



SÚČASNÝ STAV A ROZVOJ SYSTÉMU POHYBOVÝCH PLÔCH NA LETISKU M. R. ŠTEFÁNKA

Jozef Adamík
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Antonín Kazda
Air Transport Department
University of Žilina
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina

Abstract

In view of the dynamic development of air transport, it is essential that airport infrastructure is adapted to the requirements of modern aircraft. The thesis analyses the historical development of the infrastructure of M. R. Štefánik Airport (BTS). This research involves guided interviews and questionnaires with seven experts of practice who provided insight into the current state of the BTS airport. These experts were selected from five different areas, including BTS Airport, Air Navigation Service Provider (LPS), noise and vibration assessment (Euroakustik company), runway systems capacity, and the perspective of the Bratislava Metropolitan institute. The aim of the thesis is to propose appropriate recommendations for BTS Airport, the main proposal being the use of one runway (RWY) in 'mix mode' instead of using both RWYs at the same time. This proposal is supported by the cost of the RWY reconstruction, which has been compared with other airports in Europe and North America. To validate the capacity of a single RWY, the Airfield Capacity Spreadsheet Prototype Model (ACRP 79) will be used, in which several inputs have been adjusted according to BTS airport operations such as: aircraft operating from BTS airport, aircraft separations, aircraft approach speeds, and RWY occupancy time. The model simulates operations in August and December 2023 and projected operations in 2028. Other recommendations include modification of some taxiways (TWY), apron modifications, and analysis of the use of jetways on the apron stands. Finally, the impacts of a possible restriction of airport Curfew at BTS are also being examined.

Keywords

Airport, Aircraft, Runway, Simulation model, Infrastructure, Recommendations

1. Úvod

Od samotného počiatku leteckej dopravy na Slovensku bolo zrejmé, že najrušnejšie letisko bude v blízkosti hlavného mesta Bratislavy. Vývoj letísk v tejto oblasti bol poznačený mnohými zmenami od roku 1923, kedy bolo zahájené prvé letecké spojenie, až po súčasnosť. Pôvodné letisko bolo v roku 1947 nahradené dnešným letiskom M. R. Štefánika.

V súčasnosti sa letisko M. R. Štefánika (BTS) stretáva s výzvou rastúcej konkurencie viacerých okolitých letísk. S cieľom prilákať nové letecké spoločnosti je nevyhnutné zhodnotiť, či infraštruktúra letiska BTS vyhovuje požiadavkám súčasných lietadiel. Analyzovaná je aj história letiska BTS a prevádzka leteckých spoločností a ich lietadiel z tohto letiska.

Na získanie aktuálneho obrazu situácie na letisku boli uskutočnené riadené rozhovory a zber informácií pomocou dotazníkov prostredníctvom siedmich odborníkov z praxe. Tieto rozhovory boli zamerané na viaceré aspekty, ktoré ovplyvňujú prevádzku letiska BTS. V každej oblasti boli prezentované podrobné názory, myšlienky a odporúčania uvedených odborníkov v súvislosti s jednotlivými otázkami.

Cieľom tejto práce je preskúmať súčasný stav letiska a navrhnúť vhodné odporúčania pre jeho budúcnosť, ktoré by mohlo letisko BTS zväziť. Analyzované je použitie iba jednej vzletovo pristávacej dráhy (RWY) namiesto súčasného využitia dvoch RWY. Popísaný je harmonogram prác spojených s rekonštrukciou RWY. Okrem toho sú porovnávané náklady spojené s rekonštrukciou RWY na rôznych letiskách. Na overenie tohto predpokladu je použitý kapacitný model s názvom

Prototype Airfield Capacity Spreadsheet Model (ACRP 79), ktorý bol upravený tak, aby zodpovedal aktuálnej a predpokladanej prevádzke na letisku BTS.

Odporúčania sa týkajú aj ďalších oblastí letiska BTS, akými sú odbavovacia plocha (APN), rolovacie dráhy (TWY) a ďalšie. Okrem toho je skúmaný aj vplyv obmedzenia nočných prevádzkových hodín na letisku BTS.

2. Metodika a metódy skúmania

Pri vypracovaní diplomovej práce boli posudzované viaceré výskumné metódy. Optimálnymi metódami pre túto tému boli dotazníky a rozhovory (interview).

Výhodou dotazníka je možnosť poslať ho viacerým respondentom, nie je primárne určený iba pre určitú skupinu ľudí. V porovnaní s rozhovorom má daný respondent čas na premyslenie si odpovedí. Nevýhodou dotazníka je to, že daný expert z praxe nemusí pochopiť danú otázku a nebude schopný na ňu odpovedať [1].

