



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**

Sabína Dobiašová

Kapacitní limity terminálu na letišti M. R. Štefánika  
v Bratislavě

**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):

**Sabína Dobiašová**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – LED – Letecká doprava**

Název tématu (česky): **Kapacitní limity terminálu na letišti M. R. Štefánika v Bratislavě**

Název tématu (anglicky): Terminal Capacity Limits at M. R. Štefánik Airport Bratislava

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Analýza současného nastavení procesů a kapacity terminálu
- Vytvoření jednoduchého modelu procesů v rámci obchodního odbavení a určení vstupních parametrů pro výpočet kapacity
- Výpočet kapacity a scénář možného nárůstu počtu cestujících
- Detekce slabých míst a nedostatků
- Návrh opatření vedoucích ke zvýšení nedostatečné kapacity a eliminaci slabých míst



- 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: CS-ADR-DSN Aerodromes Design  
Airport Engineering, Ashford J. Norman  
Airport Development Reference Manual IATA

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

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: **2. prosince 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.

Sabína Dobiašová  
jméno a podpis studenta

V Praze dne.....9. září 2019

### **Čestné prohlášení**

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

Nemám závažný důvod proti užití 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 23. srpna 2019

  
.....

Podpis

## Podakovanie

Na tomto mieste by som sa rada poďakovala všetkým, ktorí mi poskytli podklady pre vypracovanie tejto bakalárskej práce. Zvlášť by som sa chcela poďakovať za odborné rady vedúcemu práce Ing. Slobodanovi Stojíčov Ph.D, taktiež riaditeľovi pre rozvoj a infraštruktúru na letisku v Bratislave, páňovi Feketemu, ale najmä svojim rodičom a blízkym, ktorí ma podporovali počas môjho celého štúdia.

## Abstrakt

Najfrekventovanejším letiskom na území Slovenskej republiky je letisko Milana Rastislava Štefánika v Bratislave. Dôvodom zvolenia tejto témy, je záujem o vývoj a budúcnosť tohoto letiska. Cieľom práce je poukázať na prietok cestujúcich danými stanoviskami, ako sú odbavovacie priehradky a bezpečnostná kontrola z hľadiska kapacity. Na základe poskytnutých informácií z letiska Bratislava, o limitoch na bezpečnostnej kontrole, je výsledkom potreba navrhnúť riešenia, ktoré vedú k zlepšeniu problematickej situácie vzhľadom na kapacitu na stanoviskách bezpečnostnej kontroly a odbavovacích priehradiek. Podrobnejšie je popísaný postup využity pri výpočtoch kapacity a určené sú vhodné parametre potrebné pre tento výpočet. Ilustrovaný je taktiež prechod cestujúceho cez všetky procesy letiskového terminálu až po jeho odlet.

## Kľúčové slová

Kapacita, terminál, letový poriadok, intenzita cestujúcich, bezpečnostná kontrola, odbavovacie priehradky

## Abstract

The most frequented airport in Slovakia is Milan Rastislav Štefánik's Airport in Bratislava. The reason, why I decided to choose this topic is the interest in the development and future of this airport. The aim of this bachelor thesis is to point out the flow of passengers through the different spots at the airport, such as check-in counters and security check in terms of capacity. Based on given information from Bratislava airport, about limits on security check, is the result requirement to design resolution, which would lead to improvement of problematic situation in view of capacity on security check and check-in counters. I described the procedure used in the capacity calculations and defined appropriate parameters that are necessary for this calculation. Illustrated is also passenger's passage through all airport terminal processes until the departure of passenger.

## Key words

Capacity, terminal, flight plan, intensity of passengers, security control, check-in counters

# Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. ANALÝZA SÚČASNÉHO NASTAVENIA PROCESOV A KAPACITA TERMINÁLU .....	11
2.1. HISTÓRIA LETISKA.....	11
2.2. CHARAKTERISTIKA LETISKA V SÚČASNOSTI .....	13
2.2.1. Dráhový systém letiska .....	13
2.2.2. Charakteristika terminálu.....	13
2.3. ANALÝZA VLASTNÍCKEHO STAVU BRATISLAVSKÉHO LETISKA .....	15
2.4. ANALÝZA OBCHODNÝCH AKTIVÍT LETISKA V BRATISLAVE .....	15
3. PROBLEMATIKA KAPACITY LETÍSK.....	16
3.1.1. Kapacita plôch .....	16
3.1.2. Kapacita letiskového terminálu.....	17
3.2. VÝVOJ POČTU CESTUJÚCICH OD ROKU 2008-2018.....	19
4. JEDNODUCHÝ MODEL PROCESOV V RÁMCI OBCHODNÉHO ODBAVENIA - URČENIE VSTUPNÝCH PARAMETROV PRE VÝPOČET KAPACITY .....	21
4.1. MODEL ZNÁZORŇUJÚCI POHYB CESTUJÚCEHO OD PRÍCHODU NA TERMINÁL AŽ PO ODLET .....	21
4.1.1. Možnosti príchodu cestujúceho na terminál.....	22
4.1.2. Spôsoby odbavenia.....	23
4.2. PROBLEMATIKA KAPACITY A JEJ VÝPOČTU .....	26
4.2.1. Statická kapacita.....	26
4.2.2. Dynamická kapacita .....	28
4.2.3. Trvalá (ustálená) kapacita .....	28
5. VÝPOČET KAPACITY A SCENÁR MOŽNÉHO NÁRASTU POČTU CESTUJÚCICH.....	29
5.1. LETOVÝ PORIADOK A VÝBER ČASOVÉHO ÚSEKU PRE ANALÝZU.....	29
5.2. INTENZITA PRÍCHODU CESTUJÚCICH VO VYBRANÝ DEŇ.....	33
5.3. ODBAVOVACIE PREPÁŽKY .....	38
5.3.1. Kritické úseky .....	38
5.4. BEZPEČNOSTNÁ KONTROLA.....	39
5.4.1. Kritické úseky.....	39
6. DETEKCIA SLABÝCH MIEST A NEDOSTATKOV .....	43
7. NÁVRH OPATRENÍ VEDÚCICH K ZVÝŠENIU NEDOSTATOČNEJ KAPACITY A ELIMINÁCIÍ SLABÝCH MIEST .....	44
8. ZÁVER .....	45
9. POUTŽITÉ ZDROJE .....	46
10. ZOZNAM OBRÁZKOV.....	48

11. ZOZNAM TABULIEK.....	48
12. ZOZNAM GRAFOV.....	48



## Zoznam použitých skratiek

ATC	Air Traffic Control
TMA	Terminal Manuevering Area
M.R. Štefánika	Milana Rastislava Štefánika
J. F. Kennedy	John Fitzgerald Kennedy
BTS	Letisko Bratislava
WZZ	Wizzair
TVS	Smartwings
RYR	Ryanair
LZ	Balkan Bulgarian Airlines
CAI	Corendon Airlines
CCE	Cairo Air Transport Company
BUC	Bulgarian Air Charter
FDB	Flydubai
LBT	Nouvel Air Tunisie
LLC	Pobeda
VOZ	Virgin Australia Airlines
TORA	Take Off Run Available
TODA	Take Off Distance Available
ASDA	Accelerate Stop Distance Available
LDA	Landing Distance Available
CWY	Clearway
SWY	Stopway
RWY	Runway
SRA	Security Restricted Area

# 1. Úvod

Letecká doprava patrí medzi najvyužívanejší typ dopravy v súčasnosti a jej popularita rastie každým rokom viac a viac. Leteckú dopravu je možné nahradiť cestnou, železničnou alebo vodnou dopravou, avšak tento typ dopravy je možné používať len na krátke vzdialenosti. Bezkonkurenčnou možnosťou prepravy cestujúcich a nákladu je letecká doprava. Pre efektívne využívanie leteckej dopravy je však potrebné, aby letiská, ktoré každodenne prevádzkujú lety do rôznych destinácií spĺňali určité štandardy a kritériá. Každé jedno letisko, či už medzinárodné alebo vnútroštátne, sa tiež usiluje o zabezpečenie čo najväčšieho komfortu pre svojich cestujúcich. Je pritom potrebné dbať na to, aby kapacita každého terminálového komplexu bola dostačujúcou na odbavenie cestujúcich, ktorých pribúda čím ďalej, tým viac. Kapacita je preto jedným z najdôležitejších aspektov každého letiska.

Letisko Milana Rastislava Štefánika v Bratislave je najväčším letiskom na území Slovenskej republiky. Najväčší počet cestujúcich odlietajúcich zo Slovenskej republiky je odbavených na tomto letisku. Cieľom tejto bakalárskej práce je poukázať na problematiku, ktorá sa zaoberá kapacitnými limitmi terminálu tohto letiska.

Prvá kapitola obsahuje popis historického vývoja letiska a popis letiska ako celku. Snaha priblížiť situáciu na letisku je podložená mapou celého letiskového terminálu. Na tejto mape sú tiež znázornené príjazdové cesty autobusov, krátkodobé aj dlhodobé parkovisko a tiež napojenie na diaľnicu D1. V tejto časti tiež definujem vlastnícky stav letiska v Bratislave a postupne sa dostávam k najdôležitejšej časti tejto práce. Je uvedené, čo je kapacita, podrobnejšie zaoberanie sa kapacitou plôch a kapacitou letiskového terminálu. Taktiež je definovaná krivka, ktorá popisuje, ako sa mení vývoj počtu cestujúcich od roku 2008 až do roku 2018 pri zohľadnení využitia pravidelných a nepravidelných liniek.

Základom druhej kapitoly je model, ktorý znázorňuje celý postup a proces odbavenia cestujúceho od jeho príchodu na letisko až po jeho odlet. Popisom, akými spôsobmi sa cestujúci môže na letisko dostať a čo nastáva po jeho príchode, aké dôležité stanoviská sa nachádzajú na prízemí letiskového terminálu a aké na prvom poschodí, aká situácia nastáva po prechode bezpečnostnou kontrolou pre cestujúcich letiacich do krajín v rámci Schengenského priestoru a mimo Schengenského priestoru a všetky procesy, ktorými si cestujúci musí prejsť až kým sa ocitne v odletovej čakárni sa zaoberá druhá kapitola. Podrobnejšie je popísaná definícia kapacity, rozdelenie dvoch typov kapacít a ďalej určenie vstupných parametrov, ktoré sú potrebné pri výpočte kapacity.

Ďalšia časť práce je potom venovaná konkrétnym výpočtom kapacity na dvoch najdôležitejších stanoviskách letiskového terminálu. Pre ilustráciu situácie, ktorá nastáva, keď na letisko príde viacero cestujúcich naraz, bol na základe letového plánu vybraný jeden týždeň z letnej sezóny,

kedy sú prevádzkované ako pravidelné, tak aj nepravidelné (charterové) lety. Postupne sú zobrazené viaceré scenáre, ktoré môžu nastať v najvyťaženejší deň tohoto krátkeho časového úseku.

Na základe výpočtov z predchádzajúcej kapitoly boli určené najslabšie miesta v rámci letiskového terminálu, pri zohľadnení informácie o najviac vyťaženom stanovisku vzhľadom na kapacitu zo zdroja Letisko Bratislava.

V poslednej časti je navrhnuté, ako postupovať v prípade, že sa kapacita na najvyťaženejšom stanovisku naozaj naplní. Navrhnutý je postup riešenia situácie, pokiaľ by súčasná kapacita na odbavovacích priehradkách a bezpečnostnej kontrole nebola dostatočná pre odbavenie cestujúcich v špičkové hodiny. Do úvahy je brané dodržanie komfortu pre odlietavajúcich cestujúcich. Na stanoviskách odbavovacích priehradiek však nedôjde k situácií, že sa vypočítaná hodnota bude blížiť ku kapacitnému limitu. V tejto časti je vysvetlené, prečo takáto situácia nenastane.

Túto tému bola vybraná za účelom zlepšenia úrovne odbavenia cestujúcich na letisku v Bratislave. Taktiež bola navrhnutá na základe reálnej potreby letiska Bratislava, zaoberať sa touto problematikou. Na základe poskytnutých informácií sa mi podarilo spracovať problematiku kapacitných limitov terminálu na tomto letisku a tým pomôcť pri rozhodovaní sa o ďalšom budúcom vývoji letiska.

## **2. Analýza súčasného nastavenia procesov a kapacita terminálu**

### **2.1. História letiska**

Uvedením prvej linky Československých Aeroliniiek z Prahy do Bratislavy sa začala pravidelná letecká doprava v Československu. Dňa 29.októbra roku 1923 pristál dvojplošník Aero A-14 na letisku vo Vajnoroch s jedným cestujúcim na palube. Nakoľko sa však letisko Vajnory nachádza v blízkosti pohoria Malé Karpaty, už vtedy bolo jasné, že lokalita tohoto letiska nebude príliš bezpečná pre umožnenie pravidelného pristávania a odlietania jednotlivých lietadiel. Z tohoto dôvodu sa v roku 1947 začalo s výstavbou najväčšieho slovenského letiska v katastrálnom území obce Ivanka pri Dunaji. [1]

Výstavba letiska v Bratislave bola rozdelená na tri etapy:

#### **I. etapa**

Táto etapa sa začala výstavbou dvoch na seba kolmých dráh, 04-22 a 13-33, ktoré doteraz umožňujú pristátie rôznych typov lietadiel na letisku v Bratislave. [1]

#### **II. etapa**

Počet lietadiel pristávajúcich na tomto letisku rapídne stúpal z roka na rok, preto sa v II. etape začalo s výstavbou odletového terminálu s prednádražím. Vybudovaná bola tiež centrálna kotolňa a doplnkové energetické zariadenie hlavnej trafostanice. Rozšírila sa tiež odbavovacia plocha. V 80-tych rokoch došlo ku komplexnej rekonštrukcii dráhového systému, dráha 04-22 bola predĺžená z pôvodných 1900 metrov na 2900 metrov a dráha 13-31 bola predĺžená z pôvodných 1390 metrov na 1500 metrov. [1]

#### **III. etapa**

Z dôvodu veľkého rozvoja leteckej dopravy vo svete aj v Československu v 90-tych rokoch došlo k dobudovaniu letiskového terminálu za účelom prerozdeliť prúdy prilietavajúcich a odlietajúcich cestujúcich.

