



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

*Albert Bouchal*

Provozní řízení letiště na sdíleném pracovišti – APOC

Bakalářská práce

**2019**

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



**K621**..... **Ústav letecké dopravy**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Albert Bouchal**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LED – Letecká doprava**

Název tématu (česky): **Provozní řízení letiště na sdíleném pracovišti -  
APOC**

Název tématu (anglicky): Airport Management Control Center

### **Zásady pro vypracování**

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

- Koncept TAM (Total Airport Management)
- Společné provozní centrum letiště - APOC
- Současné konvenční provozní řízení letiště
- Implementace APOC



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Eurocontrol, Airport Network Integration, 2018  
F. Piekert, O. Delain, E.M. Domínguez, A. Marsden, Europe's next step in Total Airport Management Research, 2017

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Miroslav Špák**  
**Ing. Slobodan Stojčić**

Datum zadání bakalářské práce:

**19. října 2018**

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

Datum odevzdání bakalářské práce:

**26. srpna 2019**

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

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



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

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Albert Bouchal  
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 19. října 2018

## Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucím:

- inženýru Stojíčkovi za věcné připomínky k vypracování,
- inženýru Špákovi, který byl skvělým a motivujícím mentorem, orientujícím se v odborné sféře problému, vždy schopným podat k mé práci cenné rady a komentáře.

Vděčný jsem také všem profesorům a kolegům, se kterými jsem se během svého studia setkal. V neposlední řadě ale děkuji hlavně rodině, přítelkyni a přátelům, kteří mi byli obrovskou oporou nejen v náročnějších chvílích studia, a to jak po materiální, tak i nemateriální stránce.

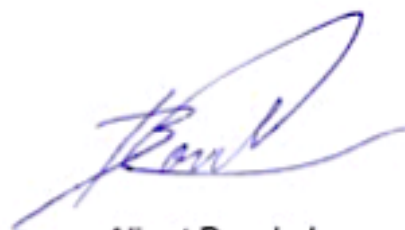
## Prohlášení

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

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

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

V Praze dne 22. 8. 2019



Albert Bouchal



## **Abstrakt**

Práce se v první řadě zabývá současnými problémy v provozním řízení letiště a přináší seznámení s problematikou Total Airport Managementu jakožto nového nástroje ke zvýšení efektivity letiště jako celku. Na základě existující dokumentace k tomuto tématu se pokusím o stručnou charakteristiku tohoto konceptu a uvedu jeho možné budoucí přínosy pro leteckou dopravu. Hlavním předmětem práce je ale rozebrat, jaké jsou momentální překážky v provozu a jaké si klademe cíle v jeho zefektivnění. Nakonec popíšu možnou podobu implementace společného provozního centra a definuji a namodeluji jeden problém, kterým se budu zabývat v poslední části práce, kde navrhnu matematické řešení.

## **Klíčová slova**

letiště, management, provozní řízení, řízení letiště, sdílené pracoviště, stanovení priorit, zpoždění

## **Abstract**

Firstly, the thesis discusses current problems concerning the operational management of an airport because there is new means of efficiency gain in the airport procedures called Total Airport Management concept, which is briefly introduced based on existing documentation. I will then state some of its possible benefits for air transport as a whole. The main subject of the bachelor thesis is to define obstacles and bottlenecks of the operations and the actual goals of the efficiency gain. Furthermore, one of the possible implemetations of Airport Operations Centre (APOC) will be described and one particular problem will be simulated and dealt with in the final part of the thesis, where the mathematical solution is put forward.

## **Keywords**

airport, management, operational management, operations centre, prioritisation, delay

# Obsah

1	Úvod .....	7
2	Definice problematiky .....	8
2.1	Zpoždění letadel .....	9
2.1.1	Finanční prostředky.....	10
2.1.2	Lidský faktor.....	10
2.1.3	Technologické nesoulady letištních systémů .....	11
2.2	Nedostatečná kapacita letištních zdrojů .....	11
2.2.1	Pevné zdroje .....	12
2.2.2	Mobilní zdroje.....	14
2.3	Reaktivní provozní řízení .....	15
2.4	Dopad meteorologické situace.....	15
2.4.1	Zprávy METAR.....	15
2.4.2	Zprávy TAF .....	16
2.4.3	Zprávy SIGMET .....	16
2.4.4	Vysílání ATIS .....	16
2.4.5	SNOWTAM .....	17
3	Koncept „Total Airport Management“ .....	17
3.1	Počátky Total Airport Managementu.....	19
3.2	Airport Collaborative Decision Making (A-CDM).....	20
3.3	Cíle Total Airport Managementu .....	21
3.4	Fáze plánování .....	22
3.5	Implementace APOC .....	24
3.5.1	Lokace a rozloha.....	25
3.5.2	Aplikační podpora .....	25
3.5.3	Struktura a složení .....	26
3.6	Očekávané benefity .....	27
4	Stanovení priorit letům na přiletu .....	28
4.1	Modelování situace .....	30
4.2	Princip stanovení priorit .....	35
4.2.1	Počet letů dopravce .....	36
4.2.2	Síťový dopravce x low-cost model .....	37
4.2.3	Bázování na LKPR.....	38
4.2.4	Délka letu z výchozího letiště.....	38
4.3	Stanovení priorit letům v uvažované hodině .....	39
4.4	Výsledek .....	43
5	Závěr.....	46

## Seznam použitých zkratek

A-CDM – Airport Collaborative Decision-Making  
A-SMGCS – Advanced Surface Movement Guidance and Control System  
ACCES – Airport and Control Center Simulator  
ANSP – Air Navigation Service Provider = poskytovatel letecké navigační služby  
AOP – Airport Operations Plan  
APOC – Airport Operations Centre = sdílené provozní centrum letiště  
ATFM – Air Traffic Flow Management  
ATIS – Airport Terminal Information Service  
CAODB – Central Airport Operational Database  
DCB – Demand Capacity Balancing  
DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. = Německé středisko pro letectví a kosmonautiku  
FUM – Flight Update Messages  
IATA – International Air Transport Association = Mezinárodní asociace leteckých dopravců  
ICAO – International Civil Aviation Organization = Mezinárodní organizace pro civilní letectví  
LKPR – ICAO kód Letiště Václava Havla v Praze  
METAR – Meteorological Terminal Area Report = Místní aktuální pravidelná meteorologická zpráva pro letiště  
NMOC – Network Manager Operations Centre  
NOP – Network Operations Plan  
NOTAM – Notice To Airmen  
QNH – tlak vzduchu přepočtený na hladinu moře  
ŘLP – Řízení letového provozu  
SES – Single European Sky = Jednotné evropské nebe  
SESAR – Single European Sky ATM Research  
SIGMET – Significant Meteorological Information  
SWIM – System Wide Information Management  
TAF – Terminal Aerodrome Forecast  
TAM – Total Airport Management  
TOBT – Target Off-Block Time  
TTOT – Target Take-Off Time  
UTC – Universal Time Coordinated = Koordinovaný světový čas

# 1 Úvod

Světlem letecké dopravy hýbe globální ekonomika. Současný stav přispívá k jejímu neustálému růstu, a tak dochází i k neustálému růstu letecké dopravy. Ve vzduchu se objevuje stále více letadel, vznikají nové typy letounů naplňující současnou poptávku po wide-body strojích s velkým doletem. Letové tratě se plní až po okraj kapacit, ačkoliv jich je mezi určitými body několik – ať už po jiné trase, či v jiné letové hladině. Všechn tento objem dopravy je potřeba někde přistát, servisovat, naplnit cestujícími a znovu poslat na cestu. Třeba na konci června letošního roku 2019 došlo k překonání rekordu – nad Evropou se za jediný den uskutečnilo 37 228 letů. [1]

Letiště, jako uzly letecké dopravy, jsou kritickým bodem pro obsluhu letadel. I přes to, že zde letadla nevydělávají, k jejich přežití je zastávka na letišti více než fundamentální. Zde dochází k plnění letadel tzv. platícím zatížením, ale také k provádění servisních nebo generálních prohlídek. Ale v porovnání s letovými trasami není letišť zdaleka tolik, aby se nepotýkala s kapacitními problémy. Zvláště letiště vzniklá v minulém století, postavená blízko velkých aglomerací, již v současných podmínkách nemají prostor k expanzi, protože jsou obklopena zástavbou. Na mnoha místech se zkrátka nemyslelo dostatečně dopředu, ba někdy to ani nebylo možné. Předpokládat, že letecká doprava bude růst takovým tempem, dokázal totiž asi málokdo [2].

Dochází proto spíše k opatřením, která nevyžadují příliš dalšího prostoru. Můžeme rozšířit nebo prodloužit runway, ale zřídka kdy dokážeme najít prostor pro stavbu dráhy nové. I pro nové terminály se stěží najde místo, můžeme ale zvětšit jednotlivá stání, osadit je lepšími nástupními mosty, nebo vystavět další patro nebo prst terminálu. Dochází také k výstavbě satelitních terminálů. Realizace takových stavebních opatření jsou však časově i finančně náročné a následně i přesto dojde rychle k opětovnému naplnění kapacity.

Prostor však není jediným problémem, který by letiště znervózňoval. Potýkají se s mnoha dalšími nežádoucími faktory, které neblaze zasahují do jeho provozu. Může se jednat například o nesprávné alokování zdrojů letiště. Kromě zdrojů samotného letiště jde ale také o alokování zdrojů ostatních zúčastněných stran, které na letišti působí. To zahrnuje například handlingové společnosti, řízení letového provozu, bezpečnostní složky apod. Všechny tyto složky generují technické, technologické a personální zdroje, jejichž správná alokace je velmi důležitá. Nesprávná činnost nebo dokonce výpadek těchto složek zapříčiní neefektivní pohyb letadel a další techniky po letištních plochách, letadla spalují více paliva, zpožďují se, což

vyústí ve vyšší náklady dopravců a přispívá i ke znečištění ovzduší. Faktor tu hraje také bezpečnost, na jejíž úroveň je v poslední době kladen kritický zřetel.

I příroda si v současné situaci říká o slovo. Nepříznivé meteorologické podmínky jsou schopny výrazně ochromit provoz letiště, zároveň s sebou přinést jak vlnu zpoždění, tak zbytečné výdaje, nebo bezpečnostní riziko. Proto je nutná včasná informovanost a stanovení postupů, které pomůžou s lepší koordinací všech letištních složek.

Na všechny tyto otázky by mohl být odpovědí nový koncept provozního řízení letiště, kterým se zabývá tato práce. Součástí konceptu je i vybudování sdíleného pracoviště APOC (Airport Operations Centre), které by mělo být centrálním dispečinkem řídícím letiště jako celek právě na základě uvedeného konceptu. V posledních pár letech se totiž právě sem soustřeďuje pozornost mnohých letišť a velkých evropských společností řídících provoz nad Evropou. Uvedená problematika bude rozvedena, aby čtenář získal povědomí o několika okruzích, které je možné mimo jiné v rámci provozního řízení řešit. Kvůli jeho komplexitě je ale bližším zaměřením práce pouze jeden z okruhů. Cílem je stanovení priorit pro přiletěly za nepříznivých meteorologických podmínek panujících na letišti. Práce popisuje možný model přístupu k mitigaci dopadů nepříznivých meteorologických jevů na letecký provoz na Letišti Václava Havla v Praze. Stanovený způsob řešení je ale za předpokladu naplnění určitých podmínek obecně aplikovatelný. Pro účely vypracování expertní analýzy byla využita historická provozní data a provozní zkušenosti. Bodem zájmu samotné analýzy je aktuální meteorologická situace a její dopad na kapacitu dráhového systému.

## 2 Definice problematiky

Tato část práce se zabývá definicí podmnožiny faktorů, které neblaze ovlivňují provoz na mnohých letištích v rámci evropské sítě, včetně toho pražského. Je zde obecně popsán výběr hlavních problémů, expertně vybraných pro účel této práce, aby čtenář získal povědomí o dané problematice. V praxi je problémů samozřejmě mnoho, nelze je ale všechny v práci obsáhnout. Pro každé konkrétní letiště v síti se také výčet prvků a jejich přesná podoba bude samozřejmě lišit. Často také dochází k prolínání jednotlivých problémů, protože spolu souvisí nebo jsou si navzájem příčinou. V další části práce je pak uveden koncept, který by mohl uvedená témata řešit a problémy tak odstranit, nebo alespoň zlepšit.

## 2.1 Zpoždění letadel

Prvním velkým problémem – a to nejen v letectví – jsou zpoždění. Komplikují provoz na letišti a posouvají jeho časový plán. To pak může ovlivnit letištní složky, jiná letadla a celou evropskou síť. Tím se posouvá i provoz na navazujících letištích.

Ať už je totiž zpoždění letadla způsobeno čímkoliv, je velké riziko, že se toto zpoždění již do konce dne neeliminuje a způsobí řetězovou reakci zpoždění všech složek na všech letištích, které navštíví. Za asi 44 % všech zpoždění v Evropě mohl v roce 2017 pozdní přilet již zpožděného letadla na letiště. [3] Pokud se totiž letadlo zpozdí již na své první ranní lince, může být zpoždění očekáváno i ve všech dalších destinacích. Jednoduše není snadné provést všechny operace potřebné k odbavení letadla za kratší než plánovaný čas. Cílem tedy musí být v první řadě minimalizace těchto takzvaných primárních zpoždění, které za toto tzv. reakční zpoždění můžou. Realisticky můžeme říct, že se reakční zpoždění nepodaří eliminovat zcela, přesto ale bude nutné umět správně reagovat i na taková zpoždění v rámci všech složek letiště a zpoždění očekávat již po vzniku onoho primárního zpoždění, aby se zachovala plynulost provozu v celé síti a nedošlo k výrazným narušením letových řádů a celého NOP (Network Operations Plan).

Stručně můžeme zpoždění rozdělit podle toho, co je jejich příčinou:

- Letecký dopravce, který může zahrnovat i handlingovou společnost a jedná se pak o zpoždění způsobená odbavením cestujících a samotného letadla, ale třeba i potřebnou dokumentací nebo technickým problémem na letadle či výpadkem palubního personálu.
- Regulace vzdušného prostoru na úrovni FIR, tedy řízení letového provozu nebo ATFM (Air Traffic Flow Management) na evropské úrovni. Zpoždění jsou zde zaváděna uměle, aby se předešlo naplnění kapacity letových tratí nebo nemožnosti najít pro letadlo v destinaci volnou stojánku. Většinou bývají menšího rozsahu než zpoždění způsobená leteckým dopravcem.
- Regulace vzdušného prostoru na úrovni TMA, tedy řízení letového provozu v prostorech letiště.

Umělé odchylky jsou ale praktikovány i ze strany dopravce. Často dochází k situacím, že linka, která má nějaký předpokládaný čas letu, ve skutečnosti trvá například o půl hodiny méně. Letadlo si pak může dovolit odstartovat s patnáctiminutovým zpožděním, zdržet se na cestě z důvodu regulace vzdušného prostoru nebo neočekávaných událostí a stále do destinace

dorazit včas. [4; 5] To se stává hlavně u síťových dopravců, kteří pro daný let aplikují tzv. „scheduling buffer“.

Dále následují podkapitoly popisující některé faktory, které pravděpodobně nejvíce souvisí se zpožděním a často i mezi sebou.