V diplomovej práci ide o „riadený rozhovor“, pri ktorom je vopred vymedzený okruh otázok a tém podobne ako v dotazníku. Výhodou je, že „anketár“ (interviewer) môže reagovať na odpovede respondenta [1].

V diplomovej práci bol zvolený hybridný spôsob výskumných metód. Dotazník slúžil ako osnova otázok, ktorý bol posielaný daným respondentom pred rozhovorom. Tým sa zabezpečila možnosť prípravy respondenta na otázky, prípadne si respondent pripravil doplňujúce materiály k zodpovedaniu danej otázky. Po dohodnutí termínu stretnutia nasledoval

samotný rozhovor. Posledný bod výskumnej metódy bola samotná analýza rozhovorov.

Oslovení boli experti z piatich oblastí. Prvá oblasť sa týka rozvoja a prevádzky samotného medzinárodného letiska BTS. Druhou oblasťou je poskytovateľ letových navigačných služieb na Slovensku (LPS). Tretia oblasť je zameraná na znižovanie a hodnotenie hluku a vibrácií, štvrtá sa týka kapacity dráhového systému a piata pohľadov Metropolitného inštitútu Bratislavy na rozvoj letiska BTS.

3. História letiskovej infraštruktúry na letisku M. R. Štefánika

3.1. Letisko Vajnory

Prvé bratislavské letisko vzniklo v roku 1919. Slúžilo pre potreby Prvej Česko – slovenskej armády (ČSA). Zo začiatku sa na letisku nachádzali bombardovacie a stíhacie lietadlá francúzskeho letectva. Dôvodom ich umiestnenia na území Česko – Slovenska (ČSR) bol vpád Maďarskej republiky rád na Slovensko [2] [3].

3.2. Výstavba nového letiska

Prípravné práce na výstavbu nového bratislavského letiska začali v roku 1947. Prvá fáza výstavby sa rozbehla v roku 1948 vybudovaním RWY 04/22 s počiatočnou dĺžkou 1 900 m a RWY 13/31 s dĺžkou 1 500 m. V priebehu nasledujúcich 20 rokov sa rozbehla druhá fáza výstavby letiska. Vybuďoval sa nový terminál s vylepšenou cestnou infraštruktúrou, pomocné energetické zariadenia a hlavná trafostanica [4].

V 80. rokoch dvadsiateho storočia bola vykonaná rekonštrukcia dráhového systému letiska. V rámci rekonštrukcie sa predĺžila RWY 04/22 na dĺžku 2 900 m a RWY 13/31 na dĺžku 3 190 m. Počas týchto rokov začal na letisku pôsobiť štátny podnik Slov Air. Ten vybuďoval aj nový veľký opravárenský hangár C. Slov Air zabezpečoval leteckú, chemickú a poľnohospodársku činnosť [4].

4. Súčasný stav pohybových plôch na letisku M. R. Štefánika

4.1. Dotazník verzia 1

Na účel tejto práce boli vyhotovené tri dotazníky s otázkami pre expertov z praxe, ktorí odpovedali na jednotlivé otázky na základe vlastných skúseností. Prvá verzia dotazníka je primárne určená pre expertov z medzinárodného letiska BTS, LPS a experta z firmy Euroakustik. Druhá verzia dotazníka sa zameriava na kapacitu dráhových systémov. Tretia verzia je určená pre stanoviská z oblasti rozvoja letiska BTS a pohľadu Metropolitného inštitútu Bratislava. Všetky dotazníky sú uvedené v časti prílohy.

V nasledujúcej podkapitole sú prezentované jednotlivé názory expertov z praxe na vybranú otázku.

4.1.1. Aké existujú významné obmedzenia prevádzky, ktoré vyplývajú z konfigurácie RWY?

Najvýznamnejšie obmedzenie systému pohybových plôch podľa názoru pána Feketa je kapacitné, ktorého hranicu ešte letisko

BTS nedosiahlo. Ďalšie obmedzenie vzniká pri rekonštrukcii určitých častí RWY a to najmä „križovatiek“ RWY, kedy je nutné zatvoriť celé letisko. Z tohto dôvodu bolo v minulosti letisko uzavreté počas šiestich týždňov, kedy sa rekonštruovala križovatka dráh [5].