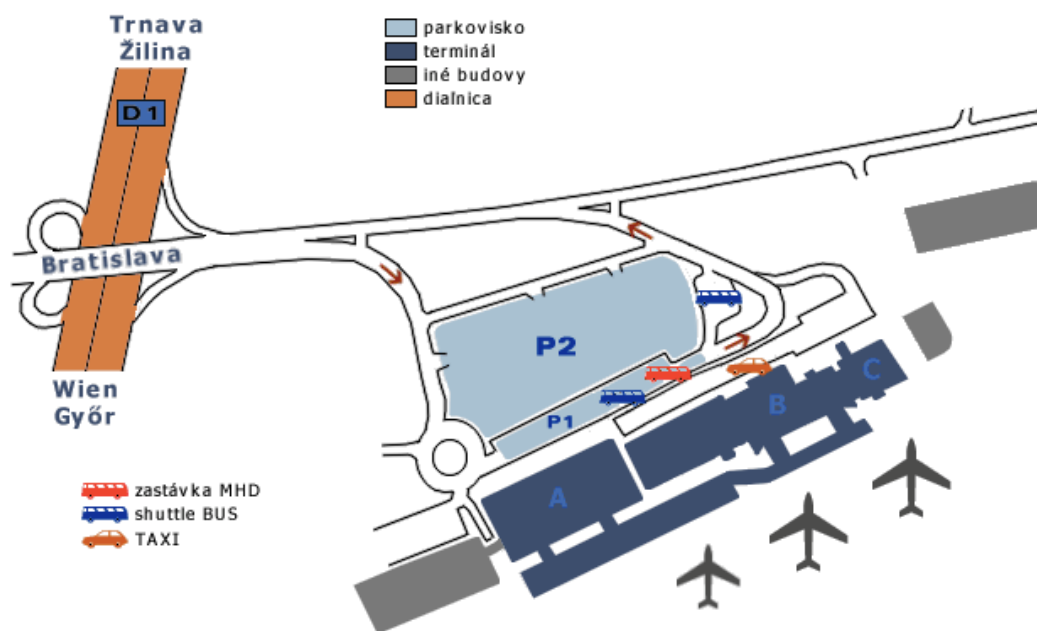
Ukončením tretej etapy sa však rozvoj letiska nezastavil. Letisko bolo stále v procese modernizácie a budovali sa ďalšie dôležité objekty potrebné pre bezpečný chod letiska. V roku 1995 bola vybudovaná požiarna zbrojnica na križovatke vzletových dráh a touto stavbou sa bratislavské letisko posunulo z kategórie 6 do kategórie 7. Pokiaľ sa letisko nachádza v kategórii 7, majú umožnené pristátie a odlet lietadiel s rozpätím krídel 39-48 metrov a maximálnou šírkou trupu 5 metrov. V prípade, že by nastala krízová situácia, kedy bude potrebný zásah hasičských zložiek, mali by tieto zložky situáciu bezproblémovo zvládnuť.

Postupom z kategórie 6 do kategórie 7, sa bratislavské letisko zaradilo medzi letiská, umožňujúce prevádzkovanie letov veľkokapacitnými lietadlami. [1]

Po vstupe Slovenska do Európskej únie sa letisko začlenilo do Schengenského vzdušného priestoru. Preto bola vybudovaná príletová hala terminálu C, ktorý slúžil pre posádky a taktiež pre pasažierov, ktorí nepotrebovali prechádzať cez vstupnú pasovú kontrolu.

Odletový terminál sa rozdelil na dve časti, a to časť A, ktorá je od vstupu letiska do schengenského priestoru určená pre cestujúcich, ktorí letia v rámci schengenského priestoru a nemusia prechádzať cez pasovú kontrolu, a časť B, kde cestujúci cestujú mimo schengenský priestor.

V roku 2010 sa začala výstavba nového terminálu, a to za plnej prevádzky letiska. Táto výstavba bola tiež rozdelená na dve etapy. V prvej etape bol dostavaný odletový terminál a postupne sa začalo s demoláciou pôvodného. Na mieste pôvodného terminálu bola vybudovaná druhá časť odbavovacej budovy. [1]



Obrázok 1 - Mapa letiska BTS [2]

Na obrázku 1, je znázornená súčasná podoba letiska Milana Rastislava Štefánika v Bratislave. Zakreslená je aj príjazdová cesta, ktorá slúži pre autobusy dopravujúce cestujúcich z centra mesta, ale aj spojenie s diaľnicou D1.

## 2.2. Charakteristika letiska v súčasnosti

Letisko Milana Rastislava Štefánika v Bratislave, je najväčším letiskom na území Slovenskej republiky. Nachádza sa 9 kilometrov od centra hlavného mesta, v mestskej časti Bratislava-Ružinov. V roku 1993 bolo pomenované po generálovi Milanovi Rastislavovi Štefánikovi, ktorého lietadlo havarovalo v blízkosti Bratislavy v roku 1919.

Od roku 1951 je zavedená pravidelná prevádzka tohoto letiska. Bratislava je základňou pre Flying Service, ktorý slúži slovenskej vláde. Toto letisko je taktiež základňou pre Ryanair, AirExplore, Go2Sky a Smartwings Slovakia. Počas krátkeho obdobia v roku 2011 bolo letisko aj sekundárnym centrom Českých aerolínií. Na letisku sídli aj dve údržbárske spoločnosti Austrian Technik Bratislava a East Air Company. Air Livery má jednu halu pre lietadlá na letisku v Bratislave. Letisko je určené pre lietadlá kategórie 4E. Počet cestujúcich odbavených na prilete a odlete v roku 2018 bolo 2 292 712. Popisu vývoja počtu cestujúcich sa budem bližšie venovať v podkapitole 3.2. [3]

### 2.2.1. Dráhový systém letiska

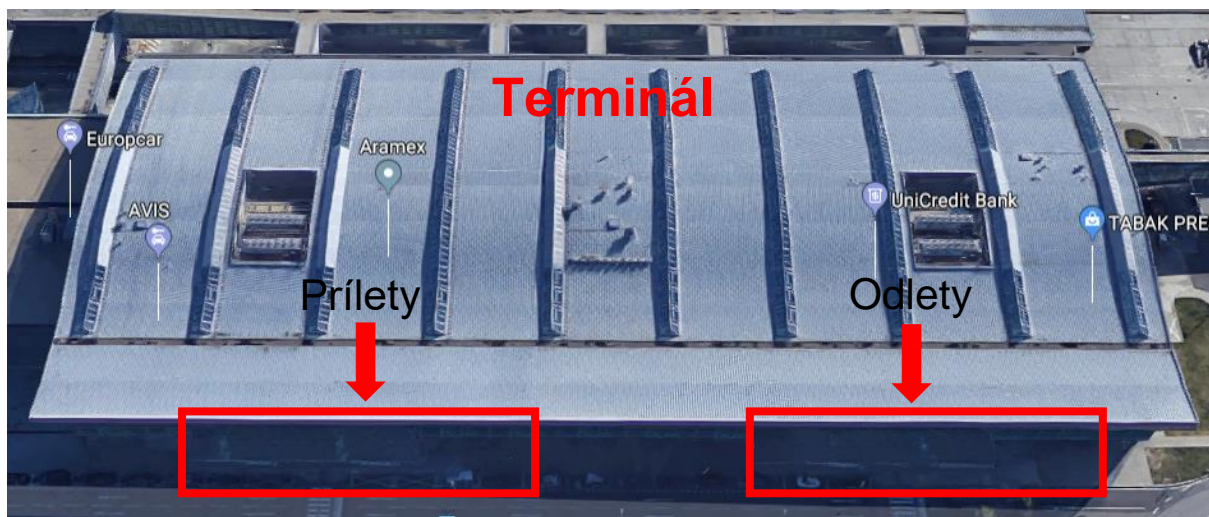
Dráhový systém sa skladá z dvoch na seba kolmých dráh. Hlavná dráha s označením 13-31 (3190m) a dráha 04-22 (2900m), slúžia na vzlet a pristátie takmer všetkých dopravných lietadiel, od tých najmenších až po lietadlá typu A380, Antonov An 225 alebo B-747-800. Obe dráhy boli podrobené kompletnej rekonštrukcií v 80-tych rokoch. Dráha 13-31 je vybavená svetelnými a rádio-navigačnými prvkami, ktoré sú určené pre ICAO kategóriu IIIA, zatiaľ čo dráha 04-22 obsahuje prvky určené len pre kategóriu I. [3]

### 2.2.2. Charakteristika terminálu

Letiskový terminál je budova, ktorá slúži ako spojenie medzi pozemnou a vzdušnou dopravou. Cestujúci pri prilete aj pri odlete musia prejsť letiskovým terminálom. Pokiaľ ide o cestujúcich odlietavajúcich, terminál je miesto, kde si cestujúci môže kúpiť letenky, zapísať sa na svoj let, odbaviť si batožinu, prejsť cez stanovisko bezpečnostnej kontroly a následne sa dostať do odletovej čakárne danej brány, z ktorej sa uskutoční let do určitej destinácie. Pre prilietajúcich cestujúcich je terminál taktiež veľmi dôležitým miestom, pretože lietadlo zaparkuje pri bráne, ktorá je vstupom do terminálu, cestujúci sa následne presúva na stanoviská imigračnej kontroly (pokiaľ jeho let nadväzuje) a pokiaľ sa cestujúci nachádza vo svojej finálnej destinácii pokračuje na miesto určené pre vyzdvihnutie batožiny. Letisko môže mať jeden alebo viacero terminálov v závislosti na veľkosti letiska, ale všetky plnia rovnakú funkciu. [4]

V súčasnosti má BTS jeden terminál, ktorý slúži pre prilety, ale aj odlety. Priletovú aj odletovú časť terminálu môžeme vidieť na obrázku 2. Terminál A slúži pre odlety do Schengenského priestoru. Terminál B pre odlety do krajín mimo Schengenský priestor. Terminál C bol v roku

2016 prestavaný na terminál všeobecného letectva, ktorý slúži na odbavovanie súkromných letov, štátnych letov, pre prechod posádok letov, odbavenie posádok tréningových letov, nákladných letov a iných letov všeobecného letectva. Toto označenie je však len interným označením častí terminálu, neprezentuje sa cestujúcim. [5]



Obrázok 2 - Prílety a odlety letiskového terminálu [6]

Pri výstavbe letiskového terminálu je potrebné zohľadniť niekoľko faktorov. Jedným z najdôležitejších je zabezpečiť, aby sa nekrižovali toky priletajúcich a odlietajúcich cestujúcich, tak isto aby nedošlo k zmiešaniu cestujúcich letiacich mimo Schengenský priestor a cestujúcich letiacich do krajín Schengenského priestoru. Tok batožiny by mal byť jednoduchý a bezkolízny. Komunikácie, ktoré usmerňujú cestujúcich by mali byť krátke, priame a zrozumiteľné. To sa po výstavbe letiskového terminálu v roku 2012 na letisku v Bratislave podarilo, a cestujúci tak môžu naplno a bez problémov využívať služby terminálu.

### 2.3. Analýza vlastníckeho stavu bratislavského letiska

Situácia ohľadom vlastníckych vzťahov na letisku v Bratislave je graficky znázornená na obrázku 3.



Obrázok 3 - Vlastníctvo [7]

Veľké množstvo svetových letísk je vo vlastníctve miestnych alebo vnútroštátnych orgánov, ktoré ich následne prenajímajú súkromným spoločnostiam. Z obrázku 3 vyplýva, že Ministerstvo dopravy a výstavby Slovenskej republiky je výlučným vlastníkom bratislavského letiska. BTS je teda štátnym podnikom. [7]

### 2.4. Analýza obchodných aktivít letiska v Bratislave

V roku 2017 bolo odbavených 1,9 milióna cestujúcich. 24,4% bol podiel prepravených cestujúcich Írskou spoločnosťou Ryanair a tým sa stala najväčším prepravcom zo všetkých spoločností pôsobiacich na letisku. Za druhého najväčšieho prepravcu považujeme charterovú spoločnosť Travel Service, ktorej podiel na celkových bol 18,5%. Počet cestujúcich vzrástol o 10,5% oproti roku 2016. [7]

26,2 tisíc ton leteckého nákladu bolo prepravených v roku 2017. Najväčším prepravcom v tomto roku bola spoločnosť European Air Transport, spoločnosť spadajúca pod skupinu DHL a jej podiel na tržbách bol 72,3%. [7] Množstvo prepraveného nákladu stúplo o 14,6% oproti roku 2016.

Spádová oblasť BTS sa prelína so spádovými oblasťami konkurenčných letísk ako sú letiská v Brne, vo Viedni, v Budapešti a v Prahe. Avšak najväčšiu konkurenciu z hľadiska polohy predstavuje letisko vo Viedni. Na tomto letisku sa ročne odbaví viac ako 22 miliónov cestujúcich, preto je z hľadiska konkurencie veľmi nevýhodné pre BTS. [7]



### 3. Problematika kapacity letísk

Schopnosť letiskových zariadení odbaviť pravidelné špičky prepravných tokov za určité časové obdobie s dodržaním komfortu cestujúcich sa nazýva kapacita. [8]

Môže nastať situácia, že kapacita niektorého zo zariadení je menšia než kapacita požadovaná príslušným tokom. V tomto prípade dochádza k časovému sklzom v odbavovaní cestujúcich.

Kapacitu letiska možno rozdeliť na jednotlivé časti

- a) Kapacita plôch
- b) Kapacita terminálu
- c) Kapacita služieb Air traffic control
- d) Kapacita Terminal maneuvering area
- e) Kapacita prízjazdových komunikácií
- f) Kapacita dopravného systému letisko-mesto
- g) Kapacita letiskových parkovísk

Pri definovaní kapacity platí, že celková kapacita sa rovná kapacite najslabšej časti. Najčastejšie sa za najslabšie miesto považuje kapacita prevádzkových plôch a kapacita terminálu. [8]

#### 3.1. Kapacita plôch

Pre pohyb lietadiel po letisku slúžia tzv. pohybové plochy. Kapacitu týchto plôch tvorí kapacita dráhového systému, kapacita pojazdného systému a kapacita stojísk na odbavovacej ploche. [8]

##### 3.1.1. Kapacita dráhového systému

Pre vzletové a pristávacie dráhy určujeme základné parametre, podľa ktorých rozlišujeme, aký typ lietadiel môže z týchto dráh vzlietať alebo na nich pristávať. Týmito parametrami sú dĺžka, šírka, únosnosť a povrch, taktiež predpolie CWY a dojazdové dráhy SWY. Vyhlásené dĺžky sa počítajú na základe štyroch parametrov a to: TORA použiteľná dĺžka rozjazdu, TODA použiteľná dĺžka vzletu, ASDA použiteľná dĺžka prerušeného vzletu a LDA použiteľná dĺžka pristátia. [8]

Pre každé letisko je veľmi dôležité stanoviť kapacitu dráhového systému v prvom rade. Cieľom pri stanovovaní tejto kapacity je získať prehľad o tom, kedy bude kapacita dráhového systému naplnená a bude potrebné ju stanoviť znova.