### **2.1.1 Finanční prostředky**

Finance jsou samozřejmě jedním z nejdůležitějších faktorů, které ovlivňují ekonomický život aerolinky (dopravce), ale i letiště. Pro přehled je vhodné definovat, kde a proč jsou finance vynaloženy zbytečně. Například kvůli již zmíněnému zpoždění letů může mít cestující za určitých podmínek právo na kompenzaci ve výši 150 až 600 eur. [6] To však nejsou jediné výdaje dopravce za zpoždění. Občas dojde vlivem zpoždění k překročení limitu povolené pracovní doby pro posádku, musí se tedy vypravit posádka nová, což s sebou přináší zvýšení personálních nákladů.

Dalším únikem financí by mohla být skutečnost, že při nesprávném stanovení času TOBT (Target Off-Block Time – cílový čas, ve který má letadlo opouštět stojánku po vykonání pozemního odbavení a předletové přípravy, doslova po odstranění “špalků”) dochází ke zbytečnému chodu motorů buď ještě na odbavovací ploše, při odmrazování, nebo na pojížděcích drahách při vyčkávání na povolení ke startu. Na druhé straně pak při přiletu během vyčkávání na přidělení stojánky. Ačkoli to v rámci jednoho letadla nebývají velké částky, finance tu unikají v podobě spáleného paliva. Výše je tedy dána kolísající cenou nafty a ve velké flotile může nakonec schodek činit podstatnou část nákladů.

### **2.1.2 Lidský faktor**

Lidským faktorem jsou provázeny všechny lidské aktivity. Ne jinak je tomu v letectví. Až 80 % všech leteckých nehod je možné do určité míry přisuzovat lidské chybě. [7] Tím dochází k obrovské hmotné i finanční ztrátě. Na letišti dochází však spíše pouze k incidentům, nejčastěji se jedná o kolizi dvou letadel při pojíždění, nebo o kolizi letadla s vozidlem pozemního handlingu.

Z provozního hlediska ale nemusí lidský faktor hrát roli jen při incidentech a nehodách materiálních, ale také personálních chybách (např. špatné plánování směn, nesprávná alokace zaměstnanců v určitou dobu, špatná nebo pozdě vydaná rozhodnutí, a další). Souviset může i špatná životospráva a/nebo únava, či špatný přístup k práci ze strany samotných zaměstnanců. To může mít samozřejmě dopad na jejich práci. Z těchto chyb pak

můžou pramenit jak zpoždění, tak zbytečné utrácení finančních prostředků. Je proto nutné alespoň do určité míry automatizovat procesy, ve kterých dochází k lidským chybám nejčastěji, a minimalizovat tím tak následky, ale i příčiny.

### 2.1.3 Technologické nesoulady letištních systémů

Ve skvěle fungujícím systému by měly všechny jeho části mezi sebou bezproblémově komunikovat a předávat si co největší možné množství dat, z kterých se pak vytvoří požadovaný výstup. Pro takové fungování by bylo nejlepší, aby se všechny části sestávaly ze stejného hardwaru a byly řízeny stejným softwarovým vybavením.

To je však pro letiště, ale i pro ostatní letištní složky problém hlavně při komunikaci mezi sebou. Ačkoliv máme nadnárodní celky, které navrhuji požadované nároky na hardware i software, čímž se snaží o co největší standardizaci, mohou se mezi jednotlivými zeměmi (ale i letištními subjekty) lišit dodavatelé, a tím pak i zpracování této techniky. I přes to, že technika i software specializovaných letištních systémů třeba vyhovuje normám, tyto zdánlivě stejné systémy spolu musí být kompatibilní. Pokud nejsou, zúčastněným subjektům na letišti pak činí problém se mezi sebou konstruktivně a efektivně domluvit o plánovaných rozhodnutích. Komunikace mezi nimi pak stojí hlavně na telefonním spojení, e-mailech čekajících na odpověď a poznámkách tužkou na papír. To se musí změnit.

## 2.2 Nedostatečná kapacita letištních zdrojů

Cestující jsou tím, co pohání celý letecký průmysl. Například Letiště Václava Havla v Praze v posledních letech zažívá obrovský rozmach. To je vidět na následujících tabulkách. Podle zpráv o přepravě (Traffic Reports) na letištních stránkách<sup>1</sup> v minulém roce 2018 zaznamenalo letiště téměř 16 800 000 cestujících, což byl skoro 9% nárůst oproti roku 2017. Již v květnu 2019 letištem prošlo o více než 5 % více cestujících, než tomu bylo v květnu roku minulého. Zde je vidět, že objem cestujících na největším českém letišti stále narůstá. Budou ale stačit letištní zdroje?

Tabulka 1: Cestující na LKPR za rok 2017 a 2018 [8]

	2017	2018	Změna
<b>Celkem cestujících</b>	15 415 001	16 797 006	8,97 %
<b>Z toho</b>			
mezinárodní	15 381 231	16 765 580	9,00 %
vnitrostátní	33 770	31 426	-6,94 %

<sup>1</sup> <https://www.prg.aero/prague-airport-traffic-reports>



Tabulka 2: Cestující na LKPR za květen 2018 a 2019 [9]

		Květen 2018	Květen 2019	Změna
<b>Celkem cestujících</b>		1 411 870	1 486 306	5,27 %
<b>Z toho</b>	mezinárodní	1 408 503	1 486 187	5,52 %
	vnitrostátní	3 367	119	-96,47 %

Ty jsou totiž obecně podstatným kapacitním omezujícím faktorem pro tok cestujících letištěm. Pro každý terminál jsou pro přílety i odlety vždy definovány limitující faktory, které tvoří „hrdlo láhve“. V případě pražského letiště se tyto faktory opět nachází na jeho stránkách. [10] V tabulce můžeme vidět, že velkým limitujícím zdrojem jsou kontroly (bezpečnostní a pasová). Pro maximalizaci počtu cestujících tedy musíme být schopni efektivně řídit a přiřazovat zaměstnance na přepážky pasové a bezpečnostní kontroly. Pokud toto nebude stačit, musí být prostor a prostředky pro vystavení nových přepážek, které zvládnou takové množství cestujících obsloužit.

Tabulka 3: Limitující faktory jednotlivých terminálů na LKPR [10]

Terminál	Odlety		Přílety	
	Kapacita	Limitující faktor	Kapacita	Limitující faktor
<b>T1</b>	2 100 cestujících	Pasová kontrola	2 100 cestujících	Pasová kontrola
<b>T2</b>	2 500 cestujících	Bezpečnostní kontrola	3 500 cestujících	Vyzvednutí zavazadel
<b>T3</b>	60 cestujících	Stojánky + bezpečnostní kontrola	120 cestujících	Vyzvednutí zavazadel

To ale neznamená, že jsou ostatní zdroje na letišti pro zajištění toku cestujících méně důležité. Aby vše fungovalo tak, jak má, a pohyb cestujícího od příchodu na letiště do jeho odletu byl bez komplikací – tedy aby byl cestující včas ve správném nezpožděném letadle a nejlépe se svým kufrem v zavazadlovém prostoru – je třeba alokovat správně všechny letištní zdroje, které nyní rozdělíme do dvou skupin.

### 2.2.1 Pevné zdroje

Pevnými zdroji myslíme takové zdroje, které získáme jejich konstrukcí. V první řadě se jedná o tlukoucí srdce každého letiště – **vzletovou a přistávací dráhu**. Na Letišti Václava Havla v Praze (ale podobně na většině ostatních velkých evropských letištích) je kapacita udávána v počtech pohybů za hodinu, přičemž se mění jak během dne, tak hlavně během noci, kdy bývají aplikovány noční hlukové restriktce. Nejvíce pohybů za hodinu, které je možné na letišti v Praze pozorovat, je 47 [10]. To je skoro o deset více, než je schopné akomodovat třeba letiště Luton v Londýně, které se pražskému letišti může rovnat v počtu přepravených cestujících za rok. [11]

Absence paralelní dráhy na LKPR však neumožňuje kapacitu dráhového systému již příliš navýšit, hlavně kvůli separacím, které musí být mezi dvěma vzlety nebo přistáními dodržovány. Záležit přitom i na kategorii letadla. Z tohoto důvodu se z pohledu vzletů **nebo** příletů dostáváme na maximální počet 33, celkem pak zmíněných 47. Údaje o pohybech na dráze během dne jsou uvedeny v následující tabulce:

Tabulka 4: Povolené pohyby na dráze na LKPR [10]

	Od*	Do*	Povolené pohyby na dráze	
<b>Denní režim</b>	<b>04:00</b>	<b>19:55</b>	6 příletů anebo 6 odletů; 10 celkem	/ 10 minut
			33 příletů anebo 33 odletů; 46 celkem	/ 60 minut
	7:30	16:00	47 celkem	/ 60 minut
<b>Noční režim - hlukové omezení</b>	<b>20:00</b>	<b>03:55</b>	6 příletů anebo 6 odletů; 10 celkem	/ 10 minut
	20:00	23:55	34 pohybů (přílety i odlety) celkem	/ 240 minut
	00:00	01:55	0 odletů	
	00:00	03:55	14 pohybů (přílety i odlety) celkem	/ 240 minut

\*časy jsou v UTC

To však platí v ideálních podmínkách. Obecně je propustnost dráhového systému velmi dynamická, a tedy závislá na počasí, hlukovém zatížení, řízení letového provozu a dalších činitelích. Můžeme sledovat, že v nočním režimu se kapacita dráhy sníží až o 93 %, od 2:00 do 4:00 hodin dokonce nejsou povoleny žádné lety přilétající nebo odlétající z LKPR.

Dalšími provozními plochami disponujícími kapacitou jako parametrem jsou **pojezdové dráhy** a **odbavovací plochy**. Zatímco pojezdové dráhy jsou podporou pro maximální využití vzletové a přistávací dráhy a bylo by proto ideální, aby se letadla na pojezdových drahách zdržovala co nejkratší čas, odbavovací plochy jsou pro letadla stacionárním stanovištěm. Počet stání pro jednotlivé typy letadel na odbavovací ploše je skutečným kapacitním parametrem, a tedy pevným letištním zdrojem. [12]

S tím souvisí i **sloty**, jakožto povolení dané určitým časovým údajem, kdy je letadlo oprávněno využít letištní infrastrukturu k tomu, aby odletělo nebo přistálo na letišti. [13] Z hlediska řízení letiště je to velmi důležitý parametr, protože umožňuje letišti (a potažmo i dopravcům) využít veškerou letištní infrastrukturu co nejefektivněji. Každé koordinované letiště jich má určitý počet a jsou přerozdělovány dvakrát ročně na Konferenci pro přidělování slotů pořádanou Mezinárodní asociací leteckých dopravců (IATA) před každou sezónou (letní/zimní).

S čím se ale cestující setkají tváří v tvář, jsou **přepážky**. Kapacita check-in přepážek není už tak výrazným omezujícím faktorem, protože v dnešní době se mezi cestujícími stále více používá online check-in přes internet, nebo „self check-in“, provedený samotným cestujícím

na letišti. Pro ty, co mají s sebou velké zavazadlo a k přepážce musí, se i v tomto případě začínají objevovat alternativy. Samoobslužné přepážky „self baggage drop“ například umožňují cestujícím, aby si zavazadlo odbavili sami, nevyžadují tak letištní personál. Pro pasové kontroly vznikají taktéž alternativy v podobě biometrických kontrol, kdy cestujícího po přiložení osobního průkazu nebo pasu zkontroluje počítač. Přepážky bezpečnostních kontrol jsou však tím, čím si musí projít každý cestující a kde je letištní personál potřeba.

Při velkém množství příletů v malém časovém rámci mohou být „hrdlem láhve“ také **zavazadlové „karusely“**. Tento způsob vyzvednutí zavazadel z běžících pásů může být zdoluhavý, protože trvá, než vydávání zavazadel po příletu vůbec začne, poté trvá nějaký čas, než se všechna zavazadla vydají, protože karusel má své hmotnostní limity. A to vše pouze pro jeden let. Přitom počet karuselů je omezen prostorem v terminálu a zdroji handlingových společností. Kvůli tomu je proto v tabulce č. 3 uvedeno, že vyzvednutí zavazadel na terminálu 2 a 3 Letiště Václava Havla, je pro celkovou kapacitu příletových cestujících limitujícím faktorem.

## 2.2.2 Mobilní zdroje

Všechnu pracovní nebo přepravní sílu, kterou můžeme přesouvat z místa na místo a plnit tím potřebné úkony, nazýváme mobilními zdroji. Sem spadají v první řadě zdroje personální, tedy samotný **personál** letiště. Pro účel práce popisují pouze personál pracující na přepážkách, které byly probrány v předchozí kapitole. Pokud totiž není check-in přepážka osazena personálem, jako taková není funkční. To samé platí pro přepážky bezpečnostní kontroly, ale neplatí pro vymoženosti „self check-in“, „self baggage drop“ a jiné. Je tedy důležitá alokace mobilního zdroje na zdroj pevný.

Jsou zde ale mobilní zdroje, které potřebují k obsluze personál, přiřazujeme tedy i mobilní zdroj na mobilní zdroj. Za takový případ můžeme považovat letištní **autobusy**, které slouží k přepravě cestujících od terminálu k letadlům na vzdálených stáních a zpět. Pro většinu letadel, které na těchto stáních parkují, ale jeden autobus mnohdy nestačí. Proto je i toto další logistický problém.

Kromě přepravy lidí ale musíme přepravit i jiné entity. Všechny **zdroje pozemního handlingu** se do skupiny mobilních zdrojů řadí také, ať už to jsou zavazadlové vozíky, přístavná schodiště, palivové cisterny nebo vozidla související s cateringem. Někdy i jedna entita vyžaduje více pracovníků.

## 2.3 Reaktivní provozní řízení

Provozní řízení letiště je v současné době pouze reaktivní. To znamená, že reaguje na vzniklé krizové situace jen „hašením“ jejich následků. Dojde-li například k náhlému výpadku důležitého zdroje a propadu kapacity, reaktivní řízení reaguje pozdě a neefektivně. Je proto třeba prostřednictvím řízení proaktivního předpovídat jednotlivé výkonové parametry dopředu, následně předpovídat i celou provozní situaci, tvořit scénáře „co by se stalo, kdyby ...“ a další. Je tedy třeba zaměřit se na holistický monitoring, kde by důležitou roli hrála poptávka po zdrojích a kapacita každého jednotlivého zdroje. Jako jeden z největších úzkých hrdel současného provozního řízení je nedostačující vzájemná informační povědomost.

## 2.4 Dopad meteorologické situace

Velmi důležité pro všechny uživatele letiště je povědomí o počasí. Konkrétně není žádoucí, aby se zúčastněné strany o možném nebezpečném meteorologickém jevu (silný vítr, bouřky atd.) dozvěděly až na poslední chvíli. V současné době letiště nedokáže vizualizovat dopad meteorologické situace na kapacitu jednotlivých zdrojů, protože postrádá potřebné programové vybavení. Pokud se takový systém varování na letišti nenachází, může změna počasí pro provoz představovat velké nebezpečí. Máme ale kvalitní zdroje v podobě meteo zpráv, které by do budoucna měly být solidním základem pro vytvoření zmíněných systémů na včasné varování a vizualizaci dopadu.

Stručnému popisu dostupných meteorologických zpráv se věnují následující podkapitoly.