Podľa názoru pána Primusa konfigurácia RWY v súčasnej dobe nepredstavuje výrazné obmedzenia s výnimkou núdzových situácií. Dôvodom obmedzení je križovanie sa RWY (konkrétne ich stredné časti). Počas núdzových situácií musia byť pozastavené všetky ostatné prílety, resp. odlety až do pristátia lietadla v tiesni [6].

4.2. Dotazník verzia 2

Pri dotazníku verzii 2 sú vysvetlené jednotlivé názory experta z praxe, pána Straku, na dotazník druhej verzii z oblasti kapacity dráhového systému. Daný expert z praxe riešil projekty na väčších letiskách (Dublin, Londýn Gatwick).

4.2.1. Aké modely sa v súčasnosti používajú?

K vyšisleniu reálnej kapacity RWY existujú rôzne dokumenty, napríklad Federal Aviation Administration (FAA) AC 150/5060-5 Airport Capacity and Delay, tento dokument je staršieho vydania [7] [8]. Viacero vecí, obsiahnutých v danom dokumente, sa už zmenilo, prípadne sa už nepoužíva. V súčasnosti existuje viac aktuálnych dokumentov, jedným zo zásadných je IATA Airport Development Reference Manual [7].

Tento manuál sa používa na plánovanie letísk a nachádza sa v ňom všetko od veľkosti parkoviska až po veľkosť odletovej haly. Tak isto sa v ňom nachádzajú odporúčania, ako postupovať pri hodnotení existujúcej infraštruktúry a pri plánovaní tej budúcej. Uvádza, na čo je potrebné sa zamerať, ako tieto veci na seba vplývajú, čo je odporúčané a akým veciam sa treba vyhnúť. Pri niektorých letiskách sú uvádzané aj implementácie nových vecí, spojené s ich výsledkami z praxe [7].

4.3. Dotazník verzia 3

V nasledujúcej podkapitole je vysvetlený názor pána Berežného na dotazník tretej verzii z oblasti rozvoja letiska BTS a pohľadu Metropolitného inštitútu Bratislava.

4.3.1. Ako vnímate budúcnosť letiska BTS z pohľadu koexistencie mesta a jednotlivých mestských častí?

Medzinárodné letisko na území mesta je hospodárskym a ekonomickým prínosom pre mesto a predstavuje medzinárodnú vstupnú bránu do mesta, čo je pre mesto prínosné a predstavuje zatiaľ veľký ekonomický potenciál. Kapacita letiska nie je v súčasnosti naplnená, ani plánovaný územný rozvoj letiska o tretiu prístávaciu dráhu nie je realizovaný. Pre lepšie zapojenie letiska do organizmu mesta je potrebné realizovať dopravné napojenie letiska na ostatné časti mesta a najmä na centrum mesta. Možnosťami by boli či už električková trasa v smere na letisko alebo zapojenie železničnej dopravy [9].

5. Odporúčania

Zber informácií a analýza odpovedí respondentov poslúžili ako základ pre rozbor a vysvetlenie konkrétnych odporúčaní pre letisko BTS.

Pri analýze súčasného stavu konfigurácie RWY, viacerí odborníkov z praxe sa vyjadrilo, že súčasná konfigurácia je vyhovujúca a nepredpokladá sa, že by sa zmenila. S trvalým uzavretím jednej zo súčasných RWY sa tiež nepočíta, s výnimkou obdobia zimnej prevádzky, kedy je používaná iba jedna RWY z dôvodu šetrenia finančných prostriedkov.

Jednou z možných alternatív v snahe optimalizovať pohybové plochy je použitie konfigurácie RWY v takzvanom "mix móde". Tento prístup zahŕňa využitie iba jednej RWY namiesto dvoch RWY súčasne. V praxi to znamená, že sa používa len jedna RWY. V prípade zmeny smeru vetra sa používaná RWY uzavrie a aktivuje sa druhá RWY. Implementáciou "mix módu" je možné znižovať náklady spojené s prevádzkou a údržbou RWY a predĺžiť súčasnú únosnosť a životnosť RWY, čím sa minimalizuje degradácia oboch RWY.

5.1. ACRP 79 - Prototype Airfield Capacity Spreadsheet Model

Pre porovnanie kapacít – súčasných dvoch RWY a jednej RWY bol vybraný prototyp Airfield Capacity Spreadsheet Model. Analyzovaná je prevádzka za mesiace august a december roku 2023 a predpokladaná prevádzka v roku 2028. Výsledky kapacity jednej RWY sú porovnané aj s údajmi, ktoré sa nachádzajú na stránke letiska BTS.