Tento druh kapacity sa dá vyjadriť určením maximálneho počtu pohybov lietadiel na dráhovom systéme za rok. Druhou možnosťou, ako sa dá vyjadriť kapacita dráhového systému je určenie maximálneho počtu pohybov lietadiel na dráhovom systéme za hodinu. Keďže meteorologické

podmienky na dráhe nie sú stále rovnaké, používa sa pre výpočty kapacity dráhového systému hodinová záťažová kapacita. Stanoviť ročnú kapacitu, kapacitu v hodinovej špičke a hodinové záťažové aktivity, to je výsledkom výpočtov kapacity. Pokiaľ je hodinová záťažová kapacita menšia, než požadovaná kapacita, v odbavovacom procese nastane situácia, kedy začnú byť lietadlá na svojich letoch oneskorené. [8]

### 3.1.2. Kapacita rolovacieho (pojzdového) systému

Aby bolo využitie RWY maximálne, je dôležité aby sme skrátili pohyb lietadla na ploche na čo najkratší čas. Pre každý prah dráhy, ktorá je určená pre vzlet, je nutné, aby boli na túto dráhu napojené takzvané rolovacie dráhy, ang. taxiway. Pri pristáti by mali byť vhodne umiestnené tieto rolovacie dráhy podľa dojazdu jednotlivých kategórií lietadiel tak, aby mali umožnený okamžitý výjazd z dráhy. Rolovací systém bude mať minimálne takú istú kapacitu ako dráhový systém. [8]

### 3.1.3. Kapacita stojísk na odbavovacej ploche

Počet stojísk na odbavovacej ploche musí byť dostatočný s ohľadom na premávku v špičkových hodinách. Tieto stojiská musia byť umiestnené v čo najkratšej vzdialenosti od RWY, aby tak bolo umožnené lietadlám čo najskôr RWY opustiť. Podľa spôsobu prízjazu a odjazdu lietadiel na stojisko rozlišujeme dva typy stojísk a to: nose-in (na tento typ stojiska lietadlo zroluje pomocou vlastných motorov, avšak pri opúšťaní stojiska musí byť vytlačované), otočné (lietadlo pri prízjaze aj pri opúšťaní stojiska využíva výlučne silu vlastných motorov). Podľa toho, akým spôsobom je státie lietadiel usporiadané rozlišujeme otvorenú plochu (lietadlá sú umiestnené v radách pred budovou), rozvinuté stojiská (lietadlá sú umiestnené pozdĺž odbavovacej budovy), prstové nástupiská (lietadlá sú umiestnené na oboch stranách prstov), ostrovné nástupiská (nástupiská, ktoré sú prepojené s odbavovacou budovou pomocou nadzemných alebo podzemných tunelov). [9]

Pre určenie kapacity odbavovacej plochy využívame statickú a dynamickú kapacitu. Statická kapacita určuje maximálny počet lietadiel, ktoré môžu byť súčasne obslužené na letisku. Pre výpočet kapacity na odbavovacej ploche je však dôležitejšia dynamická kapacita, pretože určuje počet lietadiel na stojiskách za hodinu.

### 3.1.4. Kapacita letiskového terminálu

Letiskový terminál je budova, ktorá je z kapacitného hľadiska najviac vyťaženým miestom. Terminál je priestor, v ktorom dochádza k najintenzívnejšiemu pohybu cestujúcich, tovaru alebo personálu. Táto budova by mala byť navrhnutá takým spôsobom, aby z kapacitného hľadiska zvládla prilietavajúcich a odlietajúcich cestujúcich ale aj ich sprievod. Mal by byť však

zabezpečený komfort všetkým cestujúcim a tiež dostatočne rýchle odbavenie či už na odbavovacích priehradkách alebo na bezpečnostnej kontrole.

Budovu terminálu je možné rozdeliť na niekoľko subsystémov. Určité subsystémy je potom nutné navrhnuť a nadimenzovať tak, aby boli schopné odbaviť cestujúcich v špičkových hodinách s určitou rýchlosťou. Dôležitú úlohu v oblasti rýchleho odbavenia zohráva tiež komfort cestujúcich a štandard.

V tejto práci sa budem ďalej zaoberať len cestujúcim, ktorí odlietajú z letiska M. R. Štefánika v Bratislave.

Subsystémy letiskového terminálu je možné rozdeliť nasledovne:

- Rezervoáry-do tejto skupiny subsystémov patri napríklad čakárne a miesta, ktoré sú určené pre cestujúcich ktorí čakajú na odlet svojho lietadla.
- Procesory-do skupiny procesorov spadajú miesta kde je vykonávaná bezpečnostná kontrola, pasová kontrola a všetky kontrolné body, ktoré sa v budove letiskového terminálu nachádzajú.

Nástupné systémy pre odlietajúcich cestujúcich sú bližšie popísané v tabuľke č.1.

Tabuľka 1 - Nástupné systémy pre odlietajúcich cestujúcich [8]

<b>Odlietajúci cestujúci</b>	
<b>Rezervoáry</b>	<b>Procesory</b>
Odletová hala, predaj leteniek	Priehradky určené k predaju leteniek
Odletová hala-odbavovacie priehradky	Odbavenie cestujúcich, odbavenie batožiny
Čakárne	
Miesta bezpečnostnej kontroly	Bezpečnostná kontrola
Miesta pasovej kontroly	Pasová kontrola
Odletové čakárne	Procesy v odletových čakárňach

Kapacitu terminálu ovplyvňuje niekoľko faktorov, medzi ktoré patrí sezónnosť, špičkové dni a hodiny a charakter letiska.

### **Sezónnosť**

Letecká doprava je jedným z odvetví, ktoré ovplyvňuje sezónnosť. Konkrétne sa jedná o každoročný nárast cestujúcich v letnej sezóne spôsobený nepravidelnými (charterovými) letmi a s všeobecným trendom zvýšeného dopytu po cestovaní v letných mesiacoch. Tým pádom sa zvyšuje koncentrácia cestujúcich na letiskách a z toho vyplývajú vyššie nároky na personál a celú infraštruktúru. [8]

## Špičkové hodiny

Ak hovoríme o špičkových hodinách, ide o hodiny, v ktorých je zvýšená frekvencia odlietajúcich lietadiel a tým pádom teda zvýšená frekvencia príchodu cestujúcich na letisko, následný prechod cez odbavovacie priehradky, bezpečnostnú kontrolu až po samotný odlet.

Na rôznych letiskách, sú špičkové hodiny rozdelené na dva cykly, ranný cyklus špičkových hodín a poobedný cyklus. Letisko M. R. Štefánika nie je výnimkou a špičkové hodiny počas letných mesiacov sú taktiež vo dvoch cykloch. [8]

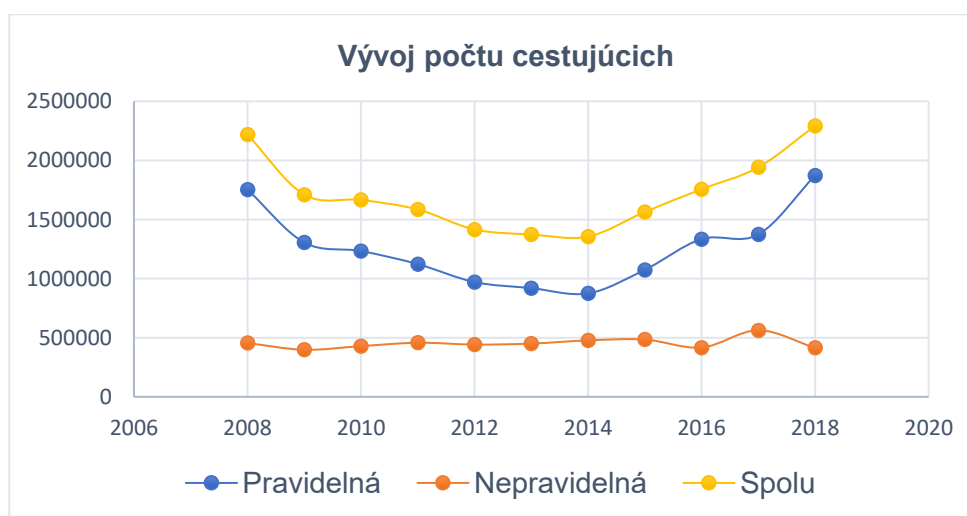
## Špičkové dni

Za špičkové dni môžeme považovať dni, cez ktoré je zvýšená frekvencia letov viac než obvykle. Na väčšine letísk, sú špičkové dni zväčša v pondelok, v stredu a v piatok. Na väčších letiskách, ako je napríklad letisko J. F. K. v New Yorku, nie je možné určiť špičkové dni, pretože sem prilietajú lietadlá z celého sveta a frekvencia prilietajúcich a odlietajúcich letov je neporovnateľne vysoká každý deň a každú hodinu. [8]

Kapacitou ATC, TMA, príjazdových komunikácií, dopravného systému letisko-mesto nie je potrebné sa v tejto bakalárskej práci ďalej zaoberať. Kapacitu parkovacieho systému letiska budem ďalej popisovať v bode 4.1.1.

## 3.2. Vývoj počtu cestujúcich od roku 2008-2018

Na nasledujúcom grafe je znázornený vývoj počtu cestujúcich na letisku v Bratislave od roku 2008-2018. Nárast počtu prepravených cestujúcich bol spôsobený príchodom leteckej spoločnosti Pobeda, ktorá zabezpečuje priame spojenie s Moskvou.



Graf 1 - Vývoj počtu cestujúcich [10]

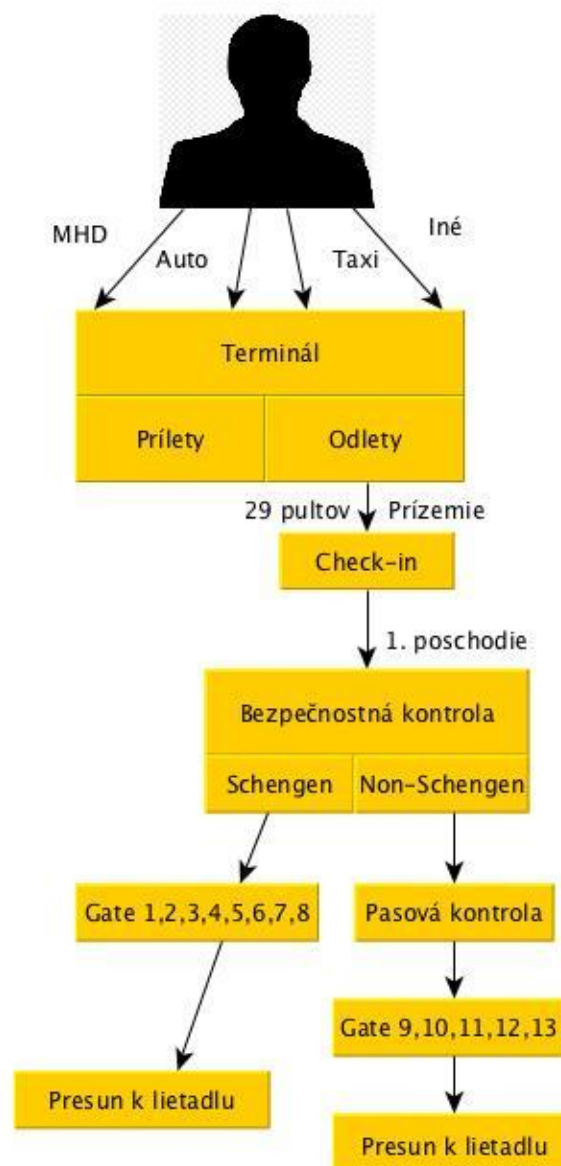
Podľa grafu 1, cestujúci využívajú viac pravidelnú leteckú dopravu, než nepravidelnú. Dôvodom je, že od roku 2008 až do súčasnosti neustále pribúdajú na letisku v Bratislave nové linky, ktoré sú založené na prevádzkovaní pravidelnej leteckej prepravy cestujúcich. Nepravidelná doprava sa zväčša dostáva na vrchol v období letných mesiacov, kedy cestujúci, ktorí nelietajú počas roka využívajú tento typ dopravy z dôvodu dovolení, či už do exotických destinácií alebo do klasických destinácií. V roku 2009 došlo k značnému poklesu prepravujúcich sa cestujúcich leteckou dopravou z dôvodu začiatku hospodárskej krízy. Avšak v roku 2015 začali cestujúci leteckú prepravu opäť využívať a s miernym poklesom v roku 2017 sa opäť letecká doprava dostáva do popredia a jej atraktivita medzi cestujúcimi rastie každým rokom viac a viac.

## 4. Jednoduchý model procesov v rámci obchodného odbavenia - určenie vstupných parametrov pre výpočet kapacity

### 4.1. Model znázorňujúci pohyb cestujúceho od príchodu na terminál až po odlet

V tomto bode sa budem zaoberať tým, ako vyzerá súčasná situácia na letisku v Bratislave.

Pre predstavenie si situácie som vytvorila model, ktorý popisuje cestu cestujúceho, ktorý bude odlietať z terminálu. V úvahu berieme odlet do krajiny v rámci Schengenského priestoru alebo do krajiny mimo Schengenský priestor.



Obrázok 4 - Model prechodu cestujúceho cez terminál [6]

Na obrázku 4, môžeme vidieť schému, podľa ktorej prechádza cestujúci jednotlivými procesmi na ceste na letisko a po príchode. Popisu tohoto modelu sa budem venovať v ďalších podkapitolách.

#### 4.1.1. Možnosti príchodu cestujúceho na terminál

Cestujúci môže prísť na letisko rôznymi spôsobmi. Ak by využil mestskú hromadnú dopravu, priemerná cesta z centra na letisko trvá 30 minút. Na bratislavské letisko premáva autobus mestskej hromadnej dopravy z hlavnej železničnej stanice, s číslom 61, autobus číslo 96 z Petržalky a nočný autobus číslo N61. [11]

Ak by cestujúci prišiel na letisko vlastným autom, k dispozícii má parkovisko P2, ilustrované na obrázku 5. Parkovisko P2 je určené pre dlhodobé parkovanie vozidiel. Kapacita tohoto parkoviska je 670 miest. Rezervácia parkovacieho miesta na letisku v Bratislave nie je možná, avšak cestujúci, ktorí bude využívať toto parkovisko sa môže telefonicky informovať ohľadne dostupnosti parkovacích miest. [12]

Cestujúci majú tiež možnosť využiť zmluvnú taxi službu, ktorá ponúka pevne stanovené ceny a je k dispozícii 24 hodín 7 dní v týždni. Poskytuje cestujúcim možnosť rezervácie buď telefonicky, ale nie je potrebné si túto službu rezervovať vopred. [11]

Ďalšou možnosťou je, že sa cestujúci nechá doviezť na letisko. V tomto prípade využíva parkovisko P1. Toto parkovisko je určené pre krátkodobé parkovanie.



Obrázok 5 - Parkovisko [6]

#### 4.1.2. Spôsoby odbavenia

Terminál na letisku M.R. Štefánika v Bratislave má dve poschodia, ktoré sú dostupné pre cestujúcich. Na prízemí sa nachádza priletová hala, kam prilietajú cestujúci z krajín, ktoré sa nachádzajú v Schengenskom priestore, ale aj cestujúci, ktorí prilietajú z krajín mimo Schengenského priestoru.

Na prízemí letiskového terminálu sa tiež nachádza odletová hala, kde odlietajúci cestujúci môžu využiť rôzne služby, nachádzajú sa tu kaviarne a obchody a taktiež miesta kde si môžu počkať než sa otvoria ich gaty. Najdôležitejšou časťou prízemnia terminálu je priestor určený na odbavenie batožiny a registráciu cestujúcich, ako môžeme vidieť na obrázku 6.

Check-in odbavenie je proces, pri ktorom sa cestujúci zapíše do systému, podľa ktorého následne letecká spoločnosť dokáže identifikovať, koľko cestujúcich sa reálne dostavilo na odlet do danej destinácie. Tento proces tiež slúži na odbavenie batožiny. Existuje však možnosť online check-inu cez internetový portál alebo cez mobilné aplikácie, ktorú využívajú najmä nízko nákladové spoločnosti, nakoľko sa usilujú o ušetrenie za náklady za prevádzkovanie odbavovacích priehradiek.

