. [56] [57]

7.2 SARS

Historie ukazuje, že onemocnění SARS byla nejzávažnější epidemie ovlivňující objem provozu v posledním období. První zemi, kde byl SARS objeven, byla Čína a převážně Asie byla nejvíce zasažena. Celosvětově zemřelo na toto onemocnění cca 800 lidí. Na vrcholu ohniska (květen 2003) měsíční RPK (revenue passenger-kilometers) asijsko-pacifických leteckých společností byly nižší o cca 35 % než před krizí. IATA uvádí, že asijsko-pacifické letecké společnosti ztratily kvůli SARS asi 8 % ročního provozu, což je stálo zhruba 6 miliard USD. [56] [57]

Z grafu 5, který odkazuje na výše zmíněné pandemie, je patrné, že návrat k normálním trendům v období pandemií nastal v řádu několik měsíců od první zmínky této pandemie.



Graf 11: dopady vybraných krizí na letectví [56]

Pandemie tohoto typu se nedaly předvídat, přišly z ničeho nic, a proto se na ně nedá nijak připravit. Většina leteckých společností se domnívala, že několik týdnů nebo snad měsíců bude stačit k vyřešení situace. Proto se rozhodly nezbavovat majetku a ponechat si většinu zaměstnanců, i když by se jim začaly kumulovat okamžitě velké finanční ztráty. O měsíc později si všichni mysleli, že zájem o cestování se vrátí v říjnu 2020. Firmy si zajistili likviditu a přijali vládní pomoc. Ale změny se nedočkaly a v červenci si všichni začali uvědomovat, že tato krize potrvá déle a letecké společnosti byly nucené začít spořit, jak to jen jde. Proto se zbavují přebytečných letadel, personálu a zdrojů, které plánují najímat zpátky, až bude situace příznivější.

Velký problém je i predikce budoucího vývoje v letectví a globální ekonomické sféře. Podle grafu 5 se IATA domnívá návratu ke standartní růstové křivce někdy mezi roky 2023-2024. Lze předpokládat, že přežijí jen ty letecké společnosti, které byly v dobrém stavu již před krizí, a zároveň ty, které dosáhly na státní podporu.

Dalším důsledkem je vyřazování velkých čtyř motorových letadel a jejich nahrazování menšími typy. Tento trend probíhá již delší dobu, ovšem tato pandemie

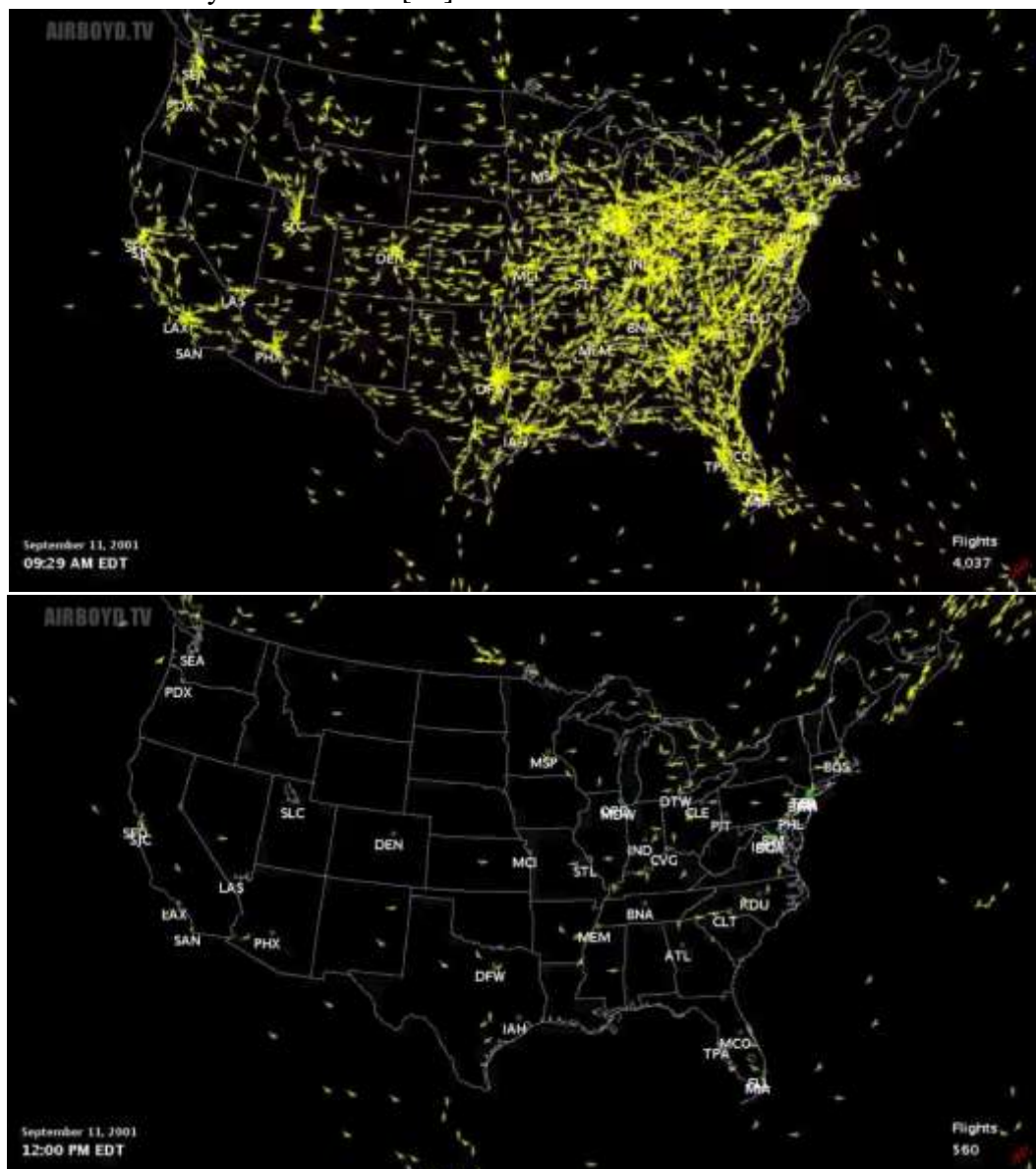
situaci jen urychlila. Otázkou zůstává i situace ohledně low-cost společností. Jejich model je postaven na maximálním využití kapacity sedaček provozovaných letadel. Jednoduše, letadlo musí být plné, aby společnost vydělávala.

S přihlédnutím k hrozícím ztrátám pracovních pozic v řádu desítek, možná stovek milionů a těžko představitelným finančním škodám, které byly v září roku 2020 odhadovány na 8 bilionů USD (asi deset procent světového HDP), lze s určitostí konstatovat, že se letectví změní. Lidé budou i nadále toužit spatřit zahraniční destinace a nadále budou cestovat. Mohou ale nastat globální změny v cestování a povinnostech cestujících, kteří budou nuceni pro cestování podstupovat zdravotní vyšetření, nebo mít vízové povinnosti. [54]

8. TERORISMUS

Tato kapitola je věnována změnám, které bylo nezbytné přijmout po teroristických činech. Zaměřím se asi na největší teroristický útok v dějinách letectví.

11. září 2001 došlo na východním pobřeží USA k několika leteckým haváriím, které měly dalekosáhlé důsledky. 19 teroristů uneslo 4 letadla, dvě z nich narazila do World trade center, jedno narazilo do Pentagonu a poslední spadlo do polí nedaleko Shanksville v Pensylvánii. V reakci na vzniklé situace, FAA zavřela v 9:12 veškeré letiště v okolí New Yorku, v 9:40 bylo nařízené zavření veškerých letišť na území USA a veškerá letadla byla uzemněna. [58]



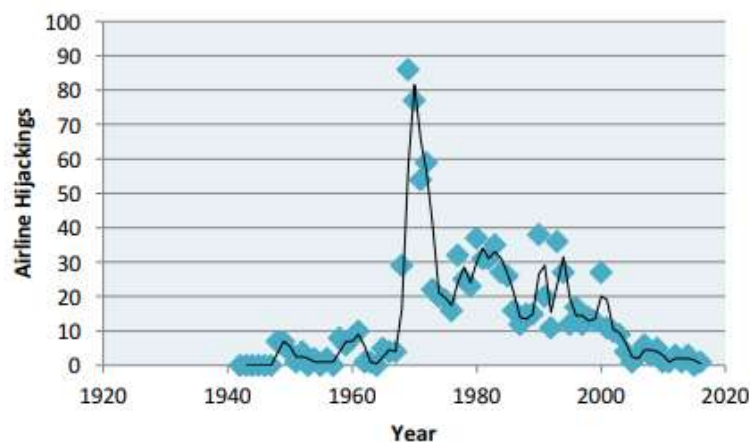
Obrázek 22: letecký provoz nad územím USA v 9:29 a 12:00 [84]

Zpráva New York Comptrollers Office z roku 2002 odhaduje náklady na fyzické poškození tohoto útoku na 55 miliard USD. Dow Jonesův Index okamžitě klesl o 7,13 %, cena ropy klesla z 23,77 USD na 15,95 USD za barel. Letecký průmysl přišel o zhruba 5 miliard USD. Čtyřdenní odstavení leteckého provozu, který byl vyhlášen okamžitě po útocích, stál letectví 1,4 miliardy, ale velké obavy cestujících o létání způsobil další ztráty. Výsledkem bylo, že během této doby bylo zaparkováno 1000 letadel a tisíce zaměstnanců bylo propuštěno. 22. září byla poskytnuta půjčka ve výši 22 miliard USD leteckým společnostem. [58]

Letištní kontroly před 11. zářím nebyly nijak náročné. Byly rozdělené na kontroly soft a hard. Hard kontrola se zaměřovala na skenování zavazadel a skenování cestujících před vstupem na palubu. Dle zdrojů bylo ale pouze 5 % zavazadel kontrolováno na přítomnost výbušnin. FAA uvádí, že zhruba 20 % veškerých nebezpečných předmětů nebylo pomocí skenování zaznamenáno. Soft kontrola se skládala ze seznamu „no-fly“ cestujících a systému Computer-Assisted Passenger Pre-screening System (CAPPS). Ten dokázal identifikovat podezřelé nákupy letenek a upozorňoval na možné riziko.

Po 11. září byla přijata rozsáhlá opatření. Byly provedeny úpravy jak na letištích, tak v letadlech. Zavazadlo bylo detailně kontrolováno pomocí skenovacího systému, který měl 4 části: Explosive Detection System (EDS), Explosive Trace Detection (ETD) zařízení, psi vycvičení na rozpoznání výbušnin a fyzická kontrola zavazadel.

TSA (Transportation Security Administration) představila nový skenovací systém, který dokázal identifikovat cestující, kteří představují bezpečnostní riziko. Dále byl představen systém Secure Flight, který shromažďoval informace o cestujících a TSCD (Terrorist Screening Center Database). [59]



Obrázek 23: počet unesených letadel od rok 1920-2020 [59]

Nejvíce postiženy byly vnitrostátní americké lety, kde ještě po 4–5 měsících byla poptávka nižší o 31 %. Vypukla cenová válka mezi velkými společnostmi a vznikly nové, ultralevné low-costy, díky čemu se snažily společnosti přilákat cestující zpět. Ale ještě po pěti letech zůstávala poptávka o 7,4 % nižší než dříve.

Určitým důvodem byly zvýšené bezpečnostní kontroly na letištích, které jsou zdoluhavé a poměrně nepříjemné a přes to, že zvyšují bezpečnost, je to svým způsobem překážka. Dříve na vnitrostátních amerických letech nic podobného neexistovalo. Dalším zajímavým efektem bylo dlouhodobé snížení cen letenek zhruba o deset procent. Vliv na mezinárodní leteckou přepravu byl výrazně nižší. [54]

8.1 Následky

Tento čin vedl ke komplexnímu zpřísnění bezpečnostních prohlídek a detekčních kontrol, včetně kontrol zavazadel ručními detektory výbušnin, a dbal na větší kontrolu zapsaných zavazadel. Dále byl vypracován seznam zakázaných a nebezpečných předmětů, které nesměly pokračovat s cestujícím na palubu, a to ani v zapsaných zavazadlech. Zajímavostí bylo i sepsání všech teroristických organizací po celém světě a jejich členů.

V USA byl vytvořen nový bezpečnostní systém. Byla vytvořena stupnice stavu ohrožení, od cestujících byly brány otisky prstů a jejich fotografie, byly zaváděny nová víza. Bylo zřízeno ministerstvo vnitřní bezpečnosti, Centrum monitorování terorismu, Centrum shromažďování údajů o hrozbě a Správa pro bezpečnost dopravy. Tyto opatření nakonec začaly zavádět veškeré letiště po celém světě pro zvýšení bezpečnosti.

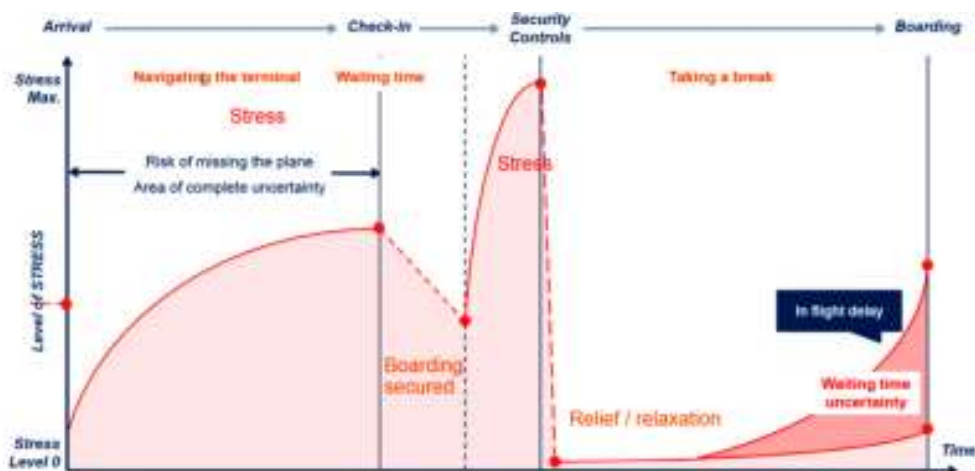
Jak se kladl větší důraz na kontrolu cestujících a zavazadel, začal se klást důraz i na nové bezpečnostní vybavení letišť. Krom průchozích detektorů kovů a rentgenů se začaly zavádět i ruční detektory kovů a detektory stopových částic výbušnin.

Dle konstrukce zařízení lze zařízení pro kontrolu cestujících rozdělit:

- Rámové detektory kovů
- Detekční rentgeny pro kontrolu zavazadel
- Detekční rentgeny pro kontrolu cestujících
- Průchozí chemické analyzátory

- Ruční detektory kovu a ruční chemické analyzátoři

Všechny tyto opatření mají za úkol snížit počet teroristických činů a zvýšit bezpečnost cestujících na letišti a v letadle. Negativní dopad tohoto kroku je zajisté časové zpoždění, které vzniká v důsledku přísnějších kontrol před vstupem do neveřejného prostoru letiště. I když se vyvíjí nové postupy při odbavování, nebo se zřizuje více míst pro kontrolu cestujících, stále se bude jednat o časové zdržení. Dalším negativním vlivem je stres, který vzniká těsně před podstoupením kontroly.



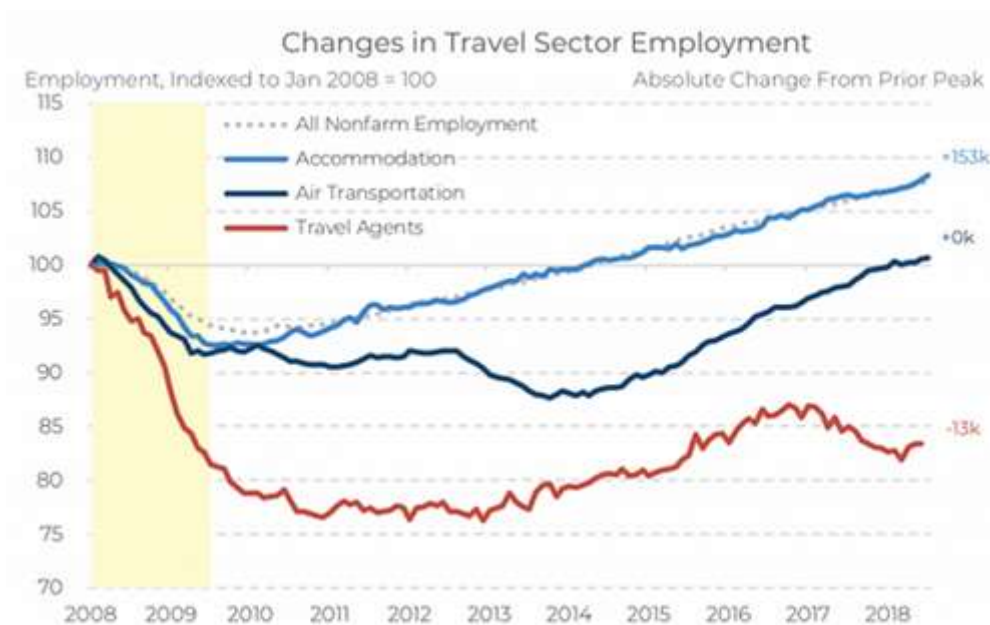
Obrázek 24: úroveň stresu při různých procesech na letišti

Bohužel, v důsledku pandemie není možné provádět žádné výzkumy přímo na letišti. Určitě by byly zajímavé výsledky při měření času v procesu odbavení a následného pokusu o zefektivnění tohoto procesu tak, aby se zkracoval samotný čas.