Model bol vytvorený v rámci projektu ACRP 03 – 17 (Hodnotenie kapacity letísk) a funguje ako prototyp modelového nástroja. Jeho účelom je slúžiť ako podpora pri plánovaní letísk a odhadovaní ich kapacity. Kapacita je definovaná ako celkový počet pohybov lietadiel za určitý čas a za určitých meteorologických podmienok [10].

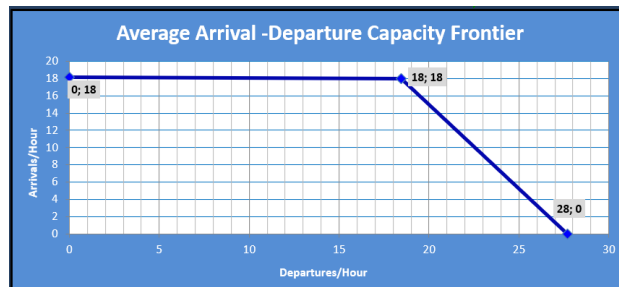
Faktory ovplyvňujúce tento model zahŕňajú predpokladané kategórie a typy lietadiel, minimálne rozstupy medzi lietadlami, meteorologické podmienky a technické vybavenie jednotlivých, letísk prípadne konfiguráciu pohybových plôch na letisku [10].

5.1.1. Simulácia pre august 2023

Tento mesiac bol vybraný z dôvodu najvyššej zaznamenatej prevádzky počas celého roku 2023. Letné prázdniny sú typické veľkým počtom charterových a výcvikových letov.

Tabuľka 1: Simulovaná kapacita jednej RWY na BTS august 2023. Zdroj: [Autor]

Simulovaná kapacita jednej RWY na BTS august 2023			
Počet pohybov za 60 min:	Prílety:	Odlety:	Celkom:
RWY 13/31	18	18	36
RWY 04/22	14	18	32



Graf 1: Pareto Frontier graf pre august 2023. Zdroj: [Autor]

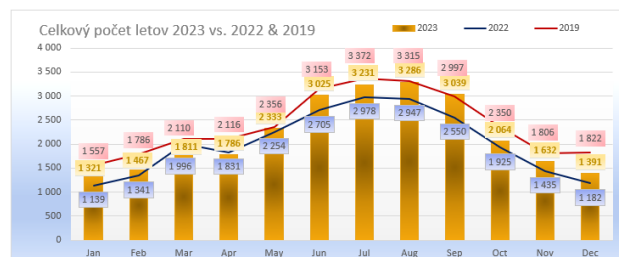
Výsledky zo simulácii sú zobrazené v tabuľke 1 a sú doplnené Pareto Frontier grafom pre RWY 13/31 (graf 1). Podľa simulácií je celková kapacita jednej RWY vyššia ako súčasná kapacita dráhového systému. Výnimku predstavujú prílety, ktoré sú na nižších hodnotách.

5.2. Simulácia pre rok 2028

Na určenie očakávanej prevádzky na letisku vplyva viacerí faktorov vrátane leteckých spoločností a ich flotily lietadiel, výcvikových letov leteckých škôl, dopytu biznis cestujúcich na letisko (BTS), zavedenia nových leteckých spojení (obnovenia), vývoja nových lietadiel a samotnej letiskovej infraštruktúry.

Pokiaľ ide o letiskovú infraštruktúru predpokladá sa, že nedôjde k jej úprave, keďže viacerí experti z praxe naznačili, že aktuálna konfigurácia vyhovuje lietadlám prevádzkovaným z BTS. Z tohto dôvodu sa neplánuje vybudovanie druhej paralelnej RWY k RWY 13/31.

Po zvážení všetkých faktorov a analýze vývoja prevádzky na letisku BTS som si určil očakávanú prevádzku. Celkový počet letov sa navýšil na 3 786 letov. Pre porovnanie v auguste 2023 bol celkový počet letov 3 286.



Graf 2: Celkový počet letov 2023 vs. 2022 a 2019. Zdroj: [Autor]

Pri určovaní celkového počtu letov za mesiac som vychádzal z grafu 2, ktorý porovnáva roky 2023 s 2022 a 2019. Číselné hodnoty na osiach predstavujú počet letov za daný mesiac pre konkrétny rok. Z grafu 2 je možné určiť, že celkový rozdiel v počte letov za rok 2023 a 2019 je v niektorých mesiacoch minimálny, pohybuje sa v rozmedzí +/- 50 letov.