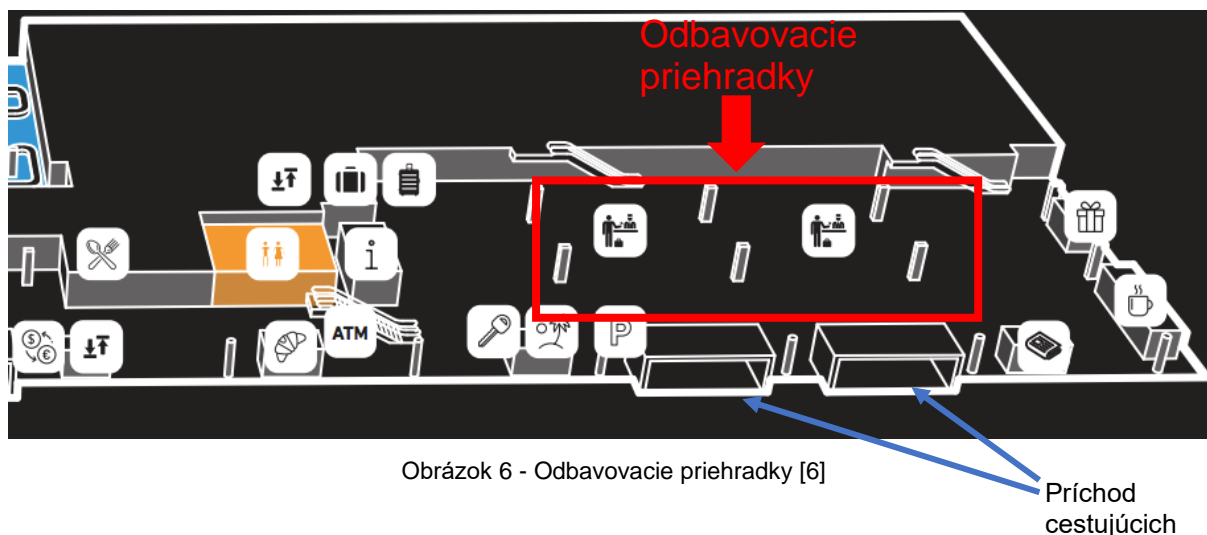
Pre ilustráciu online check-inu som si vybrala spoločnosť Ryanair, kedy celý postup budem popisovať v nasledujúcom odseku.

Na internetovom portály spoločnosti Ryanair je cestujúci povinný v rozmedzí od 48 hodín do 2 hodín pred odletom vložiť kód rezervácie a údaje z oficiálneho dokladu totožnosti (občiansky preukaz alebo pas). Za poplatok má cestujúci možnosť vybrať si sedadlo, podľa aktuálnej mapy lietadla. Pokiaľ cestujúcemu príliš nezáleží na mieste, kde bude počas letu sedieť, bude mu sedadlo priradené automaticky a bez poplatku. Na webovom rozhraní spoločnosť Ryanair ponúka niekoľko príplatkových služieb, a to napríklad prioritný nástup do lietadla, zvýšenie počtu príručnej batožiny, možnosť zapísať si batožinu, alebo ponúka tiež službu cestovného poistenia. Ak cestujúci nemá záujem ani o jednu z týchto služieb, jeho online check-in je dokončený a po príchode na letisko môže rovno zamieriť na bezpečnostnú kontrolu. Cestujúcim, ktorí využívajú službu online check-inu je postačujúce prísť na letisko 40 minút pred odletom. Pokiaľ však cestujúci letiaci spoločnosťou, ktorá ponúka výhrade službu online check-inu tento proces nevykoná, spoločnosť si účtuje poplatky. Tieto poplatky sa pohybujú od 30 do 40 eur.

Ďalším typom odbavenia je odbavenie na priehradkách. Každá letecká spoločnosť si určí, koľko odbavovacích priehradiek je potrebných otvoriť pre odbavenie jedného letu. Môže však nastať situácia, že na jednotlivých priehradkách budú odbavené viaceré lety ale to len v prípade, že tieto lety spadajú pod jednu leteckú spoločnosť.



Na letisku v Bratislave sú len dve možnosti ako si ľudia môžu odbaviť batožinu a registrovať sa na daný let. Jedným zo spôsobov je pomocou mobilnej aplikácie alebo webového rozhrania a druhou možnosťou je osobne na odbavovacích priehradkách na prízemí letiskového terminálu. Existujú aj ďalšie možnosti odbavenia batožiny ale tými sa ďalej v tejto práci nebudem zaoberať.



Obrázok 6 - Odbavovacie priehradky [6]

Spôsob usporiadania bezpečnostnej kontroly môžeme rozdeliť na dva základné typy:

Centralizovaný systém usporiadania bezpečnostnej kontroly je verejne prístupná časť pre všetkých cestujúcich. Po prechode cez takto usporiadanú bezpečnostnú kontrolu sa cestujúci nachádza v neverejnej časti a zároveň v SRA zóne. Po prechode cez bezpečnostnú kontrolu sa cestujúci už nepodrobuje ďalšej bezpečnostnej kontrole pred nástupom do lietadla.

V prípade decentralizovaného systému usporiadania bezpečnostnej kontroly sa cestujúci po príchode na letisko nachádza vo verejnej časti, ktorá je prístupná širokej verejnosti. Ide teda o odletové haly alebo spojovacie objekty. Po odbavení batožiny sa cestujúci letiaci do krajín mimo Schengenského priestoru presúvajú k pasovej kontrole a následne sa dostávajú do neverejnej časti. Cestujúcim, ktorí letia do krajín v rámci Schengenského priestoru je umožnený prechod do neverejnej časti terminálu napríklad pomocou kontroly platnosti palubných vstupeniek. Pred nástupom na palubu lietadla sa cestujúci musia podrobiť bezpečnostnej kontrole. Stanoviská bezpečnostnej kontroly sa vo väčšine prípadov svetových letísk nachádzajú pred vstupom do odletových čakární a po prechode cestujúceho touto kontrolou sa nachádza v zóne SRA.

Ako môžeme vidieť na obrázku 7, na prvom poschodí letiskového terminálu sa nachádza bezpečnostná kontrola usporiadaná centralizovaným systémom. Cestujúci, ktorí cestujú do



## 4.2. Problematika kapacity a jej výpočtu

Kapacitu jednotlivých subsystémov môžeme určiť tromi rôznymi ukazovateľmi a to statickou kapacitou, dynamickou kapacitou a trvalou (ustálenou) kapacitou.

### 4.2.1. Statická kapacita

Statickú kapacitu definujeme ako množstevný potenciál, to znamená, že je to počet osôb, ktorý pojme daný priestor pri zachovaní určitého štandardu.

Statickú kapacitu určíme podľa vzťahu:

$$\text{Statická kapacita} = \frac{\text{úžitkový priestor (m}^2\text{)}}{\text{štandardný priestor (m}^2\text{/počet cestujúcich)}}$$

Do vzťahu na výpočet statickej kapacity môžeme vkladať rôzne premenné, ktoré potom ovplyvnia výsledok statickej kapacity a teda výpočet tejto kapacity je potom závislý na úrovni poskytovaných služieb. Cestujúci využívajú haly a plochy letiskového terminálu, ktorých kapacity vypočítame pomocou vzťahu pre výpočet statickej kapacity. [8]

Z uvedeného vyplýva, že pri zväčšení veľkosti odbavovacej haly, dochádza k zvýšeniu statickej kapacity a platí priama úmera medzi veľkosťou plochy a statickou kapacitou.

Podľa štandardov IATA je optimálny priemerný priestor pre jedného cestujúceho 1,5 m<sup>2</sup>. [13] Platí teda, že pri zvyšovaní počtu cestujúcich je nutné zväčšiť plochu priestoru aby sme zachovali vysokú úroveň statickej kapacity a zároveň komfortu.

Výsledok statickej kapacity je možné znižovať alebo zvyšovať pomocou premennej štandardný priestor. Táto premenná nám určuje úroveň služieb a poskytovaného komfortu.

Podľa tabuľky 2 rozlišujeme rôzne stupne komfortu:

Tabuľka 2 - Stupne komfortu [8]

Stupeň	Klasifikácia	Popis
A	Vysoká úroveň	Tok cestujúcich aj batožiny je voľný, bez oneskorenia, vysoký komfort
B	Veľmi dobrá úroveň	Tok cestujúcich je stabilný, veľmi malé oneskorenia, veľmi dobrý komfort
C	Dobrá úroveň	Tok cestujúcich stabilný, mierna úroveň oneskorenia, úroveň komfortu akceptovateľná

D	Nízka úroveň	Tok cestujúcich aj batožiny je nestabilný , nastáva oneskorenie, komfort na nízkej úrovni
E	Veľmi nízka úroveň	Tok cestujúcich veľmi nestabilný, neakceptovateľné oneskorenia, veľmi nízky komfort
F	Veľmi zlá úroveň	Tok cestujúcich prerušovaný, spadnutie systému, neakceptovateľný komfort

Pri jednotlivých subsystémov sa líšia plošné požiadavky na úroveň služieb. Hodnoty plošných štandardov pre rôzne stupne úrovne kvality služieb v subsystémoch letiskového terminálu sú znázornené v nasledujúcej tabuľke číslo 3.

Tabuľka 3 - Úroveň služieb [8]

Subsystém	Úroveň služieb (m <sup>2</sup> /cestujúci)					
	A	B	C	D	E	F
Odbavovacie prepážky	1,8	1,6	1,4	1,2	1	Nevyhovujúci
Tranzitná hala	2,7	2,3	1,9	1,5	1	
Čakáreň	1,4	1,2	1	0,8	0,6	
Výdaj batožiny	2	1,8	1,6	1,4	1,2	
Pasová a colná kontrola	1,4	1,2	1	0,8	0,6	

Každá časť letiskového terminálu ako odbavovacie priehradky, tranzitné haly, čakárne, miesta kde sa uskutočňuje výdaj batožiny alebo pasová a colná kontrola majú určitú úroveň služieb podľa tabuľky 3. Všetky tieto systémy zároveň tvoria jeden celok. Ak má niektorá z týchto častí nižšiu úroveň než časti iné, dochádza k celkovému zníženiu úrovne služieb. Je preto veľmi dôležité dbať na to, aby nielen niektoré subsystémy mali vysokú úroveň služieb ale aby všetky mali aspoň približne rovnakú úroveň.

#### 4.2.2. Dynamická kapacita

Pre výpočet kapacitných limitov je dynamická kapacita oveľa dôležitejšia než statická kapacita. Na základe dynamickej kapacity určujeme potrebný počet otvorených odbavovacích priehradiek alebo počet rámových detektorov kovov potrebných pre odbavenie cestujúcich v špičkové hodiny. Maximálny počet operácií subsystému za časovú jednotku určuje dynamickú kapacitu. Za tieto operácie môžeme považovať napríklad počet prechádzajúcich cestujúcich alebo množstvo odbavenej batožiny. Časovou jednotkou môže byť napríklad hodina alebo minúta. Táto hodnota je závislá na uskutočňovanej operácií.

Dynamickú kapacitu vyjadríme vzťahom:

$$\text{Dynamická kapacita} = \text{obslužná rýchlosť} \left[ \frac{\text{počet operácií}}{\text{jednotka času} \times \text{zariadenie}} \right] \times \text{počet obslužných zariadení}$$

Výsledkom výpočtu dynamickej kapacity je kapacita obsluhovaných zariadení, ktorú udáva rýchlosť obsluženia za jednotku času. Obsluhovanými zariadeniami myslíme napríklad schody, pojazdne pásy a karusely ale najmä odbavovacie priehradky, priehradky colnej a pasovej kontroly a stanoviská bezpečnostnej kontroly.

Vo väčšine prípadov dochádza k spomaleniu celého procesu z dôvodu preplnenia týchto obslužných bodov hlavne v špičkových hodinách. Z tohoto dôvodu sa potom znižuje úroveň poskytovaných služieb na jednotlivých postoch, ktorými prechádza cestujúci pri odlete. Úroveň služieb na jednotlivých častiach terminálu sú popísané v tabuľke 3. [8]

#### 4.2.3. Trvalá (ustálená) kapacita

Trvalá kapacita slúži pre popis celkovej kapacity subsystémov. Určuje kapacitu subsystému za určitý časový úsek (hodiny, minúty) s podmienkou, že bude dodržaná úroveň služieb. Statická ani dynamická kapacita nebude prekročená, pokiaľ budú dostatočne dimenzované jednotlivé subsystémy terminálu a bude dopredu definovaná úroveň služieb týchto subsystémov. [8]

## 5. Výpočet kapacity a scenár možného nárastu počtu cestujúcich

### 5.1. Letový poriadok a výber časového úseku pre analýzu

Letisko v Bratislave sa svojou rozlohou nezaraďuje medzi najväčšie letiská sveta ale nepatrí ani k tým najmenším. Premávka na tomto letisku nie je v každom ročnom období rovnaká. V zimnej sezóne prevládajú pravidelné linky, v letnej zase väčšiu časť cestujúcich prepravujú charterové spoločnosti, tzn. že prevláda nepravidelná letecká doprava.

Ak hovorím o charterových letoch, sú to lety, ktoré sú prevádzkované nepravidelne. Či sa charterový let v určitý deň uskutoční, závisí len od požiadaviek nájomcu. Celý princíp prevádzkovania charterových letov spočíva v tom, že sa cestovné kancelárie zamerajú na cieľovú skupinu cestujúcich, ktorí väčšinou lietajú jeden krát ročne v letnej sezóne do dovolenkových destinácií. [14] Za cieľovú skupinu možno považovať napr. rodiny s deťmi, pretože takáto skupina cestujúcich využíva leteckú dopravu najmä v letných mesiacoch pri navštevovaní rôznych destinácií z dôvodu rekreácie či oddychu.

Pod slovným spojením pravidelná letecká doprava si každý predstaví lety, ktoré sú prevádzkované pravidelne počas celého roka. Pre takéto lety sú vytvorené letové poriadky, ktoré sa môžu meniť len s najmenšou pravdepodobnosťou a s malými odchýlkami. Najväčšie množstvo cestujúcich využívajúcich pravidelnú leteckú dopravu sú najmä podnikatelia. Takíto cestujúci väčšinou lietajú na služobné cesty a z dôvodu ušetrenia veľkého množstva času je pre nich letecká doprava tou najlepšou voľbou.

Ak teda viem, že charterové lety sú prevádzkované len v období letných mesiacov, súčasne s letmi pravidelných liniek, môžem povedať, že najväčší počet letov a odbavených cestujúcich bude každý rok v letnej sezóne. Sezónnosť je preto jedným z aspektov, ktorý ovplyvňuje vývoj počtu prepravených cestujúcich počas roka.