9. EKONOMICKÁ KRIZE 2008

Globální finanční krize, která začala v roce 2008, měla na světové letectví taktéž velký dopad. Od ledna 2007 do března 2009 ztratili akcie leteckých společností 68 % hodnoty, akcie hotelů, resortů a výletních lodí 74 %. Lidé začali šetřit na výdajích, které byly nezbytné, zkracovali nebo dokonce rušili dovolené a v korporátní sféře se také utahovaly opasky s následným snížením obchodního cestování. [54]

Letecké společnosti, převážně v USA, prošly v letech 2010-2013 fází bankrotů, restrukturalizace a konsolidace, což zpomalilo nábor nových zaměstnanců. Nejvíce byly zasaženy hotely, motely a kasina, která propustila během let 2008-2009 144 000 pracovníků. Letecký průmysl v USA byl po několika letech konečně schopen vydělávat, a to hlavně díky rekordnímu počtu cestujících (849 milionů v roce 2017), nižším cenám a příznivé ceně ropy. [60]



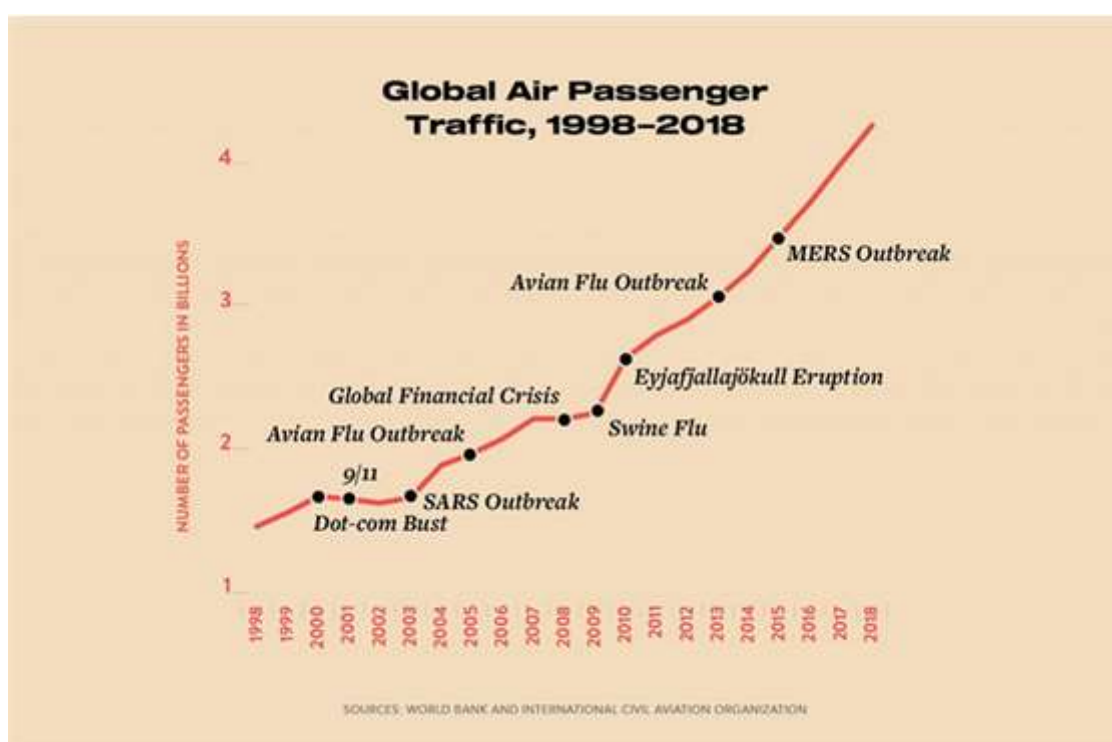
Graf 12: vývoj zaměstnanosti v sektoru cestovního ruchu (USA) [60]

Tato finanční krize se nevyhnula ani České republice, konkrétně osudu Českých aerolinií, které po letech nezájmu svého vlastníka a nedostatečné kvality vedení prodělaly bankrot na podzim roku 2014. Z kdysi významné firmy zbyly jen trosky. Dnes provozuje hrstku letadel pod jménem svého bývalého konkurenta Travel Service (Smart Wings). [54]

Ve světě došlo jen mezi roky 2008-2009 k poklesu obsazenosti letadel o 7,4 % s velmi rychlým důsledkem na zaměstnanost – SAS (Scandinavian Airlines) propustily 8 600 zaměstnanců, Aeroflot 2 000 a United Airlines 9 000.

Dalším důsledkem této krize byla diskuse, která se zabývala posouzením nutnosti státu mít vlastního leteckého dopravce.

Zasažena byla všechna odvětví, ne jenom letectví. Dle IATA bylo snížení marže největší od roku 1930. Cestování ekonomickou třídou propadlo o 9 %, vyššími třídami o 25 %. V následujícím roce po vypuknutí ekonomické krize zbankrotovalo třicet leteckých společností. [60] [54]

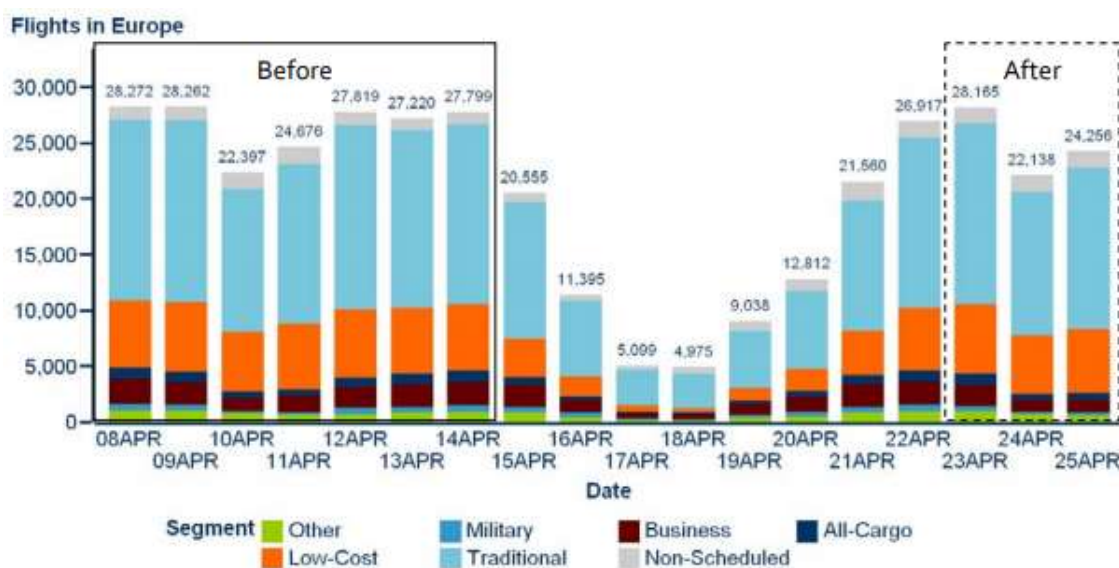


Graf 13: Vývoj letecké dopravy v letech 1998-2018 [54]

10. ERUPCE SOPKY EYJAFJALLAJÖKULL

Eyjafjallajökull je název sopky nacházející se na jihu Islandu. Po celou dobu její existence je sopka poměrně aktivní, největší aktivita byla ale zaznamenána v roce 2010, kdy projevy vulkanické aktivity dosáhly maxima a sopka vyvrhla do ovzduší tuny sopečného popela. To mělo v období od 14.-22. dubna za následek značné omezení letecké dopravy nad Evropou a v severoatlantickém regionu. Erupce sopky se objevily i krátce v květnu daného roku, ovšem ty již neměly takový dopad na leteckou dopravu.

Dubnová krize způsobila zrušení více než 100 000 letů a až 10 milionům cestujících nemohlo v důsledku této erupce cestovat. Květnová krize, trvající zhruba 8 dní, přidala zhruba dalších 7 000 zrušených letů. Tento celkový počet zrušených letů představuje 50 % objemu letů, v období 17.-18. dubna bylo zrušeno dokonce 80 % letů. [61] [62]



Graf 14: počet letů v Evropě v období 8.-25. dubna [61]

Dubnové statistiky jsou zkreslené dodatečnými lety, za pomoci kterých se letecké společnosti snažily přepravit cestující. Ty probíhaly v období od 19.-25. dubna. Již 19. dubna bylo vypraveno na 645 dodatečných letů. Celkový počet pak činí 5 285 letů.

Nejvíce zasaženými státy této krize byly Švédsko, Finsko, Dánsko, Velká Británie, Irsko a Francie, kde bylo v období 15. – 22. dubna zrušeno 71 % - 81 % všech letů. Vzdušný prostor nebyl uzavřen například v Řecku a Portugalsku. Ovšem i tyto státy

pocitily značný pokles letecké dopravy, z důvodu uzavřených vzdušných prostorů ostatních zemí. [61] [62]

Státy	15.4 [%]	16.4 [%]	17.4 [%]	18.4 [%]	19.4 [%]	20.4 [%]	21.4 [%]	22.4 [%]	Celkem [%]
Rakousko	15	61	98	99	76	53	21	0	52
Česká republika	12	87	98	98	89	66	28	5	60
Dánsko	60	87	99	99	97	91	40	16	72
Finsko	39	90	98	100	93	96	82	64	81
Francie	20	67	87	92	77	54	16	0	51
Německo	20	84	98	99	96	81	40	2	64
Irsko	54	94	98	10	100	90	48	8	74
Nizozemsko	53	96	98	99	98	75	33	1	68
Norsko	92	73	92	77	44	50	15	34	57
Švédsko	54	84	99	99	83	80	57	32	71
Švýcarsko	13	64	98	98	94	61	23	2	56
UK	74	95	99	99	99	93	38	6	74
Řecko	11	32	47	42	12	0	0	0	19
EU27	27	62	80	83	72	56	25	5	50

Tabulka 24: procentuální pokles letecké dopravy jednotlivých států mezi 15.-22. dubna [61]

Nejvíce zasaženým sektorem byly tzv. low-cost letecké společnosti. Ty ztratily během 8denní krize na 61 % letů, představující 48 % všech letů. Nejméně bylo zasaženo obchodní letectví s poklesem provozu o 34 %. Podobná situace nastala i při květnové krizi, ale v mnohem menším měřítku. [61]

V důsledku kompenzačních faktorů je těžké určit celkový ekonomický dopad na letecký průmysl. Dubnové uzavření vzdušného prostoru způsobilo leteckým společnostem ztrátu 1,7 miliard USD. British Airways a Air France-KLM přišli denně o 20 milionů liber během pěti nejvíce omezených dnů. Celkově pak letecké společnosti přišli o 200 milionů USD denně. Evropská ekonomika přišla asi o 650 milionů USD a ekonomika Spojených Států Amerických o 450 milionů USD. Celkově tak krize přišla na 2,8 miliardy USD. [61] [63]

Krize měla i dočasný dopad na poptávku po pohonných hmotách. IATA například uvádí pokles poptávky po leteckých pohonných hmotách o 1,2 milionů barelů, což odpovídá hodnotě přibližně 100 milionů amerických dolarů. [61]

Při erupci sopky Eyjafjallajökull se postupovalo dle aktuálních omezení, které byly nařízeny. Jednalo se například o nulovou toleranci vulkanického popela v ovzduší. To

znamenal, že i nepatrná stopa tohoto popela zapříčinila uzavření vzdušného prostoru. To je zároveň hlavní důvod, proč byla uzavřena tak velká oblast vzdušného prostoru nad Evropou a taky proč uzavření trvalo tak dlouho.

Ze strany leteckých společností byl vyvíjen tlak na evropské letecké úřady, aby se změnila pravidla pro provozování leteckých linek při podobných krizích způsobených výbuchem sopky. Bylo totiž jasné, že stávající postupy pro situace kontaminace vulkanickým popelem jsou nedostačující. Na základě toho ICAO zřídilo Mezinárodní úkolovou jednotku pro vulkanický popel (IVATF – International Volcanic Ash Task Force) jejímž úkolem bylo koordinovat situace spojené se sopečnou erupcí a sopečným popelem obsaženým ve vzduchu. Hned na prvním zasedání bylo zrušeno pravidlo nulové tolerance, které bylo nahrazeno tolerancí $2\text{mg}/\text{m}^3$ vulkanického popela v ovzduší.

V praxi to znamená, že pokud koncentrace vulkanického popela v ovzduší nepřekročí hodnotu $2\text{mg}/\text{m}^3$, nebude tento vzdušný prostor uzavřen. V opačném případě bude tento vzdušný prostor uzavřen, včetně okolního prostoru sahajícího do vzdálenosti 60 NM (111 km). IVATF byla roku 2012 ukončena. [61] [64] [63]

Vulkanický popel, který se dostane až na letiště má pro chod špatný vliv. Popel pokryje veškeré vzletové a přistávací dráhy, pojezdové dráhy, taktéž stání pro odbavení letadel a další prostory. Jsou sníženy ovládací prvky samotného letadla. Letištní návěstidla, značení, cedule a další jsou vlivem nánosu popela špatně až celkově neviditelné, což znesnadňuje orientaci po letišti. S tím souvisí celková špatná viditelnost na letišti a při pohybu letadel se situace ještě zhoršuje kvůli rozvíření popela.

Celkově se dá říct, že popel způsobuje problémy, které se neshledávají se schopností dalšího bezpečného operování letiště a je potřeba ho dočasně uzavřít.

11. SCHENGENSKÝ PROSTOR

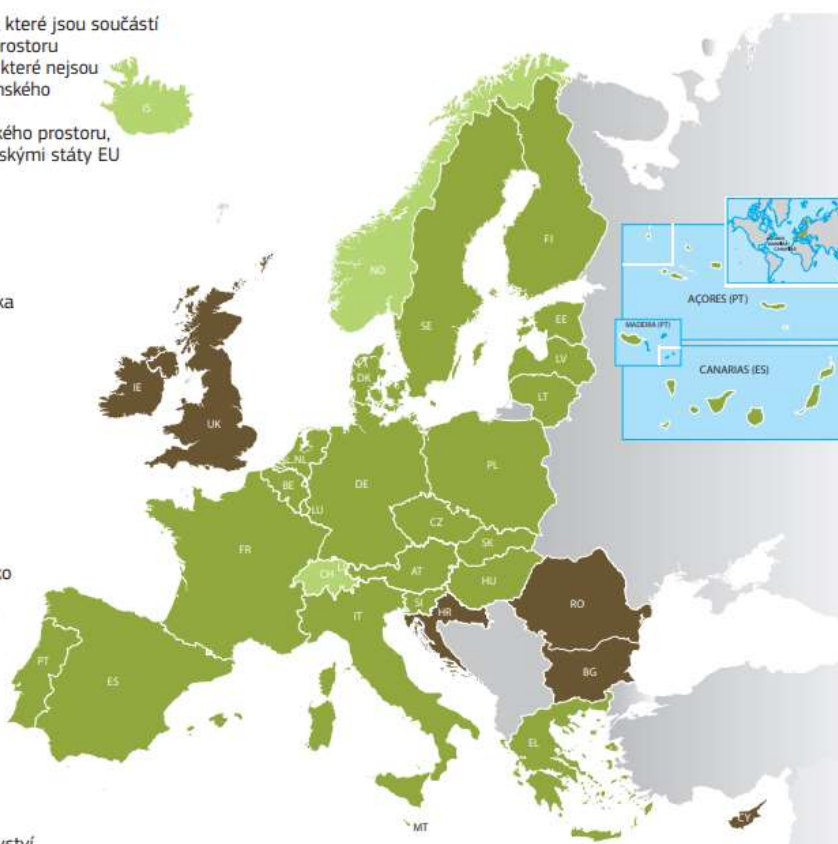
Jedná se o společný prostor některých evropských států, mezi kterými nejsou vykonávány hraniční kontroly při přechodu státních hranic a je tak dovolen volný pohyb obyvatel a zboží mezi státy smluvních zemí schengenského prostoru. Schengenská smlouva byla podepsána 14. června 1985. Země, které podepsaly tuto smlouvu, využívají společné postupy a pravidla při krátkodobých pobytech z vnějších států, při žádostech o azyl a také při ochraně společných hranic. Obnova vnějších hranic je povolena, ale pouze v případě vážné hrozby a ohrožení občanů daného státu.

Jak již bylo řečeno, zrušením vnitřních hraničních kontrol bylo občanům usnadněno překračovat státnice hranice. To bohužel platí i pro pachatele trestných činů a teroristů. Je proto potřeba, aby státní orgány smluvních států spolupracovali v boji proti zločinu. Členské státy taktéž musí společně hlídat vnější hranice schengenského prostoru. Za vnější hranice se nepovažují jenom hraniční přechody, ale také mezinárodní letiště, přístavy a železniční stanice. [65] [66]

Schengenský prostor

- Členské státy EU, které jsou součástí schengenského prostoru
- Členské státy EU, které nejsou součástí schengenského prostoru
- Státy schengenského prostoru, které nejsou členskými státy EU

AT	Rakousko
BE	Belgie
BG	Bulharsko
CH	Švýcarsko
CY	Kypr
CZ	Česká republika
DE	Německo
DK	Dánsko
EE	Estonsko
EL	Řecko
ES	Španělsko
FI	Finsko
FR	Francie
HR	Chorvatsko
HU	Maďarsko
IE	Irsko
IS	Island
IT	Itálie
LI	Lichtenštejnsko
LT	Litva
LU	Lucembursko
LV	Lotyšsko
MT	Malta
NL	Nizozemsko
NO	Norsko
PL	Polsko
PT	Portugalsko
RO	Rumunsko
SE	Švédsko
SI	Slovinsko
SK	Slovensko
UK	Spojené království



Obrázek 25: členské státy schengenského prostoru [79]

Schengenská dohoda nevznikla naráz, měla dvě části. **První Schengenská dohoda** vznikla v roce 1985 za účelem fyzického uvolnění zboží a služeb na hraničních přechodech, jelikož se zde zboží hromadilo kvůli dvojité kontrole. Zboží sice nebylo proclíváno, avšak bylo kontrolováno z hlediska konformity s podmínkami uvedení na trh v daném státě, ale i z důvodu zdanění.