Tabuľka 2: Rozloženie prevádzky pre rok 2028 .Zdroj: [Autor]

Druh prevádzky	Kategória FAA	Typ lietadla	Zastúpenie jednotlivých FAA kategórií (%)	Počet letov 2028	Percentuálne zastúpenie 2028 (%)
Výšobce-Interoce	Small - S	Diamond DA40 KATANA	30%	1429	38%
		Cessna 441 Skyhawk			
		Viper SD1 - 4			
	Arceplane Dynamik WT - 9				
	Diamond PC - 12NG				
Small - T	Piper PA - 34 Seneca	5%			
Diamond DA42 Twin Otter	8%				
BE ECH 300 Super King Air					
Neprevádzka	Small +	Tecnam P2006T	23%	1136	30%
		BE E CHAVY TRIGAN 400 Beechdel			
	Bombardier CRJ900				
	Cessna Citation X				
	Dassault Falcon 50				
Large - TP	Alouin ATR 42-72	7%			
Boeing Q400	7%				
Saab 340					
Prevádzka	Large - Jet	Airbus A320 - 100/150	24%	1211	32%
		Airbus A320neo			
		Airbus A320XLR			
		Boeing 737 MAX 8			
		Boeing 737 MAX 8			
	Large - 757	Boeing 757 - 200	3%		
	Airbus A330 - 300				
	Heavy	Airbus A350 - 900	5%		
		Airbus A330 - 300			
		Boeing 747 - 400			

Zastúpenie jednotlivých kategórií FAA bolo určené na základe analýzy spomenutých faktorov. Pre porovnanie s rokom 2023 došlo k percentuálnemu navýšeniu zastúpenia v kategórii „Small – S“, predpokladá sa navýšenie výcvikových letov.

Došlo k zníženiu kategórie „Small – T“, predpokladá sa, že prevádzkovatelia lietadiel typu Piper Seneca sa z ekonomického hľadiska rozhodnú pre prevádzku úspornejších jednomotorových lietadiel ako PC-12NG alebo Diamond DA50 [11]. Výnimku predstavujú lietadlá Diamond DA42 a Tecnam P2006T, ktoré sú používané na výcvik.

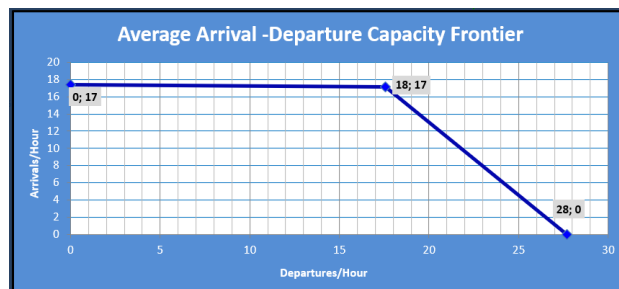
Pri kategórii „Small +“ sa percentuálne zastúpenie zvýšilo, keďže sa očakáva mierny nárast biznis letov. Predpokladané zastavenie nárastu po dopyte biznis letov sa očakáva v roku 2030 [12]. Z dôvodu menšieho využívania lietadiel kategórie „Large – TP“ na letisku BTS sa znížilo percentuálne zastúpenie ich kategórie. Primárne sa táto kategória používa na nepravidelné nákladné lety, prípadne počas letnej sezóny na charterové lety.

Pre posledné kategórie sa očakáva nárast letov s kódovým písmenom C, s výnimkou kategórie „Large - 757“. V tejto kategórii došlo k zníženiu percentuálneho zastúpenia, pretože lietadlá tohto typu už lietajú do BTS len ako nákladné lietadlá. V posledných rokoch viaceré letecké spoločnosti v Európe oznámili vyradenie lietadiel tohto typu. Napríklad letecká spoločnosť Condor oznámila v marci 2024 plánované vyradenie Boeingu 757 do roku 2025 [13].

Menší nárast sa očakáva aj v kategórii „Heavy“, pričom tento nárast bude závisieť od rozhodnutí leteckých spoločností a cestovných kancelárií. Dôležitým parametrom bude vyhodnotenie ukončenia pravidelnej dopravy World2Fly s lietadlom Airbus A350 – 900 z BTS do exotických destinácií a nasadenie Boeingu 787 – 9 Dreamliner na linku spájajúcu BTS s Mauríciom [14].