### 2.4.1 Zprávy METAR

Místní aktuální pravidelná meteorologická zpráva pro letiště (METAR – Meteorological Terminal Area Report) je podle stanovených postupů vydávána v hodinových nebo půlhodinových intervalech (na letišti v Praze je to 30 minut). Slouží především pro plánování letů a jako informace letadlům za letu o panujících podmínkách na letišti. Je vysoce standardizovaná organizací ICAO – má svou předepsanou strukturu a pořadí obsažených prvků, kromě identifikace typu zprávy a času pozorování obsahuje především údaje o směru a rychlosti přízemního větru, dohlednost a dráhovou dohlednost, současné počasí, množství oblačnosti, výšku její základny, teplotu vzduchu, rosného bodu a tlak QNH. [14]

Pokud se ale povětrnostní podmínky výrazně změny v průběhu časového bloku mezi dvěma vydáními zprávy METAR, vydává se zpráva SPECI jako mimořádná úprava. Ta má stejné kódování, v záhlaví zprávy je však místo „METAR“ uvedeno „SPECI“.

## 2.4.2 Zprávy TAF

Zpráva TAF (Terminal Aerodrome Forecast) je vydávána každých 6 hodin, tj. v 00, 06, 12, 18 hodin a platí podle stanovených postupů buď na 24 nebo 30 hodin od času vydání, přičemž místní působnost je do okruhu asi 8 kilometrů od vztažného bodu příslušného letiště. Pokud se předpokládána předpověď během 6 hodin od vydání výrazně změní, vydává se zpráva TAF AMD (Amended), která upravuje základní TAF. Do jisté míry mohou zprávy doplňovat METAR, proto mají také velmi podobné kódování a proto je letišť, kde jsou dostupné zprávy METAR, více, než letišť poskytujících zprávy TAF, poněvadž jsou vydávány meteorologickým pracovníkem na zemi. [15]

## 2.4.3 Zprávy SIGMET

Pro bezpečnost letadel je důležitá také zpráva SIGMET (Significant Meteorological Information). Pokud je taková zpráva vydána, znamená to, že se na trase nebo na letišti vyskytnou (nebo se očekává výskyt) mimořádné meteorologické situace nebezpečné pro průběh nebo odbavení letu. Řadí se do třech kategorií:

- WS SIGMET – poskytuje informaci o mimořádných jevech, vyskytujících se na určité trati
- WV SIGMET – je speciální výstraha na vulkanický popel
- WO SIGMET – je zpráva, která je pro účel této práce nejdůležitější, a to výstraha pro letiště (jinak také nazývané AD WRNG)

Upozorňuje tak zejména na bouřky, nadlimitní vítr, tropické cyklóny, turbulence, námrazu, ale také na radioaktivní oblak. [14; 5]

## 2.4.4 Vysílání ATIS

Hlasové vysílání automatické informační služby v koncové řízené oblasti (Airport Terminal Information Service – ATIS) v sobě kromě informací o počasí obsahuje také provozní data letiště (např. jaká dráha je právě v používání). Vysílání probíhá na dané frekvenci a má často navíc i své vlastní telefonní číslo (pro Prahu +420 220 378 300).

## 2.4.5 SNOWTAM

V zimních měsících jsou pro letiště v chladnějších podnebných pásmech samozřejmě limitující sněhové podmínky. Zde přichází na řadu informace ze skupiny zpráv, které varují před nebezpečím nebo informují o změně v leteckém provozu, známé jako NOTAM – Notice To Airmen, přeloženo jako oznámení pro letce. Jsou většinou dlouhodobějšího charakteru a obsahují například informace o neprovozních letištních plochách nebo probíhajících pracích.

Z toho plyne, že SNOWTAM varuje před nebezpečnými situacemi, které jsou způsobeny sněhem. Nejčastěji jde buď o přítomnost sněhu na dráze nebo jeho odklizení. [16]

Dokud na letišti nebude přítomen systém pro včasné varování před nebezpečnými meteorologickými jevy, který je v současné době v jednání, budeme si muset vystačit s klasickými zprávami popsanými výše.

## 3 Koncept „Total Airport Management“

Účelem předchozí kapitoly bylo uvést podmnožinu nežádoucích faktorů, ovlivňujících letecký průmysl, které jsou v současné době viděny jako problém. Tato kapitola má představit možný způsob jejich řešení. Po mnoho let se každé oddělení letiště snažilo zlepšit služby a postupy, které souvisely pouze s jeho činností. Ale v „organismech“, kterými letiště zajisté jsou, se musí spolupracovat, kooperovat a využívat stejné prostředky tou neekonomičtější cestou. O Total Airport Managementu se mluví jako o holistickém přístupu, který předpokládá perfektní začlenění všech letištních operací v oblasti „landside“ i „airside“ do jednoho systému, tzn. celý proces obratu letadla od příletu do odletu a celý proces pohybu cestujícího od příchodu na letiště do nástupu do letadla. Taková integrace by měla být zajištěna unikátním prostředím, ve kterém by každé provozní rozhodnutí bylo založeno na kompletních datech<sup>2</sup>, která jsou součástí databáze, do níž mají přístup všechny důležité zúčastněné strany na letišti. Pro tyto subjekty by mělo být každé provozní rozhodnutí společným kompromisem, protože se na tomto rozhodnutí všechny samy podílejí ve specializovaném centru zvaném APOC (Airport Operations Centre) – sdílené pracoviště sloužící právě k provoznímu řízení letiště jako celku.

Provozní řízení letiště jako celku – Total Airport Management (TAM) – si do budoucna klade za úkol jediný: řídit letiště ještě lépe než doposud. Je však třeba začít již na nadnárodní úrovni.

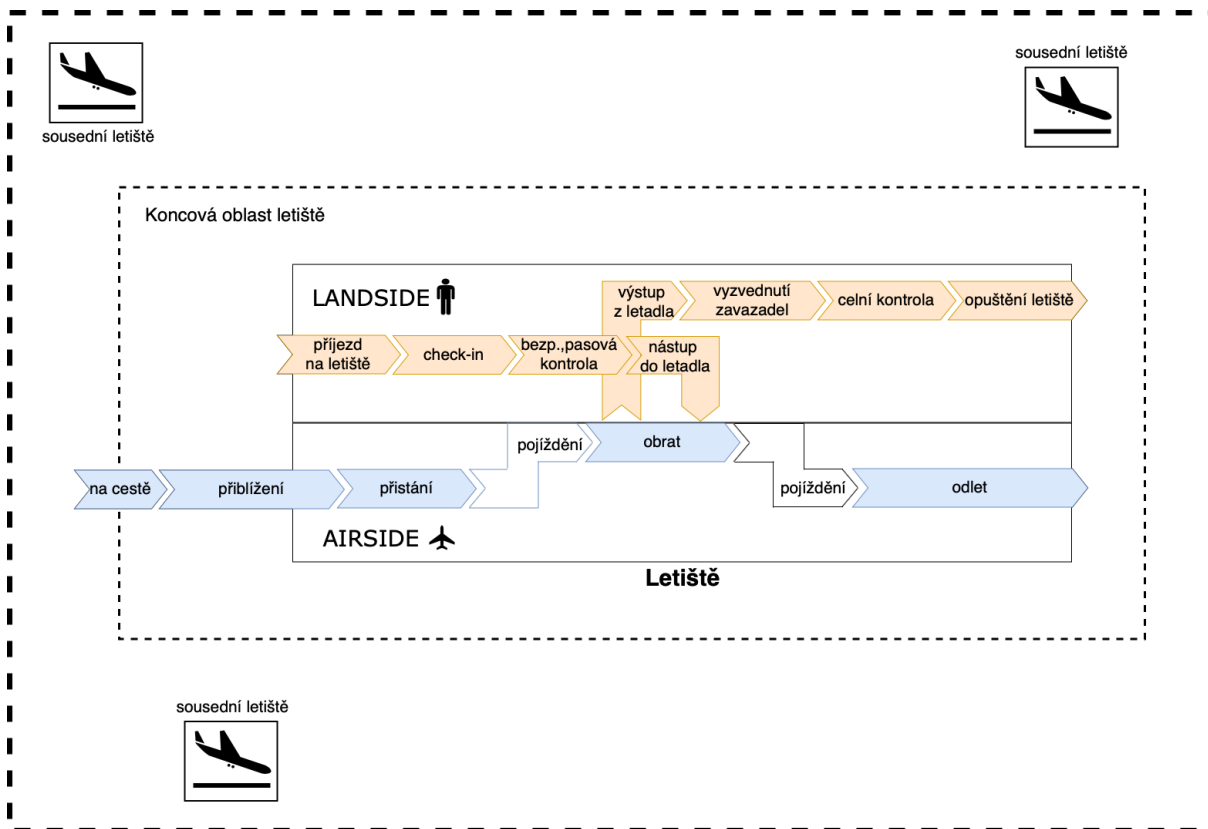
---

<sup>2</sup> Kompletní letištní data by měla být poskytnuta databází, která je součástí letištního systému a která by mimo jiné měla zahrnovat meteorologické podmínky, stanovení priorit letům, vytížení dráhy, časy průletů všech plánovaných letů, ale i data o zavazadlech a cestujících.

Network Operations Plan (NOP) vždy položí informační základnu pro celou síť letišť v určitém prostoru na určitý časový rámec, včetně všech cílů, požadavků a omezení. Většinou se jedná o kapacitu (letových cest, letištních drah, ...), účinnost letů (z pohledu letových cest, úspory paliva), výkon (většinou počty letů, buď za nějaký časový úsek, nebo na celou síť) a v neposlední řadě tok dopravy (traffic flow) a její poptávka.

Z NOP je potom modifikován Airport Operations Plan (AOP), který nám určuje cíle, požadavky a omezení pro jedno konkrétní letiště, respektive letištních subjektů, jakými jsou například řízení letového provozu, handling nebo security. V tomto plánu jsou specifická data, která zahrnují využití všech dostupných letištních zdrojů, což umožňuje letišti jako celku být řízeno na základě jedné proměnné – času. Výsledkem je společný plán, kterému jsou zavázány všechny zúčastněné strany a v kterém jsou vidět všechny informace o všech plánovaných činnostech na letišti od fáze plánování letu až po jeho uskutečnění. K tomuto účelu se používá technologie SWIM (System Wide Information Management), která umožňuje i takto složitá data zpracovat a distribuovat je ve správný čas správnému subjektu v příslušné formě. [17]

Činnosti v „airside“ části letiště musí být ale – jak už bylo řečeno – v dokonalé synchronizaci s činnostmi v „landside“ části – respektive s tokem cestujících od příchodu na letiště až po nástup do letadla a od výstupu z letadla až po opuštění letiště. Tato úzká integrace by nám měla přinést větší předvídatelnost provozu, lepší schopnost reagovat na neočekávané události, lepší využití dostupné kapacity, ale i poskytování kvalitnějších služeb zákazníkům. Následující obrázek zobrazuje prostorovou působnost Total Airport Managementu – zmíněnou synchronizaci činností letadla a cestujících.



Obrázek 1: Prostorová působnost Total Airport Managementu (přeloženo, přepracováno z [19])

### 3.1 Počátky Total Airport Managementu

Myšlenky o lepším řízení letiště se objevily již mnohem dříve, první iniciativou byl pravděpodobně A-CDM, o kterém pojednává následující kapitola. První koncept Total Airport Managementu vzešel na základě myšlenky Německého střediska pro letectví a kosmonautiku (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. – DLR*) v roce 2000. Později se k výzkumu přidal i EUROCONTROL a začaly vznikat koncepty, které sloužily k dalšímu bádání na toto téma. Mimo jiné i dokument z roku 2006, ze kterého čerpá i tato práce, obsahuje totiž první provozní koncepci a logickou skladbu.

Díky skvělému přístupu DLR se začal objevovat software dělaný na míru pro simulaci určitých procesů spadajících do TAM a tvorbu scénářů. Testoval se například v simulační místnosti DLR nazývané jako ACCES (Airport and Control Center Simulator), čímž byly položeny základy pro podobu budoucího APOC. Prostředí místnosti je možné vidět na následujícím obrázku.





Obrázek 2: Prostředí simulačního centra ACCES v rámci DLR<sup>3</sup>

Dalším subjektem zabývajícím se výzkumem TAM je iniciativa Evropské unie nazývaná Jednotné evropské nebe (SES – Single European Sky). Program SESAR (Single European Sky ATM Research) a jeho vývojová, ale postupně i zaváděcí fáze, staví hlavně na projektu věnovanému Total Airport Managementu, označovanému PJ.04, včetně jeho podprojektů. V rámci výzkumu a testování se náklady vyšplhaly na téměř 21 miliónů eur. [18]

### 3.2 Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)

Jako jakýsi předstupeň TAM můžeme chápat společné kolaborativní rozhodování na letištích, anglicky A-CDM (Airport Collaborative Decision-Making). Základní podstatou A-CDM je lepší sdílení informací mezi letištními složkami a zlepšení kvality samotných sbíraných dat. Jde zde o zvýšení výkonnosti a přesnosti. Pro všechny zúčastněné strany je nejdůležitější, aby měly ve správný čas na správném místě všechna adekvátní data tak, aby je uměly správně použít a na základě těchto dat se rozhodovat. [19]

V první řadě se data o letech kontrolují, zda souhlasí s informacemi v podaném letovém plánu a obsazeném slotu. Předpokládané časy přiletů jednotlivých letů jsou obnovovány na základě radarových dat skrze zprávy FUM (Flight Update Messages), tím postupně dochází k přiřazování pořadí na přistání, samozřejmě ve spolupráci s řízením letového provozu.

<sup>3</sup> zdroj: stránky DLR na URL [https://www.dlr.de/fl/desktopdefault.aspx/tabid-1964/1601\\_read-3104/](https://www.dlr.de/fl/desktopdefault.aspx/tabid-1964/1601_read-3104/)

Letištní partneři jsou v tuto chvíli schopni přesněji predikovat, kdy dojde na jejich část práce: handlingová společnost například ví, kdy svými zdroji osadit stojánku a připravit jí tak na proces odbavování letadla. Přitom nedojde ke zbytečnému prostoji techniky v depu nebo na jiných stojánkách. Po přiletu je na větších letištích také nutné spočítat předpokládaný čas pojíždění, například podle specializovaného systému A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control System), který je nástrojem pro monitorování letadel (ale i jiné techniky) pohybujících se na plochách letiště.

Po příjezdu letadla na stojánku se začíná kalkulovat čas TOBT, který je pro další rozhodovací proces nezbytný. Je však bohužel velmi náchylný na změnu, protože pokud dojde v jakémkoliv úkonu odbavovacího řetězce k sebemenšímu zpoždění, zpozdí se celý proces odbavení a tím i čas TOBT. Na čas TOBT je navázán TTOT (Target Take-Off Time), tedy cílový čas odletu, který je důležitý pro další pohyb v síti, například kalkulování kapacity jednotlivých sektorů na trati nebo i přilet do destinace.

Pokud umíme navíc monitorovat meteorologickou situaci, víme, jaké odchylky to přinese pro letištní provoz a kapacitu. To vede k tomu, že si letištní partneři mezi sebou stanoví své preference provozu a priority, které vedou k udržení stabilního a efektivního provozu i za takových podmínek.