První Schengenská dohoda tento problém tak úplně neřešila, pouze zrušila kontrolu dokladů převáženého zboží (nákladního listu) a pro občany překračující státní hranice zavedla zelené disky s nápisem „nic k proclení“. Důležitým aspektem první Schengenské dohody byl závazek smluvních stran řešit komplexně problematiku přepravy zboží, a to ve věci zrušení kontrol zboží a osob na vnitřních hraničních přechodech. [65]

Druhá Schengenská dohoda (Schengenská úmluva) vstoupila v platnost roku 1995 a od té doby se k ní přidala většina členských států EU. Schengenská úmluva spočívá na třech hlavních zásadách:

- Fyzické uvolnění pohybu zboží a osob uvnitř schengenského prostoru. Kontroly i nadále existují, jen se již neprovádí na státních hranicích
- Zpřísnění kontroly zboží a osob na vnější hranici schengenského prostoru a přijímání dalších opatření
- Jsou přijímána kompenzační opatření, která harmonizují a usnadňují spolupráci státních orgánů a jejich předpisů ve věci zadržení nebezpečného zboží, opatření ke kontrole osob a zboží, spolupráci bezpečnostních složek apod. [65]

11.1 Schengenský informační systém (SIS)

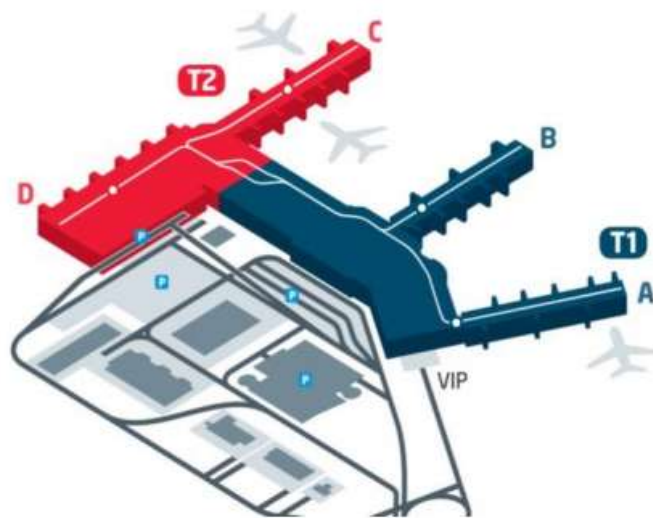
SIS je informační databáze schengenského prostoru, na níž jsou napojeny veškeré bezpečnostní složky, včetně pohraniční policie. Jeho hlavním úkolem je pátrání po osobách, které jsou trestně stíhány, po pohřešovaných osobách nebo osobách, kterým není povolen vstup do schengenského prostoru. Jsou do ní ukládány veškeré údaje osob, které jsou získávány při běžných kontrolách, čímž je usnadněno monitorování jejich pohybu. Dále obsahuje přehled ztracených dokladů, odcizených zbraní, falešných

peněžích apod. Tyto informace jsou dostupné všem, kteří jsou připojeni na systém, do 120 sekund a jsou srozumitelné ve všech jazycích. Dbá se na ochranu osobních údajů.

V roce 2013 byl zprovozněn SIS II. Jedná se o vyspělejší systém, který je rozšířen o další monitorovací prvky jako např. biometrie otisku prstů, fotografie a evropského zatykače. Systém obsahuje aktuálně více než 46 milionů záznamů. [67] [68]

11.2 Dopad na letiště

Hlavním rozdílem, který plyne pro cestující, kteří cestují v rámci schengenského prostoru a pro cestující přilétající mimo tento prostor je v kontrole. Cestující, kteří cestují mimo schengenský prostor se musí připravit na důkladnější kontroly, které v sobě zahrnují i další proces – pasová kontrola. Spousta letišť pro tento typ cestujících má vyhrazený zvlášť prostor, jako třeba celé letecké terminály (např. Letiště Praha, dle obrázku, využívá pro cestující mimo schengenský prostor terminál 1, zatímco pro cestující v rámci schengenského prostoru využívá prostory terminálu 2). V důsledku toho je potřeba při navrhování letiště počítat s touto variantou a plánovat tak letištní systém.



Obrázek 26: rozdělení terminálů Letiště Praha [80]

12. VÝBĚR LETIŠŤ STŘEDNÍ EVROPY

V této kapitole se pokusím porovnat středoevropské letiště, které jsou podobné hlavnímu letišti v Praze. Při výběru letišť jsem bral v potaz počet odbavených cestujících, počet pohybů letadel, počet drah apod. Vybraná letiště budou posuzována v období od 2015 do 2020.

V této kapitole jsem záměrně použil i data z roku 2020, kdy vypukla celosvětová pandemie COVID-19. Použita byla z důvodu ukázky a porovnání, jak moc se podepsala pandemie na jednotlivých faktorech a letištích celkově.

Vybraná letiště:

Pořadí	ICAO zkratka	IATA zkratka	Název letiště	Stát
1.	LKPR	PRG	Vaclav Havel Airport Prague	Česká republika
2.	LOWW	VIE	Vienna International Airport	Rakousko
3.	EDDM	MUC	Munich International Airport	Německo
5.	EDDB	BER	Berlin Brandenburg Airport	Německo
4.	LHBP	BUD	Budapest Ferenc Liszt International Airport	Maďarsko

Tabulka 25: porovnávaná letiště

12.1 Vaclav Havel Airport Prague

Letiště Praha je největší veřejné mezinárodní letiště ČR a jedno z největších letišť střední Evropy. Nachází se na severozápadní části Prahy a je situováno mezi dálnicemi D6 a D7.

Celkem disponuje 4 hlavními terminály:

- Terminál 1 – lety mimo schengenský prostor
- Terminál 2 – schengenský prostor
- Terminál 3 určený pro VIP a privátní lety
- Terminál 4 využívající armáda pro státně důležité lety

Letiště disponuje dvěma funkčními RWY – 06/24 s délkou 3 715 m a 12/30 s délkou 3 250 m. Tyto RWY se kříží a nelze je používat obě zároveň. Letiště používá převážně na přílety a odlety RWY 06/24, druhá dráha se prakticky nepoužívá, pouze při provádění údržby na hlavní RWY. Je to hlavně z důvodů, že letecký koridor pro tuto dráhu vede přes hustě obydlené části Prahy.

Oficiální stránky Letiště Praha uvádí, že kapacita terminálů je 15,5 milionů cestujících ročně. Přes terminál 1 lze přepravit 3 200 zavazadel za hodinu, terminál 2 dokáže přepravit 4 750 zavazadel za hodinu a terminál 3 120 zavazadel za hodinu. Celkem se na třech terminálech nachází 51 bran. [69]

Letiště má dlouhou dobu v plánu postavit paralelní dráhu s dráhou 06/24, ovšem tento plán je stále pouze jen na papíře a počátek stavby je v nedohlednu. Díky této dráze by se navýšila kapacita letiště, co do počtu odbavených cestujících, tak pohybů letadel na letišti. Zároveň by se zvedla významnost samotného letiště jakožto důležitého dopravního uzlu.

Základní informace o této výstavbě:

- Délka RWY – 3 550 m
- Šířka RWY – 45 m, 75 m (včetně postranních pásů)
- Celkový počet přepravených cestujících za rok – 21,2 mil.
- Celkový počet pohybů letadel za rok – 274,5 tis [27]

Doprava na je velikou nevýhodou pražského letiště. Pro spojení letiště s městem lze použít pouze automobil, autobus, případně taxi. Aktuálně zde není navedeno metro ani jiná železniční doprava.

12.2 Vienna International Airport

Letiště Vídeň je největší a nejrušnější letiště v Rakousku. Nachází se 18 km od centra Vídně a cca 40 km od Bratislavy. Spádová oblast letiště zasahuje hluboko na Moravu, Slezsko a Slovensko. Díky jeho významnosti a lokaci, cestující preferují lety z Vídně, než například z Bratislavy nebo Brna.

Letiště se skládá ze 4 terminálů:

- Terminál 1 – používám aliancemi OneWorld a SkyTeam
- Terminál 1A – pro nízkonákladové dopravce
- Terminál 2 – je v rekonstrukci
- Terminal 3 – slouží hlavně rakouské Austrian Airlines a alianci Star Alliance

Letiště aktuálně disponuje dvěma RWY – 11/29 s délkou 3 500 m a šířkou 45 m, a 16/34 s délkou 3 600 m a šířkou 45 m. Směry 29 a 16 patří do kategorie CAT IIIb. V plánu je stavba třetí dráhy, která bude paralelní s dráhou 11/29 a bude umístěna jižně od letiště. [70]

Na letiště, kromě automobilové a autobusové dopravy, se lze dostat i pomocí vlaku, nesoucí označení City Airport Train (CAT), který jezdí v pravidelných intervalech z dopravního uzlu Vídeň střed a cesta na letiště trvá pouhých 16 minut. [71]

12.3 Munich International Airport

Letiště se nachází u stejnojmenného města v Bavorsku a jedná se o druhé nejrušnější letiště v Německu – v roce 2019 obsloužilo necelých 50 mil. cestujících. Je to významný letecký uzel pro společnost Lufthansa a důležitou křižovatkou pro Star Alliance.

Letiště má dva terminály:

- Terminál 1 – obsahuje 6 hal (A-F) – využívají jej třeba Air Berlin, British Airways
- Terminál 2 – používám členy Star Alliance – využívají jej Lufthansa, Thai Airways
- Terminál 2 Satelitní

Letiště disponuje dvěma RWY – 08R/26L o délce 4 000 m a šířce 60 m, a 26R/08L o délce 4 000 m a šířce 60 m. Do budoucna se plánuje se třetí dráhou, která má zvýšit počet pohybů letadel ze stávajících 90 na 120 za hodinu. Má být situována na severovýchodě od stávajících drah a bude s nimi paralelní.

Na letiště vede dobré dopravní spojení, vede tudy dálnice A 92. Lze tedy dojet bezpečně za pomoci osobního automobilu, který lze zaparkovat na jednom z 30 000 parkovacích míst, nebo za pomoci autobusových linek, které jezdí každých 20 minut, 365 dní v roce z centra Mnichova. Je možné i železniční dopravy, přesněji linek S1 a S8, které spojují letiště s centrem Mnichova a jezdí každých 10 minut. [72]

12.4 Berlin Brandenburg Airport

Mezinárodní letiště Berlín se nachází ve stejnojmenném městě v Brandenburku. Leží zhruba 18 km na jihovýchod od města a slouží jako základna pro letecké společnosti easyJet, Eurowings a Ryanair. Letiště nahradilo ostatní 3 letiště v okolí (Tempelhof, Schönefeld a Tegel) a stalo se třetím nejrušnějším letišťem v Německu. Letiště dostalo licenci na provozování až v roce 2020, takže se jedná o jedno z nejmladších letišť v Evropě.

Letiště aktuálně disponuje 3 terminály:

- Terminál 1 – je úrovně rozdělen. Úroveň 1 (brány A01-A20, B01-B20) slouží pro cestující v rámci schengenského prostoru. Úroveň 2 (brány C01-C19, D01-D17) slouží pro cestující vně schengenského prostoru. Operují zde easyJet, Lufthansa, Air France, British Airways, Turkish Airlines, Qatar Airlines, United Airlines
- Terminál 2 – nachází se v severní části, obsahuje sekce B30-B45. Nejvíce využíván Wizz Air nebo Eurowings.
- Terminál 5 – v severní části letiště, skládá se z bývalých terminálů letiště. Aktuálně mimo provoz.

Letiště Berlin – Brandenburg má dvě paralelní dráhy, které od sebe jsou vzdáleny 1 900 m a jsou tedy na sobě nezávislé. Severní dráha 07L/25R je upravená dráha starého letiště. Její délka činí 3 600 m a šířka 45 m. Jižní dráha 07R/25L disponuje délkou 4 000 m a šířkou 60 m.

Na letišti se dostat auty, autobusy, vlaky, podzemní dráhou a plánuje se i napojení pomocí levitujícího vlaku, který se pohybuje pomocí magnetů. Letiště disponuje zhruba 10 000 parkovacími místy. [73]

12.5 Budapest Ferenc Liszt International Airport

Letiště Budapešť je největší a nejdůležitější letiště Maďarska. Je po Frankfurtu, Vídni a Praze čtvrté nejrušnější letiště ve Střední Evropě. Leží jihovýchodně od Budapešti a jeho vzdálenost činí 16 kilometrů. Jako základnu si letiště vybrala společnost Wizz Air a základnu zde má i společnost Ryanair.

Letiště disponuje 4 terminály:

- Terminál 1 – pro charterové a soukromé lety
- Terminál 2A – pro cestující v rámci schengenského prostoru
- Terminál 2B – pro cestující mimo schengenský prostor
- Sky Court – budova, která spojuje Terminál 2A a 2B. Taktéž slouží pro čekání a pro nakupování.

Letiště má dvě paralelní dráhy, které obklopují hlavní budovu. Dráha 13L/31R se nachází v severní části, délka činí 3707 m a šířka 45 m. Dráha 13R/31L má délku 3010 m a šířku 45 m. [74]

Na letiště se dá dostat pomocí osobních automobilů, pomocí veřejné dopravy – linka 100E a 200E, pomocí taxi, taktéž za pomocí železničního spojení. Působí zde i společnost Flixbus, která je schopná cestující dovézt do širokého okolí, včetně mezinárodních cest. [75]

13. ANALÝZA VYBRANÝCH UKAZATELŮ JEDNOTLIVÝCH LETIŠŤ

V předchozí kapitole byla stanovena základní letiště, pro které bude tvořena analýza. Ta se bude zabývat srovnáním výkonových ukazatelů každého letiště. Toto srovnání bylo rozděleno po letech, od roku 2015-2020 včetně. Záměrně jsem vybral i statistiky z roku 2020, kdy veškerá letiště byla zasažena pandemií. To proto, aby bylo vidět, jestli a jak se pandemie podepsala na výkonových charakteristikách letišť.

Většina informací, které jsou v této analýze, jsou čerpána z oficiálních stránek jednotlivých letišť, převážně z výroční zpráv daného roku. Ovšem některé hodnoty nemusí být přesné, a to kvůli jejich postrádání na oficiálních stránkách letišť. Pro tyto potřeby byly použity méně ověřené internetové stránky.

13.1 Výkonové ukazatele

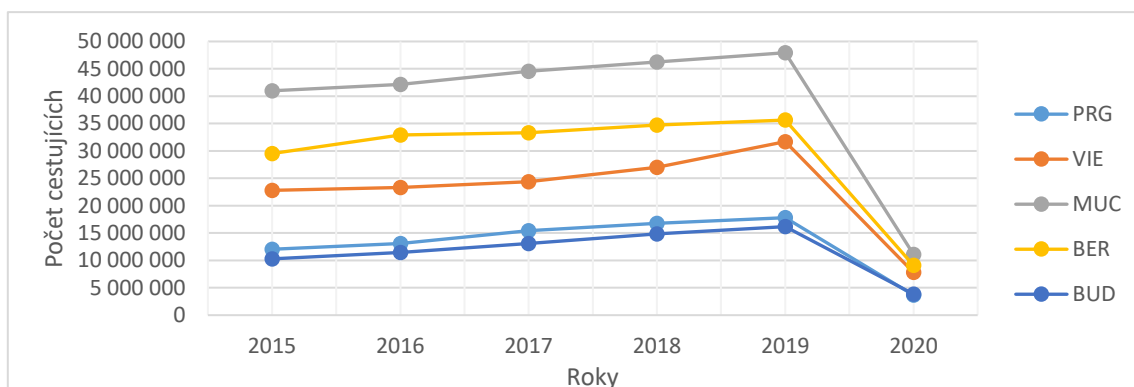
Pro srovnání jednotlivých letišť jsem zvolil na základě svého uvážení tyto ukazatele:

- Celkový počet odbavených cestujících
 - o Průměrný počet odbavených cestujících za den
- Celkový počet mezinárodních a vnitrostátních cestujících
- Celkový počet pohybů letadel
- Průměrný počet cestujících v jednom letadle
- Počet mezinárodních a vnitrostátních letů
- Celkové množství přepraveného zboží
 - o Průměrný počet odbavených tun nákladu za den
- Počet přímých destinací letiště
- Počet zaměstnanců

Veškeré informace k následujícím grafům se nachází v příloze č.1 a č.2.

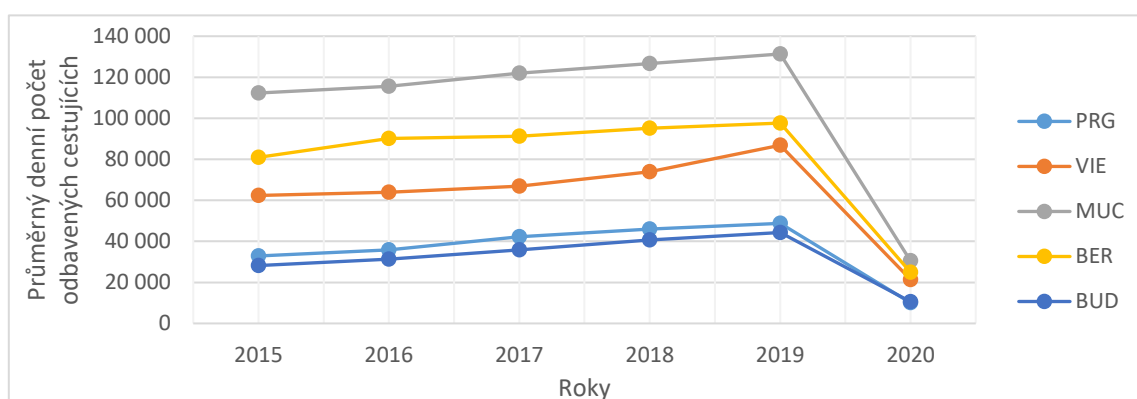
13.1.1 Celkový a průměrný počet odbavených cestujících

Jedná se o celkový počet cestujících, které letiště odbavilo za rok.



Graf 15: celkový počet odbavených cestujících

Všechna letiště v rozmezí let 2015-2019 měla růstovou tendenci v počtu odbavených cestujících. V roce 2019 čelilo letiště ve Vídni mírně vyššímu nárůstu cestujících.