Tabuľka 3: Simulovaná kapacita jednej RWY na BTS pre rok 2028. Zdroj: [Autor]

Simulovaná kapacita jednej RWY na BTS pre rok 2028			
Počet pohybov za 60 min:	Prílety:	Odlety:	Celkom:
RWY 13/31	17	18	35
RWY 04/22	14	17	31



Graf 3: Pareto Frontier graf pre rok 2028. Zdroj: [Autor]

Ako ilustruje tabuľka 3, pri výbere ľubovoľnej RWY sa nedostaneme pod hodnotu využívania dvoch RWY súčasne. Tieto hodnoty závisia od viacerých parametrov, ako sú meteorologické podmienky, obmedzenia na RWY v podobe údržby, poruchy niektorého zo systému priblíženia, atď. Pre detailnejšie výsledky by bolo vhodné urobiť analýzu využívania jednej RWY pomocou sofistikovanejších softvérových nástrojov.

Graf 3 znovu ilustruje pomer príletov/odletov za jednu hodinu pre RWY 13/31.

6. Záver

Hlavným cieľom práce je navrhnúť odporúčania pre samotné letisko BTS z hľadiska letiskovej infraštruktúry a prevádzky.

Na dosiahnutie čo najpresnejšieho aktuálneho obrazu a podrobnejšieho pochopenia problémov na letisku BTS som sa rozhodol využiť výskumnú metódu formou dotazníkov a riadených rozhovorov. Pre tento účel bolo oslovených celkovo sedem expertov z praxe, ktorí ochotne zdieľali svoje názory a myšlienky, týkajúce sa súčasného stavu a budúceho rozvoja systému pohybových plôch na letisku BTS.

Skúmaná bola aj história letiska BTS a jeho predchodcu, letiska Vajnory. Obe letiská boli analyzované z viacerých zdrojov, akými sú archívne články na internete, historické fotografie a videá. Rovnako bol analyzovaný aj dopad určitých lietadiel na infraštruktúru letiska. Pri vyhodnocovaní sa zistilo, že pôvodná plánovaná konfigurácia letiska z roku 1947 stále umožňuje prevádzku súčasných lietadiel s kódovým písmenom C, ktoré sú bežne využívané vo väčšine európskych leteckých flotíl.

Pre odborníkov z praxe boli vytvorené tri verzie dotazníkov, zamerané na ich špecializované oblasti. Prvá verzia dotazníka bola určená pre expertov z medzinárodného letiska BTS, LPS a zástupcu firmy Euroakustik. Tento dotazník sa zamerával na hodnotenie súčasnej konfigurácie RWY, pričom experti v ňom diskutovali o jej optimálnosti z hľadiska súčasnej prevádzky a budúcich potrieb obdobia nasledujúcich desiatich rokov. Jedným z najväčších obmedzení RWY bolo ich vzájomné križenie, najmä počas rekonštrukcie križiacej sa časti, ktorá vyžaduje uzatvorenie celého letiska. Z meteorologického hľadiska sa súčasná konfigurácia RWY ukázala ako vhodná. Pri prevádzke perspektívnych typov lietadiel predstavovali obmedzenia lietadiel s kódovým označením E (napríklad Airbus A350-900), pri ktorých bolo potrebné obmedziť ich MTOM a MLM. Pri prevádzke súčasných typov lietadiel sa spomenul nedostatok rýchloodbočiek (RTWY) na letisku BTS, čo má za následok zväčšené rozostupy medzi lietadlami pri pristávaní. Letisko BTS sa aktívne snaží riešiť problém s voľne žijúcim živočíštvom,

predovšetkým s vtáctvom. Zníženie rýchlosti približovania sa lietadiel pomohlo znížiť riziko stretov medzi lietadlami a vtákmi. Takisto sa rieši problematika súvisiaca s LVP, v ktorej sú bližšie popísané podmienky vyhlásenia LVP a vyhodnotené sezóny od roku 2021 do roku 2023. Diskutuje sa aj o úpravách pohybových plôch, akými sú certifikácia svetelných návěstidiel na TWY F pre LVP, inštalácia SMR, presun RTWY G do väčšej vzdialenosti, aby ju mohli využívať lietadlá s kódovým písmenom C a zvýšenie únosnosti niektorých TWY. Dotazník zahŕňa aj dodatočné otázky, ktoré riešia rolovanie lietadla Airbus A350-900 s grafickým zobrazením niektorých častí rolovania v softvérovom riešení AviPLAN. Jednou z týchto otázok je aj problematika, týkajúca sa tréningových letov a časových referenčných období pre aktuálnu nočnú prevádzku.