Na bratislavskom letisku tieto lety tvoria asi 2/3 celkového počtu odbavených cestujúcich za rok. Najväčší podiel na prevádzkovaní charterových letov na letisku BTS má spoločnosť Smartwings s flotilou lietadiel B737, druhou spoločnosťou je BulgariaAir, ktorá prevádzkuje najviac letov do Burgasu s lietadlami typu A320 alebo aj spoločnosť TunisiaAir s prevádzkovaním letov do Monastiru s flotilou lietadiel A320. Všetky tieto spoločnosti prevádzkujú na letisku BTS charterové lety.

Pri odbavovaní cestujúcich na charterový let, strávi jeden cestujúci priemerne 25 sekúnd na odbavovacích priehradkách. Táto hodnota je získaná z uskutočneného merania na letisku PRG dňa 24.7. 2019. Tieto údaje som následne poslala na skonzultovanie na letisko BTS pre

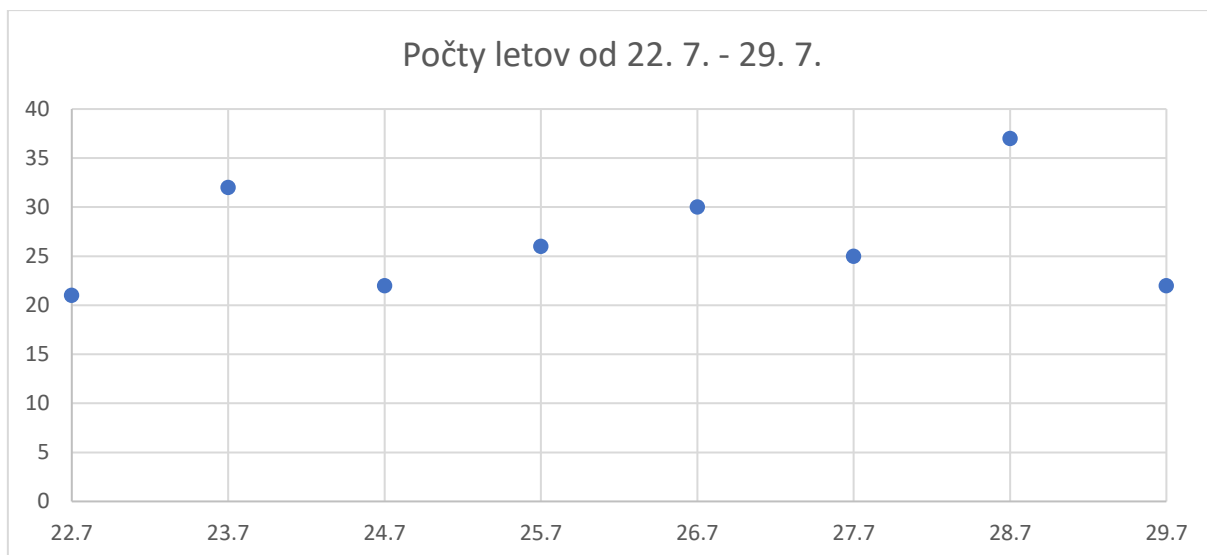
porovnanie s nameranými hodnotami na PRG. Namerané hodnoty časov odbavenia sa cestujúcich na odbavovacích priehradkách sa približne zhodujú.

Veľkú časť premávky však tvoria aj nízko nákladový dopravcovia. Najväčšou spoločnosťou pôsobiacou na letisku BTS, ktorá prevádzkuje tento typ letov je Ryanair s využívaním lietadiel typu B737. Čas odbavenia cestujúcich letiacich nízko nákladovou spoločnosťou však nie je rovnaký ako čas, za ktorý sa odbavia cestujúci letiaci s využitím chartrovej linky. Cestujúci letiaci low-cost dopravcom, strávi v priemere 38 sekúnd na odbavovacích priehradkách. Príčinou je to, že low-cost dopravcovia väčšinou zahŕňajú v cene letenky odbavenie jedného kusu batožiny na osobu, čo samotný proces odbavenia predlži.

Ak sa jedná o odbavenie na bezpečnostnej kontrole, tento proces najviac opäť ovplyvňuje sezónnosť. Najväčší počet cestujúcich, cez 30%, sa v letnej sezóne dokáže pripraviť na bezpečnostnej kontrole v rozmedzí od 41 do 60 sekúnd. Skoro 25% cestujúcich je schopných sa pripraviť na odbavenie v tomto časovom rozmedzí počas zimnej sezóny a rovnaký počet cestujúcich je schopných sa pripraviť v rozmedzí od 61 do 80 sekúnd v zimnej sezóne.

Viac ako 40% cestujúcich, sa v letnej sezóne aktívne pripravuje v časovom rozmedzí od 21 do 40 sekúnd. V zimnej sezóne sa najrýchlejšie pripravilo okolo 30% cestujúcich, a to v čase od 41 do 60 sekúnd. Z uvedeného vyplýva, že v letnej sezóne sa cestujúci pripravujú rýchlejšie než v zimnej sezóne. Počas letnej sezóny najviac cestujúci cestujú s príručnými batožinami, preto je proces odbavenia rýchlejší než v zimnej sezóne. Ďalším dôvodom rýchlejšieho odbavenia cestujúcich na bezpečnostnej kontrole je menší počet kusov ošatenia, ktoré majú práve na sebe.

Na základe letového poriadku bol určený za najvyťaženejší týždeň letnej sezóny týždeň od 22.7. do 29. 7. 2019 z dôvodu najvyššieho počtu letov v rámci jedného týždňa. Ďalším dôvodom, prečo som si vybrala práve tento týždeň bol najväčší počet letov v rámci dňa v jeden rovnaký čas. Tento časový úsek som si vybrala z dôvodu považovania ho za prelomový týždeň v období letných prázdnin a taktiež za jeden z najvyťaženejších počas letnej sezóny.



Graf 2 - Počty letov v danom úseku [6]

Na grafe 2, sú znázornené počty letov v danom období. V pondelok, dňa 22. 7. 2019 je počet letov 21, čo je najmenej v danom týždni. 22 letov zaznamenaných pre stredu 24. 7. a pre pondelok 29. 7. 25 letov odbavených dňa 27.7., 26 letov dňa 25.7., 30 letov dňa 26.7., 32 letov dňa 23.7. a najväčší počet letov, 37, v sobotu 28. 7. Počet odbavených cestujúcich v tento deň bolo 6804 ak počítame s tým, že lietadlá všetkých spoločností letiacich v tento deň sú plne obsadené.

Zo zdroja [15] som spracovala letový poriadok pre vybraný týždeň v letnom období.

V tabuľke 4 je zoznam všetkých destinácií, spoločností a typov lietadiel letiacich v najvyťaženejší deň. Čerpala som z tohoto zdroja z dôvodu neposkytnutých informácií ohľadom letového poriadku zo strany bratislavského letiska. Taktiež internetové stránky charterových spoločností neobsahujú informácie potrebné pre spracovanie tejto problematiky.

Tabuľka 4 - Všetky lety vrátane časov a leteckých spoločností v najkritickejší deň [6]

Sofia	0:25	WZZ/321
Kos	2:10	TVS/737
Budapešť	7:30	TVS/737
Heraklion	7:35	TVS/737
Akaba	7:35	TVS/737
London Stansted	7:50	RYR/737
Burgas	8:10	LZ/320
Thessaloniki	8:10	TVS/737
Antalya	8:30	CAI/737-800
Milano	9:40	RYR/737
Rím	10:10	RYR/737



Burgas	12:50	LZ/320
Athény	13:25	RYR/737
Sharm-el-Sheikh	13:25	CCE/320
Manchester	13:40	RYR/737
Kefalonia	13:50	TVS/737
Brussel	14:15	RYR/737
Bodrum	14:25	TVS/737
Lamezia	14:35	BUC/320
Antalya	15:00	TVS/737
Kefalonia	15:05	TVS/737
Antalya	15:20	TVS/737
London Luton	16:25	WZZ/321
London Stansted	19:20	RYR/737
Kyjev-Zhuliany	19:30	WZZ/320
Izmir	19:50	TVS/737
Burgas	20:25	LZ/320
Dublin	20:30	RYR/737
Almeria	21:05	TVS/737
Dubai	21:45	FDB/737
Monastir	22:20	LBT/320
Moscow	22:50	LLC/737-800
Heraklion	22:50	VOZ/737-800
Bologna	23:15	RYR/737
Skopje	23:25	WZZ/321
Burgas	23:45	LZ/737-300
Hurgada	23:45	CCE/320

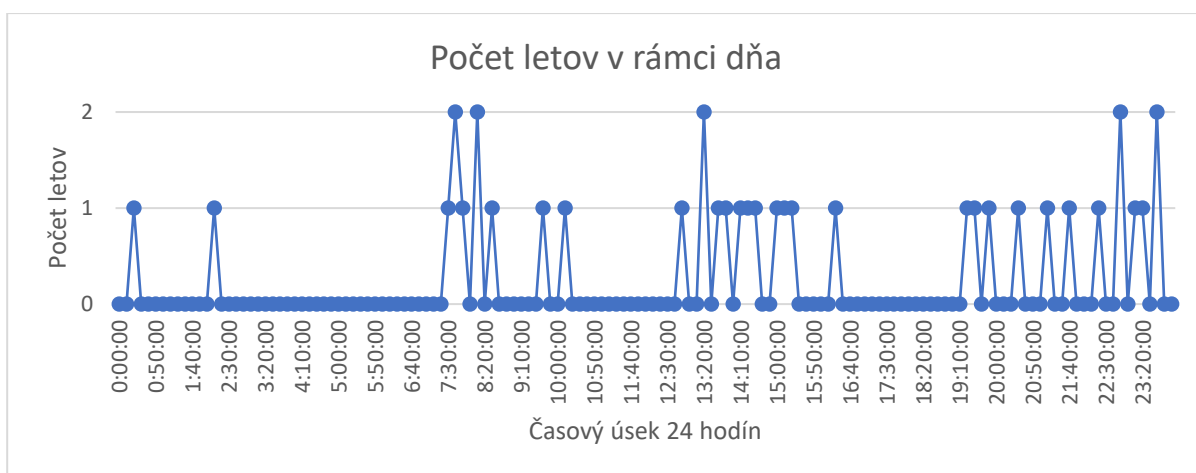
Podľa tabuľky 4, bol prvý let do Sofie (SOF) so spoločnosťou Wizzair, teda nízko nákladovou spoločnosťou uskutočnený o 0:25. Spoločnosť Wizzair využíva lietadlá typu A321, kapacita tohoto lietadla je 220 cestujúcich ale počet miest určených na sedenie cestujúcich sa môže meniť v závislosti na konfigurácii sedadiel.

Ďalším letom v tento deň je charterový let spoločnosti Smartwings na Grécky ostrov Kos v čase 2:10. Spoločnosť Smartwings využíva prevažne lietadlá typu B737 a kapacita týchto lietadiel je 189 cestujúcich, môže sa však meniť v závislosti od konfigurácie.

Ďalšie lety, ktoré sú uskutočnené v tento deň sú od 7:30 do BUD (Budapešť) nízkonákladovým dopravcom Smartwings, charterový let do Heraklionu (HER) o 7:35 a na letisko Akaba (AQJ) v Jordánsku. 90 minút pred odletom týchto lietadiel sa na letisku vyskytuje najväčší počet cestujúcich v rámci dňa.

Najviac letov v tento deň prevádzkovala spoločnosť Smartwings na Kos, do Heraklionu, Budapešti, Akaby, Thesslonik Kefalonie, Bodrumu, Antalye, Izmiru a do Almerie najmä s lietadlami typu B737. Druhý najväčší počet letov zabezpečila spoločnosť Ryanair do Londýna, Ríma, Milána, Athén, Menchestru, Brussselu, Dublinu a do Bologne . Objavujú sa aj charterové linky, napríklad let do Antalye prevádzkovaný leteckou spoločnosťou Corendon Airlines. Táto spoločnosť je typickým príkladom spoločnosti, ktorá prevádzkuje charterové lety v období letnej sezóny na letisku BTS v Bratislave.

Podľa tabuľky 4 určí, že najviac letov je situovaných v čase od 7:30 do 7:50. Ďalšia prevádzková vlna je v čase od 13:25 do 15:20 a posledná prevádzková vlna v časovom úsekom v tento deň je od 19:20 do 23:45. Presný postup cestujúceho od príchodu na letisko až po jeho odlet som bližšie popísala v bode 4.1.



Graf 3 - Počty letov v určitý čas [6]

Na grafe 3, sú znázornené počty letov v určitý čas.

Maximálny počet letov odlietajúcich v jeden rovnaký čas sú dva. O 7:35 boli zaznamenané dva odlety do destinácie Akaba a Heraklion, tak isto aj o 8:10 do Burgasu a Thessalonik, odlety do Athén a Sharm-el-Sheik v čase 13:25, o 22:50 dva odlety do Moskvy a Heraklionu a tiež odlety do Burgasu a Egyptskej Hurgady o 23:45. Na základe týchto výsledkov môžem usúdiť, že charterové lety z väčšej časti ovplyvňujú najkritickejšie úseky v najkritickejší deň letnej sezóny.

## 5.2. Intenzita príchodu cestujúcich vo vybraný deň

Pre výpočet intenzity vo vybraný deň je potrebné si stanoviť určité parametre, na základe ktorých potom budem intenzitu počítať. Na základe výpočtov potom stanovím krivku grafu, ktorá bude vyjadrovať počty cestujúcich prichádzajúcich na letisko rovnomerne po 10-

minútových intervaloch. Jedným z týchto parametrov je určenie priemerného času príchodu na letisko všetkých cestujúcich.

Ďalším z parametrov je počet lietadiel odlietajúcich v rovnaký alebo vo veľmi podobný čas, pretože intenzitu príchodu cestujúcich počítam tiež na základe počtu cestujúcich prichádzajúcich na letisko.

Ďalším z parametrov je vyčkávacia doba cestujúcich na jednotlivých stanoviskách. Zamerala som sa na stanoviská bezpečnostnej kontroly a odbavovacích priehradiek. Budem sa zaoberať popisom a výpočtom intenzity v tri najvyťaženejšie úseky zo dňa 28. 7. 2019. na týchto dvoch postoch.

Rozdelila som si tento deň na rôzne časti, podľa ktorých sa budem jednotlivo venovať rovnomerným príchodom cestujúcich na letisko od príchodu až po ukončenie nástupu.

Najdôležitejšou časťou pri počítaní kapacity na rôznych stanoviskách letiskového terminálu je určenie intenzity príchodu cestujúcich na tieto stanoviská. Práca Analýza front cestujúcich na letiskových termináloch sa zaoberá intenzitou príchodu cestujúcich a s prihliadnutím na tieto dáta som dospela k výsledku, že priemerne prichádzajú cestujúci na letisko 90 minút pred odletom. [16] Taktiež je požadované leteckými spoločnosťami, aby sa maximálne 30 minút pred odletom lietadla cestujúci nachádzal buď v lietadle alebo minimálne na stanovisku odletovej brány, ktorá je určená pre odlet do jeho destinácie.