Ve všech stádiích tohoto procesu dochází ke kolektivním rozhodováním. Proces rozhodování je ale často zatížen tím, že se komunikuje skrze informační kanály jako je internet, telefon nebo e-mail. To značně prodlužuje čas samotného vydání rozhodnutí. [19]

A-CDM je již implementován na 30 evropských letištích, včetně pražského letiště, které se přidalo v roce 2015. Pro dalších deset je implementace plánována na tento rok, s novým istanbulským letištěm se počítá až roku 2020.<sup>4</sup>

### 3.3 Cíle Total Airport Managementu

Cílem Total Airport Managementu je v první řadě včasné a kvalitní nakládání s informací, která je neustále aktualizovaná, s čímž souvisí dynamické a responsivní reagování na požadavky jak letištních partnerů, tak i dopravců. V další řadě je to doručení adekvátní kvality služeb všem zákazníkům, sjednocení vzájemné výkonnosti letišť v síti, ale i předvídatelnost provozu a schopnost včasné přípravy na odchylky od plánů. Snaha naplnění těchto cílů vyústila

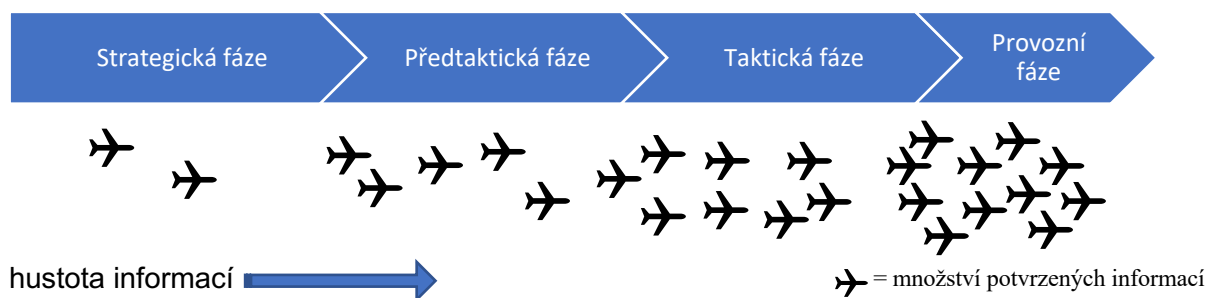
---

<sup>4</sup> zjištěno pomocí „A-CDM Map Tool“ na extranetu EUROCONTROL

v zavedení fází plánování letištního plánu, které jsou strukturovány podle počtu dnů před plánovaným dnem (D), kdy AOP nabývá účinnosti. Popisem těchto fází se zabývá následující kapitola.

### 3.4 Fáze plánování

V rámci A-CDM rozdělujeme fáze plánování na 7 fází [20], z nichž nejdůležitější je strategická, před-taktická, taktická, provozní a často také post-operační. V každé této fázi se k plánování AOP přistupuje s jinou metodikou a jinými parametry. Čím více se totiž blíží plánovaný okamžik, tím více mají letištní složky jasno v tom, jak bude letový řád a rozmístění všech letištních zdrojů vypadat. Hustota informací a jejich přesnost tedy roste. V první řadě se jedná o informace o plánovaném čase průletu, jeho frekvenci, typu letadla, později i o počtu cestujících, odbavených zavazadel a další. Na následujícím obrázku je vidět nárůst množství potvrzených informací během jednotlivých fází.



Obrázek 3: Fáze plánování ve vztahu k množství potvrzených informací (inspirováno [19])

#### Fáze 0 (D-180 +)

V počáteční před-fázi mají letištní složky prvotní informace o kapacitě a poptávce, co se letištních zdrojů týče. V souladu s Celosvětovými pravidly pro přidělování letištních časů<sup>5</sup> dochází k publikaci volných slotů letištním koordinátorem na celou plánovanou sezónu.

Vzhledem k možným dlouhodobě plánovaným akcím na letišti se může přistoupit k prvním úpravám parametrů. Po každé úpravě je nutné data sdílet všem zúčastněným subjektům.

#### Fáze 1 – strategická (D-179 ... D-60)

Strategická fáze stále zahrnuje plánování spíše na základě zkušeností a předpokladů. Začíná zpravidla po konferenci pro přidělování slotů a končí dva měsíce před plánovaným okamžikem.

<sup>5</sup> „Worldwide Slot Guidelines“ vydávané organizací IATA. Soubor pravidel pro přidělování slotů, které probíhá na dedikované konferenci vždy v červnu a listopadu – tedy před každou sezónou.

Parametrově se pracuje pouze s výkonností a tokem. Dochází zde totiž teprve ke hrubému plánování, jsou hledána možná „hrdla láhve“ na letišti.

V této části procesu jsme svědky vzniku prvotního AOP, který se ještě i během této fáze několikrát změní, ale je důležitý pro další plánování.

#### Fáze 2 – před-taktická (D-59 ... D-7)

V před-taktické fázi se i vcelku přesně ví, jak bude vypadat letový provoz. Během této fáze dochází k četným změnám v samotném AOP, které by měly být ideálně prováděny automaticky, ale které musí nicméně být projednávány a odsouhlaseny na pravidelných schůzkách všech zainteresovaných stran. Ty musí mít dostatek času na řešení změn v rámci vlastního oddělení. Před-taktická fáze zpravidla začíná 60 dní před událostí a končí sedm dní před dnem D.

#### Fáze 3 – taktická (D-7 ... D-1)

Taktická fáze začíná týden před dnem D a končí den před plánovanými operacemi. Začíná se brát do úvahy i předpokládaná meteorologická situace, protože je možné ji stále přesněji předpovídat. Také je možné rozpoznat předem nedostatek či výpadek zdrojů, například chybějící personál, porucha zařízení apod. Jsou provedeny finální úpravy letového řádu tak, aby se vzala do úvahy i možná rizika nebo na poslední chvíli plánované akce a mohly se tak vytvořit scénáře pro den D-0.

Jako další fáze by mohl vystupovat samotný den D-1, ale pro přehlednost ho slučuji s fází 4. Dochází totiž pouze k zpřesnění informací uvedených v předchozím odstavci. Znovu se provede kontrola parametrů (jako je kapacita a poptávka) a scénářů. Nakonec se lokální a nejaktuálnější AOP sdílí s operačním centrem manažera sítě (NMOC – Network Manager Operations Centre).

#### Fáze 4 – provozní (D-0)

Při provozní fázi je s plánem pracováno v reálném čase tak, jak bylo naplánováno – to znamená, že se monitorují lety a letištní zdroje, případně se reaguje na neočekávané a mimořádné události, jako je letadlo ve stavu nouze, incident nebo náhlé vytvoření oblačnosti. Také je třeba reagovat, pokud je odchylka od plánovaného AOP nad přípustnou mez nebo je překročen některý z výkonnostních parametrů. Informovanost zúčastněných stran musí být na skvělé úrovni.

Tato fáze je přímou aplikací sdíleného centra pro provozní řízení (Airport Operations Centre – APOC), o kterém pojednává následující kapitola.

### Fáze 5 - post-operační (D+1)

Fáze post-operační slouží spíše k vyhodnocení již provedených úkonů. Zjišťuje se zde, co se za dané situace a podmínek mohlo udělat lépe. To se pak může použít jako precedens pro další podobné případy, které nastanou. Jedná se tak o strojové učení, kdy by ideálně měla umělá inteligence vyhodnotit průběh situací, které nastaly, a poučit se z nich. Také se sbírá zpětná vazba od všech subjektů, která je později diskutována a následně použita taktéž jako poučení.

## 3.5 Implementace APOC

Srdcem Total Airport Managementu je společný dispečink, který je centrem dění provozní fáze. Pracuje se zde s AOP v reálném čase. Zatímco jednotlivé separované dispečinky každé zainteresované strany v rámci A-CDM řeší spíše „airside“ procesy, APOC by měl být *společným* pracovištěm vybraných zástupců letištních složek a partnerů, navíc optimalizující i „landside“ procesy. Až do chvíle začátku provozní fáze jsou data, týkající se všech plánovaných procesů na letišti, aktualizována a zpřesňována, aby mohla být zdrojem pro finální AOP, vstupující do APOC. Tam musí docházet k proaktivnímu řízení letiště.

Implementování takového pracoviště s sebou nese potřebu plnit mnohdy náročné požadavky s ohledem na současnou infrastrukturu a podmínky letiště, protože se s nasazením takto pokročilého a komplexního konceptu předem nepočítalo.



Obrázek 4: Airport Operations Centre na letišti v Bruselu<sup>6</sup>

<sup>6</sup> poskytnuto vedoucím práce

### 3.5.1 Lokace a rozloha

Dispečinkové pracoviště by mělo být umístěno ideálně tak, aby poskytovalo vizuální výhled na co největší možný prostor letiště, musí tedy disponovat prosklenou plochou. Pokud bychom nebrali v úvahu finanční prostředky, v případě LKPR by bylo nejlepší vystavět další patro nad rozhraním terminálu 1 a 2, odkud by byl relativně dobrý rozhled na většinu ploch letiště. Málo dohledné oblasti by byly pokryté použitím kamerového systému. Toto ale stavebně nelze v blízkých letech zaručit, a proto by bylo potřeba sloučit určitá vhodná pracoviště v jeden celek i za cenu nezaručení dobrého rozhledu. Ten se dá do jisté míry nahradit obrazovkami, které by ale měly být použity spíše pro samotné datové toky, než pouze pro vizuální pohled na provozní plochy.

Stavební sloučení by se provedlo ideálně tak, aby vznikla jedna velká hlavní místnost, minimálně separovaná zdmi nebo přepážkami. Další menší místnosti by vznikly pro potřeby krizového štábu, nebo konferencí. Tyto místnosti by měly být z té hlavní lehce dostupné. Zajištěna by měla být dosažitelnost libovolného místa na letišti, tak jako snadný přístup na provozní plochy.

Prostor hlavní místnosti by měl být dostatečně velký k akomodaci potřebného počtu zástupců zvolených zúčastněných stran, podle potřeb a možností letiště. Z hlediska pracovního zatížení a možné úrovně stresu těchto zástupců by měla místnost působit příjemně, s dostatkem osobního prostoru a adekvátním zázemím. Pracovní místo by mělo zahrnovat pracovní stůl s jedním počítačem a minimálně třemi monitory a další potřebné vybavení, v neposlední řadě také ergonomickou židli.

### 3.5.2 Aplikační podpora

Po softwarové stránce by bylo potřeba, aby bylo prostředí APOC postavené na základě letištní centrální databáze (Central Airport Operational Database – CAODB). Centrální letištní databáze je pro letiště páteří datovou základnou. Shromažďuje, sjednocuje, ale také distribuuje data o letech od různých partnerů (od samotného dopravce přes řízení letového provozu až po handlingovou společnost), ale také o plánování zdrojů, pracovnících a cestujících, pohybech po provozních plochách a další. Díky ní mají například i cestující přehled o příletech a odletech prostřednictvím obrazovek rozmístěných po terminálu. Letištní složky mají ale hlavně přístup ke kompletní informaci o všech letech a s nimi souvisejících zdrojích. Pro Letiště Praha vytvořila a spravuje databázi společnost Profinit. [21]



Aplikační podpora APOC, nazývaná jako integrační platforma, je sdílené prostředí pro všechny zúčastněné strany. Letiště Praha již počítá s implementací vlastního prostředí na podobné bázi pod názvem PRINCE.<sup>7</sup> Prostředí zajišťuje, že se každému zobrazují adekvátní informace, přičemž nedochází k zahlcování pracovníka informacemi, které nejsou v jeho kompetenci – např. řídicímu letového provozu nemá smysl zobrazovat údaje o počtu zavazadel na určitém letu.

Součástí je i DCB (demand capacity balancing) tool. Tento nástroj je používán napříč všemi fázemi popsanými v kapitole 3.3.1. Neustále vyhodnocuje data porovnáváním poptávky a kapacity a upozorňuje na možné (i předpokládané) nesoulady – „hrdla láhve“ jednotlivých zdrojů. V rámci APOC se jedná o nepostradatelný nástroj, pomocí kterého se jakýkoliv problém dokáže řešit tou nejekonomičtější a nejrychlejší cestou.

Kromě popsaných výstupů jsou zmíněné platformy schopny podávat informace o provozních výkonech letiště, a to jak kvantitativních (např. kolik je v určitém čase otevřených check-in přepážek nebo přepážek pasové kontroly, kolik stojánek určité velikosti je nyní dostupných, ...), tak kvalitativních (např. jaká je čekací doba na určité bezpečnostní kontrole apod.).

### 3.5.3 Struktura a složení

Struktura a složení APOC by mělo odpovídat velikosti letiště a důležitosti jednotlivých složek v procesu rozhodování vzhledem k letištním potřebám. Na menších letištích mohou být některé složky sloučeny do jedné, ve větších by naopak potřebovaly více zástupců. Nejlepší by bylo identifikovat zástupce, kteří spolu v rozhodovacím procesu nejčastěji komunikují, a ty umístit v rámci APOC vzájemně na co nejbližší pracovní místa.

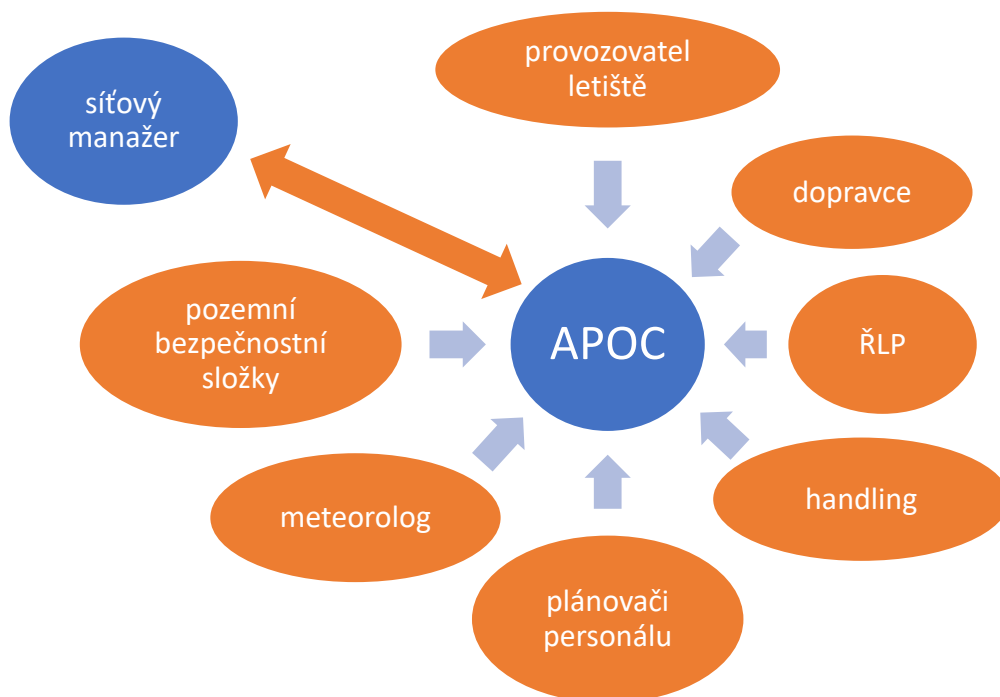
Možné složení platformy APOC:

- **provozovatel letiště** – jako možný předseda a hlavní člen APOC
- **dopravce** – ideálně takový, který má na letišti největší zastoupení
- ANSP (Air Navigation Service Provider) - zde **ŘLP** (složky APP, DEP, TWR, GND, ...)
- pozemní **handling** – zástupce dispečinku zavazadlových vozíků, odmrazování, ...
- **síťový manažer** – zde je možná pouze dálková komunikace
- **plánovači personálu** – povědomí o aktuálním rozdělení personálu a zdrojů
- **meteorologická stanice** – důvěryhodné informace o počasí nebo jejich validace

---

<sup>7</sup> zjištěno na základě konzultací s vedoucím

- **pozemní bezpečnostní složky** (hasičský sbor, policie, celní správa) – bezpečnostní aspekt



Obrázek 5 : Zástupci jednotlivých složek pracujících v APOC (zdroj: autor)

### 3.6 Očekávané benefity

Kromě řešení problémů v kapitole 2 by mohl Total Airport Management s dispečinkovým centrem APOC vyřešit ještě provozní problémy, s kterými se potýká přímo pražské letiště. To se totiž dostává na hranu kapacity, své zdroje využívá téměř naplno a bez dalšího zefektivnění není možné provoz dokonale řídit ani reagovat na závažné neočekávané události. Alespoň do doby, než se stavebními akcemi docílí zisku více letištních zdrojů jak nemobilních, tak mobilních. Při probíhajících stavebních akcích je ale opět nutné řídit provoz co nejlépe i za předpokladu limitujících skutečností.