Druhá verzia dotazníka sa zaoberá kapacitou dráhových systémov. Konkrétny expert vyjadril názor, že nepovažuje za nevyhnutné prevádzkovať obidve RWY súčasne. Tento dotazník sa podrobnejšie zameriava na kapacitu RWY a faktory, ktoré ju ovplyvňujú. V práci sú tiež uvedené modely a typy simulácií, ktoré sa v súčasnosti používajú. Ďalej sa rieši oblasť slotovej koordinácie, pričom letisko BTS sa momentálne nachádza na úrovni Level 2. V prípade zvýšenia kapacity bude nutné zvážiť prechod na Level 3, aby bolo možné uspokojiť dopyt po leteckej prevádzke. V tejto časti sú tiež uvedené ďalšie druhy optimalizácie, akými sú RECAT-EU a A-CDM.

Tretia verzia dotazníka je zameraná na oblasť rozvoja letiska BTS a jeho perspektívy z pohľadu Metropolitného inštitútu Bratislava. Medzinárodné letisko na území mesta predstavuje významný hospodársky a ekonomický prínos a má značný ekonomický potenciál. Kapacita letiska v súčasnosti nie je plne využitá. Pokiaľ ide o obmedzenia, prevádzka letiska obmedzuje rozvoj východnej časti mesta, predovšetkým v súvislosti s ochrannými pásmami. Mesto neurčuje letisku žiadne limity a v plnej miere rešpektuje limity stanovené prevádzkovými požiadavkami letiska a jeho dlhodobými rozvojovými plánmi. S prihliadnutím na očakávaný demografický vývoj Bratislavy do roku 2050 nie je nutné vnímať letisko a jeho prevádzku ako obmedzujúci faktor na území mesta.

Po vyhodnotení všetkých dotazníkov a uskutočnených rozhovorov som dospel k záveru a formulácii odporúčaní, ktoré by mohli prispieť k optimalizácii prevádzky letiska BTS. Jedným z hlavných odporúčaní je optimalizácia systému pohybových plôch, konkrétne využívanie jednej RWY v tzv. "mix móde". Toto odporúčanie bolo motivované snahou o zníženie častého využívania a opotrebovania oboch RWY súčasne. Súčasťou práce je tiež popis typického harmonogramu rekonštrukcie RWY na letisku Jackson Hole v USA. Vzhľadom na rozdiely v cenách rekonštrukcie, ktoré sú spôsobené geografickou polohou letiska, bola vytvorená tabuľka, ktorá porovnáva ceny rekonštrukcie RWY na desiatich letiskách v Európe a Severnej Amerike.

Na určenie kapacity v prípade jednej RWY bol využitý model ACRP 79, ktorý bol pôvodne navrhnutý pre letiská v USA. Pre adaptáciu na letisko BTS bolo nevyhnutné upraviť niektoré hodnoty, aby sa dosiahol čo najpresnejší výsledok. Jednou z hlavných úprav bolo zmenenie kategórie lietadiel prevádzkovaných na letisku BTS a úprava približovacích rýchlostí. V modeli bolo analyzovaných 15 rôznych priletov, pri ktorých sa určoval čas obsadenia RWY. Ďalšie úpravy v modeli boli realizované s ohľadom na separáciu lietadiel. Na overenie

správnosti simulácií bol výsledok porovnaný s údajmi, uvedenými na webovej stránke letiska BTS. Simulácie boli vykonané samostatne pre každú RWY. Na začiatku bola uskutočnená simulácia prevádzky letiska BTS v auguste a decembri 2023. V auguste 2023 bola simulovaná kapacita jednej RWY vyššia, než súčasná kapacita letiska. V decembri bol v simulácii zaznamenaný pokles kapacity priletov a odletov, najmä pre RWY 04/22, čo môže poukazovať na prevádzkové obmedzenia. Finálna simulácia bola vykonaná pre predpokladanú prevádzku v roku 2028. Prevádzka bola odhadnutá na základe niekoľkých faktorov, vrátane prevádzkových výsledkov za roky 2022 a 2023, obnovenia určitých leteckých liniek, zvýšeného využívania širokotrupých lietadiel na linkách do exotických destinácií, príchodu nízkonákladových leteckých spoločností zameraných na diaľkové lety a očakávaného nasadenia Airbusu A321XLR. Pri výbere ľubovoľnej RWY sa nedostaneme pod hodnotu využívania dvoch RWY súčasne.

Ďalším odporúčaním je zhodnotiť možnosť vybavenia letiska nástupnými mostami, pričom by sa letisko zameriavalo iba na vybavenie dvoch až troch stojísk, nie na všetky. Príkladom môže byť model využívania nástupných mostov na letisku v Miláne - Bergamo.