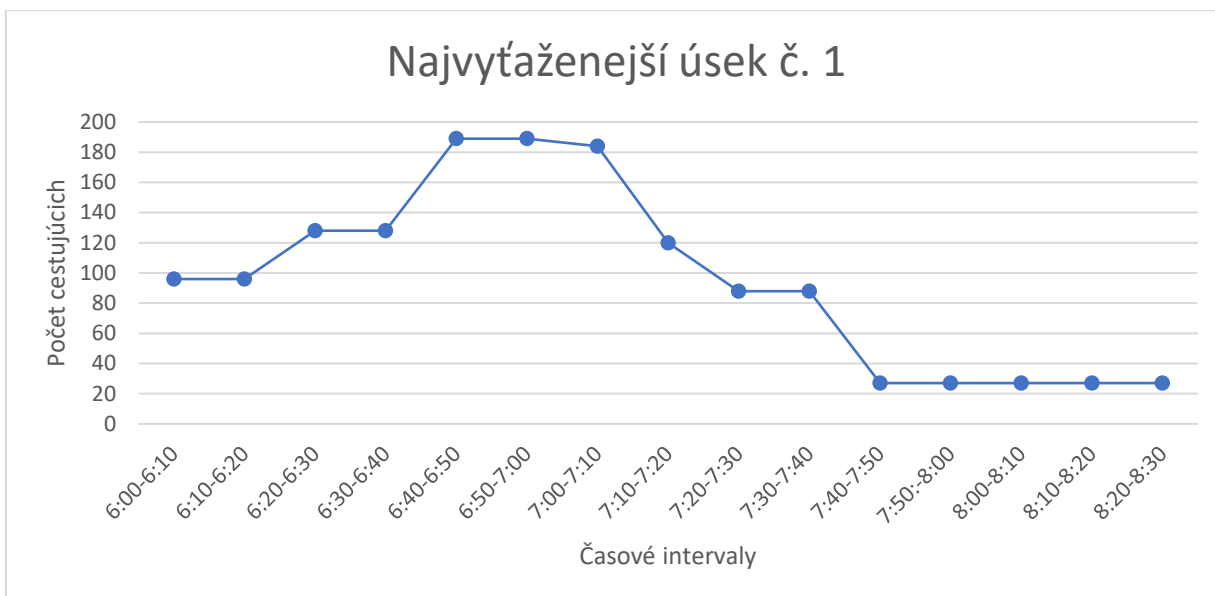
Po vykonaní rozdielu 90 min a 30 min, bola získaná hodnota 60 minút. Táto hodnota vyjadruje najvyťaženejšiu časť prevádzkovej vlny. Za tento krátky časový úsek, by mali byť odbavení cestujúci jedného lietadla, avšak v skutočnosti nie všetci cestujúci prichádzajú na letisko hodinu a pol pred odletom ale skôr.

Ak ďalej vydělíme hodnotu počtu cestujúcich, ktorí prichádzajú na letisko o 6:00 ráno touto hodnotou, získavam počet cestujúcich, ktorí musia byť odbavení v časovom intervale 10-tich minút, aby sa stihlo odbaviť celé lietadlo.

Pre ilustráciu som si vybrala príklad 189-tich cestujúcich. Ak tento počet vydělím hodnotou 6 zistím, že počet cestujúcich, ktorí musia byť odbavení v intervale 10-tich minút je 32 aby sa stihlo odbaviť celé lietadlo za 60 minút.

Na základe predchádzajúceho výpočtu, sa môže v intervale od 6:40 do 7:00 stretnúť až šesť letov a kapacita na jeden 10 minútový interval môže byť až 189 cestujúcich.

Nie všetci cestujúci však vždy prichádzajú na letisko presne hodinu a pol pred odletom. Čím skorej sa cestujúci na letisko dostaví, tým nižší bude počet cestujúcich odbavených v rámci 10 minútového intervalu.

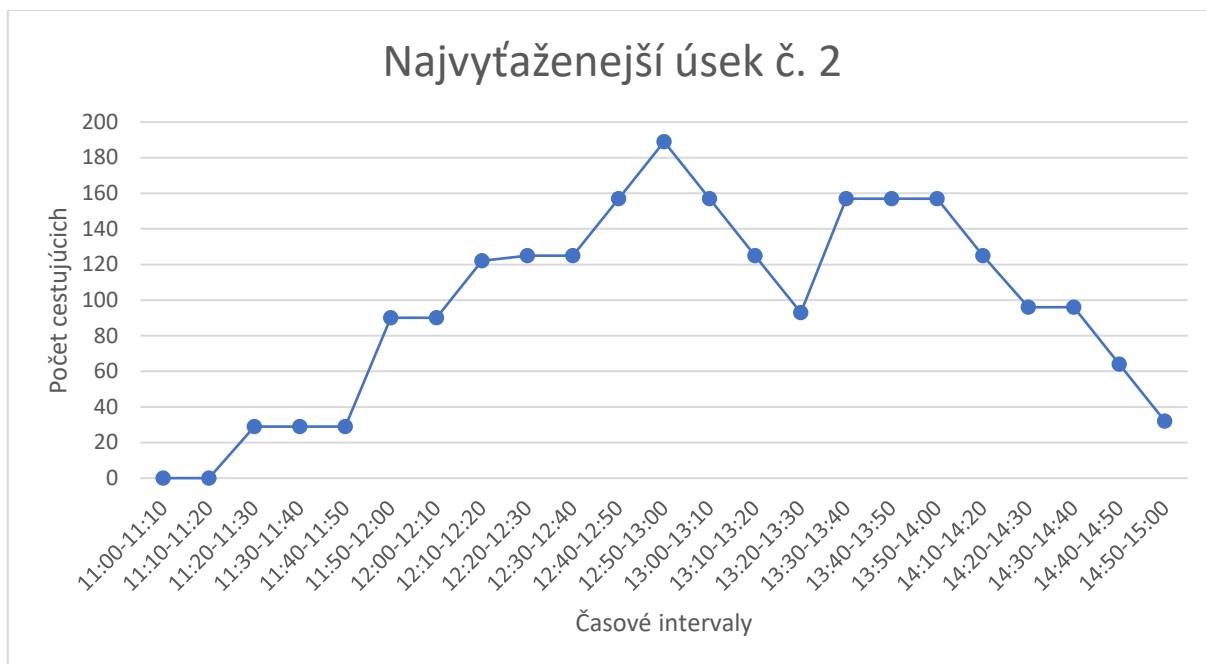


Graf 4 - Najvyťaženejší úsek č. 1 [6]

Na základe letového poriadku som zistila, že počas najvyťaženejšieho dňa v letnej sezóne sa vyskytujú tri najvyťaženejšie úseky.

### Najvyťaženejší úsek č. 1

V grafe 4 je znázornená krivka príchodu cestujúcich na letisko. Tento najvyťaženejší úsek prebieha v časovom intervale od 6:00 do 8:30. O 6:00 prichádzajú na letisko prví cestujúci letiaci do Budapešti. Tento let prevádzkuje spoločnosť Smartwings s lietadlom typu B737. Loadfaktor je 100%, tzn. že týmto lietadlom poletí 189 cestujúcich. Ak túto hodnotu vydelím šiestimi, v priebehu 10-minútového intervalu musí byť odbavených 32 cestujúcich, aby sa stihlo odbaviť celé lietadlo za 60 minút. V čase 6:15 prichádzajú na letisko cestujúci letiaci do Herraklionu a Akaby. Oba tieto lety sú sprostredkované leteckou spoločnosťou Smartwings. Po príchode cestujúcich týchto letov je potrebné odbaviť 96 cestujúcich v priebehu 10-tich minút. V čase 6:20 prichádzajú na letisko cestujúci letiaci do Londýna na letisko Stansted. V tejto chvíli je potrebné aby sa v priebehu 10-tich minút odbavilo 128 cestujúcich až do času 6:40, kedy na letisko prichádzajú cestujúcich ďalších dvoch letov. Tieto lety sprostredkováva spoločnosť Balkan Bulgarian Airlines do Burgasu a spoločnosť Smartwings do Thessalonik. V tomto časovom úseku musí byť odbavených 189 cestujúcich za 10 minút. Proces odbavovania cestujúcich sa o 7:00 ukončil pre cestujúcich odlietajúcich do Budapešti a o 7:05 pre cestujúcich letiacich do Heraklionu a Akaby.

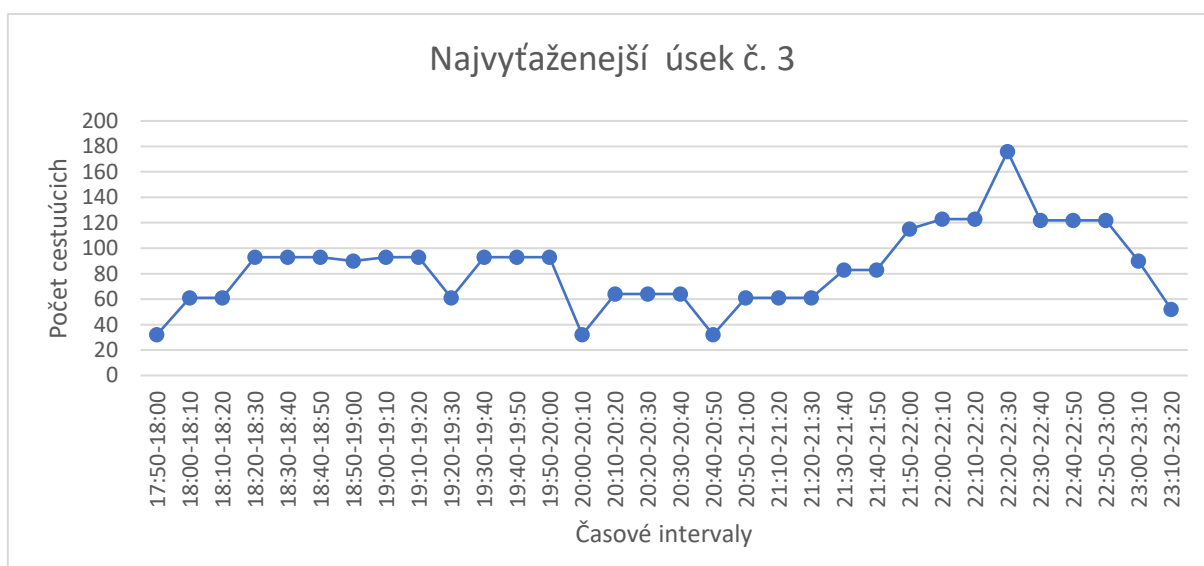


Graf 5 - Najvyťaženejší úsek č. 2 [6]

### Najvyťaženejší úsek č. 2

Druhou najvyťaženejšou fázou počas vybraného dňa je časový interval od 11:00-15:00 ako môžeme vidieť podľa grafu 5. Prvým letom, na ktorého odlet prichádzajú cestujúci už o 11:20 je let do Burgasu. Tento let prevádzkuje letecká spoločnosť Bulgarian Airlines s lietadlom typu A320. Kapacita tohoto lietadla je 170 ľudí. Opäť berieme v úvahu, že cestujúci prichádzajú na letisko 90 minút pred odletom a posledný cestujúci sa odbaví 30 minút pred odletom. Ak vydelíme počet cestujúcich šiestimi desať minútovými intervalmi zistíme, že 29 cestujúcich musí byť odbavených v časovom intervale 10 minút, aby sa stihli odbaviť všetci cestujúci tohoto letu. Počas odbavovania cestujúcich do Burgasu však o 11:55 prichádzajú ďalší cestujúci, konkrétne odlietajúci do dovolenkových destinácií Athény a Sharm-el Sheikh. Oba charterové lety odlietajú v čase 13:25. Let do Athén prevádzkuje letecká spoločnosť Ryanair, teda maximálna obsadenosť lietadla je 189 cestujúcich. CairoAir Transport Company prevádzkuje let do Sharm-el Sheikh s lietadlom typu A320 a kapacitou 170 cestujúcich. V čase od 11:50 do 12:10 sa súčasne odbavujú tri lety. O 12:10 prichádzajú ďalší cestujúci letiaci do Manchestru využívajúci spoločnosť Ryanair. V tomto čase sa odbavuje súčasne 122 cestujúcich. O 12:20 prichádzajú na letisko cestujúci letiaci do Kefalonie so spoločnosťou Smartwings. Súčasne sa v tomto 10-minútovom intervale musí odbaviť 125 cestujúcich, pretože odbavovanie cestujúcich letiacich do Burgasu bolo ukončené. V čase 12:45 prichádzajú k odbavovacím pultom ďalší cestujúci, ktorí letia do Bruselu so spoločnosťou Ryanair. V tejto chvíli musí byť odbavených 157 cestujúcich behom 10 minút. O 12:55 je ukončené odbavovanie cestujúcich letiacich do Athén a Sharm-el-Sheik, avšak pribúdajú cestujúci letiaci do Bodrumu. V časovom úseku 12:50-13:00 musí byť odbavených 189

cestujúcich, čo je najviac v časovom rozmedzí 11:00-15:00. O 13:05 prichádzajú na letisko cestujúci letiaci do Lamezie so spoločnosťou Bulgarian Air Charter, tzn. že v 10-minútovom intervale od 13:00-13:10 musí byť odbavených 157 cestujúcich. Cestujúci letiaci do Antalye a Kefalónie prichádzajú na letisko v časovom úseku 13:30-13:40 ale počet cestujúcich nepresiahne hodnotu 157 odbavených za 10 minút, pretože bolo ukončené odbavovanie predchádzajúcich letov. O 13:50 prichádzajú cestujúci posledného letu v čase kritického úseku č.2 do Antalye a počet cestujúcich potrebných odbaviť zostáva 157. Následne sa postupne ukončuje odbavovanie jednotlivých letov až do 14:40, kedy poslední cestujúci ktorých je potreba odbaviť sú cestujúci do Antalye a počet odbavených cestujúcich za 10 minút by mal byť 32, pretože do Antalye sprostredkováva let spoločnosť Smartwings s lietadlom typu B737. Za tretí a posledný najvyťaženejší úsek vybraného dňa považujem úsek od 18:00 do 23:00. V tomto časovom rozpätí, bolo odbavených najviac cestujúcich v porovnaní s ostatnými dvomi najvyťaženejšími časovými úsekmi.



Graf 6 - Najvyťaženejší úsek č. 3 [6]

### Najvyťaženejší úsek č. 3

Podľa grafu 6, je pre vybraný tretí úsek od 17:50 do 23:20 najkritickejší 10 minútový interval od 22:10 do 22:20, kedy sa súčasne odbavuje až 6 letov. Cestujúci letiaci do Moskvy so spoločnosťou Pobeda, do Heraklionu sprostredkovala tento let spoločnosť Virgin Australia Airline, do Bologne so spoločnosťou Ryanair, do Skopje leteckou spoločnosťou WIZZ Air, do Burgasu so spoločnosťou Balkan Bulgarian Airlines a do Hurgady sprostredkovala tento let spoločnosť Cairo Air Transport Company. Je potrebné aby v rámci 10-tich minút bolo odbavených až 176 cestujúcich. Tento kritický interval však končí o 22:20 a hodnota sa znižuje na 122 cestujúcich pretože odbavovanie cestujúcich letiacich do Moskvy a Heraklionu bolo ukončené. O 22:45 bolo ukončené odbavovanie cestujúcich letiacich do Bologne a o 22:55 cestujúcich do Skopje. V čase od 22:55 do 23:15 sa súčasne odbavovali cestujúcich len dvoch

letov a to do Burgasu a do Hurgady. Odbavovanie týchto cestujúcich bolo ukončené v desať minútovom intervale od 23:10-23:20.