Zde je užitečné zmínit i fakt, že pražské letiště má status sekundárního hubu, přičemž se myslí ve vztahu k diverzitě leteckých dopravců, nikoliv k objemu transferu. Sekundární hub znamená, že má na letišti bázi alespoň jeden síťový dopravce, nabízející spojení na několika primárních tratích, a/nebo je zde nabízeno množství středně-dlouhých spojení. I toto může být motivací pro Total Airport Management.

Letiště Václava Havla se jako většina společností v této době přidává k boji za zlepšení životního prostředí. K tomu by mohla pomoci správná práce s cílovými časy opuštění stojánky



jednotlivými letadly, efektivní odmrazování, nebo korektní dodržování hlukových limitů. Eliminuje se tak zbytečné pojíždění, které jde ruku v ruce se zbytečně spotřebovaným palivem, emisní, ale i hlukovou kontaminací okolního prostředí letiště. To vše je možné pomocí Total Airport Managementu dokázat.

## 4 Stanovení priorit letům na přiletu

V poslední části práce se zaměřím na řešení modelové situace, která se bude týkat stanovení priorit pro přilety na Letiště Václava Havla v Praze za nepříznivých meteorologických podmínek. Z důvodu komplexity celé otázky Total Airport Managementu by rozsáhlejší modelová situace vyžadovala použití vysoce specializovaného programového vybavení, proto se zde orientuji pouze na jednu komplikaci a jeden případ. Je to však skvělá příležitost pro budoucí práci a výzkum.

Tento konkrétní případ byl vybrán proto, že letecký provoz je velmi citlivý na povětrnostní podmínky, zvláště na velké letní bouřky a oblačnost typu cumulonimbus. Co se týče uspořádání letového provozu v rámci Evropské sítě, za více než čtvrtinu zpoždění mohlo v roce 2017 právě počasí. [22]

Situace bude nejdříve namodelována pomocí zpráv TAF, METAR a NOTAM, které stanoví podmínky na letišti a budou tak oněmi omezujícími faktory. Na základě datového souboru ve formátu .csv, který obsahuje letový provoz Letiště Václava Havla<sup>8</sup>, bude identifikována nejrušnější hodina měsíce, během které budou mít zmíněné zprávy časovou působnost. Tím se vytvoří situace, v níž se sníží povolený počet pohybů na dráze a bude tak nutné přiřadit prioritu jednotlivým letům na přistání podle algoritmu, který bude navržen a vytvořen.

---

<sup>8</sup> Celý soubor, s kterým bylo po dobu práce pracováno, je ve formátu .xls přílohou této práce.

ArrivalDe	FlightNar	Imatriculá	AircraftA	Wingspar	AirportIC	PAXCapac	CarrierCá	Handling	Bridge	Stand	OnBlockD	OnBlockT	OffBlockD	OffBlockT	Gate
A	QS4211	OKTVJ	73H		35 OOSA	186 TVS	MA	Ano		3B	01.05.19	0:53:00	01.05.19	1:35:00	
A	QS1055	OKTSS	73H		35 LEVC	186 TVS	MA	Ano			7	01.05.19	1:08:00	01.05.19	2:00:00
D	QS1240	OKTSL	73J		35 HEGN	220 TVS	MA	Ano			13	01.05.19	0:13:00	01.05.19	1:14:00 B7
D	SU2017	VPBKJ	32B		35 UUEE	196 AFL	CSA	Ano			15	30.04.19	22:45:00	01.05.19	0:44:00 B4
D	QS1234	OKTVX	73H		35 HEGN	186 TVS	MA	Ano			14	30.04.19	21:59:00	01.05.19	0:58:00 B8
D	QS2500	SPTVZ	73H		35 HEGN	186 TVS	MA	Ano	1A			30.04.19	23:47:00	01.05.19	1:18:00 A3
A	QS1153	OKTVO	73H		35 LEMG	186 TVS	MA	Ano		23		01.05.19	6:36:00	01.05.19	8:04:00
D	QS1222	OKTSH	73H		35 HEMA	186 TVS	MA	Ano		1B		30.04.19	22:19:00	01.05.19	1:30:00 A4
D	QS2506	OKTSS	73H		35 HEMA	186 TVS	MA	Ano		7		01.05.19	1:08:00	01.05.19	2:00:00 A2
D	QS0737	OKTVO	73H		35 LRBC	186 TVS	MA	Ano		23		01.05.19	6:36:00	01.05.19	8:04:00
A	HU7937	B5971		333	60 ZBAA	350 CHH	CSA	Ano		16		01.05.19	7:10:00	01.05.19	13:54:00
D	LH1403	DAISW		321	34 EDDF	220 DLH	CSA	Ano	21A			30.04.19	23:14:00	01.05.19	6:02:00 C9
D	QS0051J	OKUNI	CJ8		22 EDDF	12 TVS	MA	Ne		S1		01.05.19	4:49:00	01.05.19	5:56:00
A	OK0917	OKTVP	73H		35 UKBB	186 CSA	MA	Ano		7		01.05.19	6:08:00	01.05.19	9:02:00
A	QS0907	OKTSF	73H		35 UWKD	186 TVS	MA	Ano		14		01.05.19	6:13:00	01.05.19	11:21:00
D	KL1350	PHBGK	73W		35 EHAM	188 KLM	CSA	Ano		24		30.04.19	22:36:00	01.05.19	6:32:00 C4
D	FR1014	EIEVX	73H		35 EGSS	186 RYR	MA	Ne		51		30.04.19	20:59:00	01.05.19	6:34:00 B10
D	FR8220	EIFZG	73H		35 EKCH	186 RYR	MA	Ne		53		30.04.19	21:02:00	01.05.19	6:34:00 C19
D	BA0853	GEUUG		320	34 EGLL	165 BAW	MA	Ano	3A			30.04.19	22:31:00	01.05.19	6:42:00 A6
A	3U8295	B5945		333	60 ZUUU	350 CSC	CSA	Ano		22		01.05.19	6:25:00	01.05.19	8:24:00
D	SN2816	OKNEO		319	34 EBBR	156 BEL	MA	Ano	19A			30.04.19	22:24:00	01.05.19	6:52:00 C6
D	OK0522	OKGFS	AT7		27 EDDL	70 CSA	MA	Ne		74		30.04.19	21:11:00	01.05.19	6:57:00 C13
D	OK0630	OKSWW	73G		34 EBBR	140 CSA	MA	Ano		27		30.04.19	21:11:00	01.05.19	7:00:00 D2
D	OK0616	OKTVT	73H		35 EHAM	186 CSA	MA	Ano		17		01.05.19	2:05:00	01.05.19	7:24:00 C2
D	QS3568	OMTSG	73H		35 BIKF	186 TVS	MA	Ne		52		01.05.19	7:07:00	01.05.19	7:19:00 C3
D	NJE0572H	CSUDC	H25		15 UUEE	14 NJE	MA	Ne	S16			30.04.19	16:56:00	01.05.19	7:16:00
D	OK0718	OKSWT	73G		34 LIMC	140 CSA	MA	Ano		26		30.04.19	21:54:00	01.05.19	7:07:00 D1
D	OK0776	OKGFR	AT7		27 EPWA	70 CSA	MA	Ne		73		30.04.19	21:16:00	01.05.19	7:04:00 C16
D	OK0504	NZ77EA	73H		35 EKCH	186 CSA	MA	Ano		30		01.05.19	5:31:00	01.05.19	7:17:00 D5
D	OK0534	OKGFQ	AT7		27 EDDF	70 CSA	MA	Ne		72		30.04.19	21:36:00	01.05.19	7:12:00 C15
D	OK0758	OKTVJ	73H		35 LPPG	186 CSA	MA	Ano		29		01.05.19	1:42:00	01.05.19	7:50:00 D4
D	LO0530	SPEQD	DH4		25 EPWA	78 LOT	MA	Ne		56		30.04.19	21:34:00	01.05.19	7:26:00 C20

Obrázek 6: Ukázka vzorku dat (výňatek z přílohy práce)

Data mají podobu letového řádu, který obsahuje všechny přílety a odlety za každý den května 2019, zahrnující informace o čísle letu, imatrikulaci, typu, rozpětí a kapacity letadla. Nejpodstatnější jsou ale časy, ve kterých letadlo přijelo ke stojánce a ve kterých začalo jeho vytlačování ze stojánky. Tyto časy jsou pro účely práce brány jako „čas příletu“ a „čas odletu“, protože přímo tato data soubor neobsahuje. Výstup to ale nijak neovlivní, protože algoritmus bude teoreticky možné nastavit na jakékoli časové údaje v databázi.

Se souborem bylo pracováno v programu Microsoft Excel, do kterého byla data importována pomocí karty „Data“, položky „Načíst data z textu“. V dialogovém okně bylo postupně zvoleno, že jsou údaje odděleny čárkou jako oddělovačem, pak stačilo kliknout na tlačítko „Dokončit“. V následující tabulce jsou uvedeny názvy a popisy sloupců, se kterými bylo pracováno nebo které musely být vytvořeny pro další analýzu dat a práci s nimi.

Tabulka 5: Popis hodnot sloupců vzorku dat (zdroj: autor)

Název sloupce	Popis
<b>ArrivalDeparture</b>	Označuje let, který je buď přílet (A) nebo odlet (D)
<b>FlightName</b>	Označuje číslo letu (včetně nuly, např. OK0718)
<b>Imatriculation</b>	Imatrikulace letadla (bez pomlček, např. OKTVX)
<b>AirportICAO</b>	Kód ICAO výchozího letiště (v případě příletu) nebo destinace (v případě odletu), ve tvaru XXXX
<b>CarrierICAO</b>	ICAO identifikace dopravce, ve tvaru XXX
<b>OnBlockDate</b>	Datum, ve kterém bylo letadlo přistaveno na stojánku nebo stání, ve formátu dd.mm.rr
<b>OnBlockTime</b>	Čas, ve kterém bylo letadlo přistaveno na stojánku nebo stání, ve formátu hh:mm:ss
<b>ONBLOCKSORT*</b>	Čas, ve kterém bylo letadlo přistaveno na stojánku, zaříděný do pětiminutového intervalu, např. pokud OnBlockTime="13:33:00", pak ONBLOCKTIMESORT="13:30:00" <sup>9</sup>
<b>ONBLOCKHOUR*</b>	Čas, ve kterém bylo letadlo přistaveno na stojánku, zaříděný do příslušné celé hodiny, např. pokud OnBlockTime="13:33:00", pak ONBLOCKHOUR="13:00:00" <sup>10</sup>
<b>OffBlockDate</b>	Datum, ve kterém začalo vytlačování letadla ze stojánky nebo odjezd ze stání, ve formátu dd.mm.rr
<b>OffBlockTime</b>	Čas, ve kterém začalo vytlačování letadla ze stojánky nebo odjezd ze stání, ve formátu hh:mm:ss
<b>OFFBLOCKSORT*</b>	Analogicky jako ONBLOCKSORT
<b>OFFBLOCKHOUR*</b>	Analogicky jako ONBLOCKHOUR

\*) vytvořené sloupce

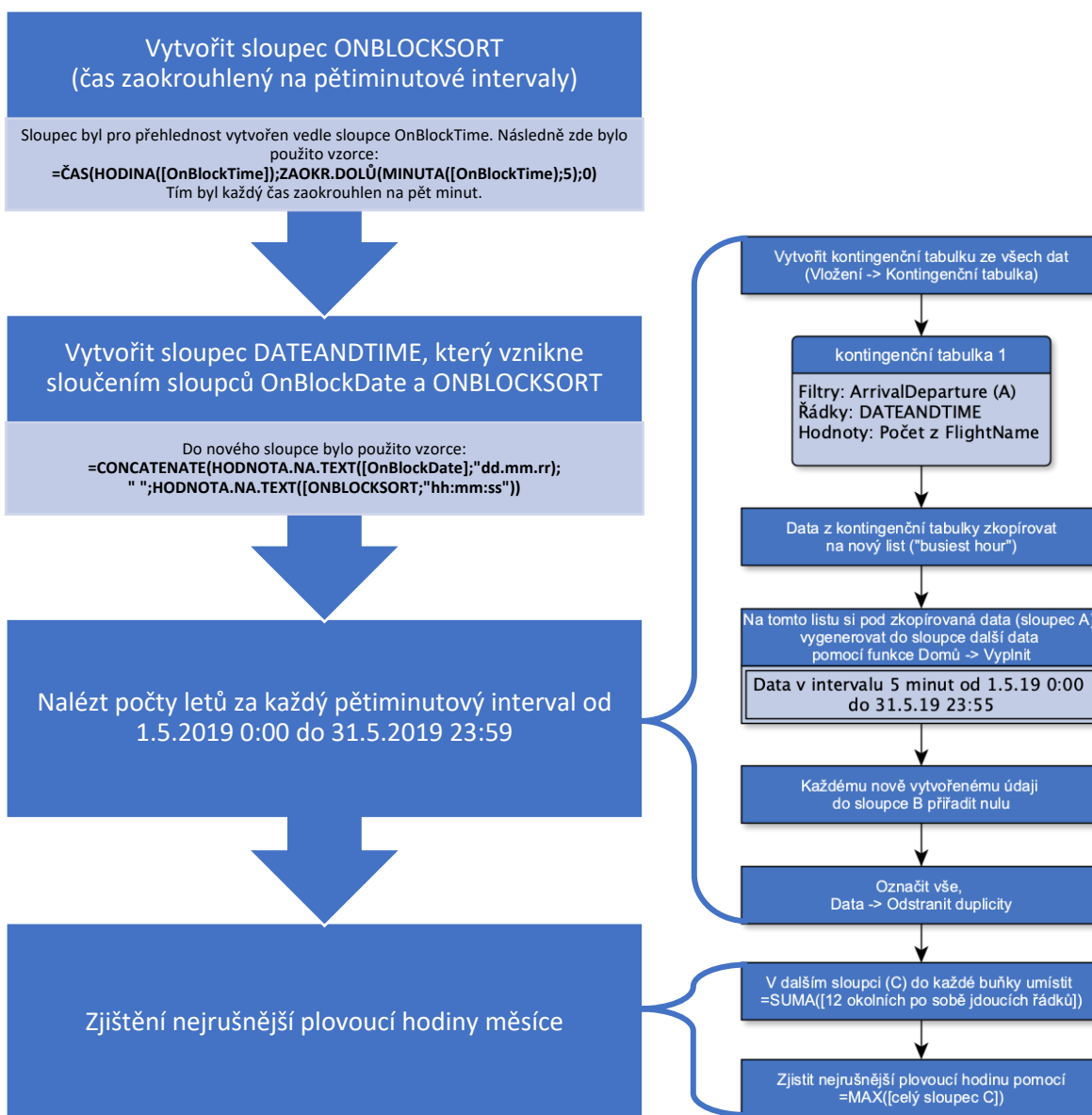
## 4.1 Modelování situace

Celá modelovaná situace bude mít časový rámec jedné hodiny. Bude tedy vystupovat jako jedna z těch, které by byly řešeny v rámci APOC, kdyby nastaly v reálném světě. Konkrétně v provozní fázi plánování. Pro účely práce je situace zavedena poněkud do extrému. Není ale

<sup>9</sup> Toho bylo docíleno pomocí vzorce =ČAS(HODINA([OnBlockTime]); ZAKR.DOLŮ(MINUTA([OnBlockTime]);5);0)

<sup>10</sup> Toho bylo docíleno pomocí vzorce =ČAS(HODINA([OnBlockTime]); ZAKR.DOLŮ(MINUTA([OnBlockTime]);60);0)

vyloučeno, že by nemohla nastat. Získaná data byla vyfiltrována tak, abychom dostali seznam všech letů, které mají přistát v *nejrušnější* hodině. Ta byla pomocí postupu na obrázku 7 identifikována jako rozpětí časů **10:20 – 11:19**.