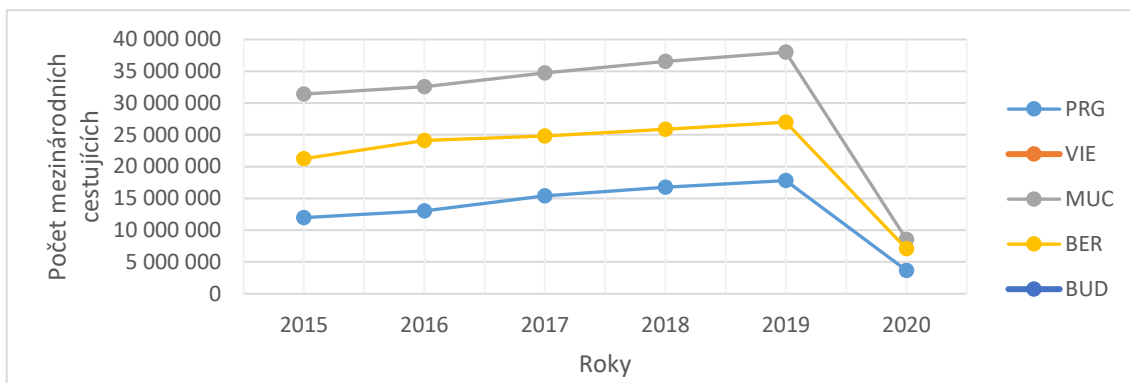


Graf 16: průměrný denní počet odbavených cestujících

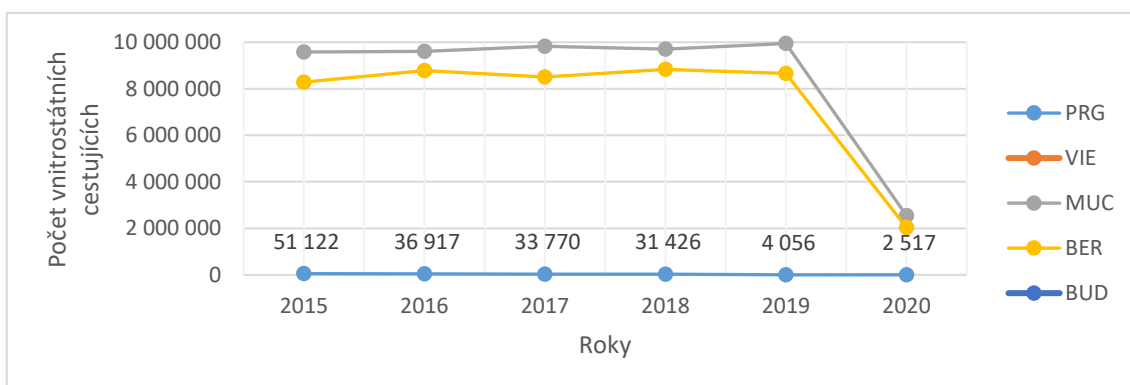
Graf nemá sám o sobě žádnou vypověditelnou hodnotu, křivky kopírují hodnoty grafu 15. Tento graf nám dává ucelnější přehled počtu denních odbavených cestujících.

13.1.2 Celkový počet vnitrostátních a mezinárodních cestujících

Pojednává se zde o poměru cestujících, kteří cestují z daného letiště v rámci jednoho státu, nebo kteří cestují za hranice daného státu.



Graf 18: počet mezinárodních cestujících



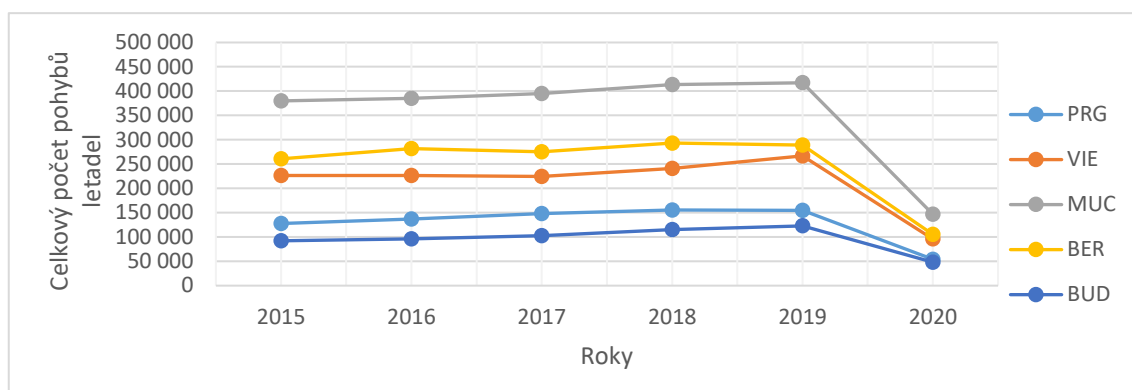
Graf 17: počet vnitrostátních cestujících

Z grafu na první pohled pozorovat, že největší mezera mezi mezinárodním a vnitrostátním cestujícím je na letišti v Praze. Letiště je zaměřeno výhradně na mezinárodní cestování, a to z důvodu velikosti samotného státu.

Pro Vienna International Airport a Budapest Ferenc Liszt International Airport nebyly data k nalezení.

13.1.3 Celkový počet pohybů letadel na letišti

Téma pojednává o počtu pohybů letadel na jednotlivých letištích v jednotlivých letech. Pohybem se myslí jak přistání, tak vzlet.

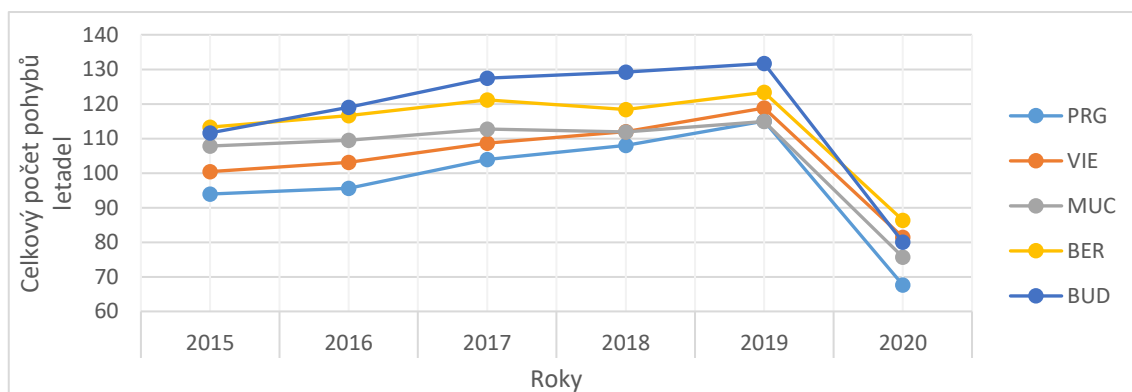


Graf 19: počet pohybů letadel na letištích

Z grafu je patrné, že žádné letiště nemělo výrazné výkyvy co do počtu odbavených letadel na letišti mezi lety 2015-2019. V roce 2020, kdy vypukla celosvětová pandemie, se většina letišť nedostala ani na 50 % předchozích pohybů letadel. Největší ránu dostalo Munich International Airport, kde počet letadel klesl o více než 270 tisíc.

13.1.4 Průměrný počet cestujících v jednom letadle

Graf poukazuje na průměrný počet cestujících. Hodnoty byly vypočítány jako rozdíl celkově odbavených cestujících proti celkovému počtu letadel v daném roce na daném letišti.

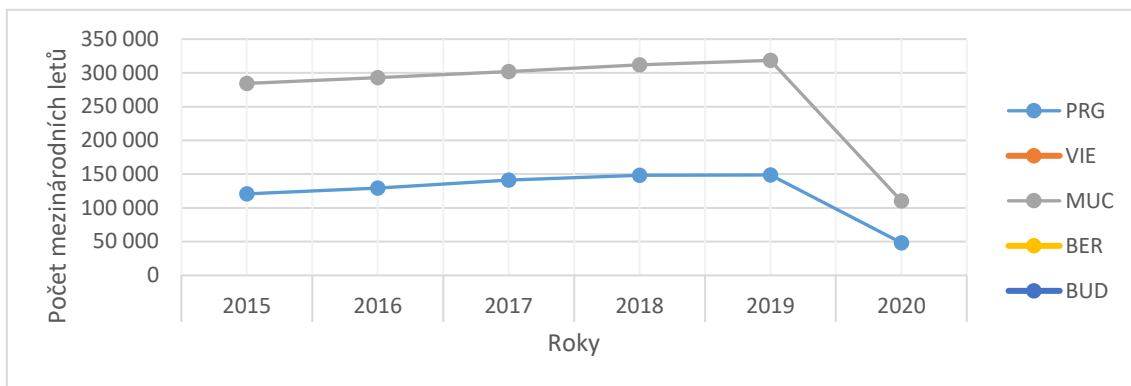


Graf 20: průměrný počet cestujících v letadle

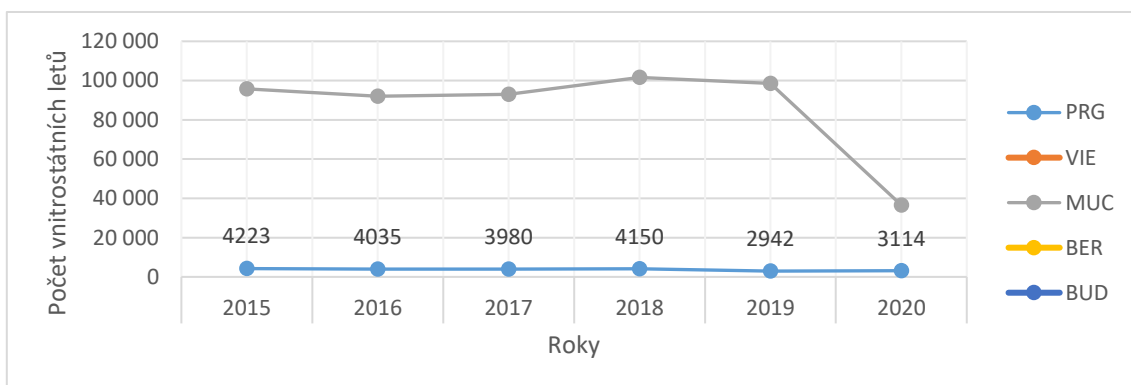
Nejvyšší obsazenost letadel v tomto případě bylo na Budapest Ferenc Liszt International Airport. Naopak Letiště Praha se potýká s nejnižším počtem cestujících.

13.1.5 Počet mezinárodních a vnitrostátních letů

Je to poměr letů, které byly uskutečněny v rámci státu, kde se nachází i samotné letiště, a letů, které byly mezinárodní.



Graf 22: hodnota mezinárodních letů

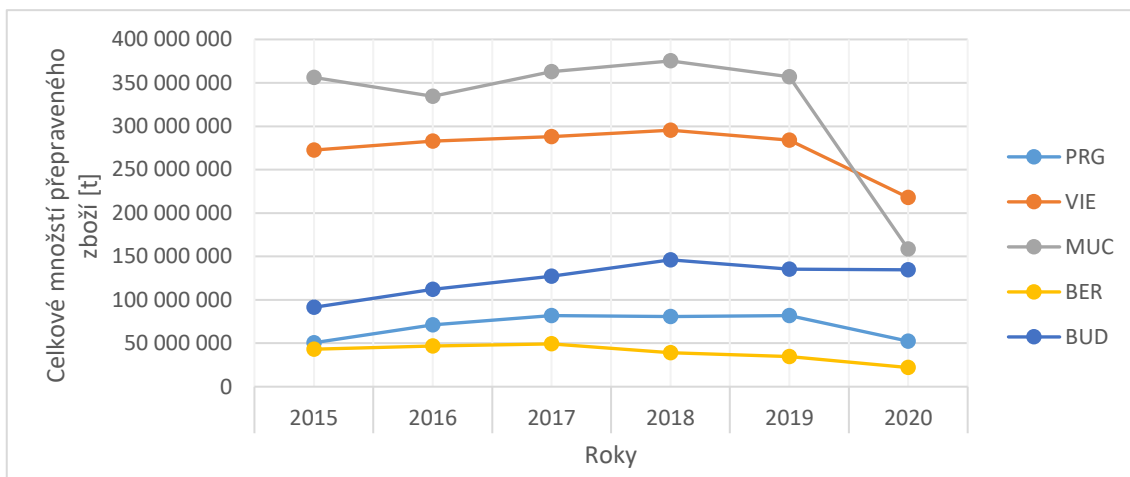


Graf 21: hodnota vnitrostátních letů

V tomto případě se mi nedařilo najít informace o počtu vnitrostátních a mezinárodních letů z letišť Vienna International Airport, Berlin Brandenburg Airport a Budapest Ferenc Liszt International Airport.

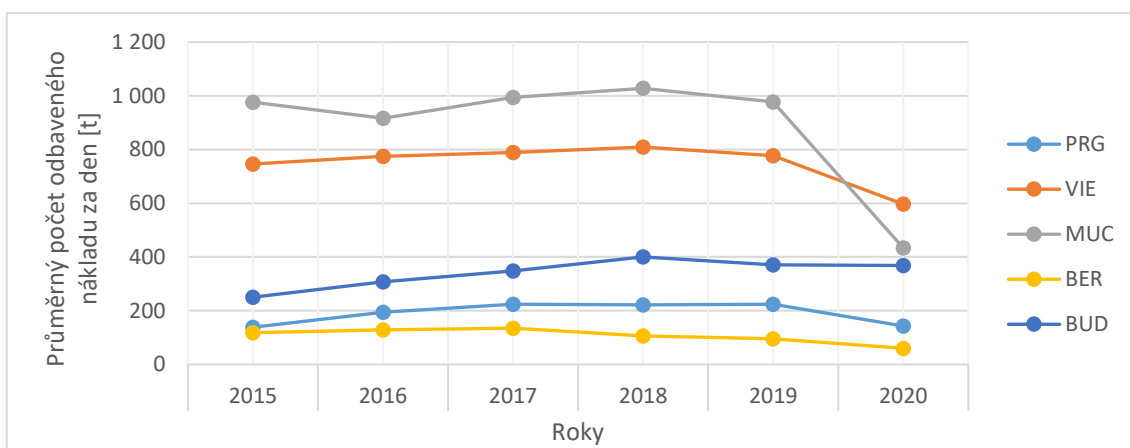
13.1.6 Celkové množství přepraveného zboží

Graf poukazuje na celkové množství přepraveného zboží z jednotlivých letišť za daných let. Hodnoty jsou v tunách.



Graf 23: celkové množství přepraveného zboží

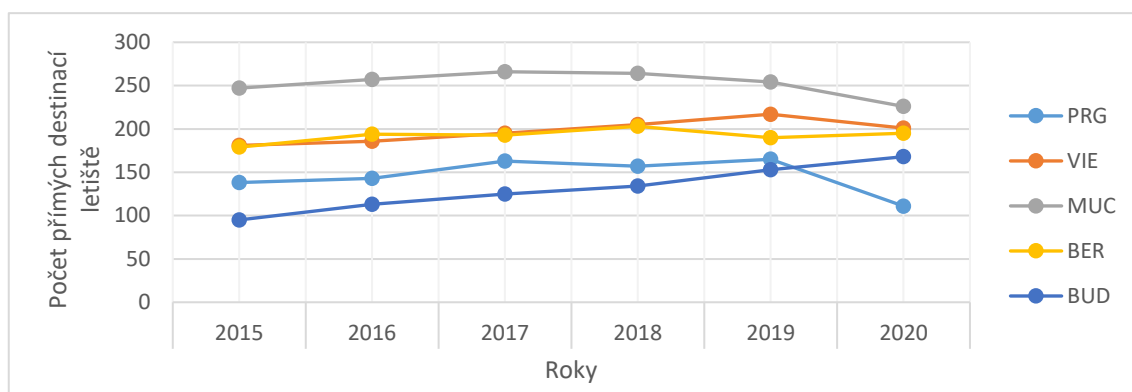
Nejvíce tun zboží bylo přepraveno z letiště Mnichov. To zároveň zažilo i největší propad po vypuknutí pandemie. Ostatní letiště nezažila tak výrazný propad hodnot.



Graf 24: průměrný denní počet odbaveného zboží za daný rok

13.1.7 Počet přímých destinací letiště

Jedná se o počet destinací, které lze přímo navštívit z daného letiště.

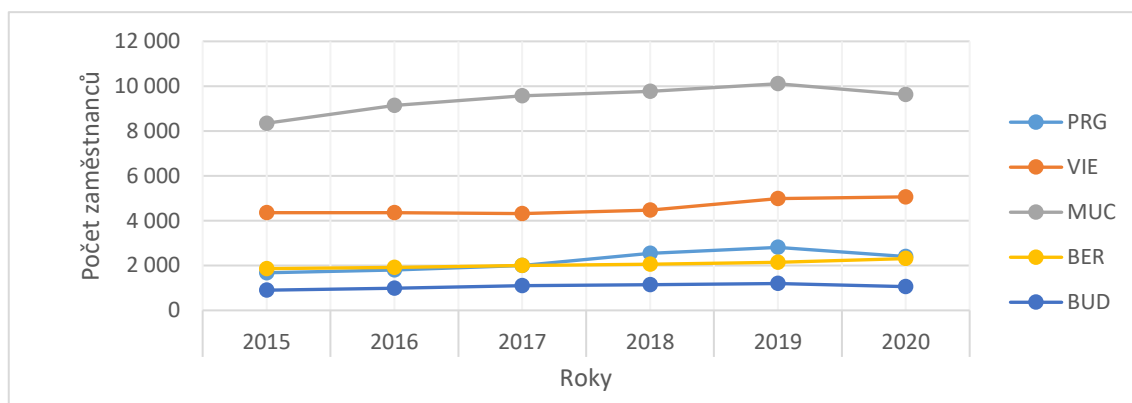


Graf 25: počet destinací z jednotlivých letišť

Nejvíce destinací, které navštívit v rámci jednoho letiště, lze z letiště Mnichov. V roce 2020 po vypuknutí pandemie, se zdá, že většina letišť neutrpěla velké ztráty letů. Jedná se ale o hodnoty, které platí po celý rok 2020, tzn. před pandemií i v letních měsících, kdy se zdálo, že je konec všech omezení.

13.1.8 Počet zaměstnanců

Graf pojednává o počtu zaměstnanců, kteří jsou přímo zaměstnaní společností provozující dané letiště. V hodnotách jsou započítáni i brigádníci, studenti a zaměstnanci v zaučení.