Na základe letového poriadku som sa zamerala na výpočet kapacity pre dva najkritickejšie stanoviská na letisku BTS. Jedným z týchto kritických miestom sú odbavovacie priehradky a druhým stanoviská bezpečnostnej kontroly.

### 5.3. Odbavovacie priehradky

Podrobnejšie je popísaný spôsob odbavovania sa cestujúcich na odbavovacích priehradkách v podkapitole 4.1.2.

V tejto časti sa budem venovať výpočtom intenzity cestujúcich prichádzajúcich k odbavovacím priehradkám, v tri najkritickejšie úseky daného dňa.

#### 5.3.1. Najvyťaženejšie úseky

##### **Najvyťaženejší úsek č. 1**

V priebehu prvého najvyťaženejšieho úseku prichádzajú k odbavovacím priehradkám cestujúci rôznych letov postupne. Pri príchode cestujúcich letiacich do Budapešti, Heraklionu, Akaby, Londýna, Burgasu a Thesaloník je potrebné aby bolo odbavených 189 cestujúcich behom 10-tich minút. Viem, že priemerne sa jeden cestujúci odbaví na odbavovacej priehradke za 38 sekúnd. Beriem do úvahy, že jeden desať minútový interval má 600 sekúnd, túto hodnotu vydám priemerným časom odbavenia cestujúceho (38 s), získavam hodnotu 16, ktorá vyjadruje počet ľudí na jednu odbavovaciu priehradku v intervale 10-tich minút. Na letisku BTS je k dispozícii 28 odbavovacích priehradiek, pokiaľ počet priehradiek vynásobím hodnotou 16 ľudí, dostanem 448 ľudí v rámci 10 minútového intervalu. Problém by mohol nastať, pokiaľ by bolo otvorených menej ako 12 odbavovacích priehradiek v kritický čas, kedy je behom jedného intervalu potreba odbaviť 189 ľudí. Pokiaľ vynásobím 12 pultov 16-timi ľuďmi, získam hodnotu 192 cestujúcich. 189 cestujúcich je hodnota v rámci nášho výpočtu.

V čase 6:20 sa súčasne musia odbavovať cestujúci štyroch letov. 128 cestujúcich musí byť odbavených v priebehu 10-tich minút na odbavovacích priehradkách. Ak vydám hodnotu 600 hodnotou 38 sekúnd (priemerný čas odbavenia sa cestujúceho) opäť zistím, že 16 cestujúcich musí byť odbavených na jednej odbavovacej priehradke za 10 minút. V takomto prípade mi stačí, ak bude cestujúcim k dispozícii otvorených 8 odbavovacích priehradiek, pretože ak vynásobím 8 priehradiek 16-timi cestujúcimi získavam hodnotu 128 a to je počet cestujúcich ktorí musia byť odbavení behom 10 minút aby sa všetci stihli včas odbaviť. Pokiaľ by bolo k dispozícii 7 a menej odbavovacích priehradiek pre cestujúcich, mohlo by to predstavovať problém a mohlo by nastať zdržanie niektorých letov.

## **Najvyťaženejší úsek č. 2**

V druhom kritickom úseku v najvyťaženejší deň sme dospeli k hodnotám podobným ako v priebehu najviac vyťaženej č. 1. Zaujímavý je časový interval od 12:50-13:00, kedy sa súčasne musia odbaviť cestujúci šiestich letov, a teda hodnota počtu cestujúcich potrebných odbaviť je 189 za 10 minút. V takomto prípade je postačujúce, aby bolo otvorených 12 odbavovacích priehradiek, pretože ak opäť vynásobím hodnotu 16 ľudí a 12 odbavovacích priehradiek, získavam hodnotu 192. Pokiaľ by však bolo otvorených 11 odbavovacích priehradiek, všetci cestujúci by sa nestihli odbaviť včas. Vyššiu hodnotu ako 189 cestujúcich sme v tomto úseku nezískali, takže 12 odbavovacích priehradiek je postačujúcich na odbavenie sa týchto cestujúcich na čas.

## **Najvyťaženejší úsek č. 3**

Najvyťaženejším 10-minútovým intervalom z úseku č. 3 je v čase od 22:10 do 22:20 kedy sa súčasne musí odbaviť 176 cestujúcich pretože sa súčasne na letisku nachádzajú cestujúci odlietajúci až do 6-tich destinácií s rôznymi spoločnosťami. Pre včasné odbavenie 176-tich cestujúcich je potrebné aby bolo k dispozícii 11 odbavovacích pultov v tomto časovom úseku. 176 je najvyššia hodnota v porovnaní s ostatnými v priebehu kritického úseku č. 3, to znamená že je potrebných maximálne 11 odbavovacích priehradiek.

## **5.4. Bezpečnostná kontrola**

Bezpečnostná kontrola je najdôležitejším postom, kde prebieha proces, ktorého sa musí každý cestujúci pred odletom zúčastniť. Proces bezpečnostnej kontroly je bližšie popísaný v podkapitole 4.1.2.

V tejto kapitole sa budem zaoberať bezpečnostnou kontrolou z hľadiska priepustnosti cestujúcich. Na letisku BTS sa na bezpečnostnej kontrole nachádzajú 4 rámové detektory kovov a 4 RTG.

### **5.4.1. Najvyťaženejšie úseky**

V najvyťaženejšej časti 1, je problémovým 10 minútovým úsekom taký úsek, kedy je potrebné odbaviť 189 cestujúcich v priebehu týchto 10 minút.

Letisko BTS má 4 rámové detektory kovov. Každý cestujúci sa priemerne pripraví na túto kontrolu za 30 sekúnd.

Ak opäť beriem do úvahy, že jeden desať minútový interval má 600 sekúnd, tak zistím, že za 10 minút sa na bezpečnostnej kontrole odbaví 20 ľudí. Keďže sa na BTS nachádzajú 4 rámové detektory kovov, maximálne 80 ľudí sa dokáže odbaviť na bezpečnostnej kontrole v rámci 10-tich minút. Ak počítam s kritickou hodnotou 189 a vydelím ju hodnotou 80, zistím, že letisko



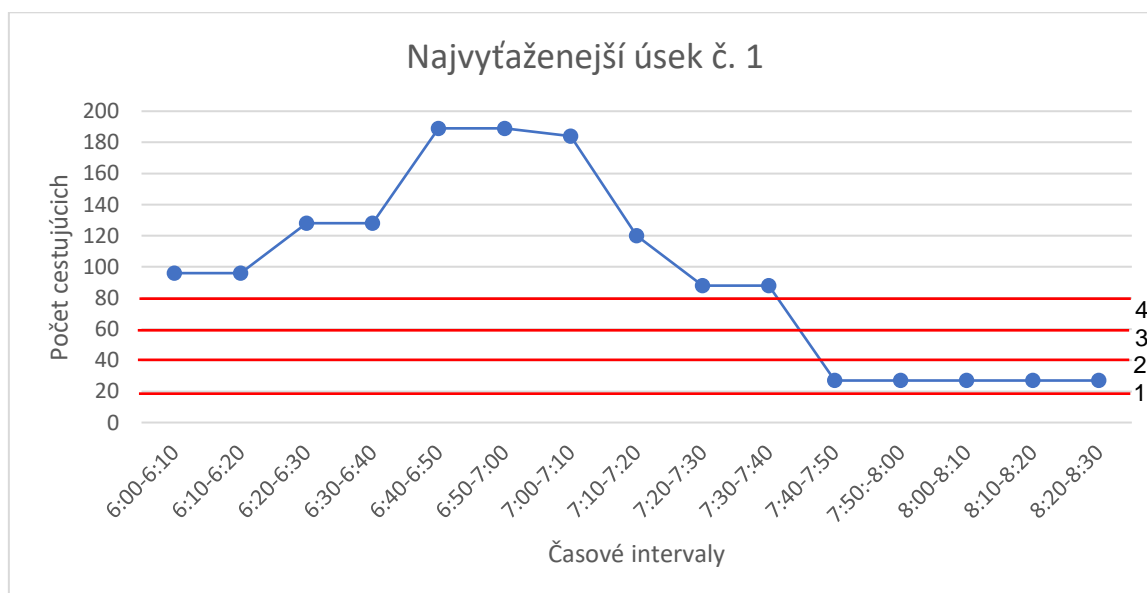
BTS je na 10 minútový interval 2,5 krát poddimenzované. Pokiaľ by fungoval len jeden rámový detektor, tak by nám vyšlo, že letisko BTS je 9,5 násobne poddimenzované, pretože po vydelení hodnoty 189 20-timi, získavam hodnotu 9,5.

Na základe konzultácií s Bratislavským letiskom, viem, že maximálny počet odbavených cestujúcich v rámci hodiny na bezpečnostnej kontrole je 900 cestujúcich za hodinu.

Vďaka výpočtom som zistila, že najvyťaženejší hodinový interval je vo vybraný deň od 6:20 do 7:20. V tento časový úsek prejde 938 ľudí cez bezpečnostnú kontrolu za hodinu, čo je o 38 ľudí viac, než je kritická hodnota 900 ľudí za hodinu.

### Najvyťaženejší úsek č. 1:

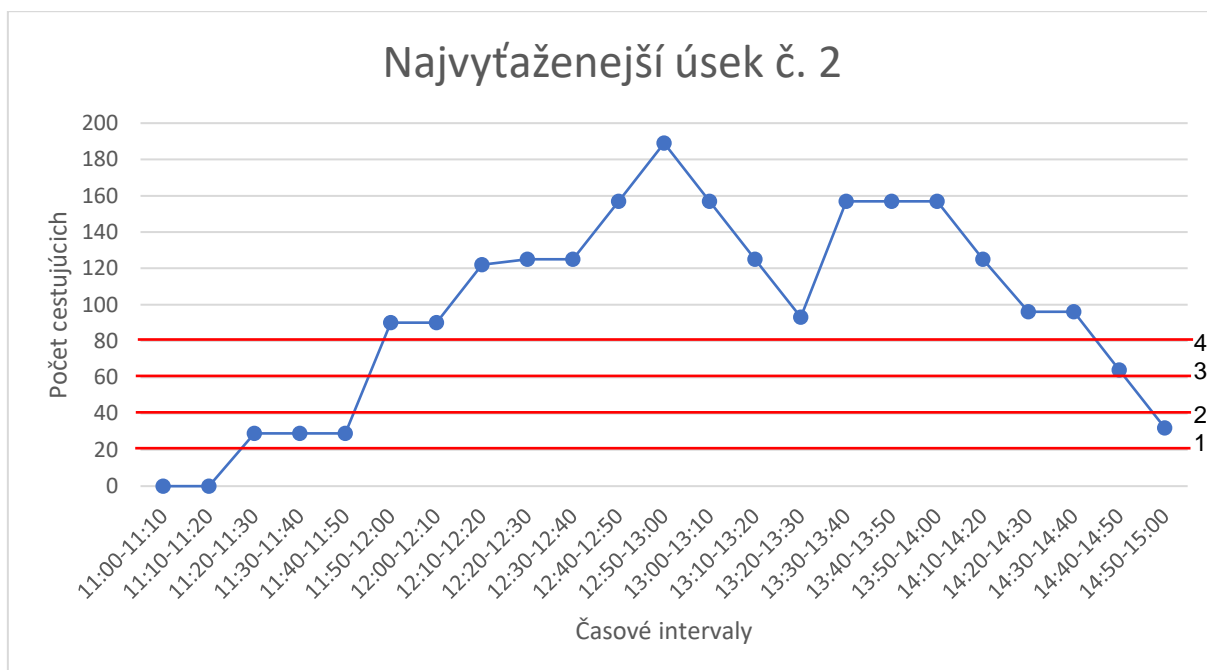
V grafe 7, je znázornený najvyťaženejší úsek č. 1. Červene som v tomto grafe vyznačila číslami od 1 do 4 počet fungujúcich rámov. Z predchádzajúcich výpočtov som zistila, že za hodinu prejde jedným rámom 20 cestujúcich. Pokiaľ by fungoval len jeden rám, všetci cestujúci, ktorí prichádzajú na letisko by nestihli včas prejsť bezpečnostnou kontrolou a tak by došlo k oneskoreniu letov. Pri fungovaní dvoch rámov by v čase od 7:40-8:30 nemal nastať problém pri prechode cestujúcich bezpečnostnou kontrolou a všetci by sa stihli dostaviť ku svojim odletovým bránam včas. Problém však nastáva v časovom úseku od 6:00-7:40 a to aj pri fungovaní všetkých štyroch rámov. Počet cestujúcich, ktorí musia prejsť bezpečnostnou kontrolou je oveľa vyšší, než je kapacita stanoviska bezpečnostnej kontroly.



Graf 7 - 1. Najvyťaženejší úsek [6]

### Najvyťaženejší úsek č. 2:

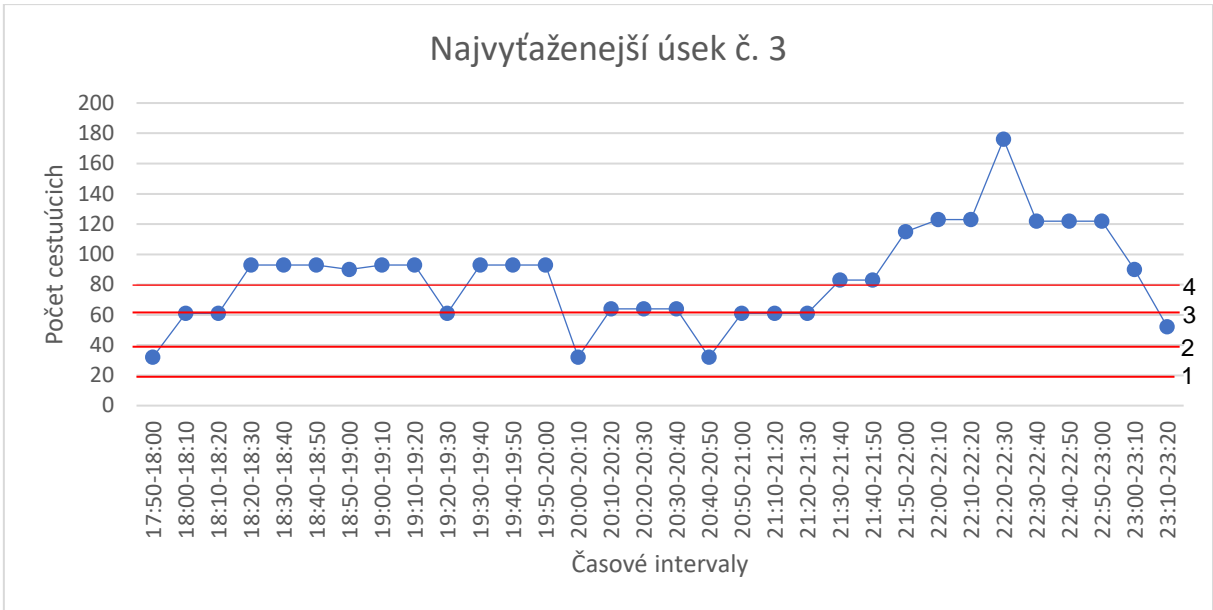
Pre najvyťaženejší úsek č. 2 by v čase od 11:30 do 11:50 mal by postačujúci fungujúci jeden rám na odbavenie všetkých cestujúcich troch letov. V časovom úseku od 12:00 do 14:40 nie je však postačujúce ani ak by boli pripravené na prechod cestujúcich všetky 4 rámy. Nakoľko v časovom úseku od 12:00 do 13:00 je potrebné aby za hodinu prešlo bezpečnostnou kontrolou 965 cestujúcich, nie sú postačujúce ani štyri rámy keďže kapacita všetkých rámov je 900 ľudí za hodinu. V priebehu hodiny od 13:50 do 14:50 musí cez bezpečnostnú kontrolu prejsť 570 ľudí, čo je hodnota, ktorá je v rámci limitu 900 ľudí za hodinu.