Obrázek 7: Postup k nalezení nejrušnější příletové hodiny (zdroj: autor)

Nyní víme, na který čas musejí být namodelovány zprávy TAF, METAR a NOTAM. Zpráva TAF tak předvídá silné bouřky a boční vítr, což později potvrzuje příslušná vydaná zpráva METAR. Podle zprávy NOTAM je však uzavřena druhá dráha 12/30, takže se provoz kvůli bočnímu větru nemůže přesunout na alternativní dráhu. V uvažované hodině má celkově podle plánu přistát 28 letů. Teoretická kapacita na přelety činí za normálních podmínek 33 za hodinu. Kvůli nastaveným podmínkám a nemožnosti použití druhé dráhy 12/30 ale klesne

na 16. Použitím dráhy 12/30 by se totiž pravděpodobně kapacita tolik nezredukovala. Zprávy mají následující podobu (po uvedení každé zprávy následuje tabulka s vysvětlením):

- **Zpráva TAF:**

*TAF LKPR 290500Z 2906/3006 24007G12KT 7000  
TEMPO 2908/2910 20014G28KT +TSRA OVC008CB=*

*Tabulka 6: Význam zprávy TAF pro modelovanou situaci<sup>11</sup>*

Úsek zprávy	Význam
<b>TAF</b>	Druh zprávy
<b>LKPR</b>	Místo působnosti: Letiště Václava Havla v Praze
<b>290500Z</b>	Čas pozorování: 29. den v měsíc (zde květen); v 5:00 h. (UTC)
<b>2906/3006</b>	Platnost zprávy: 24 hodin – od 29. dne v měsíci, 6:00 h. (UTC) do 30. dne v měsíci, 6:00 h. (UTC)
<b>24007G12KT</b>	Vítr: směr 240°; rychlost 2 uzlů, poryvy 7 uzlů
<b>7000</b>	Převládající dohlednost: 7000 metrů
<b>TEMPO</b>	Dočasná změna: (předpovídané podmínky a čas následují)
<b>2908/2910</b>	Platnost předpovědi: od 29. dne v měsíci, 8:00 h. (UTC) do 29. dne v měsíci, 10:00 h. (UTC)
<b>20014G28KT</b>	Vítr: směr 200°; rychlost 7 uzlů, poryvy 15 uzlů
<b>+TSRA</b>	+ - velká intenzita; TS – thunderstorm (= bouřka); RA – rain (= déšť)
<b>OVC008CB</b>	Množství oblačnosti: OVC – overcast (= zataženo) Základna oblačnosti: 800 stop (= asi 0,25 km) CB: Oblak typu cumulonimbus – bouřkový oblak
<b>=</b>	Konec zprávy

Zpráva TAF tedy informuje o pravděpodobných bouřkách, které by měly nastat během časového intervalu, ve kterém byla stanovena nejrušnější hodina.

<sup>11</sup> Vytvořeno s pomocí dekodovací tabulky dostupné z <https://aviationweather.gov/static/help/taf-decode.php>

- **Zpráva METAR:**

*METAR LKPR 290800Z 20015G28KT 2500 +TSRA OVC030 21/17 Q1009*

*Tabulka 7: Význam zprávy METAR pro modelovanou situaci<sup>12</sup>*

Úsek zprávy	Význam
<b>METAR</b>	Druh zprávy
<b>LKPR</b>	Místo působnosti: Letiště Václava Havla v Praze
<b>290800Z</b>	Čas pozorování: 29. den v měsíci; v 8:00 h. (UTC)
<b>20015G28KT</b>	Vítr: směr 200°; rychlost 7 uzlů, poryvy 15 uzlů
<b>2500</b>	Převládající dohlednost: 2500 metrů
<b>+TSRA</b>	Současné počasí: + - intenzita; TS – thunderstorm (= bouřka); RA – rain (déšť)
<b>OVC030</b>	Množství oblačnosti: OVC – overcast (= zataženo) Základna oblačnosti: 030 – 3000 stop (= asi 1 km)
<b>21/17</b>	Teplota vzduchu: 21 °C; teplota rosného bodu: 17 °C
<b>Q1009</b>	Tlak vzduchu QNH: 1009 hPa

Zpráva METAR později potvrzuje bouřky, dříve předpovídané zprávou TAF.

- **Zpráva NOTAM**

A0123/19

Q) LKAA/QMRLC/IV/NBO/A/000/999/5006N01416E005

A) LKPR

B) 1905270200      C) 1906020200EST

E) RWY 12/30 CLOSED

<sup>12</sup> K vypracování využito doplňku 3, zdroje [14]

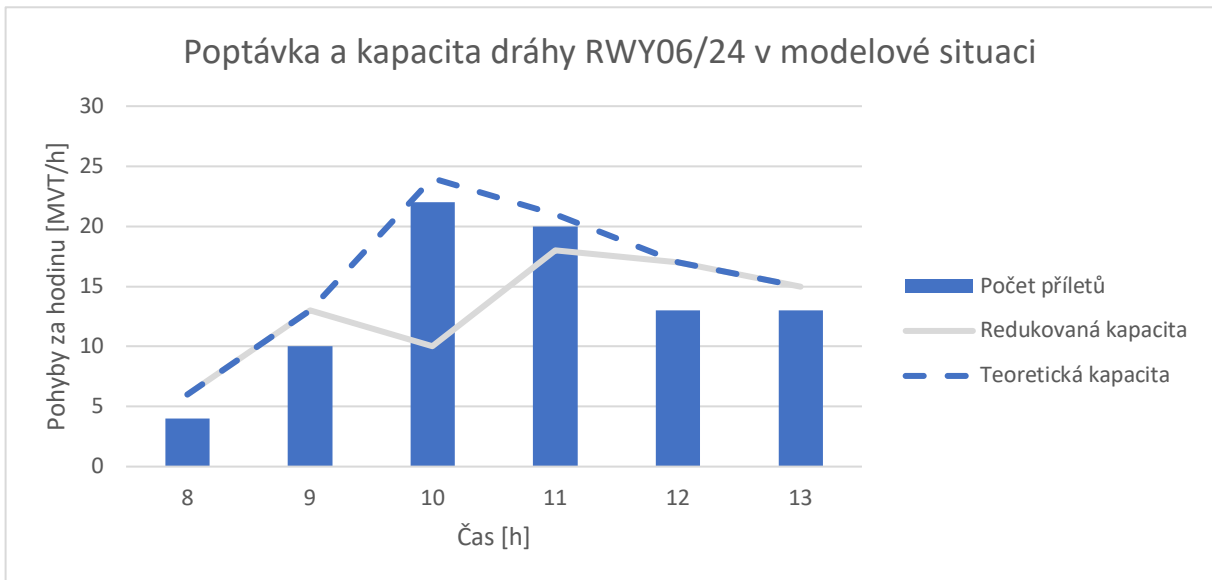
Tabulka 8: Význam zprávy NOTAM pro modelovanou situaci<sup>13</sup>

Část zprávy	Úsek zprávy	Význam
<b>A0123/19</b>		Označení zprávy NOTAM <sup>14</sup>
<b>Q)</b>	LKAA	Místní působnost – FIR LKAA
	QMRLC	MR – Runway (= dráha) LC – Closed (= uzavřena)
	IV	IFR i VFR lety
	NBO	N – pro okamžitou pozornost posádky B – zpráva provozní důležitosti O – zpráva týkající se letových operací
	A	Působnost: letiště
	000	Dolní hranice vertikálního letového prostoru, kterého se zpráva týká – zde nespecifikováno nebo 0 metrů
	999	Horní hranice vertikálního letového prostoru, kterého se zpráva týká – zde nespecifikováno, „nekonečno“
	5006N01416E	Souřadnice GPS (zde souřadnice vztažného bodu)
	005	Rádus působnosti – uvádí se 5 NM, pokud se zpráva týká letiště
<b>A)</b>	LKPR	Místní působnost – Letiště Václava Havla v Praze
<b>B)</b>	1905272200	Začátek platnosti – 27. května 2019; 22:00 UTC
<b>C)</b>	1906022200EST	Konec platnosti – 20. června 2019; 22:00 UTC, EST – předpokládaný
<b>E)</b>	RWY 12/30 CLOSED	Textová poznámka; = dráha 12/30 uzavřena

V tuto chvíli by měl nástroj DCB vyhodnotit sníženou kapacitu dráhy. Výstupem by byl graf zobrazující normální teoretickou kapacitu dráhy a kapacitu ovlivněnou omezujícím případem (zde meteorologickou situací). V modelovaném případě by graf mohl vypadat takto:

<sup>13</sup> Vytvořeno s pomocí ICAO Doc 8126 (Aeronautical Information Services Manual)

<sup>14</sup> fiktivní



Graf 1: Poptávka a kapacita – výstup DCB v modelované situaci (zdroj: autor)

## 4.2 Princip stanovení priorit

Hned po tom, co by se zúčastněné strany v rámci APOC dozvěděly prostřednictvím zprávy TAF (nebo METAR) o zhoršení meteorologických podmínek, by měl započít **proces stanovení priorit**. Letům s **vysokou prioritou** bude **umožněno přistát** bez toho, aby musel být příslušný dopravce informován. Dopravci, kteří plánují vypravit let mající **nízkou prioritou**, budou **informováni** o předpokládané meteorologické situaci a o jejich nízké prioritě na přistání za těchto podmínek. Zároveň jim bude **navrhnuo/doporučeno**, aby svůj let nevypravovali v tento čas a vypravili ho později nebo jiný den. Neřízení se tímto doporučením bude mít za následek buď nutnost kroužení nad letištěm a následné zpoždění, nebo riziko odklonění letu na záložní letiště. Pokud zpráva TAF (nebo METAR) informuje o zhoršení podmínek za 3 hodiny – jako je to v tomto případě, měl by tedy proces přiřazování priorit letům započít v tomto čase a měl by pracovat s lety, které mají plánovaný přílet po čase uvedeném v příslušné zprávě TAF (nebo METAR).

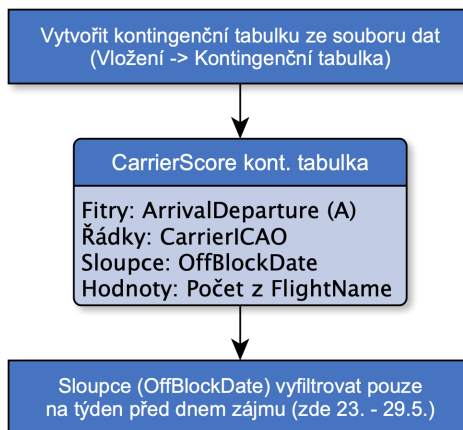
Na základě expertního odhadu byly stanoveny čtyři parametry, podle kterých je možné příletům nastavit prioritu. Týkají se dopravce a výchozího letiště, z kterého let letí. Každý parametr může nabývat pouze hodnot 1 nebo 0, což znamená, že každý let může mít skóre z množiny {0, 1, 2, 3, 4}. Skóre s hodnotou 4 znamená pak nejvyšší prioritu letu, skóre s hodnotou 0 prioritu nejnižší.

Kvůli tomuto přiřazení priorit byla vytvořena další kontingenční tabulka, nazvaná „CarrierScore“, ve které jsou uvedeni všichni dopravci, kteří v daný měsíc obsluhují Letiště



Václava Havla. Vedle každého dopravce je uvedeno jeho „skóre“ pro příslušné parametry, které se budou přičítat k celkovému skóre letu.

Tato kontingenční tabulka byla ze základního souboru dat vytvořena takto:



Obrázek 8: Vytvoření kontingenční tabulky CarrierScore (zdroj: autor)

Kontingenční tabulka by měla mít 7 sloupců, ve kterých jsou uvedeny počty letů každého dopravce, uvedeného v řádku, za každý jednotlivý den. V posledním sloupci je pak součet všech letů za tento týden pro každého dopravce. Tohoto sloupce se týká první parametr.

Vedle této kontingenční tabulky byly vytvořeny další sloupce, v každém z nich se vyhodnocuje hodnota jednoho parametru. V následujících podkapitolách jsou rozebrány a vysvětleny.

#### 4.2.1 Počet letů dopravce

První parametr je závislý na počtu letů za týden. Každý dopravce, který v uvedeném týdnu provozuje alespoň jeden let na LKPR, je ohodnocen podle toho, kolik letů za tento týden vypravil.

Pokud během týdne vypravil více než 14 letů, jedná se pravděpodobně o dopravce, který do Prahy létá často a let je tak ohodnocen hodnotou parametru 0, čímž je znevýhodněn, protože se předpokládá, že v takovém případě může dopravce vypravit náhradní let později nebo jiný den. Navíc to pravděpodobně bude mít menší dopad na flotilu dopravce, letový řád a plánování. Dopravce může například spojit dvě linky následující den díky použití většího letadla, nebo jednoduše letadlo poslat později.

Pokud je toto číslo menší, nejedná se o dopravce, který by do Prahy tento týden létal často, a bude tak zvýhodněn hodnotou 1 tohoto parametru. Jeho flotila nejspíš nenabízí možnost vypravení letadla druhý den bez výraznějšího narušení plánu.

Tabulka 9: Počet letů dopravce – ohodnocení (zdroj: autor)

Případ	Ohodnocení parametru
Počet letů dopravce za sledovaný týden je menší nebo roven 14	1
Počet letů dopravce za sledovaný týden je větší než 14	0

V Excelu bylo toto vyřešeno za pomoci jednoduché funkce KDYŽ, která měla pro každého dopravce následující podobu:

**=KDYŽ([Celkový součet letů za týden]<=J3;1;0),**

kde J3 je buňka, do které se zapíše limit (v tomto případě 14), aby ho bylo možné variabilně měnit v závislosti na úsudku.

#### 4.2.2 Síťový dopravce x low-cost model

Dalším parametrem, zohledněným v algoritmu, je otázka finančního modelu dopravce. Jako nízkonákladoví jsou označeni dopravci, u kterých se již tradičně tento model vyskytuje a je k nim takto přistupováno.

Pokud se jedná o síťového dopravce, je zvýhodněn hodnotou parametru 1. Nízkonákladoví dopravci jsou znevýhodněni nulou. Je to hlavně kvůli jejich převládajícímu používání kontaktních stání. Při stanovené meteorologické situaci by se tak použitím autobusů nebo nástupních schodů snižoval komfort cestujících, ale především bezpečnost.