Graf 26: počet zaměstnanců

13.2 Vyhodnocení

Na základě srovnání výkonových ukazatelů bude zpracováno vyhodnocení u všech pěti letišť. Každé letiště bude hodnoceno v rozmezí let 2015-2020 pomocí bodového ohodnocení. Mezi hodnocené kategorie nelze zařadit následující:

- Celkový počet vnitrostátních a mezinárodních cestujících
- Počet vnitrostátních a mezinárodních letů

Je to z důvodu nekompletnosti informací, které jsou k dispozici, a tedy zkreslení výsledků. Zároveň jsem záměrně vynechal bodové hodnocení u průměrného denního počtu odbavených cestujících a zboží, jelikož tyto hodnoty kopírují hodnoty roční.

Určení pořadí bylo provedeno pomocí bodového hodnocení. Každému letišti se přiřadily body podle pořadí v jednotlivých výkonových ukazatelích v letech 2015-2020 – např. letiště na první pozici obdrželo 5 b, letiště na poslední pozici ve stejném ukazateli daného roku dostane 1 b. Letiště s nejvyšším počtem bodů se poté umístí na prvním místě výkonových charakteristik.

Výsledná tabulka:

IATA označení	Stát	Celkové bodové hodnocení	Pořadí
MUC	Německo	165	1
VIE	Rakousko	124	2
BER	Německo	114	3
BUD	Maďarsko	71	4
PRG	Česko	68	5

Tabulka 26: výsledné hodnocení

Na prvním místě se umístilo Letiště Munich International Airport se 165 body, nejhůře naopak dopadlo letiště Vaclav Havel Airport Prague, které obdrželo 68 bodů.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na technicko-provozní faktory, které ovlivňují samotný chod letiště. Takových faktorů je veliké množství a všechny se tady nedají popsat. Byly vybrány pouze ty, o kterých se myslelo, že mají významný vliv na letiště. Práce obsahuje plno teoretických témat, které mají pouze informativní charakter. Některá z nich by zasloužila větší pozorování a rozbor, který by mohl následně vyústit v pokus o zlepšení a přínos pro leteckou dopravu. Bohužel, nebylo ale v silách autora, aby tomu tak bylo. Hlavním faktorem tohoto nezdaru byla aktuální pandemie, která drasticky omezovala veškerou činnost a praktické zkoumání na letištích bylo vyloučeno. I tak práce shrnuje některé z faktorů a snaží se dané téma detailně přiblížit. Zároveň zde byly interpretovány jiné práce, které se zabývaly jedním z faktorů a které měly přínos pro tuto práci.

Součástí diplomové práce je i obsáhlá tabulka, která popisuje vybraná letadla od 50. let minulého století až do současnosti. V tabulce se nachází různé technické vlastnosti letadel, které byly následně převedeny do podoby grafů, kde jsou proti sobě postaveny právě tyto technické faktory. Grafy jsou rozděleny do tří kategorií, a to podle letadel, které jsou nasazeny na různě dlouhé typy linek – lety na krátké tratě, středně dlouhé tratě a dlouhé tratě. To vše v příloze práce.

V diplomové práci se autor zabýval i porovnáním základních výkonových charakteristik letišť. Byla vybrána letiště, která jsou svými charakteristikami podobná pražskému letišti a zároveň se nachází v jeho blízkosti nebo spádové oblasti – musí tedy splňovat podmínku, že se nachází ve Střední Evropě. Letiště byla nakonec vybrána ze zemí Německa, Rakouska, Česka a Maďarska. Tyto letiště se následně podrobily porovnání a za pomoci informací, které byly z valné většiny k dostání na oficiálních stránkách letiště, byla vyhodnocena. Součástí dat byla i data z celého roku 2020, tedy z roku, kdy probíhala pandemie a všechna letiště byla touto skutečností zasažena. Hodnocení bylo uděleno od nejlepšího po nejhorší výsledek podle přidělených bodů. Toto vyhodnocení by mělo poukázat na sílu daného letiště.

ZDROJE

- [1] PRUŠA, Jiří. *Svět letecké dopravy*. Praha: Galileo CEE Service ČR, 2007.
- [2] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR, Úřad. *Letecký předpis L14: Letiště*. 2009. Dostupné také z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/index.htm>
- [3] PRAHA, Letiště. Modernizace a rozvoj letištní infrastruktury přispějí k ekonomickému růstu České republiky. *Letiště Praha*. 2020. Dostupné také z: <https://www.prg.aero/aktualne-modernizace-rozvoj-letistni-infrastruktury-prispeji-k-ekonomickemu-rustu-ceske-republiky>
- [4] DE NEUFVILLE, Richard a Amedeo R. ODONI. *Airport systems - planning, design and management*. 2. vydání. New York: McGraw – Hill, 2003, 883 s. ISBN 978-0-07-177058-3.
- [5] *Zákon pro lidi: Část 4 Hlava 1 zákona č. 49/1997 Sb., o civilním letectví a o změně a doplnění zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů* [online]. Praha: AION CS, 1997 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-49?citace=1#cast4>
- [6] *L14 předpis* [online]. Praha: Ministerstvo dopravy České Republiky, 2009 [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14/index.htm>
- [7] KAUN, Miroslav. *Letiště: (navrhování)*. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1996, 159 s. ISBN 80-01-01449-5.
- [8] ASHFORD, Norman, Saleh MUMAYIZ a Paul H. WRIGHT. *Airport engineering : planning, design, and development of 21st century airports*. 4. vydání. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011, 769 s. ISBN 978-0-470-39855-5.
- [9] CONWAY, H. G. *Landing Gear Design*. 3. vyd. Londýn: Chapman & Hall Ltd, 1958. ISBN 9780598551931.
- [10] MIKULA, Jan. *Konstrukce a Projektování Letadel II*. 1. vyd. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03338-4.
- [11] HORONJEFF, Robert, Francis X. MCKELVEY, William J. SPROULE a Seth B. YOUNG. *Planing and Design of Airports*. 5. vyd. USA: McGraw-Hill, 2010. ISBN 978-0-07-144641-9.
- [12] BARROS, Alexandre Gomes de a Sumedha Chandana WIRASINGHE. New Aircraft Characteristics Related to Airport Planning. *Academia* [online]. Vancouver: First ATRG Conference, 1997 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: https://www.academia.edu/27317994/New_Aircraft_Characteristics_Related_to_Airport_Planning?email_work_card=title
- [13] Aircraft Performance Database. *Eurocontrol* [online]. Brusel: Eurocontrol, 2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance/details.aspx?ICAO=A225>

- [14] KAZDA, Antonín. *Letiská: Design a prevádzka*. 1. vyd. Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov, 1995, 377 s. ISBN 80-7100-240-2.
- [15] MICHNA, Tomáš. *Provoz z kontaminované dráhy*. Brno, 2012. Bakalářská práce. VUT FSI. Vedoucí práce Ing. Róbert Šošovička, Ph.D.
- [16] FOD: Foreign object debris. *Skybrary* [online]. USA: Skybrary, 2021 [cit. 2021-05-14]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/Foreign_Object_Debris_\(FOD\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Foreign_Object_Debris_(FOD))
- [17] NASTÁLEK, Ondřej. *Požadavky na zavedení letounu Boeing B747-800 na letišti Praha-Ruzyně*. Brno, 2009. Diplomová práce. VUT FSI. Vedoucí práce Ing. Jiří Chlebek. Ph.D.
- [18] Airport Compatibility. *Boeing* [online]. Chicago: Boeing, 2021 [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: http://www.boeing.com/commercial/airports/7478_airport_comp.page
- [19] Vybuchlé kolo zapálilo nádrž a concorde neměl šanci, pak skončily všechny. *Idnes* [online]. Praha: Idnes, 2015 [cit. 2021-05-14]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/technika/concorde-havarie.A150723_131223_tec_technika_sit
- [20] KAZDA, Antonín a Robert E. CAVES. *Airport Design and Operation*. 3. vyd. Anglie: Emerald Group Publishing Limited, 2015. ISBN 978-1-78441-870-0.
- [21] MENČÍKOVÁ, Martina. *Velkokapacitní letištní terminály*. Pardubice, 2011. Bakalářská práce. Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Ing. David Šourek, Ph.D.
- [22] Facts and figures. *Heathrow* [online]. Londýn: Airport, 2019 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.heathrow.com/company/about-heathrow/facts-and-figures>
- [23] Letiště Praha. *Prg.aero* [online]. Praha: Prg.aero, 2019 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/B2B/Files/Statistics%20and%20reports/Prague%20Airport%20Traffic%20Reports/Traffic_report_2018_annual_public.pdf
- [24] Statistiky Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport. *Atlanta airport* [online]. Atlanta: Airport, 2019 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.atl.com/wp-content/uploads/2019/01/FY18-Comprehensive-Annual-Financial-Report.pdf>
- [25] Number of passengers of the Beijing Capital International Airport (BCIA) from 2009 to 2019, by domestic and international flights. *Statista* [online]. China: Statista, 2020 [cit. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/256624/passenger-throughput-of-beijing-capital-international-airport/>
- [26] Europe. *Aviation benefits beyond borders* [online]. Švýcarsko: Aviation benefits, 2019 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://aviationbenefits.org/around-the-world/europe/>

- [27] RABINSKÝ, Filip. *Rozšíření letiště Praha - Ruzyně a jeho dopady na přilehlé okolí*. Praha, 2019. Diplomová práce. Ambis, a.s. Vedoucí práce Doc. RNDr. Jiří Ježek, Ph.D.
- [28] TOMANOVÁ, Veronika Anna. *Vyhodnocení závislosti HDP na provozních výkonech letecké dopavy*. Brno, 2015. Diplomová práce. VUT FSI. Vedoucí práce Ing. Jiří Chlebek. Ph.D.
- [29] Aviation Benefits Report. *IACO* [online]. Montréal: ICAO, 2020 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://www.icao.int/sustainability/Documents/AVIATION-BENEFITS-2019-web.pdf>
- [30] Zaměstnaní podle odvětví ekonomické činnosti CZ-NACE. *Český statistický úřad* [online]. Praha: ČSU, 2020 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=ZAM03&z=T&f=TABULKA&katalog=30853&str=v221&u=v228__VUZEMI__9#w=
- [31] Základní charakteristiky ekonomického postavení obyvatelstva ve věku 15 a více let. *Český statistický úřad* [online]. Praha: ČSU, 2020 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=426&katalog=30853&pvo=ZAM01-B&pvo=ZAM01-B&str=v467&u=v413__VUZEMI__97__19#w=
- [32] Vybrané ukazatele dopravy a skladování: Letecká doprava (CZ-NACE 51). *Český statistický úřad* [online]. Praha: ČSU, 2018 [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&katalog=31028&pvo=DOP03&str=v95#w=>
- [33] TÁBOŘÍKOVÁ, Klára. *Výzkum zaměstnanosti v letecké dopravě v ČR*. Praha, 2019. Diplomová práce. ČVUT - Fakulta dopravní. Vedoucí práce Ing. Eva Endrizalová, Ph.D., doc. Ing. Helena Bínová, Ph.D.
- [34] LEJSEK, Zdeněk. Kolik vydělává tuzemský cestovní ruch?. *Statistika a my* [online]. Praha: Statistika a my, 2015 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <http://www.statistikaamy.cz/2015/04/14/kolik-vydelava-tuzemsky-cestovni-ruch/>
- [35] *Plánování rozvoje dopravních soustav velkých městských aglomerací* [online]. Praha: Olbron Invent s.r.o., 2015 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <http://www.olbron.cz/Letadla.pdf>
- [36] Pohonné hmoty pro leteckou dopravu. *Petroleum* [online]. Dejvice: Petroleum, 2015 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/vyroby/jet.aspx>
- [37] *Komunikace s letištěm Praha prostřednictvím e-mailu*. Praha, 2021.
- [38] KAFKOVÁ, Markéta. *Hydrantový rozvodný systém pro plnění letounů*. Praha, 2017. Diplomová práce. ČVUT - Fakulta dopravní. Vedoucí práce Ing. Radomír Havíř, Ph.D.
- [39] PRŮŠA, Jiří. *Svět letecké dopravy*. 1. vyd. Praha: Galileo CEE Service ČR, s.r.o., 2007. ISBN 978-80-239-9206-9.

- [40] DVOŘÁKOVÁ, Tereza. *Liberalizace evropské letecké dopravy a její vliv na vlajkové letecké společnosti* [online]. Praha, 2017 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/4ms432/>. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Martin Vaško.
- [41] BUTCHER, Louise. Aviation: European liberalisation, 1986-2002. In: *Parliament UK* [online]. Velká Británie: Parlament, 2010 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://commonslibrary.parliament.uk/research-briefings/sn00182/>
- [42] Freedoms of the Air. *ICAO* [online]. Montréal: ICAO, 2016 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://www.icao.int/pages/freedomsair.aspx>
- [43] BUTTON, Kenneth. Debunking some common myths about airport hubs: *Journal of Air Transport Management. Elsevier* [online]. Amsterdam: Elsevier Ltd, 2002 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969699702000029>
- [44] MARTÍ, Luisa. Efficiency of airlines: Hub and Spoke versus Point-to-Point. *Researchgate* [online]. Valencie: Emerald Insight, 2015 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/271724852_Efficiency_of_airlines_Hub_and_Spoke_versus_Point-to-Point
- [45] EU Aviation: 25 years of reaching new heights. *European Commission* [online]. Brusel: European Commission, 2017 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/transport/modes/air/25years-eu-aviation_en
- [46] MARTÍN, Juan Carlos a Román CONCEPCIÓN. New potential hubs in the South-Atlantic market. A problem of location. *Researchgate* [online]. Internet: Researchgate, 2003 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/240418436_New_potential_hubs_in_the_South-Atlantic_market_A_problem_of_location
- [47] BÍNA, Ladislav, David ŠOUREK a Zdeněk ŽIHLA. *Provoz a řízení letecké dopravy I*. 1. vyd. Pardubice: Institut Jana Pernera, o.p.s., 2004. ISBN 80-86530-17-5.
- [48] MASON, Keith a W. G. MORRISON. Liberalization of air transport in Europe and the evolution of 'low-cost' airlines. *Researchgate* [online]. Online: Researchgate, 2013 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/289047205_Liberalization_of_air_transport_in_Europe_and_the_evolution_of_'low-cost'_airlines
- [49] Ryanair traffic. *Ryanair* [online]. Ireland: Ryanair, 2019 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://investor.ryanair.com/traffic/>
- [50] Aliance Leteckých Společnosti. *Zalet' si* [online]. online: Zalet' si, 2020 [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://zaletsi.cz/aliance-leteckych-spolecnosti/>
- [51] FAN, Terence p c. Improvements in intra-European inter-city flight connectivity: 1996-2004. *Journal of Transport Geography*. 2006, **14**(4), 273-286. Dostupné z: doi:10.1016/j.jtrangeo.2005.08.006

- [52] FRÜHAUF, Pavel. *Změny v letecké dopravě po deregulaci odvětví, specifický případ Německa*. Praha, 2011. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce RNDr. Miroslav Marada, Ph.D.
- [53] BARRETT, Sean D. The sustainability of the Ryanair model. *International Journal of Transport Management*. 2005, 2(2), 89-98. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijtm.2004.12.001>
- [54] KOLOMAZNÍK, Štěpán. Krize leteckého průmyslu. Letadla končí ve šrotu, levné letenky zdraží. *Idnes* [online]. Praha: Idnes, 2020 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/technika/krize-letecky-prumysl-historie-vyvoj.A200922_152508_tec_tech_nyv
- [55] *Covid-19: Outlook for air transport and the airline industry* [online]. Montréal: IATA, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-industry-economic-performance-november-2020---presentation/>
- [56] IATA Economics' Chart of the Week: What can we learn from past pandemic episodes?. *IATA* [online]. Montréal: IATA, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/what-can-we-learn-from-past-pandemic-episodes/>
- [57] NGUYEN, Tuan Anh. *Mezinárodní Letiště Václava Havla Praha jako asijský dopravní uzel*. Praha, 2020. Bakalářská práce. ČVUT - Fakulta dopravní. Vedoucí práce Doc. Ing. Peter Vittek, Ph.D.
- [58] How the 9/11 Attacks Affect the Economy Today. *The Balance* [online]. New York: The Balance company, 2020 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://www.thebalance.com/how-the-9-11-attacks-still-affect-the-economy-today-3305536>
- [59] DRIESSEN, Aron, Rutger NIEMEIJER a Maria Nørrelund JOHANSEN. The effectiveness of the changes in Aviation Security in the United States of America after 9/11. *Aviation Facts* [online]. Nizozemsko: University of Applied Sciences, 2017 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: http://www.aviationfacts.eu/uploads/thema/file_en/58f65f0b70726f5be9020000/Security_US_after_9-11_Fact_sheet.pdf
- [60] BORKO, Seth. 10 Years Later: How the Travel Industry Came Back From the Financial Crisis. *Skift* [online]. USA: Skift Research, 2018 [cit. 2021-04-29]. Dostupné z: <https://skift.com/2018/09/14/10-years-later-how-the-travel-industry-came-back-from-the-financial-crisis/>
- [61] Ash-cloud of April and May 2010: Impact on Air Traffic. *Eurocontrol* [online]. Montréal: Eurocontrol, 2010 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/article/attachments/201004-ash-impact-on-traffic.pdf>
- [62] SOUKOP, Robin. *Vliv vulkanického popela na leteckou dopravu*. Brno, 2012. Diplomová práce. VUT FSI. Vedoucí práce Ing. Jiří Chlebek. Ph.D.