Graf 8 - 2. Najvyťaženejší úsek [6]

### Najvyťaženejší úsek č. 3:

V časovom úseku od 18:00 do 19:00 by malo cez bezpečnostnú kontrolu prejsť 584 cestujúcich. V tomto hodinovom intervale by nemal nastať problém a cestujúci by sa nemali príliš zdržať na stanovisku bezpečnostnej kontroly a tak by nemalo dôjsť k oneskoreniu letov. Najkritickejšia časť v treťom úseku vybraného dňa je od 21:50 do 22:50. Maximálna hodnota ľudí za hodinu je 781. Táto hodnota nepresiahne kapacitný limit 900 ľudí za hodinu, takže by na stanovisku bezpečnostnej kontroly nemal nastať problém pri odbavovaní cestujúcich.



Graf 9 - 3. Najvytazenejsi úsek [6]

## 6. Detekcia slabých miest a nedostatkov

Pri počítaní intenzity príchodu cestujúcich na letisko hodinu a pol pred odletom, som dospela k rôznym záverom. Jedným z nich je, že na odbavovacích priehradkách k naplneniu kapacity nedôjde, ani pokiaľ sa navýši počet letov viac ako dvojnásobne. 28 odbavovacích pultov je dostatočný počet pre odbavenie viacerých letov v špičkové hodiny v rôzne dni. V súčasnosti nenastáva situácia, že by bolo všetkých 28 check-inov v prevádzke naraz a to ani v najvyťaženejší deň letnej sezóny. Maximálny počet naraz prevádzkovaných odbavovacích priehradiek je 12, z čoho vyplýva, že na tomto bode kapacitný problém nenastane ani pri spomínanom navýšení letov. Navyšovanie počtu odbavovacích priehradiek tým pádom nie je potrebné. Aktuálny počet odbavovacích priehradiek predstavuje dostatočnú rezervu a pravdepodobne predpokladá zvyšovanie počtu cestujúcich do budúcnosti.

Problém však nastáva na stanovisku bezpečnostnej kontroly, nakoľko maximálny počet rámových detektorov kovov, ktoré môžu byť v prevádzke v jednom časovom úseku je štyri.

Podľa analýzy skúmaného dňa som zistila, že maximálny počet cestujúcich, ktorí sa v jednom 10 minútovom intervale môžu dostaviť na bezpečnostnú kontrolu je 189. Takáto situácia nastáva vo viacerých špičkových úsekoch počas dňa. Odbavenie tohoto množstva cestujúcich behom 10 minút je aj pri využití štyroch rámov problém, nakoľko na základe výpočtu v kapitole 5.4.1. je 10 minútová priepustnosť bezpečnostnej kontroly pri využití všetkých štyroch rámov 80 cestujúcich.

V takýchto prípadoch dochádza na stanovisku bezpečnostnej kontroly k vzniku nežiaducich radov cestujúcich a zbytočného zdržania sa pri čakaní na bezpečnostnú kontrolu.

Toto je však len teoretická úvaha, pretože na základe vlastného pozorovania bolo aj v špičkovom čase, kedy sa predpokladá zvýšený počet cestujúcich v prevádzke len jedno stanovisko bezpečnostnej kontroly a jej priebeh bol napriek tomu bezproblémový.

Uvedené výpočty sú hrubým teoretickým odhadom, nakoľko nie sú známe informácie o spôsobe prevádzky stanovisk bezpečnostnej kontroly a taktiež presné informácie o naplnenosti jednotlivých letov.

## **7. Návrh opatrení vedúcich k zvýšeniu nedostatočnej kapacity a eliminácii slabých miest**

Na základe predchádzajúcich výpočtov na dvoch najdôležitejších stanoviskách z celého terminálu, kde sa uskutočňuje odbavovací proces a proces bezpečnostnej kontroly som zistila, že kapacita letiskového terminálu bratislavského letiska je dostatočná pre proces odbavenia cestujúcich. Stanovísk určených pre odbavovanie cestujúcich je dostatočné množstvo. Odbavovacích priehradiek je 28. Pri počítaní intenzity cestujúcich prichádzajúcich k odbavovacím priehradkám som zistila, že maximálny počet využitých odbavovacích priehradiek určených k odbaveniu cestujúcich v najkritickejšie časti dňa je 12. Problém by nenastal ani v prípade, že by sa počet letov zvýšil dvojnásobne.

Súčasná kapacita na odbavovacích priehradkách je dostatočná a nie je potrebné navrhovať ďalšie opatrenie.

Kritickým bodom je však priepustnosť cestujúcich na bezpečnostnej kontrole, kde sa nachádzajú iba štyri rámy.

Podľa realizovaných výpočtov, môže nastať viac krát denne situácia počas letnej sezóny kedy sú prevádzkované najmä charterové lety, že počet cestujúcich ktorých je potrebné odbaviť na stanovisku bezpečnostnej kontroly presiahne kapacitný limit na tomto stanovisku.

Maximálna kapacita na stanovisku bezpečnostnej kontroly je 900 cestujúcich za hodinu. Na základe výpočtov som zistila, že v určitý hodinový interval v najkritickejší deň v letnom období nastane situácia, kedy kapacitný limit na tomto stanovisku je nedostačujúci.

Pokiaľ dôjde k prekročeniu maximálnej kapacity na stanoviskách bezpečnostnej kontroly, systém nezlyhá, avšak nastane vznik nežiaducich radov na stanoviskách bezpečnostnej kontroly a odbavovanie môže trvať približne dva-krát dlhšie než za normálnych okolností.

Navrhovaným riešením by bolo zvýšenie počtu stanovísk bezpečnostnej kontroly, ktoré by zabezpečilo jej kontinuálnu priepustnosť počas celého dňa. Toto opatrenie by umožnilo odstránenie aktuálne jediného slabého miesta v procese odbavenia cestujúcich.

Ďalšou možnosťou ako vyriešiť problém na stanoviskách bezpečnostnej kontroly v najvyťaženejší deň by bolo možné dosiahnuť zmenami v letovom poriadku, a to lepším prerozdelením letov v rámci dňa v letnej sezóne.

## 8. Záver

Cieľom práce bolo vyhodnotenie kapacity jednotlivých stanovísk odbavovacieho procesu na letisku Milana Rastislava Štefánika v Bratislave. Bolo zistené, že kapacita odbavovacích priehradiek je dostatočná a to aj pri teoretickom navýšení počtu cestujúcich na dvojnásobok dnešných hodnôt v špičkovej sezóne. Avšak kapacita stanovísk bezpečnostnej kontroly by vzhľadom k nízkemu počtu rámových detektorov kovov mohla predstavovať problém.

Nedostatočná kapacita je v súčasnosti jedným z najväčších problémov, s ktorým sa letiská po celom svete potýkajú. Mojou úlohou v tejto bakalárskej práci bolo poukázať na problém týkajúci sa kapacitného limitu terminálu na letisku BTS. Stanoviská bezpečnostnej kontroly a odbavovacích priehradiek sú jedny z najdôležitejších postov na letisku. Tieto dve stanoviská výrazne ovplyvňujú kapacitné limity celého terminálu. Zo spracovaných údajov z letového plánu som si rozdelila najvyťaženejší deň s ohľadom na počet odbavených letov na tri najviac vyťažené úseky. Každý z týchto úsekov bol rozdelený na 10-minútové intervaly a na základe počtu cestujúcich som počítala intenzitu príchodu cestujúcich na stanoviská odbavovacích priehradiek a bezpečnostnej kontroly. Tieto hodnoty som na základe poskytnutých dát z letiska Bratislava porovnávala a zisťovala, či sa kapacita na týchto dvoch postoch naplní alebo tento limit nebude naplnený.

Vzhľadom k blízkosti medzinárodného letiska Viedeň Schwechat a neustálemu nárastu počtu cestujúcich a prevádzkovaných liniek je vysoko nepravdepodobné, že v najbližšom období nastane štatisticky významný nárast počtu cestujúcich na letisku Bratislava. Vývoj v posledných rokoch ukazuje, že viedenské letisko poskytuje neporovnateľné konkurenčné výhody a láka tak nízkonákladových aj štandardných dopravcov, ktorý nemajú evidentný záujem o otváranie nových liniek z bratislavského letiska, vzhľadom k tomu, že im neposkytuje žiadne relevantné výhody. Jeho dopravná dostupnosť je podpriemerná, spádová oblasť je neporovnateľne nižšia a rozdiel v letiskových poplatkoch taktiež nepredstavuje žiadnu výhodu. Letisko Milana Rastislava Štefánika v Bratislave vykazuje záporný ekonomický ukazovateľ predovšetkým z dôvodu nízkeho počtu odbavených cestujúcich za predošlé roky. Súčasná kapacita bezpečnostnej kontroly vyhovuje počtu odbavených cestujúcich za predchádzajúce roky, avšak v prípade zavedenia nových liniek najmä v priebehu letnej sezóny, ktorá je pre toto letisko najkritickejším obdobím, môže nastať situácia, že kapacita na stanovisku bezpečnostnej kontroly bude nedostatočná. Otvára sa tým priestor pre ďalšie štúdie a analýzy, ktoré by vyhodnotili, akým spôsobom by toto zlepšenie bolo možné dosiahnuť.

Táto bakalárska práca predstavuje návrh na budúce prognózy hospodárskeho vývoja a otvára tak priestor pre rozsiahlejšie štúdie navrhujúce konkrétne opatrenia pre zlepšenie situácie na letisku Milana Rastislava Štefánika v Bratislave.

## 9. Použité zdroje

- [1] Predstavenie terminálu. *Letisko Bratislava (BTS)*. [Online] [Dátum: 1. Júl 2019.] <https://www.bts.aero/o-letisku/o-spolocnosti/terminal/predstavenie-terminalu/>.
- [2] Slovak airports. *Transport*. [Online] [Dátum: 7. Júl 2019.] [http://www.slovak-airports.net/i\\_bts.php?page=transport](http://www.slovak-airports.net/i_bts.php?page=transport).
- [3] O letisku. *Letisko Bratislava (BTS)*. [Online] [Dátum: 1. Júl 2019.] <https://www.bts.aero/o-letisku/o-spolocnosti/profil-spolocnosti/o-letisku/>.
- [4] Airport terminal. *Aviationknowledge*. [Online] [Dátum: 5. Júl 2019.] <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:airport-terminal>.
- [5] Letisko Bratislava. *Terminál*. [Online] [Dátum: 8. Júl 2019.] <https://www.bts.aero/o-letisku/o-spolocnosti/terminal/historia-projektu/>
- [6] Autor bakalárskej práce, Sabína Dobiašová
- [7] Koncesia BTS. *Mindop*. [Online] [Dátum: 2. Júl 2019.] <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/ppp-projekty/koncesia-bts>.
- [8] KERNER, Libor, Viktor SÝKORA a Ludvík KULČÁK. *Provozní aspekty letišť*. Praha : Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. ISBN 80-010-2841-0.
- [9] FAJT, Vladimír. *Design a provoz letišť*: Syllabus k předmětu 21DPL pro 3. ročník bakalářského studia na Fakultě dopravní ČVUT. Praha, 2014.
- [10] Štatistické údaje. *Letisko Bratislava (BTS)*. [Online] [Dátum: 5. Júl 2019.] <https://www.bts.aero/o-letisku/o-spolocnosti/profil-spolocnosti/statisticke-udaje/>.
- [11] Parkovanie a doprava. *Letisko Bratislava (BTS)*. [Online] [Dátum: 1. Júl 2019.] <https://www.bts.aero/parkovanie-a-doprava/doprava/doprava-na-letisko/>
- [12] Parkovanie. *Letisko Bratislava (BTS)*. [Online] [Dátum: 1. Júl 2019.] <https://www.bts.aero/parkovanie-a-doprava/parkovanie/>
- [13] Level of service. *IATA*. [Online] [Dátum: 20. Júl 2019] <https://www.iata.org/services/consulting/airport-pax-security/Pages/level-of-service.aspx>
- [14] Charterove lety. *Letecká spoločnosť*. [Online] [Dátum: 21. Júl 2019] <http://leteckaspolocnost.cz/charterove-lety/>

[15] Data Airports. *Flightradar24*. [Online] [Dátum: 22. Júl 2019]  
<https://www.flightradar24.com/data/airports/bts/routes>

[16] STOLLETZ, Raik. *Analysis of passenger queues at airport terminals*. Research in Transportation Business [online]. 2011, vol. 1, issue 1, s. 144-149 [cit. 2015-05- 03]. DOI: 10.1016/j.rtbm.2011.06.012.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210539511000198>



## 10. Zoznam obrázkov:

Obrázok 1 – Mapa letiska BTS [2].....	12
Obrázok 2 – Prílety a odlety letiskového terminálu [6].....	14
Obrázok 3 – Vlastníctvo [7].....	15
Obrázok 4 – Model prechodu cestujúceho cez terminál [6].....	21
Obrázok 5 – Parkovisko [6].....	22
Obrázok 6 – Odbavovacie priehradky [6].....	24
Obrázok 7 – Vstup k bezpečnostnej kontrole [6].....	25

## 11. Zoznam tabuliek:

Tabuľka 1 – Nástupné systémy pre odlietajúcich cestujúcich [8].....	18
Tabuľka 2 – Stupne komfortu [8].....	26
Tabuľka 3 – Úroveň služieb [8].....	27
Tabuľka 4 – Všetky lety vrátane časov a leteckých spoločností v najkritickejší deň [6].....	31

## 12. Zoznam grafov:

Graf 1 – Vývoj počtu cestujúcich [10].....	19
Graf 2 – Počty letov v danom úseku [6].....	31
Graf 3 – Počty letov v určitý čas [6].....	33
Graf 4 – Najvyťaženejší úsek č. 1 [6].....	35
Graf 5 – Najvyťaženejší úsek č. 2 [6].....	36
Graf 6 – Najvyťaženejší úsek č. 3 [6].....	37
Graf 7 – Najvyťaženejší úsek č. 1 s vyznačeným počtom rámov [6].....	40
Graf 8 – Najvyťaženejší úsek č. 2 s vyznačeným počtom rámov [6].....	41
Graf 9 – Najvyťaženejší úsek č. 3 s vyznačeným počtom rámov [6].....	42