Tabulka 10: Ohodnocení parametru dopravce na základě finančního modelu (zdroj: autor)

Případ	Ohodnocení parametru
Doprovce je síťovým dopravcem	1
Doprovce je dopravcem tradičně uplatňujícím low-cost model	0

Skóre bylo každému dopravci přiřazeno manuálně v tabulce CarrierScore podle toho, jaký z nich je považován za tradičně nízkonákladového. Částečně byla také použita ICAO tabulka

nízkonákladových dopravců z roku 2007.<sup>15</sup> V praxi by se ale mohlo určení finančního modelu dopravce navázat na letištní databázi, bylo by však potřeba objektivně stanovit, zda je nízkonákladový, nebo síťový. Pro některé dopravce toto nebylo možné dohledat, a proto je s nimi nakládáno jako s nízkonákladovým, tj. nezvyšuje se mu priorita. Jedná se například o nákladní (cargo) lety a linky všeobecného letectví nebo pro vlastní potřebu (business aviation).

### 4.2.3 Bázování na LKPR

Posledním parametrem, týkající se dopravce, je bázování letadel na Letišti Václava Havla v Praze. Pokud zde totiž dopravci bázují svá letadla, je pro ně za nepříznivých meteorologických podmínek výhodné dostat stroj na zem, protože odklonění letadla nebo nepovolení k přistání by narušilo dopravcův letový řád a plánování.

Doprovci, kteří byli manuálně v tabulce „CarrierScore“ ohodnoceni hodnotou parametru 1, protože bázují alespoň jedno letadlo na LKPR jsou:

- České aerolinie (CSA)
- easyJet (EZY), včetně dceřiných easyJet Europe (EJU) a easyJet Switzerland (EZS)
- Ryanair (RZR)
- Smartwings (TVS)

Tabulka 11: Bázování dopravce na LKPR – ohodnocení (zdroj: autor)

Případ	Ohodnocení parametru
Doprovce bázuje alespoň jedno letadlo na LKPR	1
Doprovce nebázuje žádné letadlo na LKPR	0

Pro jednoduchost se uvažuje zvýhodnění jakéhokoli letu dopravce. V praxi by ale bylo možné, spíše i nutné a správné, navázat ohodnocení tímto parametrem na konkrétní let, provozovaný konkrétní registrací letadla, které je bázováno na letišti. Opět by šlo zprostředkovat pomocí napojení na databázi CAODB.

### 4.2.4 Délka letu z výchozího letiště

Tento parametr se, na rozdíl od předchozích, týká výchozího letiště, z kterého je let naplánován. Jde zde přímo o délku letu mezi výchozím letištěm a LKPR. Ohodnocení 1 by měl dostat ten let, jehož délka letu je delší než čas, ve kterém se začíná celý proces stanovení priorit provádět. Pokud se tedy sdílené pracoviště APOC dozví o pravděpodobném zhoršení

<sup>15</sup> Dostupné z: <https://www.icao.int/sustainability/Documents/LCC-List.pdf>

podmínek prostřednictvím meteorologické zprávy 3 hodiny dopředu (jako je to v modelovaném případě), měla by být hranice ohodnocení 3 hodiny.

Tabulka 12: Délka letu – ohodnocení parametru (zdroj: autor)

Případ	Ohodnocení parametru
Délka letu z výchozího letiště je delší než 3 hodiny	1
Délka letu z výchozího letiště je kratší než 3 hodiny	0

Myšlenka tohoto rozdělení je, aby bylo při zjištění meteorologické situace a následném stanovení priorit rovnou možné dát vědět dopravcům provozujícím lety kratší než 3 hodiny (a tudíž s nízkou prioritou), a to ještě před vypravením letu. Tím by jim bylo včas umožněno let zpozdít nebo nevypravit. Delší lety, které jsou již na trase, je složitě uměle zpoždovat, a proto mají prioritu.

Není ale lehké předpovídat nebezpečné meteorologické situace s určitou přesností na 3 nebo více hodin dopředu. Velká část letů mířících na LKPR trvá pouze do 120 minut. Záleží tedy na úsudku APOC, jestli použije tento parametr flexibilně podle času zjištění předpovědi, anebo bude limit nastaven pevně na určitý čas.

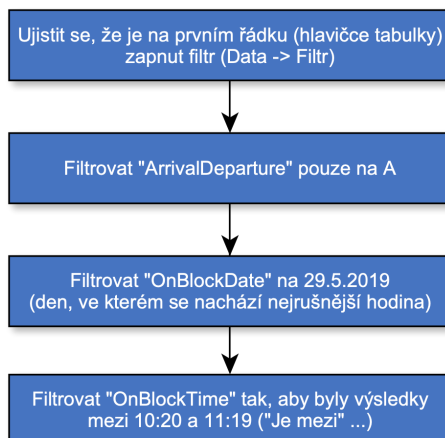
Pro tento parametr bylo použito nového listu s označením „DestScore“ (v Excelovém sešitu v příloze), do kterého byla bez duplicit nakopírována všechna výchozí letiště ze souboru dat (ze sloupce AirportICAO). K pohodlnému identifikování letiště podle ICAO kódu bylo použito volně dostupného .csv souboru, obsahujícího údaje o všech letištích světa<sup>16</sup>, který byl nahrán do listu „airports.csv“. Poté byly přes funkci SVYHLEDAT nalezeny všechny názvy letišť, z kterých se létá do Prahy. Pomocí vyhledávače Google a několika serverů na prodej letenek byl zjištěn průměrný čas letů pro trasu z každé destinace do Prahy. V praxi by samozřejmě šlo čas zjistit pouhým odečtením času odletu z výchozího letiště od předpokládaného času příletu do Prahy. Soubor dat, s kterým bylo v této části pracováno, ale bohužel data o odletu z výchozího letiště neposkytuje. V rámci letištní databáze by tento údaj určitě dostupný byl.

### 4.3 Stanovení priorit letům v uvažované hodině

Aby byla stanovena priorita každému letu v uvažované hodině, je třeba vytvořit seznam příletů, v rámci kterého se bude každý let ohodnocovat. Protože již byla stanovena nejrušnější hodina,

<sup>16</sup> Dostupné z: <http://ourairports.com/data/>

aby byl algoritmus dostatečně průkazným, v modelovaném případě se tento seznam dostane filtrováním ze základního souboru dat následujícím způsobem:



Obrázek 9: Postup získání seznamu letů v uvažované hodině (zdroj: autor)

Tímto byl získán seznam 28 letů přilétajících na letiště mezi 10:20 a 11:19 (tedy v nejrušnější hodině měsíce), kterým musí být kvůli snížené kapacitě dráhy vlivem počasí stanovena priorita. Tento seznam zobrazuje tabulka č. 13. Pro přehlednost a snazší orientaci byly lety označeny číslem ve sloupci ID.

Tabulka 13: Tabulka letů v nejrůšnější hodině (zdroj: autor)

ID	Číslo letu	Registrace letadla	Výchozí letiště	Dopravce	OnBlockTime
1	AA0052	N285AY	KPHL	AAL	10:20:00
2	AY8921	OHLVB	EFHK	FIN	10:20:00
3	QS1235	OKTVS	HEGN	TVS	10:23:00
4	FV6621	VPBWH	ULLI	SDM	10:28:00
5	KM0538	9HAEI	LMML	AMC	10:30:00
6	VY8652	ECMBF	LEBL	VLG	10:34:00
7	OK0631	OKSWT	EBBR	CSA	10:35:00
8	OK0505	OKTVJ	EKCH	CSA	10:37:00
9	OK0777	OKGFS	EPWA	CSA	10:39:00
10	OK0719	OKSWW	LIMC	CSA	10:41:00
11	OK0535	OKGFQ	EDDF	CSA	10:43:00
12	QS1223	OKTSH	HEMA	TVS	10:46:00
13	FR1013	EIFZH	EGSS	RYR	10:47:00
14	OS0705	OELGA	LOWW	AUA	10:49:00
15	OK0787	OKMFT	LHBP	CSA	10:51:00
16	QS1111	OKTSS	LGSA	TVS	10:53:00
17	SN2809	OOSB	EBBR	BEL	10:56:00
18	QS1147	N917XA	LGRP	TVS	10:58:00
19	OK0545	N277EA	EDDH	CSA	11:01:00
20	LH1394	DAIPT	EDDF	DLH	11:04:00
21	FR8223	EIFTT	ESGG	RYR	11:07:00
22	QS1127	N624XA	LGKO	TVS	11:07:00
23	QS1259	OKTVT	HEMA	TVS	11:11:00
24	FR1826	EIEBK	EHEH	RYR	11:14:00
25	QS1103	OKTSD	LGIR	TVS	11:18:00
26	AY1221	OHLZM	EFHK	FIN	11:19:00
27	OK0523	OKNFU	EDDL	CSA	11:19:00
28	DL0210	N839MH	KJFK	DAL	11:19:00

Jejich priorita byla zjištěna tak, že byly vytvořeny čtyři nové sloupce, z nichž v každém se prověřoval jeden z parametrů pomocí funkce *SVYHLEDAT*:

1. Počet letů dopravce

**=SVYHLEDAT([CarrierICAO]; CarrierScore!\$A\$3:\$L\$116; 10; NEPRAVDA)**

Vyhledá hodnotu parametru zapsanou u dopravce příslušného letu v tabulce na listu „CarrierScore“. Způsob stanovení hodnoty parametru (v 10. sloupci listu) je popsán v kapitole 4.2.1.

## 2. Finanční model

**=SVYHLEDAT([CarrierICAO]; CarrierScore!\$A\$3:\$L\$116; 11; NEPRAVDA)**

Stejný případ jako výše, tentokrát se prověřuje hodnota parametru stanovená ručně podle toho, zda je dopravce síťovým nebo nízkonákladovým (hodnota ve sloupci 11). Viz kapitola 4.2.2.

## 3. Bázování na LKPR

**=SVYHLEDAT([CarrierICAO]; CarrierScore!\$A\$3:\$L\$116; 12; NEPRAVDA)**

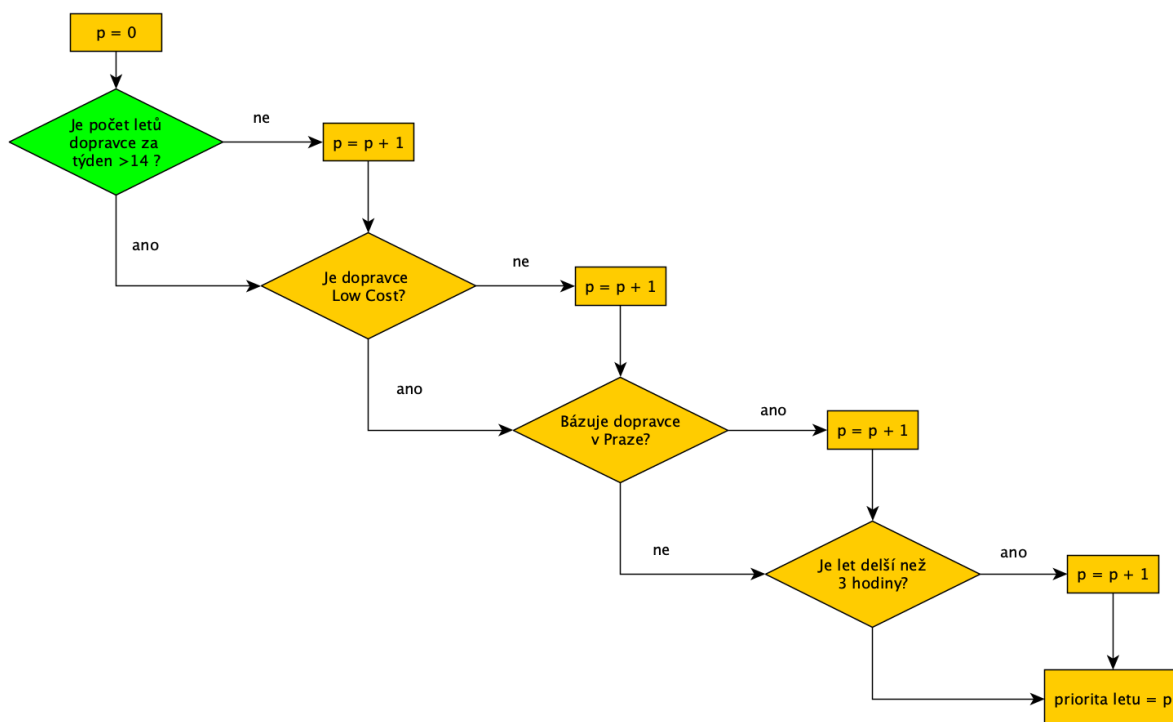
V dalším sloupci (12) tabulky na listu „CarrierScore“ se nachází hodnota parametru bázování na LKPR, podrobněji popsáno v kapitole 4.2.3.

## 4. Délka letu z výchozího letiště

**=SVYHLEDAT([AirportICAO]; DestScore!\$A\$2:\$F\$169; 5; NEPRAVDA)**

Vyhledá hodnotu parametru stanovenou ručně v listu „DestScore“ – jedná se o délku trvání letu z výchozího letiště (nacházející se ve sloupci 5 tabulky), popsáno v kapitole 4.2.4.

Tyto čtyři parametry byly následně sečteny funkcí SUMA, čímž byla získána celková priorita každého z letů. Tento postup by se dal shrnout zjednodušeným algoritmem na obrázku 10.



Obrázek 10: Stanovení priority letu – algoritmus (zdroj: autor)

## 4.4 Výsledek

Následují tabulky letů s jejich prioritou. Byly ale rozděleny na segmenty po 10 minutách, aby bylo možné z každého segmentu určit prioritní lety tak, že jejich celkový počet není větší, než je dostupná kapacita dráhy (16 MVT/hod. v modelovém případě). Délka segmentů se může v praxi flexibilně měnit právě kvůli dodržení kapacity dráhy nebo požadovaného počtu pohybů. Pro přehlednost jsou jednotlivé priority rozlišeny barvou – tmavší barva znamená větší prioritu.