- [63] EYJAFJALLAJÖKULL AND THE 2010 CLOSURE OF EUROPEAN AIRSPACE: CRISIS MANAGEMENT, ECONOMIC IMPACT, AND TACKLING FUTURE RISKS. In: *Trinity College Dublin* [online]. Dublin: Trinity College, 2014 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: https://www.tcd.ie/Economics/assets/pdf/SER/2014/elin_thora.pdf
- [64] PRATA, Fred a William I ROSE. Volcanic ash hazards to aviation. *Researchgate* [online]. USA: Researchgate, 2015 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/317000563_Volcanic_ash_hazards_to_aviation
- [65] HÁJKOVÁ, Bronislava. *Bezpečnostní a právní aspekty spojené se Schengenskými dohodami*. Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce PhDr. Mgr. Stanislav Zelinka.
- [66] FIŠERA, Ondřej. *Bezpečnostní systém ČR po vstupu do EU a schengenského prostoru*. Zlín, 2015. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Gajdošík, CSc.
- [67] Schengenský informační systém SIS II spuštěn. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. Praha: MVCR, 2020 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/schengensky-informacni-system-sis-ii-spusten.aspx>
- [68] Posílený Schengenský informační systém. *Eur-lex* [online]. Brusel: Eur-lex, 2020 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=LEGISSUM:4376504>
- [69] Technical Information. *Prg.aero* [online]. Praha: Letiště Praha, 2020 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/technical-information>
- [70] Vienna Airport. *Vienna Airport* [online]. Vídeň: Vienna International Airport, 2021 [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: <https://www.viennaairport.com/>
- [71] City Airport Train. *Vienna airport* [online]. Vídeň: Vienna International Airport, 2021 [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: https://www.viennaairport.com/cz/cestujici/prijezd__parkovani/city_airport_train__cat
- [72] Munich transportation. *Munich Airport* [online]. Munich: Munich Airport, 2021 [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: <https://www.munich-airport.com/public-transport-260822>
- [73] Berlin Airport. *Berlin-airport* [online]. Berlin: Berlin Airport, 2021 [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: https://www.berlin-airport.de/en/_documents/press/basisinformationen/2021-03-04_pressemappe-ber_en.pdf
- [74] Budapest Airport Runways. *Skyvector* [online]. USA: SkyVector, 2021 [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: <https://skyvector.com/airport/LHBP/Budapest-Liszt-Ferenc-International-Airport>

- [75] Budapest public transportation. *Bud* [online]. Maďarsko: Budapest Airport, 2021 [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: https://www.bud.hu/en/passengers/transport/public_transportation/budapest_public_transportation
- [76] Traffic figures: Munich. *Munich Airport* [online]. Munich: Munich Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.munich-airport.com/traffic-figures-263342>
- [77] Traffic report: Prague. *Letiště Praha* [online]. Praha: Letiště Praha, 2020 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/en/node/5162>
- [78] Traffic report: Munich. *Munich Airport* [online]. Munich: Munich Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.munich-airport.com>
- [79] Traffic results: Vienna. *Vienna Airport* [online]. Vídeň: Vienna International Airport, 2021 [cit. 2021-08-13]. Dostupné z: https://www.viennaairport.com/en/company/investor_relations/news/traffic_results
- [80] Traffic statistics: Berlin. *Berlin airport* [online]. Berlín: Berlin Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.berlin-airport.de/en/press/background-information/traffic-statistics/index.php?vs_month=12&vs_year=2019
- [81] Traffic statistics: Budapest. *Budapest Airport* [online]. Budapešť: Budapest Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.bud.hu/en/business_and_partners/aviation/facts/facts_and_figures
- [82] Výroční zprávy Letiště Berlín. *Berlin airport* [online]. Berlín: Berlin Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.berlin-airport.de/en/press/publications/index.php/company/all>
- [83] Výroční zprávy Letiště Praha. *Letiště Praha* [online]. Praha: Letiště Praha, 2020 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.prg.aero/vyrocní-zpravy>
- [84] Výroční zpravy Letiště Vídeň. *Vienna Airport* [online]. Vídeň: Vienna International Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.viennaairport.com/en/company/investor_relations/publications_and_reports/annual_reports
- [85] Berlin annual reports. *Berlin airport* [online]. Berlín: Berlin Airport, 2021 [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: <https://www.berlin-airport.de/en/press/publications/index.php/company/all>
- [86] Facts and figures: Vienna. *Vienna Airport* [online]. Vídeň: Vienna International Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.viennaairport.com/en/company/flughafen_wien_ag/fwag_group_facts_figures_
- [87] Fast facts: Budapest. *Budapest Airport* [online]. Budapešť: Budapest Airport, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.bud.hu/en/budapest_airport/facts_about_bud/about_the_airport/facts

- [88] Flight connections. *Flight connections* [online]. USA: Flight connections, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: <https://www.flightconnections.com>
- [89] Main runway reopens at Hillsboro Airport after summer reconstruction concludes. In: *Port of Portland* [online]. Portland: Portland, 2019 [cit. 2021-03-29]. Dostupné z: <https://www.portofportland.com/Newsroom/Main-runway-reopens-at-Hillsboro-Airport-after-summer-reconstruction-concludes>
- [90] SOLEYMANIFAR, Reza. An LP based approximate dynamic programming model to address airline overbooking under cancellation, refund and no-show. *Researchgate* [online]. Internet: Researchgate, 2019 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/328256621_An_LP_based_approximate_dynamic_programming_model_to_address_airline_overbooking_under_cancellation_refund_and_no-show
- [91] Re-write the Freedoms of the Air. In: *Surenratwate* [online]. Internet: Surenratwate, 2020 [cit. 2021-04-12]. Dostupné z: <https://surenratwate.com/re-write-the-freedoms-of-the-air/>
- [92] Evropa bez hranic: Schengenský prostor. *Publications Europa* [online]. Brusel: Publications Europa, 2019 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: http://publications.europa.eu/resource/cellar/09fcf41f-ffc4-472a-a573-b46f0b34119e.0020.01/DOC_1
- [93] NIKITIN, Dmitry. *Analýza efektivity procesu bezpečnostní kontroly cestujících na letech do Ruska*. Praha, 2017. Diplomová práce. ČVUT - Fakulta dopravní. Vedoucí práce Ing. Peter Vittek, Ph.D.
- [94] 737 MAX Airplane Characteristics for Airport Planning. *Boeing* [online]. USA: Boeing, 2021 [cit. 2021-08-10]. Dostupné z: https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/airports/acaps/737MAX_RevF.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka	Význam	
%	percent	procento
°	degree	stupeň
°C	Celsius	stupně celsia
ASDA	Accelerate-stop distance available	
AVGAS	Aviation gas	Letecký benzín
BACG	Boeing Airport Compatibility Group	Boeing letecká společnost
CAPPS	Computer-Assisted Passenger Pre-screening System	systém kontroly cestujících
CAT	City Airport train	
COVID-19	Illness	onemocnění
ČR	Czech Republic	Česká republika
ČSA	Czech aerolines	České aerolinie
ČVUT		České vysoké učení technické
EDS	Explosive Detection System	systém detekce výbušnin
EFSO	Emergency Fuel Shutoff System	nouzové vypnutí paliva
ETD	Explosive Trace Detection	Detekce výbušnin
EU	European Union	Evropská unie
FAA	Federal Aviation Administration	federální letecká správa
FOD	Foreign object derbis	Úlomky cizích předmětů
ft	foot	stopa
g	gram	gram
GFC	global financial crysis	globální finanční krize
HDP	gross domestic product	hrubý domácí produkt
hPA	hectopascal	hektopascal
IATA	International Air Transport Association	mezinárodní asociace letecké dopravy
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IFR	instrument flight rules	Let podle přístrojů
ILS	Instrument Landing System	elektronický přístrojový přistávací systém
IVATF	International Volcanic Ash Task Force	mezinárodní jednotka pro vulkanický popel
Kč		Česká koruna
kg	kilogram	kilogram
KLM	aviation company	letecká společnost
km	kilometer	kilometr
km/h	kilometer per hour	kilometr za hodinu
kt	knot	uzel

kW	kilowatt	kilowatt
l	liter	litr
LCC	low cost carriers	nízkonákladoví dopravci
LDA	Landing distance available	
m	meter	metr
m ²	square meter	metr čtvereční
m ³	cubic meter	metr krychlový
mg	milligram	miligram
MI	mix index	mix index
mil	million	milion
min	minute	minuta
mld	billion	miliarda
MLS	Microwave landing system	
mm	millimeter	milimetr
Mph	miles per hour	míle za hodinu
MSA	mean sea lever	nad hladinou moře
OMGWS	outer main gear wheel span	rozchod kol
PAX	passenger	pasažér
QNH	pressure	tlak
RPK	revenue passenger-kilometers	osobokilometr
RWY	runway	dráha
ŘLP/ATM	Air traffic management	řízení letového provozu
SIS	Schengen information systém	Schengenský informační systém
t	tonne	tuna
TODA	Take-off distance available	
TORA	Take-off runway available	
TSA	Transportation Security Administration	Správa bezpečnosti obrany
TSCD	Terrorist Screening Center Database	teroristická databáze
TWY	taxiway	pojezdová dráha
USA	United States of America	Spojené Státy Americké
USD	United States dollar	Americký dollar
UTC	Coordinated Universal Time	Koordinovaný světový čas
V ₁		rychlost rozhodnutí
V ₂		bezpečná rychlost stoupání
VFR	Visual Flight Rules	Let za viditelnosti
V _R		rychlost rotace
WHO	World Health Organization	Světová zdravotnická organizace

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1 – výkonové charakteristiky vybraných letišť

Zdroje: [76] [77] [78] [79] [80] [81] [82] [83] [84] [85] [86] [87] [88]

Celkový počet cestujících odbavených na daném letišti jednotlivých let							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	12 030 928	13 074 517	15 415 001	16 797 006	17 804 900	3 665 871
VIE	Rakousko	22 775 054	23 352 016	24 400 000	27 000 000	31 700 000	7 812 938
MUC	Německo	40 981 522	42 172 828	44 546 263	46 253 623	47 941 348	11 120 224
BER	Německo	29 531 464	32 906 881	33 326 000	34 726 367	35 645 005	9 097 788
BUD	Maďarsko	10 298 963	11 441 999	13 097 239	14 867 491	16 173 489	3 859 379

Průměrný počet odbavených cestujících za den							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	32 961	35 821	42 233	46 019	48 781	10 043
VIE	Rakousko	62 397	63 978	66 849	73 973	86 849	21 405
MUC	Německo	112 278	115 542	122 045	126 722	131 346	30 466
BER	Německo	80 908	90 156	91 304	95 141	97 658	24 925
BUD	Maďarsko	28 216	31 348	35 883	40 733	44 311	10 574

Počet mezinárodních a vnitrostátních cestujících								
IATA	Stát		2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	mezinárodní	11 979 806	13 037 600	15 381 231	16 765 580	17 800 844	3 663 354
		vnitrostátní	51 122	36 917	33 770	31 426	4 056	2 517
VIE	Rakousko	mezinárodní						
		vnitrostátní						
MUC	Německo	mezinárodní	31 395 880	32 569 420	34 721 745	36 548 789	37 995 660	8 556 259
		vnitrostátní	9 585 642	9 603 408	9 824 518	9 704 834	9 945 688	2 551 996
BER	Německo	mezinárodní	21 242 502	24 131 607	24 824 119	25 892 571	26 984 526	7 062 488
		vnitrostátní	8 288 962	8 775 274	8 501 881	8 833 796	8 660 479	2 035 300
BUD	Maďarsko	mezinárodní						
		vnitrostátní						

Celkový počet pohybů letadel							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	128 018	136 766	148 283	155 532	154 777	54 163
VIE	Rakousko	226 811	226 395	224 568	241 004	266 802	95 880
MUC	Německo	379 911	385 081	395 047	413 469	417 138	146 833
BER	Německo	260 610	282 062	275 014	293 247	288 979	105 309
BUD	Maďarsko	92 294	96 141	102 747	115 028	122 814	48 196

Průměrný počet cestujících v jednom letadle							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	94	96	104	108	115	68
VIE	Rakousko	100	103	109	112	119	81
MUC	Německo	108	110	113	112	115	76
BER	Německo	113	117	121	118	123	86
BUD	Maďarsko	112	119	127	129	132	80

Počet mezinárodních a vnitrostátních letů								
IATA	Stát		2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	mezinárodní	120 827	129 338	141 261	148 360	148 753	48 318
		vnitrostátní	4 223	4 035	3 980	4 150	2 942	3 114
VIE	Rakousko	mezinárodní						
		vnitrostátní						
MUC	Německo	mezinárodní	284 209	293 016	302 118	311 854	318 547	110 248
		vnitrostátní	95 702	92 065	92 929	101 615	98 591	36 585
BER	Německo	mezinárodní						
		vnitrostátní						
BUD	Maďarsko	mezinárodní						
		vnitrostátní						

Celkové množství přepraveného zboží							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	50 595 299	71 090 866	81 879 598	80 915 290	81 768 140	52 442 778
VIE	Rakousko	272 575 000	282 726 000	287 962 000	295 427 000	283 806 000	217 888 000
MUC	Německo	356 365 000	334 497 000	362 789 000	375 247 000	356 970 000	158 456 000
BER	Německo	43 236 313	46 981 804	49 290 757	38 941 903	34 854 244	22 015 759
BUD	Maďarsko	91 422 000	112 143 000	127 145 000	146 113 000	135 521 000	134 459 000

Průměrný počet odbavených tun nákladu za den							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	139	195	224	222	224	144
VIE	Rakousko	747	775	789	809	778	597
MUC	Německo	976	916	994	1 028	978	434
BER	Německo	118	129	135	107	95	60
BUD	Maďarsko	250	307	348	400	371	368

Počet přímých destinací letiště							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	138	143	163	157	165	111
VIE	Rakousko	181	186	195	205	217	201
MUC	Německo	247	257	266	264	254	226
BER	Německo	179	194	193	203	190	195
BUD	Maďarsko	95	113	125	134	153	168

Počet zaměstnanců							
IATA	Stát	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PRG	Česko	1 676	1 804	1 995	2 539	2 809	2 400
VIE	Rakousko	4 360	4 353	4 317	4 476	4 983	5 063
MUC	Německo	8 347	9 141	9 568	9 773	10 109	9 625
BER	Německo	1 862	1 922	2 005	2 054	2 137	2 310
BUD	Maďarsko	900	984	1 102	1 145	1 197	1 054

Příloha č.2 – tabulka vyhodnocení

		Jednotlivé kapitoly						
IATA	Stát	14.1.1	14.1.3	14.1.4	14.1.6	14.1.7	14.1.8	Celkem
PRG	Česko	11	12	7	12	11	15	68
VIE	Rakousko	18	18	16	25	23	24	124
MUC	Německo	30	30	16	29	30	30	165
BER	Německo	24	24	26	6	19	15	114
BUD	Maďarsko	7	6	27	18	7	6	71

Příloha č.3 – technické vlastnosti letadel

Název Letounu	Rok výroby (první let)	Dolet [km]	Dostup [m]	Kapacita [pax]	Motory	Výkon [kW]	Rychlost [km/h]	Rozpětí [m]	Délka [m]	Výška [m]	Hmotnost [t]	MTOW [t]
F27-200	1955	1 250	8 880	52	2	1 653,0	474	29,0	23,6	8,5	10,5	19,7
B707-320	1957	7 450	11 346	189	4	70,3	876	43,4	46,6	12,9	61,2	141,5
Il-18D	1957	3 700	9 000	65	4	3 124,0	625	37,4	35,9	10,2	35,0	64,0
Trident 1C	1962	2 388	12 500	101	3	43,8	932	27,4	35,0	-	30,3	52,2
1-11 500	1963	2 744	10 670	119	2	55,8	742	28,5	32,6	7,5	24,8	47,4
B727-100	1963	3 260	11 125	131	2	62,3	917	32,9	40,6	10,4	40,4	76,7
Il-62M	1963	8 000	12 000	204	4	112,8	935	43,2	53,1	12,3	67,0	165,0
Tu-134A	1963	2 200	11 900	72	2	66,7	850	29,0	37,3	9,0	29,0	47,0
DC-9-30	1965	2 148	10 000	115	2	64,5	909	28,5	36,4	8,4	24,0	44,5
F.28-1000	1967	1 850	9 150	65	2	43,8	670	23,6	27,4	-	15,7	28,6
B737-100	1967	2 946	10 675	113	2	64,4	780	28,4	28,7	11,2	28,1	44,2
Tu-144S	1968	3 080	18 000	120	4	196,1	2 350	28,0	65,7	12,5	85,2	195,0
Tu-154M	1968	5 600	12 100	180	3	104,0	880	37,5	48,0	11,4	53,0	100,0
Concorde	1969	6 850	18 290	120	4	172,7	2 179	25,6	62,2	11,3	78,7	185,1
L-1011-500	1970	9 653	12 800	300	3	213,6	899	47,3	50,3	16,9	109,0	25,2
DC-10-40	1970	6 485	12 800	380	3	218,0	906	50,4	55,5	17,7	121,2	251,7
Mercure	1971	750	12 500	162	2	68,9	825	30,6	34,0	11,4	28,9	56,5
A300-600	1972	7 505	12 200	266	2	276,0	876	44,8	54,1	16,5	90,9	172,0
Dash 7	1975	1 279	7 315	50	4	835,0	428	28,4	24,5	8,0	12,6	21,3
Jak 42	1975	1 450	11 000	120	3	63,2	820	34,2	36,4	9,8	29,0	52,0
Il-86	1976	4 600	13 000	350	4	127,5	900	48,1	59,5	15,8	116,3	206,0
MD-80	1979	3 800	11 300	144	2	92,9	810	32,9	45,1	9,0	37,9	67,8
BAe-146	1981	2 685	9 500	85	4	31,0	800	26,2	28,6	8,6	24,5	42,2
A310-300	1982	5 600	12 192	218	2	240,0	850	43,9	46,6	15,8	83,1	164,0
B757-200	1982	7 600	12 800	239	2	193,5	850	38,1	47,3	13,6	57,8	115,7
Dash 8-400	1983	2 401	7 620	78	2	3 782,0	648	28,4	32,8	8,3	16,5	28,7
ATR-72	1985	1 528	7 600	70	2	1 800,0	509	27,1	27,2	7,7	13,0	22,8