V Európe sa momentálne stretávame s trendom zavádzania obmedzení nočnej prevádzky na letiskách. Ak by sa na letisku BTS zaviedli obmedzenia nočnej prevádzky, najmä počas letnej sezóny, kedy sa často uskutočňujú charterové lety a nákladné lety spoločnosti DHL, bol by to závažný problém. Pre nákladné letecké spoločnosti je totiž dôležité, aby letisko nemalo obmedzenia nočnej prevádzky. Bratislavské letisko by sa malo rozhodnúť, aký typ leteckej dopravy (pravidelnú, charterovú, nákladnú) bude v budúcnosti preferovať.

Medzi ďalšie odporúčania patrí úprava TWY A tak, aby bola vhodná pre širokotrupé lietadlá a taktiež úprava APN. V prípade APN by sa mohlo zvážiť využitie multifunkčnej TWY, ktorá by bola rozdelená na dve menšie TWY.

Referencie

- [1] ELEKTRONICKÁ UČEBNICA PEDAGOGICKÉHO VÝSKUMU, „ELEKTRONICKÁ UČEBNICA PEDAGOGICKÉHO VÝSKUMU,“ 1 Marec 2024. [Online]. Dostupné: <http://www.emetodologia.fedu.uniba.sk/index.php/kapitoly/vyskumne-metody.php?id=i10>.
- [2] GONZO Aviation, „GONZO Aviation,“ 2 Marec 2024. [Online]. Dostupné: GONZO Aviation.
- [3] TASR, „teraz.sk,“ 28 Október 2022. [Online]. Dostupné: <https://www.teraz.sk/slovensko/vznik-csr-z-roku-1918-si-slovensko-prip/670373-clanok.html>.
- [4] AIRPORTS - WORLDWIDE, „Airports - Worldwide,“ 2 Marec 2024. [Online]. Dostupné: https://www.airports-worldwide.com/slovak_republic/m_r_stefanik_slovak_republic.php.
- [5] I. R. FEKETE, Respondent, Súčasný stav a rozvoj systému pohybových plôch na letisku M. R. Štefánika. [Rozhovor]. 27 November 2023.

- [6] I. R. PRIMUS, Súčasný stav a rozvoj systému pohybových plôch na letisku M. R. Štefánika, 2023.
- [7] I. P. STRAKA, Respondent, Súčasný stav a rozvoj systému pohybových plôch na letisku M. R. Štefánika. [Rozhovor]. 23 Január 2024.
- [8] F. A. P. A. E. DIVISION, „AC 150/5060-5, Airport Capacity and Delay,“ 16 Apríl 2003. [Online]. Dostupné: https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5060_5.pdf. [Cit. 15 September 2010].
- [9] I. A. M. BEREŽNÝ, Súčasný stav a rozvoj systému pohybových plôch na letisku M. R. Štefánika, 2024.
- [10] N. A. O. SCIENCE, „Supplemental Material to ACRP Report 79: Prototype Airfield Capacity Spreadsheet Model ACRP Project 03 - 17,“ 2012. [Online]. Dostupné: <file:///C:/Users/Legion/Documents/UNIZA/Diplomov%C3%A1%20pr%C3%A1ca/Pr%C3%A1ca/N%C3%A1vod%20na%20excel%20-%20moje%20pozn%C3%A1mky.pdf>.
- [11] DIAMOND AIRCRAFT, „Diamond Aircraft,“ 16 Apríl 2024. [Online]. Dostupné: <https://www.diamondaircraft.com/en/private-owners/aircraft/da50/overview/>.
- [12] R. JAWOROWSKI, „Flight Plan Civil Aerospace Insights from Forecast International,“ 16 Október 2023. [Online]. Dostupné: <https://flightplan.forecastinternational.com/2023/10/16/business-jet-market-poised-for-sustained-recovery/>.
- [13] R. EWING, „Airline Geeks,“ 29 Marec 2024. [Online]. Dostupné: <https://airlinegeeks.com/2024/03/29/condor-finalizes-boeing-757-fleet-exit/>.
- [14] AKTUALITY.SK, „aktuality.sk,“ 16 Apríl 2024. [Online]. Dostupné: <https://www.aktuality.sk/clanok/IVOKXpm/nabratislavskom-letisku-hlasia-velke-novinky-lety-dovolenkovych-rajov-so-supermodernym-lietadlom/>.