Tabulka 14: Tabulka letů v úseku 10:20 - 10:29 (zdroj: autor)

ID	Číslo letu	AirportICAO	CarrierICAO	OnBlockTime	PRIORITA
1	AA0052	KPHL	AAL	10:20:00	3
2	AY8921	EFHK	FIN	10:20:00	1
3	QS1235	HEGN	TVS	10:23:00	3
4	FV6621	ULLI	SDM	10:28:00	2

Tabulka 15: Tabulka letů v úseku 10:30 - 10:39 (zdroj: autor)

ID	Číslo letu	AirportICAO	CarrierICAO	OnBlockTime	PRIORITA
5	KM0538	LMML	AMC	10:30:00	2
6	VY8652	LEBL	VLG	10:34:00	0
7	OK0631	EBBR	CSA	10:35:00	2
8	OK0505	EKCH	CSA	10:37:00	2
9	OK0777	EPWA	CSA	10:39:00	2

Tabulka 16: Tabulka letů v úseku 10:40 - 10:49 (zdroj: autor)

ID	Číslo letu	AirportICAO	CarrierICAO	OnBlockTime	PRIORITA
10	OK0719	LIMC	CSA	10:41:00	2
11	OK0535	EDDF	CSA	10:43:00	2
12	QS1223	HEMA	TVS	10:46:00	3
13	FR1013	EGSS	RYP	10:47:00	1
14	OS0705	LOWW	AUA	10:49:00	1

Tabulka 17: Tabulka letů v úseku 10:50 - 10:59 (zdroj: autor)

ID	Číslo letu	AirportICAO	CarrierICAO	OnBlockTime	PRIORITA
15	OK0787	LHBP	CSA	10:51:00	2
16	QS1111	LGSA	TVS	10:53:00	2
17	SN2809	EBBR	BEL	10:56:00	1
18	QS1147	LGRP	TVS	10:58:00	2



Tabulka 18: Tabulka letů v úseku 11:00 - 11:09 (zdroj: autor)

ID	Číslo letu	AirportICAO	CarrierICAO	OnBlockTime	PRIORITA
19	OK0545	EDDH	CSA	11:01:00	2
20	LH1394	EDDF	DLH	11:04:00	1
21	FR8223	ESGG	RYR	11:07:00	1
22	QS1127	LGKO	TVS	11:07:00	2

Tabulka 19: Tabulka letů v úseku 11:10 - 11:19 (zdroj: autor)

ID	Číslo letu	AirportICAO	CarrierICAO	OnBlockTime	PRIORITA
23	QS1259	HEMA	TVS	11:11:00	3
24	FR1826	EHEH	RYR	11:14:00	1
25	QS1103	LGIR	TVS	11:18:00	2
26	AY1221	EFHK	FIN	11:19:00	1
27	OK0523	EDDL	CSA	11:19:00	2
28	DL0210	KJFK	DAL	11:19:00	3

Tabulka 20: Tabulka prioritních a neprioritních letů (zdroj: autor)

	Prioritní lety			Neprioritní lety		
	ID	Číslo letu	OnBlockTime	ID	Číslo letu	OnBlockTime
10:20 – 10:29	1	AA0052	10:20:00	2	AY8921	10:20:00
	3	QS1235	10:23:00	4	FV6621	10:28:00
10:30 – 10:39	5	KM0538	10:30:00			
	7	OK0631	10:35:00	6	VY8652	10:34:00
	8	OK0505	10:37:00			
10:40 – 10:49	9	OK0777	10:39:00			
	12	QS1223	10:46:00	10	OK0719	10:41:00
10:50 – 10:59				11	OK0535	10:43:00
	15	OK0787	10:51:00	13	FR1013	10:47:00
	16	QS1111	10:53:00	14	OS0705	10:49:00
11:00 – 11:09	18	QS1147	10:58:00			
	19	OK0545	11:01:00	17	SN2809	10:56:00
11:10 – 11:19	22	QS1127	11:07:00	20	LH1394	11:04:00
	23	QS1259	11:11:00	21	FR8223	11:07:00
				24	FR1826	11:14:00
				25	QS1103	11:18:00
	28	DL0210	11:19:00	26	AY1221	11:19:00
			27	OK0523	11:19:00	

Z každého segmentu byl vybrán let nebo skupina letů s *maximální* prioritou. Lety s menší než maximální prioritou jsou brány jako neprioritní. Tento soupis je možné vidět v tabulce 20.

Po provedení algoritmu k určení priorit se dá dojít k několika východiskům:

- V rámci sledované hodiny bylo identifikováno 14 prioritních letů, přičemž maximální kapacita je 16 pohybů za hodinu. Všech těchto 14 letů má tedy plnou prioritu na přistání na LKPR.
- Co se týče ostatních 14 letů, které jsou neprioritní, může s nimi být naloženo takto:
  - o Lety 4, 10, 11, 25 a 27 mají vyšší prioritu, a proto maximálně 2 z nich ještě můžou bez problému přistát. Těm, co přiletí do koncové řízené oblasti letiště jako první (předpokládáme, že to bude číslo 4 a 10), bude povoleno přistát. Ostatní musí počítat s možnými zpožděními nebo případným odkloněním letu.
  - o Lety s nízkou prioritou (2, 6, 13, 14, 17, 20, 21, 24, 26) musí být o jejich nízké prioritě na přistání informováni a mělo by jim být proaktivně doporučeno přehodnotit letový plán. Součástí doporučení by mohlo být i navýšení palivových rezerv.
  - o Pokud jsou neprioritní lety již na cestě, je nutné je o skutečnostech taktéž informovat. Pro některé může být výhodné vrátit se na výchozí letiště.
  - o Možnou alternativou je kontaktování síťového manažera NMOC, kterému bude představena situace a bude mu předán seznam neprioritních letů. Ten pak o jejich letovém plánu na základě síťových požadavků rozhodne.

Prioritním letům však nemůže být i přes jejich prioritu zaručeno přistání na letišti v předpokládaný čas. Počasí se totiž může měnit a konečné slovo má řízení letového provozu. Podobně může být totiž neprioritním letům povoleno přistát, pokud to povolí momentální podmínky, kapacita dráhy a letový provoz.

Aby byli dopravci předem obeznámeni s tím, jak se bude za dané situace postupovat, bylo by vhodné zavést diskuzi na toto téma na koordinačním mítinku všech dopravců před každou sezónou. Zde by se stanovilo, jaké postupy se budou aplikovat i vzhledem k síťovému manažerovi a jaké podmínky nastanou a vyplynou pro dopravce při omezené dráhové kapacitě na letišti.

## 5 Závěr

Koncepty provozního řízení letiště jako celku a jeho řízení na sdíleném pracovišti se ukázaly jako velmi komplexní, ale aktuální témata. Práce uvedla výběr problematiky, která v současné době tíží letecký průmysl a která vystupuje jako motivace pro zavedení konceptů TAM a APOC. Pravděpodobné příčiny těchto problémů byly také stanoveny, ale je možné, že některé z nich jsou pouze stručnou definicí důvodů, neodhalujících interní záležitosti.

Jako řešení zmíněných nedostatků bylo navrženo použití Total Airport Managementu, jakožto nového nástroje k provoznímu řízení letiště. Po definici celého konceptu a jeho počátků se čtenář seznámil s předstupněm TAM – Collaborative Decision-Making, který je již po celé Evropě zakotven. Odtud se práce dostala až k samotnému představení všech plánovacích fází, které by v rámci řízení probíhaly. S tím konečně souvisí sdílené pracoviště APOC, jehož možnost implementace byla popsána včetně prostorových a personálních nároků. Kvůli komplexitě všech probíraných témat není zacházeno do všech detailů (jako je například hierarchie všech procesů, vazby mezi jednotlivými datovými soubory apod.). Představuje to ale prostor a motivaci pro další výzkum a studijní práci.

Vliv meteorologické situace na letecký provoz stojí za 80 % všech zpoždění letů v Evropě. Hlavním přínosem práce je expertní návrh pro eliminaci negativních vlivů meteorologických podmínek na kapacitu dráhového systému letiště. Princip spočívá v efektivním provozním řízení letiště za pomoci stanovení priorit letům dle předem definovaných podmínek. Výsledky ukazují, že je možné si flexibilně nastavit podmínky algoritmu tak, aby byla snížena kapacita dráhy spolehlivě naplněna pevně danými lety podle jejich priority a dále aby se počítalo s lety, které i přes doporučení odložit let přiletí a budou připravené na vyčkávání, nebo odklonění. Tento postup by měl dopomoci k lepší prostupnosti letového prostoru za špatného počasí, snížení počtu kroužících letadel, vyhýbajících se oblačnosti, a v neposlední řadě také k lepší obslužnosti letiště při snížené kapacitě.

Předmětem dalšího výzkumu by se tak mohlo stát samotné ověření navržených postupů, jejich zdokonalení, a to hlavně prostřednictvím simulačních prostředků. Také legislativní podklad na vnitrostátní i evropské úrovni by byl stěžejní částí pro případné zavedení procesu na letištích. Je ale jisté, že by správně nastavený koncept TAM v čele se sdíleným pracovištěm APOC dokázal řídit letiště lépe, než kdy dřív.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] **EUROCONTROL**. New traffic record set: 37,228 flights in one day. *EUROCONTROL*. [Online] 3. Červenec 2019. [Citace: 6. červenec 2019.] <https://www.eurocontrol.int/news/new-traffic-record-set-37228-flights-one-day>.
- [2] **Committee on Aeronautics Research and Technology for Vision 2050**. *Securing the Future of U. S. Air Transportation*. Washington, DC : The National Academies Press, 2003. 0-309-09069-5.
- [3] **EUROCONTROL**. Delays – three questions and many answers. *EUROCONTROL*. [Online] 3. Srpen 2018. <https://www.eurocontrol.int/news/delays-three-questions-and-many-answers>.
- [4] **CREEDY, Kathryn B**. Why airlines make flights longer on purpose. *BBC*. [Online] 9. Duben 2019. [Citace: 7. Červenec 2019.] <http://www.bbc.com/capital/story/20190405-the-secret-about-delays-airlines-dont-want-you-to-know>.
- [5] **Špák, Miroslav**. Funkční specifikace meteorologické výstrahy.
- [6] **Evropský parlament a Rada**. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 261/2004 ze dne 11. února 2004. *EUR-lex*. [Online] 2004. [Citace: 6. Červenec 2019.] <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/261/oj>.
- [7] **WIEGMANN, Douglas A**. *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis*. Aldershot, UK : Ashgate Publishing Limited, 2003. ISBN 0 7546 1875 7.
- [8] **Letiště Praha, a. s.** TRAFFIC REPORT - 2018. *Letiště Václava Havla Praha, Ruzyně*. [Online] 2018. [Citace: 16. červenec 2019.] [https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/B2B/Files/Statistics%20and%20reports/Prague%20Airport%20Traffic%20Reports/Traffic\\_report\\_2018\\_annual\\_public.pdf](https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/B2B/Files/Statistics%20and%20reports/Prague%20Airport%20Traffic%20Reports/Traffic_report_2018_annual_public.pdf).
- [9] —. TRAFFIC REPORT - MAY 2019. *Letiště Václava Havla Praha, Ruzyně*. [Online] 2019. [Citace: 16. červenec 2019.] [https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/B2B/Files/Statistics%20and%20reports/Prague%20Airport%20Traffic%20Reports/Traffic\\_report\\_1905\\_public.pdf](https://www.prg.aero/sites/default/files/obsah/B2B/Files/Statistics%20and%20reports/Prague%20Airport%20Traffic%20Reports/Traffic_report_1905_public.pdf).
- [10] —. Capacity Parametres. *Letiště Václava Havla Praha, Ruzyně*. [Online] [Citace: 20. červenec 2019.] <https://www.prg.aero/capacity-parameters>.
- [11] **ACL International Ltd**. London Luton Airport Scheduling Declaration for Summer 2019. *Airport info details | Airport Coordination Limited*. [Online] [Citace: 20. červenec 2019.] <https://www.acl-uk.org/wp-content/uploads/2019/02/Sched-Dec-S2019-v2-Jan-31.pdf>.
- [12] *Airport Planning Manual*. **Plarre, Marco**. Lima, Peru : Mezinárodní organizace pro civilní letectví, 2018.

- [13] **Mezinárodní asociace leteckých dopravců.** *Worldwide Slot Guidelines*. [online] Montréal, Ženeva : autor neznámý, 2019.  
<https://www.iata.org/policy/slots/Documents/wsg-edition-10-english-version.pdf>.
- [14] **Úřad pro civilní letectví.** Letecký předpis - Meteorologie - L 3. [Online] 2008.  
[Citace: 31. červenec 2019.] [https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-3/data/print/L-3\\_cely.pdf](https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-3/data/print/L-3_cely.pdf).
- [15] **Wikipedia contributors.** Terminal aerodrome forecast. *Wikipedia - The Free Encyclopedia*. [Online] San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 22. květen 2019.  
[Citace: 30. červen 2019.]  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Terminal\\_aerodrome\\_forecast](https://en.wikipedia.org/wiki/Terminal_aerodrome_forecast).
- [16] **SKYbrary.** SNOWTAM. *SKYbrary Aviation Safety*. [Online] 1. duben 2019.  
[Citace: 2. červenec 2019.] <https://www.skybrary.aero/index.php/SNOWTAM#>.
- [17] **Federal Aviation Administration.** SWIM Technology and Implementation. *Federal Aviation Administration*. [Online] 8. únor 2018. [Citace: 1. srpen 2019.]  
[https://www.faa.gov/air\\_traffic/technology/swim/overview/technology/](https://www.faa.gov/air_traffic/technology/swim/overview/technology/).
- [18] **SESAR Joint Undertaking.** Total Airport Management. *SESAR Joint Undertaking*. [Online] [Citace: 31. červenec 2019.]  
<https://www.sesarju.eu/projects/tam>.
- [19] **Günther, Yves a kol.** Total Airport Management (Operational Concept & Logical Architecture). 2006.
- [20] **Leeman, Eugene a kol.** *Airport Network Integration*. [Dokument] místo neznámé : EUROCONTROL, 2018.
- [21] **Profinit EU, s. r. o.** Klienti. *Profinit*. [Online] [Citace: 2. červenec 2019.]  
<https://profinit.eu/klienti/>.
- [22] **EUROCONTROL.** Weather responsible for a third of delay. *EUROCONTROL*. [Online] 8. srpen 2018. [Citace: 3. květen 2019.]  
<https://www.eurocontrol.int/news/weather-responsible-third-delay>.
- [23] *Europe's next step in Total Airport Management research.* **Piekert, Florian a kol.** 2017.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Prostorová působnost Total Airport Managementu (přeloženo, přepracováno z [19]).....	19
Obrázek 2: Prostředí simulačního centra ACCES v rámci DLR.....	20
Obrázek 3: Fáze plánování ve vztahu k množství potvrzených informací (inspirováno [19]) .....	22
Obrázek 4: Airport Operations Centre na letišti v Bruselu .....	24
Obrázek 5 : Zástupci jednotlivých složek pracující v APOC (zdroj: autor) .....	27
Obrázek 6: Ukázka vzorku dat (výňatek z přílohy práce).....	29
Obrázek 7: Postup k nalezení nejrušnější příletové hodiny (zdroj: autor) .....	31
Obrázek 8: Vytvoření kontingenční tabulky CarrierScore (zdroj: autor) .....	36
Obrázek 9: Postup získání seznamu letů v uvažované hodině (zdroj: autor).....	40
Obrázek 10: Stanovení priority letu – algoritmus (zdroj: autor).....	42

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Cestující na LKPR za rok 2017 a 2018 [8].....	11
Tabulka 2: Cestující na LKPR za květen 2018 a 2019 [9].....	12
Tabulka 3: Limitující faktory jednotlivých terminálů na LKPR [10] .....	12
Tabulka 4: Povolené pohyby na dráze na LKPR [10] .....	13
Tabulka 5: Popis hodnot sloupců vzorku dat (zdroj: autor).....	30
Tabulka 6: Význam zprávy TAF pro modelovanou situaci.....	32
Tabulka 7: Význam zprávy METAR pro modelovanou situaci.....	33
Tabulka 8: Význam zprávy NOTAM pro modelovanou situaci .....	34
Tabulka 9: Počet letů dopravce – ohodnocení (zdroj: autor).....	37
Tabulka 10: Ohodnocení parametru dopravce na základě finančního modelu (zdroj: autor).....	37
Tabulka 11: Bázování dopravce na LKPR – ohodnocení (zdroj: autor).....	38
Tabulka 12: Délka letu – ohodnocení parametru (zdroj: autor).....	39
Tabulka 13: Tabulka letů v nejrušnější hodině (zdroj: autor).....	41
Tabulka 14: Tabulka letů v úseku 10:20 - 10:29 (zdroj: autor) .....	43
Tabulka 15: Tabulka letů v úseku 10:30 - 10:39 (zdroj: autor).....	43
Tabulka 16: Tabulka letů v úseku 10:40 - 10:49 (zdroj: autor).....	43
Tabulka 17: Tabulka letů v úseku 10:50 - 10:59 (zdroj: autor).....	43
Tabulka 18: Tabulka letů v úseku 11:00 - 11:09 (zdroj: autor).....	44
Tabulka 19: Tabulka letů v úseku 11:10 - 11:19 (zdroj: autor).....	44
Tabulka 20: Tabulka prioritních a neprioritních letů (zdroj: autor) .....	44