Název Letounu	Rok výroby (první let)	Dolet [km]	Dostup [m]	Kapacita [pax]	Motory	Výkon [kW]	Rychlost [km/h]	Rozpětí [m]	Délka [m]	Výška [m]	Hmotnost [t]	MTOW [t]
F50	1985	1 019	9 150	68	2	1 864,0	500	29,0	25,2	8,3	12,5	19,9
F100	1986	2 956	10 670	107	2	122,0	861	28,1	35,3	8,5	23,3	41,5
B767-300ER	1986	11 000	13 100	269	2	280,2	850	47,6	54,9	15,8	9,0	186,9
A319	1987	4 907	12 134	140	2	120,0	828	35,8	33,8	11,8	40,1	76,0
A320	1987	5 460	11 900	165	2	120,0	828	35,8	37,6	11,8	41,5	78,0
ATP	1988	1 739	7 600	68	2	2 051,0	437	30,6	26,0	7,2	14,2	23,7
B717	1988	3 815	11 300	115	2	93,0	810	28,5	37,8	8,9	30,9	54,9
B737-400	1988	4 635	11 285	188	2	104,5	795	28,8	36,5	11,1	35,1	62,8
B747-400	1988	13 600	13 700	450	4	258,0	930	64,4	70,7	19,4	178,7	394,6
Il-96-300	1988	9 000	12 000	300	4	156,9	900	60,1	55,4	17,6	117,0	216,0
Tu-204	1989	2 900	12 100	214	2	157,3	830	41,8	46,1	13,9	56,9	94,6
MD-11	1990	12 569	12 800	323	3	273,6	876	51,8	61,2	17,6	131,0	273,3
CRJ-200	1991	3 713	12 500	50	2	41,0	851	21,2	26,8	6,2	13,8	13,1
A340-300	1991	12 415	12 527	277	4	145,0	871	60,3	63,7	17,0	129,8	277,0
Saab 2000	1992	2 222	9 450	50	2	3 096,0	650	24,8	27,3	7,7	13,8	22,8
F70	1993	1 690	10 668	80	2	85,0	800	28,1	30,9	8,5	22,7	41,7
A321	1993	4 350	12 500	206	2	147,0	828	35,8	44,5	11,8	48,5	94,0
A330-300	1993	10 200	12 527	277	2	320,0	871	60,3	63,7	16,8	123,1	242,0
MD-90	1993	4 200	12 100	153	2	111,2	809	32,9	46,5	9,3	40,0	70,8
ATR-42-500	1994	1 326	7 620	48	2	1 610,0	556	22,6	22,7	7,6	11,7	18,6
B737-800	1997	5 422	12 505	189	2	107,0	850	34,3	39,5	12,6	41,5	79,0
ERJ190	2002	4 260	12 000	100	2	63,0	871	28,7	36,2	10,6	-	51,8
B777-300ER	2004	13 350	11 600	451	2	514,0	895	60,9	73,9	18,4	167,8	340,2
A380	2005	14 800	13 000	853	4	332,0	903	79,8	72,7	24,1	277,0	575,0
Sukhoi Superjet	2008	3 048	12 500	87	2	68,5	828	27,8	29,9	10,3	24,25	45,8
B787	2009	13 620	13 100	242	2	280,0	903	60,1	65,7	16,9	119,0	227,0
A350	2013	15 000	13 100	315	2	374,0	903	64,8	66,8	17,1	-	280,0
B737 MAX 8	2016	6 570	12 000	162	2	130,0	839	39,5	35,9	12,3	65,9	82,2

Příloha č.4 - SNOWTAM

FORMULÁŘ SNOWTAM

(CDM zhlaví)	(PŘEDNOSTNÍ ZNAČKA)	(OZNAČENÍ ADRESÁTA/Ů)		<=
	(DATUM A ČAS PODÁNÍ)	(OZNAČENÍ ODESÍLATELE)		<=
(Zkrácené zhlaví)	(SWAA* POŘADOVÉ ČÍSLO)	(SMĚROVACÍ ZNAČKA)	DATUM-ČAS MĚŘENÍ	(VOLITELNÁ SKUPINA)
S	W	*	*	<= (

SNOWTAM	(Pořadové číslo)	→ <=
(SMĚROVACÍ ZNAČKA LETIŠTĚ)	A)	→ <=
(DATUM-ČAS POZOROVÁNÍ (čas dokončení měření v UTC))	B)	→
(OZNAČENÍ RWY)	C)	→
(DĚLKA OČIŠTĚNÉ RWY, JE-LI MENŠÍ NEŽ ZVEŘEJNĚNÁ (m))	D)	→
(ŠÍŘKA OČIŠTĚNÉ RWY, JE-LI MENŠÍ NEŽ ZVEŘEJNĚNÁ (m; je-li očištěná část posunuta vpravo nebo vlevo od osy, uveďte "R" nebo "L".))	E)	→
(NÁNOSY PO CELÉ DÉLCE RWY (pozorováno na každé třetině dráhy v pořadí od prahu nižšího čísla RWY) NIL - ČISTÁ A SUCHÁ 1 - VLHKÁ 2 - MOKRÁ 3 - POKRYTÁ JINIM NEBO NÁMRAZOU (tloušťka vrstvy menší než 1 mm) 4 - SUCHÝ SNĚH 5 - MOKRÝ SNĚH 6 - ROZBŘEDLÝ SNĚH 7 - LED 8 - ZHUTNĚNÝ SNĚH 9 - ZMRZLÉ KOLEJE)	F)/...../.....	→
(PRŮMĚRNÁ TLOUŠTKA NÁNOSU (mm) V KAŽDÉ TŘETINĚ DRÁHY)	G)/...../.....	→
(ODHAD BRZDÍČHO ÚČINKU NA KAŽDÉ TŘETINĚ RWY ODHADNUTÝ KOEFICIENT DOBŘÝ - 5 STŘEDNÍ/DOBŘÝ - 4 STŘEDNÍ - 3 STŘEDNÍ/ŠPATNÝ - 2 ŠPATNÝ - 1 (Přechodové hodnoty "STŘEDNÍ/DOBŘÝ" a "STŘEDNÍ/ŠPATNÝ" umožňují poskytnout informaci s větší přesností odhadu, pokud jsou podmínky na pomezí mezi středními a buď dobrými nebo špatnými))	H)/...../.....	→
(KRITICKÉ SNĚHOVÉ VALY (při výskytu udejte výšku v (cm) a vzdálenost od okraje RWY (m), doplňte podle potřeby "L" "R" nebo "LR"))	J)	→
(DRÁHOVÁ SVĚTLA (jsou-li zakryta uveďte "YES" plus symboly "L" "R" neb o "LR"))	K)	→
(DALŠÍ ČIŠTĚNÍ (bude-li prováděno uveďte do jaké délky (m), šířky (m) nebo v celé délce a šířce "TOTAL"))	L)	→
(DALŠÍ ČIŠTĚNÍ SE PŘEDPOKLÁDÁ UKONČIT (UTC))	M)	→
(POJEZDOVÉ DRÁHY (není-li žádná k dispozici uveďte "NO"))	N)	→
(POJEZDOVÉ DRÁHY-VÝŠKA SNĚHOVÝCH VALŮ NA TWY (jsou-li vyšší než 60 cm napište "YES" a doplňte data o příčné vzdálenosti mezi nimi (m))	P)	→ <=
(ODBAVOVACÍ PLOCHA (není-li použitelná uveďte "NO"))	R)	→
(DALŠÍ POZOROVÁNÍ/MĚŘENÍ) (se plánuje provést v měsíc/den/hodina UTC)	S)	→
(POZNÁMKY V OTEVŘENÉ ŘEČI (provazně významné informace, např. posyp pískem, odmrazování, chemikálie atd.))	T)) <=
POZNÁMKY:	<ol style="list-style-type: none"> 1. *Uvést značku zkratky státu dle ICAO Doc 7910, Part 2 2. Informace pro další dráhu opakovat od B do P 3. Slova v závorkách se nevyšílají () 	

Podpis původce (nevysílá se)

Příloha č.5 – návod na vyplnění SNOWTAM

NÁVOD NA VYPLNĚNÍ FORMULÁŘE SNOWTAM

1. VŠEOBECNĚ

- a) Hlášení o více než jedné dráze, zopakujte položky od B do P včetně.
- b) Nejsou-li k dispozici informace pro určitou položku, pak se tato ve SNOWTAM neuvádí.
- c) Musí být použity pouze metrické jednotky, jejichž značky se však neuvádějí.
- d) Maximální délka platnosti SNOWTAM je 24 hodin. Nový SNOWTAM musí být vydán vždy, když dojde k význačné změně podmínek. Za význačné změny se považují:
 - 1) změna koeficientu tření o hodnotu 0,05,
 - 2) změna tloušťky vrstvy nánosu větší než 20 mm u suchého sněhu, 10 mm u mokrého, 3 mm u tajícího nebo rozbředlého sněhu,
 - 3) změna délky nebo šířky RWY, jež je k dispozici, pokud tato změna představuje 10 a více procent od publikovaných rozměrů,
 - 4) jakákoliv změna podmínek na RWY, která vyžaduje, aby byla provedena reklasifikace informací v položkách F nebo T,
 - 5) při výskytu kritických sněhových valů na jedné nebo obou stranách RWY, jakákoliv změna jejich výšky nebo vzdálenosti od osy,
 - 6) jakákoliv změna ve viditelnosti dráhových návěstidel, k níž došlo zakrytím návěstidel sněhem,
 - 7) jakékoliv jiné známé podmínky, jež jsou významné z hlediska zkušeností nebo místních okolností.
- e) Zkrácené záhlaví "TTAAiiii CCCC MMYYGggg (BBB)" je předáváno k usnadnění automatického zpracování zprávy SNOWTAM v počítačových databázích.

Vysvětlivky symbolů:

TT	=	označení pro SNOWTAM - SW,
AA	=	zeměpisné označení státu, např. LK - ČESKÁ REPUBLIKA (viz. Location Indicators (Doc 7910), Part 2, Index to Nationality Letters for Location Indicators),
iiii	=	SNOWTAM číslo série ve čtyřmístném čísle,
CCCC	=	čtyřpísmenná směrovací značka letiště, jehož se SNOWTAM týká (viz. Location Indicators (Doc 7910)),
MMYYGGgg	=	Datum/Čas pozorování/měření, KDE:
MM	=	měsíc, např. JAN = 01, DEC = 12,
YY	=	den v měsíci,
GGgg	=	čas v hodinách (GG) a minutách (gg) UTC,

(BBB) = volitelná skupina pro opravu zprávy SNOWTAM rozšířené se stejným pořadovým číslem = COR.

Poznámka 1: Závorky u (BBB) značí, že je tato skupina volitelná.

Poznámka 2: V případě hlášení o více než jedné dráze a v případě, že v opakující se položce B jsou indikovány jiné časy/data pozorování/měření, se pro zkrácené záhlaví (MMYYGGgg) použije nejpozdější čas/datum měření/pozorování.

Příklad: Zkrácené záhlaví zprávy SNOWTAM č. 149 z Curychu měření/pozorování 7 NOV v 0620 UTC:

SWLS0149 LSZH 11070620.

Poznámka: Skupiny informací jsou odděleny mezerou, jak je zobrazeno výše.

f) Text „SNOWTAM“ ve formuláři SNOWTAM a pořadové číslo SNOWTAM musí být odděleny mezerou. *Příklad:* SNOWTAM 0124

g) Z důvodu čitelnosti zprávy SNOWTAM vložte novy řádek za pořadové číslo SNOWTAM, za položku A, za poslední položku vztahující se k dráze (např. položku P) a za položku S.

2. *Položka A* - Směrovací značka letiště (čtyřpísmenná).

3. *Položka B* - Uvádí se osmimístná časová skupina - času pozorování v pořadí měsíc, den, hodina a minuty v UTC, tato položka musí být vždy úplně vyplněna.

4. *Položka C* - Uvádí se nižší číslo RWY.

5. *Položka D* - Délka očištěné dráhy v metrech, je-li menší než zveřejněná (viz položka T - hlášení délky části RWY, která není očištěna).

6. *Položka E* - Šířka očištěné dráhy v metrech, je-li menší než zveřejněná. Je-li očištěná část posunuta vlevo nebo vpravo, uveďte se (bez mezery) "L" nebo "R" z pohledu od prahu nižšího čísla RWY.

7. *Položka F* - Nánosy po celé délce dráhy, jak je vysvětleno ve formuláři SNOWTAM. Vhodné kombinace těchto čísel lze použít k označení rozdílných podmínek na jednotlivých částech RWY. Vyskytuje-li se v téže části RWY více vrstev, označují se v pořadí shora (nejblíže obloze) směrem k povrchu RWY. Závěje, tloušťky vrstev, které značně přesahují průměrné hodnoty a jejich význačné vlastnosti, se uvádějí pod písmenem T v otevřené řeči. Hodnoty pro každou třetinu dráhy musí být odděleny lomítkem (/) bez mezer mezi hodnotami nánosů a lomítky. Například 47/47/47.

Poznámka: Definice různých druhů sněhu jsou uvedeny na konci tohoto Doplnku.

8. **Položka G** - Průměrná tloušťka vrstvy v mm na každé třetině dráhy, nebo jestliže není měřitelná nebo provozně význačná uveďte se XX.

Měření je třeba provést s přesností do:

- 20 mm u suchého sněhu;
- 10 mm u mokrého sněhu; a
- 3 mm u rozbředlého sněhu.

Hodnoty pro každou třetinu dráhy musí být odděleny lomítkem (/) bez mezer mezi hodnotami a lomítky. Například 20/20/20.

9. **Položka H** - Odhadnuté podmínky brzdění (jedna číslice) na každé třetině dráhy vždy od prahu nižšího čísla RWY. Zařízení pro měření brzdících účinků mohou být použita jako část celkového vyhodnocení povrchu dráhy. Některé státy mohly vyvinout postupy pro vyhodnocování povrchu dráhy, které mohou zahrnovat použití informací získaných ze zařízení pro měření brzdících účinků a hlášení kvantitativních hodnot. V takovém případě by tyto postupy měly být uvedeny v AIP a ve zprávě položkou T formuláře SNOWTAM.

Hodnoty pro každou třetinu dráhy musí být odděleny lomítkem (/) bez mezer mezi hodnotami a lomítky. Například 5/5/5.

10. **Položka J** - Kritické sněhové valy. Vyskytují-li se, uveďte výšku v cm a vzdálenost od okraje dráhy v m, doplněné o (bez mezery) vlevo "L" nebo vpravo "R" nebo na obou stranách "LR", z pohledu od prahu nižšího čísla RWY.

11. **Položka K** - Jsou-li dráhová návěstidla zakryta sněhem, uveďte "YES", následuje (bez mezery) "L", "R" nebo na obou stranách "LR", z pohledu od prahu nižšího čísla RWY.

12. **Položka L** - Předpokládá-li se, že bude pokračováno v čištění, uveďte délku, šířku RWY nebo "TOTAL", bude-li RWY očištěna v celém rozměru.

13. **Položka M** - Předpokládaný čas ukončení čištění v UTC.

14. **Položka N** - Pro popsání podmínek na TWY lze použít kódu (a kombinaci kódů) a zásad podle položky F. Není-li žádná k dispozici, uveďte se "NO".

15. **Položka P** - Sněhové valy vyšší než 60 cm, uveďte "YES" s uvedením příčné vzdálenosti oddělující sněhové valy (vzdálenost mezi) v metrech.

16. **Položka R** - Pro popsání podmínek na odbavovací ploše lze použít kódu (a kombinaci kódů) a zásad podle položky F, není-li odbavovací plocha použitelná, uveďte "NO".

17. **Položka S** - Uvést čas dalšího pozorování/měření v UTC.

18. **Položka T** - Otevřenou řečí popište jakoukoliv provozně významnou informaci, ale vždy uveďte délku neočištěné RWY (položka D) a rozsah znečištění (položka F) pro každou třetinu RWY (je-li to možné) podle této stupnice:

ZNEČIŠTĚNÍ DRÁHY 10 %

jestliže 10 % nebo méně dráhy je znečištěno

ZNEČIŠTĚNÍ DRÁHY 25 %

jestliže 11 - 25 % dráhy je znečištěno

ZNEČIŠTĚNÍ DRÁHY 50 %

jestliže 26 - 50 % dráhy je znečištěno

ZNEČIŠTĚNÍ DRÁHY 100 %

jestliže 51 - 100 % dráhy je znečištěno

Příklad úplného SNOWTAMU

GG EHAMZQZX EDDFZQZX EKCHZQZX

070645 LSZHNYX

SWLS0149 LSZH 11070700

(SNOWTAM 0149

A)LSZH

B)11070620 C)02 D)...P)

B)11070600 C)09 D)...P)

B)11070700 C)12 D)...P)

R)NO S)11070920

T)DEICING

Poznámka: Další příklady SNOWTAM využívající různé podmínky dráhy lze nalézt v dokumentu ICAO Aeronautical Information service Manual (Doc 8126).

Definice různých druhů sněhu:

Rozbředlý sníh

Sníh nasycený vodou tak, že se při dupnutí nohou rozstříkne. Hustota je 0,5 až 0,8 kg/dm³.

Poznámka: Při současném výskytu ledu a sněhu nebo vrstvy vody mohou zejména při dešti, sněžení nebo dešti se sněhem vzniknout hmoty s hustotou větší než 0,8 kg/dm³. Tyto hmoty jsou vlivem vysokého obsahu vody průsvitnější a při své vyšší hustotě jsou snadno odlišitelné od rozbředlého sněhu.

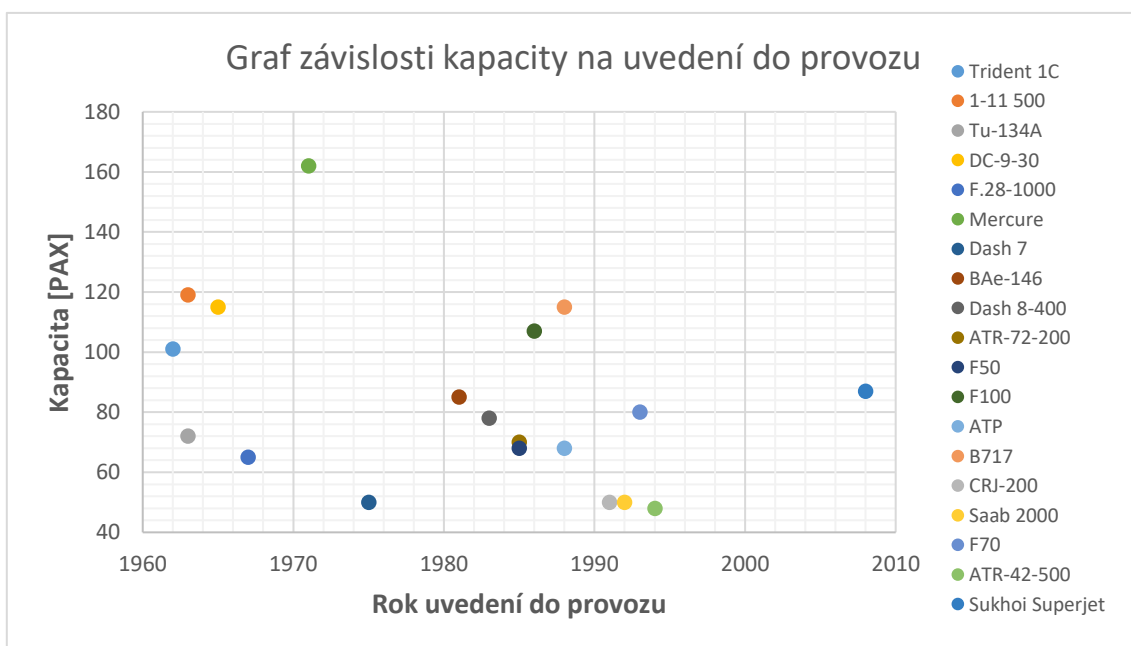
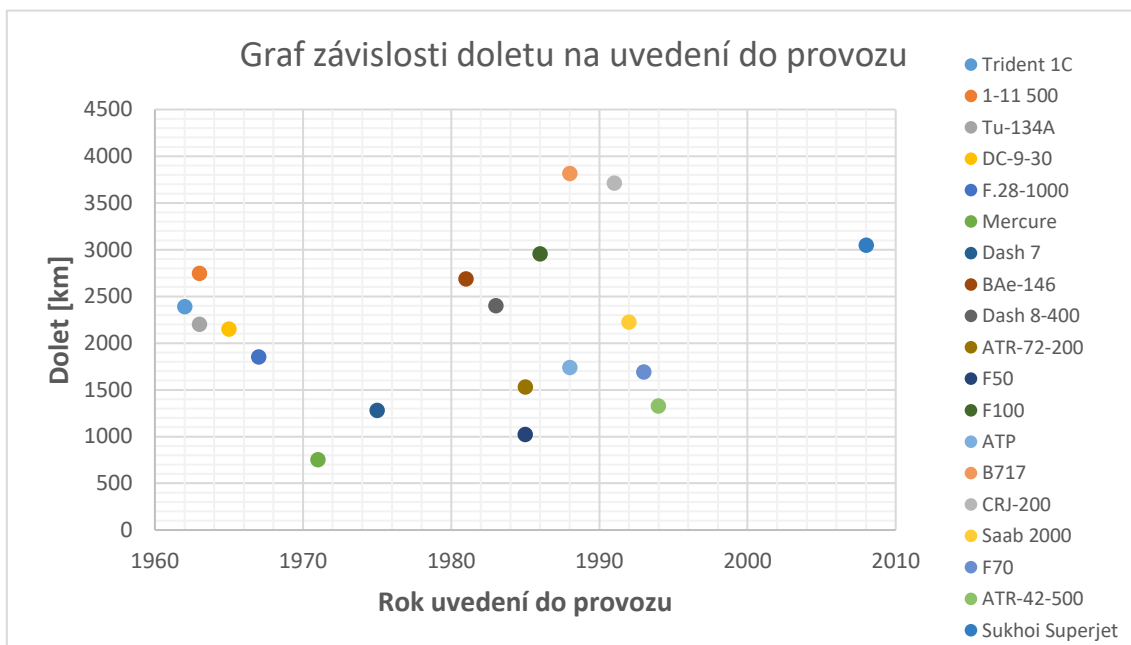
Sníh (na zemi)

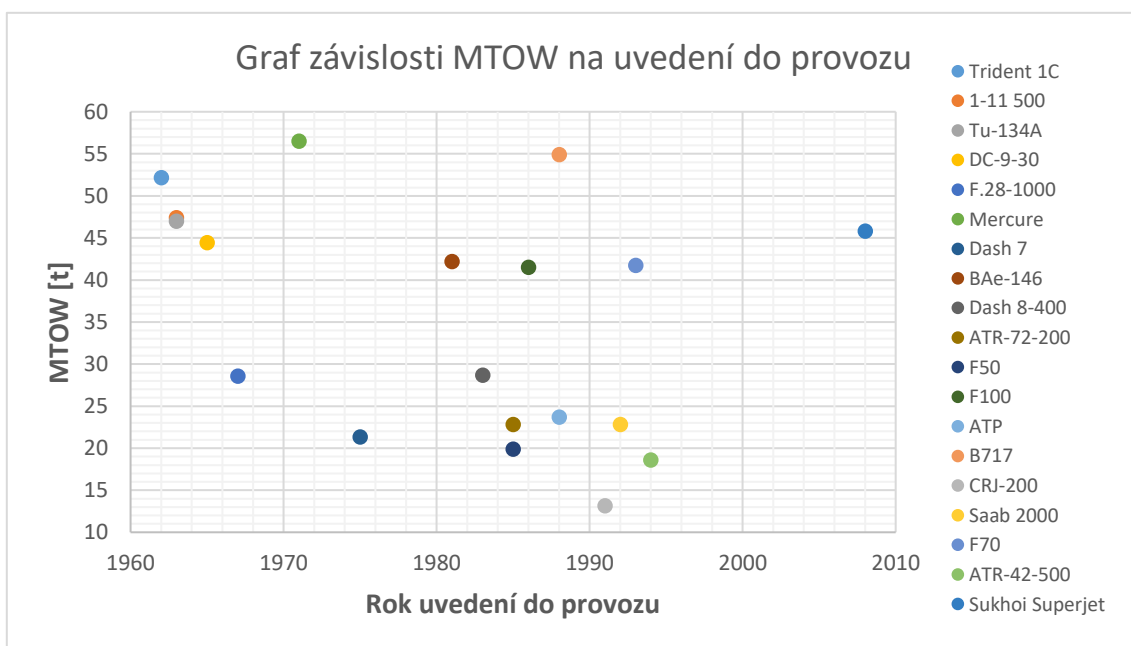
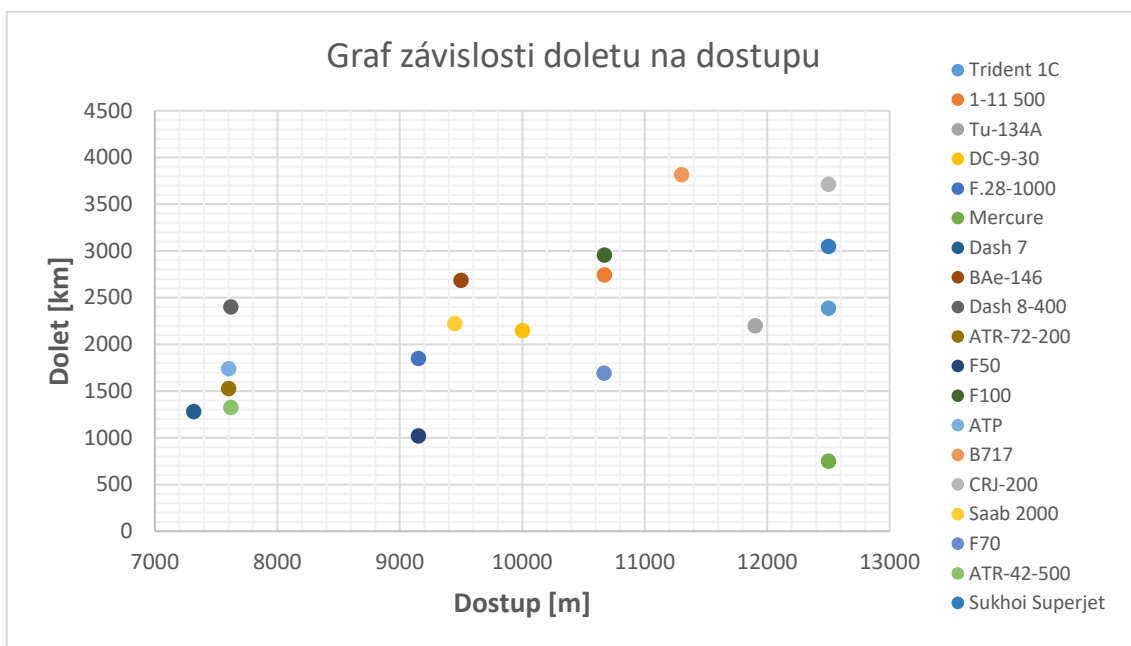
a) **Suchý sníh** - sníh, který, je-li sypký, se může navát nebo byl-li stlačen rukou, se po uvolnění opět rozpadne. Hustota je až do (nikoliv včetně) 0,35 kg/dm³.

b) **Mokrý sníh** - sníh, který byl-li stlačen rukou, drží pohromadě a je možno z něho vytvořit kouli. Hustota je od 0,35 kg/dm³ až do (nikoliv včetně) 0,5 kg/dm³.

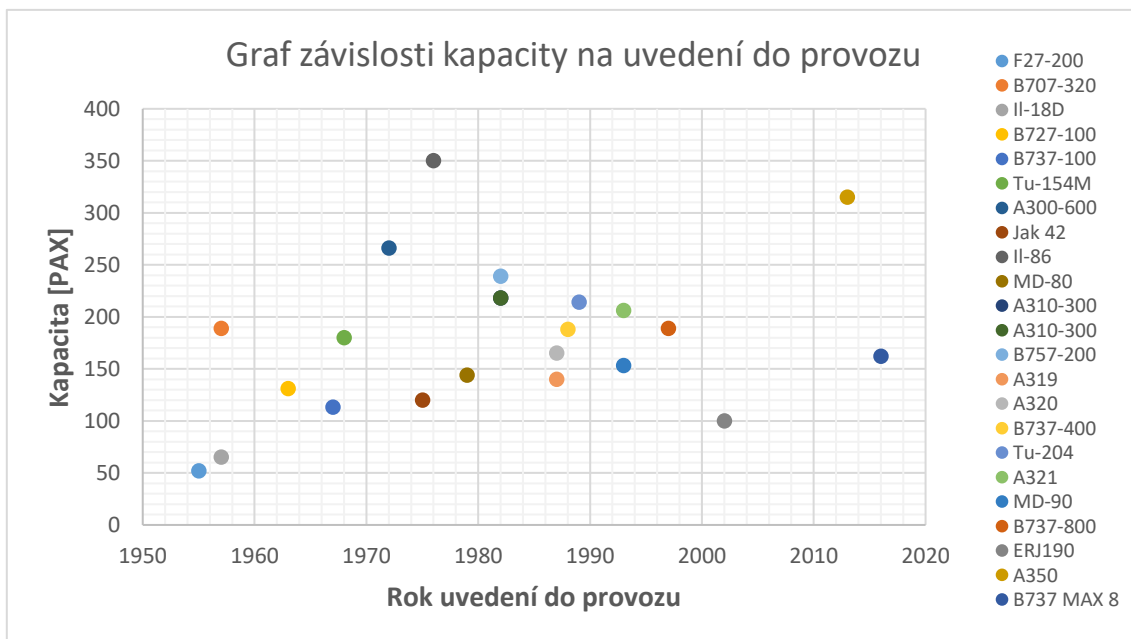
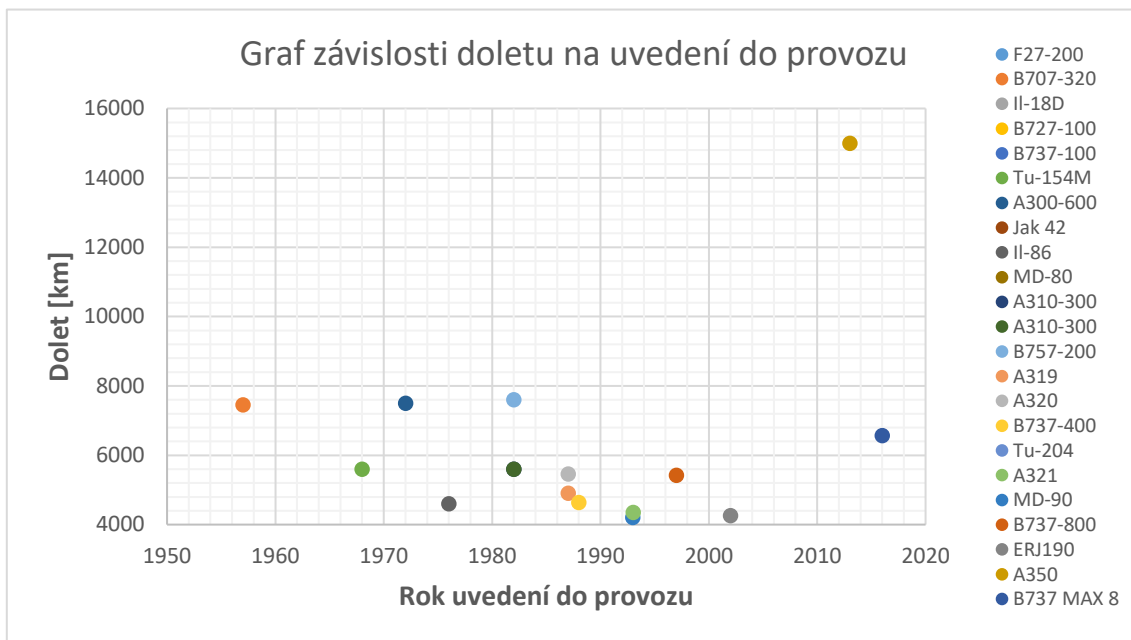
c) **Zhutněný sníh** - sníh, který je zhutněn v pevnou hmotu vzdorující dalšímu stlačování a je-li odtržen, drží pohromadě nebo se rozpadne na kusy. Hustota je 0,5 kg/dm³ a větší.

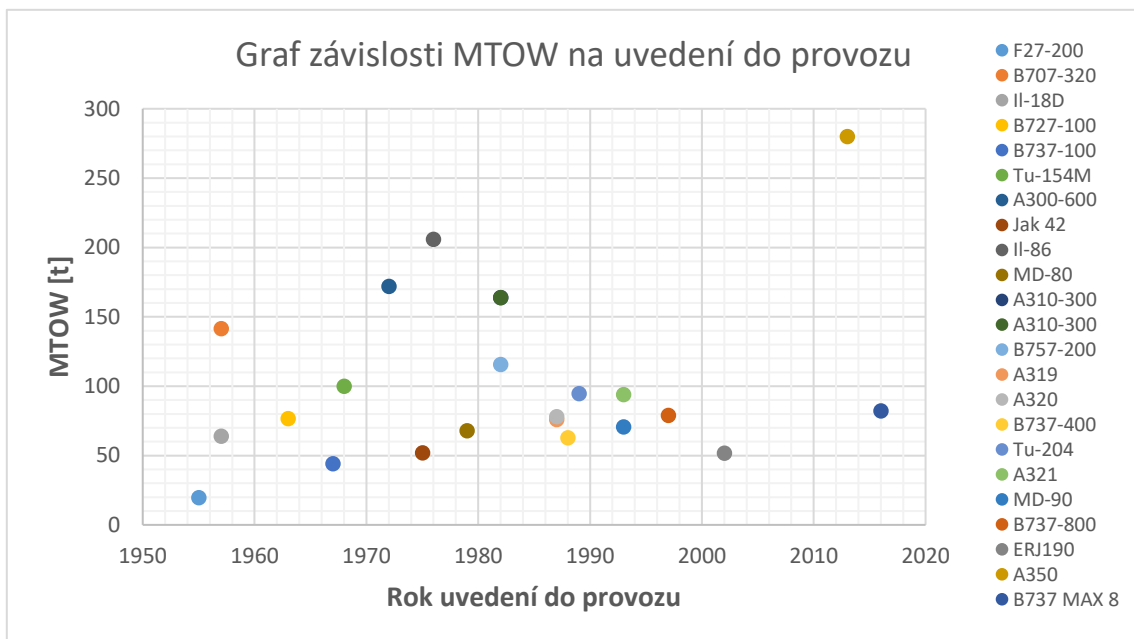
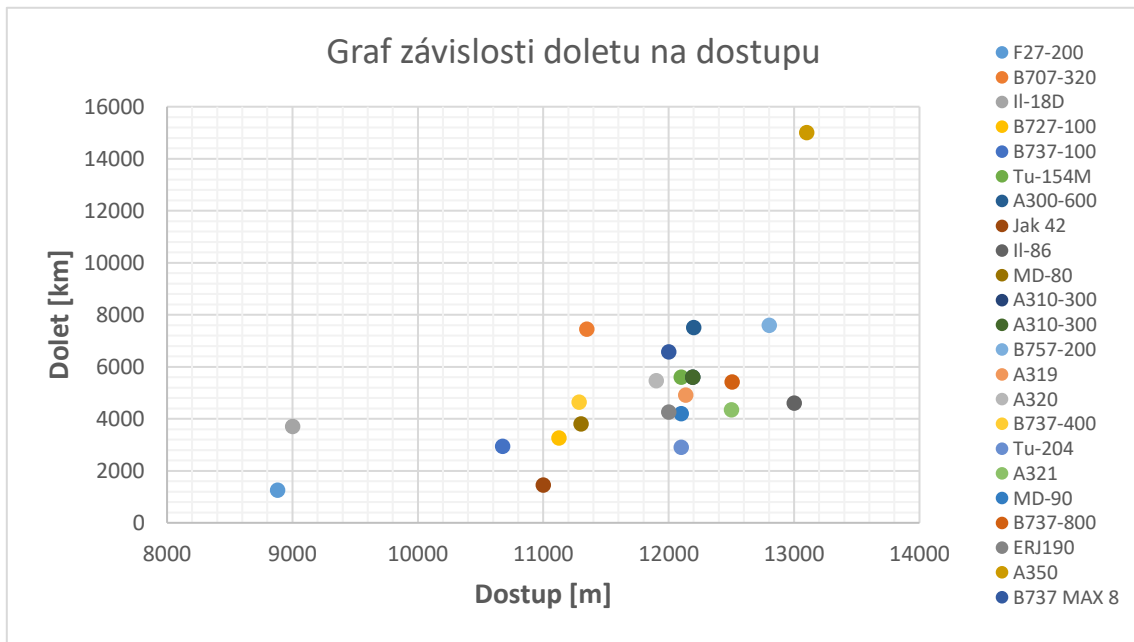
Příloha č.6 – Grafy letadel regionálních letů





Příloha č.7 – Grafy letadel na střední vzdálenosti





Příloha č.8 – Grafy letadel na dlouhé vzdálenosti

